



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria Civile

Analisi, confronto e applicazione delle metodologie di
certificazione energetica degli edifici

Relatore
Prof. Fauri Maurizio

Laureando
Andreotti Stefano

Anno Accademico 2009 - 2010

Ai miei genitori

INDICE

1. <u>INTRODUZIONE</u>	pag. 1
1.1. INTENTI	pag. 1
2. <u>INQUINAMENTO AMBIENTALE</u>	pag. 3
2.1. INQUADRAMENTO DELLE PROBLEMATICHE AMBIENTALI	pag. 3
2.1.1. RISCALDAMENTO GLOBALE E SURRISCALDAMENTO CLIMATICO	pag. 3
2.1.2. EFFETTI DEL SURRISCALDAMENTO CLIMATICO	pag. 4
2.2. ENERGIA PULITA	pag. 7
2.2.1. NECESSARIA INDIPENDENZA DA FONTI FOSSILI	pag. 7
2.2.2. FONTI ALTERNATIVE E FONTI RINNOVABILI	pag. 8
2.2.3. RISPARMIO ENERGETICO ED EFFICIENZA ENERGETICA	pag. 10
2.3. METODI CORRETTIVI INTERNAZIONALI	pag. 11
2.3.1. PROTOCOLLO DI KYOTO	pag. 11
2.3.2. SITUAZIONE E NORMATIVA IN EUROPA	pag. 13
2.3.3. COPENHAGEN	pag. 18
2.3.4. SITUAZIONE E NORMATIVA IN ITALIA	pag. 19
3. <u>EDILIZIA SOSTENIBILE</u>	pag. 27
3.1. FATTORI CHE INFLUENZANO L'EFFICIENZA ENERGETICA	pag. 27
3.1.1. BIOARCHITETTURA	pag. 27
3.1.2. FATTORI CLIMATICI	pag. 29
3.1.3. FATTORE SOLARE, TRASMITTANZA E RESITENZA TERMICA	pag. 30
3.1.4. MATERIALI E TECNICHE PER LA BIOEDILIZIA	pag. 33
3.1.5. CONSUMI MEDI DI ENERGIA IN ITALIA	pag. 34
3.2. TIPI DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA IN ITALIA	pag. 36
3.2.1. CERTIFICAZIONE NAZIONALE	pag. 36
3.2.2. CERTIFICAZIONE PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO	pag. 43
3.2.3. CERTIFICAZIONE CASA CLIMA	pag. 47
3.2.4. CERTIFICAZIONE ECODOMUS.VI	pag. 61
3.2.5. CERTIFICAZIONE LEED	pag. 72
3.2.6. BREVE COMPARAZIONE TRA CERTIFICAZIONI	pag. 125

4. <u>UN CASO PRATICO: CASA FO</u>	pag. 129
4.1. LOCALIZZAZIONE E PRESENTAZIONE ABITAZIONE	pag. 129
4.1.1. LA LIBERA REPUBBLICA DI ALCATRAZ	pag. 129
4.2. ELABORATI GRAFICI	pag. 131
4.2.1. PLANIMETRIA DELLA ZONA	pag. 131
4.2.2. PIANTE	pag. 132
4.2.3. PROSPETTI	pag. 134
4.2.4. SEZIONI	pag. 136
4.2.5. IMPIANTO TERMICO	pag. 138
4.2.6. PARTICOLARI COSTRUTTIVI	pag. 142
4.2.7. SPACCATO	pag. 147
4.2.8. MODELLO 3D	pag. 148
4.2.9. SERVIZIO FOTOGRAFICO DELLE FASI COSTRUTTIVE	pag. 149
4.3. CERTIFICAZIONE ENERGETICA	pag. 166
4.3.1. CLASSIFICAZIONE NAZIONALE	pag. 166
4.3.2. CLASSIFICAZIONE PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO	pag. 170
4.3.3. CLASSIFICAZIONE CASA CLIMA	pag. 173
4.3.4. CLASSIFICAZIONE ECODOMUS.VI	pag. 174
4.3.5. CLASSIFICAZIONE LEED	pag. 177
5. <u>CONCLUSIONI</u>	pag. 179
5.1. DISCUSSIONE RISULTATI OTTENUTI	pag. 179
5.2. POSSIBILI INTERVENTI MIGLIORATIVI	pag. 180
6. <u>APPENDICI</u>	pag. 181
6.1. APPENDICE 1 - DOCET	pag. 181
6.2. APPENDICE 2 - FOGLIO DI CALCOLO PAT	pag. 187
6.3. APPENDICE 3 - PROCASACLIMA 2009 BASIC	pag. 194
6.4. APPENDICE 4 - FOGLIO DI CALCOLO ECODOMUS.VI	pag. 196
7. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	pag. 203
7.1. SITI INTERNET	pag. 203
7.2. RIVISTE	pag. 204
7.3. MANUALI	pag. 204
8. <u>RINGRAZIAMENTI</u>	pag. 205

1. INTRODUZIONE

1.1. INTENTI

Negli ultimi anni le attenzioni di molti, spronati da ideali di salvaguardia dell'ambiente, si sono rivolte alla determinazione dello stato di "salute" del nostro pianeta. Questi studi rivelano una realtà allarmante: le attività umane svolte nel mondo producono troppe emissioni inquinanti, comportando il progressivo e rapido deterioramento della natura e del clima della Terra. Questa situazione ha ispirato produzioni cinematografiche, letterarie, documentari, ecc., atte a supporre, pur romanzando inevitabilmente tutto, cosa potrebbe accadere in futuro se l'Uomo non comincerà fin da ora a prendere qualche serio provvedimento a riguardo. Come in ogni aspetto della vita umana, c'è chi si oppone a queste "dicerie" affermando che siano solo allarmismi di fanatici e che non ci siano prove realistiche di questo tanto citato "degrado terrestre". Personalmente credo a chi sostiene la causa della salvaguardia dell'ambiente, perché a prescindere che il momento sia tragico o meno, ritengo sia fondamentale vivere in un habitat pulito e sano, ma soprattutto lasciarlo in buone condizioni per le generazioni future.

Queste sono le premesse che mi hanno portato ad incentrare la tesi su tali argomentazioni, in modo da far capire, nel mio piccolo, quanto è importante che nel settore dell'Ingegneria e dell'edilizia nello specifico si adottino espedienti e tecnologie volti alla minore produzione di sostanze inquinanti, dal momento che il mondo delle costruzioni è fautore di consistenti quantità di emissioni nocive. Il mio vuole essere un "iter" che parta dalle problematiche ambientali, passi attraverso gli accordi internazionali riguardanti tali tematiche e che, attraverso vari steps integrativi sulle tante tecnologie ecocompatibili utilizzabili in ambito edile, arrivi all'analisi di un caso pratico, discutendone le scelte e gli effettivi vantaggi per determinare quale livello di classificazione questo caso di studio potrebbe raggiungere secondo i parametri di una specifica certificazione.

L'intento è semplicemente quello di far passare un concetto chiave che dovrebbe essere ormai punto di partenza per qualsiasi tipo di progettazione edile,

magari spronato da prescrizioni legislative, non solo per aiutare il pianeta ma anche per un sostanziale risparmio economico sulle spese energetiche: EDIFICI ATTIVI? SI PUO'!

2. INQUINAMENTO AMBIENTALE

2.1. INQUADRAMENTO DELLE PROBLEMATICHE AMBIENTALI

2.1.1. RISCALDAMENTO GLOBALE E SURRISCALDAMENTO CLIMATICO

“RISCALDAMENTO GLOBALE” è un’espressione che sta ad indicare, per quanto concerne la storia climatica della Terra, le varie fasi di innalzamento della temperatura media dell’atmosfera terrestre e degli oceani dovute a cause naturali (cicli solari, moti della Terra, variazioni dei gas atmosferici, ecc.). Tutto ciò non va confuso con il “SURRISCALDAMENTO CLIMATICO” che, al contrario, denota il contributo umano al riscaldamento del clima registrato nell’ultimo secolo.

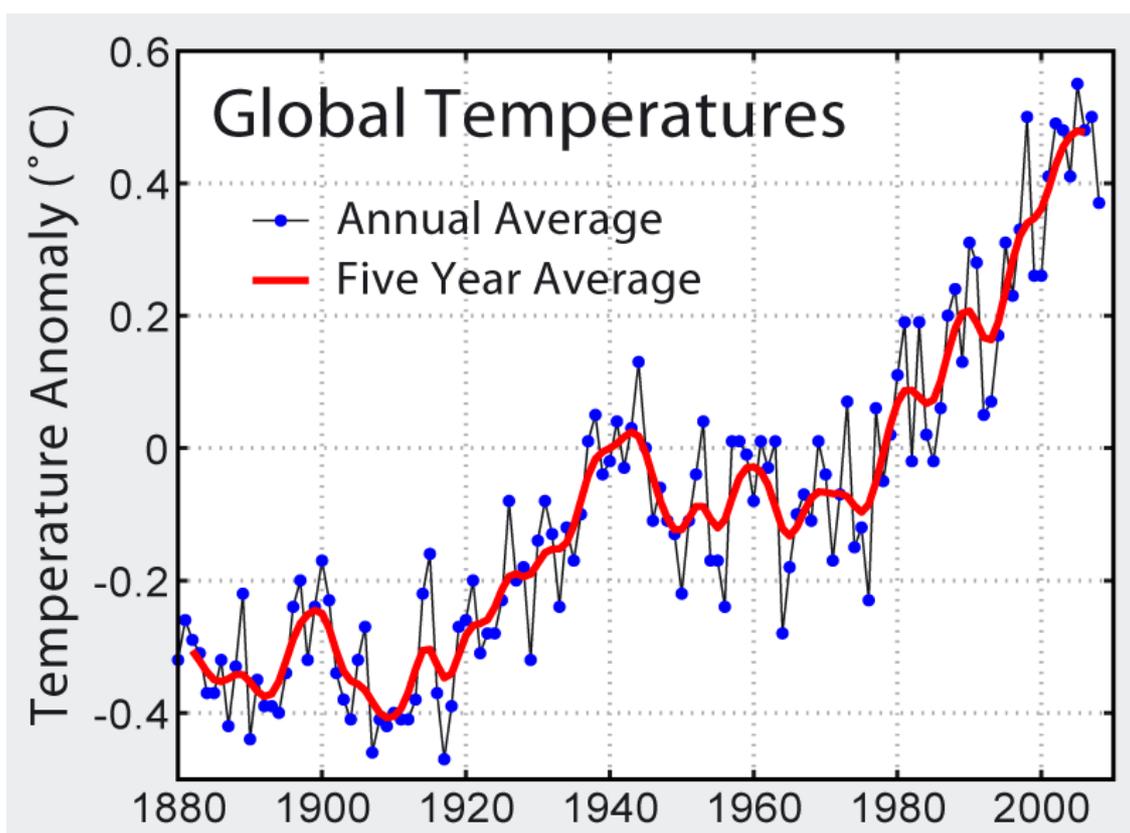


Figura 1 - Anomalia media della temperatura atmosferica a terra e della superficie dei mari negli ultimi 150 anni

L’Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sostiene che la temperatura superficiale globale del pianeta sarebbe aumentata di $0.74^{\circ}\text{C} \pm 0.18^{\circ}\text{C}$

durante gli ultimi cento anni, fino al 2005, come illustrato nella figura della pagina precedente. L' IPCC afferma inoltre che: "la maggior parte dell'aumento osservato nelle temperature medie globali a partire dalla metà del XX secolo è molto probabilmente da attribuire all'incremento delle concentrazioni di gas serra di produzione umana". Al contrario, i fenomeni naturali, come le fluttuazioni solari e l'attività vulcanica, hanno contribuito marginalmente al riscaldamento nel lasso di tempo che va dal periodo pre-industriale al 1950 circa, causando invece un lieve effetto di raffreddamento nel periodo dal 1950 al 2000. Tali conclusioni sono state supportate da almeno trenta associazioni e accademie scientifiche, tra cui tutte le accademie nazionali dei paesi del G8; non manca comunque chi tiene acceso il dibattito confutando questi dati climatici, basandosi su studi che sinceramente non ritengo molto affidabili.

Le proiezioni del modello climatico dell'IPCC per il futuro indicano che la temperatura media superficiale del pianeta si dovrebbe innalzare probabilmente di 1.1°C - 6.4°C durante il XXI secolo. Tali proiezioni, basate su studi pluriennali, prevedono inoltre che il riscaldamento e l'innalzamento del livello dei mari potrebbe continuare per più di un migliaio di anni, anche se i livelli di gas serra verranno stabilizzati; questo possibile ritardo nel raggiungere un equilibrio sarebbe dovuto alla grande capacità termica degli oceani.

2.1.2. EFFETTI DEL SURRISCALDAMENTO CLIMATICO

Le conseguenze del riscaldamento globale coinvolgono molteplici settori della vita umana. Il primo, che in questo caso ha il ruolo centrale, è sicuramente quello ambientale: è tuttora piuttosto difficile prevedere come reagirà il pianeta, in quanto il clima globale è un sistema non lineare multifattoriale, per cui la climatologia può solo intuire le tendenze e non descrivere in dettaglio come si succederanno gli eventi. Tuttavia alcuni effetti sono già ben visibili, come il ritiro dei ghiacciai, la disgregazione delle calotte polari, l'aumento del livello dei mari, le modifiche nella distribuzione delle piogge, l'incremento nell'intensità dei cicloni tropicali e così via. Un esempio lampante dei fenomeni di regressione dell'ambiente ci viene fornito dal monte Kilimangjaro in Kenia: il massiccio ha perso, nel solo XX secolo, ben l'82% delle nevi perenni che ne ricoprono la cima; un dato alquanto significativo e preoccupante.

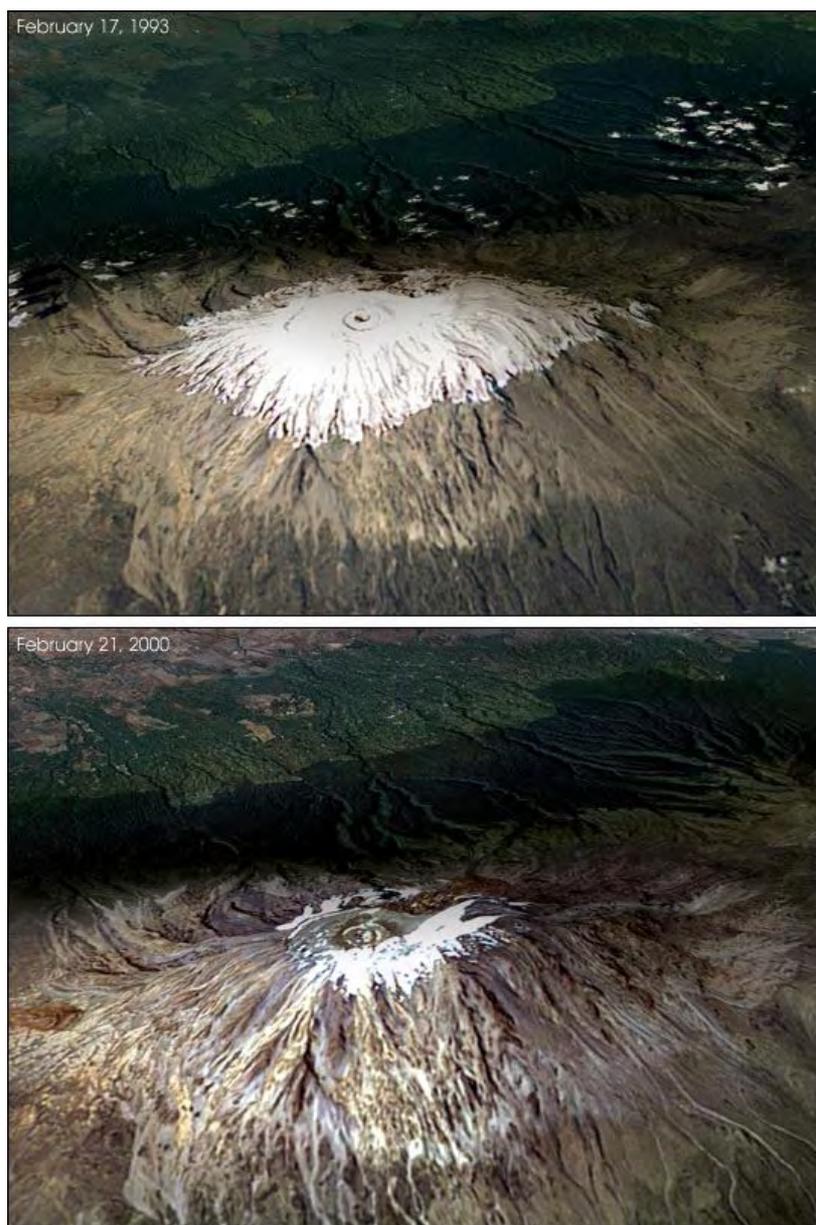


Figura 2 – Cambiamento dell’accumulo nevoso sul Kilimangjaro tra il 1993 (sopra) e il 2000 (sotto).

Un altro settore seriamente influenzato dai mutamenti climatici è quello economico: alcuni studiosi di tale disciplina hanno cercato di stimare i costi derivanti dai danni causati da tutti questi cambiamenti. Pur non essendo dati certi essi indicano che i costi e i benefici della mitigazione del fenomeno del riscaldamento globale si aggirano più o meno attorno alla stessa cifra. Personalmente ritengo però sia meglio investire adesso per migliorare la situazione spendendo un capitale che può essere definito, almeno a grandi linee, piuttosto che dover risanare (sempre se possibile) in un secondo momento, senza conoscere l’entità degli interventi che risulteranno essere necessari.

Tenendo conto, naturalmente, che lo scopo principe di tale politica è la salvaguardia generale dell'ambiente, la cui filosofia dovrebbe essere innata negli esseri umani a prescindere da qualsiasi aspetto economico.

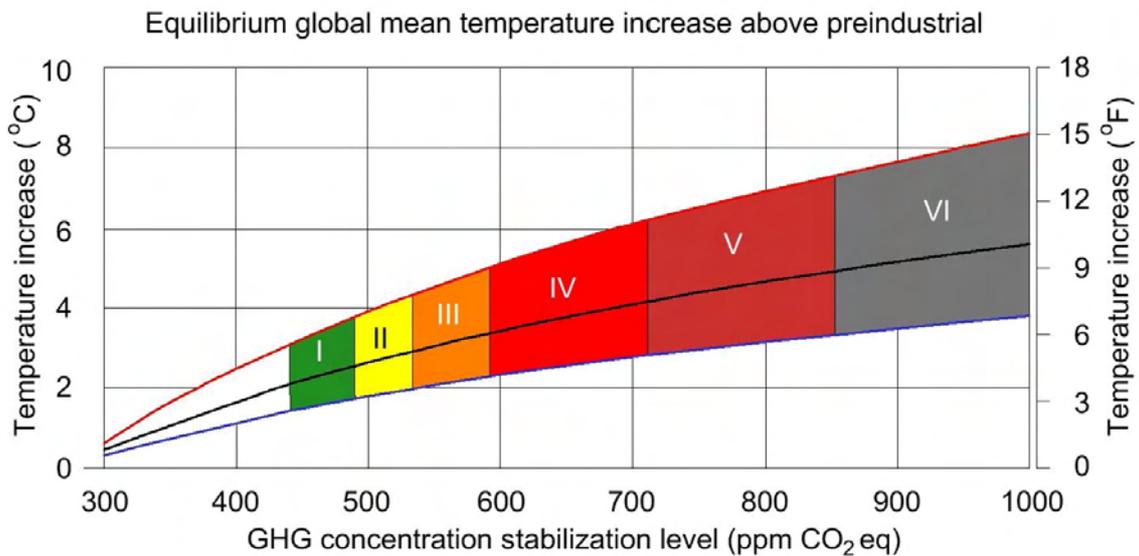


Figura 3 – Proiezione dell'aumento delle temperature per vari scenari di stabilizzazione (bande colorate). La linea nera a metà indica le stime migliori; la linea rossa e quella blu indicano i probabili limiti. (IPCC)

Incentrando l'attenzione sull'economia globale, non si può che convergere nella politica: attività che, visto il suo ruolo, dovrebbe essere la migliore via per cercare di sensibilizzare la comunità, attraverso normative e leggi "ad hoc", dal momento che il risparmio energetico e la conseguente diminuzione di emissioni di CO₂ non vengono sempre ricercate dai singoli in maniera automatica, ma prevalentemente sotto prescrizione della legge. Manca una convincente sensibilizzazione sulle tematiche ecologiche che infonda in ciascuno una profonda "educazione all'ambiente", concetto che alcune reti radiofoniche stanno già promuovendo con iniziative e campagne informative su come comportarsi nella quotidianità per limitare i danni provocati alla natura dalle attività umane. Un semplice e banale esempio è quello di sostituire tutte le lampadine ad incandescenza della propria abitazione, che trasformano in luce solo il 5% dell'energia disperdendo il resto in calore, con altre di nuova generazione: le lampadine fluorescenti o a LED.

2.2. ENERGIA PULITA

2.2.1. NECESSARIA INDIPENDENZA DA FONTI FOSSILI

Le crisi petrolifere del 1973 e del 1979 e la chiusura, qualche anno fa, dei gasdotti da parte dell'Ucraina per bloccare le forniture di metano dalla Russia verso l'Europa hanno mostrato in maniera lampante le problematiche poste da un mondo dell'energia troppo dipendente dal petrolio e, in generale, dall'approvvigionamento di fonti fossili¹.

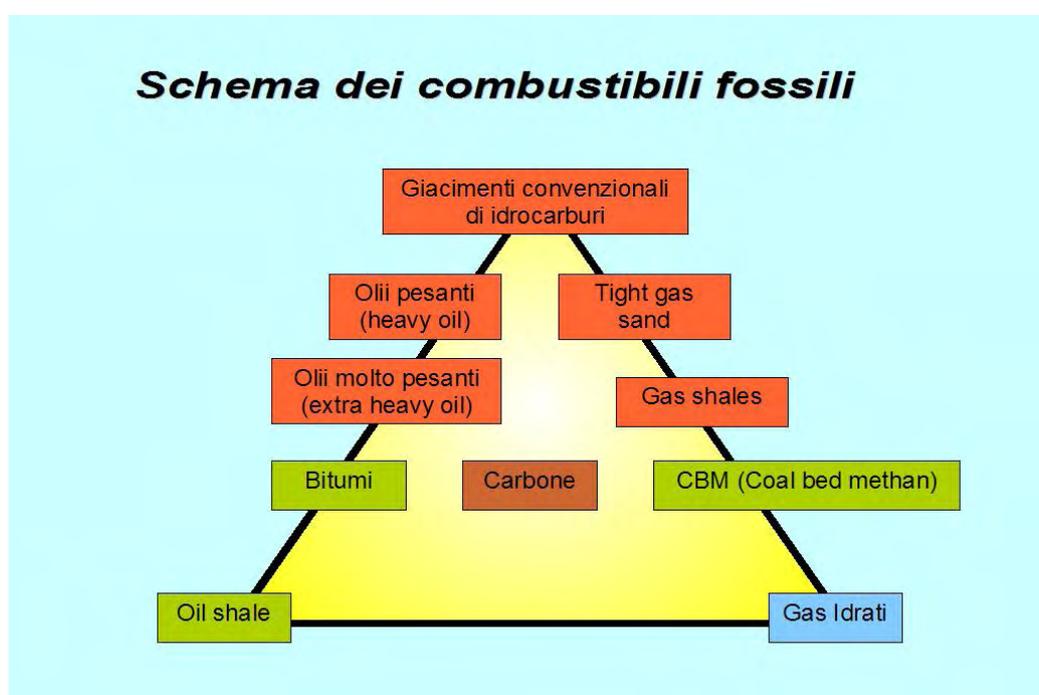


Figura 4 – Schema di utilizzo dei combustibili fossili.

Gli anni più recenti hanno visto gli Stati Uniti d'America addirittura combattere delle guerre per riuscire ad avere il controllo delle risorse petrolifere, spendendo di più che per la guerra in Vietnam. Inoltre, secondo modelli ritenuti generalmente validi, il petrolio sembra essere in fase di esaurimento; la "UK Industry Taskforce", un'associazione no-profit dedicata a sensibilizzare il mondo politico e l'opinione pubblica sul problema del picco della produzione di petrolio, ha portato a termine vari studi sul

¹ Sono FONTI FOSSILI quei combustibili derivanti dalla trasformazione (carbogenesi), sviluppatasi in milioni di anni, di sostanza organica in forme molecolari via via più stabili e ricche di carbonio, sostanza che da origine a petrolio, carbone, ecc..

consumo eccessivo di greggio ed è arrivata a questa conclusione: i rischi verso cui l'umanità andrebbe incontro causa la rapida decrescita delle forniture di petrolio avrebbero un impatto su tutte le popolazioni di gran lunga peggiore rispetto ai cambiamenti climatici. Non prendendo alcun provvedimento è previsto un prezzo del petrolio di gran lunga superiore al record di 147 dollari a barile della scorsa estate già entro il 2013. E' quindi molto auspicabile uno shock macro-economico enorme a causa dell'aumento dell'inflazione e della conseguentemente necessaria riduzione dei consumi. Non solo, se queste previsioni dovessero rivelarsi particolarmente esatte, tale fenomeno porterebbe a ripercussioni enormi anche sullo sviluppo e il sostentamento dell'umanità nei prossimi decenni, poiché tutti questi settori sono estremamente dipendenti dal petrolio.

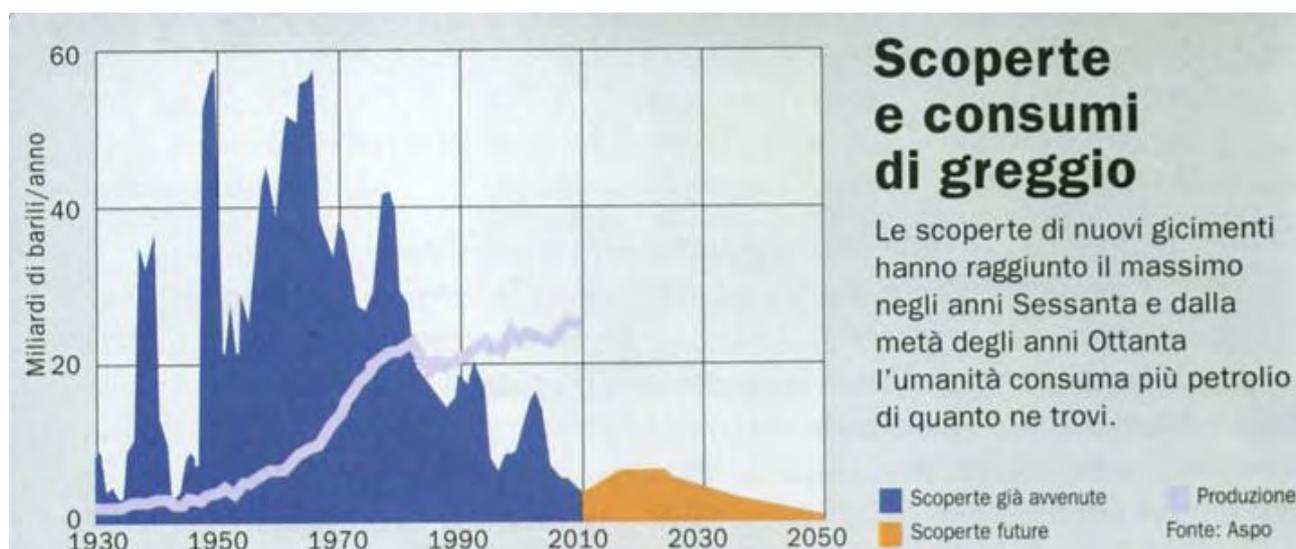


Figura 5 – Andamento dello sfruttamento dei giacimenti petroliferi degli ultimi 80 anni.

Una via indicata da molti per non incappare in questi eventi è l'emancipazione totale dall'utilizzo del cosiddetto "oro nero" come fonte energetica, investendo risorse, ricerca e fondi nello sviluppo di fonti alternative di energia.

2.2.2. FONTI ALTERNATIVE E FONTI RINNOVABILI

Per fonte alternativa si intende un modo di ottenere energia fondamentalmente differente da quella ottenuta con il consumo di combustibili fossili, che sono le fonti

“non rinnovabili”, destinate cioè ad esaurirsi senza poter essere rigenerate, e il cui utilizzo per produrre energia è una delle maggiori cause di emissioni di CO₂. Spesso tale classe viene confusa o assimilata a quella delle fonti rinnovabili (in inglese sono sinonimi) o anche a quella delle tecnologie in grado di permettere uno sviluppo sostenibile. In realtà le fonti alternative comprendono una cerchia più ampia di forme di produzione energetica, comprendendo qualsunque modo di fornire energia che non avvenga mediante combustibili fossili. Una differenza sostanziale, ad esempio, è che nelle fonti alternative è annoverata anche l’energia nucleare, non compresa nelle altre due classi. Le fonti alternative ricoprono una percentuale pari al 20% della produzione energetica mondiale; le più importanti tra esse sono rappresentate da:

- energia nucleare (sia a fissione che a fusione)
- energia prodotta dalla dissociazione molecolare
- energia idroelettrica
- energia geotermica
- energia ricavata da biomasse e da biogas (anche biodiesel come il famoso olio di colza)
- energia eolica
- energia solare (sia solare termico che fotovoltaico)
- energia del moto ondoso e delle maree

Il termine “alternative” nasce proprio dall’obbligatorietà di rendere l’Uomo indipendente dalle fonti fossili e di trovare dunque una giusta opzione diversa da esse.

Uno dei grossi problemi è rappresentato dai conflitti di interesse che sono venuti a crearsi tra chi dovrebbe investire fondi nella ricerca e chi produce attualmente l’energia o chi vende petrolio: il monopolio di una risorsa primaria è importante per arricchirsi, anche se questo porta ad intossicare il pianeta.

Per fonti rinnovabili si intendono invece quelle forme di energia generate da sorgenti che, per loro natura, si rigenerano o comunque non sono “esauribili” nella scala dei tempi umani e, di conseguenza, il cui utilizzo non pregiudica le risorse naturali per i posteri. Esse danno vita alle ENERGIE SOSTENIBILI, ossia quelle energie che permettono uno sviluppo sostenibile. Questo concetto è basato su due componenti chiave: il primo dal punto di vista della produzione, incentrato sul produrre appunto energia da fonti

rinnovabili, e il secondo sull'utilizzo da parte del consumatore, improntato su risparmio energetico e su efficienza energetica.

Personalmente sono a favore delle sole energie sostenibili e non dell'intero insieme delle alternative, in quanto in esse sono annoverate anche le energie nucleari. Infatti, come ci insegna la storia di alcune centrali nucleari a noi vicine (Chernobyl), l'utilizzo e la manipolazione di tali risorse è assai pericoloso visti gli effetti che le possibili "perdite" di radiazioni hanno avuto, hanno ancora e potranno avere sull'Uomo e sulla natura in genere. Senza poi considerare che la presenza sul territorio degli impianti di produzione di energia nucleare può diventare arma di distruzione di qualsiasi movimento terroristico.

2.2.3. RISPARMIO ENERGETICO ED EFFICIENZA ENERGETICA

Risparmio ed efficienza sono i cardini dell'eco-sostenibilità da parte dell'utente, ossia il corretto "modus operandi" per richiedere e consumare meno energia. I due concetti sono fondamentalmente diversi: con risparmio si intende il non utilizzo ed il conseguente non consumo di energia, mentre con efficienza si indica lo sfruttamento intelligente dell'energia a disposizione. Per capire meglio basta fare un semplice esempio: quando la sera siamo a letto e vogliamo leggere un bel libro ci serve luce, se invece di leggere spegniamo la luce e dormiamo, stiamo facendo risparmio energetico perché non consumiamo l'energia che effettivamente utilizzeremmo se continuassimo a leggere (non c'è consumo); se, invece, cambiamo semplicemente la nostra lampadina ad incandescenza con una di nuova generazione e continuiamo a leggere, stiamo facendo efficienza energetica, perché consumiamo sì energia per tenere accesa la lampadina ma quelle a basso consumo richiedono poca energia, ed in più non dobbiamo rinunciare al piacere della lettura. Altro modo di essere efficienti è quello di non aprire le finestre dell'appartamento quando abbiamo il riscaldamento acceso.. Da questi piccoli esempi si deduce che il modello di comportamento è fondamentale per evitare eccessiva richiesta di energia e inutili sprechi di quella che abbiamo a disposizione.

2.3. METODI CORRETTIVI INTERNAZIONALI

2.3.1. PROTOCOLLO DI KYOTO

Il problema del riscaldamento globale e della necessaria indipendenza dalle fonti fossili ha avuto ed ha un vasto consenso scientifico, cosa che ha convinto, molti stati, aziende ed individui ad implementare le misure per cercare di limitare questi fenomeni. In particolare, varie nazioni hanno stipulato un patto internazionale relativo a questa problematica: il PROTOCOLLO di KYOTO. Esso è stato sottoscritto il giorno 11 dicembre 1997, nella città giapponese di Kyoto, da più di 160 paesi in occasione della Conferenza COP 3 della CONVENZIONE QUADRO DELLE NAZIONI UNITE SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI (UNFCCC); il trattato è però entrato in vigore solo il 16 febbraio del 2005 dopo la ratifica anche da parte della Russia.

L'accordo prevede l'obbligo, da parte dei paesi industrializzati, di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio e altri cinque gas serra: metano, ossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi, ed esafluoruro di zolfo) in una misura non inferiore al 5% rispetto alle emanazioni registrate nel 1990 (considerato come anno zero) nel lasso di tempo compreso tra il 2008 e il 2012. Per raggiungere questo obiettivo si prevede il ricorso a meccanismi di mercato, i cosiddetti MECCANISMI FLESSIBILI, dei quali il principale è il meccanismo di sviluppo pulito. Scopo di tali misure è ovviamente quello di ridurre le emissioni al minor costo possibile, cioè a massimizzare le riduzioni ottenibili a parità di investimento.

Affinché il trattato potesse entrare in vigore, veniva richiesto che fosse accettato da non meno di 55 nazioni firmatarie e che tali stati producessero almeno il 55% delle emissioni inquinanti; quest'ultima condizione è stata raggiunta nel novembre del 2004, quando anche la Russia, responsabile del 17,6% di emissioni, ha perfezionato la sua adesione. Premesso che l'atmosfera terrestre contiene 3 milioni di megatonnellate (Mt) di CO₂, sappiamo che il mondo immette 6000 Mt di anidride carbonica, di cui 3000 Mt provengono dai paesi industrializzati e 3000 Mt da quelli in via di sviluppo. Secondo il protocollo, dunque, si dovrebbero immettere 5850 Mt di CO₂ anziché 6000 Mt su un totale di 3 milioni. Ad oggi, 174 Paesi e un'organizzazione di integrazione economica regionale (EEC) hanno convalidato o comunque hanno iniziato a stilare le procedure per

L'omologazione del Protocollo di Kyoto; essi contribuiscono per il 61,6% alle esalazioni inquinanti. Ad ottobre 2009 le nazioni che hanno aderito e ratificato il protocollo risultano essere 184, tra le quali è presente anche l'Australia inseritasi nel dicembre 2007. Purtroppo tra i paesi non aderenti figurano gli Stati Uniti d'America, che contribuiscono all'inquinamento atmosferico per il 36,2%. Inizialmente Bill Clinton aveva firmato anche per gli USA durante gli ultimi mesi del suo mandato, ma George W. Bush, poco tempo dopo il suo insediamento alla Casa Bianca, ritirò l'adesione. Alcuni stati e municipalità americane, come Los Angeles e Chicago, stanno però studiando la possibilità di emettere provvedimenti che permettano di applicare il trattato almeno a livello locale. Questo è molto significativo, in quanto regioni come il New England producono da sole tanto biossido di carbonio quanto un paese industrializzato europeo come la Germania.

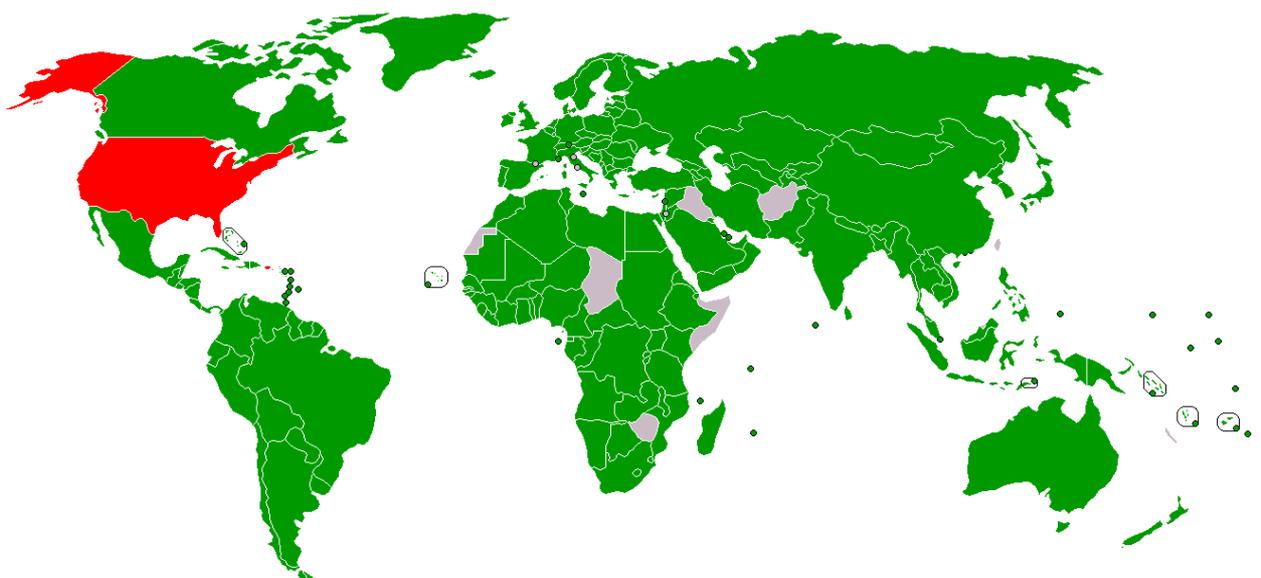


Figura 6 – Adesione al Protocollo di Kyoto al febbraio 2009: in verde gli stati che hanno firmato e ratificato il trattato; in grigio gli stati che lo hanno firmato ma non ancora ratificato; in rosso gli Stati Uniti che hanno prima firmato e poi rifiutato di ratificare.

Si è dovuto aspettare l'elezione di Barack Obama per vedere tra le priorità di un Presidente degli USA il tema dell'indipendenza energetica. Anzi: per il neo presidente la promozione di fonti rinnovabili² ed efficienza viene dopo, in ordine di importanza, solamente alla crisi economica. La politica ecologica di Obama non si

² Le FONTI RINNOVABILI sono trattate nel paragrafo 2.2.2.

discosta molto dal “pacchetto 20-20-20”³ dell’Unione europea, con la differenza che negli USA la combinazione vincente sarà “10-10-10”: mettere fine entro 10 anni alla dipendenza energetica da Medioriente e Sudamerica, raggiungere il 10% di utilizzo di energie rinnovabili in quattro anni, taglio del 10% nel consumo di energia elettrica in quindici anni. Mai prima d’ora un Presidente americano, ma potremmo affermare un leader mondiale, è stato così vicino a chi si batte per la sostenibilità energetica.

Cina, India e gli altri pesi in via di sviluppo non sono tenuti a ridurre le emissioni di anidride carbonica, perché essi non figurano come i principali responsabili di esalazioni nocive all’ambiente durante il periodo di industrializzazione. Nonostante ciò, la Cina è, secondo studi concreti, la responsabile principale dell’aumento di emissioni degli ultimi anni e lo sarà per il prossimo decennio: già alla fine del 2007 ha ereditato dagli USA il ruolo di maggior “emettitore” al mondo; l’India, in questa speciale classifica, raggiungerà la terza posizione intorno al 2015 se non saranno adottati piani di risparmio energetico. Il “primato” di Cina ed India è ascrivibile all’aumento vertiginoso della domanda primaria, soddisfatta dal carbone (oltre il 60%) per generare elettricità e calore e dal petrolio per i consumi del settore dei trasporti (+600% di veicoli circolanti). I paesi non aderenti ricoprono il 40% circa delle emissioni mondiali di gas serra.

2.3.2. SITUAZIONE E NORMATIVA IN EUROPA

I consumi di energia, a livello europeo, sono aumentati sia in valore assoluto sia in percentuale, in particolare nel settore dell’edilizia che copre ben il 40% della domanda. In parallelo crescono di conseguenza le emissioni di anidride carbonica, anche se in misura inferiore grazie all’impiego sempre maggiore di metano rispetto al gasolio per il riscaldamento: è dunque quello edile l’ambito in cui intervenire maggiormente.

Avendo seriamente intenzione di rispettare gli impegni presi firmando il Trattato di Kyoto, l’Europa si è attivata dapprima con il Regolamento della Comunità Europea numero 761 del 2001, che indica la metodologia di adesione volontaria ad un sistema comunitario di eco-gestione ed audit (meglio conosciuto come EMAS), e successivamente con una norma utile e abbastanza tempestiva, anche se forse un po’ tardiva rispetto alle necessità, che va sotto il nome di Direttiva della Comunità Europea

³ Argomento affrontato nel finale del paragrafo seguente.

numero 91 del 2002, pubblicata sulla G.U.C.E. (Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea) del 4 gennaio 2003, che ha dato il vero e proprio via alla politica ambientale europea. Essa stabilisce una serie di linee guida cui i diversi Paesi membri dovranno adeguarsi, promulgando un'apposita legislazione o adeguando quella già esistente. Si denota chiaramente che in edilizia le differenze tra i vari Paesi sono piuttosto forti e riguardano principalmente:

- il clima
- le tipologie edilizie
- le tecnologie e le pratiche costruttive
- i regimi di proprietà
- la cultura
- le abitudini e l'atteggiamento dei consumatori
- il quadro legislativo esistente e la sua articolazione nazionale - regionale - locale.

In tal senso la norma è obbligatoriamente flessibile e potrà condurre a soluzioni molto diverse da Paese a Paese.

Le principali novità introdotte da questa direttiva riguardano vari campi, tra i quali uno dei più importanti risulta sicuramente essere quello del raffrescamento e condizionamento dell'aria. Rispetto al passato si è notata un'attenzione molto maggiore verso questa problematica; un motivo è da attribuire all'aumento del tenore di vita e della richiesta di comfort, che ha fatto aumentare la domanda per il condizionamento molto più che non quella per il riscaldamento degli edifici, anche se quest'ultima è ancora prevalente. Una seconda causa potrebbe essere quella della crescente integrazione tra sistemi di riscaldamento e sistemi di raffrescamento, sia attraverso le pompe di calore reversibili, sia attraverso i sistemi "passivi". Un'ulteriore ragione è da cercare nella maggiore sensibilità verso i Paesi dell'Europa Mediterranea, dove il condizionamento sta diventando una necessità.

Giusta attenzione è stata posta anche alle opportunità offerte dall'edilizia bioclimatica in genere, cioè alla possibilità di sostanziali risparmi energetici non solo nel riscaldamento e nel raffrescamento, ma anche nell'illuminazione e nella disposizione dei vari ambienti degli edifici. Tutto ciò grazie semplicemente ad una progettazione

“intelligente” che ottimizzi la tipologia e l’orientamento degli edifici, la scelta dei materiali (in base non solo alla coibentazione⁴ ma anche all’inerzia termica), le dimensioni e la disposizione delle finestre (per avere un adeguato equilibrio tra apporti solari, ventilazione, e illuminazione diurna rispetto alle dispersioni termiche), l’adozione di frangisole fissi o orientabili, l’apporto della vegetazione e dell’acqua, ecc.. Gli interventi di tipo bioclimatico sono particolarmente semplici, efficaci ed economicamente convenienti quando si realizzano nuovi edifici, ma possono fornire contributi importanti anche nel caso di ristrutturazioni. Questo richiede una corretta attenzione alle condizioni climatiche locali che deve tenere conto di tutti i parametri: insolazione, umidità, venti prevalenti, ecc.. In effetti qui si incontrano le prime difficoltà, poiché la direttiva richiede, agli articoli 1 e 3, che si calcoli il rendimento energetico degli impalcati considerando:

- microclima locale
- apporto dei sistemi solari passivi
- protezione dal sole
- ventilazione naturale
- illuminazione naturale

Tali parametri sono misurabili e non mancano certo gli strumenti di calcolo necessari, ma la valutazione risulta spesso diversa da una zona ad un’altra, anche se vicine, e per questo abbastanza complicata, infatti si deve quantomeno avere una disponibilità di dati climatici locali, non sempre reperibile e differente da edificio ad edificio, e conoscere come varia l’orientamento o l’esposizione al sole o al vento. Ad esempio la ventilazione o l’illuminazione naturali non sono così facilmente calcolabili e il loro metodo di stima esula spesso dalle conoscenze del progettista medio. Sarà così necessario trovare, in sede di applicazione della direttiva, un compromesso accettabile tra il ridurre la domanda di energia di una costruzione e la complessità del procedimento per la valutazione che ne potrebbe risultare. Una possibile soluzione è data dalla normativa stessa che indica agli Stati membri di accertare la fattibilità tecnica, ambientale ed economica dei sistemi energetici alternativi “mediante uno studio che indichi un elenco di misure di conservazione dell’energia, per condizioni medie di mercato locale, che

⁴ L’atto dell’impiego di materiali che permettano l’isolamento termico, acustico o altro.

soddisfino criteri relativi al rapporto costo-efficacia". Lo studio di fattibilità va ovviamente valutato e tenuto presente (art. 5) prima dell'inizio dei lavori di costruzione. Un'iniziativa in tal senso, basata su una semplice lista di criteri che possono o meno essere rispettati nel progetto, è già da tempo in corso in Olanda su base volontaria. La valutazione del rendimento energetico serve prima di tutto a fissare dei requisiti minimi di rendimento: per gli edifici nuovi ciò viene già fatto in Italia e negli altri Paesi, ma soltanto relativamente all'isolamento termico con riferimento al fabbisogno di energia per il riscaldamento. La novità sta quindi nell'estensione del computo anche al raffrescamento o al condizionamento dell'aria e all'illuminazione.

Altra "new entry" di rilievo è l'aver considerato non solo i fabbricati di nuova costruzione ma anche quelli esistenti, purché di metratura superiore ai 1000 m², che subiscano degli interventi di "ristrutturazione importante" (definita in dettaglio al punto 13 delle premesse della legge). In sostanza, una ristrutturazione che veda coinvolti la muratura periferica dello stabile e/o gli impianti di riscaldamento, condizionamento, ventilazione, illuminazione e produzione di acqua calda sanitaria di edifici preesistenti DEVE essere l'occasione per migliorare il loro rendimento energetico, anche se non è possibile pretendere che si adeguino agli standard più esigenti delle nuove costruzioni.

L'art. 7 della norma, poi, riguarda il già noto attestato di certificazione energetica degli edifici. Il principio è relativamente semplice: una casa ben progettata porta ad un risparmio di energia e di conseguenza ad un risparmio economico. E' dunque corretto che questa considerazione pesi sul computo economico dello stabile, sia esso in vendita o in affitto e che l'acquirente o l'affittuario ne abbia una conoscenza certificata per poter fare i propri conti. Inoltre, tale certificazione stimola giustamente i costruttori a migliorare le prestazioni dei loro edifici se queste vengono adeguatamente ripagate.

L'ispezione delle caldaie (art. 8) è già attuata da tempo in molti Paesi europei mentre l'ispezione periodica dei sistemi di condizionamento d'aria (art. 9) rappresenta una bella svolta. Infatti questo compito spetterà necessariamente a personale qualificato, che fino ad ora non era disponibile, e quindi al conseguente bisogno di reperire e formare nuove figure professionali i cui costi verranno ripagati dal risparmio energetico e quindi dalle minori importazioni.

Infine, in varie parti della direttiva, si sottolinea la necessità di migliorare l'informazione agli utilizzatori degli edifici sulle tecnologie e sui possibili interventi per

aumentare l'efficienza energetica e ridurre i consumi; la Commissione, a questo proposito, è pronta ad assistere gli Stati membri nella realizzazione di campagne di informazione. Iniziative di tal genere, oltre a diffondere notizie e sottolineare opportunità, dovrebbero costituire un riferimento e un obiettivo serio rispetto alle campagne oggi prevalenti, portate avanti da operatori non disinteressati che mirano alla promozione di particolari impianti o di una sorgente di energia rispetto ad altre.

E' stata recentemente pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale Europea la nuova Direttiva 2010/31/CE, entrata in vigore dal 9 luglio 2010, che sostituisce e abroga con effetto dal 1 febbraio 2012 la 2002/91/CE e promuove "il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all'interno dell'Unione, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi". La nuova normativa europea fornisce disposizioni su metodologia per il calcolo della prestazione energetica integrata degli edifici e delle unità immobiliari, applicazione di requisiti minimi alla prestazione energetica degli edifici e delle unità immobiliari, certificazione energetica degli edifici o delle unità immobiliari, sistemi di controllo indipendenti per gli attestati di prestazione energetica e i rapporti di ispezione, piani nazionali destinati ad aumentare il numero di "edifici ad energia quasi zero", ispezione periodica degli impianti di riscaldamento e condizionamento d'aria negli edifici. I Paesi membri dell'Unione Europea devono definire una metodologia di calcolo della prestazione energetica degli edifici secondo i criteri contenuti nell'allegato I, che definisce il "Quadro comune generale per il calcolo della prestazione energetica degli edifici". La direttiva prevede che per contenere il fabbisogno energetico, gli Stati membri stabiliscano requisiti degli impianti tecnici per l'edilizia relativamente al rendimento energetico globale, alla corretta installazione ed alle dimensioni, alla regolazione e al controllo adeguati. I requisiti, stabiliti per il caso di nuova installazione, sostituzione o miglioramento dei sistemi tecnici, si applicano a impianti di riscaldamento, impianti di produzione di acqua calda sanitaria, impianti di condizionamento d'aria, grandi impianti di ventilazione. Infine, entro il 31 dicembre 2020, è previsto che tutti gli edifici di nuova costruzione siano "edifici a energia quasi zero": questa locuzione identifica un edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'allegato I, il cui fabbisogno energetico dovrebbe essere coperto "quasi" interamente da energia prodotta da fonti rinnovabili.

La punta di diamante della politica europea per la salvaguardia ambientale è però il “pacchetto europeo clima - energia”, meglio conosciuto con il nome di “pacchetto 20-20-20”, approvato dal Parlamento europeo il 17 dicembre del 2008. Con esso l'Europa si impegna a conseguire i seguenti obiettivi: ridurre del 20% le emissioni di gas serra, portare al 20% il risparmio energetico e portare al 20% il consumo di fonti rinnovabili, il tutto entro il 2020. Con questa iniziativa l'Unione Europea conferma la propria leadership, proponendosi come modello vincente per combattere il cambiamento climatico. Inoltre il pacchetto “Clima ed Energia” apre un'ulteriore fase del sistema di scambio delle quote di emissioni (ETS), già in vigore dal 2005, che prevede la definizione della quantità di CO₂ che ogni Paese ed ogni settore industriale può emettere; secondo questo sistema le imprese meno inquinanti possono “vendere” parte delle proprie quote alle aziende meno “pulite”. E' inoltre previsto un meccanismo per i settori economici non considerati dal sistema ETS (tra cui i trasporti, l'edilizia, l'agricoltura, ecc., responsabili della produzione di circa il 60% delle emissioni europee). In questi settori il sistema prevede che ogni Stato membro si impegni per il raggiungimento di un obiettivo nazionale nel quadro di un'equa ripartizione basata sul PIL nazionale pro capite.

2.3.3. COPENHAGEN

Grazie alla direttiva 91 della Comunità europea, e non solo, alla COP 15 di Copenhagen, svoltasi dal 7 al 18 dicembre 2009, dove è stata interrogata riguardo il suo impegno concreto nel rispetto dell'ambiente, l'Europa non ha fatto figuracce. Da tempo Bruxelles si mostra impegnata nel suo lavoro ed ha svolto i suoi compiti come si deve. Di questo almeno è convinto il Commissario europeo all'Ambiente Stavros Dimas il quale sostiene che l'Unione Europea stia raggiungendo gli obiettivi di Kyoto. Cifre alla mano, il politico greco ha affermato che non solo l'Ue è sulla buona strada per ridurre le emissioni di gas serra dell'8% rispetto al 1990 entro il 2012, ma che questi obiettivi potrebbero addirittura essere migliorati. Le cifre si riferiscono alla totalità dell'Unione Europea, anche perché il protocollo è stato sottoscritto come Unione in quanto tale, che ha poi provveduto a ripartire le quote tra i suoi 15 stati membri.

A rendere a portata di mano gli obiettivi di Kyoto sarà l'effetto che un anno di recessione ha avuto sulle esalazioni di anidride carbonica: a fine 2009, secondo stime

dell'Agencia Internazionale per l'Energia, il calo sarà di almeno il 2,6% su scala globale. In definitiva il messaggio forte che Dimas ha portato a Copenhagen è: "L'Europa è disposta ad impegnarsi appieno, ma chiede un unico Trattato giuridicamente vincolante che possa essere ratificato a livello universale e in cui siano presenti tutti gli elementi essenziali di Kyoto". Inoltre l'Ue auspica che i paesi sviluppati si impegnino a ridurre le emissioni collettive di circa il 30% rispetto al livello del 1990 entro il 2020.

Purtroppo l'incontro di Copenaghen non ha fatto altro che deludere tutte le aspettative di Dimas, e con lui di tutta l'Europa in genere, ed è invece servito solamente a sottolineare la limitatezza di alcune nazioni nel non comprendere che un accordo mondiale sul tema ambientale è di cruciale importanza per la salvaguardia del nostro pianeta.

2.3.4. SITUAZIONE E NORMATIVA IN ITALIA

I politici italiani oggi al potere non sembrano dare il giusto peso alla lotta contro le emissioni inquinanti. Se Obama afferma di voler ridurre dell'80% le emissioni di gas serra entro il 2050, l'Italia in sede internazionale sembra quasi essere portavoce di chi preferisce inquinare. Se il nuovo Segretario di Stato USA all'Energia è un Premio Nobel esperto di efficienza energetica e cambiamenti climatici, da noi Berlusconi supporta pubblicamente i negazionisti dei mutamenti climatici. Se Sarkozy promuove in Francia una delle legislazioni più avanzate per l'efficienza nel residenziale pubblico, il nostro Governo abbatte la detrazione fiscale del 55% per efficienza e solare termico. Se Germania e Spagna decidono di uscire dal nucleare, il Governo italiano sembra non accantonare la possibilità di utilizzare questa tecnologia, ormai superata ed obsoleta, per creare un nuovo sistema energetico. Proprio il tema del nucleare ci fa capire come la classe dirigente italiana non segua una strategia credibile: gli istituti bancari vivono un momento di crisi, anche se quasi superata, ma sarebbero gli unici in grado di finanziare la costruzione di nuove centrali nucleari, visto che le casse pubbliche sono quasi vuote. La conseguenza è che di nucleare pare non se ne parli più, fortunatamente, ma non si parla neanche di un immediato investimento nelle fonti rinnovabili.

Rimane comunque la necessità di adeguarsi alla normativa europea in ambito eco-solidale; in tal senso l'Italia non versa certo in condizioni tanto peggiori rispetto a molti altri Paesi dell'Unione europea. Sicuramente la prassi per il calcolo delle

dispersioni termiche degli edifici deve essere ampliata per introdurre il computo del rendimento energetico complessivo, che tenga conto, oltre che del riscaldamento, dell'energia spesa per il condizionamento, la ventilazione, l'illuminazione e la produzione di acqua calda sanitaria; non solo, si devono considerare anche i contributi bioclimatici. Inoltre si possono effettuare varie scelte per quanto concerne l'individuazione dei requisiti minimi per il rendimento energetico: in particolare se fissare valori di base separati per ciascuna categoria di usi energetici o se dare un valore complessivo di rendimento globale. In questo modo si riesce a dare la possibilità di consumare maggiormente per una categoria purché si risparmi in un'altra, dando così più spazio all'iniziativa individuale e ai meccanismi di mercato. Particolare importanza ha il cercare di fissare questi limiti per gli edifici commerciali e del terziario, dove spesso la domanda energetica per il condizionamento e per l'illuminazione, fino ad ora non regolamentate, sono superiori a quella per il riscaldamento. Casi specifici sull'argomento possono essere considerati gli ospedali, gli alberghi e gli impianti sportivi nei quali la richiesta per il riscaldamento dell'acqua è di solito molto rilevante e dove ci sono elevate opportunità per la cogenerazione, per le pompe di calore e per il solare termico.

Un nodo importante da trattare in Italia riguarda l'articolazione delle responsabilità a livello nazionale, regionale, provinciale e comunale. La riforma del Titolo V della Costituzione italiana ha posto l'energia tra le materie "a legislazione concorrente" tra Stato e Regioni. A livello nazionale si dovrebbero quindi fissare linee guida e criteri generali, mentre alle regioni spetterebbe poi la definizione delle norme di dettaglio. Ora come ora è previsto che siano le province a ricoprire l'importante ruolo di controllo delle caldaie e la preparazione dei tecnici.

Già da molti anni in Italia si stava parlando di efficienza energetica degli edifici; a questo proposito la nuova direttiva 2010/31/CE rappresenta un'adeguata occasione per "risolvere" alcuni progetti di legge; ad esempio quelli riguardanti una tra le maggiori peculiarità italiane, alla quale sarà necessario dedicare enorme attenzione, ossia i due decreti del 20 luglio 2004 sul risparmio energetico. Queste norme attribuiscono alle aziende distributrici, rispettivamente, di elettricità e di gas la responsabilità di realizzare incrementi di efficienza negli usi finali dell'energia, secondo un programma di obiettivi crescenti con il tempo. I risparmi ottenuti sono certificati da

“titoli di efficienza energetica” scambiabili e negoziabili sul mercato, che le compagnie di distribuzione devono procurarsi in proporzione alla quota di elettricità e gas erogata, o con interventi propri o acquistando i certificati da terzi. Questo approccio, ancora in fase sperimentale, è fortemente innovativo dal momento che non è stato ancora adottato da nessuno dei Paesi interni o esterni all’Unione europea e nemmeno fuori Europa e ha destato un forte interesse internazionale. La relazione tra questi decreti e la direttiva europea sta nel fatto che anche i decreti insistono principalmente sul settore dell’edilizia. L’elenco (sia pure indicativo e non esaustivo) delle tipologie di intervento proponibili per l’emissione dei titoli di efficienza energetica è, infatti, prevalentemente indirizzato all’edilizia residenziale e terziaria, anche se sono previsti interventi nel settore industriale e, marginalmente, in quello dei trasporti. Le due iniziative tendono, quindi, sostanzialmente allo stesso obiettivo ossia al risparmio energetico negli edifici, con due approcci metodologicamente molto differenti: i decreti italiani con una prescrizione degli obiettivi di risparmio e con l’adozione di strumenti di mercato per raggiungerli; la direttiva europea prevalentemente con strumenti più tradizionali di tipo normativo. L’applicazione contemporanea dei due strumenti è, in linea di massima, possibile e può essere complementare, purché sia studiata bene. Per esempio, i titoli di efficienza energetica non possono essere assegnati quando l’intervento riporta semplicemente a norma quello che non lo è e premia solo chi si spinge al di là dei valori minimi di rendimento prescritti. Normative troppo esigenti ridurrebbero il campo di azione dei titoli di efficienza energetica e quindi la positiva azione di ottimizzazione delle risorse svolta dal mercato. Infine, sarà utile esaminare anche l’influenza che sia i decreti sia la direttiva potranno avere sull’organizzazione dell’offerta di interventi di risparmio energetico, con particolare riferimento alle Compagnie per i Servizi Energetici (o ESCo) che potrebbero costituire uno strumento operativo snello ed efficace creato dal mercato. Difatti queste società sono specializzate nel settore dell’efficienza energetica, sollevando in genere il cliente dalla necessità di reperire risorse finanziarie per la realizzazione dei progetti e dal rischio tecnologico, in quanto gestiscono sia la progettazione e la costruzione, sia la manutenzione per la durata del contratto (compresa usualmente fra i cinque ed i dieci anni).

In particolare, la direttiva CE numero 91 del 2002 in Italia è attuata dal Decreto Legislativo numero 192 del 19 agosto 2005 (corretto ed integrato dal D.Lgs. numero 311

del 29 dicembre 2006); questo prevede, per la sua completa applicazione, che il Governo emani tre decreti attuativi. Dopo oltre tre anni di vuoto legislativo, è finalmente stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del giorno 11 giugno 2008 il primo di tali decreti, approvato dal Consiglio dei Ministri del 6 marzo 2009. Esso va sotto il nome di Decreto del Presidente della Repubblica (DPR) numero 59 del 2 aprile 2009 e contiene il Regolamento che definisce le metodologie di calcolo e requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici e degli impianti termici. Il Regolamento è diretto in particolare a quelle Regioni che non hanno ancora legiferato in materia di certificazione energetica, mentre in presenza di normativa regionale, questa prevarrà su quella nazionale, pur con l'impegno delle Regioni di avvicinare quanto più possibile tale normativa alle linee guida nazionali. Dal punto di vista pratico, la novità più importante per i cittadini è costituita dal fatto che per gli immobili con un numero di unità abitative superiore a quattro, in caso di installazione di un nuovo impianto termico o sostituzione di quello già esistente, bisogna dare la preferenza ad una tipologia di impianto centralizzato anziché autonomo. Questo perché un impianto termico con una sola caldaia inquina e consuma decisamente meno di tanti piccoli impianti con singole caldaie. Una scelta contraria a questa indicazione deve essere giustificata con una specifica e dettagliata relazione tecnica. Si tratta di un passo inverso rispetto alla tendenza degli ultimi anni ad orientarsi verso il riscaldamento autonomo, per evitare di dover sottostare a rigidi orari stabiliti dai regolamenti condominiali e a dover pagare le bollette in base ai millesimi, piuttosto che in base ai reali consumi. La tecnologia attuale permette però di contabilizzare i consumi, anche in caso di riscaldamento centralizzato, in base alle singole unità abitative o anche in base ai singoli radiatori. Lo stesso provvedimento prevede che ogni nuovo impianto sia provvisto di sistemi per la contabilizzazione individuale e per la termoregolazione di ogni appartamento. Il decreto attuativo prevede anche delle nuove indicazioni per quanto riguarda la periodicità minima da osservare per la manutenzione e i controlli degli impianti. I nuovi termini da rispettare per i controlli sono i seguenti:

- 1 anno per gli impianti alimentati a combustibile liquido o solido nonché per gli impianti uguali o superiori a 35 kW

- 2 anni per gli impianti inferiori a 35 kW (le caldaie nelle case) con anzianità di installazione superiore agli 8 anni e per gli impianti a camera aperta⁵ installati nei locali abitati
- 4 anni, per gli impianti inferiori a 35 kW con meno di 8 anni di anzianità

Dal primo luglio inoltre è entrato in vigore l'obbligo di dotare di attestato di certificazione energetica anche le singole unità immobiliari inferiori ai 1000 m², date in locazione o vendite. Tale disposizione è valida per le Regioni che hanno già promulgato norme in materia di certificazione energetica ed hanno istituito specifici "albi dei certificatori". Per le altre Regioni, in attesa di linee guida nazionali, l'attestato di certificazione energetica deve essere sostituito da un attestato di qualificazione energetica, redatto dal Direttore dei Lavori e presentato al Comune contestualmente alla fine dei lavori.

Il 10 luglio 2009 sulla Gazzetta Ufficiale n. 158 è stato pubblicato il secondo dei tre decreti attuativi previsti dal D.Lgs. 192: il Decreto Ministeriale del 26 giugno 2009, contenente le "Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica degli Edifici". Tale decreto fissa a livello nazionale i parametri per i servizi di certificazione e fa seguito al D.P.R. n. 59; esso è formato da otto articoli e da sette allegati indicati come: A, B, 1, 2, 3, 4, 5. Oltre alle Linee Guida Nazionali sono specificati gli strumenti di raccordo, concertazione e cooperazione tra Stato e Regioni; sono inoltre contenuti importanti chiarimenti sull'Attestato di Certificazione Energetica (ACE), del quale dovranno essere dotati tutti gli edifici oggetto di compravendita, gli edifici di nuova costruzione e quelli soggetti a ristrutturazione. Altre novità introdotte dal Decreto sono le seguenti:

- nasce un tavolo di confronto e coordinamento con la funzione di monitorare, migliorare e coordinare tutte le attività nazionali sulla Certificazione Energetica degli Edifici
- metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici coerenti con la Direttiva 2002/91/CE e con i principi desumibili dal Decreto Legislativo 192 del 2005
- fabbisogno estivo dell'involucro

⁵ Sono impianti che, per sicurezza, vengono posti all'esterno dell'abitazione o comunque in locali ben areati: da qui il nome di "camera aperta".

- validità massima dell'Attestato di Certificazione pari a 10 anni solo se sono rispettate le prescrizioni normative vigenti per le operazioni di controllo di efficienza energetica, compreso le eventuali conseguenze di adeguamento degli impianti di climatizzazione
- le prescrizioni relative all'aggiornamento dell'Attestato in relazione ad ogni intervento che migliori la prestazione energetica dell'edificio o ad ogni operazione di controllo che accerti il degrado della prestazione medesima
- l'indicazione di un sistema di classificazione degli edifici sia per quanto riguarda le prestazioni dell'involucro, sia per il rendimento medio dell'impianto
- indicatori di Classe: fabbisogno energetico primario globale, per riscaldamento e raffrescamento, per la produzione di acqua calda sanitaria
- autodichiarazione di Classe G per edifici di superficie ridotta e ad alto consumo
- aumento del numero di classi per la classificazione energetica

Un altro importante decreto degli ultimi anni è il Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007 (modificato poi con i decreti del 26 ottobre 2007, del 7 aprile 2008 e del 6 agosto 2009) riguardante il "Nuovo Conto Energia". La norma prevede essenzialmente:

- tariffe incentivanti più vantaggiose per i piccoli impianti fotovoltaici integrati negli edifici, tipicamente asserviti a utenze familiari, al fine di favorire una maggiore diffusione della tecnologia sul territorio e tra gli utenti e nello stesso tempo per evitare l'occupazione di suoli sfruttando le superfici esterne degli edifici con la giusta esposizione rispetto al sole;
- tariffe incentivanti maggiorate del 5% per premiare le installazioni negli edifici pubblici (scuole, ospedali, enti locali di piccoli paesi) e quelle in sostituzione di coperture contenenti amianto (per esempio l'eternit);
- tariffe ancora più alte sono possibili se l'installazione dell'impianto (fino a 20 kW) è accompagnata da un attestato di qualificazione e/o certificazione energetica dell'edificio;
- procedure amministrative semplificate per ottenere gli incentivi;
- di raggiungere una potenza fotovoltaica installata pari a 3000 MW al 2016.

Con tutte queste premesse possiamo affermare che anche le nazioni apparentemente più "tardive", come l'Italia, sembrano in grado di rientrare nei

parametri stabiliti dalle norme europee. Roma, come altre capitali, sarà presto in regola grazie ad una combinazione di politiche e di misure già adottate, oltre ad interventi addizionali. Questi vanno dall'acquisto di crediti di emissione derivanti da progetti di paesi terzi fino all'acquisizione di quote e di crediti nell'ambito del sistema Ue di scambio delle quote di emissione, grazie al sistema ETS comunitario già citato, e alle attività forestali che assorbono carbonio dall'atmosfera. L'Italia sembra dunque raggiungere più che altro un sei politico che costerà caro ai contribuenti italiani, costretti a versare in bolletta il sovrapprezzo necessario a comperare crediti di emissione dai paesi più virtuosi per un totale di 550 milioni di Euro.

3. EDILIZIA SOSTENIBILE

3.1. FATTORI CHE INFLUENZANO L'EFFICIENZA ENERGETICA

3.1.1. BIOARCHITETTURA

Nel mondo delle costruzioni sta prendendo sempre più piede, grazie anche al contributo normativo, un nuovo modo di progettare: la bioarchitettura. Essa è definita come l'insieme delle discipline che attuano e presuppongono un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ecosistema uomo-ambiente. Caratterizzata dalla più ampia interdisciplinarietà e da un utilizzo razionale e sostenibile delle risorse, la bioarchitettura vuole conciliare ed integrare le attività ed i comportamenti umani con le preesistenze ambientali ed i fenomeni naturali, con il fine di realizzare un miglioramento della qualità della vita attuale e futura. Questo *modus operandi* ha l'obiettivo di instaurare un rapporto equilibrato tra ambiente ed opere costruttive, cercando di soddisfare le esigenze dell'uomo senza però compromettere l'equilibrio naturale. Fine primario è dare all'edilizia un nuovo indirizzo "pulito", a cominciare dalle fasi costruttive, di progettazione, realizzazione e gestione di un green building. Alcuni dei principi progettuali alla base della bioarchitettura sono:

- ottimizzare il rapporto tra edificio e contesto nel quale è inserito; come afferma Christian Norberg-Schulz: "compito del progettista è creare luoghi significativi per aiutare l'uomo ad abitare: questo è possibile solo attraverso la comprensione ed il rispetto del *genius loci*, lo spirito del luogo"
- privilegiare la qualità della vita ed il benessere psico-fisico dell'uomo
- salvaguardare l'ecosistema
- non causare emissioni dannose o comunque ridurle al minimo possibile
- concepire edifici flessibili ed eventuali rimozioni, sostituzioni o integrazioni degli impianti
- prevedere un diffuso impiego di fonti energetiche rinnovabili
- utilizzare materiali e tecniche ecocompatibili, preferibilmente appartenenti alla cultura materiale locale

Affinché tali principi possano integrarsi coerentemente, è necessaria una progettazione che si avvalga del contributo di numerosi specialisti e, di conseguenza, di un grande lavoro di equipe.

La progettazione rappresenta dunque la fase più importante nella realizzazione di un impalcato. Errori commessi in questo frangente si ripercuotono per anni sul proprietario dello stabile. Porre rimedio ad inconvenienti legati ad una cattiva progettazione richiede solitamente un ingente spesa di denaro e spesso non risulta tecnicamente possibile. Pertanto già nella scelta del terreno dove edificare è buona norma informarsi riguardo le "caratteristiche energetiche" del sito. Considerare il posizionamento dell'edificio ed i relativi influssi esterni risulta determinante nella scelta della coibentazione. Spesso è il terreno stesso a determinare la scelta dell'ubicazione: in linea di principio andrebbe sempre scelto un posto soleggiato ma al riparo dai venti. Particolare importanza ricoprono le caratteristiche geometriche ed in particolare il rapporto tra il volume e la superficie dell'involucro: una superficie elevata dell'involucro comporta maggiori spese di realizzazione, nonché maggiori dispersioni di calore. Una casa compatta e dalle forme semplici, senza sporgenze di vario tipo (balconi, solai a sbalzo, ecc.), permette di ridurre la dispersione di energia termica. Il progettista o il committente che non vuole una forma compatta, dovrà mettere in preventivo un aumento dei costi per l'isolamento esterno. Inoltre bisogna ricordare che case singole hanno caratteristiche energetiche inferiori rispetto alle case plurifamiliari o a schiera. Soggiorno, cucina e stanza dei bambini è meglio siano orientate a sud e caratterizzate dalla presenza di grandi vetrate per "catturare" maggior luce solare possibile durante i mesi invernali e garantire al contempo un adeguato comfort abitativo; corridoio, servizi igienici e il ripostiglio possono invece essere rivolti anche a nord. Non si deve dimenticare che cantine, pareti esterne, vetrate e tetto disperdono il calore verso l'esterno. E' altrettanto indicato, nella progettazione di un edificio ad elevata efficienza energetica, la possibilità di allacciarsi ad un impianto di teleriscaldamento.

L'ormai nota "casa passiva" è dunque un edificio che riesce ad avere un impatto nullo sull'ambiente: non richiede energia per riscaldare gli ambienti, ma attraverso un attento studio riesce a sfruttare l'energia proveniente dall'esterno (sole) e quella prodotta al suo interno da elettrodomestici e dalla stessa presenza di chi vi abita, non necessitando così di impianti di riscaldamento. Raggiungere questo traguardo per

ogni costruzione sarebbe davvero una grande svolta, tuttavia, senza voler porsi degli obiettivi così sofisticati e (per ora) di difficile esecuzione, ci si può avvicinare alle “emissioni zero” semplicemente avvalendosi delle energie rinnovabili per fornire energia termica ed elettrica. Per il riscaldamento è possibile utilizzare i pannelli solari termici, gli impianti a biomassa o la geotermia; l’energia elettrica è invece reperibile dai pannelli fotovoltaici, o da mini impianti eolici o ancora, se c’è disponibilità di un corso d’acqua con caratteristiche adeguate, da mini impianti idroelettrici. Tutte queste tecnologie possono così agire positivamente nel ridurre le emissioni in atmosfera di CO₂ e di altri gas inquinanti.

3.1.2. FATTORI CLIMATICI

Innanzitutto è di fondamentale importanza capire il concetto di “COMFORT TERMICO”, o comunque chiarire cosa si intende quando si afferma: “avere la giusta temperatura in casa”. Tutti desideriamo avere un livello di temperatura che ci fa risparmiare combustibile, quindi denaro, e che ci permette di vestire normalmente senza dover indossare un maglione sopra l’altro. Erroneamente si crede che ciò sia sotto il nostro totale controllo andando ad agire più volte nell’arco di una giornata sul termostato posto all’interno dell’abitazione. Invece, se ci si fa caso, in una giornata estiva la presenza di una lieve brezza, nonostante l’elevata temperatura dell’aria, ci fa sopportare meglio il caldo e, al contrario, in inverno la stessa brezza aumenta la sensazione di freddo; anche solo avvicinandosi ad una finestra in inverno si percepisce una sensazione di freddo. Si capisce quindi che la nostra sensazione di comfort non è legata solamente alla temperatura dell’aria, ma anche a fattori come la sua velocità, la sua umidità e alla temperatura dei corpi che ci circondano, oltre che ad essere molto soggettiva.

Considerando la velocità dell’aria, si può dire che il movimento dell’aria produce effetti termici anche senza variazione di temperatura della stessa e può favorire la dissipazione del calore:

- fino a 0.25 m/s: impercettibile
- da 0.25 a 0.50 m/s: piacevole
- da 0.50 a 1.00 m/s: sensazione di aria in movimento
- da 1.00 a 1.50 m/s: corrente d’aria da lieve a fastidiosa
- oltre 1.50 m/s: fastidiosa

Un ulteriore fattore influente è sicuramente la TEMPERATURA MEDIA RADIANTE, che non è altro che la temperatura delle superfici che delimitano l'ambiente, incluso l'effetto della radiazione solare incidente; essa influisce proprio sugli scambi per irraggiamento. Infatti se un corpo è esposto verso superfici più fredde, una quantità sensibile di calore è emessa sotto forma di radiazione verso queste superfici, producendo una sensazione di freddo. Ad esempio, se si guarda una macchina lasciata alcune ore all'aperto in inverno, si nota che il vetro è ghiacciato mentre il tettuccio no: questo perché il cielo limpido funge da "buco nero", quindi è come se fosse ad una temperatura prossima allo zero assoluto, e il vetro, a differenza del tettuccio isolato, permette lo scambio di calore (sempre da caldo a freddo) per irraggiamento e non per conduzione. In definitiva è per questo motivo che stando vicino ad una finestra d'inverno proviamo una sensazione di freddo, pur non entrando in contatto con essa.

L'UMIDITA' RELATIVA, ossia il rapporto fra la quantità di acqua contenuta in un Kg di aria secca ad una certa temperatura e la quantità massima di acqua che potrebbe essere contenuta alla stessa temperatura dallo stesso Kg di aria, è un'altra caratteristica da considerare: a basse temperature l'aria molto secca accresce la sensazione di freddo.

Progettare un impianto di riscaldamento deve così tenere conto di molteplici sfaccettature:

- i tempi e le temperature in gioco sono diversi quando si distribuisce calore in casa con un impianto a bassa temperatura (a pavimento) rispetto uno ad alta (radiatori o convettori)
- nel corso della stagione invernale l'impianto deve seguire l'evolvere della temperatura esterna
- controllare la velocità dell'aria permette di avere un comfort anche con temperature in ambiente minori e quindi ottenere un risparmio maggiore

3.1.3. FATTORE SOLARE, TRASMITTANZA E RESISTENZA TERMICA

Vestendo il clima esterno un ruolo principale nell'efficienza energetica, parametri fondamentali che influenzano il comfort ambientale sono le caratteristiche chimico-fisiche dei tamponamenti esterni, siano essi pareti vetrate od opache. Si è visto che il calore si trasmette dall'ambiente a temperatura maggiore verso quello a temperatura minore. Se i due ambienti sono separati da un divisorio (tamponamento), la potenza calorica che lo attraversa è proporzionale alla differenza di temperatura. Per

quanto riguarda le proprietà termiche, occorre considerare il calore trasmesso dall'ambiente interno verso l'esterno e, viceversa, quello trasmesso dall'esterno verso l'interno. Nel primo caso il parametro di valutazione è la TRASMITTANZA TERMICA, nel secondo caso il FATTORE SOLARE, che incide maggiormente sulle vetrate.

Consideriamo principalmente l'apporto dei vetri nello scambio termico con l'esterno: la costante di proporzionalità tra potenza calorica e differenza di temperatura è proprio la trasmittanza termica, attualmente indicata dalle norme internazionali con il simbolo " U_g " per il vetro. Dunque, se $\Delta T = T_i - T_e$ è la differenza di temperatura tra un ambiente e l'esterno, la potenza che attraversa un metro quadro di superficie vetrata è data da: $P = U_g \cdot \Delta T$. Se il calore trasmesso all'esterno non è ripristinato, la temperatura dell'ambiente si abbassa fino al valore di quella esterna e quindi per mantenerla costante occorre produrre calore; è allora evidente che conviene avere il valore di trasmittanza più basso possibile.

Il contributo termico che fluisce dall'esterno verso l'interno è ovviamente generato dal sole; il parametro che tiene conto di questo apporto è il fattore solare, che viene indicato con il simbolo " g ". Esso è il rapporto tra l'energia termica proveniente dal sole ed entrante nell'ambiente e l'energia che arriva sulla superficie esterna della lastra di vetro. Per il calcolo di " g " si prendono in considerazione lunghezze d'onda comprese tra i $0.3 \mu\text{m}$ ed i $2.5 \mu\text{m}$, quindi oltre alle radiazioni visibili si conta anche una parte di ultravioletto ($<0.38\mu\text{m}$) ed una parte di infrarosso ($>0.78\mu\text{m}$). Il flusso radiante incidente Φ_e si ripartisce (come mostrato in figura 7) in questo modo:

- una parte è riflessa: $\rho_e \cdot \Phi_e$; ρ_e è il coefficiente o fattore di riflessione
- una parte è direttamente trasmessa: $\tau_e \cdot \Phi_e$; τ_e è il fattore di trasmissione
- una parte è assorbita: $\alpha_e \cdot \Phi_e$; α_e è il fattore di assorbimento

Della frazione che viene assorbita una parte è immessa verso l'interno ($q_i \cdot \Phi_e$; q_i fattore di scambio termico secondario verso l'interno) e una verso l'esterno ($q_e \cdot \Phi_e$; q_e fattore di scambio termico secondario verso l'esterno). La legge che regola il flusso di calore è formalmente simile alla legge di Ohm in elettrotecnica: la temperatura corrisponde al potenziale elettrico ed alla potenza che si trasmette alla corrente elettrica; quindi la legge, limitatamente alla trasmissione per conduzione, è proprio del tipo: $P = \Delta T \cdot U_g$.

L'inverso di " U_g " è la RESISTENZA TERMICA: $R_g = 1/U_g = d/\lambda$ (d = spessore e λ = conducibilità); spesso è più comodo riferirsi alla resistenza termica, specialmente nel calcolo della trasmittanza di pareti composte (opache): la resistenza termica globale

(R_T) è la somma delle resistenze termiche dei singoli elementi che compongono la parete. Per le pareti opache è necessario sottolineare l'importanza che riveste il pacchetto isolante: utilizzando materiali e tecniche specifiche, che incrementano la coibenza, si rendono minime le infiltrazioni d'aria e si è in grado di proteggersi bene dall'umidità. Le zone dove il pacchetto isolante svolge un ruolo fondamentale sono i tamponamenti esterni, i solai, il tetto, il seminterrato e il vespaio areato. I materiali isolanti assumono diverse forme (listelli, rotoli, ecc.) in quanto sono destinati a riempire vuoti ed a coprire superfici per aumentare la resistenza alla trasmissione termica: alti valori di " R_g " sono indice di un buon isolamento termico.

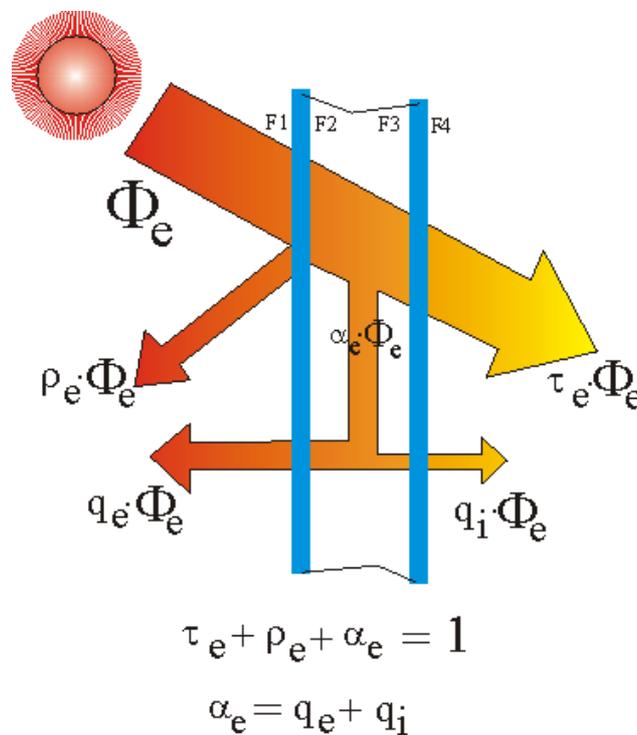


Figura 7 – Ripartizione del flusso radiante incidente nelle vetrate.

Le sostanze isolanti più diffuse sono:

- fibra di vetro, prodotta con sabbia e vetro riciclato
- lana di roccia, formata da roccia basaltica e da materiale riciclato proveniente dalle acciaierie
- pannelli di cellulosa, formati da carta di giornale riciclata e additivata con sostanze ignifughe
- polimeri a basso peso molecolare come il poliisocianurato, il polietilene estruso (XPS), il polietilene espanso (EPS) e simili

La zona dell'abitazione che permette un notevole isolamento è naturalmente il tetto; per verificare la sua adeguatezza basta misurare lo spessore di materiale isolante: un valore di "R" minore di $2.2 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, che equivale a 17.78 cm di fibra di vetro, 17.78 cm di lana di roccia, oppure a 15.32 cm di cellulosa, indica la necessità di operare delle aggiunte di materiale coibente. I valori ottimali vanno da $R=2.2 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ a $R=4.9 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, in base alla regione in cui è ubicata la casa. Se dopo tali accortezze sussistono ancora problemi di caldo o freddo eccessivo, è opportuno adeguare l'isolamento delle pareti esterne: valori da $R=1.1 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ a $R=2.8 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ sono consigliati per una buona tenuta.

Altro accorgimento da adottare è quello di isolare termicamente il sistema di tubazioni che convoglia i fluidi caldi fino ai vari ambienti della casa: la dispersione termica lungo questo percorso incide notevolmente sui costi energetici; con questa soluzione si stima un risparmio fino a 140€ l'anno.

3.1.4. MATERIALI E TECNICHE PER LA BIOEDILIZIA

Molti produttori di materiali da costruzione, pur continuando con una produzione industriale che fa largo uso di prodotti chimici e di materie prime preziose o che necessitano di grandi quantità di energia per la loro lavorazione, stanno cercando di correre ai ripari. Vengono studiate infatti soluzioni che tendono a limitare in qualche modo gli effetti negativi dei prodotti edili ottenuti da lavorazioni chimiche sull'ambiente e sulla salute. Alcuni produttori hanno invece fatto una scelta radicalmente diversa: ricorrendo alla tradizione e cercando di applicare tecniche moderne di produzione, utilizzano materie prime di facile reperibilità, che necessitano di poca energia per la lavorazione e che, in ogni caso, non creano rischi per la salute. Si è così creato un nuovo settore nell'industria dei prodotti per l'edilizia, quello dei materiali da costruzione ecologici, chiamati anche materiali per la bioedilizia o materiali naturali da costruzione. Questo settore è in rapida e continua espansione, tanto che alcuni colossi dell'industria chimica hanno iniziato a produrre anche materiali di tal genere. I materiali per la bioedilizia sono la riproposizione di materiali tradizionali scomparsi dal mercato in seguito all'avvento della produzione industriale, spesso ripresentati con migliorati standard di qualità; oppure sono materiali altamente innovativi caratterizzati da standard qualitativi talmente elevati da mettere in crisi i concorrenti che hanno un impatto estremamente elevato.

Ecologia	Biologia umana	Storia	Azione sui sensi	Criteria fisico-chimici
Dispendio energetico	Radioattività	Origine	Finitura superficiale	Peso, Reazione al calore
Disponibilità	Esalazione di gas	Processo di estrazione	Colore/estetica	Reazione all'umidità
Origine delle risorse (minerale, fossile, materie prime rinnovabili)	Tossicità	/	/	Comportamento statico
	Azione sul clima	/	/	Comportamento elettromagnetico

Prospetto 1 – Parametri per la valutazione bioecologica dei materiali.

Costruzione fino al grezzo	Materiali e tecniche di costruzione
Fondamenta	Mattoni, pietra naturale, calcestruzzo magro
Murature di locali interrati	Mattoni, pietra arenaria calcarea
Murature perimetrali	Argilla, mattoni, arenaria calcarea, legno massiccio, strutture di sostegno in legno
Pareti interne	Come per le pareti esterne. Inoltre: pannelli di gesso naturale, pannelli di truciolato di legno esenti da formaldeide e collanti tossici
Intonaco esterno	Intonaci naturali con calce idraulica come coesivo
Intonaco interno	Intonaci minerali con calce aerea come coesivo, intonaci di gesso naturale
Rivestimento esterno	Intonaci, rivestimento con tavole di legno, piastrelle di ceramica, mattoni
Finestre	Legnami autoctoni, vetro incolore in lastre doppie
Soffitti	Soffitti e travi in legno, soffitti in pannello di cotto
Scale	Dentro legno, fuori pietra
Isolamento tetto piano	Nessun consiglio. Preferibilmente tetti inclinati
Coperture tetto spiovente	Tegole di terracotta, scandole, paglia, canne
Pavimento	Nessun consiglio. Sostituito, per esempio, da assito su travetti di legno
Finiture	Materiali e tecniche di costruzione
Finitura del pavimento	Tavole, parquet, linoleum, sughero, tappeti di fibre naturali in sisal, cocco, lana
Pareti interne e rivestimento soffitti	Legno, tessuti naturali, piastrelle di ceramica, lastre di pietra naturale (roccia sedimentaria)
Materiali isolanti	Sughero, canne, fibra di cocco, lana di pecora, lastre di truciolato composto, perlite, cellulosa a lastre e a fiocchi, silicati espansi come riempitivo
Vernici	Bianco di calce, vernici al silicato, colori alla caseina, colori all'uovo, colori a tempera, dispersioni senza solventi chimici, con resine naturali, cere e oli naturali
Protezione del legno	Composti di borace (ufficialmente autorizzati), acido pirolegnoso (non autorizzato)
Tappezzerie	Carta da parati in carta riciclata con aggreganti e trattamenti naturali, fibre ruvide, tappezzeria in tessuto, fibre vegetali, midollino, sughero, pelle senza additivi sintetici o trattamenti di superficie
Collanti	Colle, colle di saturazioni, dispersioni senza solventi chimici

Prospetto 2 – Elenco dei principali materiali e tecniche di costruzione bioedili.

3.1.5. CONSUMI MEDI DI ENERGIA IN ITALIA

Come più volte sottolineato all'interno di questa tesi, il modello di comportamento di ogni singolo utilizzatore di energia è di vitale importanza. Ecco allora che la media dei consumi di energia all'interno di un Paese può essere considerata lo

specchio di come e quanto ci si stia impegnando in tutti i vari settori per raggiungere traguardi sempre più all'avanguardia nel rispetto dell'ambiente.

Nel nostro Paese, il 31% dell'energia elettrica e il 44% dell'energia termica (combustibili) vengono utilizzati in ambito residenziale, in uffici e in aree commerciali per la climatizzazione. Altra voce importante di spesa energetica è rappresentata dagli elettrodomestici ed apparati elettronici come tv, radio, computer, ecc. Anche i frigoriferi hanno una considerevole necessità di energia mentre l'illuminazione rappresenta solo una piccola quota dei consumi totali (circa il 2%), che non è comunque irrilevante visto che rappresenta il 15% dei costi dell'energia elettrica mediamente consumata in interni civili. Quindi sul 100% di energia finale consumata in casa, soltanto il 2% serve all'illuminazione e il 5% per cucinare e per gli elettrodomestici mentre il 15% se ne va per il rifornimento di acqua calda sanitaria e il 78% per il riscaldamento; se poi è presente anche un impianto di raffrescamento estivo, si deve aggiungere un buon 25% in più di consumi energetici.

I dati contenuti nel prospetto si riferiscono a famiglie con consumi medi e ad apparecchi di circa 5 anni d'età

Fonte di consumo	Consumo annuo per famiglie di 1-2 persone	Consumo annuo per famiglie di 3-4 persone
Illuminazione	300 kWh	430 kWh
Cucina elettrica	350 kWh	530 kWh
Frigorifero	328 kWh	440 kWh
Congelatore	360 kWh	600 kWh
Lavatrice	130 kWh	280 kWh
Asciugabiancheria	200 kWh	410 kWh
Lavastoviglie	190 kWh	350 kWh
Televisore, apparecchi audio e video, PC	260 kWh	320 kWh
Piccoli apparecchi elettrici	450 kWh	660 kWh
Pompa di calore per impianti di riscaldamento centrali e autonomi	270 kWh	350 kWh

Prospetto 3 – Consumo medio annuo di energia elettrica in una famiglia.

Attualmente in Italia il fabbisogno energetico complessivo negli edifici è quantificabile mediamente intorno ai 300 kWh/m² all'anno, di cui buona parte non è nemmeno utilizzata ma persa sotto forma di dispersioni termiche. Per capire la situazione italiana basta confrontare i consumi energetici degli edifici nella nostra nazione con quelli di Svezia e Germania. In Svezia lo standard per l'isolamento termico degli edifici non autorizza perdite di calore superiori a 60 kWh/m² all'anno; in Germania

le perdite sono mediamente di 200 kWh/m² all'anno; in Italia riusciamo a raggiungere picchi di 500 kWh/m² all'anno! Da notare che Svezia e Germania sono più a nord della penisola italiana e quindi soggette mediamente a temperature invernali molto più rigide.

3.2. TIPI DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA IN ITALIA

3.2.1. CERTIFICAZIONE NAZIONALE

A livello nazionale ci sono diversi tipi di attestati: la certificazione energetica, la certificazione ambientale e la certificazione dei sistemi di gestione dell'energia sono i principali. Tali certificazioni devono, per legge, essere rilasciate da enti qualificati secondo le normative vigenti; un ente su tutti a livello nazionale che fornisce questo tipo di documenti è il gruppo RINA. Affinché un edificio venga certificato come appartenente ad una determinata classificazione ambientale, in base al suo fabbisogno energetico, deve essere compatibile con tutta la normativa italiana in materia di efficienza energetica e risparmio energetico oppure di sostenibilità ambientale o di entrambe. Per quanto riguarda la certificazione energetica si fa riferimento al Decreto Legislativo 19/08/2005 n.192, che applica la Direttiva 2002/91/CE, e sul successivo Decreto Legislativo 29/12/2008 n.311, che segnala disposizioni correttive ed applicative al D.Lgs. n.192⁶. Essi specificano che i fattori che influenzano la valutazione della prestazione energetica di un edificio sono:

- clima esterno ed interno
- caratteristiche tecniche, posizione ed orientamento dell'edificio
- impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria
- impianto di condizionamento dell'aria, di ventilazione e di illuminazione
- sistemi solari passivi e protezione solare
- ventilazione naturale
- utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, di sistemi di cogenerazione e di riscaldamento e condizionamento a distanza (teleriscaldamento)

Fondamentale risulta poi essere il Decreto del Presidente della Repubblica del 2 aprile 2009 n.59, che è il primo dei tre decreti attuativi necessari per la definitiva applicazione del D.Lgs. n.192. Il D.P.R. n.59 definisce i criteri generali, le metodologie di calcolo e i

⁶ Di questi due decreti si è ampiamente parlato nel capitolo precedente.

requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici, sia pubblici che privati e anche per ristrutturazioni, e degli impianti termici per la climatizzazione invernale, per la climatizzazione estiva e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari. Inoltre afferma che nel calcolo rigoroso della prestazione energetica occorre prendere in considerazione i seguenti elementi:

- scambio termico per trasmissione tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente esterno
- scambio termico per ventilazione: naturale e meccanica
- scambio termico per trasmissione e ventilazione tra zone adiacenti a temperatura diversa
- apporti termici interni
- apporti termici solari
- accumulo di calore nella massa dell'edificio
- eventuale controllo dell'umidità negli ambienti climatizzati
- modalità di emissione del calore negli impianti termici e le corrispondenti perdite di energia
- modalità di generazione del calore e le corrispondenti perdite di energia
- modalità di accumulo del calore negli impianti termici e le corrispondenti perdite di energia
- effetto di eventuali sistemi impiantistici per l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia
- per gli edifici di nuova costruzione del settore terziario con volumetria maggiore di 10000m³, l'influenza dei fenomeni dinamici, attraverso l'uso di opportuni modelli di simulazione, salvo che si possa dimostrare la scarsa rilevanza di tali fenomeni nel caso specifico

Le metodologie di calcolo sono quelle fornite dalle norme EN a supporto della direttiva 2002/91/CE, della serie UNI/TS 11300 e loro successive modificazioni:

- UNI/TS 11300 - 1 → Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- UNI/TS 11300 - 2 → Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

- UNI/TS 11300 - 3 → Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva⁷.
- UNI/TS 11300 - 4 → Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e produzione di acqua calda sanitaria⁸.

Queste norme si rifanno, per quanto riguarda i dati climatici, alla Norma UNI 10349 e al Decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993 n.412. Ultima direttiva importante da tenere in considerazione è la UNI EN ISO 13790:2008 che fornisce un metodo di calcolo semplificato per la determinazione del fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento degli edifici residenziali e non residenziali, o di loro parti.

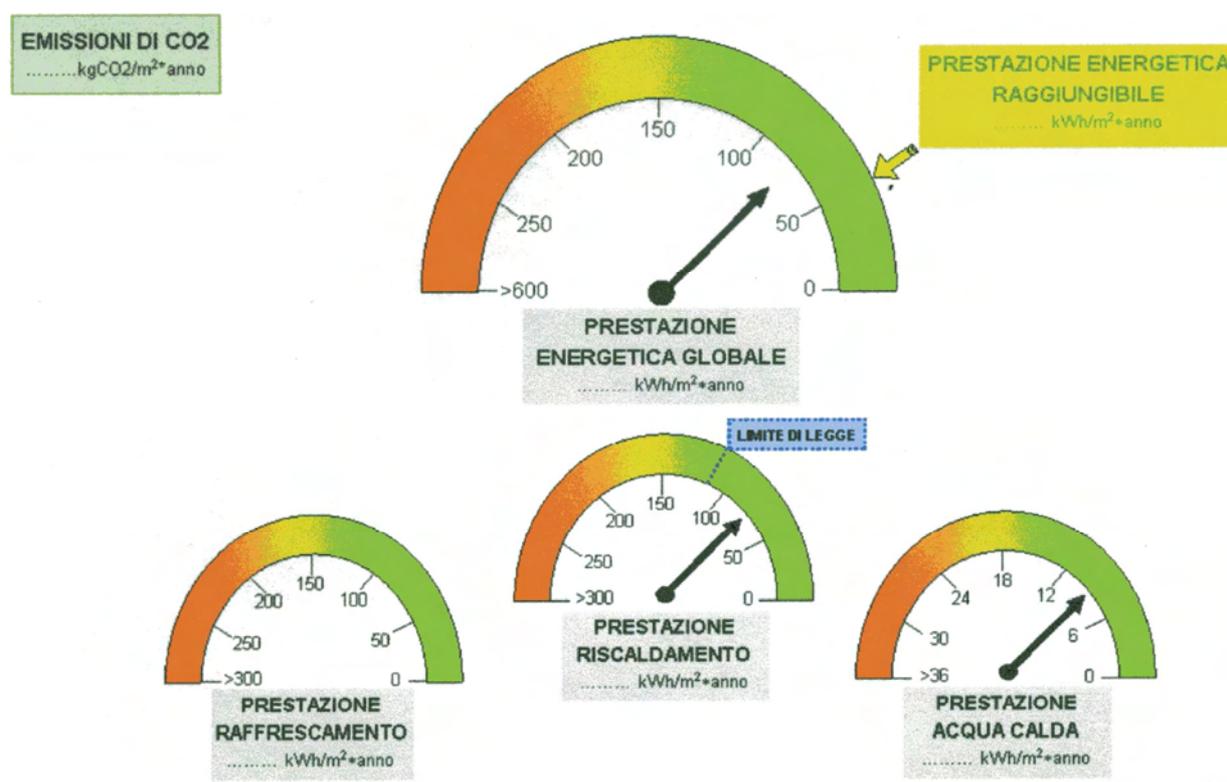


Figura 8 – Tachimetri indicanti i valori di prestazione energetica.

La novità più importante contenuta nel D.M. 26/06/2009 riguarda l'adozione del CRUSCOTTO ENERGETICO, in aggiunta al grafico ad istogramma. Sia nell'attestato di QUALIFICAZIONE ENERGETICA⁹ che in quello di CERTIFICAZIONE ENERGETICA¹⁰ viene

⁷ Progetto di norma ancora in fase di sviluppo.

⁸ Progetto di norma ancora in fase di sviluppo.

⁹ Allegato 5 del D.Lgs. 192 del 2005 con successive modifiche.

¹⁰ Allegato 6 del D.Lgs. 192 del 2005 con successive modifiche.

utilizzato il grafico delle prestazioni energetiche globali e parziali, in cui, come nel cruscotto, si dovrà indicare:

- la prestazione energetica globale
- la prestazione per il raffrescamento
- la prestazione per il riscaldamento
- la prestazione per la preparazione dell'acqua calda sanitaria
- la prestazione energetica raggiungibile, ovvero il miglioramento della prestazione energetica conseguente alla realizzazione degli interventi di riqualificazione riportati nel paragrafo "Raccomandazioni", che presentano un tempo di ritorno degli investimenti inferiore a dieci anni.

La "targa" energetica darà indicazioni sia sulle prestazioni dell'involucro che sul rendimento medio dell'impianto; inoltre per gli immobili di quadratura superiore a 200 m² diviene obbligatoria l'indicazione della performance dell'involucro in relazione alla climatizzazione estiva. Infine, dal 2010 diviene obbligatorio, per le nuove costruzioni, raggiungere almeno la classe energetica C.

In base a tutte queste direttive la normativa nazionale stila una classificazione degli edifici in base al loro fabbisogno energetico; vengono indicate tre scale di classi energetiche: una per la climatizzazione invernale, una per il fabbisogno di acqua calda sanitaria e una totale.

		Classe A_i+	<	0.25 EP _{iL(2010)}
0.25 EP _{iL(2010)}	≤	Classe A_i	<	0.50 EP _{iL(2010)}
0.50 EP _{iL(2010)}	≤	Classe B_i	<	0.75 EP _{iL(2010)}
0.75 EP _{iL(2010)}	≤	Classe C_i	<	1.00 EP _{iL(2010)}
1.00 EP _{iL(2010)}	≤	Classe D_i	<	1.25 EP _{iL(2010)}
1.25 EP _{iL(2010)}	≤	Classe E_i	<	1.75 EP _{iL(2010)}
1.75 EP _{iL(2010)}	≤	Classe F_i	<	2.50 EP _{iL(2010)}
		Classe G_i	≥	2.50 EP _{iL(2010)}

Prospetto 4 – Scala delle classi di prestazione energetica per la climatizzazione invernale.

Nel prospetto 4 con EP_{iL(2010)} si indica il limite massimo ammissibile dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale in vigore a partire dal 1 gennaio 2010, come indicato dal D.M. 26/06/2009 che rettifica i valori limite del D.Lgs. 192 e successive modifiche. Per legge, tale valore limite è quello che separa le classi C e D ed è ricavato dalle tabelle del decreto sopra citato in funzione del rapporto di forma

superficie/volume dell'edificio, della zona climatica in cui si trova e dei relativi GRADI GIORNO fissati per ogni comune d'Italia dal D.P.R. n.412 e successive modifiche. Nel D.M. del 19/02/2007 modificato dal D.M. del 07/04/2008 è specificato che i valori applicabili dal 1 gennaio 2010 sono i seguenti:

- a) Edifici residenziali della classe E1 (classificazione art.3, D.P.R. 412/93), esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme

Rapporto di forma edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0.2	8.5	8.5	12.8	12.8	21.3	21.3	34	34	46.8	46.8
≥ 0.9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

Tabella 1. Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno.

- b) Tutti gli altri edifici

Rapporto di forma edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0.2	2	2	3.6	3.6	6	6	9.6	9.6	12.7	12.7
≥ 0.9	8.2	8.2	12.8	12.8	17.3	17.3	22.5	22.5	31	31

Tabella 2. Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m³ anno.

Le tabelle 1 e 2 vanno interpretate in questo modo:

- a) S, espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento) il volume riscaldato V
- b) V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano
- c) GG, espressi in Kd/a (Kelvin*day/anno), sono i GRADI GIORNO, ovvero la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale stabilito, delle differenze giornaliere tra la temperatura convenzionale, fissata in Italia a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera. Un valore di gradi giorno basso indica un breve periodo di riscaldamento - raffrescamento e temperature medie giornaliere prossime alla temperatura convenzionale; al contrario, valori elevati di gradi giorno indicano periodi di riscaldamento - raffrescamento prolungati e temperature medie

giornaliere nettamente inferiori (superiori in caso di raffrescamento) rispetto alla temperatura convenzionale.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0.2-0.9 e, analogamente, per Gradi Giorno intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella, si procede mediante interpolazione lineare. Per località caratterizzate da un numero di Gradi Giorno superiori a 3001, i valori limite sono determinati per estrapolazione lineare, sulla base dei valori fissati per la zona climatica E, con riferimento al numero di GG proprio della località in esame.

		Classe A_{acs}	<	9 kWh/m ² anno
9 kWh/m ² anno	≤	Classe B_{acs}	<	12 kWh/m ² anno
12 kWh/m ² anno	≤	Classe C_{acs}	<	18 kWh/m ² anno
18 kWh/m ² anno	≤	Classe D_{acs}	<	21 kWh/m ² anno
21 kWh/m ² anno	≤	Classe E_{acs}	<	24 kWh/m ² anno
24 kWh/m ² anno	≤	Classe F_{acs}	<	30 kWh/m ² anno
		Classe G_{acs}	≥	30 kWh/m ² anno

Prospetto 5 – Scala delle classi di prestazione energetica per la preparazione di acqua calda sanitaria.

		Classe A_{gl}+	<	0.25 EP _{iL(2010)} + 9 kWh/m ² anno
0.25 EP _{iL(2010)} + 9 kWh/m ² anno	≤	Classe A_{gl}	<	0.50 EP _{iL(2010)} + 9 kWh/m ² anno
0.50 EP _{iL(2010)} + 9 kWh/m ² anno	≤	Classe B_{gl}	<	0.75 EP _{iL(2010)} + 12 kWh/m ² anno
0.75 EP _{iL(2010)} + 12 kWh/m ² anno	≤	Classe C_{gl}	<	1.00 EP _{iL(2010)} + 18 kWh/m ² anno
1.00 EP _{iL(2010)} + 18 kWh/m ² anno	≤	Classe D_{gl}	<	1.25 EP _{iL(2010)} + 21 kWh/m ² anno
1.25 EP _{iL(2010)} + 21 kWh/m ² anno	≤	Classe E_{gl}	<	1.75 EP _{iL(2010)} + 24 kWh/m ² anno
1.75 EP _{iL(2010)} + 24 kWh/m ² anno	≤	Classe F_{gl}	<	2.50 EP _{iL(2010)} + 30 kWh/m ² anno
		Classe G_{gl}	≥	2.50 EP _{iL(2010)} + 30 kWh/m ² anno

Prospetto 6 – Scala di classi della prestazione energetica globale dell'edificio.

L'indice di prestazione energetica globale (EP_{gl}) andrebbe calcolato secondo la seguente espressione:

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs} + EP_e + EP_{ill}$$

dove:

- EP_i è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale
- EP_{acs} è l'indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria
- EP_e è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva
- EP_{ill} è l'indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale

Non essendo però stati ancora definiti i parametri con cui valutare accuratamente gli indici di prestazione energetica per la climatizzazione estiva e per l'illuminazione, per ora, nella valutazione energetica globale si considerano solo climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria¹¹.

Per valutare l'intera area in cui sorge un impalcato o un'organizzazione impegnata nella sostenibilità in materia di certificazione ambientale si utilizza solitamente la seguente terminologia: "convalida di certificazione ambientale". Questo attestato è fondamentalmente basato sul Regolamento CE n.761 del 2001, che segnala la possibilità di aderire ad un sistema comunitario di gestione ed audit, meglio conosciuto come EMAS, e sulla Norma UNI EN ISO 14001:2004, che fornisce proprio i requisiti e la guida all'uso della 761 per i sistemi di gestione ambientale (SGA) di una qualsiasi organizzazione. Inoltre la 14001 fa riferimento anche alla UNI EN ISO 19011, che fornisce le linee guida per gli audit dei SGA, e alla UNI EN ISO 14004:2004, che introduce le disposizioni su principi, sistemi e tecniche di supporto ai SGA. I parametri chiave da considerare secondo queste direttive sono i seguenti:

- emissioni in atmosfera
- scarichi nei corpi idrici
- limitazione, riciclaggio, riutilizzo e smaltimento dei rifiuti solidi e di altro tipo, specialmente dei rifiuti pericolosi
- uso e contaminazione del terreno
- utilizzo di materie prime e di risorse naturali
- utilizzo dell'energia disponibile
- energia emessa: ad esempio sotto forma di calore, radiazioni, vibrazioni, ecc.
- rischio di incidenti ambientali
- caratteristiche fisiche dell'impalcato
- effetti sulla biodiversità

La terza ed ultima tipologia di certificazione si rifà alla Norma UNI EN ISO 16001, che è praticamente il corrispettivo "energetico" della ISO 9001¹² e della ISO 14001, riguardante unicamente "Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti con guida all'applicazione" e dunque di interesse marginale per il fine di questa tesi.

¹¹ Come mostrato dal prospetto 6.

¹² Normativa europea sulla qualità dei prodotti.

3.2.2. CERTIFICAZIONE PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Una prima legge in materia di sostenibilità è data dalla Legge provinciale del 3 ottobre 2007 n.16 che invita al risparmio energetico nell'illuminazione ed alla conseguente diminuzione dell'inquinamento luminoso. La certificazione nella provincia di Trento è però fondata sulla Legge Provinciale del 4 marzo 2008 n.1, su cui si basa il Comunicato approvato con Delibera della Giunta Provinciale del 12 giugno 2009 n.1448. Esso regola i requisiti minimi di prestazioni energetiche, la relativa metodologia di calcolo e la conseguente classificazione degli edifici. Praticamente è molto simile alla certificazione nazionale, solo che quella della Provincia Autonoma di Trento è leggermente più restrittiva per le classi "A" e "B"; inoltre, come supporto informatico, vengono forniti dei fogli di calcolo Excel, a differenza della normativa nazionale che suggerisce l'utilizzo del software "Docet".

Per la metodologia di calcolo il comunicato fa riferimento alle norme UNI EN ISO 11300-1 e 11300-2, che a loro volta si rifanno alla norma UNI EN ISO 10349 per i dati climatici. La classificazione avviene secondo sei parametri chiave¹³:

- fabbisogno di energia specifico globale
- fabbisogno di energia per la climatizzazione invernale
- fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria
- fabbisogno di energia per la climatizzazione estiva
- stima di emissioni di CO₂
- materiali strutturali utilizzati: sono attivi incentivi provinciali per l'utilizzo del legno

La costruzione della scala per la classificazione del fabbisogno energetico, nelle sette classi che vanno da "A" a "G", è data da due valori di riferimento, ovvero l'indice "R_R" (Energy Performance Regulation reference) e l'indice "R_S" (Building Stock reference). Il primo è relativo al requisito minimo imposto agli edifici di nuova costruzione, limite tra classi "B" e "C", mentre il secondo è associato al valore medio della prestazione energetica degli edifici esistenti, limite tra classi "D" ed "E". Noto il valore di "EP", che corrisponde al valore di prestazione energetica dell'immobile preso in esame, per la determinazione delle classi devono essere noti i due valori indice, R_R ed

¹³ Di questi sei fattori, i primi quattro potrebbero essere tranquillamente raggruppati in un unico grande punto: "prestazioni termiche dell'edificio".

R_S , per poter effettuare la classificazione; la classe viene quindi determinata secondo il seguente prospetto:

Classe A		EP <	0.5R _R
Classe B	0.5R _R	< EP <	R _R
Classe C	R _R	< EP <	0.5(R _R + R _S)
Classe D	0.5(R _R + R _S)	< EP <	R _S
Classe E	R _S	< EP <	1.25R _S
Classe F	1.25R _S	< EP <	1.5R _S
Classe G	1.5R _S	< EP	

Prospetto 7 – Scala di classi della prestazione energetica globale dell'edificio.

A differenza di quanto previsto dal D.Lgs. n.192 del 2005 e successive modifiche, si ritiene opportuna l'introduzione di un valore unico del fabbisogno di energia valido per tutte le tipologie di edifici, ottenendo un parametro omogeneo che permette l'immediata comparazione tra edifici. Fino all'emanazione di apposite metodologie di calcolo e di valutazioni circa le prestazioni sui consumi per l'illuminazione, ventilazione e climatizzazione estiva degli edifici esistenti, il fabbisogno di energia dello stabile "EP" è calcolato come somma del fabbisogno per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria:

$$EP = EP_r + EP_{acs}$$

Alla luce dei risultati già ottenuti in termini di effetti sul mercato edilizio, si richiede un fabbisogno massimo di energia primaria per il solo riscaldamento "EP_r" pari a:

- a) **45 kWh/m² anno**, per le categorie di edifici appartenenti alla categoria E 1.1¹⁴
- b) **13 kWh/m³ anno**, per tutte le altre classi di edifici

Per quanto riguarda la produzione di acqua calda sanitaria, tenuto conto delle migliori tecnologie disponibili, si richiede un fabbisogno massimo di energia primaria "EP_{acs}" pari a:

- c) **18 kWh/m² anno**, per le categorie di edifici appartenenti alla categoria E 1.1
- d) **5 kWh/m³ anno**, per tutte le altre classi di edifici

Per tenere conto di esigenze di flessibilità tipologiche ed impiantistiche nonché di semplicità comunicativa, è stabilito, al posto di valori di consumo separati, un unico valore massimo complessivo "EP" arrotondato, pari a **60 kWh/m² anno** per edifici E 1.1

¹⁴ Abitazioni adibite a residenza continuativa, ai sensi del D.P.R. n.412 del 1993.

e **18 kWh/m³ anno** per tutti gli altri edifici. Tali valori vanno calcolati con riferimento ai Gradi Giorno del Comune di Trento; nella relazione di calcolo va comunque riportata anche l'indicazione sul consumo riferito al comune di effettiva localizzazione.

Facendo riferimento al solo riscaldamento, per quanto riguarda la determinazione dei consumi specifici relativi agli edifici esistenti nella Provincia Autonoma di Trento (R_S) è stato stimato un valore pari a **155 kWh/m² anno**; per l'indice di riferimento relativo ai requisiti minimi dei nuovi edifici (R_R) si mantiene il valore fissato in precedenza a **45 kWh/m² anno**.

	Fabbisogno in kWh/m ² anno	
	Valore min.	Valore max.
CLASSE A	<	22
CLASSE B	22	45
CLASSE C	45	100
CLASSE D	100	155
CLASSE E	155	195
CLASSE F	195	230
CLASSE G	230	<

Prospetto 8 – Classificazione in funzione del fabbisogno di energia primaria EP_r per la climatizzazione invernale.

Sulla base della popolazione residente in Provincia di Trento, dei consumi pro capite di acqua calda sanitaria e delle superfici abitate, risulta un fabbisogno di energetico per unità di superficie necessario per la produzione di acqua calda di circa **24 kWh/m² anno**, coerente con i dati nazionali. Analogamente ai fabbisogni per il riscaldamento, occorre fissare a livello provinciale un fabbisogno di acqua calda convenzionale di progetto, che, come stabilito in precedenza, è fissato pari a **18 kWh/m² anno**.

	Fabbisogno in kWh/m ² anno	
	Valore min.	Valore max.
CLASSE A	<	9
CLASSE B	9	18
CLASSE C	18	21
CLASSE D	21	24
CLASSE E	24	30
CLASSE F	30	36
CLASSE G	36	<

Prospetto 9 – Classificazione in funzione del fabbisogno di energia primaria EP_{acs} per la produzione di acqua calda sanitaria.

Al fine di favorire ulteriormente il perseguimento di prestazioni più elevate, risulta di spinta per il mercato edilizio una suddivisione più articolata delle classi al di sopra del minimo richiesto (A, B e C), che consenta una maggiore differenziazione dell'offerta. La classificazione globale finale risulta allora come indicato nei prospetti 9 e 10.

	Fabbisogno in kWh/m ² anno		
	Riscaldamento	Acqua calda sanitaria	Totale
CLASSE A+	≤22	≤9	≤30
CLASSE A	≤22	≤18	≤40
CLASSE B+	≤35	≤18	≤50
CLASSE B	≤45	≤18	≤60
CLASSE C+	≤60	≤21	≤80
CLASSE C	≤100	≤21	≤120
CLASSE D	≤155	≤24	≤180
CLASSE E	≤195	≤30	≤225
CLASSE F	≤230	≤36	≤270
CLASSE G	>230	>36	>270

Prospetto 10 – Classificazione in funzione del fabbisogno di energia primaria EP_r per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria per edifici di categoria E 1.1.

	Fabbisogno in kWh/m ³ anno		
	Riscaldamento	Acqua calda sanitaria	Totale
CLASSE A+	≤6	≤3	≤9
CLASSE A	≤6	≤5	≤11
CLASSE B+	≤9	≤5	≤14
CLASSE B	≤13	≤5	≤17
CLASSE C+	≤17	≤6	≤23
CLASSE C	≤29	≤6	≤34
CLASSE D	≤44	≤7	≤51
CLASSE E	≤56	≤9	≤64
CLASSE F	≤65	≤10	≤77
CLASSE G	>65	>10	>77

Prospetto 11 – Classificazione in funzione del fabbisogno di energia primaria EP_r per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria per tutte le altre categorie di edifici.

Per l'attribuzione della classe energetica, il valore limite da considerare è il valore totale. Il requisito minimo obbligatorio di prestazione energetica per gli edifici di cui al comma 3 dell'articolo 4 del regolamento n. 1448, da rispettare in sede di progettazione

e di realizzazione degli interventi, è fissato a **60 kWh/m² anno (17 kWh/m³ anno)**, corrispondente al limite superiore della classe "B".

3.2.3. CERTIFICAZIONE CASA CLIMA

CasaClima rappresenta un concreto esempio di tutela del clima sia a livello nazionale che internazionale; è applicabile in forma semplice ad edifici nuovi o risanati, in complessi abitativi come in case monofamiliari. CasaClima è inoltre sinonimo di costruzioni edili energeticamente efficienti ed ambienti di vita vivibili. Se un edificio viene o meno classificato come CasaClima non dipende dal tipo di costruzione, ma dalla sua classe energetica. Il fabbisogno energetico dell'edificio viene stabilito con l'ausilio di un programma di calcolo specializzato, la cui utilizzazione semplice (user friendly) è probabilmente la migliore caratteristica. Vi sono principalmente tre categorie di CasaClima: "CasaClima Oro"; "CasaClima A" e "CasaClima B". La classe "Oro" ha la migliore efficienza energetica avendo un fabbisogno termico massimo pari a **10 kWh/m² anno**. Essa viene anche chiamata "casa da un litro", perché in un anno consuma un solo litro di gasolio per ogni metro quadro di superficie abitata. La categoria "A" raggruppa invece quelle case che hanno un fabbisogno energetico fino a **30 kWh/m² anno**; ovvero "case da tre litri" di gasolio o tre metri cubi di metano. Analogo discorso vale per le case di classe "B" che, avendo un fabbisogno di **50 kWh/m² anno**, possono essere definite "case da cinque litri".

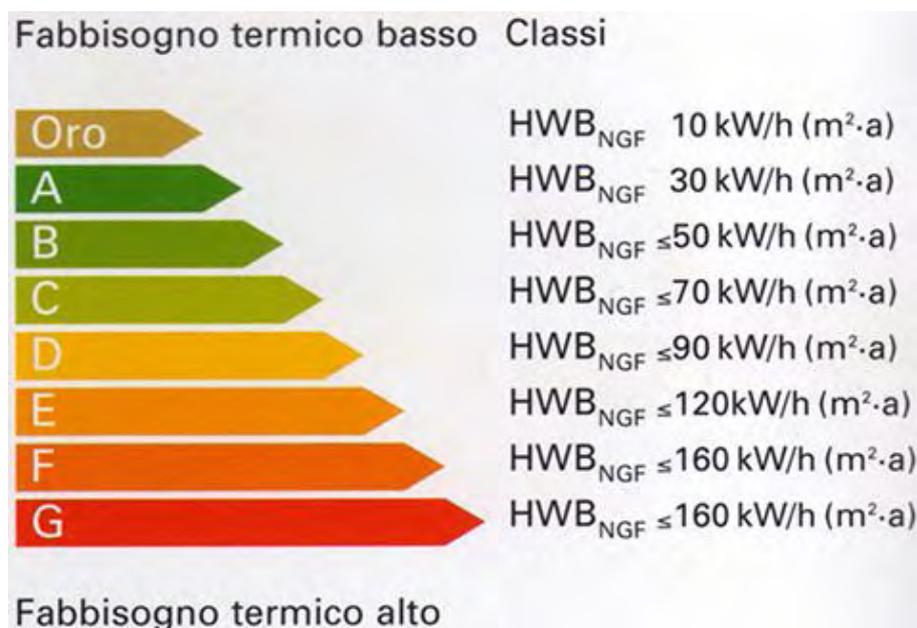


Figura 9 – Classi energetiche CasaClima.

Le colonne portanti di questo tipo di certificazione sono sicuramente il certificato CasaClima e la relativa targhetta. Il primo offre al consumatore informazioni facilmente comprensibili riguardanti le caratteristiche energetiche dell'edificio e rappresenta un marchio di qualità. Il nuovo certificato¹⁵ riporta nella prima colonna l'efficienza energetica dell'involucro (fabbisogno energetico per il riscaldamento), nella seconda l'efficienza energetica complessiva (sistema involucro più impianti, con qualificazione delle emissioni di CO₂ equivalenti), mentre nella terza colonna viene riportata la sostenibilità ambientale dell'impalcato stesso (CasaClima Più / CasaClima Nature). La classificazione CasaClima^{più} viene riconosciuta ad edifici abitativi che si contraddistinguono per una tecnica di costruzione ecologica e che utilizzano fonti energetiche rinnovabili. CasaClima^{più} deve soddisfare i seguenti criteri:

- il fabbisogno termico deve essere inferiore ai 50 kWh/m² anno
- il riscaldamento deve essere garantito da fonti energetiche rinnovabili; ossia l'impianto termico deve funzionare senza utilizzare combustibili fossili
- i materiali da costruzione utilizzati non devono essere dannosi per l'ambiente o per la salute
- deve essere adottato almeno uno di questi provvedimenti ecologici: pannelli fotovoltaici, collettori solari per l'acqua calda sanitaria o per il riscaldamento, recupero dell'acqua piovana, tetto verde

Come supporto informatico per i calcoli del fabbisogno energetico, CasaClima utilizza un proprio programma: "ProCasaClima". La metodologia di inserimento dei dati all'interno del programma CasaClima è molto semplice e schematica. Si parte naturalmente dall'inserimento dei dati generali: in essi deve essere indicato univocamente l'indirizzo con relativo numero civico, i riferimenti catastali (particella fondiaria, particella edificabile ove esistente, comune catastale), l'intestatario del permesso di costruire con relativo numero di riferimento e data di emissione, il progettista principale. Inoltre deve essere indicato il tecnico incaricato per la redazione del calcolo ed il committente: nome, cognome, indirizzo, recapiti telefonici. Successivamente si passa ai dati climatici: per la Provincia Autonoma di Bolzano, la Regione Friuli Venezia Giulia e le altre province che hanno istituito Agenzie per l'Energia in convenzione con l'Agenzia CasaClima, i dati climatici di riferimento sono dati misurati ed inseriti appositamente nel programma. Per tutte le altre province, la certificazione

¹⁵ Attivo dal 1 gennaio 2010.

CasaClima viene emessa sulla base dei dati climatici UNI. Passo seguente è quello di inserire nel software il tipo di costruzione che, secondo la UNI EN ISO 13790:2008 punto 12.3.1.2, può essere:

- leggera o molto leggera: costruzione a scheletro portante (legno, metallo) e tamponamenti con materiale isolante; costruzione con isolamento interno¹⁶
- media: sistema a telaio in c.a. con tamponamento in laterizio, muratura portante, blocchi cassero in legno mineralizzato
- media in legno massiccio: costruzione a pannelli in legno o Blockhaus
- pesante o molto pesante: costruzione in pietra, in c.a. (pareti e solai)

Proseguendo, si calcola il volume riscaldato e le proprietà dell'involucro termico: l'involucro termico dell'edificio è l'insieme delle strutture edilizie che delimitano il volume riscaldato degli ambienti climatizzati dal sistema principale di riscaldamento; inoltre, nel calcolo della superficie lorda e del volume lordo riscaldato, si considerano le dimensioni esterne. Il certificato e la targhetta sono rilasciati solo per l'intero edificio e non per singole unità immobiliari, fatta eccezione per le case a schiera, bifamiliari o contigue: in questo caso l'Agenzia CasaClima certifica la singola unità immobiliare considerando le dispersioni verso lo stabile contiguo riscaldato con un coefficiente di temperatura " f_i " uguale a 0.1. Questa indicazione è ovviamente valida solo se la divisione tra le unità immobiliari e le unità stesse sono indipendenti dalle fondazioni fino alla copertura.

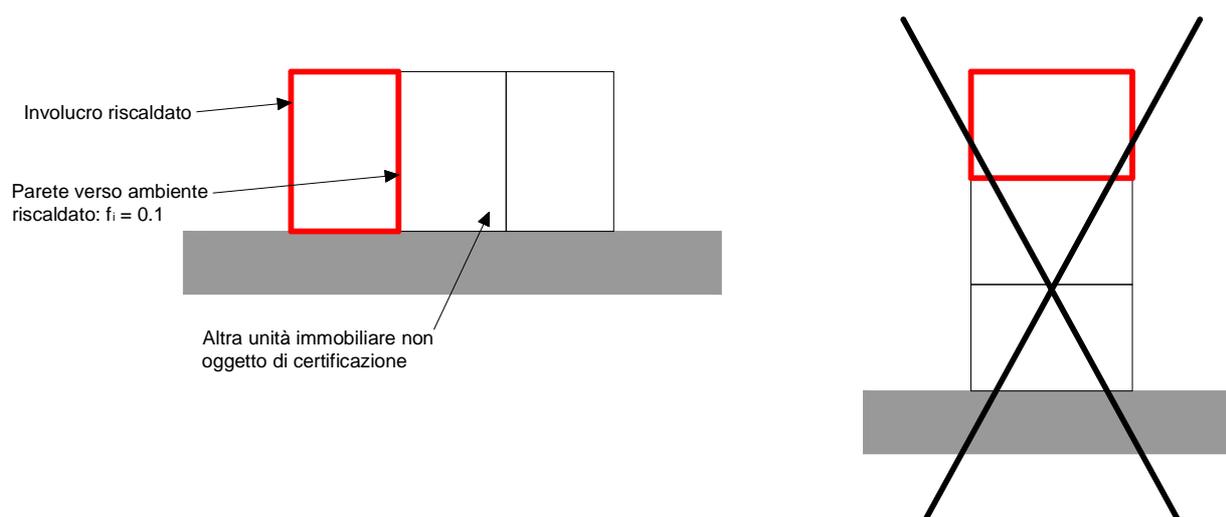


Figura 10 – Involucro riscaldato.

¹⁶ Viene definito un sistema ad isolamento interno solo quando questo rappresenta il prevalente o l'esclusivo strato del pacchetto murario e non nel caso in cui nella stratigrafia siano presenti contropareti interne con isolamento per il passaggio degli impianti.

Il valore "U" dell'elemento divisorio tra le unità immobiliari deve comunque rispettare i limiti di legge nazionali vigenti; resta invece a discrezione del committente la possibilità di richiedere un'unica certificazione per l'intero blocco di schiere o edifici contigui. Nel caso di interrato unico non riscaldato ma con "n" involucri fuori terra, vanno avviate "n" richieste di certificazione, anche se dotati di un impianto termico comune.

La superficie lorda riscaldata nei piani¹⁷ è la somma delle superfici riscaldate di ogni singolo piano all'interno dell'involucro; essa viene calcolata considerando le dimensioni esterne¹⁸, tenendo conto che:

- nelle strutture con intercapedine ventilata (pareti, tetti, ecc.) non vanno presi in considerazione i contributi dell'intercapedine stessa e del rivestimento esterno, così come previsto nel calcolo della trasmittanza termica "U"

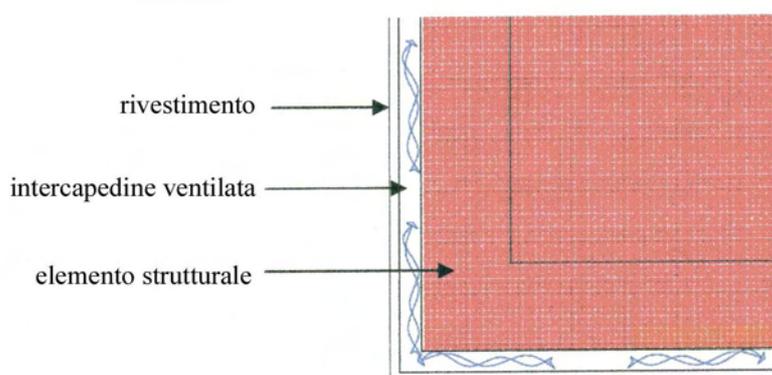


Figura 11 – Esempio di parete ventilata.

- le aperture dei solai (per esempio spazi a doppia altezza), eccetto le scale, non vengono incluse nel calcolo della superficie lorda riscaldata dei piani
- nel caso di sottotetti riscaldati con coperture inclinate, l'area considerata per il calcolo è quella che presenta un'altezza utile netta interna maggiore di 1.5 m

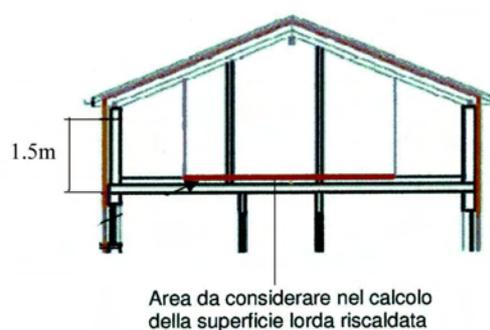


Figura 12 – Superficie lorda da considerare nel calcolo.

¹⁷ Misurata in metri quadrati.

¹⁸ Filo esterno del muro.

- nelle serre, non riscaldate e ventilate, e nelle logge vetrate o chiuse su ogni lato, la superficie lorda riscaldata è definita dalla parete che divide l'involucro riscaldato e la serra

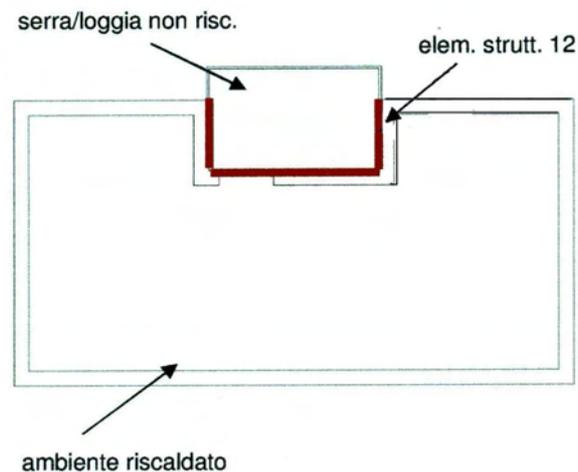


Figura 13 – Superficie lorda nel caso di serra non riscaldata né ventilata.

Per volume lordo (espresso in m^3), invece, si intende quel volume definito dalle superfici esterne dell'involucro riscaldato.

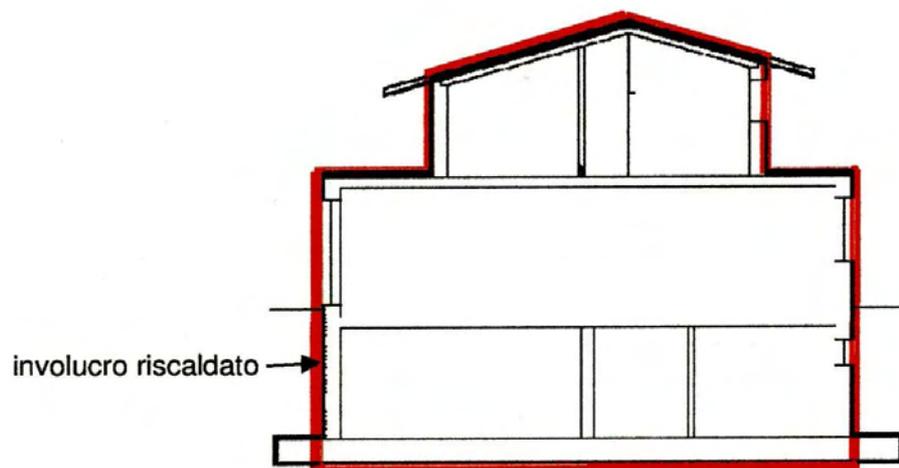


Figura 14 – Esempio di volume lordo da considerare nel calcolo.

Nel caso di sottotetti riscaldati, nel calcolo del volume lordo, va considerato il volume totale del sottotetto stesso.

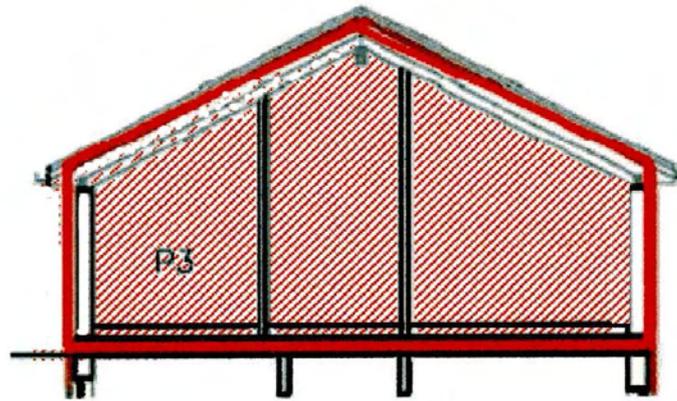


Figura 15 – Volume lordo nel caso di sottotetti riscaldati.

Nel caso di elementi divisori che delimitano il volume dell'edificio con valori di trasmittanza che non rispettano i limiti nazionali vigenti per strutture verso vani non riscaldati (per esempio controsoffitti, pareti, ecc.), il volume netto ventilato (V_N) è quello definito da tali superfici, mentre l'involucro disperdente rimane quello definito dalle superfici esterne.

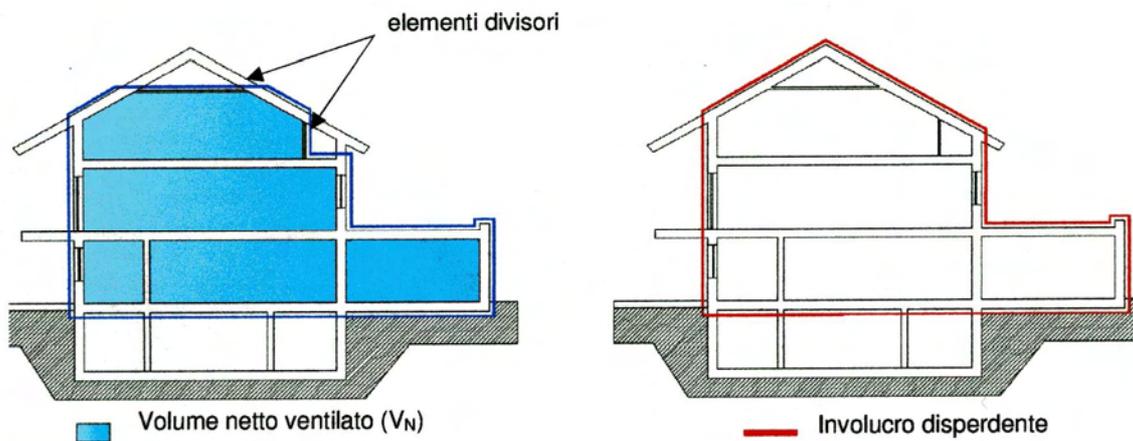


Figura 16 – Esempio di volume netto ventilato e di involucro disperdente.

Questo discorso non vale se tali elementi divisori sono isolati con un valore di "U" che rispetta i limiti vigenti secondo le leggi nazionali per le strutture verso vani non riscaldati (strutture opache verticali e pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno). Le superfici disperdenti sono quelle che delimitano verso l'esterno, o verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento, il volume definito dall'involucro riscaldato. Il valore della trasmittanza calcolato per tali superfici (parete esterna, parete verso vano non riscaldato, tetto a falda, ecc.) deve comunque rispettare i limiti di legge nazionali vigenti in funzione della fascia climatica di riferimento. Anche nel

caso in cui si utilizzino programmi differenti per il calcolo di "U" delle strutture disperdenti vanno sempre inseriti tutti i materiali. Per il calcolo della superficie disperdente di ogni elemento strutturale si deve prendere la dimensione lorda esterna, che comprende anche lo spessore degli elementi strutturali contigui. L'area delle superfici disperdenti verticali è calcolata facendo riferimento all'altezza lorda, definita come differenza di quota tra superficie inferiore del primo solaio dell'involucro riscaldato e l'estradosso dell'ultimo solaio.

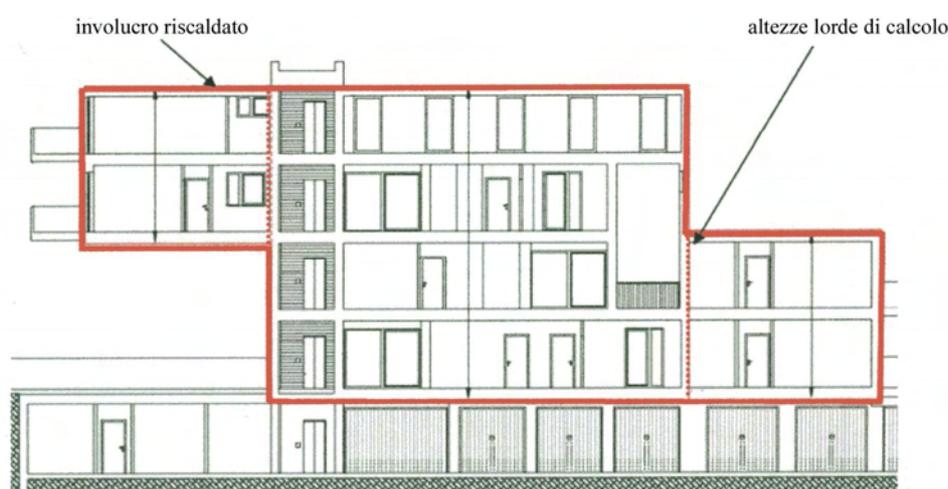


Figura 17 – Esempio di involucro riscaldato e di superfici disperdenti verticali.

Lo step seguente è quello di valutare il valore della CONDUCIBILITA' TERMICA " λ " dei materiali da costruzione. Per il calcolo si devono indicare tutti i materiali che contribuiscono alla coibentazione termica dell'involucro edilizio; per i valori di conducibilità termica possono essere utilizzati quelli dichiarati nel certificato CE o quelli già inseriti nel database del programma ProCasaClima 2009 - Xclima. Nel caso in cui non fosse possibile una valutazione visiva delle stratigrafie, attraverso sopralluoghi o documentazione fotografica, sarà necessario fornire una documentazione alternativa (per esempio con fatture, bolle di accompagnamento, ecc.); tale documentazione è richiesta al fine di verificare che quanto dichiarato corrisponda effettivamente a ciò che è stato posato in opera. In caso di mancata documentazione l'Agenzia CasaClima può pretendere, a spese del richiedente la certificazione, la verifica della qualità energetica dell'involucro edilizio mediante analisi invasive (carotaggi) e non invasive (analisi termografica, analisi termoflussiometrica, ecc.).

Per elementi strutturali ventilati (camera d'aria aperta) o fortemente ventilati, così come definiti dalla norma UNI EN ISO 6946, paragrafo 5.3.3 punto 7, nel calcolo

della trasmittanza termica non vengono presi in considerazione il rivestimento e l'intercapedine.

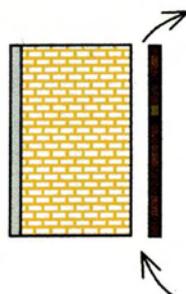


Figura 18 – Esempio di parete ventilata.

Nel programma di calcolo, l'elemento strutturale va inserito come elemento ventilato in quanto il software include per esso una resistenza termica superficiale esterna pari a quella interna del medesimo componente. Per elementi a camera d'aria chiusa o non ventilata, così come definiti dalla UNI EN ISO 6946, paragrafo 5.3.1 punto 6, nel calcolo della trasmittanza termica la conduttività equivalente dello strato d'aria va calcolata utilizzando i valori di "λ" equivalenti fino ad uno strato massimo di 5 cm. Invece, il solaio verso vespaio areato va considerato come solaio esterno, con coefficiente di correzione termico $f_i = 0.75$.

valori lambda λ [W/(mK)] strati d'aria

spessore intercapedine [mm]	Senso del Flusso Termico					
	Orizzontale	Ascendente	Discendente	Orizzontale	Ascendente	Discendente
	Valore Resistenza R (m ² K/W)			Valore di conduttività termica eq. λ (W/mK)		
0	0	0	0	0	0	0
5	0,110	0,110	0,110	0,045	0,045	0,045
7	0,130	0,130	0,130	0,054	0,054	0,054
10	0,150	0,150	0,150	0,067	0,067	0,067
15	0,170	0,160	0,170	0,088	0,094	0,088
20	0,175	0,160	0,180	0,114	0,125	0,111
25	0,180	0,160	0,190	0,139	0,156	0,132
30	0,180	0,160	0,195	0,167	0,188	0,154
35	0,180	0,160	0,200	0,194	0,219	0,175
40	0,180	0,160	0,205	0,222	0,250	0,195
50	0,180	0,160	0,210	0,278	0,313	0,238

Prospetto 12 – Valori equivalenti della conducibilità termica.

Il calcolo di "U" per strutture monolitiche realizzate con blocchi cassetto (in legno mineralizzato, EPS, o altro) deve essere fatto valutando le prestazioni termiche del sistema costruttivo e non del singolo componente attraverso le norme di riferimento.

I cavedii completamente chiusi, interni all'involucro termico, non sono da considerarsi disperdenti e quindi non vengono inseriti né come superficie disperdente, né come volume riscaldato. I cavedii aperti con superficie interna netta minore o uguale a 0.1 m^2 non devono essere isolati termicamente, mentre quelli con superficie maggiore di 0.1 m^2 devono essere coibentati con spessore minimo di 3 cm di isolante con valore $\lambda \leq 0.04 \text{ W/(mK)}$. Nel caso in cui i cavedii aperti abbiano una superficie interna netta maggiore di 0.5 m^2 vanno considerati come pareti esterne disperdenti; il valore di "U" di tali elementi deve comunque rispettare i limiti di legge nazionali vigenti in funzione della fascia climatica di riferimento (strutture opache verticali).

Per quanto riguarda il vano scala, esso può essere di due tipi: aperto o chiuso e riscaldato. Se il vano scala è aperto, le pareti che lo delimitano sono da considerarsi come pareti esterne e le scale, insieme al pianerottolo, vengono presi come oggetti; se invece il vano scala è chiuso e collegato all'impianto di riscaldamento principale, esso va sempre considerato interno all'involucro riscaldato e quindi inglobato nella superficie lorda e nel volume lordo riscaldato. Il vano scala chiuso degli edifici che posseggono un piano sottostante non soggetto a riscaldamento può essere contato come riscaldato, a patto che la delimitazione dell'involucro edilizio verso i vani non riscaldati sia definito dalla porta di separazione. Nel calcolo della superficie disperdente si può prendere in considerazione la delimitazione data dalla linea rossa in figura 19, e quindi non considerare il vano scala verso interrato nei calcoli, solo nel caso in cui:

- esiste una porta di separazione tra vano scala e zona abitativa e le superfici verticali che delimitano la zona abitativa riscaldata dal vano scala sono isolate con valore "U" uguale o minore a quello del solaio verso cantina o garage; porte scorrevoli non sono ammesse
- esiste una porta di separazione tra vano scala e cantina o garage e le superfici verticali che delimitano il vano scala verso interrato hanno un valore "U" uguale o minore a quello del solaio verso cantina o garage; è consigliabile utilizzare porte con guarnizioni

Un vano scala con accesso a più piani sottostanti non riscaldati che abbia pareti verso l'esterno isolate termicamente e che sia chiuso verso l'esterno e verso gli ambienti

inferiori può essere preso come parte dell'involucro edilizio; quindi la superficie calpestabile del vano scala va considerata nella superficie e nel volume lordi riscaldati. In questo caso le pareti con isolamento a contatto con vano scala non riscaldato non vengono inserite nel calcolo energetico; inoltre tali pareti devono rispettare le norme nazionali in funzione della fascia climatica e del fattore di correzione termico $f_i = 0.5$; in ogni caso "U" non può superare il valore limite di $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Elementi strutturali sporgenti verso il vano scala non vengono considerati come ponti termici, però in tutti i casi le porte d'accesso ai singoli appartamenti devono avere sistemi che garantiscano tenuta all'aria dell'involucro (ad esempio guarnizioni o simili).

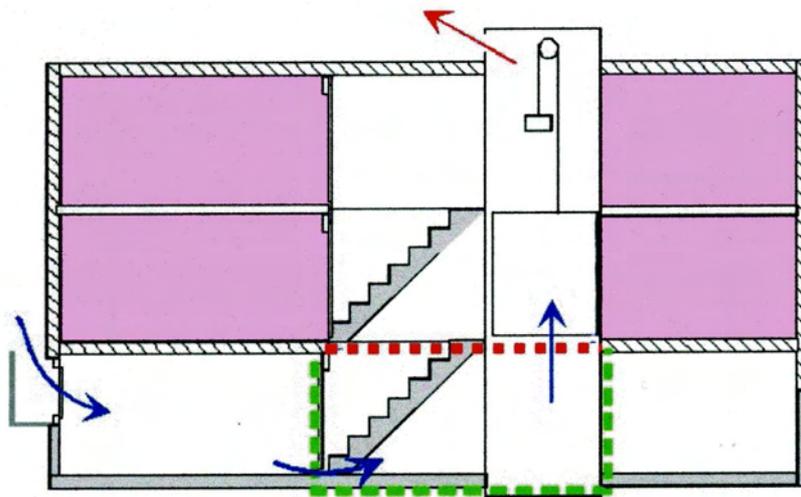


Figura 19 – Vano scala aperto.

Anche il vano ascensore può essere di due tipi: a pareti con accesso esclusivamente interno, cioè verso vano scala chiuso, oppure con accesso esterno. Nel primo caso tali elementi sono da considerarsi come all'interno dell'involucro. Il volume e l'area calpestabile dell'ascensore vengono inseriti nel calcolo energetico mentre le pareti stesse del vano non vanno assolutamente inglobate nel computo. I vani con accesso esterno, invece, sono da considerarsi al di fuori dell'involucro; le pareti che lo delimitano dai vani riscaldati sono invece viste come pareti esterne e quindi con $f_i = 1$.

Specifichiamo ora cosa si intende per sottotetto o soffitta non riscaldato: sta ad indicare un vano non accessibile dal sottostante involucro riscaldato con altezza utile interna inferiore a 1.5 m. Eventuali accessi a tali ambienti (come per esempio botole o simili) devono presentare lo stesso isolamento del solaio e prevedere sistemi di chiusura dotati di guarnizioni. Fondamentalmente si possono verificare i tre casi riportati in figura 20.

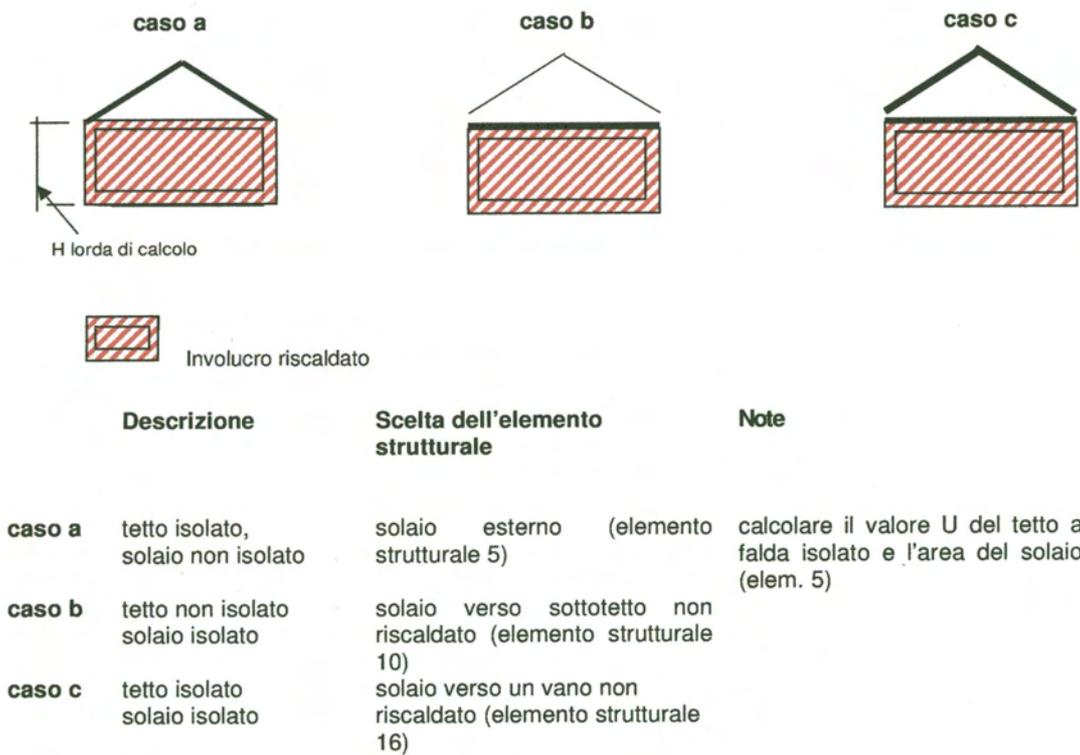


Figura 20 – Vari casi di sottotetto non riscaldato.

Sempre all'interno del programma di calcolo, i solai e le pareti verso locali caldaia con generatori di calore non a condensazione vanno inseriti con fattore $f_i = 0$ (solaio o parete interno); diversamente, se la caldaia è a condensazione, a pompe di calore e teleriscaldamento tali elementi sono da considerarsi come vani non riscaldati e di conseguenza con un fattore $f_i = 0.5$. I solai e le pareti verso negozi, laboratori o depositi sono da ritenere elementi strutturali con coefficiente = 0.2.

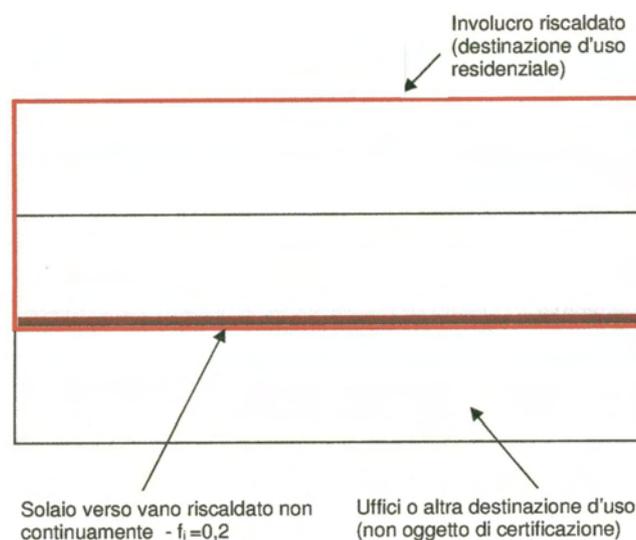


Figura 21 – Esempio di solaio verso vano riscaldato non continuamente.

Nel caso in cui si decida di includere nell'involucro riscaldato anche zone adibite ad usi differenti da quello residenziale e mantenute con un regime di temperatura operante diverso (uffici, negozi, laboratori, ecc.), le strutture orizzontali e verticali che delimitano tali ambienti devono rispettare le norme vigenti.

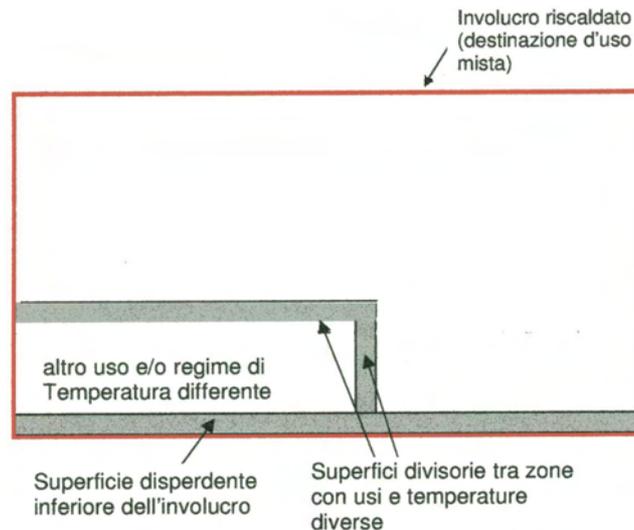


Figura 22 – Esempio di pareti tra ambienti a diversa temperatura.

Per gli edifici non residenziali, ai fini della certificazione CasaClima del fabbisogno di calore invernale, il valore delle perdite di ventilazione viene calcolato sulla base di un ricambio massimo di $0.5 V_{\text{Netto}}$ all'ora; tale limite non ha però valore per il computo del fabbisogno di energia primaria. Il ricambio d'aria effettivo generato dall'impianto di ventilazione si calcola attraverso la portata d'aria della ventilazione meccanica e il grado di utilizzo del sistema di recupero di calore definito. La formula applicativa è la seguente:

$$n^{(1)} = \frac{q_{V,f}^{(1)}}{V_N^{(1)}} \cdot (1 - \eta_v) + n_x \dots \text{in } 1/h$$

Per il grado di utilizzo " η_v " occorre applicare il valore nominale, che deve essere definito in base ad un certificato di prova dell'impianto di ventilazione. Delle perdite di calore per ventilazione provocate da punti dell'edificio che non sono a tenuta d'aria e che causano correnti e spifferi si tiene conto applicando un indice di ricambio dell'aria implementato " n_x ": $n_x = 0.1 \dots \text{in } 1/h$. Per gli edifici residenziali, i valori del grado di utilizzo " h " del sistema di recupero del calore secondo il tipo di tecnologia sono così definiti:

- 1) recuperatore di calore aria-aria a pannelli con flussi incrociati: 50%
- 2) recuperatore di calore aria-aria a pannelli con flussi controcorrenti a flussi: 60%
- 3) recuperatore di calore aria-aria a canali con flussi controcorrenti: 70%
- 4) recuperatore di calore aria-aria lamellare (Heat-pipe): 40%
- 5) recuperatore di calore aria-aria rotazionale: 80%

Questi valori sono del tutto indicativi, quindi se si hanno valori superiori a quelli elencati, si deve presentare una certificazione di prova. Nel caso l'impianto di ventilazione abbia uno scambiatore a terreno, il grado di utilizzo aumenta proporzionalmente.

A partire da gennaio 2009 è obbligatorio eseguire il test di tenuta all'aria anche per le case con struttura in legno e per quelle "a secco" e anche nel caso in cui non sia presente un sistema di ventilazione meccanica controllata. Inoltre con febbraio 2010 è fatto obbligo, per la certificazione CasaClima, fare il test tramite "Blower Door Test" secondo la UNI EN 13829 metodo A per tutti gli edifici residenziali di nuova costruzione; l'Agenzia in più consiglia di effettuare tale test anche per gli edifici non residenziali e risanati. I valori massimi (classi C e B) e i valori obiettivo (classi A e Gold) di tenuta all'aria sono:

- Classe C: $n_{50,lim} = 2 \text{ h}^{(-1)}$
- Classe B: $n_{50,lim} = 2 \text{ h}^{(-1)}$
- Classe A: $n_{50,lim} = 1 \text{ h}^{(-1)}$
- Classe Gold: $n_{50,lim} < 0.6 \text{ h}^{(-1)}$

Volendo installare un impianto di ventilazione meccanica, il valore obiettivo per le classi "C" e "B" è: $n_{50,lim} = 1.5 \text{ h}^{(-1)}$. Nel caso si dovessero superare i limiti indicati, il calcolo del recupero di calore passivo può essere preso solo parzialmente:

$$\eta_{real} = 30\% + \frac{n_{50,lim}}{n_{50,measure}} \cdot (\eta_{product-certification} - 30\%)$$

Nessuna classe energetica può superare il limite $n_{50,lim} = 2 \text{ h}^{(-1)}$; nel caso di superamento, si deve capirne il motivo tramite il metodo B della UNI EN 13829. Gli edifici plurifamiliari vanno testati su almeno il 20% degli appartamenti¹⁹; se dovesse essere presente anche un sottotetto, anch'esso andrebbe sottoposto a test.

¹⁹ L'eventuale arrotondamento è sempre per eccesso.

Passiamo al calcolo della trasmittanza termica per le finestre; le dimensioni geometriche della finestra da inserire nel programma devono essere prese a filo esterno (intonaco o altra finitura).

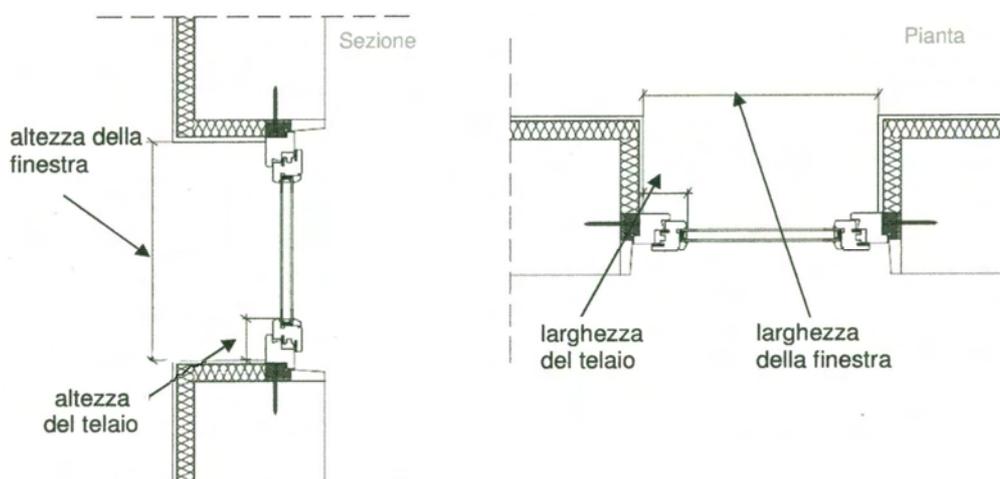


Figura 23 – Altezza e larghezza di vetro e telaio.

Nel calcolo può essere inserito il valore di trasmittanza " U_w " o " U_f " dichiarato dal produttore della finestra ma esclusivamente se il serramento è stato certificato secondo la EN ISO 12567-1 o 12567-2 *Isolamento termico di finestre e di porte - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda*. In caso contrario si deve inserire il valore di trasmittanza del vetro secondo la UNI EN ISO 10077-1:2007 e quello del telaio secondo i prospetti 13a e 13b.

tabella 1		Coefficienti di trasmissione del calore per telai in legno	
spessore d_f in mm	U_f W/(m ² K)		
		Legno (≤ 500 kg/m ³) $\lambda = 0,13$ W/(mK)	Legno (> 500 kg/m ³) $\lambda = 0,18$ W/(mK)
30	2,3		2,70
50	2,0		2,35
70	1,8		2,05
90	1,6		1,85
110	1,4		1,65

tabella 2		Coefficienti di trasmissione del calore per telai in materia plastica	
materiale	tipo serramento	U_f W/(m ² K)	
Profili tubolari in PVC	Minore o uguale a 3 camere	2,0	
	Maggiore a 3 camere	1,6	

Prospetto 13a – Valori di trasmittanza termica dei telai.

tabella 3		Coefficienti di trasmissione del calore per telai in metallo	
	distanza minima degli elementi in alluminio in mm		U_f W/(m ² K)
senza taglio termico	-		6,0
con taglio termico	4		4,0
con taglio termico	8		3,6
con taglio termico	12		3,2
con taglio termico	20		2,8
con taglio termico	28		2,6

Prospetto 13b – Valori di trasmittanza termica dei telai.

Per quanto concerne l'ombreggiamento, CasaClima prende in esame esclusivamente quello causato dalle strutture stesse dell'edificio in questione. Una finestra è considerata "ombreggiata" se il rapporto tra la profondità della sporgenza e la distanza dal centro della finestra alla sporgenza è superiore a 2. Tale rapporto è valido anche per determinare l'ombreggiamento in pianta dovuto ad eventuali rientranze e sporgenze dell'edificio. Le finestre che presentano sistemi oscuranti a lamelle fisse sono conteggiate come ombreggiate, mentre le finestre orientate a Nord non sono da considerare ombreggiate.

Fino a quando la certificazione CasaClima non sarà implementata con il calcolo estivo, si prescrive che gli elementi trasparenti ed opachi rispettino le seguenti indicazioni: gli elementi strutturali trasparenti con orientamento sud, est, ovest e orizzontale devono essere dotati di sistemi schermanti con un'efficacia documentata di riduzione dell'irraggiamento di almeno il 70%; gli elementi strutturali opachi con orientamento sud, sud-est, est, sud-ovest, ovest, orizzontale e inclinati verso il cielo devono avere i requisiti di sfasamento termico²⁰ minimo di 10 ore e una trasmittanza periodica minore o uguale a 0.10 W/(m²K).

3.2.4. CERTIFICAZIONE ECODOMUS.VI

La certificazione Ecodomus.Vi è nata nella provincia di Vicenza ed è ancora in fase di progetto. Questo progetto vuole offrire la possibilità di corredare gli impalcati di un attestato energetico relativo a tutti gli usi che possono riguardare edifici residenziali, uffici e stabili pubblici, sia di nuova realizzazione che esistenti. Un tale risultato potrà essere raggiunto solo con gradualità, in maniera tale da supportare i contenuti scientifici

²⁰ Secondo la norma UNI EN 13786-2008.

e metodologici con dati e verifiche provenienti dalla realtà locale. La fase iniziale, pertanto, prende in esame i soli usi energetici per il riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria, così come gran parte delle certificazioni già citate. L'adesione a questo progetto avviene, per quanto consentito dalle leggi vigenti, su base volontaria, anche se sarà lasciata ai singoli comuni la facoltà di rendere obbligatoria in tutto o in parte la certificazione. La procedura di rilascio dell'attestato energetico è comunque integrata con la procedura di verifica obbligatoria prevista dalla Legge 10 del 1991, come modificata dalle recenti disposizioni (D.Lgs. 192) ed è supportata, come quella della P.A.T., da specifici fogli di calcolo Excel messi a disposizione gratuitamente.

Il certificato energetico fornisce indicazioni sulle prestazioni energetiche dello stabile in condizioni di impiego standard, in modo da rendere tali informazioni confrontabili per edifici distinti. Le caratteristiche energetiche sono calcolate a partire dai dati disponibili, in genere molto diversi per le due categorie principali: nuove costruzioni e costruzioni già esistenti. Con lo sviluppo del progetto, le voci di consumo considerate aumenteranno, andando a considerare anche l'apporto dell'illuminazione e della climatizzazione estiva. Tali grandezze saranno valutate secondo le indicazioni della normativa europea, come ad esempio le caratteristiche termiche dell'edificio, quelle degli impianti, posizione ed orientamento dell'impalcato, gli apporti gratuiti. I consumi così valutati consentiranno anche di attribuire una classe di merito, variabile da "A" a "G", rendendo immediatamente evidente l'impegno e la qualità nella progettazione e nella realizzazione.

Poiché lo scopo dell'iniziativa è quello di incentivare il risparmio energetico, un'attenzione particolare sarà rivolta alla divulgazione degli approcci progettuali e realizzativi che consentono il miglioramento delle prestazioni con il conseguente passaggio di classe, fornendo indicazioni anche di carattere economico sui costi e sui benefici delle principali categorie di intervento. Al metodo di calcolo verrà aggiunto anche un protocollo operativo opzionale, che potrà rappresentare una guida agli accorgimenti costruttivi concreti e pratici per i casi più semplici e al tempo stesso permetterà una certa semplificazione di calcolo.

Il ricorso ad un foglio di calcolo elettronico garantisce l'omogeneità del metodo, visto che nell'attuale contesto normativo esistono margini di discrezionalità piuttosto ampi nel computo del fabbisogno energetico. Allo scopo di ottenere un corretto confronto tra i vari risultati ottenuti da progettisti diversi su edifici diversi, è

fondamentale che l'approccio metodologico risulti uniforme. Non basta: Ecodomus.Vi vuole andare a certificare le prestazioni energetiche dell'edificio, non tanto quelle del progetto. Le realizzazioni dovranno essere quindi conformi alle precedenti dichiarazioni progettuali; la garanzia su tale aspetto è ottenuta attraverso una specifica attività di verifica svolta direttamente da Vi.energia, l'ente responsabile dell'energia nella provincia di Vicenza.

La prima fase di implementazione della certificazione dei fabbisogni energetici di riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria per edifici nuovi e ristrutturazioni è pronta per la fase sperimentale. Dal punto di vista operativo questa prima fase richiedeva:

- 1) definizione delle classi, in considerazione dell'attuale stato del parco edilizio e dei requisiti di legge previsti per la concessione edilizia (D.Lgs. 192)
- 2) definizione di un metodo di calcolo, coerentemente con le attuali indicazioni normative nazionali ed internazionali
- 3) predisposizione di un foglio di calcolo
- 4) verifica in alcune situazioni realizzative dei costi e dei benefici energetici ed economici derivanti dall'adesione alla certificazione
- 5) costituzione di una commissione tecnica permanente

La definizione delle sette classi da "A" a "G" è stata realizzata seguendo la metodologia proposta dai progetti di norma europei:

- prEN 15203: Energy performance of buildings - Assessment of Energy use and definition of ratings
- prEN 15217: Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings

Le indicazioni disponibili consentono di costruire la scala per la classificazione del fabbisogno energetico una volta che siano dati i due valori di riferimento fondamentali²¹: l'indice R_r (Energy Performance Regulation reference) e l'indice R_s (Building Stock reference). Per considerare l'effetto del clima sui consumi degli edifici, la prEN 15217 prevede due alternative: nella prima sono le classi ad essere normalizzate rispetto al clima, mentre nella seconda si normalizzano i fabbisogni. Dato che in provincia di Vicenza i Gradi Giorno variano da 2259 (Agugliaro) a 4367 (Tonezza del Cimone), si è ritenuto opportuno considerare, nello spirito di quanto richiesto dalla

²¹ Già trattati nella certificazione della Provincia Autonoma di Trento con la relativa categoria di classi.

Direttiva 2002/91/CE, il clima. Tra le opzioni si ritiene preferibile avere classi uniche su tutto il territorio, sono quindi i consumi ad essere normalizzati su Vicenza (2371 GG) rispetto al cui clima risultano definite le classi; in ogni caso sul certificato sarà comunque presente un'indicazione sul consumo riferita al clima reale in cui è inserito l'edificio in esame.

Nonostante sia prevista l'attuazione della certificazione solamente su base volontaria, si è ritenuto opportuno proporre un valore dell'indice di requisito per il nuovo (R_r) da impiegare come confine tra la classe "B" e la "C" compatibile con le attuali disposizioni, in particolare con quanto previsto dal D.Lgs. 192/05. Il decreto, in sintesi, dispone per gli edifici nuovi tre condizioni:

- un valore massimo del fabbisogno di energia per riscaldamento (EP) (Prospetto 14)
- un valore massimo per la trasmittanza delle componenti (Prospetto 15)
- un valore minimo per il rendimento medio stagionale dell'impianto, pari a:

$$\eta_g = (75 + 3\text{Log}P_n)\%$$

S/V	ZONA CLIMATICA		
	E		F
	GG		GG
	da 2101	fino a 3000	oltre 3000
≤0.2	40	55	55
≥0.9	110	145	145

Prospetto 14 – Valori massimi del fabbisogno per riscaldamento in kWh/m² di superficie calpestabile netta.

Come si può osservare, il requisito base dipende dal clima e dal rapporto tra superficie disperdente e volume riscaldato dello stabile: appartamenti in edifici a blocco sono caratterizzati, a parità di volume utile, da una superficie disperdente ridotta e risultano pertanto soggetti a vincoli più restrittivi (con S/ V minore o uguale a 0.2 il limite varia linearmente da 40 kWh/m² nei climi fino a 2100 GG fino a 55 kWh/m² sopra i 3000 GG, oltre i quali rimane fisso); abitazioni in edifici singoli presentano invece superfici disperdenti ampie a parità di volume e sono sottoposte a vincoli meno ristretti (con S/V maggiore o uguale a 0.9 il limite varia linearmente tra 110 kWh/m² nei climi a 2100 GG e 145 kWh/m² sopra i 3000 GG, oltre i quali rimane fisso). Per non definire classi diverse in relazione alla tipologia di edificio, si è ritenuto opportuno definire l'indice R_r in

corrispondenza delle condizioni più limitanti: $R_r = 40 \text{ kWh/m}^2$ a 2100 GG che può essere arrotondato a 45 kWh/m^2 nel clima di Vicenza.

Gradi - Giorno	Trasmittanza struttura verticale $\text{W/m}^2\text{K}$	Trasmittanza struttura orizzontale $\text{W/m}^2\text{K}$	Trasmittanza media finestre $\text{W/m}^2\text{K}$	Trasmittanza centrale vetri $\text{W/m}^2\text{K}$
Zona climatica E	0.37	0.34	2.50	1.90
Zona climatica F	0.35	0.33	2.20	1.60

Prospetto 15 – Trasmittanze massime previste per il territorio nazionale a partire dal 1 gennaio 2009.

Per quanto attiene agli altri due requisiti, trasmittanza massima e rendimento minimo, il certificato energetico riporterà i valori di prescrizione accanto a quelli relativi al progetto, agevolandone il confronto. La determinazione dell'indice di stock (R_s) risulta invece piuttosto problematica dato che non esistono dati disaggregati su base provinciale e regionale. A questo scopo, ma anche ai fini della verifica degli effetti del progetto di certificazione energetica, è in progetto l'idea di valutare la possibilità di definire su base provinciale un accordo con le società di distribuzione di prodotti energetici (in particolare gas, ma anche gasolio e legna da ardere) che preveda la periodica comunicazione delle quantità vendute disaggregate per tipologia di utenza (residenze private, uffici, commercio, ecc.) in modo da creare una base di dati affidabile relativa ai consumi dello stock edilizio esistente. Per lo stesso motivo si procederà alla raccolta di informazioni affidabili relative alla volumetria riscaldata attraverso il catasto degli immobili e il catasto degli impianti termici. In attesa di tali indicazioni l'indice di stock è stato fissato indicativamente al valore di 130 kWh/m^2 . I dati Enea nazionali indicano infatti per il 2001, nel settore residenziale, un consumo energetico per il riscaldamento di circa 224.5 miliardi di kWh. Considerata la superficie delle abitazioni rilevata dal censimento Istat del medesimo anno, pari a circa 2.08 milioni di m^2 , il consumo medio per metro sarebbe 108 kWh/m^2 . Valutando poi che il clima nazionale ha 2085 GG mentre quello medio della provincia di Vicenza è 2501 GG, il consumo riportato alla situazione locale sarebbe di circa 130 kWh/m^2 , come detto.

Il dato Enea per i consumi di acqua calda sanitaria è pari a circa 18.9 kWh/m^2 . Ricorrendo alla raccomandazione CTI-R 03/3 per impianti tradizionali, si individuano fabbisogni che oscillano intorno a $35\text{-}40 \text{ kWh/m}^2$, con rendimenti intorno a 0.75 e con un'evidente sovrastima dei dati effettivi. Ecodomus ha quindi deciso di stabilire un

fabbisogno di acqua calda pari a 1 l/m² giorno ed un salto termico convenzionale pari a 40°C. La raccomandazione CTI viene quindi impiegata soltanto per il calcolo del rendimento di produzione e della eventuale frazione coperta con l'impianto a pannelli solari. Assumendo un rendimento del 70% per lo stock edilizio e richiedendo un rendimento maggiore dell'85% per il nuovo, si arriva ad ottenere, con qualche arrotondamento, un indice di stock di 24 kWh/m² anno e un requisito minimo di 18 kWh/m².

A partire dai valori degli indici di stock e dai requisiti relativi ai soli fabbisogni per riscaldamento e acqua calda sanitaria, si perviene alla definizione di classi comprensive di entrambi. Ecodomus considera infatti opportuno permettere di ottenere le migliori prestazioni energetiche in forma congiunta, dato che in molti casi l'impianto di produzione è unico. La classe di qualità per le nuove realizzazioni è rappresentata dalla classe "B"; la classe "A" va ritenuta una categoria di eccellenza perché richiede l'adozione non generalizzabile di misure particolari quali collettori solari, recupero termico nella ventilazione meccanica, ecc.

	Riscaldamento	Acqua calda	Totale
	Val. max	Val. max	Val. max
CLASSE A	22,5	9	31
CLASSE B	45,0	18	63
CLASSE C	87,5	21	108
CLASSE D	130,0	24	154
CLASSE E	162,5	30	192
CLASSE F	195,0	36	231
CLASSE G	oltre	oltre	oltre

Prospetto 16 – Classi energetiche Ecodomus.Vi in clima standard (2379 GG).

Per quanto riguarda il calcolo dei fabbisogni energetici invernali, la normativa di riferimento appare sostanzialmente consolidata. La procedura di calcolo da seguire è quella indicata dalla norma UNI EN 832 *Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali*, ripresa e rivista successivamente dalla norma UNI EN ISO 13790, e dalle norme europee (o internazionali) ad essa complementari. Per quanto concerne il rendimento dell'impianto termico il calcolo fa generale riferimento alla già citata Raccomandazione CTI-R 3/03 e alla UNI 10348, con eccezione dei rendimenti di produzione che sono stimati sulla base delle

indicazioni del D.P.R. 660/96 sulla marcatura energetica dei generatori di calore. Il riferimento puntuale a norme specifiche risulta un particolare punto di forza del metodo adottato. Ecodomus.Vi mette a disposizione di tutti una cartella di lavoro in formato Excel suddivisa in sei sezioni:

- Foglio 0: Dati generali
- Fogli 1a, 1b, 1c: Caratteristiche dei componenti opachi e finestrati dell'involucro
- Fogli 2a, 2b, 2c: Dimensioni e orientazioni dei componenti opachi e finestrati
- Foglio 3: Ponti termici - Lunghezze dei ponti termici presenti
- Foglio 4: Ventilazione - Portate e sistema di recupero termico
- Foglio 5: Impianti di produzione e distribuzione per riscaldamento e acqua calda
- Foglio 6: Risultati - Fac simile certificato energetico con i principali risultati del calcolo

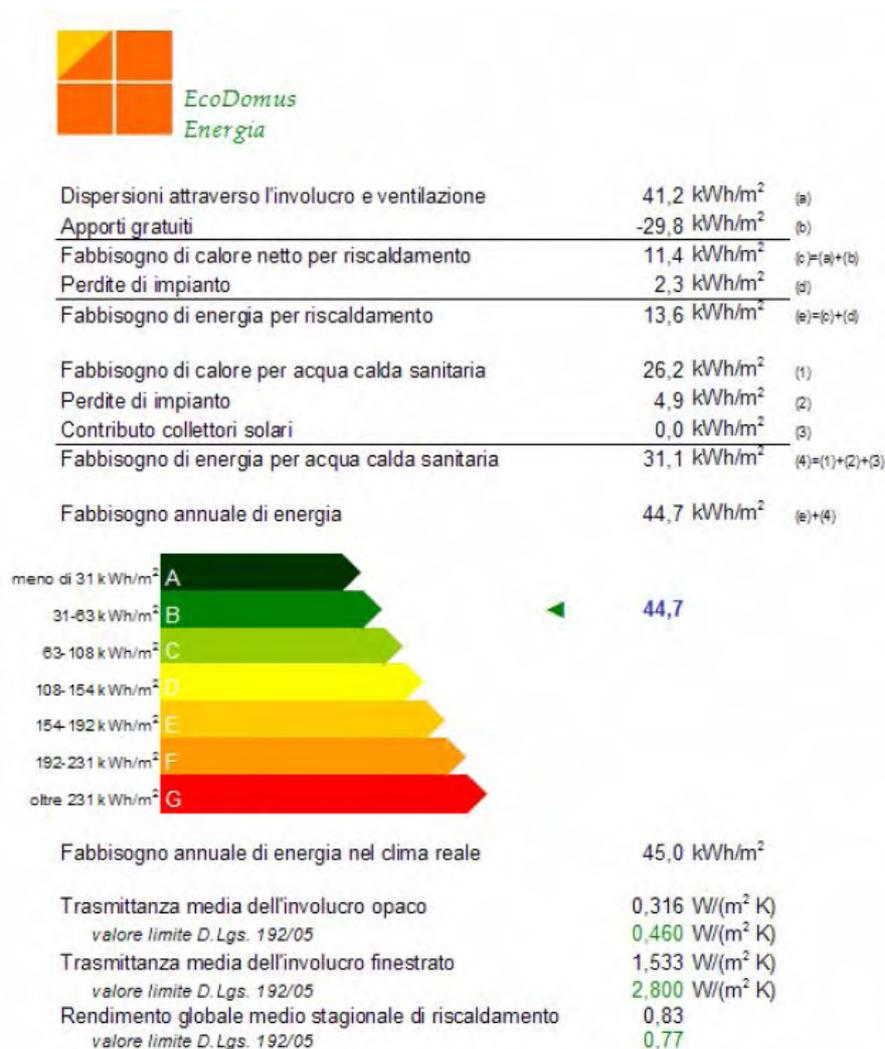


Figura 24 – Fac simile certificato energetico secondo Ecodomus.Vi.

Paragoniamo ora costi e benefici degli interventi sull'involucro edilizio che possono portare un'abitazione di classe "D" o "E" in classe "B", sempre secondo Ecodomus; consideriamo un esempio relativo a due tipologie edilizie:

1. edificio destinato ad abitazione unifamiliare
2. edificio a schiera costituito da quattro abitazioni accostate, identiche all'abitazione unifamiliare

Il singolo alloggio ha una superficie netta di 90 m², suddivisa su due piani. Ogni piano dell'abitazione ha altezza pari a 2.7 m. In entrambi i casi, la singola abitazione presenta due affacci, a nord e a sud, mentre le pareti est ed ovest sono cieche. Escludendo possibili miglioramenti dell'impianto, per il quale si è considerato un rendimento pari a 0.8, le variabili che influenzano il fabbisogno energetico per il riscaldamento comprendono l'isolamento dell'involucro edilizio e la tipologia edilizia in sé, che vede una diversa incidenza delle superfici disperdenti rispetto al volume riscaldato. Per entrambe le tipologie si sono considerati interventi sull'isolamento, in particolare:

- aumento dello spessore di isolante termico di pareti e copertura da 5 a 12 cm
- diminuzione della trasmittanza termica dei serramenti da 2.5 W/(m²K) a 1.5 W/(m²K) con il ricorso a vetrate basso emissive con gas

Si è valutato a parte l'effetto dell'eliminazione dei ponti termici, decisamente rilevanti nella determinazione dei consumi, che va perseguita attraverso una maggiore cura progettuale e realizzativa, come già sottolineato in precedenza. I risultati per l'edificio a schiera sono mediati sull'intera superficie.

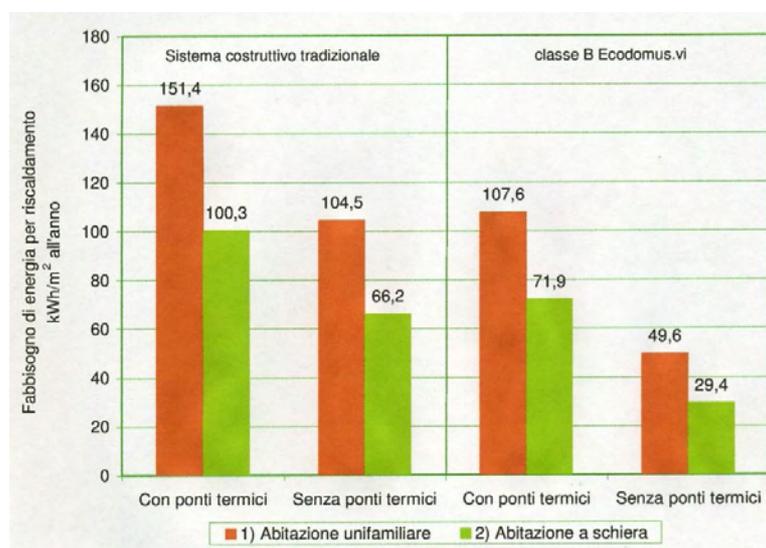


Figura 25 – Fabbisogno di energia per riscaldamento: confronto tra tecniche costruttive.

La figura 26 fa osservare che:

- a parità di materiali e caratteristiche costruttive, la geometria e quindi la tipologia edilizia influiscono notevolmente sulla richiesta di energia primaria per il riscaldamento: edifici con rapporto S/V (Superficie disperdente/Volume riscaldato) piccolo, come nel caso della schiera, consumano meno
- l'incidenza dei ponti termici sul fabbisogno è molto rilevante ed aumenta con il livello di isolamento: risulta quindi raccomandabile che la realizzazione minimizzi tutti i possibili "punti deboli" dell'involucro
- con interventi sul solo involucro edilizio l'abitazione unifamiliare, che parte dal sistema costruttivo tradizionale con ponti termici quindi dalla classe "E", può arrivare sulla soglia della classe "B", risparmiando il 67%; l'edificio a schiera, che parte dalla classe "D", con i provvedimenti ipotizzati passa in classe "B", risparmiando il 71% di energia

Andando quindi ad analizzare la differenza di costo tra un'abitazione tradizionale ed una bene isolata e il risparmio di energia monetizzato sulla base delle attuali tariffe del gas per uso domestico, si sono confrontati il sistema costruttivo tradizionale senza ponti termici, la cui eliminazione non è stata particolarmente onerosa, e il sistema costruttivo "super-isolato" con vetrocamera basso-emissivo, sempre senza ponti termici. Nelle valutazioni si considerano inoltre solo i costi per i materiali, dato che l'incidenza della manodopera dovrebbe risultare inalterata. Le principali voci di costo sono quelle relative al maggiore spessore di isolamento e all'impiego di vetri basso-emissivi con gas:

- isolamento: 1.2-1.3 €/m² per cm di spessore x 7 cm di spessore differenziale =
extra costo 8.4-9.1 €/m² di superficie isolata
- vetrate b.e.: extra costo 15-20 €/m² di superficie vetrata

Questo comporta maggiori costi pari a:

• **Edificio unifamiliare 1:**

8.4-9.1 €/m ² x 252 m ² di sup. disperdente	= 2120-2290 €
15-20 €/m ² x 10 m ² di sup. vetrata	= 150-200 €
Totale	= 2270-2490 €

- **Edificio multifamiliare 2 (valori medi per unità abitativa):**

8.4-9.1 €/m ² x 642 m ² di sup. disperdente/4	= 1350-1460 €
15-20 €/m ² x 10 m ² di sup. vetrata/4	= 150-200 €
Totale	= 1500-1660 €

Risparmi annuali:

- **Edificio unifamiliare 1:**

104.5 kWh/m ² - 49.6 kWh/m ²	= 54.9 kWh/m ²
equivalente in gas	= 5.72 Sm ³ /m ²
5.72 Sm³/m² x 90 m² x 0.60 €/Sm³	= 309 €/anno

- **Edificio multifamiliare 2 (valori medi per unità abitativa):**

66.2 kWh/m ² - 29.4 kWh/m ²	= 36.8 kWh/m ²
equivalente in gas	= 3.84 Sm ³ /m ²
3.84 Sm³/m² x 90 m² x 0.60 €/Sm³	= 207 €/anno

Dividendo il costo per il risparmio annuo si può vedere come l'investimento rientri in entrambi i casi in 7-8 anni:

- **Edificio unifamiliare 1:**

$$2270 - 2490 / 309 = 7.3 - 8.1 \text{ anni}$$

- **Edificio multifamiliare 2:**

$$1500 - 1660 / 207 = 7.2 - 8.0 \text{ anni}$$

L'analisi condotta evidenzia che la costruzione secondo i requisiti della classe "B" della certificazione Ecodomus.Vi porta a consumi compresi tra metà e un terzo di quelli dei sistemi costruttivi tradizionali; questo ha delle cadute rilevanti anche sul territorio. Considerando il solo settore residenziale, i permessi di costruzione per abitazioni in nuovi fabbricati e ampliamenti hanno riguardato in provincia di Vicenza oltre 1625000 m² di superficie utile dal 2000 al 2003. Stimando che la costruzione secondo la classe "B" di Ecodomus possa consentire risparmi anche solo del 50% rispetto alla pratica attuale, l'applicazione dello standard alle superfici abitative realizzate

avrebbe portato fin dal 2004 a risparmi dell'ordine di 100 milioni di kWh, equivalenti a 12.5 milioni di m³ di gas.

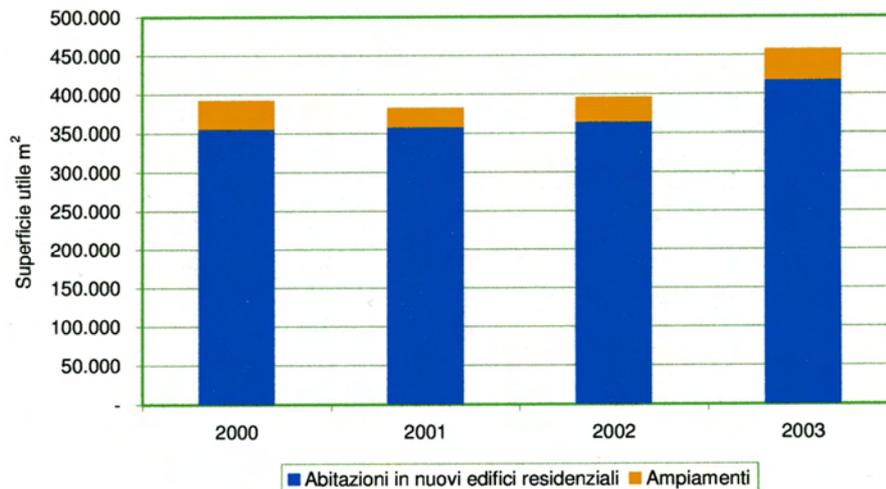


Figura 26 – Superficie utile delle abitazioni in edifici residenziali relativa ai permessi 2000 – 2003.

Si parla dunque di un trend di riduzione di oltre 3.1 milioni di m³ all'anno che rappresenta quindi un obiettivo possibile dei prossimi anni e che potrebbe portare in 10 anni a risparmiare circa 30 milioni di m³ di gas, con una corrispondente riduzione delle emissioni di anidride carbonica pari a 57 Mt.

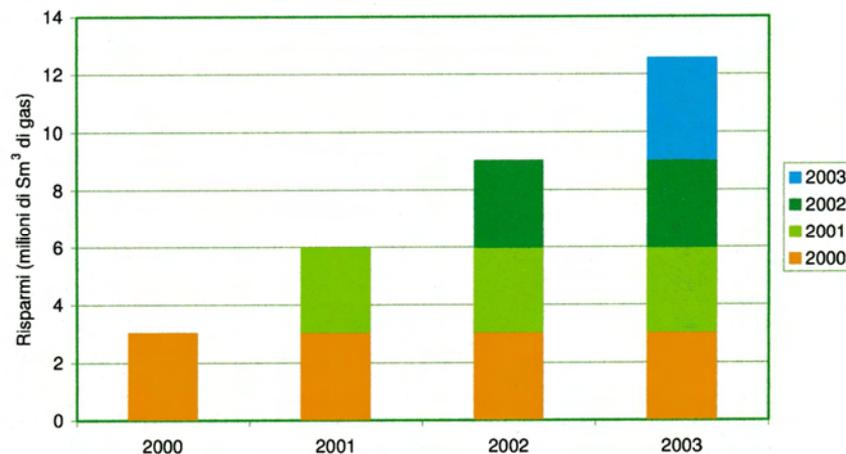


Figura 27 – Ipotesi di risparmio derivante dall'adozione dello standard Ecodomus.Vi Classe B.

Il progetto prevede una continua revisione e messa a punto dei principali parametri e delle metodologie, sia al fine di mantenere la migliore corrispondenza con la specifica situazione del territorio, sia per garantire il rispetto della procedura di assegnazione della classe; infatti è già in via sperimentale l'aumento delle classi da 7 a 9, introducendo le classi "A⁺" e "B⁺".

3.2.5. CERTIFICAZIONE LEED

In seguito alla costituzione dell'associazione no profit USGBC (U.S. Green Building Council) nel 1993 i membri della stessa si resero conto della necessità per l'industria dell'edilizia di avere a disposizione un sistema per definire e misurare l'efficienza dei criteri del "green building".



Figura 28 – Logo dell'associazione USGBC.

Di conseguenza, in seguito ad uno specifico studio dei sistemi esistenti di misurazione e valutazione della sostenibilità applicata all'edilizia, dopo meno di un anno dalla costituzione di USGBC, l'associazione costituì un apposito comitato per l'analisi dei risultati e l'approfondimento delle tematiche afferenti che, attraverso la partecipazione di competenze e discipline differenti (architetti, ingegneri, immobilariisti, proprietari, avvocati, ambientalisti ed industriali) fosse in grado di garantire maggiore ricchezza e profondità al processo e al prodotto finale. Il risultato del lavoro del comitato fu il primo programma pilota LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) per edifici di nuova realizzazione o ristrutturazione di impalcati già esistenti, LEED Version 1.0, lanciato all'assemblea dei soci di USGBC nell'agosto del 1998. Dopo rilevanti successive modifiche, a questa versione seguì la pubblicazione di LEED Green Building Rating System Version 2.0 nel marzo del 2000, di LEED Version 2.1 nel 2002, di LEED Version 2.2 nel 2005 e infine di LEED 2009 nell'aprile del 2009. Unitamente all'evoluzione e maturazione di LEED, il programma ha intrapreso nuove iniziative: in aggiunta al sistema di valutazione dedicato all'esercizio e manutenzione di edifici (LEED for Existing Building: Operation & Maintenance), LEED ha realizzato sistemi di valutazione specifici per tipologia edilizia in relazione anche alle caratteristiche del mercato immobiliare:

LEED for Core & Shell, LEED for New Construction, LEED for Schools, LEED for Neighborhood Development, LEED for Retail, LEED for Healthcare, LEED for Homes e LEED for Commercial Interiors. Nel 2008, in risposta alla crescente richiesta di certificazione degli edifici secondo LEED, con il supporto di USGBC fu fondato GBCI (Green Building Certification Institute), una nuova entità indipendente per lo svolgimento delle attività relative all'amministrazione della certificazione degli edifici, delle credenziali e dei programmi di certificazione correlati alla pratica degli edifici sostenibili in grado di dimostrare un effettivo miglioramento delle prestazioni ambientali delle costruzioni, come LEED.



Figura 29 – Logo dell'ente responsabile del rilascio e dell'amministrazione delle certificazioni LEED.

Contemporaneamente sono stati sviluppati sistemi nazionali derivati, basati sull'adattamento locale di LEED v2.0 e 2.2, come LEED Canada (CaGBC) e LEED India (IGBC). Le emergenze ambientali e la pressione della comunità scientifica e dei progettisti, convinti della necessità di adottare pratiche sostenibili nell'edilizia che si sta sviluppando a livello globale, accompagnate da un crescente interesse politico-economico e da una maggiore consapevolezza degli utenti finali degli edifici, hanno visto una rapida crescita della richiesta di edilizia sostenibile in ambito internazionale.

In questo contesto, dopo un periodo di analisi delle varie modalità di valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici e la conseguente decisione dell'adozione di LEED come sistema di riferimento, grazie allo stimolo della Provincia Autonoma di Trento e di Habitech Distretto Tecnologico Trentino, nel gennaio 2008, quarantasette tra aziende, enti ed associazioni fondarono l'associazione no profit GBC Italia. Scopo primario dell'associazione è l'introduzione delle pratiche sostenibili nel mercato edilizio: a tal scopo furono istituiti nel marzo 2008 il Comitato LEED e il Comitato Tecnico Scientifico per l'adattamento del sistema LEED NC (New

Constructions) alla realtà italiana. L'obiettivo iniziale dell'adeguamento della versione 2.2 di LEED NC, che prevedeva il sostanziale mantenimento di forme e contenuti della versione originale, si concluse con l'emissione di LEED Italia v0.9b nell'aprile 2009, con l'unico scopo di consentire una prima validazione da parte dei soci di GBC Italia. L'evoluzione del sistema LEED, con il lancio da parte di USGBC di LEED 2009, suggerì di cambiare obiettivo e di passare all'adattamento del sistema 2009. Il processo successivo, con i conseguenti e necessari notevoli cambiamenti di LEED Italia, che richiese la sostanziale riscrittura di alcuni crediti²² e una importante rivisitazione di quelli precedentemente adattati, grazie all'esperienza accumulata richiese una tempistica nettamente inferiore. Infatti tale processo richiese circa nove mesi: iniziato nel luglio 2009 si è concluso con il lancio ufficiale il 14 aprile 2010 presso il Teatro Sociale di Trento, a seguito dell'approvazione degli organi istituzionali di USGBC.



Figura 30 – Logo dell'associazione GBC Italia.

Gli ambiti di riferimento della progettazione "green" si evolvono e perfezionano costantemente: nuove tecnologie e nuovi prodotti entrano quotidianamente nel mercato e le innovative pratiche di progettazione dimostrano la loro efficacia giorno dopo giorno. Di conseguenza anche il sistema LEED e i documenti di riferimento devono aggiornarsi continuamente in base all'evoluzione delle tecniche edilizie ed analogamente i gruppi di progettazione si devono adeguare ai cambiamenti nel mercato e nel sistema.

Entrando nel dettaglio possiamo dire che il sistema di valutazione della sostenibilità edilizia LEED è un sistema volontario, basato sul consenso comune dei soci e guidato dal mercato. Utilizzando tecnologie esistenti di provata validità, LEED valuta le

²² Metodo di valutazione di LEED, come spiegato in dettaglio più avanti.

prestazioni ambientali degli edifici da un punto di vista complessivo durante il loro intero ciclo di vita, attraverso uno standard di riferimento completo che definisce che cos'è un edificio sostenibile sia durante la fase di progettazione che durante la costruzione e l'esercizio. LEED è un sistema di misura delle prestazioni ambientali pensato per la valutazione degli edifici commerciali, istituzionali e residenziali sia nuovi, sia esistenti che si basa su principi ambientali ed energetici riconosciuti ed accettati dalla comunità scientifica internazionale e definisce un equilibrio tra le attuali pratiche e i concetti emergenti innovativi. Il sistema di valutazione è organizzato in cinque grandi categorie ambientali:

- Sostenibilità del Sito
- Gestione delle Acque
- Energia e Ambiente
- Materiali e Risorse
- Qualità Ambientale Interna

Inoltre vengono prese in considerazione altre due categorie minori: l'Innovazione nel Processo di Progettazione, che si interessa appunto delle nuove pratiche indirizzate alla sostenibilità e alle questioni non trattate nelle categorie principali, e la categoria Priorità Regionali, che permette di evidenziare l'importanza delle situazioni locali nella determinazione delle migliori pratiche di sostenibilità progettuali e costruttive.

In LEED 2009 NC (Nuove Costruzioni) Italia la distribuzione dei punti tra i crediti è imperniata sugli effetti che ogni credito ha sull'ambiente e sulla salute umana rispetto ad un insieme di categorie di impatto. Tali categorie sono definite come l'impatto ambientale ed umano della progettazione, costruzione, funzionamento e manutenzione dell'edificio, quali ad esempio emissioni di gas serra, uso di combustibili fossili, agenti tossici e cancerogeni, inquinamento dell'aria e dell'acqua, condizioni dell'ambiente interno. Per quantificare l'importanza delle differenti categorie di impatto su ciascun credito è stata utilizzata una combinazione di approcci, inclusi la modellazione energetica, la valutazione del ciclo di vita, l'analisi dei trasporti. La conseguente distribuzione dei punti tra i crediti definisce il peso di ciascun credito. LEED 2009 NC Italia utilizza come base per la pesatura di ogni credito le categorie di impatto ambientale definite dall'agenzia governativa ambientale EPA (U.S. Environmental Protection Agency) all'interno del software TRACI (Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts), sviluppato per stimare gli

impatti ambientali nelle analisi LCA (Life Cycle Assessment), nella valutazione della sostenibilità dei processi industriali e progettuali, nella prevenzione dell'inquinamento. Inoltre viene preso in considerazione anche il sistema di pesatura implementato dal NIST (National Institute of Standards and Technology) nel software BEES, che consente di comparare reciprocamente le diverse categorie di impatto e di assegnare conseguentemente il relativo peso a ciascuna di esse. L'utilizzo contemporaneo dei due differenti approcci permette di determinare in modo chiaro ed univoco il corrispondente punteggio per ciascuno dei crediti. Il sistema di pesatura di LEED 2009 NC Italia è basato sui seguenti parametri, validi in tutti i sistemi di certificazione LEED previsti da USGBC e GBC Italia:

- tutti i crediti LEED valgono almeno un punto
- tutti i crediti LEED hanno un valore intero positivo, non esistono valori frazionari o negativi
- tutti i crediti LEED ricevono un peso unico e fisso in ogni sistema di valutazione, senza variazioni geografiche
- tutti i sistemi di valutazione LEED hanno 100 punti di base, le categorie IP (Innovazione nella Progettazione) e PR (Priorità Regionali) permettono di conseguire 10 ulteriori punti bonus.

In funzione dei criteri fin qui spiegati, il processo di pesatura dei crediti si sviluppa in tre passaggi:

1. In base ad un edificio di riferimento per la certificazione LEED, si stima l'impatto ambientale nelle diverse categorie derivate dal software TRACI.
2. Si individua il peso relativo dei diversi impatti dell'edificio per ogni categoria in accordo con i valori indicati dal software BEES.
3. Si assegna il punteggio di ciascun credito in base ai dati che quantificano l'impatto dell'edificio sull'ambiente e sulla salute umana.

Una volta assegnato ad ogni credito un punteggio correlato all'importanza relativa degli impatti degli edifici e delle corrispondenti conseguenze, è possibile determinare l'influenza ambientale complessiva di ciascun credito attraverso una media pesata che combina le considerazioni relative agli impatti della costruzione e il valore relativo delle diverse categorie di impatto. In base al procedimento descritto in precedenza, è attribuito un peso più elevato ai crediti che influiscono maggiormente nelle principali categorie di impatto ambientale. Inoltre i pesi relativi dei crediti riflettono anche gli

orientamenti di LEED nel riconoscere le implicazioni nel mercato edilizio dell'assegnazione dei punti. In definitiva il risultato finale del processo di pesatura dei crediti enfatizza l'importanza della riduzione dei consumi energetici e di emissioni di gas serra dovuti agli impianti degli edifici, dei trasporti, dell'energia incorporata nell'acqua e nei materiali e della produzione di rifiuti solidi. Il processo di pesatura subirà sicuramente delle revisioni nel tempo, questo per poter integrare i cambiamenti nei valori associati ai differenti impatti dell'edificio e alle tipologie di edificio, sulla base delle evoluzioni del mercato e delle conoscenze scientifiche connesse all'edilizia.

Per poter accedere alla certificazione LEED i progetti devono rispettare ciascuno dei termini indicati dai Requisiti Minimi di Programma (Minimum Program Requirements o MPR) associati al sistema di valutazione cui si riferiscono o comunque possedere le caratteristiche minime indicate. I requisiti identificano le categorie degli edifici che i sistemi LEED devono valutare, definendo tre obiettivi:

1. Fornire una guida chiara all'utente.
2. Proteggere il rigore della certificazione LEED.
3. Ridurre le eventuali problematiche che si potrebbero verificare durante il processo di certificazione.

Ovviamente anche i requisiti fondamentali si evolveranno nel tempo contestualmente ai sistemi di valutazione LEED; in ogni caso il Green Building Certification Institute si riserva il diritto di revocare la certificazione LEED ad ogni progetto in caso di difformità rispetto a qualsiasi Requisito Minimo. Ai fini della certificazione, dunque, tutte le candidature devono presentare la documentazione richiesta, con particolare riferimento ai dati generali e alla dimostrazione del soddisfacimento di tutti i prerequisiti e crediti perseguiti, e l'invio di una descrizione generale del progetto. Tale descrizione deve comprendere dettagli specifici riguardanti il soggetto che richiede la certificazione, la committenza, l'edificio, il sito di costruzione e il gruppo di progettazione. Questo permette ai revisori LEED di comprendere le principali caratteristiche del progetto e la presentazione dell'edificio ed è inoltre utile per evidenziare le qualità del progetto in future campagne informative sulla certificazione LEED. Nella documentazione devono essere presenti anche: i dettagli fondamentali attinenti le condizioni del sito di progetto, gli obiettivi della committenza, il programma dei lavori e l'occupazione prevista dell'edificio al suo completamento; a discrezione del gruppo di progettazione, poi, è ovviamente ben accetto qualsiasi altro elemento che possa far meglio

comprendere il progetto. Una volta che il progetto candidato dimostra di soddisfare i Requisiti Minimi di Programma, il rispetto di tutti i Prerequisiti del sistema di certificazione e che il punteggio complessivo ottenuto dai criteri proposti dai crediti LEED è superiore alla soglia minima, ottiene la certificazione LEED con un livello che dipende dalla conformità del progetto al sistema di valutazione.

Non appena completata la procedura di registrazione, il gruppo di progettazione deve iniziare a preparare tutte le informazioni e ad effettuare i calcoli necessari a dimostrare il soddisfacimento dei criteri base richiesti. Dal momento che la documentazione deve essere raccolta in modo continuativo durante tutte le fasi di progettazione e di costruzione, è utile individuare un responsabile LEED nel team di progetto con il compito di gestire la raccolta ed elaborazione della documentazione necessaria. LEED offre la possibilità di suddividere la certificazione del progetto in due fasi: Progettazione e Costruzione. La documentazione utile per la dimostrazione del soddisfacimento dei requisiti minimi in fase di progettazione, chiaramente identificata in LEED Online, può essere inviata per la revisione alla conclusione delle attività di progettazione. Infatti in questa fase tutti i documenti richiesti dovrebbero essere già disponibili: ciò consente di valutare la probabilità di conseguimento del credito (o del prerequisito) anche prima del completamento della costruzione. E' importante sottolineare che i crediti LEED non vengono aggiudicati in via definitiva a seguito della revisione della Fase di Progettazione ma possono solamente essere anticipati.

Per ogni progetto è consentita una sola validazione (revisione) nella Fase di Progettazione (Design Phase Review), articolata in una fase preliminare (Preliminary Design Review) e una fase finale (Final Design Review). Al termine si ottiene una valutazione formale per ciascun credito, che può risultare positiva (Credit Anticipated) o negativa (Credit Denied). Il superamento con successo di questa prima revisione non garantisce l'ottenimento finale di alcun credito e non dà diritto al conseguimento finale della certificazione, ma rappresenta un processo utile al gruppo progettuale per valutare le potenzialità di ottenimento dei crediti e per mantenere un costante coinvolgimento di tutti gli interessati, al fine di assicurare che l'edificio sia costruito secondo le specifiche di progetto. Al termine della realizzazione del progetto, il team di progettazione può sottoporre alla validazione dei certificatori tutti i crediti che si intendono ottenere per la Fase di Costruzione e ogni eventuale credito che, pur se normalmente sottoposto a validazione nella Fase di Progettazione, è stato posticipato e

quindi non è stato inviato in precedenza. Se la verifica per la fase progettuale dovesse essere già stata fatta e alcuni crediti già precedentemente accettati, anche se non in via definitiva (Anticipated), dovessero subire successive variazioni, è necessario aggiornare anche la corrispondente documentazione di supporto. Una volta completata tutta la documentazione richiesta per la certificazione e il relativo pagamento, GBCI provvede alla verifica finale di conseguimento della certificazione credito per credito (Final Review), fermo restando che tutti i crediti anticipati nella verifica preliminare del progetto, che non abbiano subito modifiche durante la costruzione, saranno automaticamente aggiudicati; tutti gli altri crediti saranno valutati con successo (Awarded) o meno (Denied). I gruppi di progettazione devono fare riferimento a LEED Online e all'elenco riassuntivo dei crediti per il sistema di valutazione specifico (Lista di verifica o Checklist) per individuare i crediti che possono essere presenti per la revisione della Fase di Progettazione e i crediti che devono essere presenti solo per la revisione della Fase di Costruzione. La certificazione LEED 2009 Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni è aggiudicata in accordo con la seguente scala di valutazione:

- **BASE**: da 40 a 49 punti conseguiti
- **ARGENTO**: da 50 a 59 punti conseguiti
- **ORO**: da 60 a 79 punti conseguiti
- **PLATINO**: da 80 a 110 punti conseguiti (punteggio massimo conseguibile 100 punti + 10 di bonus)



Figura 31 – Stemmi delle varie classi di certificazione LEED.

Gli edifici che raggiungono uno di questi livelli di valutazione riceveranno una lettera formale non appena concluso il processo di certificazione. Nella tabella seguente sono riportate le indicazioni relative alla fase in cui i diversi crediti possono essere sottoposti a revisione: Fase di Progettazione (P) o Fase di Costruzione (C).

Credito o Prerequisito	Titolo	P/C
PI 1	Requisiti minimi di programma	P
PI 2	Principali dati del progetto	P
PI 3	Occupazione ed utilizzo	P
PI 4	Documentazione generale	P
SS Prerequisito 1	Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere	C
SS Credito 1	Selezione del sito	P
SS Credito 2	Densità edilizia e vicinanza ai servizi	P
SS Credito 3	Recupero e riqualificazione dei siti contaminati	P
SS Credito 4.1	Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici	P
SS Credito 4.2	Trasporti alternativi: portabiciclette e spogliatoi	P
SS Credito 4.3	Trasporti alternativi: veicoli a bassa emissione e a carburante alternativo	P
SS Credito 4.4	Trasporti alternativi: capacità dell'area di parcheggio	P
SS Credito 5.1	Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat	C
SS Credito 5.2	Sviluppo del sito: massimizzazione degli spazi aperti	P
SS Credito 6.1	Acque meteoriche: controllo della quantità	P
SS Credito 6.2	Acque meteoriche: controllo della qualità	P
SS Credito 7.1	Effetto isola di calore: superfici esterne	C
SS Credito 7.2	Effetto isola di calore: coperture	P
SS Credito 8	Riduzione dell'inquinamento luminoso	P
GA Prerequisito 1	Riduzione dell'uso dell'acqua	P
GA Credito 1	Gestione efficiente delle acque a scopo irriguo	P
GA Credito 2	Tecnologie innovative per le acque reflue	P
GA Credito 3	Riduzione dell'uso dell'acqua	P
EA Prerequisito 1	Commissioning di base dei sistemi energetici dell'edificio	C
EA Prerequisito 2	Prestazioni energetiche minime	P
EA Prerequisito 3	Gestione di base dei fluidi refrigeranti	P
EA Credito 1	Ottimizzazione delle prestazioni energetiche	P
EA Credito 2	Produzione in sito di energie rinnovabili	P
EA Credito 3	Commissioning avanzato dei sistemi energetici	C
EA Credito 4	Gestione avanzata dei fluidi refrigeranti	P
EA Credito 5	Misure e collaudi	C
EA Credito 6	Energia verde	C
MR Prerequisito 1	Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili	P
MR Credito 1.1	Riutilizzo degli edifici: mantenimento di murature, solai e coperture esistenti	C
MR Credito 1.2	Riutilizzo degli edifici: mantenimento del 50% degli elementi non strutturali interni	C
MR Credito 2	Gestione dei rifiuti da costruzione	C
MR Credito 3	Riutilizzo dei materiali	C
MR Credito 4	Contenuto di riciclato	C
MR Credito 5	Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata (materiali regionali)	C
MR Credito 6	Materiali rapidamente rinnovabili	C
MR Credito 7	Legno certificato	C
QI Prerequisito 1	Prestazioni minime per la qualità dell'aria	P
QI Prerequisito 2	Controllo ambientale del fumo di tabacco	P
QI Credito 1	Monitoraggio della portata dell'aria di rinnovo	P
QI Credito 2	Incremento della ventilazione	P
QI Credito 3.1	Piano di gestione IAQ: fase costruttiva	C
QI Credito 3.2	Piano di gestione IAQ: prima dell'occupazione	C
QI Credito 4.1	Materiali basso emissivi: adesivi, primers, sigillanti, materiali cementizi, finiture per legno	C
QI Credito 4.2	Materiali basso emissivi: pitture	C
QI Credito 4.3	Materiali basso emissivi: pavimentazioni	C
QI Credito 4.4	Materiali basso emissivi: prodotti in legno composito e fibre vegetali	C
QI Credito 5	Controllo delle fonti chimiche ed inquinanti indoor	P
QI Credito 6.1	Controllo e gestione degli impianti: illuminazione	P
QI Credito 6.2	Controllo e gestione degli impianti: comfort termico	P
QI Credito 7.1	Comfort termico: progettazione	P
QI Credito 7.2	Comfort termico: verifica	P
QI Credito 8.1	Luce naturale e visione: luce naturale per il 75% degli spazi	P
QI Credito 8.2	Luce naturale e visione: visuale esterna per il 90% degli spazi	P
IP Credito 1	Innovazione nella progettazione	P/C
IP Credito 2	Professionista Accreditato LEED (LEED AP)	C

Prospetto 17 – Checklist LEED riferita ai crediti revisionabili in Fase di Progettazione o in Fase di Costruzione.

Ci sono naturalmente delle strategie consigliate per conseguire la certificazione LEED: ad esempio è necessario che il gruppo di progettazione sia a conoscenza dei principi e degli obiettivi ancora prima di affrontare la scelta del sito di costruzione e di iniziare la fase progettuale. Le fasi suggerite per la progettazione sono i vari livelli di progettazione architettonica e pianificazione comunemente utilizzati nell'ambito delle costruzioni:

- meta del progetto (Concept): comporta la raccolta di informazioni, il riconoscimento delle necessità del promotore e la scelta degli obiettivi di progetto
- progetto preliminare: esplora molteplici opzioni e alternative progettuali, con l'obiettivo di stabilire uno schema progettuale sommario sul quale sarà realizzato il progetto finale
- progetto definitivo: implementa con maggiore profondità le scelte progettuali delle fasi precedenti e conclude il processo di definizione degli spazi architettonici, delle strutture portanti e degli impianti
- progetto esecutivo: conclude il processo progettuale nel dettaglio con la preparazione di tutti i documenti necessari per la costruzione
- costruzione: fase di cantierizzazione e realizzazione del progetto
- termine dei lavori: la Direzione Lavori dichiara concluse le attività di costruzione
- consegna del progetto e certificato di abitabilità: è il riconoscimento ufficiale da parte delle autorità locali della conformità dell'edificio ai criteri progettuali e di sicurezza

Altro aspetto importante è considerare la connessione tra i vari crediti, le loro sinergie e compensazioni che influenzano gli altri crediti che si vogliono perseguire e il progetto nel suo complesso.

LEED fornisce anche informazioni e suggerimenti sulle pratiche sostenibili di esercizio e manutenzione degli edifici che possono essere adottate una volta conclusa la fase di certificazione. Sebbene non sia espressamente richiesto come parte integrante del processo di certificazione, l'attuazione di tali pratiche con continuità può aiutare i proprietari dell'edificio, gli operatori e gli staff di manutenzione ad assicurare che l'edificio continui ad operare in accordo con i criteri di sostenibilità ambientale con cui è stato progettato e realizzato.

E' inoltre possibile ottenere maggior punteggio con le "Prestazioni Esemplari": il raggiungimento di una prestazione esemplare richiede di perseguire un netto

miglioramento del livello prestazionale normalmente richiesto dai crediti o una estensione degli obiettivi perseguiti dai crediti. Per l'ottenimento di punteggio addizionale si deve raggiungere il livello prestazionale definito dal gradino successivo nella scala di valutazione di ciascun credito oppure, per i crediti con più opzioni alternative, ottenere un credito nella categoria IP (Innovazione nella Progettazione) soddisfacendo più di un'opzione contemporaneamente (qualora i loro benefici siano cumulabili). I crediti per cui sono disponibili punti di "Prestazione Esemplare" sono segnalati nella Checklist con il logo qui di seguito riportato.



Figura 32 – Simbolo per segnalare la possibilità di raggiungimento della “Prestazione Esemplare”.

I crediti per i quali è possibile ottenere punteggio addizionale per prestazione esemplare sono i seguenti:

SOSTENIBILITA' DEL SITO

SS Credito 4.1: Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici

SS Credito 4.2: Trasporti alternativi: portabiciclette e spogliatoi

SS Credito 4.3: Trasporti alternativi: veicoli a basso emissione e a carburante alternativo

SS Credito 4.4: Trasporti alternativi: capacità dell'area di parcheggio

SS Credito 5.1: Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat

SS Credito 5.2: Sviluppo del sito: massimizzazione degli spazi aperti

SS Credito 6.1: Acque meteoriche: controllo della quantità

SS Credito 6.2: Acque meteoriche: controllo della qualità

SS Credito 7.1: Effetto isola di calore: superfici esterne

SS Credito 7.2: Effetto isola di calore: coperture

GESTIONE DELLE ACQUE

GA Credito 2: Tecnologie innovative per le acque reflue

GA Credito 3: Riduzione dell'uso dell'acqua

ENERGIA ED ATMOSFERA

EA Credito 1: Ottimizzazione delle prestazioni energetiche

EA Credito 2: Produzione in sito di energie rinnovabili

EA Credito 3: Commissioning avanzato dei sistemi energetici

EA Credito 6: Energia verde

MATERIALI E RISORSE

MR Credito 2: Gestione dei rifiuti da costruzione

MR Credito 3: Riutilizzo dei materiali

MR Credito 4: Contenuto di riciclato

MR Credito 5: Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata (materiali regionali)

MR Credito 6: Materiali rapidamente rinnovabili

QUALITA' AMBIENTALE INTERNA

QI Credito 8.1: Luce naturale e visione: luce naturale per il 75% degli spazi

QI Credito 8.2: Luce naturale e visione: visuale esterna per il 90% degli spazi

Per promuovere l'importanza delle tematiche ambientali specifiche per una particolare zona geografica, GBC Italia con il supporto dei Chapter locali identifica sei tra i crediti contenuti nelle cinque categorie di base che possono avere rilevanza territoriale. Il conseguimento di uno di questi sei crediti permette di ottenere un punto aggiuntivo nella categoria "Priorità Regionale", fino ad un massimo di quattro; qualora il progetto sia in grado di raggiungere più di quattro crediti, il gruppo di lavoro ha la facoltà di decidere quali adottare in quest'ultima categoria.

Andiamo ora ad analizzare nel dettaglio e suddivisi per categoria i vari argomenti della Checklist, evidenziando il punteggio, le peculiarità, gli obiettivi e i metodi necessari per raggiungere i livelli di sostenibilità richiesti da ogni singolo credito²³.

²³ Le formule e le specifiche tecniche, trattate in dettaglio, da utilizzare per ottenere i risultati richiesti sono contenute nel "MANUALE LEED ITALIA NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI".

SOSTENIBILITA' DEL SITO

Credito o Prerequisito	Titolo	Punteggio
SS Prerequisito 1	Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere	Obbligatorio
SS Credito 1	Selezione del sito	1 Punto
SS Credito 2	Densità edilizia e vicinanza ai servizi	5 Punti
SS Credito 3	Recupero e riqualificazione dei siti contaminati	1 Punto
SS Credito 4.1	Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici	6 Punti 
SS Credito 4.2	Trasporti alternativi: portabiciclette e spogliatoi	1 Punto 
SS Credito 4.3	Trasporti alternativi: veicoli a bassa emissione e a carburante alternativo	3 Punti 
SS Credito 4.4	Trasporti alternativi: capacità dell'area di parcheggio	2 Punti 
SS Credito 5.1	Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat	1 Punto 
SS Credito 5.2	Sviluppo del sito: massimizzazione degli spazi aperti	1 Punto 
SS Credito 6.1	Acque meteoriche: controllo della quantità	1 Punto 
SS Credito 6.2	Acque meteoriche: controllo della qualità	1 Punto 
SS Credito 7.1	Effetto isola di calore: superfici esterne	1 Punto 
SS Credito 7.2	Effetto isola di calore: coperture	1 Punto 
SS Credito 8	Riduzione dell'inquinamento luminoso	1 Punto

Prospetto 18 – Crediti con i relativi punteggi e possibile “Prestazione Esemplare” per la prima categoria base: Sostenibilità del Sito.

Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere: la finalità principale di questo prerequisito è quella di ridurre l'inquinamento generato dalle attività di costruzione, controllando i fenomeni di erosione del suolo e di sedimentazione nelle acque riceventi e la produzione di polveri. Il Piano studiato a tale scopo dovrà soddisfare i requisiti tecnici contenuti nella “Guida alla Relazione del Piano per il Controllo dell'Erosione e della Sedimentazione” preparata da GBC Italia sulla base del documento EPA Construction General Permit (CGP) del 2003. Secondo la Guida, gli obiettivi da raggiungere sono:

- evitare la perdita di terreno durante la costruzione causata dal deflusso superficiale delle acque meteoriche e/o dall'erosione dovuta al vento, includendo la protezione del terreno superficiale rimosso e accumulato per il riuso

- prevenire la sedimentazione nel sistema fognario di raccolta delle acque meteoriche o nei corpi idrici recettori
- evitare di inquinare l'aria con polveri o particolati

Il Piano per il Controllo dell'Erosione e della Sedimentazione potrà essere parte di un più ampio Piano di Gestione Ambientale di cantiere, adottato dall'impresa costruttrice volontariamente o per prescrizione contrattuale, per ridurre gli impatti negativi del cantiere sull'ambiente (inquinamento dell'acqua, dell'aria, del suolo, acustico, ecc...). Il Piano di Gestione Ambientale potrà a sua volta ispirarsi al regolamento europeo EMAS²⁴ (Eco-Management and Audit Scheme) o alla norma UNI EN ISO 14001 (Sistemi di gestione ambientale: requisiti e guida all'uso). In tutti i casi è necessaria un'organizzazione strutturata all'interno dell'impresa con incarichi e responsabilità ben definite.

Selezione del sito: questo credito ha come scopo quello di evitare l'edificazione in aree inappropriate e di ridurre l'impatto ambientale della localizzazione di un edificio su di un sito. Per riuscire in ciò è necessario non costruire edifici, spazi esterni pavimentati, strade o aree parcheggio su siti che rispondono ai seguenti criteri:

- aree agricole ad esclusione di quei terreni che per caratteristiche insediative risultano interclusi all'interno di aree edificate, dove il loro utilizzo agricolo risulta comunque compromesso
- siti precedentemente non antropizzati a pericolosità idrogeologica elevata o molto elevata; in particolare per il rischio di esondazione si consiglia di fare riferimento al tempo di ritorno di 100 anni
- terreni specificatamente indicati come habitat per le specie minacciate o in pericolo di estinzione contenute nelle liste rosse nazionali o locali, o all'interno delle aree di conservazione speciale ZSC (Direttiva Habitat 92/43 CEE) e zone di protezione speciale ZPS (Direttiva Uccelli 79/409 CEE)
- entro 30 m dalle zone umide di "interesse internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar, resa esecutiva con il Decreto del Presidente della Repubblica n.448/1976, o all'interno delle aree di protezione di zone umide istituite dalle Regioni e Province Autonome

²⁴ Già citato nel capitolo 2 al paragrafo 2.3.2.

- siti precedentemente non antropizzati entro 15 m da un corpo idrico superficiale che supporta o può supportare vita acquatica, usi ricreativi o produttivi, in accordo con la terminologia del D.Lgs. 152/2006 “Norme in materia ambientale”
- terreno che prima di essere acquisito per il progetto era un parco pubblico, a meno che un terreno di eguale o maggiore valore come parco pubblico venga accettato in cambio dal proprietario pubblico (i progetti delle Autorità Parco sono esentati)

Densità edilizia e vicinanza ai servizi: obiettivo base è indirizzare lo sviluppo edilizio verso aree urbane dove sono già presenti servizi ed infrastrutture, proteggere le aree verdi, preservare l’habitat e le risorse naturali. Per arrivare ad ottenere i 5 punti di questo credito, sono proposte le due opzioni separatamente: una per quanto riguarda la densità edilizia e un’altra per la vicinanza ai servizi. Per la prima si consiglia di costruire o ristrutturare un edificio in un’area già edificata e all’interno di una zona con una densità edilizia (o un indice di utilizzazione fondiaria) minima di $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (oppure $0.8 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il calcolo della densità edilizia deve includere l’area dove sarà realizzato il progetto. Per la seconda, invece, si suggerisce di costruire o ristrutturare in un’area che soddisfa i seguenti criteri:

- è inserita in una zona già precedentemente edificata
- è situata entro 800 m da un’area residenziale caratterizzata da una densità media pari a 10 unità abitative ogni 4000 m^2
- comprende almeno 10 servizi di base entro un raggio di 800 m
- è dotata di accesso pedonale tra l’edificio ed i servizi base

Per i progetti a destinazione mista, tra i 10 servizi base richiesti al massimo 1 può essere all’interno del progetto purché sia aperto al pubblico. Almeno 8 servizi devono essere esistenti e operativi prima della costruzione del progetto: al massimo 2 servizi possono essere programmati per il futuro. In questo caso si deve dimostrare che i servizi futuri saranno operativi entro un anno dall’occupazione dello stabile. Esempi di servizi base sono: banca, luogo di culto, negozio di generi alimentari, asilo nido, scuola materna, lavasecco, caserma dei vigili del fuoco, centro estetico, ferramenta, lavanderia, biblioteca, medico o dentista, centro per anziani, parco, farmacia, ufficio postale, ristorante, scuola, supermercato, teatro, centro polifunzionale, centro fitness o palestra, museo, ecc... La vicinanza dei servizi base si determina disegnando su una

mappa dell'area in esame un cerchio con centro nell'entrata principale dell'edificio e con raggio di 800 m.

Recupero e riqualificazione dei siti contaminati: la finalità è quella di bonificare e riqualificare siti degradati dove lo sviluppo insediativo è ostacolato dall'inquinamento ambientale e diminuire così il consumo di suolo non urbanizzato. Anche in questo caso sono proposte due opzioni: una dice di edificare su un sito brownfield, ossia un sito inquinato in accordo con le prescrizioni del D.Lgs. 152/06 e successive modifiche o ai sensi del D.M. 471/99; la seconda, invece, invita ad edificare su un sito da bonificare secondo le anagrafi predisposte dalle singole Regioni e Province Autonome sulla base dei criteri definiti dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici: con questo credito si vuole incentivare a ridurre l'inquinamento e l'impatto ambientale generati dal traffico automobilistico. Ci possono essere due opzioni: vicinanza a stazione ferroviaria o vicinanza a fermata dell'autobus. La prima indica di localizzare il progetto ad una distanza (misurata da un accesso principale), percorribile a piedi, inferiore a 800 m da una stazione ferroviaria o di metropolitana leggera o sotterranea che sia esistente oppure pianificata e finanziata. La seconda propone di localizzare il progetto ad una distanza (misurata da un accesso principale), percorribile a piedi, inferiore a 400 m da una o più fermate di due o più linee di autobus pubblici, tram o servizi di bus navetta utilizzabili dagli occupanti l'edificio.

Trasporti alternativi: portabiciclette e spogliatoi: l'obiettivo è ovviamente il medesimo del credito precedente, però in questo si considerano due casi. Il primo è quello relativo ad edifici commerciali o istituzionali, per i quali è necessario fornire portabiciclette sicuri e/o depositi ad una distanza inferiore a 200 m dall'entrata dell'edificio per almeno il 5% di tutti gli utenti dell'edificio²⁵. Inoltre si consiglia di fornire spogliatoi con docce all'interno dell'edificio o comunque ad una distanza inferiore ai 200 m, in misura pari allo 0.5% degli occupanti lo stabile a "tempo pieno". Il secondo caso è riferito agli edifici residenziali, per i quali si devono fornire spazi

²⁵ Misurati nei periodi di punta.

adeguati coperti e in sicurezza per il deposito delle biciclette per almeno il 15% degli occupanti l'edificio.

Trasporti alternativi: veicoli a bassa emissione e a carburante alternativo: come prima l'obiettivo è l'abbattimento dell'inquinamento dovuto al traffico automobilistico e vengono segnalate quattro diverse opzioni da considerare. Per prima cosa si devono prevedere dei parcheggi preferenziali²⁶ per i veicoli a bassa emissione e a carburante alternativo²⁷ per il 5% della capacità totale del parcheggio. In alternativa si possono fornire parcheggi a prezzi scontati: per avere uno stimolo significativo in tutti i mercati potenziali, l'agevolazione economica deve essere almeno del 20%, inoltre la tariffa deve essere disponibile per tutti i veicoli "bio" e non deve quindi limitarsi al 5% della capacità del parcheggio; questa agevolazione deve valere per almeno 2 anni e deve essere pubblicizzata all'ingresso del parcheggio. La seconda opzione è quella di installare delle stazioni di rifornimento carburante alternativo per il 3% della capacità totale del parcheggio. Terza opzione: fornire veicoli a bassa emissione e veicoli a carburante alternativo al 3% degli occupanti lo stabile a "tempo pieno" e fornire agli stessi dei parcheggi preferenziali. Come quarta possibilità si deve fornire agli occupanti l'edificio un servizio di car-sharing (utilizzo in comune di auto) con veicoli "green", rispettando i seguenti requisiti:

- ogni veicolo per il car-sharing deve poter trasportare almeno 8 persone
- il contratto per il veicolo di car-sharing deve avere durata di minimo 2 anni
- la stima dei veicoli necessari deve essere supportata da adeguata documentazione
- deve essere fornita una guida scritta sulle modalità e funzionamento del servizio
- i parcheggi dei veicoli utilizzati per il car-sharing devono essere collocati il più vicino possibile all'entrata principale e una mappa deve evidenziare il percorso a piedi rilevandone la distanza

²⁶ Per "parcheggi preferenziali" si intendono i posti macchina più vicini all'entrata principale dell'edificio (escludendo gli spazi destinati ai diversamente abili); quando la quantità minima di nuovi parcheggi non è definita dalle prescrizioni locali, si deve consultare le normative e il corpo legislativo nazionale vigente di cui alla legge 17 agosto 1942 n.1150 e il D.M. 02/04/1968 n.1444 e successive modifiche.

²⁷ Per gli obiettivi di questo credito, i veicoli a bassa emissione e a carburante alternativo sono quelli ammissibili a contributo perché soddisfano i requisiti richiesti dalla legge finanziaria emanata annualmente dallo Stato a seguito del recepimento della Direttiva 2003/30/CE sulla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti, sia dalle norme "Euro" sui limiti delle emissioni di inquinanti da parte dei veicoli; i requisiti richiesti sono quelli vigenti alla data di registrazione del progetto.

Trasporti alternativi: capacità dell'area di parcheggio: stessa finalità dei crediti precedenti; in questo credito però si differenziano tre casi con due opzioni ciascuno, di cui la seconda opzione è uguale per tutti e tre i casi, essendo riferita al caso delle ristrutturazioni, e quindi verrà citata solo nel primo caso. Esso è riferito al "non residenziale" e la prima opzione dice di dimensionare la capacità del parcheggio in modo che non superi il minimo stabilito dalle prescrizioni degli strumenti urbanistici locali; inoltre si indica di prevedere parcheggi preferenziali per carpool o vanpool per il 10% del totale dei posti macchina previsti. L'altra opzione ricorda di non prevedere nuovi parcheggi negli interventi di ristrutturazione edilizia. Il secondo caso è quello "residenziale" e come prima opzione da la stessa del caso precedente solo che aggiunge di prevedere infrastrutture e programmi di supporto per facilitare l'utilizzo in comune di mezzi ecologici. Il terzo caso rappresenta quello dell' "uso misto"²⁸ e ricorda che edifici ad uso misto con un'area ad uso commerciale minore o uguale al 10% del totale devono essere considerati come residenziali e quindi si deve applicare il caso 2. Per gli edifici ad uso misto con più del 10% di area si deve applicare il caso 1 per la parte commerciale e il caso 2 per quella residenziale.

Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat: scopo del credito è conservare le aree naturali e i paesaggi agrari esistenti, riqualificare le aree danneggiate per fornire habitat a flora e fauna e promuovere la biodiversità. Distinguiamo due diverse situazioni: la prima è il caso delle aree verdi naturali e paesaggi agrari²⁹ per i quali si consiglia, per limitare la compattazione de terreno dovuta a lavorazioni ed operazioni cantieristiche che richiedono aree di deposito o di sosta dei mezzi, di contenere il disturbo creato a:

- 12 m oltre il perimetro dell'edificio
- 3 m oltre i percorsi pedonali, i patii, le superfici dei parcheggi ed attrezzature di servizio di dimensioni minori di 30 cm di diametro
- 4.5 m oltre il ciglio delle strade principali
- 7.5 m oltre le aree costruite con superfici permeabili (come ad esempio sistemi per il trattenimento delle acque meteoriche o i campi da gioco)

²⁸ Edifici con destinazione d'uso residenziale e commerciale.

²⁹ Per aree verdi si intendono zone intatte, non precedentemente urbanizzate o degradate dal passaggio o dalla presenza di attività umana; per paesaggi agrari si intendono aree che hanno subito modificazioni per uso agricolo, ma dove nel tempo si è consolidato un valore paesaggistico e naturalistico di rilievo socialmente riconosciuto.

La seconda situazione riguarda le aree antropizzate³⁰ per le quali si indica di ripristinare o proteggere almeno il 50% dell'area di progetto (esclusa l'impronta dell'edificio) oppure il 20% dell'area totale del sito (compresa l'impronta dell'edificio) a seconda di quale è maggiore, con vegetazione autoctona caratterizzata da specie locali non invasive o infestanti. I progetti che soddisfano "SS Credito 2" e che prevedono coperture a verde, possono inserire le superfici di tetto verde nel calcolo per il raggiungimento di questo credito, purché le piante utilizzate siano autoctone o adattate³¹, costituiscano habitat e favoriscano la biodiversità.

Sviluppo del sito: massimizzazione degli spazi aperti: la finalità è quella di fornire un'elevata quantità di spazio aperto a verde in rapporto all'impronta di sviluppo per promuovere la biodiversità. Primo caso: ridurre l'impronta di sviluppo e/o fornire spazio aperto a verde all'interno dell'area di progetto per eccedere del 25% i requisiti previsti dagli strumenti urbanistici locali. In ogni caso la superficie minima di spazio aperto a verde non deve essere inferiore al 20% dell'area di progetto. Secondo caso: dove esistono strumenti urbanistici locali, ma non forniscono requisiti minimi di spazio aperto (zero), fornire uno spazio aperto a verde che abbia una superficie maggiore o uguale al 20% dell'area di progetto. Per tutti i casi: per progetti in aree urbane che soddisfano "SS Credito 2", le coperture a verde e i percorsi pedonali possono contribuire al raggiungimento di questo credito; per questi progetti un minimo del 25% dello spazio aperto deve essere a verde. Stagni o laghetti di ritenzione possono essere conteggiati come spazio aperto se le sponde hanno pendenza media di 1:4 (verticale:orizzontale) o minore e sono ricoperte di vegetazione.

Acque meteoriche: controllo della quantità: con questo credito si vuole limitare le alterazioni della dinamica naturale del ciclo idrologico mediante la riduzione delle superfici di copertura impermeabili, l'aumento delle filtrazioni in sito, la riduzione o l'eliminazione dell'inquinamento del deflusso delle acque meteoriche e l'eliminazione dei contaminanti. Primo caso: per i siti con permeabilità esistente minore del 50% si consiglia di implementare un piano di gestione delle acque meteoriche per evitare che

³⁰ Per aree antropizzate si intendono siti urbanizzati o insediati con presenza di edifici, strade, parcheggi o che sono stati degradati o alterati da attività umane.

³¹ Per piante autoctone o adattate si intendono piante indigene o piante adattate al clima locale che non siano considerate specie invasive o infestanti in base alla specifica area geografica.

la portata di picco ed il volume di scarico dopo lo sviluppo del sito superino la portata ed il volume antecedente allo sviluppo per un evento meteorico di 24 ore con un tempo di ritorno di 1 e 2 anni. Oppure è necessario implementare un piano di gestione delle acque meteoriche per proteggere gli alvei dei corsi d'acqua da eccessiva erosione; esso deve includere la protezione dell'alveo del corso d'acqua e strategie di controllo quantitativo. Secondo caso: per i siti con permeabilità esistente maggiore del 50% si deve implementare un piano di gestione delle acque meteoriche per ottenere una riduzione del 25% del volume del deflusso superficiale per un evento meteorico di 24 ore con un tempo di ritorno di 2 anni.

Acque meteoriche: controllo della qualità: scopo base è ridurre o eliminare le interruzioni e l'inquinamento dei flussi d'acqua attraverso la gestione del deflusso delle acque piovane. Per ottenere questo credito si deve implementare un piano di gestione delle acque meteoriche di dilavamento mediante l'adozione delle migliori pratiche di gestione (BMP, Best Management Practices). Tale piano dovrà realizzare una riduzione delle superfici di copertura impermeabili, promuovere l'infiltrazione e determinare un convogliamento e trattamento del deflusso superficiale per una quantità pari al 90% della piovosità. Le tecniche utilizzate per il trattamento delle acque meteoriche di dilavamento devono essere in grado di rimuovere l'80% del carico medio annuo di Solidi Sospesi Totali (SST) sviluppatosi, valutando tale percentuale con riferimento ai rapporti di monitoraggio esistenti. Si considera che le BMP raggiungano questi requisiti se:

- sono state progettate in accordo agli standard e alle specifiche prestazionali dettate da regolamentazioni locali, ovvero, in mancanza di queste, dagli specifici manuali di progettazione
- esistono dati di monitoraggio sul campo che dimostrano l'efficacia di tali misure. I dati utilizzati devono in ogni caso essere conformi al protocollo accettato per il monitoraggio delle BMP, ad esempio il protocollo Technology Acceptance Reciprocity Partnership (TARP) dello Washington State Department of Ecology, oppure frutto di misurazioni effettuate mediante apposite campagne condotte da personale qualificato.

Effetto isola di calore: superfici esterne: la finalità è quella di ridurre l'effetto isola di calore (differenze di gradiente termico tra aree urbanizzate e aree verdi) per

minimizzare l'impatto sul microclima e sull'habitat umano e animale. Per raggiungere questo obiettivo una prima opzione è quella di utilizzare una combinazione delle seguenti strategie per il 50% delle superfici esterne pavimentate (incluso strade, marciapiedi, cortili e parcheggi):

- ombreggiare entro 5 anni dalla messa a dimora con elementi vegetali vivi che devono essere piantati prima dell'occupazione dello stabile
- ombreggiare con pannelli solari e/o fotovoltaici per la produzione di energia rinnovabile
- ombreggiare con elementi architettonici purché rispettino un Indice di Riflessione Solare (Solar Reflectance Index, SRI³²) superiore a 29
- impiegare materiali di pavimentazione con un SRI superiore a 29
- utilizzare sistemi di pavimentazione permeabile ad elementi grigliati (permeabili almeno al 50%)

Una seconda possibilità è porre sotto copertura almeno il 70% degli spazi adibiti a parcheggio; sono considerate idonee una o una combinazione delle seguenti tipologie:

- copertura con SRI superiore a 29
- copertura eseguita con soluzioni a tetto verde o con vegetazione naturale a condizione che l'ombreggiamento sia efficace entro 5 anni dall'occupazione dell'edificio
- coperture eseguite con pannelli solari e/o fotovoltaici utilizzati per la produzione di energia rinnovabile
- parcheggi posti all'interno del sedime dello stabile

Effetto isola di calore: coperture: ovviamente l'obiettivo è il medesimo del punto precedente. In primo luogo è necessario utilizzare materiali di copertura che abbiano un SRI maggiore o uguale al valore riportato nel prospetto che segue per un minimo del 75% della superficie del tetto.

³² L'indice di riflettanza solare misura la capacità di una superficie di riflettere il calore solare che ha come conseguenza una piccola differenza di temperatura locale. Essa è definita in base alle caratteristiche di una superficie nera standardizzata (riflettanza pari a 0.05, emissività pari a 0.90: SRI = 0) e di una bianca (riflettanza pari a 0.80, emissività pari a 0.90: SRI = 100). Per calcolare il valore di SRI è necessario individuare le caratteristiche di riflettanza ed emissività del materiale ed utilizzare le norme ASTM E 1980.

Tipo di copertura	Pendenza	SRI
Coperture a bassa pendenza	≤15%	78
Coperture a pendenza elevata	>15%	29

Prospetto 19 – Valori di SRI per le coperture.

Possono essere utilizzati materiali con valori più bassi a condizione che il valore medio pesato di SRI rispetto alla superficie del tetto rispetti il seguente criterio:

$$\frac{\text{Area di copertura che soddisfa il minimo SRI}}{\text{Area totale di copertura}} \cdot \frac{\text{SRI della copertura installata}}{\text{SRI richiesto}} \geq 75\%$$

Come seconda scelta si può installare un sistema di copertura a verde per almeno il 50% della superficie del tetto. O ancora installare superfici ad elevata albedo e coperture a verde che, in combinazione, soddisfino il seguente criterio:

$$\frac{\text{Area di copertura che soddisfa il minimo SRI}}{0.75} + \frac{\text{Area di tetto verde}}{0.5} \geq \text{Area totale di copertura}$$

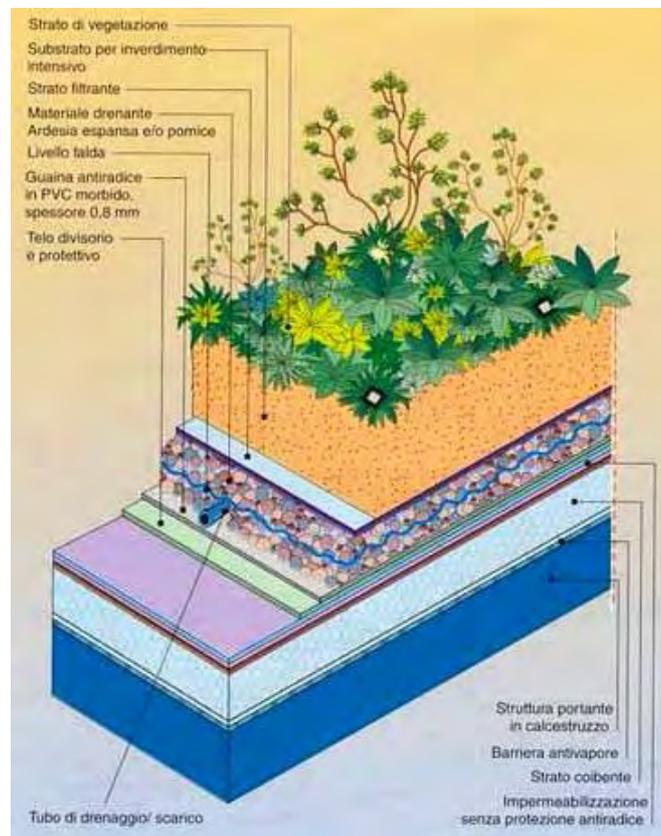


Figura 33 – Stratigrafia tipica di un tetto verde.

Riduzione dell'inquinamento luminoso: finalità di questo credito è minimizzare le dispersioni luminose generate dall'edificio e dal sito, limitare la brillantezza della volta celeste al fine di incrementare l'accesso visuale notturno alla volta stessa, migliorare la visibilità notturna attraverso la riduzione del fenomeno dell'abbagliamento e ridurre l'impatto negativo indotto dall'illuminazione dell'impalcato durante il periodo notturno. Per ottenere ciò, il gruppo di progettazione deve rispettare una delle due opzioni per l'illuminazione interna e i requisiti per l'illuminazione esterna. La prima opzione per la parte interna è di ridurre attraverso dispositivi automatici di almeno il 50% tra le 23:00 e le 05:00 la potenza di alimentazione di tutti gli apparecchi di illuminazione interna non di emergenza che hanno visibilità diretta a qualunque apertura (traslucida o trasparente) dell'involucro edilizio. Può essere garantito il controllo dopo l'orario di spegnimento attraverso un dispositivo manuale che permetta lo spegnimento automatico entro 30 minuti. La seconda opzione è che siano previste delle schermature (controllate da apparecchi automatici in grado di ridurre la trasmittanza luminosa a meno del 10% tra le 23:00 e le 05:00) per tutte le aperture dell'involucro (trasparenti o traslucide) con visibilità diretta dei dispositivi di illuminazione interna non di emergenza. Per l'illuminazione esterna, invece, si deve progettare in modo da illuminare solo le aree dove sono richiesti sicurezza e comfort visivo; vanno inoltre rispettati i criteri indicati dalla normativa UNI 10819 (Luce ed illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso). La potenza luminosa non deve superare quella consentita dallo standard ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007 (compresi Errata ma esclusi Addenda) in base alla classificazione della zona. Si deve dimostrare, poi, che tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti nel progetto non emettono luce verso l'alto rispetto al piano orizzontale passante per l'apparecchio stesso, tenuto conto del posizionamento finale dei dispositivi luminosi. Vediamo in dettaglio le varie zone:

- **LZ1 - Zona buia: zone esterne ai centri abitati, zone agricole o comunque con vincoli naturalistici:** progettare l'impianto di illuminazione esterna in modo che tutti gli apparecchi illuminanti montati sull'edificio e nel sito producano un valore massimo iniziale di illuminamento inferiore a 0.1 lux (orizzontalmente e verticalmente) in corrispondenza al confine e oltre
- **LZ2 - Zona scarsamente illuminata: zone residenziali con densità media:** progettare l'impianto di illuminazione esterna in modo tale che tutti i dispositivi di

illuminazione montati sull'edificio e nel sito producano un valore massimo iniziale di illuminamento inferiore a 1 lux (orizzontalmente e verticalmente) in corrispondenza al confine dell'area e non più di 0.1 lux (orizzontalmente) 3 m all'esterno del confine stesso

- **LZ3 - Zona mediamente illuminata: zone residenziali con densità abitativa sopra la media con presenza di zone commerciali e produttive:** progettare l'impianto di illuminazione esterna in modo tale che tutti i dispositivi di illuminazione montati sull'edificio e nel sito producano un valore massimo iniziale di illuminamento inferiore a 2 lux (orizzontalmente e verticalmente) in corrispondenza al confine dell'area e inferiore a 0.1 lux (orizzontalmente) 4.5 m all'esterno del confine
- **LZ4 - Zona molto illuminata: zone residenziali caratterizzate da elevata densità abitativa e presenza massiccia di funzioni commerciali e produttive:** progettare l'impianto di illuminazione esterna in modo tale che tutti i dispositivi di illuminazione montati sull'edificio e nel sito producano un valore massimo iniziale di illuminamento inferiore a 6.5 lux (orizzontalmente e verticalmente) in corrispondenza al confine dell'area e inferiore a 0.1 lux (orizzontalmente) 4.5 m all'esterno del confine stesso
- **LZ2, LZ3 e LZ4:** per le porzioni di sito confinanti con sedi stradali pubbliche, ai fini del raggiungimento dei requisiti di minimizzazione della fuoriuscita della luce dal sito, considerare il ciglio stradale al posto del confine di proprietà del sito
- **Per tutte le zone:** In caso di illuminazione generata da un singolo apparecchio posto all'intersezione di una strada privata carrabile con una pubblica che dà accesso al sito, è consentito l'uso della linea di mezzzeria della strada pubblica come confine del sito per una lunghezza pari a due volte la larghezza della strada privata centrata sulla linea di mezzzeria stessa

GESTIONE DELLE ACQUE

Credito o Prerequisito	Titolo	Punteggio
GA Prerequisito 1	Riduzione dell'uso dell'acqua	Obbligatorio
GA Credito 1	Gestione efficiente delle acque a scopo irriguo	2-4 Punti
GA Credito 2	Tecnologie innovative per le acque reflue	2 Punti 
GA Credito 3	Riduzione dell'uso dell'acqua	2-4 Punti 

Prospetto 20 – Crediti con i relativi punteggi e possibile “Prestazione Esemplare” per la seconda categoria base: Gestione delle Acque.

Riduzione dell'uso dell'acqua (prerequisito): la finalità è aumentare l'efficienza nell'uso dell'acqua negli edifici per ridurre il carico sui sistemi municipali di fornitura dell'acqua e sui sistemi delle acque reflue. Per farlo bisogna implementare strategie che complessivamente realizzino un risparmio idrico del 20% rispetto al caso di riferimento calcolato per l'edificio in oggetto³³. E' necessario calcolare il caso di riferimento conformemente ai dati per le attività commerciali e/o residenziali di seguito riportate³⁴ (i calcoli sono basati sulla stima di utilizzo degli occupanti):

Apparecchiature commerciali, accessorie ed applicazioni	Valori di riferimento
WC commerciali	6.0 litri per flusso ³⁵
Orinatori commerciali	4.0 litri per ciclo
Rubinetti di lavabi commerciali	8.5 litri al minuto a 4 bar per applicazioni private (hotel, motel, camere di ospedale) 2.0 litri a 4 bar per tutti gli altri eccetto l'utilizzo privato 1 litro per ciclo per rubinetti temporizzati
Rubinetti spray di prelavaggio (applicazione per prodotti alimentari)	Portata ≤ 6.0 litri al minuto (non è specificata alcuna pressione, nessun requisito richiesto)

Prospetto 21 – Valori di riferimento per apparecchiature commerciali.

Apparecchiature residenziali, accessorie ed applicazioni	Valori di riferimento
WC residenziali	6.0 litri per flusso
Rubinetti di lavabi residenziali	8.5 litri al minuto a 4 bar
Lavelli cucina residenziali	
Doccia residenziale	9.5 litri al minuto a 5 bar ³⁶

Prospetto 22 – Valori di riferimento per apparecchiature residenziali.

Le seguenti attrezzature, accessori ed applicazioni sono al di fuori del campo di applicazione del calcolo della riduzione del consumo idrico:

- cucine a vapore commerciali
- lavastoviglie commerciali
- produttori automatici di ghiaccio commerciali
- lavatrici commerciali (dimensione famiglia)

³³ Escludendo l'irrigazione.

³⁴ Riferimenti suggeriti da US Environmental Protection Agency (EPA), Office of Water, sulla base dei requisiti del programma Energy Policy Act (EPA) del 1992 e successive indicazioni riportate in EPA del 2005 e nel regolamento degli installatori.

³⁵ Valore adattato a partire dai valori EPA del 1992 standard per i servizi igienici sia per il commerciale che per il residenziale.

³⁶ Funzionamento doccia residenziale: il totale ammissibile di portata per tutti i sistemi doccia per unità di tempo deve essere limitato alla portata doccia ammissibile, dove la superficie del pavimento della doccia è inferiore a 1.6 m². Per ogni incremento di 1.6 m² di superficie, o parte di esso, è consentita una ulteriore doccia con portata totale ammissibile di tutti i dispositivi uguale o inferiore al livello del flusso ammissibile come specificato nel prospetto.

- lavatrici residenziali
- lavastoviglie standard e compatte residenziali

Gestione efficiente delle acque a scopo irriguo: si vuole evitare o comunque limitare l'utilizzo di acque potabili, di superficie o del sottosuolo disponibili nelle vicinanze del sito di ubicazione dell'edificio per scopi irrigui. Prima opzione per raggiungere questo obiettivo (2 punti) è la riduzione dei consumi del 50% rispetto al valore calcolato come base nel periodo pienamente estivo. Tale riduzione potrebbe essere attribuita a qualsiasi combinazione dei seguenti punti di intervento:

- presenza di alcune specie di piante, densità e fattore microclimatico
- efficienza dell'irrigazione
- utilizzo di acqua piovana raccolta mediante appositi sistemi
- utilizzo di acque di rifiuto riciclate
- utilizzo delle acque trattate e convogliate da sistemi pubblici non potabili

L'acqua delle infiltrazioni sotterranee, che viene pompata dalla immediate vicinanze dei pannelli e delle fondazioni della costruzione, può essere utilizzata per l'irrigazione negli spazi esterni ai fini di questo credito. Tuttavia il gruppo di progettazione deve dimostrare che così facendo non pregiudica i sistemi di gestione delle acque piovane del sito. La seconda opzione (4 punti) prevede nessun utilizzo di acqua potabile per l'irrigazione³⁷; consiste nel soddisfare innanzitutto la prima opzione ed in più di utilizzare solo acqua captata, acque di rifiuto recuperate, acque grigie riciclate o acque trattate e convogliate da un'agenzia pubblica specifica per tutti gli usi non potabili imputati all'irrigazione; oppure installare particolari tipologie vegetative che non necessitano di sistemi di irrigazione permanenti. Viene consentita un'irrigazione temporanea per l'iniziale stabilizzazione delle piante, che dovrà essere rimossa entro un anno dall'installazione.

Tecnologie innovative per le acque reflue: lo scopo è di ridurre la produzione di acque reflue e la richiesta di acque potabili e, nel contempo, incrementare i livelli idrici degli acquiferi. Per prima cosa si deve operare una riduzione del 50% dell'uso di acqua potabile per il convogliamento dei liquami dell'edificio tramite l'utilizzo di

³⁷ Se la percentuale di riduzione dell'acqua potabile è del 100% e la percentuale di riduzione dell'acqua totale è uguale o maggiore del 50%, sono soddisfatte sia la prima che la seconda opzione.

apparecchiature (per esempio toilette e orinatoi) che attuano un contenimento nell'uso di acqua, oppure mediante l'utilizzo di acque non potabili (come acque meteoriche captate, acque grigie riciclate, e acque reflue depurate in sito o provenienti dagli impianti di depurazione a livello municipale). Altra possibilità è trattare le acque direttamente in sito almeno per il 50% delle acque reflue prodotte fino a raggiungere gli standard terziari. L'acqua dovrà essere successivamente dispersa per infiltrazione o utilizzata nell'area di progetto.

Riduzione dell'uso d'acqua: obiettivo base è aumentare ulteriormente l'efficienza nell'uso di acqua negli edifici per ridurre il carico sui sistemi municipali di fornitura dell'acqua e sui sistemi delle acque reflue. Per raggiungere tale fine è necessario adottare strategie che complessivamente utilizzino meno acqua rispetto al caso di riferimento calcolato per lo stabile in oggetto (escludendo l'irrigazione). Le percentuali minime di risparmio per ogni soglia di punteggio sono le seguenti:

- riduzione del 30%: 2 punti assegnati
- riduzione del 35%: 3 punti assegnati
- riduzione del 40%: 4 punti assegnati

Per il calcolo del caso di riferimento si utilizzano le stesse tabelle del Prerequisito iniziale³⁸ con le stesse proprietà e caratteristiche.

ENERGIA E ATMOSFERA

Credito o Prerequisito	Titolo	Punteggio
EA Prerequisito 1	Commissioning di base dei sistemi energetici dell'edificio	Obbligatorio
EA Prerequisito 2	Prestazioni energetiche minime	Obbligatorio
EA Prerequisito 3	Gestione di base dei fluidi refrigeranti	Obbligatorio
EA Credito 1	Ottimizzazione delle prestazioni energetiche	1-19 Punti 
EA Credito 2	Produzione in sito di energie rinnovabili	1-7 Punti 
EA Credito 3	Commissioning avanzato dei sistemi energetici	2 Punti 
EA Credito 4	Gestione avanzata dei fluidi refrigeranti	2 Punti
EA Credito 5	Misure e collaudi	3 Punti
EA Credito 6	Energia verde	2 Punti 

Prospetto 23 – Crediti con i relativi punteggi e possibile “Prestazione Esemplare” per la terza categoria base: Energia e Atmosfera.

³⁸ Vedi prospetti 21 e 22 con relative note.

Commissioning di base dei sistemi energetici dell'edificio: la finalità è di verificare che i sistemi energetici dell'edificio siano installati, tarati e funzionino in accordo con le richieste del committente, i documenti di progetto e di appalto. I vantaggi del commissioning includono: la riduzione dei consumi energetici, i minor costi d'esercizio, la riduzione dei contenziosi con l'appaltatore, una miglior documentazione dell'edificio, l'aumento della produttività degli occupanti e la verifica che le prestazioni degli impianti siano in accordo con i requisiti di progetto richiesti dal committente. Per ottenere il punteggio riferito a questo credito devono essere eseguite le seguenti attività relative al processo del commissioning:

1. Nomina di una persona come responsabile del commissioning chiamato "Commissioning Authority" (CxA) al fine di guidare, rivedere e sovrintendere alla attività di commissioning:

a) Il CxA deve possedere almeno uno dei seguenti requisiti:

- un'esperienza documentata nelle attività di commissioning in almeno altri 2 progetti di analoghe dimensioni e complessità, non necessariamente certificati LEED. Tale esperienza può essere direttamente di Commissioning Authority oppure in un ruolo di assistenza diretta (Commissioning Assistant); la responsabilità di verificare questo requisito spetta alla committenza
- essere iscritto all'elenco delle Commissioning Authority di AICARR
- essere iscritto ad un elenco di professionisti di commissioning e/o aver superato un esame specifico sulla materia presso Enti, Associazioni, Istituti riconosciuti dal GBC Italia

b) La persona con funzione di CxA:

- deve avere un incarico specifico direttamente dalla committenza
- non deve partecipare in nessun modo alla progettazione, alla direzione lavori, alla costruzione, sebbene possa essere un dipendente delle aziende che forniscono i servizi di progettazione e/o direzione dei lavori sullo stesso progetto. Nel solo caso di progetti di dimensioni inferiori ai 5000 m² di SLP, la CxA può anche essere una persona del gruppo di progettazione o di direzione lavori, purché abbia i requisiti necessari
- non può essere né un dipendente, né un consulente dell'appaltatore

- può essere un dipendente della committenza purché abbia i requisiti necessari
- c) Il CxA deve riportare i risultati, le conclusioni e le raccomandazioni direttamente alla committenza
2. La committenza deve produrre l'elaborato "Requisiti della Committenza" (Owner's Project Requirements, OPR). I progettisti devono sviluppare l'elaborato "Assunti della Progettazione" (Basis Of Design, BOD). Il CxA deve rivedere questi documenti al fine di verificarne la chiarezza, la completezza e la compatibilità. Il committente e i progettisti sono responsabili degli aggiornamenti dei loro rispettivi documenti.
 3. Redazione delle richieste specifiche per le attività di commissioning ed inclusione di esse nella documentazione di progetto e/o di appalto
 4. Sviluppo ed implementazione di un piano di commissioning
 5. Verifica dell'installazione e delle prestazioni degli impianti sottoposti a commissioning
 6. Stesura di una relazione finale sulle attività di commissioning

In particolare le attività di commissioning devono essere applicate come minimo ai seguenti impianti:

- impianti di riscaldamento, ventilazione, aria condizionata e refrigerazione (HVAC&R) attivi e passivi, ed i sistemi di regolazione e controllo ad essi associati
- sistemi di controllo dell'illuminazione artificiale ed illuminazione naturale
- sistemi di produzione di acqua calda sanitaria
- impianti di produzione d energia rinnovabile (eolico, solare, ecc...)

Prestazioni energetiche minime: obiettivo è stabilire un livello minimo di efficienza energetica per gli edifici e gli impianti proposti, al fine di ridurre gli impatti economici ed ambientali derivanti da consumi eccessivi di energia. Si propongono due opzioni distinte per il conseguimento di questo prerequisito; in entrambi i casi l'edificio di progetto dovrà comunque rispettare le seguenti prescrizioni minime obbligatorie:

- rispettare le disposizioni obbligatorie (sezioni 5.4, 6.4 limitatamente agli impianti di ventilazione e condizionamento, 8.4, 9.4 e 10.4) della ASHRAE/IESNA 90.1 - 2007 (tenendo conto degli Errata ma non degli Addenda)

- rispettare i valori limite di trasmittanza, il rendimento globale medio stagionale minimo, i valori limite sui consumi energetici annui per riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria prescritti dal D.Lgs. 192/2005 (con successive modifiche ed ogni altro regolamento energetico nazionale in vigore al momento della registrazione LEED del progetto) o da regolamenti locali più restrittivi

In entrambe le opzioni di calcolo che seguono è necessario dimostrare un miglioramento minimo percentuale della prestazione energetica dell'edificio pari al 10% per edifici nuovi e al 5% per grandi ristrutturazioni, attraverso un calcolo della prestazione energetica rispetto a valori standard di riferimento indicati dall'opzione di calcolo scelta. Opzione 1 - Procedura semplificata per la determinazione della prestazione energetica dell'edificio: ai fini del presente calcolo, per prestazione energetica dell'edificio si intende la somma dei fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per l'alimentazione degli impianti di illuminazione e per l'alimentazione di processo. La procedura di calcolo del valore percentuale di miglioramento della prestazione totale è la seguente:

1. Calcolare gli indici di fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale (EP_i) ed estiva (EP_e) dell'edificio di progetto secondo la norma UNI/TS 11300:2008 Parti 1 e 2³⁹ con riferimento al calcolo in condizioni standard e i corrispondenti valori limite ($EP_{i,lim}$ e $EP_{e,lim}$) in relazione alla destinazione d'uso, rapporto di forma e zona climatica, come indicato nelle norme stesse
2. Calcolare l'indice di fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) dell'edificio di progetto (EP_{acs}) in relazione al sistema energetico proposto, facendo riferimento alla norma UNI/TS 11300-2:2008; determinare il valore limite di tale indice ($EP_{acs,lim}$) dedotto dal calcolo convenzionale della norma, applicando i medesimi rendimenti di distribuzione, di emissione e di erogazione dell'edificio e applicando un rendimento di produzione stagionale convenzionale pari all'80%
3. Calcolare l'indice di fabbisogno di energia primaria per l'illuminazione artificiale (EP_{ill}) come rapporto tra il Lighting Energy Numeric Indicator (LENI), calcolato secondo la UNI EN 15192:2008, e il rendimento del sistema elettrico nazionale

³⁹ Quando verrà ufficialmente pubblicata, si dovrà utilizzare anche la Parte 3.

- (η_{el}); determinare il valore limite di tale indice ($EP_{ill,lim} = LENI_{annexF} / \eta_{el}$) utilizzando il valore di LENI indicato dalla norma UNI EN 15193 all'interno della tabella contenuta nell'Annex F: Tab F.1 "Benchmark default value", in relazione alla destinazione d'uso. Per quanto riguarda le residenze si faccia riferimento al valore convenzionale di LENI pari a 13 kWh/(m²·anno)
4. Calcolare l'indice di fabbisogno di energia primaria di processo dell'edificio (EP_{proc}). L'energia di processo fa riferimento al fabbisogno energetico delle utenze finali, come definito dallo standard ASHRAE 90.1-2007. Il consumo di energia primaria per i carichi di processo è normalmente assunto pari al 25% del consumo complessivo di energia primaria dell'edificio di riferimento. Per edifici il cui consumo dell'energia di processo è inferiore al 25% del consumo energetico complessivo di riferimento, il progettista deve darne giustificazione con adeguata documentazione di supporto
 5. Determinare la produzione energetica degli impianti a fonte rinnovabile (EP_{rinn}) espressa in energia primaria, in conformità con quanto stabilito da "EA Credito 2"
 6. Determinare la riduzione percentuale del fabbisogno di energia primaria totale dell'edificio (EP_{tot}) con la seguente espressione:

$$\left(1 - \frac{EP_i + EP_e + EP_{acs} + EP_{ill} + EP_{proc} - EP_{rinn}}{EP_{i,lim} + EP_{e,lim} + EP_{acs,lim} + EP_{ill,lim} + EP_{proc}} \right) \cdot 100$$

In ragione della riduzione percentuale così ottenuta si determina l'eventuale soddisfacimento del requisito. I progettisti possono seguire il procedimento Exceptional Calculation Method per documentare le misure adottate per la riduzione dei carichi di processo. La documentazione relativa a tale riduzione deve includere una lista delle ipotesi fatte e delle informazioni teoriche o empiriche a supporto di tali ipotesi.

Opzione 2 - Simulazione energetica in regime dinamico dell'intero edificio: dimostrare un miglioramento percentuale dell'indice di prestazione energetica dell'edificio proposto, rispetto alla stima dei consumi di energia primaria del corrispondente edificio di riferimento, pari al 10% per edifici nuovi e al 5% per grandi ristrutturazioni. I consumi dell'edificio di riferimento devono essere stimati tramite una simulazione numerica dell'intero stabile utilizzando il Building Performance Rating Method, riportato nell'appendice G della norma ASHRAE 90.1-2007 (tenendo conto degli Errata ma non

degli Addenda). L'appendice G richiede che l'analisi energetica includa tutti i consumi di energia previsti dal progetto e quelli ad esso associati. Per soddisfare questo prerequisito il progetto dovrà soddisfare i seguenti criteri:

- soddisfare le disposizioni obbligatorie di questo prerequisito
- includere tutti i consumi di energia del progetto e quelli ad esso associati
- essere comparato con un edificio di riferimento che rispetti i requisiti dell'appendice G della norma ASHRAE 90.1-2007 con alcune variazioni per l'adattamento alla realtà italiana. In particolare si richiede che l'edificio di riferimento rispetti i valori limite di trasmittanza elencati nei punti 2, 3 e 4 dell'Allegato C del D.Lgs. 192/2005 (con successive modifiche). Nel caso in cui i valori limite differiscano tra l'Appendice G e l'Allegato C, deve essere selezionato il valore limite più restrittivo. Il consumo di energia primaria per i carichi di processo è normalmente assunto pari al 25% del consumo complessivo di energia primaria dell'edificio di riferimento. Per edifici che non superano il 25% del consumo energetico complessivo dell'edificio di riferimento, la pratica LEED deve includere la documentazione di supporto che dimostri che nella simulazione energetica sia stato inserito un valore appropriato dell'energia di processo.

Come specificato in precedenza, i carichi di processo devono essere identici sia nella valutazione dell'indice di prestazione dell'edificio di riferimento, sia per l'edificio di progetto. Tuttavia i progettisti possono seguire l'Exceptional Calculation Method sempre dimostrando con appropriate documentazioni che le ipotesi fatte sono sostenute da coerenti informazioni teoriche o empiriche.

Gestione di basse dei fluidi refrigeranti: finalità di questo credito è ridurre la distruzione dell'ozono stratosferico. Per questo si indica di non utilizzare refrigeranti a base di CFC né di HCFC negli impianti di climatizzazione/refrigerazione nuovi e di sostituire quelli non conformi a servizio di edifici esistenti, come prescritto dalla legislazione vigente in Italia, che già da tempo vieta la produzione e l'impiego di CFC e dal 2010 vieta la produzione anche di HCFC per la ricarica di impianti esistenti. Inoltre non devono essere installati sistemi antincendio che contengano sostanze dannose per l'ozono, come CFC, Halons o HCFC. Sostituire qualsiasi refrigerante a base di CFC o di HCFC negli impianti di climatizzazione/refrigerazione in edifici esistenti ed eliminare gli Halons dagli impianti antincendio negli edifici esistenti. Questo vale sia per i sistemi di

climatizzazione/refrigerazione ad espansione diretta, sia per quelli ad acqua refrigerata.

Ottimizzazione delle prestazioni energetiche: gli obiettivi sono gli stessi di "EA Prerequisito 2", così come le due procedure di calcolo possibili per aggiudicarsi i punti di questo credito; l'unica cosa che varia è il punteggio assegnato a seconda della percentuale di energia risparmiata. Per la prima opzione, ossia quella che indica la procedura semplificata per la determinazione della prestazione energetica dell'edificio, vale il seguente prospetto:

Edificio nuovo	Edificio esistente	Punti
10%	5%	Prerequisito
15%	10%	1
20%	15%	2
≥25%	≥20%	3

Prospetto 24 – Punteggi riferiti alla percentuale di energia risparmiata con procedura di calcolo semplificata.

Per la seconda opzione, quella che suggerisce la simulazione energetica in regime dinamico dell'intero edificio, le classi sono di più:

Edificio nuovo	Edificio esistente	Punti
10%	5%	Prerequisito
12%	8%	1
14%	10%	2
16%	12%	3
18%	14%	4
20%	16%	5
22%	18%	6
24%	20%	7
26%	22%	8
28%	24%	9
30%	26%	10
32%	28%	11
34%	30%	12
36%	32%	13
38%	34%	14
40%	36%	15
42%	38%	16
44%	40%	17
46%	42%	18
48%	44%	19

Prospetto 25 – Punteggi riferiti alla percentuale di energia risparmiata con simulazione energetica.

Per tutti gli altri dettagli si rimanda ad "EA Prerequisito 2".

Produzione in sito di energie rinnovabili: si vuole promuovere un livello crescente di produzione autonoma di energia da fonti rinnovabili in sito, al fine di ridurre l'impatto ambientale ed economico legato all'uso di energia da combustibili fossili. Per farlo si invita ad utilizzare sistemi atti a compensare i consumi energetici dell'edificio; si deve quindi calcolare la prestazione dell'edificio, indicando la produzione energetica da fonti rinnovabili come percentuale del fabbisogno annuo di energia primaria dello stabile, utilizzando il consumo calcolato con il metodo impiegato per "EA Prerequisito 2" e per "EA Credito 1". Per determinare il punteggio si utilizza il seguente prospetto:

% Energia rinnovabile	Punti
2.5%	1
5%	2
7.5%	3
10%	4
12.5%	5
15%	6
17.5%	7

Prospetto 26 – Punteggi riferiti alla percentuale di energia rinnovabile prodotta.

Commissioning avanzato dei sistemi energetici: lo scopo è iniziare il processo di commissioning nelle prime fasi della progettazione ed eseguire attività aggiuntive dopo che le verifiche prestazionali degli impianti sono state completate. Per fare ciò si deve eseguire, direttamente o stipulando un apposito contratto, le attività di commissioning riportate di seguito, in aggiunta a quanto già previsto in "EA Prerequisito 1" ed in accordo con la linea guida di riferimento LEED 2009 Italia NC:

1. Nomina di una persona come responsabile del commissioning chiamato "Commissioning Authority" (CxA) al fine di guidare, rivedere e sovrintendere alla attività di commissioning:
 - a) Il CxA deve possedere almeno uno dei seguenti requisiti:
 - un'esperienza documentata nelle attività di commissioning in almeno altri 2 progetti di analoghe dimensioni e complessità, non necessariamente certificati LEED. Tale esperienza può essere direttamente di Commissioning Authority oppure in un ruolo di assistenza diretta (Commissioning Assistant); la responsabilità di verificare questo requisito spetta alla committenza
 - essere iscritto all'elenco delle Commissioning Authority di AICARR

- essere iscritto ad un elenco di professionisti di commissionino e/o aver superato un esame specifico sulla materia presso Enti, Associazioni, Istituti riconosciuti dal GBC Italia
- b) La persona con funzione di CxA:
- deve avere un incarico specifico direttamente dalla committenza
 - non deve partecipare in nessun modo alla progettazione, alla direzione lavori, alla costruzione
 - non può essere un dipendente delle società coinvolte nella progettazione
 - può essere un dipendente delle società che forniscono i servizi di direzione lavori, purché soddisfatti i precedenti punti
 - non può essere né un dipendente, né un consulente dell'appaltatore
 - può essere un dipendente della committenza purché abbia i requisiti necessari
- c) Il CxA deve riportare i risultati, le conclusioni e le raccomandazioni direttamente alla committenza
2. Il CxA dovrà svolgere prima dell'emissione della documentazione di appalto almeno una revisione dei seguenti documenti:
- Requisiti della Committenza (Owner's Project Requirements, OPR)
 - Assunti della Progettazione (Basis Of Design, BOD)
 - Documentazione di progetto
3. Il CxA dovrà inoltre verificare che eventuali propri commenti siano recepiti nelle emissioni successive della documentazione sopra indicata
4. Il CxA dovrà rivedere i documenti dell'appaltatore per gli impianti soggetti a commissioning per verificare il rispetto delle "Richieste della committenza" e degli "Assunti della Progettazione". Questa revisione deve essere coordinata con la direzione lavori ed essere poi sottoposta alla committenza
5. Il CxA, o altri del gruppo di commissioning, deve sviluppare un manuale di conduzione degli impianti, che fornisca le informazioni necessarie per comprendere come far funzionare in modo ottimale gli impianti sottoposti a commissioning al futuro personale incaricato della gestione

6. Il CxA, o altri del gruppo di commissioning, deve verificare che sia stata completata la formazione del personale addetto all'esercizio degli impianti ed eventualmente degli occupanti l'edificio
7. Il CxA deve essere coinvolto nel rivedere le operazioni di conduzione dell'edificio con il personale di conduzione e manutenzione e con gli occupanti entro 10 mesi dal completamento effettivo. Deve essere predisposto un piano di risoluzione degli aspetti non ancora risolti relativi al commissioning

Gestione avanzata dei fluidi refrigeranti: la finalità è minimizzare i contributi diretti al surriscaldamento globale. Una prima possibilità è sicuramente quella di non utilizzare refrigeranti. Come seconda opzione si consiglia di scegliere refrigeranti ed impianti di climatizzazione/refrigerazione che minimizzino o eliminino l'emissione di composti che contribuiscono al riscaldamento globale. Le apparecchiature di tali impianti dovranno rispettare la seguente formula, che fissa una soglia massima per il contributo del riscaldamento globale potenziale:

$$LCGWP \leq 13$$

dove LCGWP sta per LifeCycle Warming Potential, ossia il potenziale di riscaldamento globale nel ciclo di vita, si misura in $\text{kg}(\text{CO}_2)/(\text{kW}/\text{anno})$ e viene calcolato secondo la seguente formula:

$$LCGWP = [\text{GWPr} \cdot (\text{Lr} \cdot \text{Life} + \text{Mr}) \cdot \text{Re}] / \text{Life}$$

dove:

- "GWPr" sta per Global Warming Potential of Refrigerant, ossia il potenziale di riscaldamento globale del refrigerante (da 0 a 12000 $\text{kg}(\text{CO}_2)/\text{kg}$ di refrigerante)
- "Lr" sta per Refrigerant Leakage Rate, ossia la perdita annua percentuale di refrigerante (da 0.5% a 2%)⁴⁰
- "Mr" sta per End of Life Refrigerant Loss, ossia le perdite percentuali del refrigerante a fine vita (da 2% a 10%)⁴¹

⁴⁰ In mancanza di ulteriori informazioni si prenda il valore 2%.

⁴¹ In mancanza di ulteriori informazioni si prenda il valore 10%.

- “Rc” sta per Refrigerant Charge, ossia la carica del refrigerante (da 0.065 kg a 0.65 kg di refrigerante per kW di potenza frigorifera (alle condizioni standard EUROVENT))
- “Life” è la vita delle apparecchiature (salvo dimostrazione contraria si assume il valore 10 anni)

In presenza di tipologie multiple di apparecchiature, deve essere usata una media pesata tra tutti i dispositivi usando la formula:

$$\frac{LCGWP \cdot Q_{unit}}{Q_{total}} \leq 13$$

dove:

- Q_{unit} è la potenza frigorifera nominale (alle condizioni standard EUROVENT) di ciascun singolo apparecchio di climatizzazione o unità refrigerante [kW]
- Q_{total} è la potenza frigorifera complessiva (alle condizioni standard EUROVENT) di tutti gli apparecchi

In ogni caso, che si utilizzino o no fluidi refrigeranti, le piccole unità di climatizzazione⁴² non vanno considerate come parte degli impianti dell’edificio e non sono quindi soggette alle richieste di questo credito. Come già richiesto in “EA Prerequisito 3”, negli edifici esistenti è indispensabile sostituire qualsiasi refrigerante a base di CFC o di HCFC negli impianti ed eliminare gli Halons dagli impianti antincendio; questo vale sia per i sistemi ad espansione diretta che per quelli ad acqua refrigerata.

Misure e collaudi: lo scopo è fornire una contabilizzazione nel tempo dei consumi energetici dell’edificio in fase di esercizio. Per prima cosa si deve sviluppare ed implementare un piano di misure e verifiche (M & V) in accordo con l’Appendice F della norma UNI EN 15378 e con l’opzione D: Calibrated simulation (Savings Estimation Method 2) presente nell’International Performance Measurement & Verification Protocol (IPMVP) Volume III. Oppure si deve fare la stessa cosa ma in accordo con l’opzione B. Tali misure e verifiche devono estendersi per un periodo non inferiore ad un anno dopo la costruzione e l’occupazione dell’edificio. Va fornito un processo di azioni correttive se i risultati del piano M & V indica che non vengono conseguiti risparmi energetici. Infine la

⁴² Sono quelle unità che contengono meno di 0.25 kg di refrigerante.

committenza, per consentire un adeguato controllo nel tempo delle prestazioni energetiche, si impegna a rendere disponibili i dati del sistema di supervisione e controllo relativi a quanto specificato nel Piano Misure e Verifiche. Tali dati dovranno essere messi a disposizione del responsabile del Piano secondo un formato e/o protocollo approvato da GBC Italia.

Energia verde: la finalità è promuovere lo sviluppo e l'impiego di tecnologie per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (ad emissioni zero) con connessione alla rete elettrica nazionale. Per ottenerlo si deve soddisfare almeno il 35% del fabbisogno di energia elettrica dell'impalcato con "energia verde" mediante un contratto di fornitura certificata di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili della durata di almeno 2 anni. Per documentare il rispetto di questo credito possono essere usate certificazioni RECS o GO, rilasciate dal GSE, o altre forme di certificazione riconosciute da autorevoli enti nazionali o internazionali, basate su sistemi di certificazione di origine attestanti la provenienza dell'energia elettrica da impianti alimentati a rinnovabili e la corretta contabilizzazione della stessa. L'energia acquistata per l'ottenimento di questo credito deve soddisfare i requisiti individuati dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE) per la produzione di energia elettrica da rinnovabili. Si utilizzi il fabbisogno di energia elettrica dell'edificio che risulta dai calcoli effettuati per "EA Prerequisito 2" e "EA Credito1".

MATERIALI E RISORSE

Credito o Prerequisito	Titolo	Punteggio
MR Prerequisito 1	Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili	Obbligatorio
MR Credito 1.1	Riutilizzo degli edifici: mantenimento di murature, solai e coperture esistenti	1-3 Punti
MR Credito 1.2	Riutilizzo degli edifici: mantenimento del 50% di elementi non strutturali interni	2 Punti
MR Credito 2	Gestione dei rifiuti da costruzione	1-2 Punti 
MR Credito 3	Riutilizzo dei materiali	1-2 Punti 
MR Credito 4	Contenuto di riciclato	1-2 Punti 
MR Credito 5	Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata (materiali regionali)	1-2 Punti 
MR Credito 6	Materiali rapidamente rinnovabili	1 Punto 
MR Credito 7	Legno certificato	1 Punto

Prospetto 27 – Crediti con i relativi punteggi e possibile "Prestazione Esemplare" per la quarta categoria base: Materiali e Risorse.

Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili: lo scopo è ridurre la quantità di rifiuti prodotti dagli occupanti l'edificio che vengono trasportati e smaltiti in discarica. Il metodo è predisporre una zona facilmente accessibile all'intero edificio dedicata alla raccolta e allo stoccaggio di materiali destinati al riciclaggio, tra cui come minimo: carta, cartone, vetro, plastica, metalli e umido (rifiuti organici).

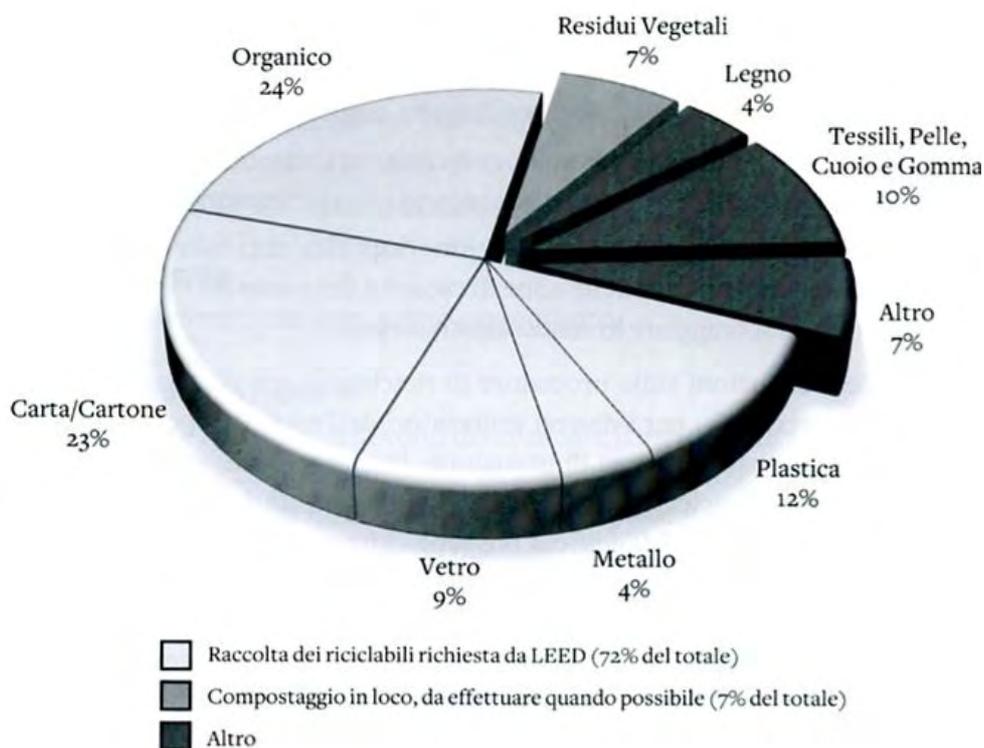


Figura 33 – Diagramma a torta delle percentuali di materiali di rifiuto.

Riutilizzo degli edifici: mantenimento di murature, solai e coperture esistenti: si vuole estendere il ciclo di vita del patrimonio edilizio esistente, preservare le risorse, conservare i beni culturali, ridurre i rifiuti e l'impatto ambientale delle nuove costruzioni, anche in relazione alla produzione e al trasporto di materiali. Si "ubbidisce" a questo credito se si mantiene la struttura dell'edificio esistente (inclusi i solai portanti e le coperture) e l'involucro edilizio (rivestimento esterno e pareti, ad esclusione di finestre e materiali di rivestimento non strutturali). Materiali pericolosi che vengono bonificati e adattati per essere impiegati come parte del progetto devono essere esclusi dal calcolo delle percentuali mantenute; si assegnano i seguenti punti:

- riutilizzo degli edifici pari al 55%: si ottiene 1 punto

- riutilizzo degli edifici pari al 75%: si ottengono 2 punti
- riutilizzo degli edifici pari al 95%: si ottengono 3 punti

Se il progetto include l'ampliamento dell'edificio, questo credito non è perseguibile se l'estensione dell'ampliamento è maggiore del doppio di quella iniziale.

Riutilizzo degli edifici: mantenimento del 50% degli elementi non strutturali interni: stessa finalità del punto precedente. Per perseguire questo credito si devono mantenere gli elementi non strutturali interni, come tramezze, porte, rivestimenti di pavimenti e soffitti, per almeno il 50% (come superficie) dell'edificio finito, ampliamenti compresi. Se il progetto include l'ampliamento dell'edificio, questo credito non è perseguibile se l'estensione dell'ampliamento è maggiore del doppio di quella iniziale.

Gestione dei rifiuti da costruzione: si vogliono deviare i rifiuti delle attività di costruzione e demolizione dal conferimento in discarica o agli inceneritori. Reimmettere le risorse riciclabili nel processo produttivo e reindirizzare i materiali riutilizzabili in appositi siti di raccolta. Ciò è fattibile se si riciclano e/o recuperano i rifiuti non pericolosi derivanti dalle attività di cantiere; se si sviluppa e implementa un piano di gestione dei rifiuti che, come minimo, identifichi i materiali da non conferire in discarica e se questi siano separati in sito in modo differenziato o meno. Il terreno di scavo ed i detriti risultanti dallo sgombero per lo scavo non contribuiscono a questo credito. I calcoli possono esser fatti secondo il peso o il volume, mantenendo poi la stessa unità di misura per tutti i calcoli. La soglia minima percentuale di rifiuti da riciclare è:

- riciclato o recuperato pari al 50%: si ottiene 1 punto
- riciclato o recuperato pari al 75%: si ottengono 2 punti

Riutilizzo dei materiali: la finalità è riutilizzare materiali e prodotti da costruzione in modo da ridurre la domanda di materiali vergini e da ridurre così i rifiuti, diminuendo in questo modo gli impatti ambientali associati all'estrazione ed ai processi di lavorazione delle materie prime. Per questo è necessario usare materiali recuperati o restaurati in modo che la loro somma costituisca almeno il 5% o il 10%, basato sul costo, del valore totale dei materiali del progetto. La soglia percentuale minima di materiale da riciclare è:

- materiale riciclato pari al 5%: si ottiene 1 punto
- materiale riciclato pari al 10%: si ottengono 2 punti

Componenti meccaniche, elettriche, idrauliche e speciali articoli quali ascensori e impianti sono esclusi da questo calcolo; si considerano solo i materiali permanentemente installati nel progetto. Mobili ed arredi possono esser inclusi a patto che lo siano anche nei "MR Crediti 3, 4, 5, 6 e 7".

Contenuto di riciclato: si cerca di aumentare la domanda di prodotti da costruzione che contengano materiali a contenuto di riciclato, riducendo così gli impatti derivanti dall'estrazione e dalla lavorazione dei materiali vergini. Si devono utilizzare materiali con un contenuto di riciclato⁴³ tale che la somma del contenuto di riciclato post-consumo⁴⁴ e della metà del contenuto pre-consumo⁴⁵ costituisca almeno il 10% (si ottiene 1 punto) o il 20% (si ottengono 2 punti) basato sul costo del valore totale dei materiali utilizzati nel progetto. La percentuale deve essere determinata in base al peso; la frazione di riciclato contenuta nell'assemblato va quindi moltiplicata per il costo dell'assemblato stesso, in modo da determinare il valore del contenuto di riciclato. Componenti meccaniche, elettriche, idrauliche e speciali articoli quali ascensori e impianti sono esclusi da questo calcolo; si considerano solo i materiali permanentemente installati nel progetto. Mobili ed arredi possono esser inclusi a patto che lo siano anche nei "MR Crediti 3, 4, 5, 6 e 7".

Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata (materiali regionali): si vuole incrementare la domanda di materiali e prodotti da costruzione che siano estratti e lavorati a distanza minima, sostenendo in tal modo l'uso di risorse locali e riducendo gli impatti dovuti al trasporto e favorire l'utilizzo di trasporti a limitato impatto ambientale, come quello su rotaia o via mare. Opzione 1: Utilizzare materiali che siano stati estratti, raccolti o recuperati, nonché lavorati, entro un raggio di 350 km dal sito di costruzione per un minimo del 10% (si ottiene 1 punto) o del 20% (si ottengono 2 punti) basato sui costi del valore totale dei materiali. Se solo una frazione di un prodotto o di

⁴³ Il contenuto di riciclato deve essere definito in conformità con lo standard internazionale ISO 14021 – Etichette e dichiarazioni ambientali – Asserzioni ambientali auto-dichiarate.

⁴⁴ Il materiale post-consumo è definito come materiale di scarto generato da famiglie o da spazi commerciali, industriali e istituzionali nel loro ruolo di utilizzatori finali del prodotto, che non può più essere utilizzato per il suo scopo.

⁴⁵ Il materiale pre-consumo è definito come materiale deviato dal flusso dei rifiuti durante il processo di fabbricazione. E' escluso il riutilizzo di materiali derivanti dalla lavorazione e dalla rigranulazione, oppure ritagli generati in un processo e in grado di essere riutilizzati all'interno dello stesso.

un materiale viene estratto, raccolto, recuperato o lavorato localmente, allora solo quella percentuale in peso contribuirà al credito. Opzione 2: Utilizzare materiali che siano stati estratti, raccolti o recuperati, nonché lavorati, entro un raggio di 1050 km dal sito di costruzione per un minimo del 10% (si ottiene 1 punto) o del 20% (si ottengono 2 punti) basato sui costi del valore totale dei materiali trasportati via ferrovia o via mare. Se solo una frazione di un prodotto o di un materiale viene estratto, raccolto, recuperato o lavorato localmente, allora solo quella percentuale in peso contribuirà al credito. Per entrambe le opzioni vale che le componenti meccaniche, elettriche, idrauliche e speciali articoli quali ascensori e impianti sono esclusi da questo calcolo; si considerano solo i materiali permanentemente installati nel progetto. Mobili ed arredi possono essere inclusi a patto che lo siano anche nei "MR Crediti 3, 4, 5, 6 e 7". Per favorire l'intermodalità si considera la possibilità di effettuare un totale di 100 km di percorso su gomma, anche suddiviso in più tragitti, purché la somma dei singoli tratti non superi il massimo consentito di 100 km percorsi e che tali distanze rientrino all'interno del cerchio di raggio 1050 km. Una terza opzione è quella di unire le prime due:

- materiali estratti a distanza limitata: 3% (350 km) + 7% (1050 km) = 10% → 1 punto
- materiali estratti a distanza limitata: 12% (350 km) + 8% (1050 km) = 20% → 2 punti

Materiali rapidamente rinnovabili: si propone di ridurre l'uso e lo sfruttamento delle materie prime e dei materiali a lungo ciclo di rinnovamento, sostituendoli con materiali rapidamente rinnovabili⁴⁶: essi devono coprire almeno il 2.5% del costo totale di tutti i materiali e prodotti da costruzione usati nel progetto.

Legno certificato: si vuole incoraggiare l'utilizzo ecologico e responsabile della gestione forestale⁴⁷.

⁴⁶ I materiali e i prodotti da costruzione facilmente rinnovabili sono ricavati da piantagioni che hanno un ciclo di raccolta non superiore a 10 anni.

⁴⁷ GBC Italia ha scelto di introdurre in LEED 2009 i medesimi criteri scelti da USGBC, che prevede di incoraggiare l'utilizzo di legno proveniente da gestione forestale certificata; i criteri però sono ancora in corso di discussione all'interno dell'associazione USGBC.

QUALITA' AMBIENTALE INTERNA

Credito o Prerequisito	Titolo	Punteggio
QI Prerequisito 1	Prestazioni minime per la qualità dell'aria	Obbligatorio
QI Prerequisito 2	Controllo ambientale del fumo di tabacco	Obbligatorio
QI Credito 1	Monitoraggio della portata dell'aria di rinnovo	1 Punto
QI Credito 2	Incremento della ventilazione	1 Punto
QI Credito 3.1	Piano di gestione IAQ: fase costruttiva	1 Punto
QI Credito 3.2	Piano di gestione IAQ: prima dell'occupazione	1 Punto
QI Credito 4.1	Materiali basso emissivi: adesivi, primers, sigillanti, materiali cementizi, finiture per legno	1 Punto
QI Credito 4.2	Materiali basso emissivi: pitture	1 Punto
QI Credito 4.3	Materiali basso emissivi: pavimentazioni	1 Punto
QI Credito 4.4	Materiali basso emissivi: prodotti in legno composito e fibre vegetali	1 Punto
QI Credito 5	Controllo delle fonti chimiche ed inquinanti indoor	1 Punto
QI Credito 6.1	Controllo e gestione degli impianti: illuminazione	1 Punto
QI Credito 6.2	Controllo e gestione degli impianti: comfort termico	1 Punto
QI Credito 7.1	Comfort termico: progettazione	1 Punto
QI Credito 7.2	Comfort termico: verifica	1 Punto
QI Credito 8.1	Luce naturale e visione: luce naturale per il 75% degli spazi	1 Punto 
QI Credito 8.2	Luce naturale e visione: visuale esterna per il 90% degli spazi	1 Punto 

Prospetto 28 – Crediti con i relativi punteggi e possibile “Prestazione Esemplare” per la quinta categoria base: Qualità ambientale Interna.

Prestazioni minime per la qualità dell'aria: scopo è determinare i minimi prestazionali per la qualità dell'aria interna dell'edificio in modo da tutelare la salute degli occupanti, migliorare la qualità dello spazio abitato e contribuire al raggiungimento delle condizioni di comfort degli stessi occupanti. Per garantirlo tutti i progetti devono assicurare almeno le portate di ventilazione indicate nella UNI EN 15251 con riferimento alla Classe II; per gli edifici non residenziali si deve fare riferimento alla categoria “low polluting buildings” e inoltre devono essere rispettati i criteri previsti dalla UNI EN 13779.

Controllo ambientale del fumo di tabacco: l'obiettivo è minimizzare l'esposizione al fumo di tabacco ambientale (Environmental Tobacco Smoke, ETS) degli occupanti l'edificio, delle aree interne e dei sistemi di ventilazione. Ricontriamo due casi differenti per aggiudicarsi questo credito: il primo riguarda tutti gli edifici mentre il secondo ha a che fare solamente con gli edifici residenziali e gli ospedali. Il primo caso

ha una prima opzione che è quella di stabilire il divieto di fumo entro una distanza di almeno 8 metri dagli ingressi e dalle finestre apribili; definire con opportuna segnaletica le zone in cui è consentito fumare e quelle in cui è vietato. La seconda opzione è quella di progettare aree in cui è possibile fumare, all'interno delle quali deve però essere prevista un'apposita apparecchiatura di aspirazione del fumo verso l'esterno. Nel caso di edifici residenziali o di ospedali deve essere previsto il divieto di fumo in tutte le aree comuni dell'edificio. All'esterno di esso, invece, localizzare ciascuna area destinata ai fumatori, inclusi balconi, ad una distanza di almeno 8 m dagli ingressi, dalle prese d'aria e dalle finestre apribili sulle zone comuni. Tutte le finestre o porte apribili esterne delle unità residenziali devono essere fornite di guarnizioni di tenuta per minimizzare la fuoriuscita di aria verso l'esterno. Minimizzazione delle vie di trasferimento incontrollato dell'ETS tra singole unità residenziali, tramite sigillatura delle strutture di separazione, dei cavedi e dei possibili transiti tra le unità. Tutte le porte di unità residenziali che si aprono su corridoi comuni devono essere fornite di apposite guarnizioni di tenuta per minimizzare la fuoriuscita di aria verso il corridoio⁴⁸. L'adeguatezza delle guarnizioni dovrebbe essere dimostrata con una prova "blower door test" condotta secondo la norma UNI EN 13829:2002, utilizzando la metodologia di campionamento progressivo. Le unità residenziali devono avere una portata di rinnovo dell'aria minore di 3 h^{-1} alla differenza di pressione di riferimento pari a 50 Pa.

Monitoraggio della portata dell'aria di rinnovo: si vuole fare in modo che il sistema di monitoraggio della ventilazione contribuisca a mantenere il comfort ed il benessere degli occupanti. Per farlo si consiglia di installare sistemi di monitoraggio permanenti per assicurare il mantenimento dei requisiti minimi di ventilazione di progetto. Configurare tutte le componenti dei sistemi di monitoraggio per generare un segnale d'allarme quando i livelli dello scostamento dei valori di CO_2 variano rispetto ai valori di progetto del 10% o più; l'allarme deve essere inviato al gestore dell'edificio o, attraverso un allarme visivo e audio, agli occupanti l'edificio. Inoltre, per spazi ventilati meccanicamente, monitorare la concentrazione del biossido di carbonio all'interno di tutti gli spazi densamente occupati (25 persone per 100 m^2). Il monitoraggio della CO_2 deve essere effettuato ad un'altezza dal pavimento tra 1 m e 1.80 m. Infine si deve

⁴⁸ Se i corridoi comuni sono pressurizzati rispetto alle unità residenziali, allora le porte che collegano le stesse ai corridoi comuni non devono necessariamente essere fornite di guarnizioni di tenuta, purché sia garantita la depressione di 7 Pa.

prevedere un sistema di misurazione della portata d'aria esterna capace di misurare con un'accuratezza di più o meno il 15% rispetto alla portata d'aria esterna minima di progetto, come definita dalla UNI 10339:1995 o dalla UNI EN 15251:2008, per ogni impianto di ventilazione meccanica, dove il 20% o più della portata fornita in progetto è al servizio di spazi non densamente occupati. Per tutti gli spazi ventilati naturalmente va monitorata la concentrazione di CO₂ le cui misure vanno effettuate da 1 m a 1.80 m dal pavimento. Un sensore di CO₂ può essere utilizzato per controllare più spazi se la ventilazione naturale avviene per effetto camino o viene indotta con altri sistemi in maniera uguale e simultanea senza l'intervento degli occupanti l'edificio.

Incremento della ventilazione: la finalità è fornire un ricambio d'aria addizionale al fine di migliorare la qualità dell'aria interna e promuovere il comfort, il benessere e la produttività degli occupanti. Per gli spazi ventilati meccanicamente è fatto obbligo assicurare come minimo le portate di ventilazione indicate nella UNI EN 15251 con riferimento alla Classe I; per gli edifici non residenziali si deve fare riferimento alla categoria "low polluting buildings", inoltre vanno comunque rispettati i criteri della UNI EN 13779. Gli spazi ventilati naturalmente, invece, vanno progettati in accordo alle raccomandazioni fornite dalla "Carbon Trust Good Practice Guides 237" (1998).

Piano di gestione IAQ: fase costruttiva: l'obiettivo è ridurre i problemi di qualità dell'aria interna derivanti dai processi di costruzione o ristrutturazione al fine di garantire il comfort ed il benessere degli addetti ai lavori di costruzione e degli occupanti l'edificio. Questo fine è raggiungibile sviluppando ed implementando un Piano di Gestione della Qualità dell'Aria Interna (Indoor Air Quality, IAQ) per la fase costruttiva e per quella precedente l'occupazione tramite:

- in fase costruttiva, raggiungere o superare i requisiti indicati in "IAQ Guidelines for Occupied Buildings under Construction"
- proteggere i materiali assorbenti, installati o stoccati sul sito, da danni derivanti dall'umidità
- in fase costruttiva, se si utilizzano unità di trattamento aria installate in maniera permanente, su ogni griglia dell'aria di ritorno vanno previsti filtri almeno di classe

F5, secondo la norma UNI EN 779:2005; prima dell'occupazione sostituire tutti i sistemi di filtrazione

Piano di gestione IAQ: prima dell'occupazione: lo scopo è il medesimo del credito precedente, ma in questo caso con maggior accortezza sulla fase riferita a poco prima l'occupazione. Anche in questo caso si prevede di sviluppare ed implementare un Piano di Gestione dell'Aria Interna dopo che tutte le finiture sono state realizzate e che l'edificio sia stato completamente pulito prima dell'occupazione nel modo seguente:

- "flush-out": terminata la fase costruttiva, fornire all'edificio una quantità maggiore di 4400 m³ di aria esterna per ogni metro quadro di superficie interna, mantenendo contemporaneamente una temperatura interna superiore ai 16°C ed un'umidità relativa non superiore al 60%. Se si vuole occupare l'edificio prima del "flush-out" ciò può avvenire solo dopo la fornitura di almeno 1100 m³ di aria esterna; una volta occupati gli spazi, questi andranno ventilati con un tasso di aria esterna pari al valore maggiore tra 5.5 ed il tasso minimo determinato in "QI Prerequisito 1"
- verifica della qualità dell'aria: al termine della fase costruttiva e prima dell'occupazione, condurre test sull'IAQ utilizzando gli Standard ISO 16000; dimostrare quindi che vengono rispettate le concentrazioni limite per gli inquinanti riportati nel prospetto seguente:

Contaminante	Concentrazione massima
Formaldeide	0.027 ppm
Particolato (PM10)	50 µg/m ³
Composti Organici Volatili (COV) totali	500 µg/m ³
4 - fenilcicloesene ⁴⁹ (4-PHC)	6.5 µg/m ³
Monossido di Carbonio (CO)	10 mg/m ³ e non più di 2 mg/m ³ al di sopra del valore presente all'esterno

Prospetto 29 – Concentrazioni massime ammissibili dei materiali testati.

Per ciascun punto di campionamento in cui risultano superati i limiti di concentrazione, effettuare un ulteriore "flush-out" e rimisurare i parametri che prima eccedevano i limiti; ripetere la procedura fino al rispetto di tutti i criteri imposti. Quando si ripete il

⁴⁹ Questo test è richiesto solamente se vengono utilizzati tessuti e pavimentazioni resilienti contenenti il copolimero Stirene-Butadiene.

test esso va fatto nello stesso punto in cui era stato effettuato in precedenza ed ogni campionamento va così eseguito:

- le misure vanno prese prima dell'occupazione ma nelle fasce orarie in cui l'edificio risulterà occupato, facendo entrare in funzione il sistema all'orario più consueto
- devono essere realizzate tutte le finiture interne fisse e, anche se non richiesto, si suggerisce di realizzare prima dei test anche le finiture non fisse
- il numero di punti di campionamento dovrà variare in base alle dimensioni dell'edificio ed al numero di impianti di ventilazione; per ciascuna porzione di edificio servita da un impianto di ventilazione, il numero di punti non deve essere inferiore a 1 ogni 2300 m², per ogni area pavimentata contigua

Materiali basso emissivi: adesivi, primers, sigillanti, materiali cementizi e finiture per legno: il fine è ridurre all'interno dell'edificio i contaminanti che risultano odorosi, irritanti e/o nocivi. Quindi tutti gli adesivi, primers, sigillanti, prodotti cementizi e vernici per legno usati all'interno dello stabile devono rispettare la classificazione GEV Emission Code EC1 come evidenziato nel seguente prospetto:

Prodotti	Limiti emissione VOC
1. Prodotti Liquidi	100 mg/m ³
1.1 Primers	
1.1.1 a base acqua	
1.1.2 non a base acqua	
1.2 Rivestimenti antiscivolo	
1.2.1 a base acqua	
1.2.2 non a base acqua	
1.3 Membrane/consolidanti anti-umidità (rivestimenti e primers)	
1.3.1 a base acqua	
1.3.2 non a base acqua	
2. Prodotti in polvere (a base di legante inorganico)	200 mg/m ³
2.1 Prodotti livellanti a base cemento o intonaco	
2.2 Adesivi per piastrelle e stucchi per fughe	
2.3 Malte fluide impermeabilizzanti	500 mg/m ³
3. Prodotti in pasta (a base di legante organico)	
3.1 Adesivi per pavimentazioni resilienti, parquet e piastrelle	
3.2 Sistemi di fissaggio per pavimentazioni resilienti	
3.3 Rivestimenti e sigillanti impermeabili	
3.4 Livellanti (a base acqua o reattivi)	500 mg/m ³ dopo 1 giorno
3.5 Prodotti in polvere con alto contenuto di legante organico	
4. Prodotti pronti all'uso che non richiedono reticolazione chimica o indurimento fisico	500 mg/m ³ dopo 1 giorno
4.1 Sottostrati per installazione di pavimentazioni	
4.2 Sottostrati fonoassorbenti	
4.3 Nastri e membrane autoadesive	
4.4 Profili per installazioni	300 mg/m ³
5. Sigillanti per giunti	
6. Vernici per parquet	150 mg/m ³

Prospetto 30 – Limiti VOC.

Tutti i materiali devono rispettare anche i limiti di emissione di sostanze cancerogene, tossiche o mutagene (CMR) così come previsto dal Protocollo GEV. Per alcune di queste sostanze, che per ragioni tecniche possono essere inevitabilmente presenti, il test deve accertare che ogni singolo composto rimanga al di sotto dei seguenti valori limite:

- sostanze C1: $<2 \text{ g/m}^3$ (limite di rilevamento)
- sostanze C2: $<10 \text{ g/m}^3$
- sostanze C3: $<50 \text{ g/m}^3$

Materiali basso emissivi: pitture: ovviamente la finalità è quella del credito precedente ma questo si concentra solamente sulle pitture. Le pitture utilizzate all'interno dell'edificio devono attenersi alla Direttiva 2004/42/CE che sancisce il contenuto massimo ammissibile di VOC nelle pitture:

- pitture per interni, per soffitto o pareti: $<20 \text{ g/l}$
- pitture per finiture e rivestimenti interni di legno o metallo: $<100 \text{ g/l}$
- vernici e impregnanti per legno: $<70 \text{ g/l}$

Materiali basso emissivi: pavimentazioni: stesso scopo del credito precedente. Tutte le tipologie di pavimentazioni devono soddisfare i seguenti requisiti idonei alle caratteristiche del progetto:

- tutte le moquette installate devono essere conformi ai requisiti di produzione e verifica del programma Green Label Plus del Carpet and Rug Institute
- tutte gli adesivi devono soddisfare i requisiti di "QI Credito 4.1"
- tutte le pavimentazioni resilienti devono essere certificate con il sistema FloorScore da un ente terzo indipendente
- in alternativa dimostrare che il 100% delle pavimentazioni resilienti è certificato FloorScore e deve costituire almeno il 25% dell'area calpestabile finita totale dell'edificio

Inoltre tutti i pavimenti impiegati devono soddisfare i requisiti di produzione e di prova previsti dal California Department of Health Services.

Materiali basso emissivi: prodotti in legno composito e fibre vegetali: solito obiettivo, per il quale è previsto che i prodotti e gli adesivi in legno composito e in fibre vegetali non contengano aggiunte di resine urea-formaldeide. In particolare i prodotti

considerati in legno composito o in fibre vegetali sono: pannelli, pannelli di fibre a media densità (MDF), compensato, pannelli di grano, pannelli di paglia, sottostrati di pannelli a anime di porte; ovviamente mobilia esclusa.

Controllo delle fonti chimiche ed inquinanti indoor: si vuole minimizzare l'esposizione degli occupanti a particolato ed inquinanti chimici potenzialmente pericolosi. Mezzi specifici per attuare questo obiettivo sono:

- lungo le vie d'accesso all'edificio, che fungono da regolare punto di ingresso per gli utenti, impiegare barriere antispurco permanenti, di lunghezza pari ad almeno 3 m nella principale direzione di flusso. Tra le barriere accettate sono presenti: griglie, grate o sistemi fessurati che permettono la pulizia della zona sottostante; tappeti e zerbini sono accettati solo se è previsto un contratto per la loro pulizia settimanale
- ogni spazio in cui i gas pericolosi o sostanze chimiche possono essere presenti o utilizzati (garage, lavanderie, aree con stampanti o fotocopiatrici) deve essere sottoposto ad aspirazione in modo da creare, con porte e finestre chiuse, una depressione rispetto agli spazi adiacenti che vada da 7 Pa ad un minimo di 5 Pa quando le porte sono chiuse
- negli edifici con ventilazione meccanica, installare filtri d'aria antipolvere almeno di Classe F7; si deve filtrare sia l'aria immessa che quella di ritorno
- fornire contenitori adeguati per lo smaltimento di rifiuti liquidi pericolosi nei luoghi in cui possa avvenire una miscelazione tra l'acqua e sostanze chimiche concentrate

Controllo e gestione degli impianti: illuminazione: lo scopo è fornire ai singoli ed ai gruppi di utenti la possibilità di effettuare una regolazione dell'impianto di illuminazione compatibile con le loro necessità, in modo da favorire la produttività e il comfort. Bisogna garantire la regolazione per almeno il 90% degli occupanti e il controllo dell'impianto di illuminazione in tutti gli spazi collettivi.

Controllo e gestione degli impianti: comfort termico: la finalità è permettere un elevato livello di controllo sugli impianti termici da parte dei singoli utenti o di gruppi di persone che utilizzano gli spazi collettivi; bisogna garantire la possibilità di

controllo per almeno il 50% degli occupanti. Le finestre apribili possono essere usate per gli occupanti di quelle aree che distano meno di 6 m dalla parete esterna e lateralmente meno di 3 m da una delle estremità del serramento. La superficie delle finestre apribili deve rispettare la norma ASHRAE 62.1-2007 o il regolamento edilizio locale e deve comunque essere superiore al 4% della superficie netta del pavimento. E' bene dotare di regolazione d'impianto ogni spazio condiviso. Le condizioni di comfort termico sono descritte nella norma UNI EN ISO 7730:2006, compresi i parametri ambientali principali da cui dipende la percezione globale del comfort termico: temperatura dell'aria, temperatura media radiante, velocità ed umidità media dell'aria, ecc...⁵⁰ Per questo credito è sufficiente garantire il controllo di almeno uno di questi fattori ambientali.

Comfort termico: progettazione: lo scopo è, naturalmente, fornire un ambiente termicamente confortevole. Per metterlo in pratica è necessario progettare impianti HVAC e l'involucro edilizio in modo da rispettare i requisiti della norma UNI EN 15251:2008 e UNI 10339; inoltre è bene verificare le condizioni di comfort con il metodo descritto dalla UNI EN ISO 7730:2006. Dimostrare infine la conformità del progetto secondo la sezione 6.1.1 della norma ASHRAE 55-2004.

Comfort termico: verifica: il fine è fornire una valutazione nel tempo del comfort termico dell'edificio. E' fatto obbligo conseguire il "QI Credito 7.1" ed inoltre, nel periodo compreso tra i 6 ed i 18 mesi successivi all'occupazione dell'impalcato, realizzare un sondaggio tra gli occupanti sul comfort termico. Se il risultato di tale sondaggio indica che più del 20% degli occupanti sono insoddisfatti, andrà sviluppato un piano per azioni di correzione. Si consiglia in ogni caso di prevedere un sistema di monitoraggio continuo che garantisca la rispondenza tra la prestazione dell'edificio e i criteri di comfort termico descritti da "QI Credito 7.1".

Luce naturale e visione: luce naturale per il 75% degli spazi: nelle aree occupate in modo continuativo si vuole garantire il contatto diretto degli occupanti con l'ambiente esterno attraverso l'illuminazione naturale degli spazi ed un'adeguata percezione visiva dell'esterno. Opzione 1: Dimostrare per mezzo di un software di simulazione il raggiungimento di un valore di illuminamento naturale compreso da un

⁵⁰ Già trattati nel paragrafo 3.1.2.

minimo di 250 lux ad un massimo di 5000 lux in almeno il 75% degli spazi regolarmente occupati, in condizioni di cielo sereno, il 21 settembre alle ore 09:00 ed alle ore 15:00. Se il progetto è dotato di sistemi di schermatura automatica atti al controllo dell'abbagliamento è sufficiente la conformità al valore minimo di illuminamento richiesto. Opzione 2: Per le zone illuminate lateralmente (vedi figura 34) si deve raggiungere un valore di luce naturale compreso tra un valore minimo pari a 0.150 ed un massimo di 0.180, calcolato come il prodotto tra la trasmissione luminosa (T_{vis}) e il rapporto tra l'area della finestra e quella del pavimento (RFP); l'area della finestra deve avere un'altezza dal pavimento di almeno 0.85 m:

$$0.150 < T_{vis} \cdot RFP < 0.180$$

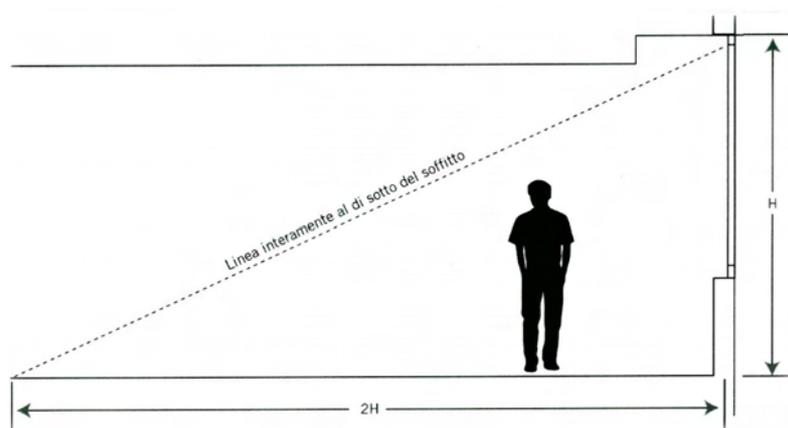


Figura 34 – Zona illuminata lateralmente dalla luce naturale.

Il soffitto non deve intersecare la linea tracciata in sezione che unisce il bordo superiore della finestra con la linea parallela al pavimento che è perpendicolare al piano della finestra. La lunghezza della linea che giace sul pavimento è due volte l'altezza misurata dalla parte alta della finestra sino al piano del pavimento interno. Per assicurare un efficace utilizzo della luce naturale, è consigliabile prevedere sistemi che permettano il direzionamento della luce e dispositivi atti a regolare l'abbagliamento. Per le zone illuminate dall'alto (vedi figura 35):

- a) l'area di luce naturale utile al di sotto del lucernario deve essere pari al contorno della proiezione dell'apertura sotto il lucernario sommato, in ogni direzione, alla minore delle seguenti distanze:
 - il 70% dell'altezza del soffitto
 - metà della distanza dal bordo del lucernario più vicino

- la distanza da ogni divisorio permanente opaco che è più lontano del 70% della distanza che intercorre tra la parte superiore del divisorio ed il soffitto
- b) raggiungere un valore di superficie occupata dai lucernari tra il 3% ed il 6% dell'area della copertura con un minimo di T_{vis} pari a 0.5
- c) la distanza tra i lucernari non deve essere maggiore di 1.4 volte l'altezza del soffitto
- d) qualora si utilizzi un diffusore di luce, questo deve avere un valore misurato di opacità (haze) maggiore del 90%, testato in accordo con la norma ASTM D1003; si deve impedire la visione diretta del diffusore
- e) è fatta eccezione per le aree la cui attività lavorativa è ostacolata dalla presenza della luce naturale

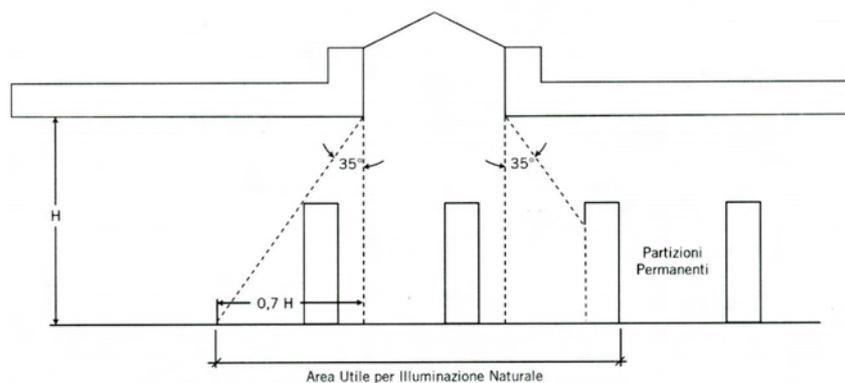


Figura 35 – Zona illuminata con luce naturale proveniente dall'alto.

Opzione 3: raggiungere un valore del fattore di luce diurna pari al 2% (o maggiore a seconda delle normative vigenti e locali) in almeno il 75% di tutte le aree dell'edificio occupate in modo continuativo. Il fattore di luce diurna si calcola secondo le indicazioni fornite dalla sezione C della norma UNI EN 15193:2008. Opzione 4: dimostrare, attraverso il monitoraggio della quantità di luce interna, che il livello di illuminamento naturale minimo di 250 lux è stato raggiunto in almeno il 75% delle aree occupate in modo continuativo. Le misurazioni devono essere fatte utilizzando una griglia la cui maglia dipende dall'ampiezza della superficie da considerare. Il rapporto tra i lati della maglia rettangolare non deve essere minore di 1:2; le misurazioni si effettuano al centro di ogni maglia. In tutti i casi è utile provvedere all'inserimento di dispositivi per il direzionamento della luce e/o per il controllo dell'abbagliamento, in modo da evitare situazioni di elevato contrasto. Opzione 5: Ognuna delle opzioni precedenti può essere

utilizzata in combinazione per documentare il minimo valore di illuminamento a patto che i diversi metodi di calcolo utilizzati per ciascuna zona siano chiaramente documentati sulle planimetrie di progetto dell'edificio.

Luce naturale e visione: visuale esterna per il 90% degli spazi: si cerca di garantire agli occupanti il contatto diretto con l'ambiente esterno attraverso l'illuminazione naturale e un'adeguata percezione visiva dell'esterno. Si deve quindi assicurare, in almeno il 90% degli spazi occupati continuativamente, che attraverso le superfici trasparenti, poste ad un'altezza misurata a partire dal piano di calpestio compresa tra 0.85 m e 2.30 m, gli utenti abbiano una visione dell'esterno senza ostacoli interposti. Se ciò non fosse possibile, gli occupanti devono avere la possibilità di una visuale di più ampio respiro (vista di qualità). In aree urbane densamente costruite la visuale verso un ambiente con valenze paesaggistiche non è sempre possibile: in questo caso si consiglia di prevedere, dove possibile, delle aperture vetrate che permettano all'utente di usufruire di "viste dinamiche", ovvero visuali in cui lo scenario visivo è soggetto a cambiamenti; una vista dinamica può infatti contribuire ad incrementare il benessere visivo e la produttività.

INNOVAZIONE NELLA PROGETTAZIONE

Credito o Prerequisito	Titolo	Punti
IP Credito 1	Innovazione nella progettazione	1-5 Punti
IP Credito 2	Professionista Accreditato LEED (LEED AP)	1 Punto

Prospetto 31 – Crediti della prima categoria “bonus”: Innovazione nella Progettazione.

Innovazione nella progettazione: si vuole consentire ai gruppi di progettazione di conseguire “Prestazioni Esemplari” rispetto ai requisiti previsti dal sistema LEED. Il conseguimento del credito può avvenire secondo una combinazione dei seguenti percorsi:

- percorso 1 (da 1 a 5 punti): conseguire un miglioramento significativo e misurabile nelle prestazioni dell'edificio in termini di sostenibilità ambientale; è assegnato un punto per ciascuna innovazione introdotta che deve rispettare i seguenti criteri: finalità della soluzione proposta, requisiti prestazionali proposti per la conformità al credito, proposta di documentazione necessaria alla dimostrazione del

raggiungimento del requisito prestazionale proposto e approccio progettuale applicato per il raggiungimento

- percorso 2(da 1 a 3 punti): raggiungimento di una prestazione eccezionale per un prerequisito o credito di LEED 2009 Italia, per cui sono presenti indicazioni relative alla sezione “Prestazione Esemplare”. Si acquisisce un punto se si supera di almeno il doppio i parametri richiesti dai crediti LEED.

Professionista accreditato LEED: si vuole supportare e promuovere l’integrazione progettuale richiesta da LEED per favorirne l’applicazione e la certificazione; per farlo almeno uno dei componenti principali del gruppo di progettazione deve essere un Professionista Accreditato LEED (LEED AP).

PRIORITA' REGIONALE

Credito o Prerequisito	Titolo	Punti
PR Credito 1	Priorità regionale	1-4 Punti

Prospetto 32 – Crediti della seconda categoria “bonus”: Priorità Regionale.

Priorità regionale: lo scopo è incentivare il conseguimento dei crediti orientati alle specifiche priorità ambientali locali. Si deve perciò raggiungere da 1 a 4 dei 6 crediti previsti da GBC Italia⁵¹ in base all’importanza ambientale per la zona in cui è collocato il progetto.

3.2.6. BREVE COMPARAZIONE TRA CERTIFICAZIONI

Come abbiamo osservato, ci sono vari tipi di certificazione in Italia e nonostante tutte si rifacciano comunque alla normativa nazionale ed europea, soprattutto per quanto riguarda i metodi di calcolo, esse si differenziano per vari aspetti. La certificazione nazionale è quella base, che si rifà alla normativa vigente e quindi vera e propria legge in questo campo; la certificazione della Provincia Autonoma di Trento è molto simile ad essa ma con valori di “soglia energetica” più restrittivi e vicini a quelli di CasaClima. Lo stesso accade per Ecodomus.Vi che, a differenza di quella della Provincia Autonoma di Trento, ha dei valori limite di fabbisogno energetico leggermente più restrittivi, anche perché non presenta la Classe “C⁺”, propria invece

⁵¹ Un archivio dei crediti della sezione Priorità Regionale e delle aree di applicazione è disponibile sul sito di GBC Italia: www.gbccitalia.org

della classificazione trentina. Le certificazioni, che costringono ad interventi "green" più significativi sono certamente CasaClima e LEED. Pur suggerendo come progettare i vari elementi architettonici e strutturali grazie alla "Direttiva Tecnica", CasaClima può essere applicata anche ad edifici già ultimati, mentre la certificazione LEED va a braccetto con progettazione e costruzione e non può prescindere da esse. LEED tuttavia va a considerare molti più aspetti rispetto CasaClima, come ad esempio la vicinanza a fermate di mezzi pubblici, la presenza di deposito per le biciclette o di parcheggi agevolati per gli automezzi ecologici, ecc... Insomma, LEED è una certificazione che non tiene conto solo dell'efficienza energetica ma considera la sostenibilità ambientale in genere in tutto il percorso costruttivo dell'edificio.

Pregio da evidenziare di molte certificazioni è quello di mettere a disposizione un software che aiuti nei calcoli, nel quale sono già inseriti parametri e metodologie di calcolo da adottare per rispettare la normativa europea e nazionale. Ci sono però delle incongruenze: ad esempio la normativa per la certificazione nazionale suggerisce l'utilizzo del software "Docet" che sarebbe molto adeguato e di facile utilizzo, ad esclusione del fatto che tra la scelta dei materiali strutturali non c'è molta varietà⁵². Anche la P.A.T. ed Ecodomus.Vi con il loro foglio di calcolo sarebbero davvero all'avanguardia, peccato però che nei database ci siano solamente le caratteristiche ambientali (Gradi Giorno e clima base di riferimento) dei comuni rispettivamente in provincia di Trento e di Vicenza e non è quindi possibile utilizzarlo per calcolare il fabbisogno energetico di uno stabile che sorga o debba sorgere al di fuori dei confini trentini o vicentini se non inserendo un comune che abbia Gradi Giorno e Zona Climatica simili a quelli dell'edificio in esame, ma anche in questo caso non è esattamente la stessa cosa. Il migliore dei software di supporto è senza dubbio quello di CasaClima: è applicabile in qualsiasi comune italiano, permette di inserire il legno come elemento strutturale e fa riferimento alle ultimissime norme europee in campo di efficienza energetica e risparmio energetico; la scelta dello strumento informatico è comune all'impostazione originaria del progetto CasaClima di Bolzano e dello standard Menergie svizzero. Unico difetto registrabile è che l'accesso al software è ristretto ai partecipanti ai corsi di formazione e aggiornamento CasaClima. Personalmente la delusione in tale campo arriva da LEED: un sistema di valutazione così curato in ogni minimo dettaglio, che tiene conto di infiniti parametri che partono dalla progettazione ed arrivano fino

⁵² Concetto approfondito più in dettaglio nel paragrafo 4.3.1.

alla costruzione e all'esercizio, non ha un software di supporto? Sì, si utilizzano dei software per conoscere le possibili categorie di impatto del futuro edificio e del loro peso relativo sull'ambiente, ma uno strumento informatico sul quale lavorare, ad esempio con la checklist pre-inserita sulla quale poter spuntare le possibili soluzioni e che poi rilasci automaticamente il punteggio ottenuto a seconda delle scelte progettuali e costruttive fatte, non esiste. Certo il discernimento e la valutazione umana sono più elastici e intuitivi di quelli del calcolatore automatico, ma un supporto che aiutasse a velocizzare la procedura di analisi e la rendesse meno soggettiva non guasterebbe. In ogni caso ritengo che LEED, non tenendo conto del supporto informatico, sia la certificazione più completa in assoluto, perché tiene conto di tantissimi fattori sia ambientali che votati al comfort dell'utente finale, oltre che incanalare progettazione e costruzione nei binari della massima sostenibilità ambientale. Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei pro e dei contro delle certificazioni trattate in questa tesi.

Certificazione	Supporto informatico	Supporto informatico prevede il legno	Applicabile a tutti i comuni italiani	Direttive Tecniche per progetto e costruzione
Nazionale	✓	✗	✓	✗
P.A.T.	✓	✓	✗	✗
CasaClima	✓	✓	✓	✓
Ecodomus.Vi	✓	✓	✗	✗
LEED	✗	✗	✓	✓

Prospetto 33 – Schema comparativo delle caratteristiche proprie delle diverse certificazioni.

4. UN CASO PRATICO: CASA FO

4.1. LOCALIZZAZIONE E PRESENTAZIONE ABITAZIONE

4.1.1. LA LIBERA REPUBBLICA DI ALCATRAZ

Dopo aver evidenziato le diverse metodologie di certificazione, si è voluto applicarle ad un caso pratico: l'edificio preso in esame è la futura casa di Dario Fo e Franca Rame presso la "Libera Repubblica di Alcatraz", il cui progetto è stato seguito dal figlio Jacopo. Egli crede molto nella rete e nella collaborazione sociale e sta creando, proprio ad Alcatraz, un esempio di cohousing avanzato. La "Libera Repubblica di Alcatraz" è un posto speciale, situato in provincia di Perugia nel comune di Gubbio e precisamente nella Frazione di S.Cristina, che ha dichiarato "l'indipendenza" di pensiero già tanti anni fa insieme al suo principio fondatore: la poesia.

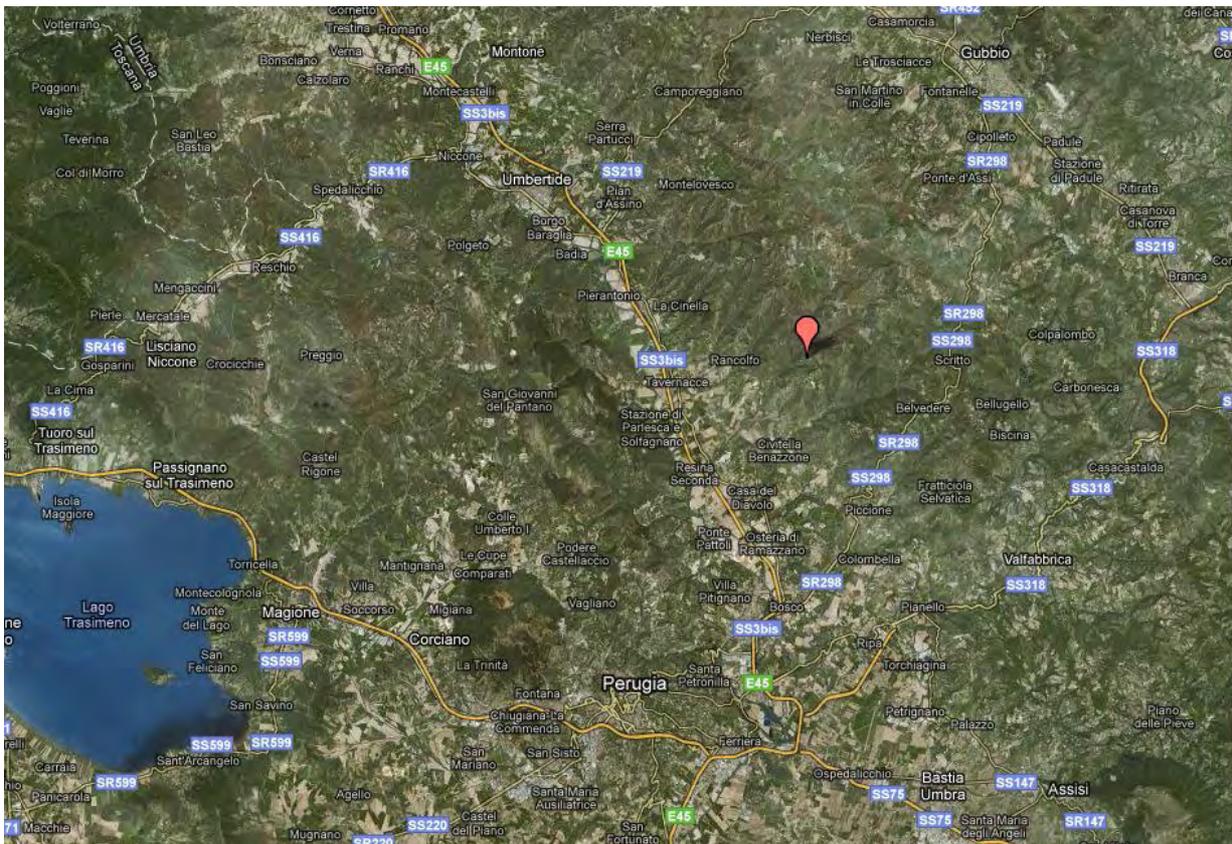


Figura 36 – Localizzazione della "Libera Repubblica di Alcatraz".

E' un piccolo ed articolato universo coordinato dallo stesso Jacopo Fo, che dell'ecologia ha fatto la sua bandiera agli inizi degli anni '80, dove sta nascendo un eco-villaggio su

modello nord europeo. E' un posto in cui le case sono costruite con i criteri dell'efficienza energetica: pannelli fotovoltaici e termici, impianti duali per i bagni, teleriscaldamento, caldaia a biomasse, ecc... All'interno di questo villaggio è possibile acquistare un appartamento dai 40 m² in su; ci sono già circa ventuno appartamenti pronti o comunque consegnabili in meno di sei mesi dalle svariate tipologie abitative. Queste case costituiscono cinque quartieri nel raggio di un chilometro e mezzo, dove le distanze sono quindi minime; è concepito in modo da avere dei vicini che raggiungi facilmente da un capo all'altro del villaggio: c'è la piazzetta con il portico, il bar, il bazar, il ristorante, la piscina coperta e sta per essere realizzata una torre con un'enorme testa di capra sopra. E' un progetto particolare anche dal punto di vista estetico: Jacopo vuole che abbia un valore anche dal punto di vista spettacolare, da visitare. Il cohousing è rispecchiato anche nelle strutture produttive; ad esempio c'è un piccolo albergo con otto stanze e chi acquista un appartamento ha una quota di questa attività da utilizzare per un ospite, invece di tenere una stanza in più per tutto l'anno che può risultare improduttiva. Il villaggio è un luogo che predispone alla collaborazione sociale, ma senza alcun obbligo; è un posto come qualunque altro: si mangia carne, pesce, formaggio, non si è obbligati a fare nulla. Chi va ad Alcatraz cerca una casa efficiente e un posto meraviglioso immerso nella natura, inoltre nella zona in autocostruzione non è previsto il pagamento del terreno e si hanno dei vantaggi fiscali per agevolare le fasce più deboli. All'interno della "Repubblica" è stata anche fondata la "Libera Università di Alcatraz", dove si tengono corsi volti all'ecologia ed al mercato indipendente.

Per quanto riguarda la casa di Dario Fo e Franca Rame, l'intero processo di costruzione è stato trasformato in una filiera, che è un sistema di garanzia, come avviene per il gruppo di acquisto. Sono state individuate una ventina di aziende in grado di realizzare una casa ecologica ed in più è stata scelta una ditta che si occupa di analisi chimica e di certificazione dei prodotti, che ha certificato materiali, colle e resine, tutte di tipo naturale. L'abitazione è stata creata interamente in legno al quale, esternamente, è stata sovrapposta una parete in finta pietra che funge da parete ventilata. E' presente inoltre una grande serra solare, che immagazzina il calore del sole per poi distribuirlo nelle stanze ad essa adiacenti, integrata da pannelli solari disposti sul tetto della parte in legno, permettendo così un risparmio nell'uso del riscaldamento e di conseguenza una minore emissione di CO₂. Il riscaldamento in sé funziona tramite

teleriscaldamento che parte da una caldaia a biomasse, comune a buona parte dell'intero villaggio, ed è rilasciato tramite pannelli radianti disposti nel pavimento (riscaldamento a pavimento). La casa è predisposta anche per l'aria condizionata ma non verrà utilizzata granché in quanto, visto l'adeguato isolamento termico, la parete e il tetto ventilati, dovrebbe risultare piuttosto fresca d'estate quanto calda d'inverno. La migliore innovazione, però, è stata utilizzare acqua di secondo livello e non acqua potabile per gli scarichi dei bagni, in modo da non sprecare acqua di primo livello. In definitiva sono state utilizzate tutte le tecnologie ecologiche possibili per ridurre l'impatto ambientale e promuovere il comfort interno.

4.2. ELABORATI GRAFICI

4.2.1. PLANIMETRIA DELLA ZONA

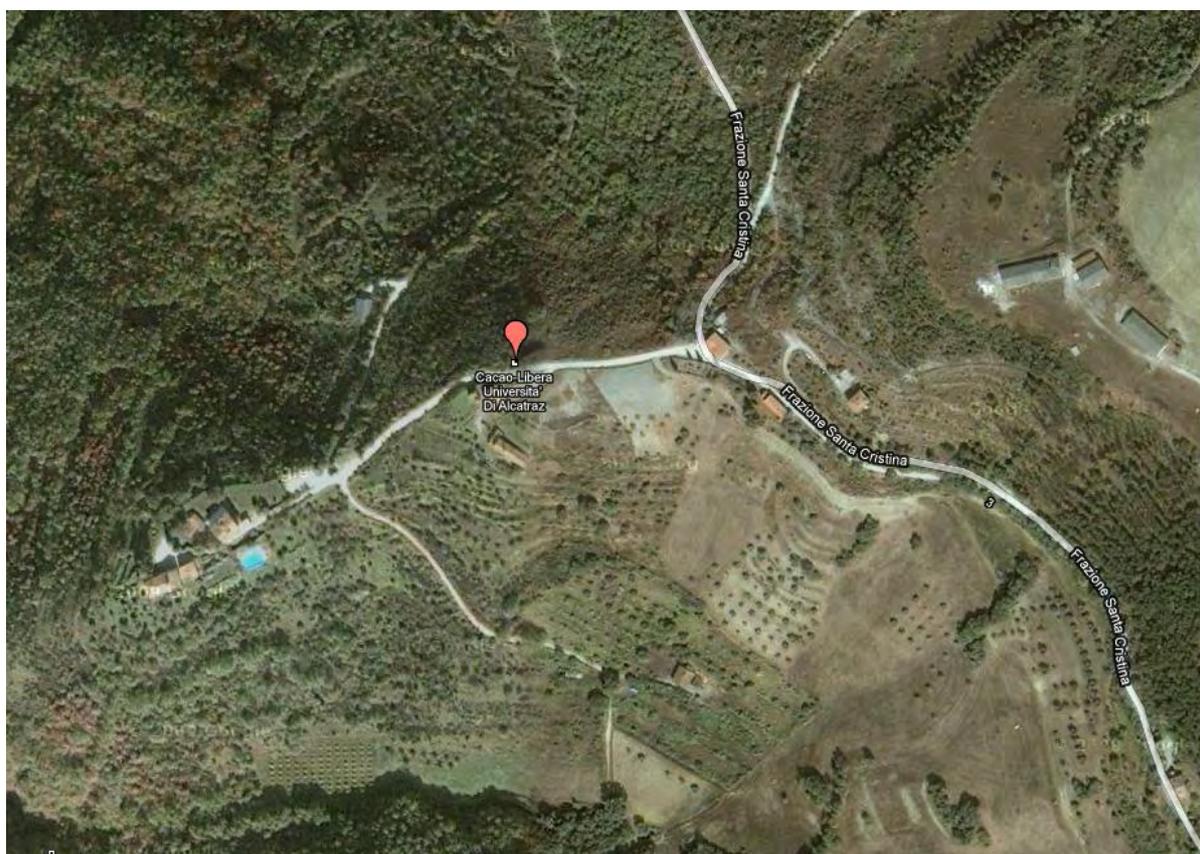
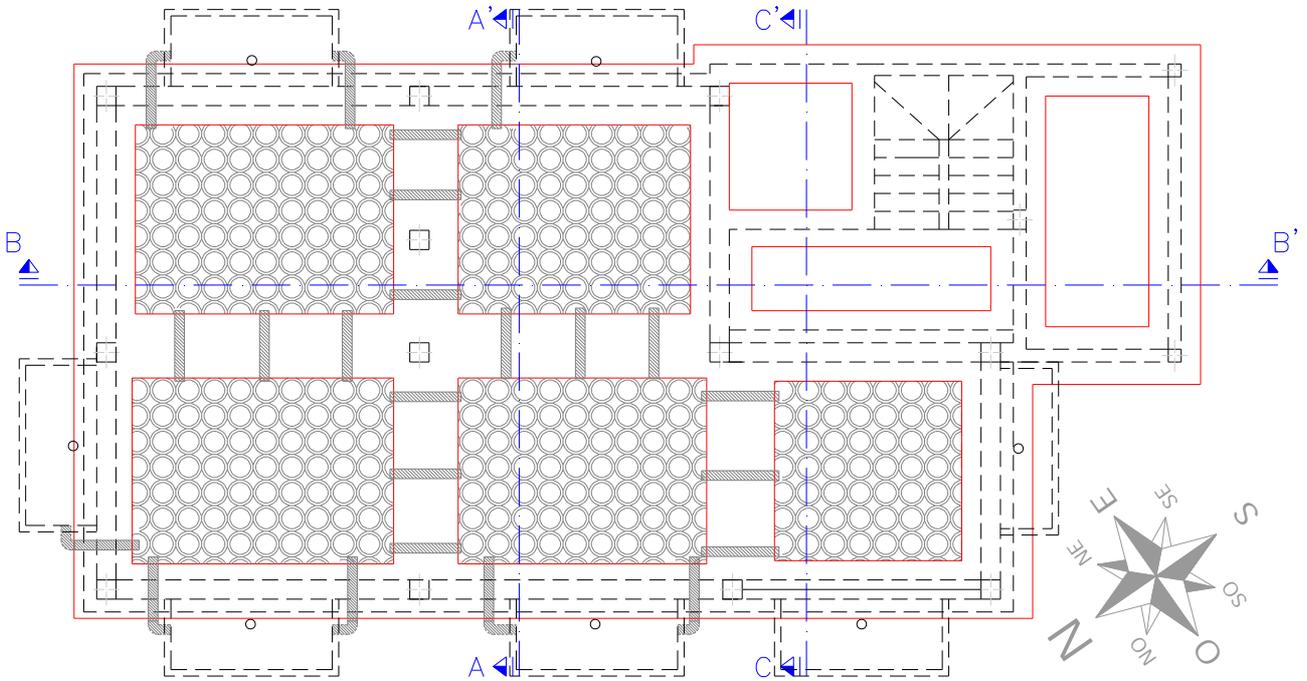
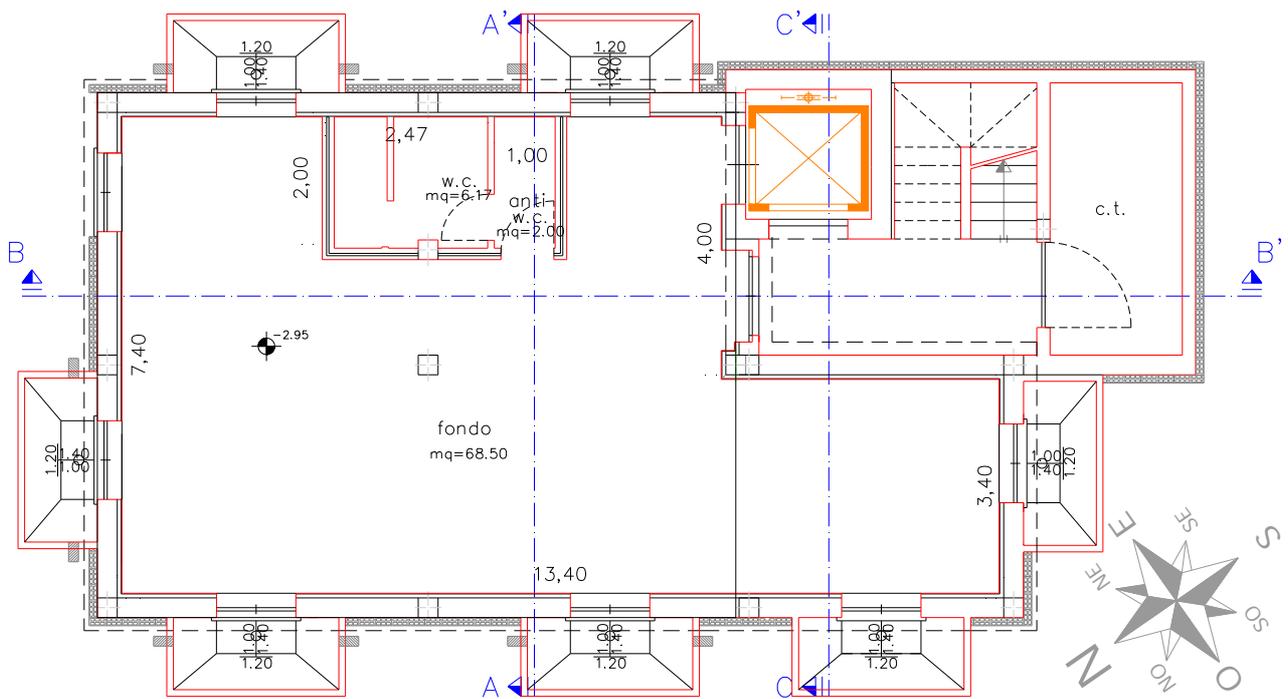


Figura 37 – Fotografia satellitare del sito in esame.

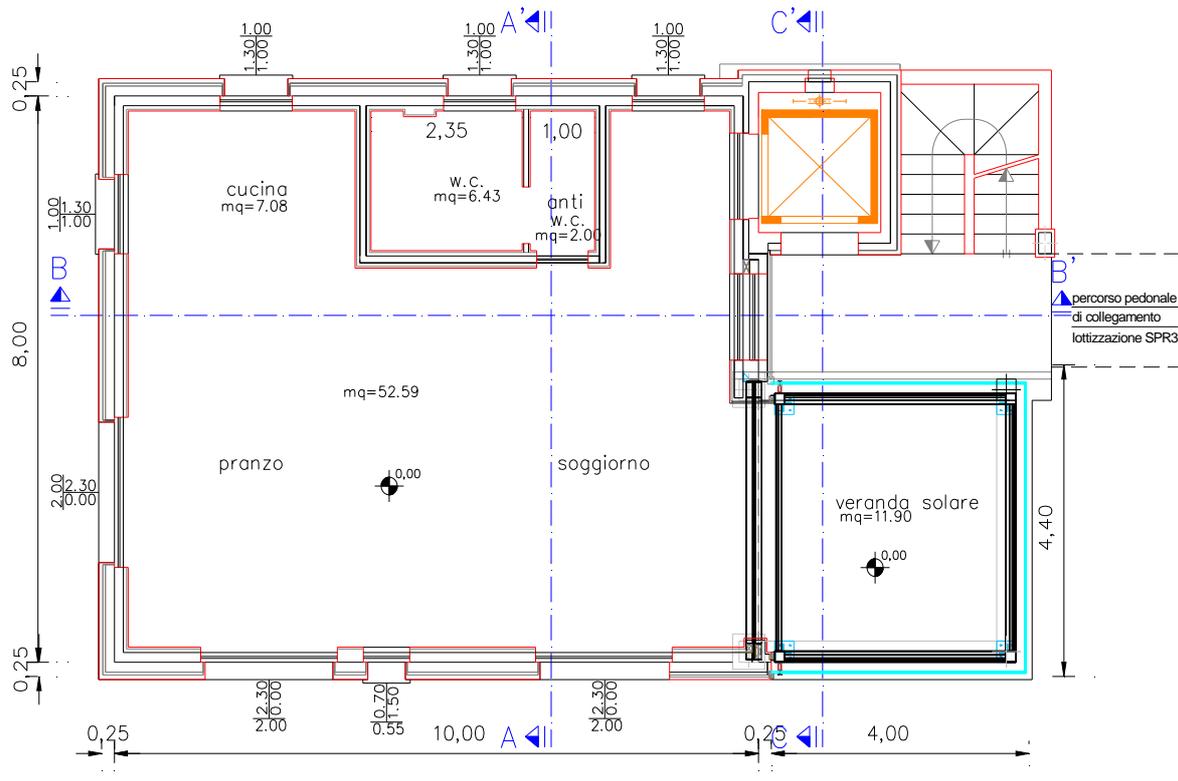
4.2.2. PIANTE



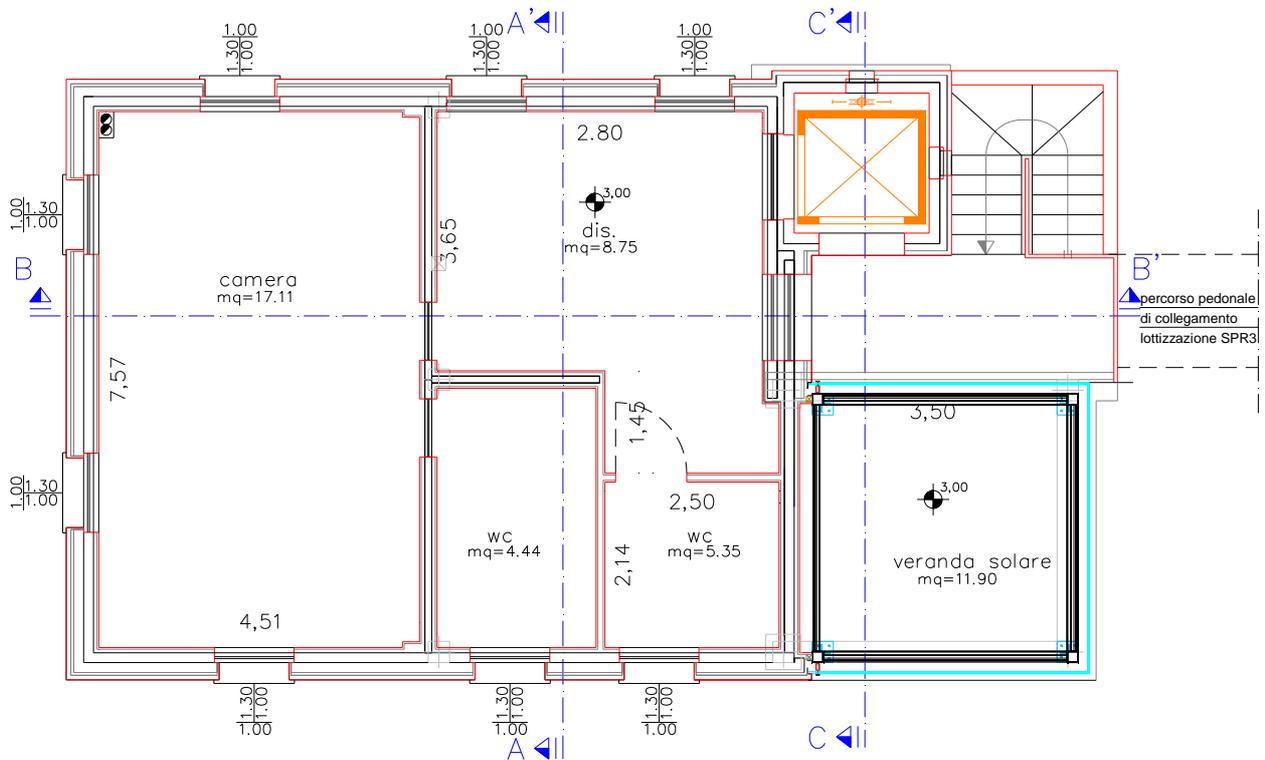
PIANTA FONDAZIONI - SCALA 1:100



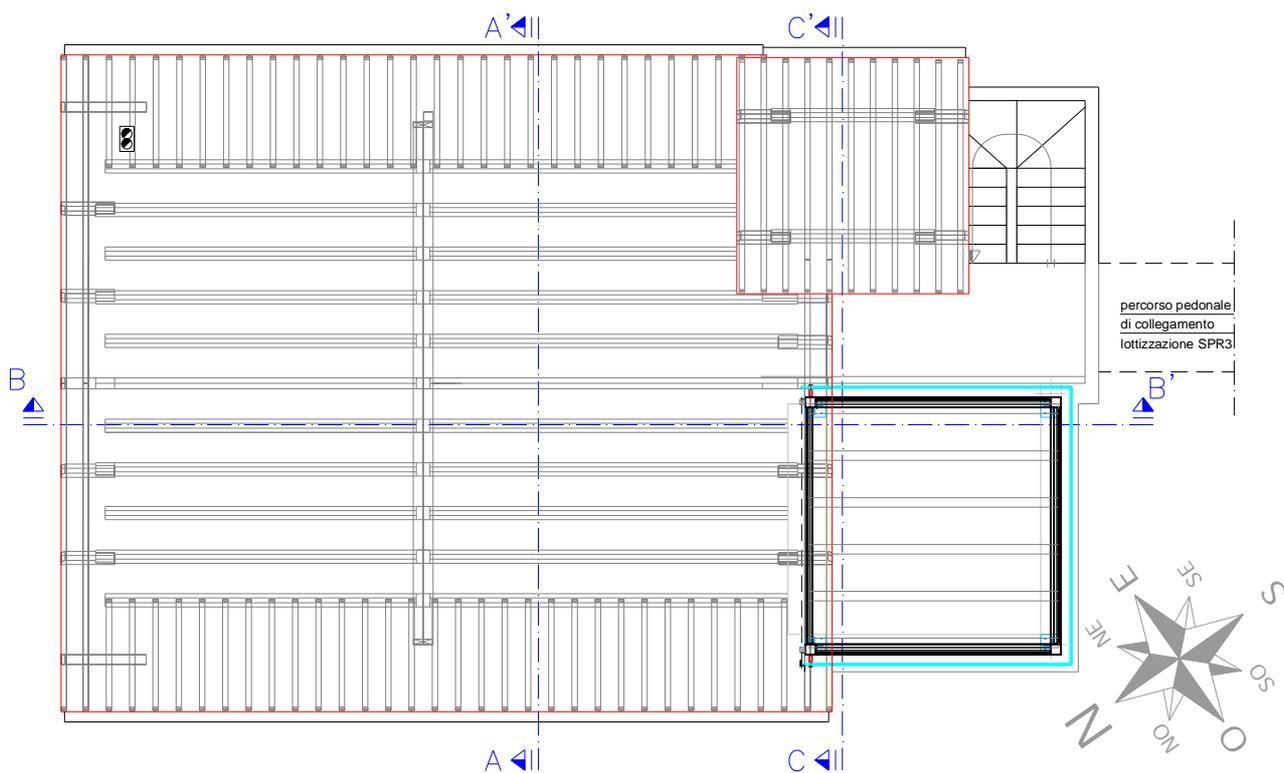
PIANTA PIANO INTERRATO - SCALA 1:100



PIANTA PIANO TERRA - SCALA 1:100

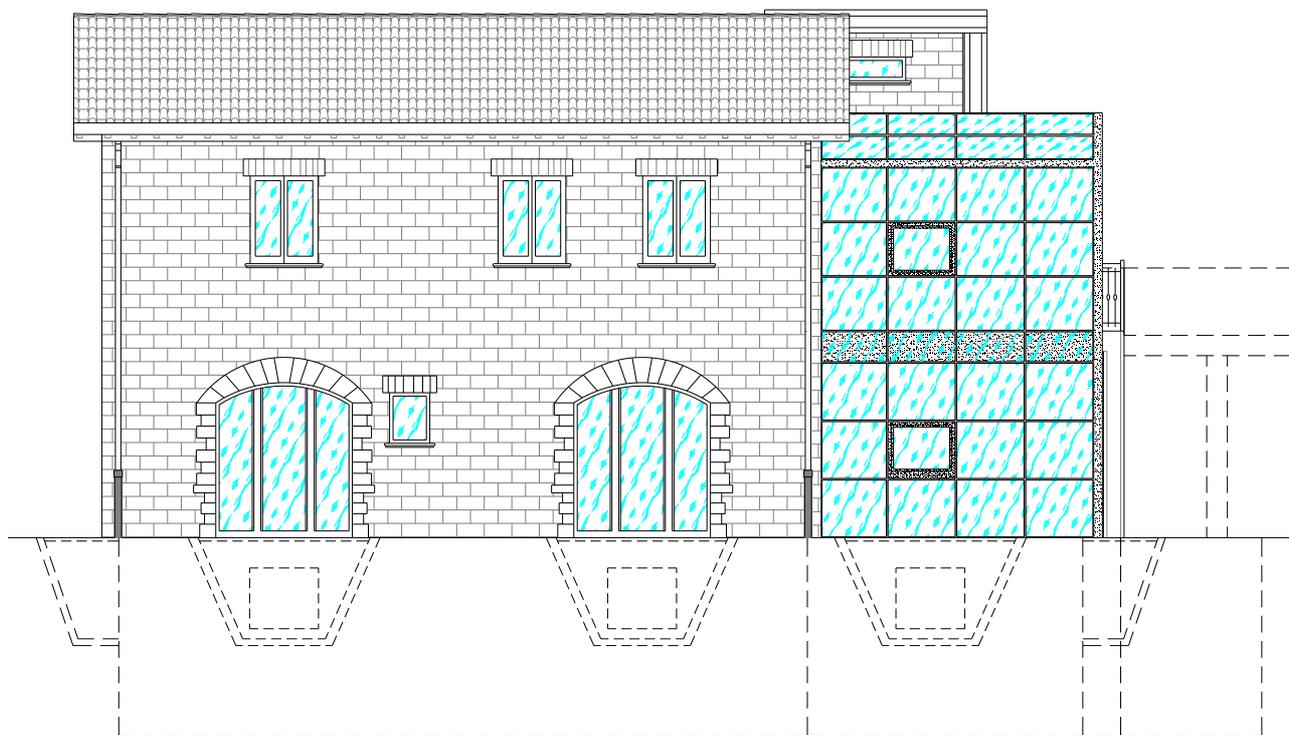


PIANTA PIANO PRIMO - SCALA 1:100

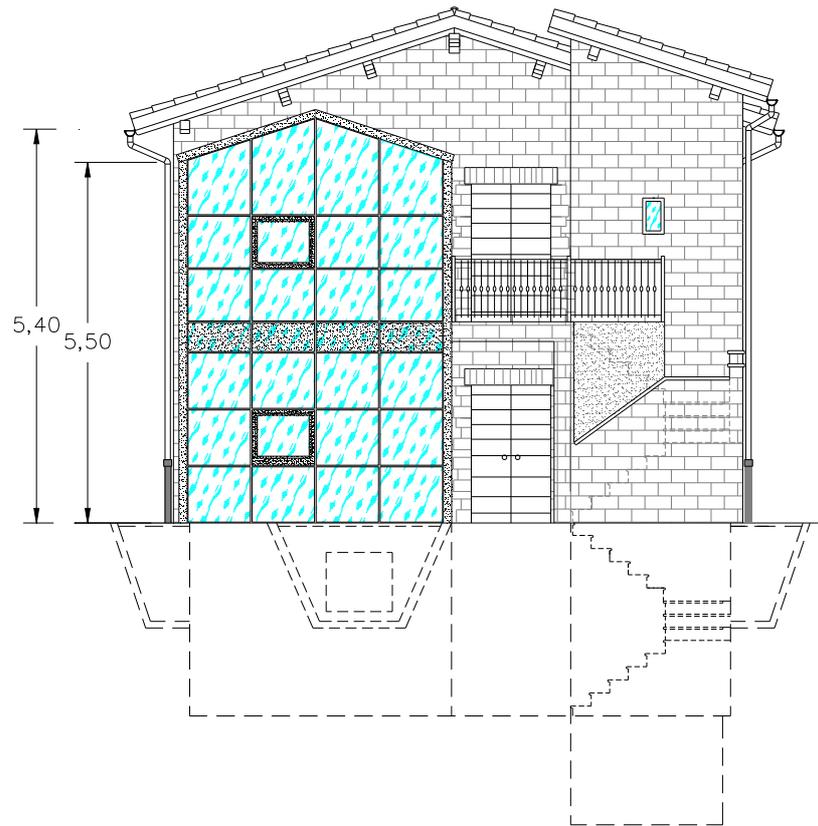


PIANTA COPERTURA - SCALA 1:100

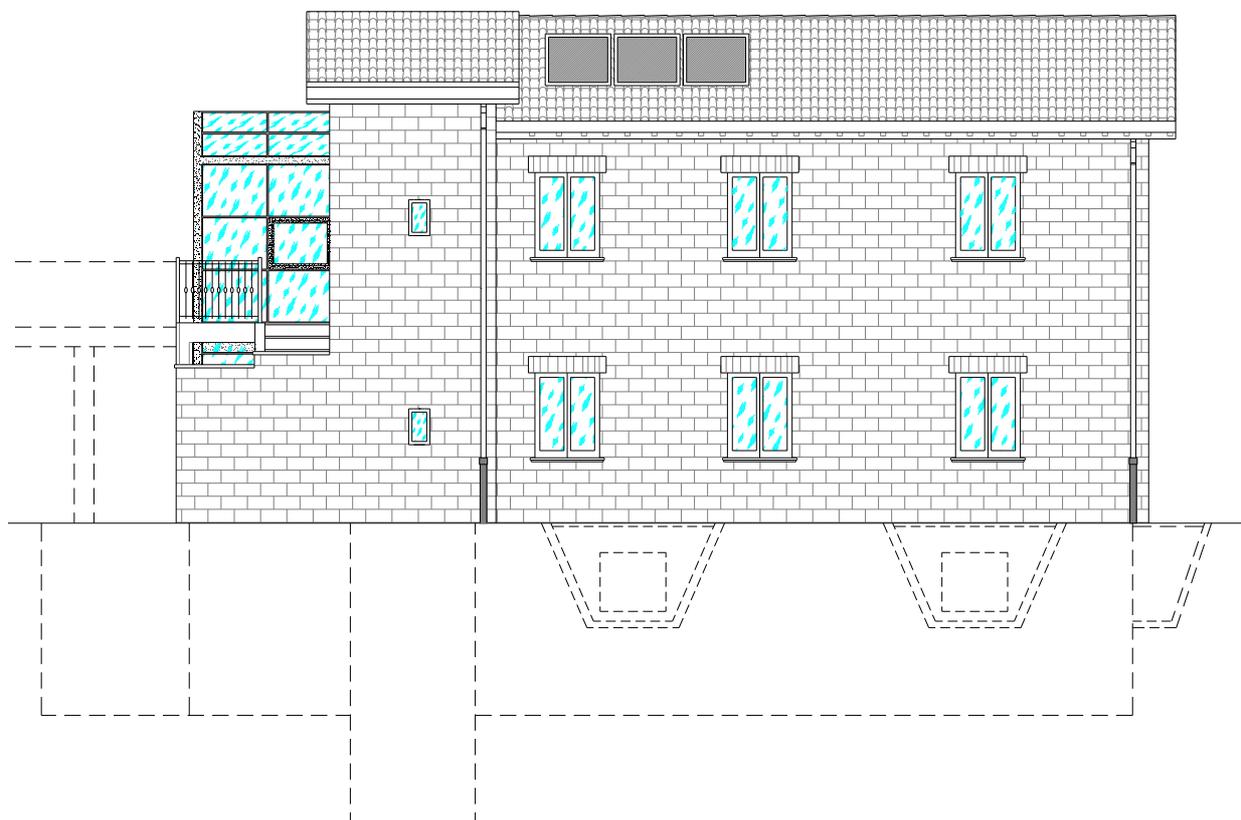
4.2.3. PROSPETTI



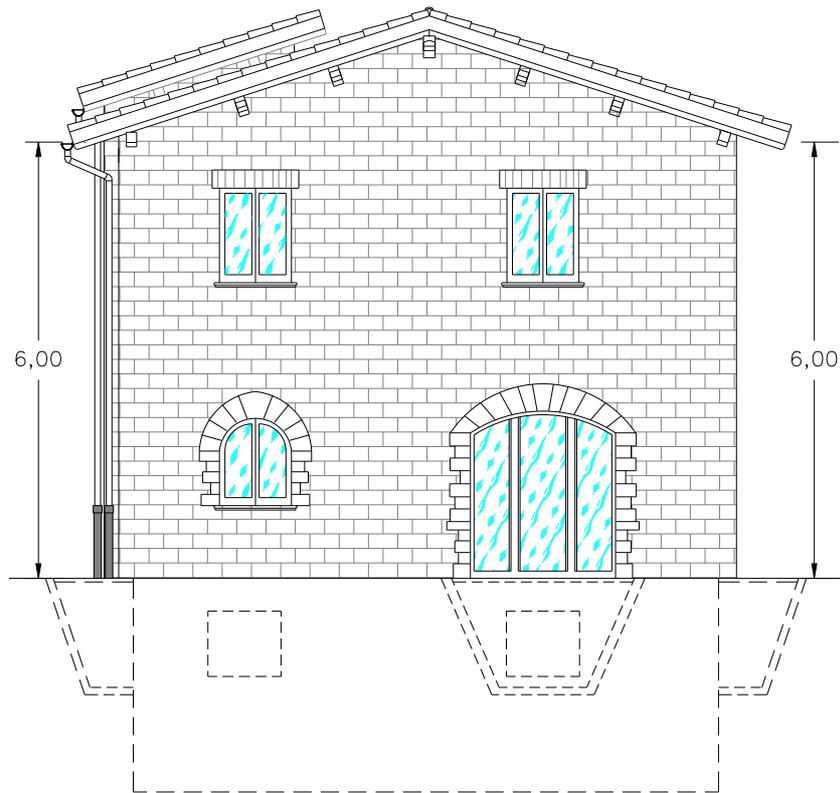
PROSPETTO NORD-OVEST - SCALA 1:100



PROSPETTO SUD-OVEST - SCALA 1:100

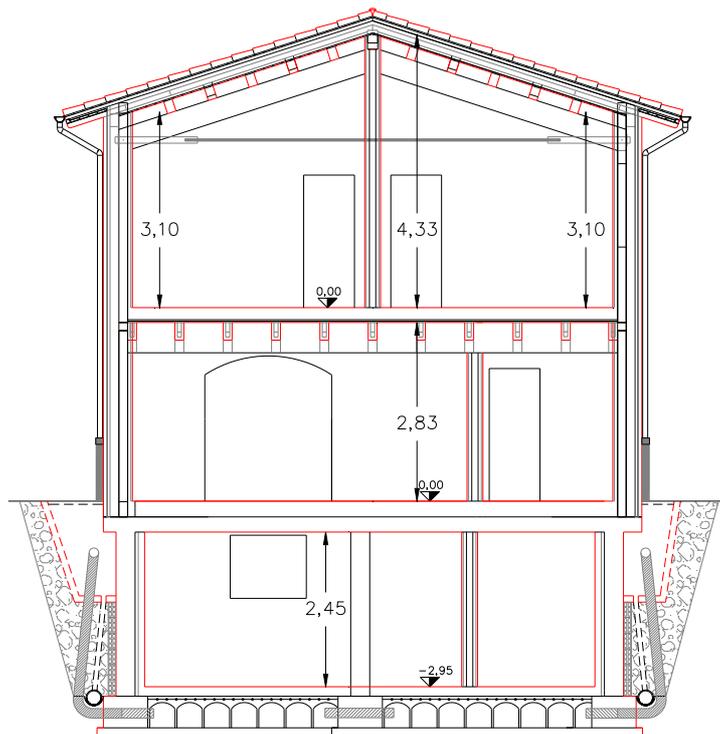


PROSPETTO SUD-EST - SCALA 1:100

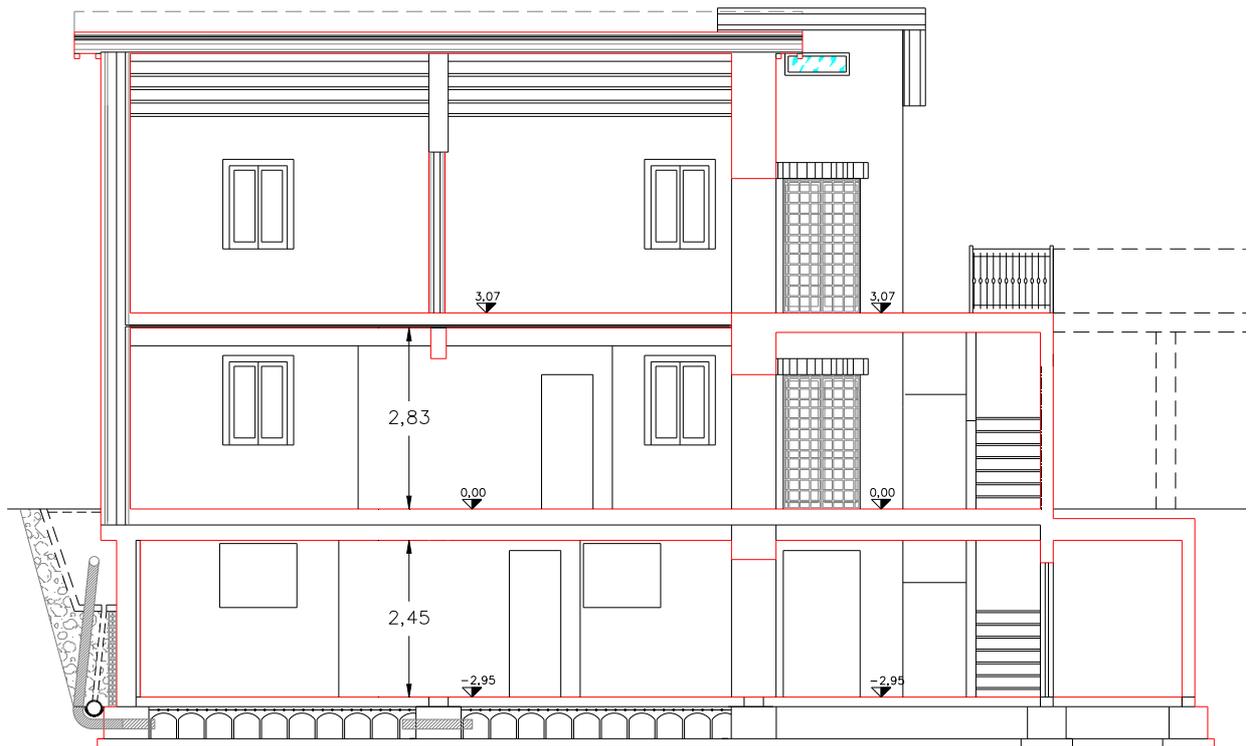


PROSPETTO NORD-EST - SCALA 1:100

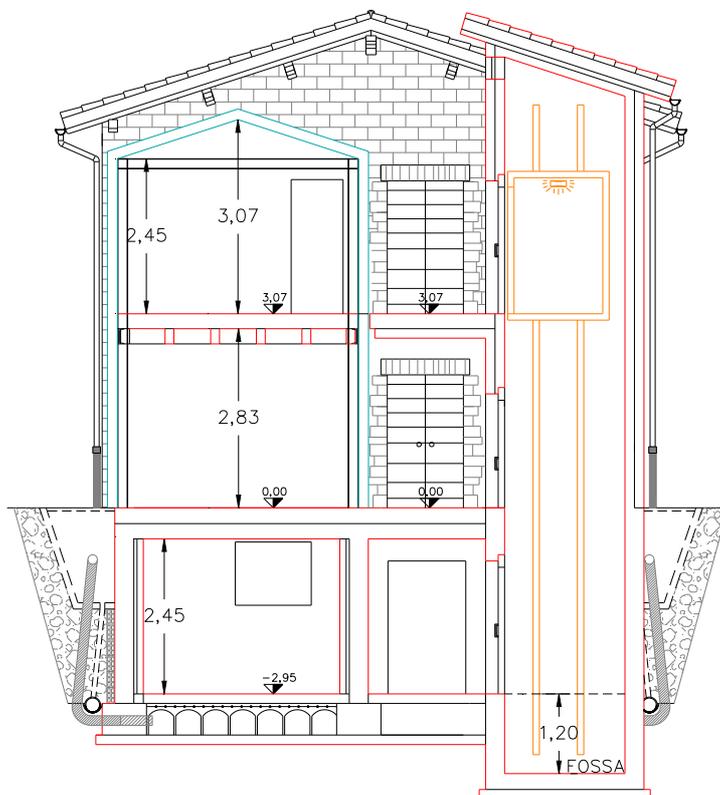
4.2.4. SEZIONI



SEZIONE A-A' - SCALA 1:100

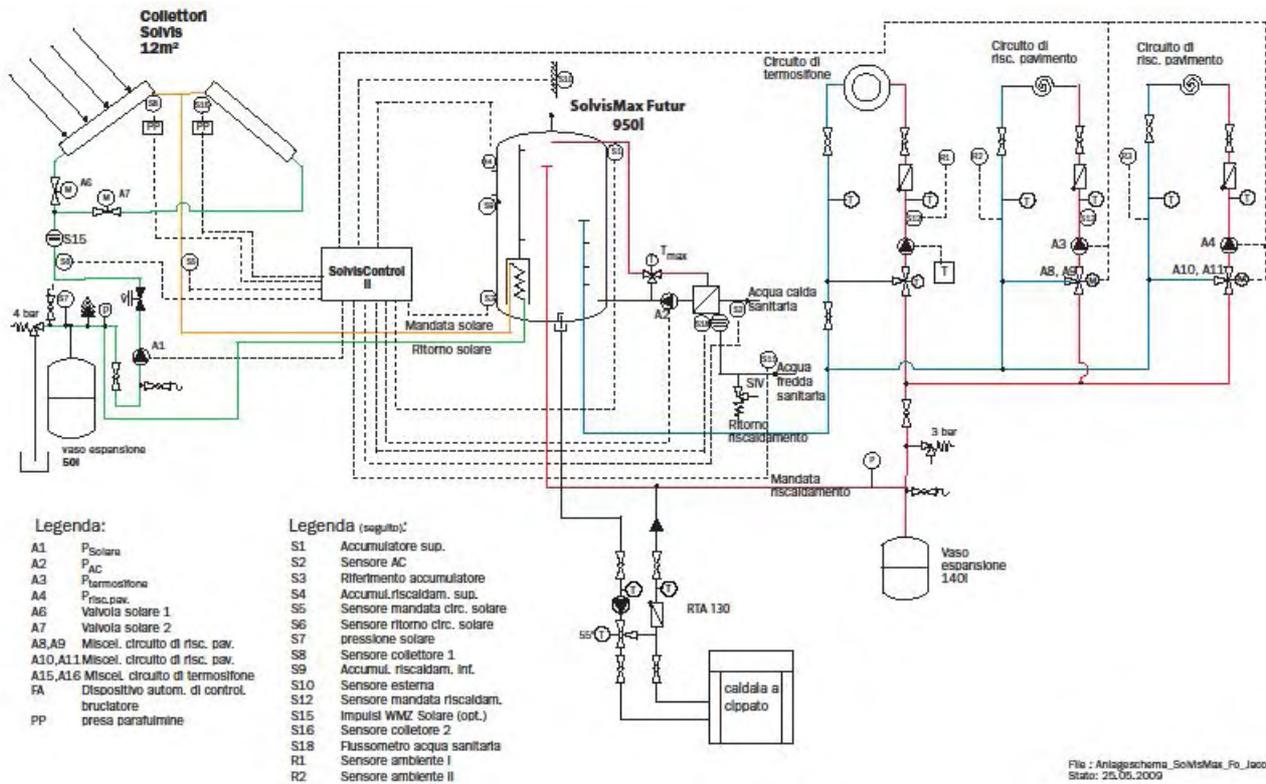


SEZIONE B-B' - SCALA 1:100

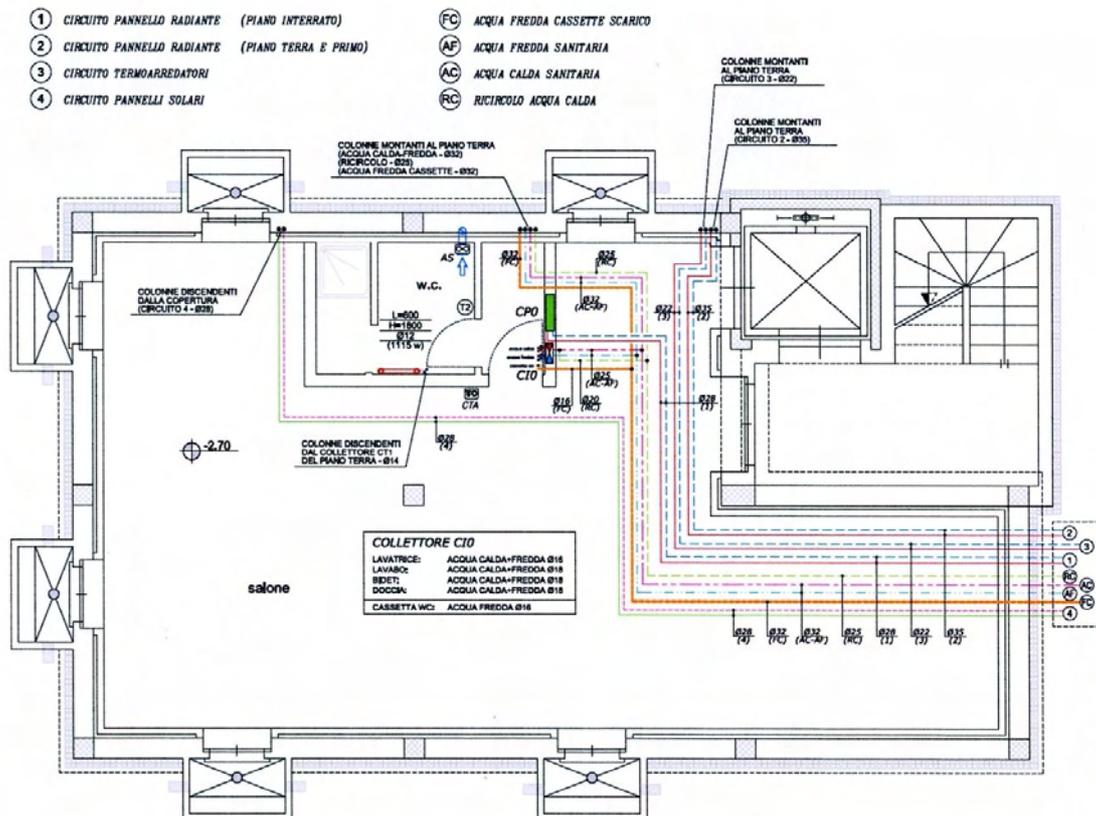


SEZIONE C-C' - SCALA 1:100

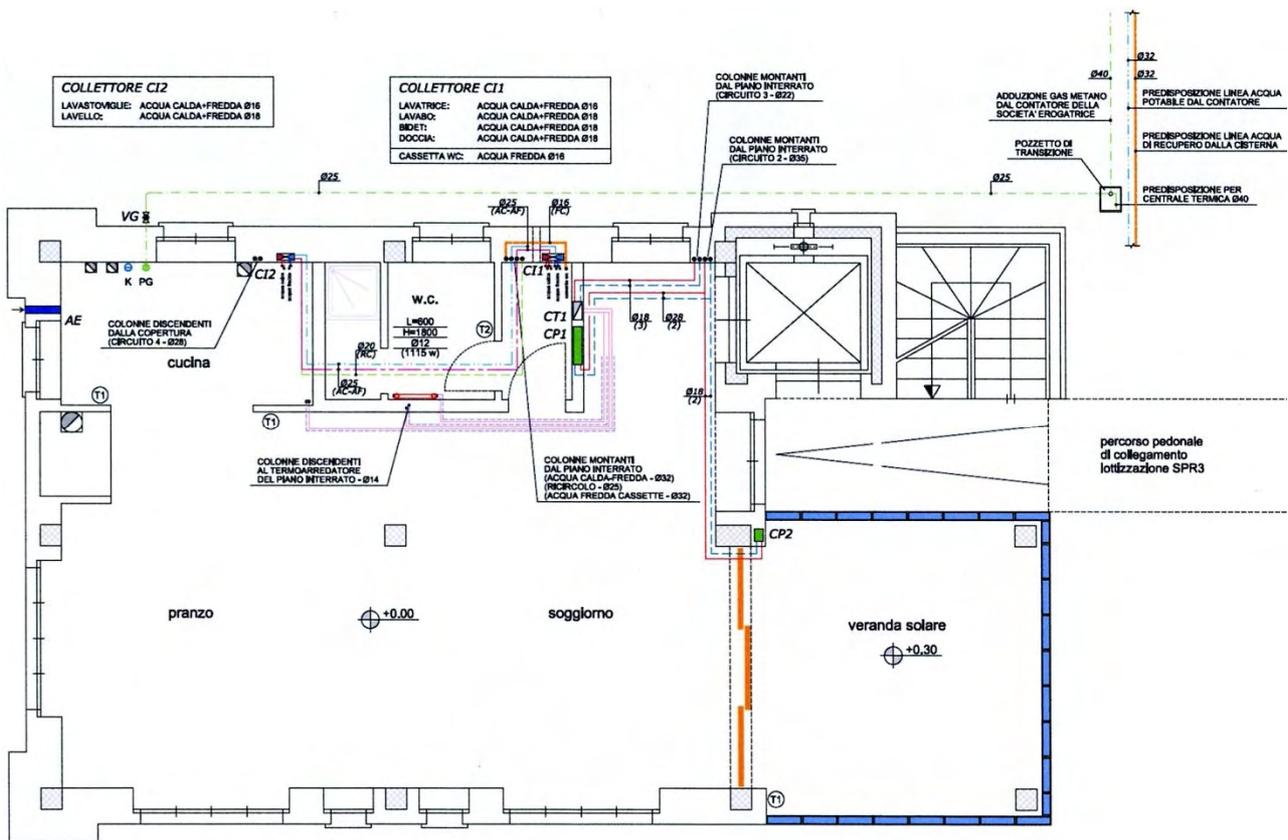
4.2.5. IMPIANTO TERMICO



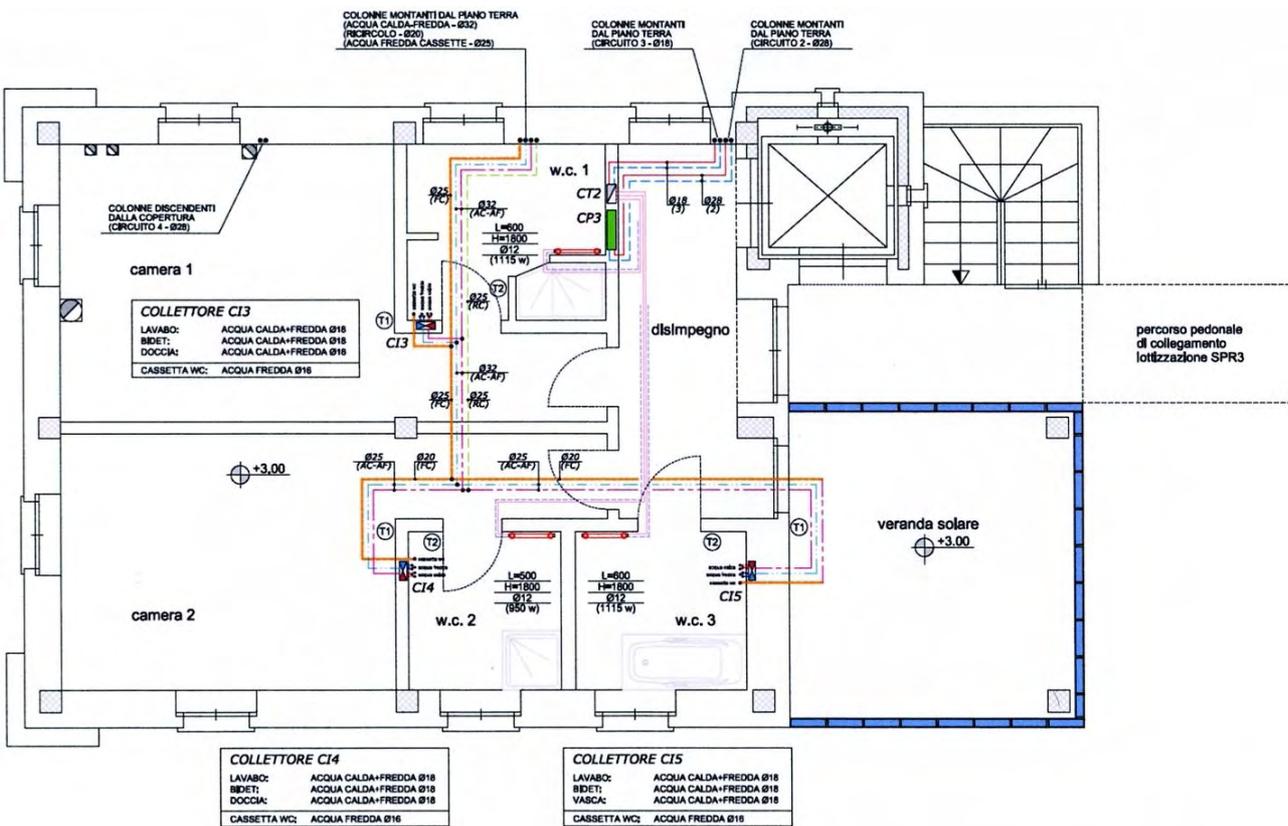
SCHEMA IMPIANTO TERMICO



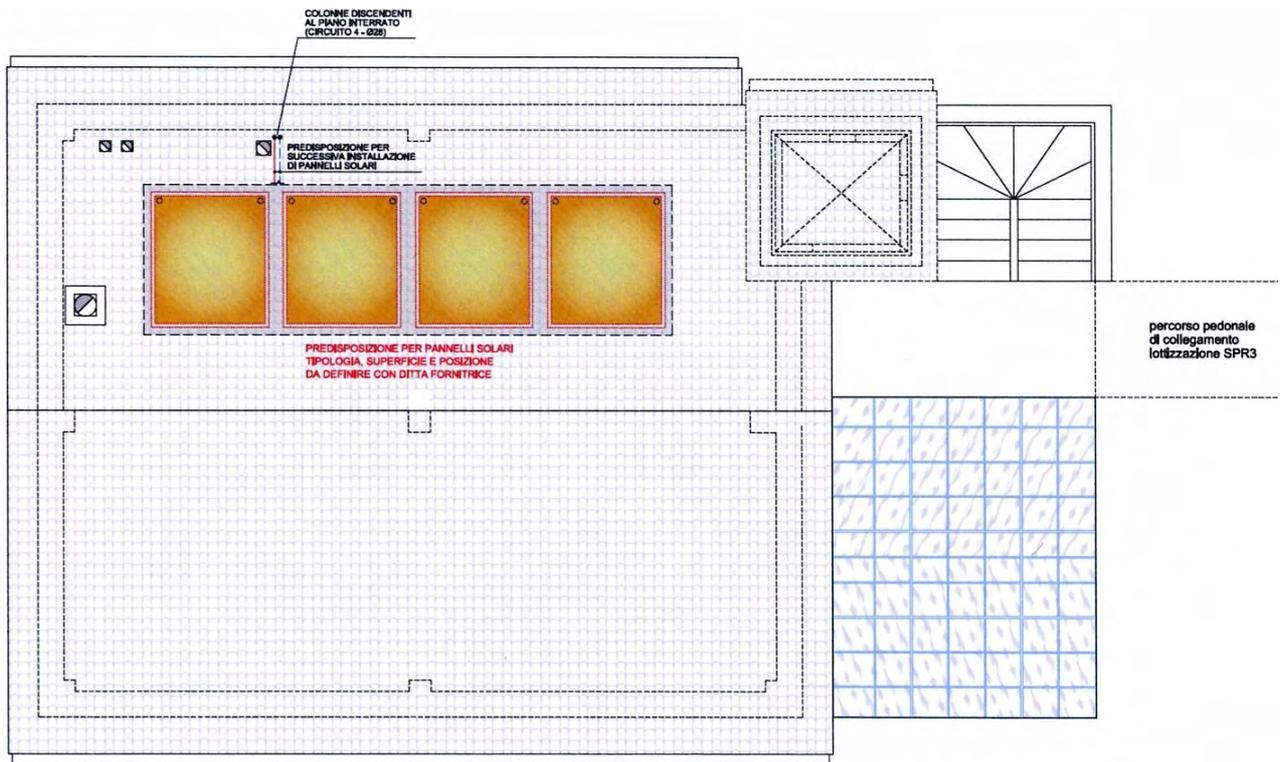
PIANO INTERRATO - RETI DI DISTRIBUZIONE



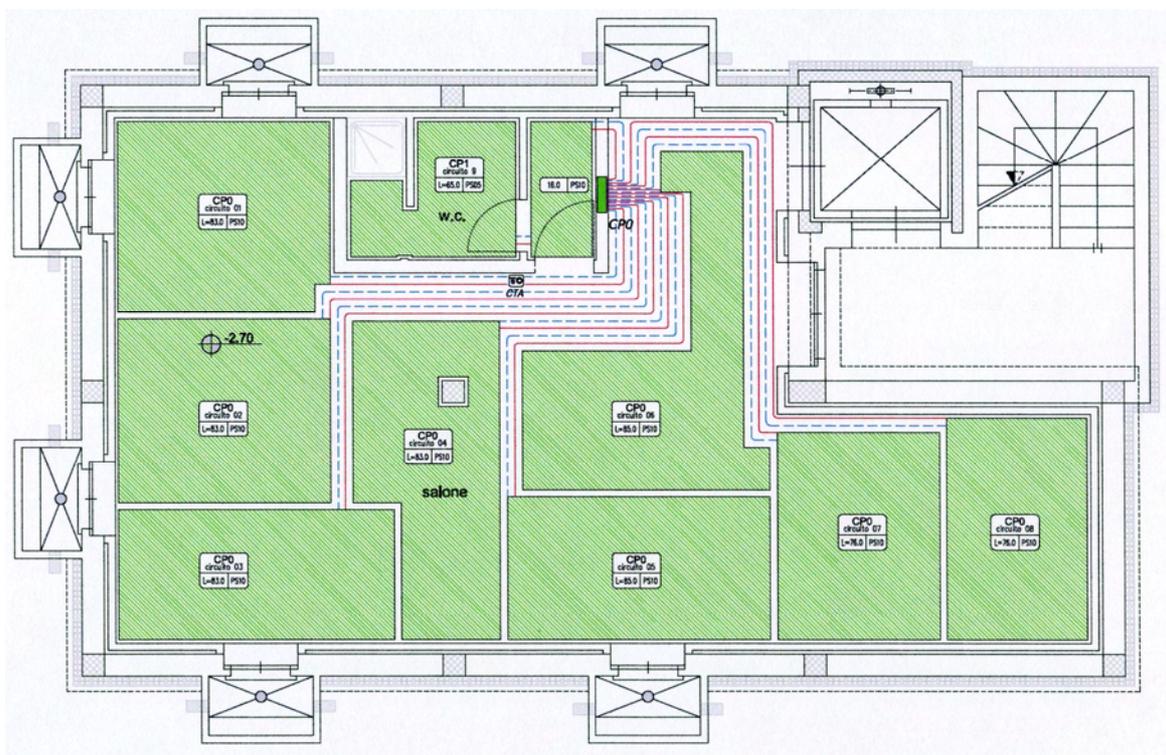
PIANO TERRA - RETI DI DISTRIBUZIONE



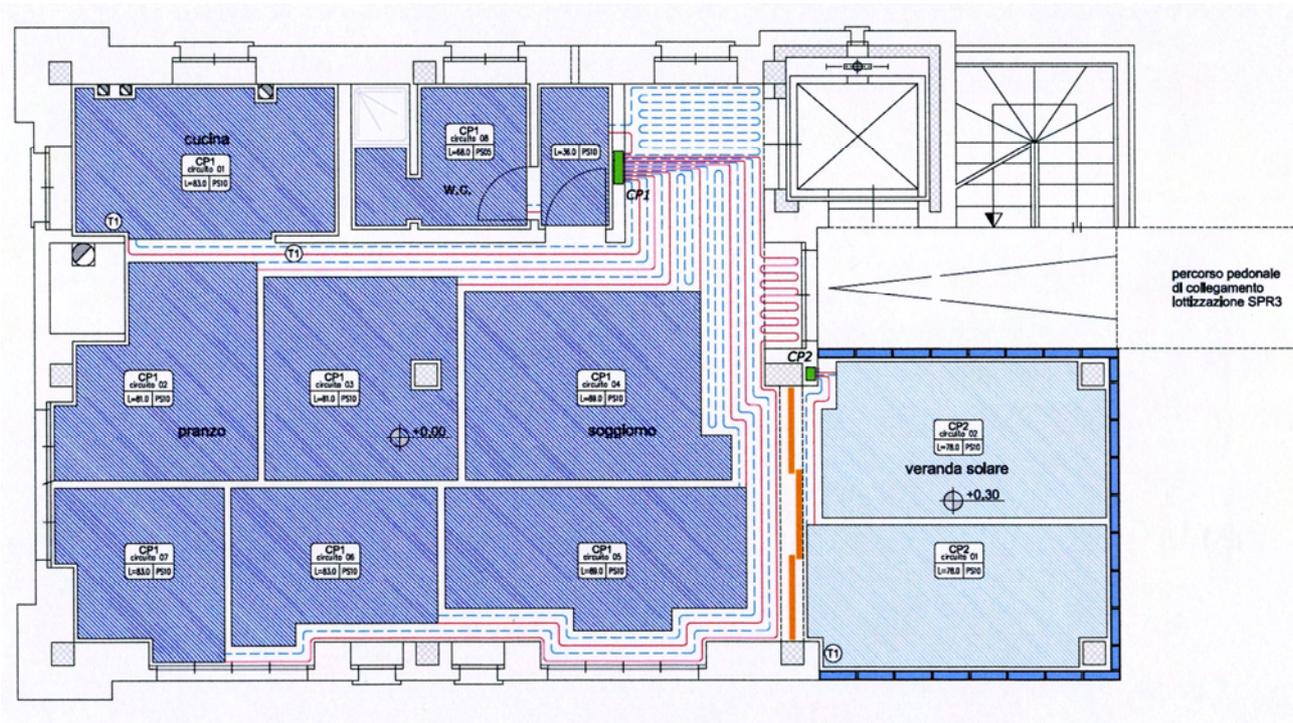
PIANO PRIMO - RETI DI DISTRIBUZIONE



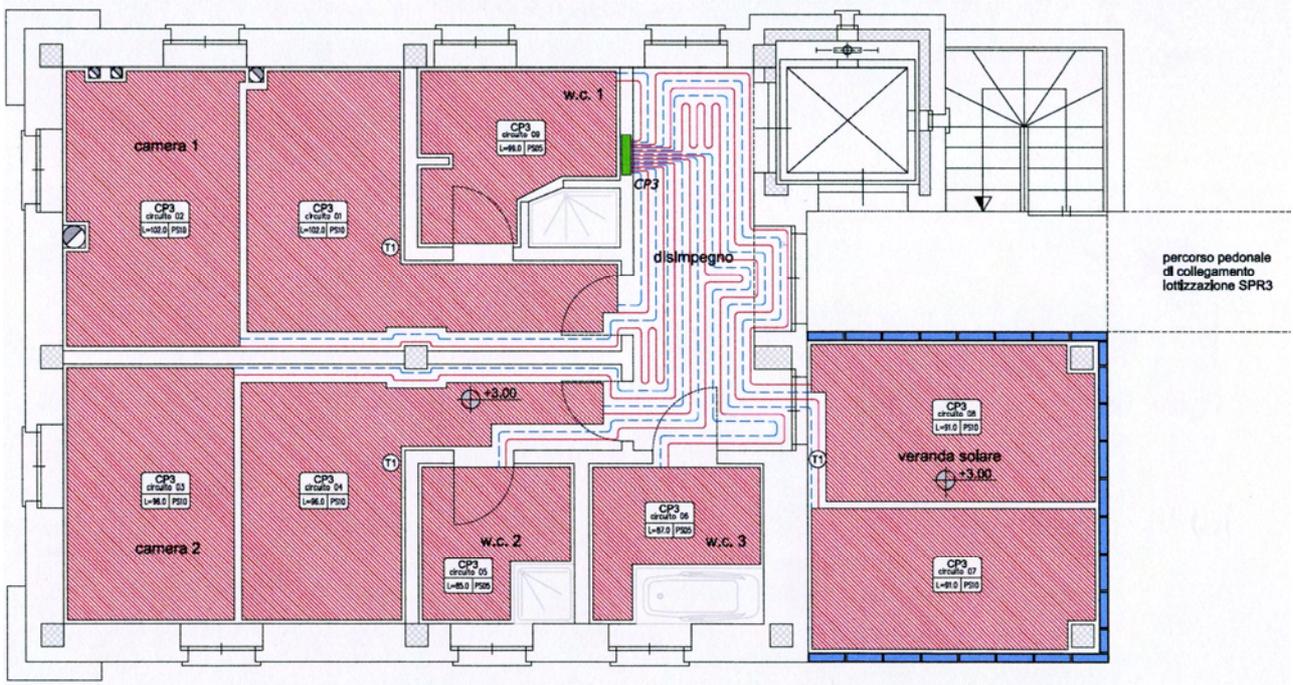
PIANO COPERTURA - POSIZIONAMENTO PANNELLI SOLARI



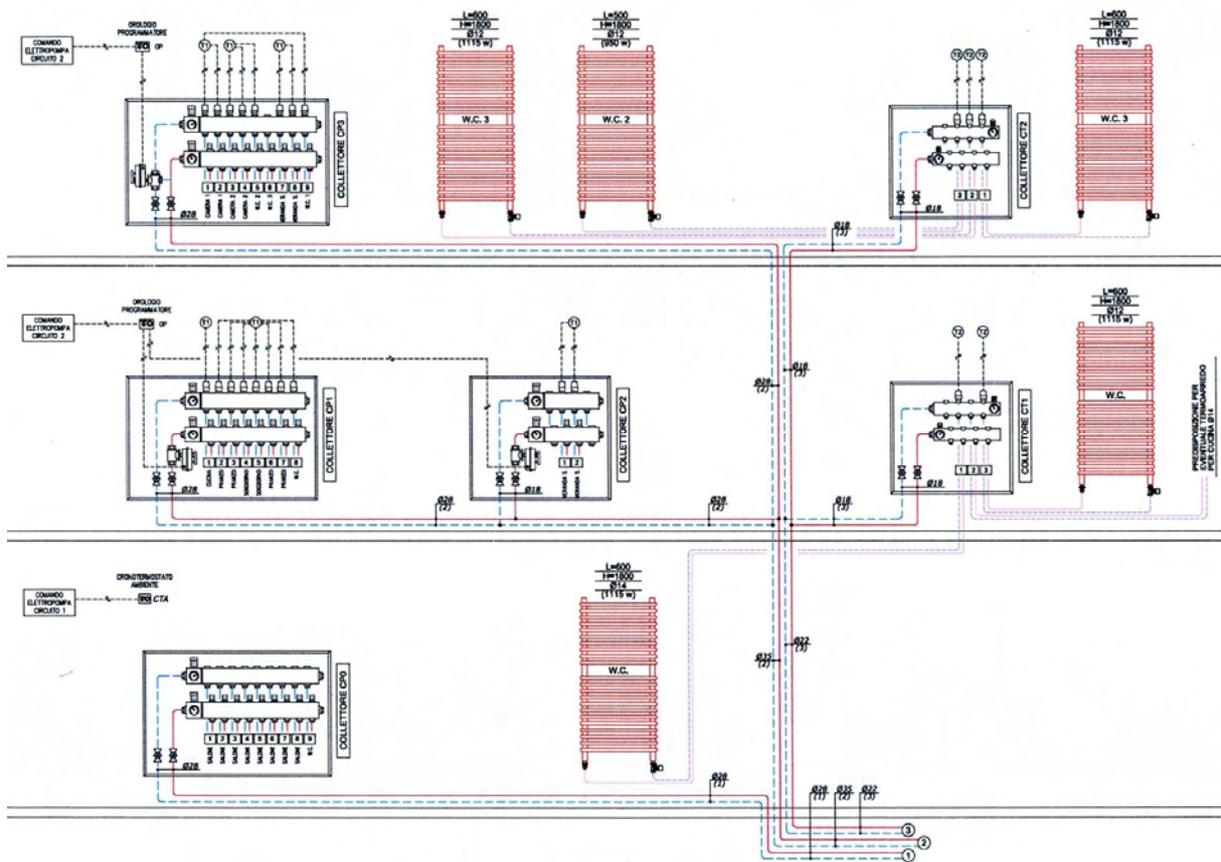
PIANO INTERRATO - PANNELLO RADIANTE



PIANO TERRA - PANNELLO RADIANTE

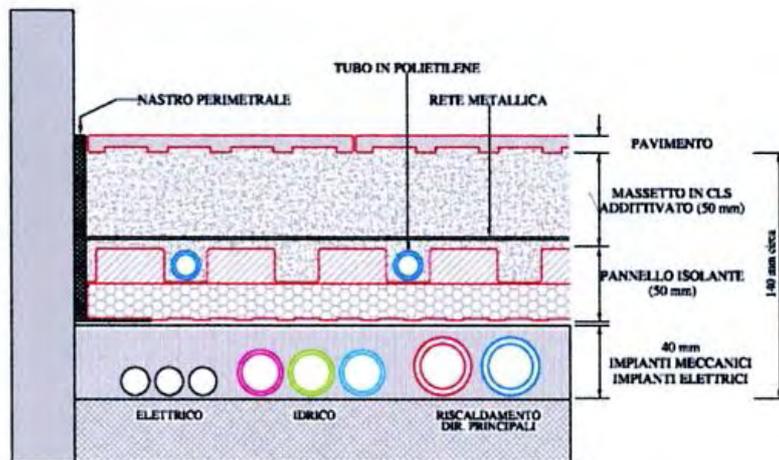


PIANO PRIMO - PANNELLO RADIANTE

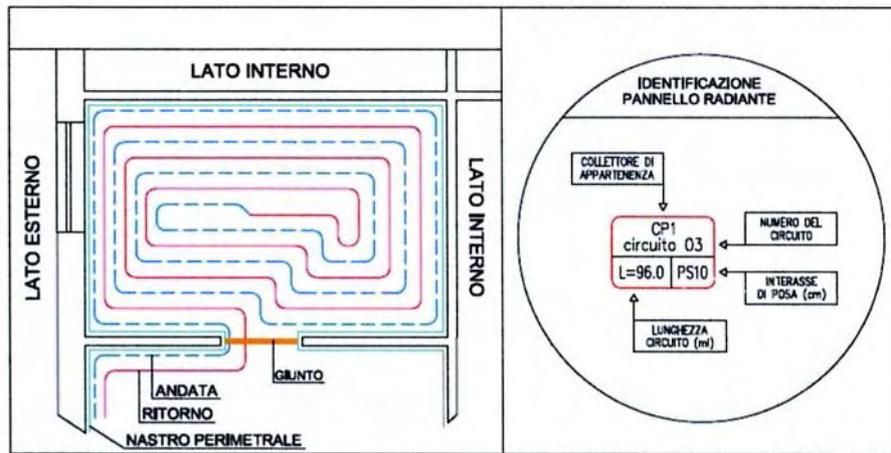


SCHEMA ALTIMETRICO

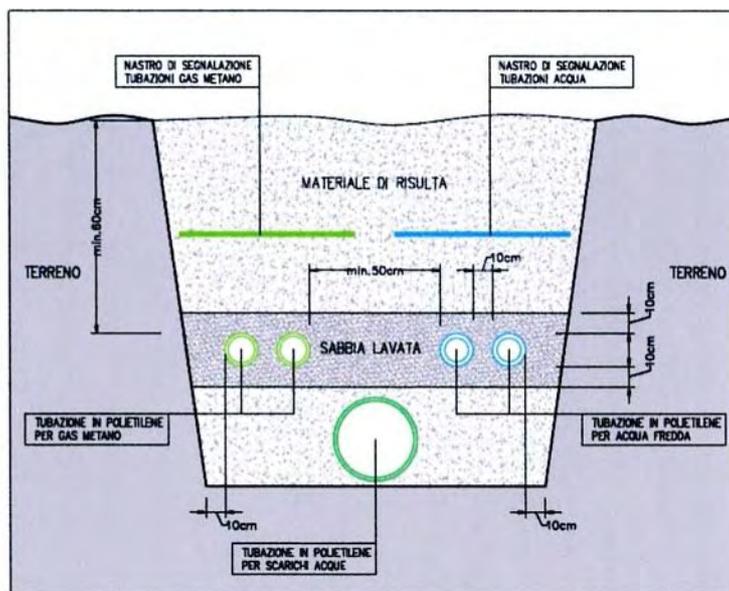
4.2.6. PARTICOLARI COSTRUTTIVI



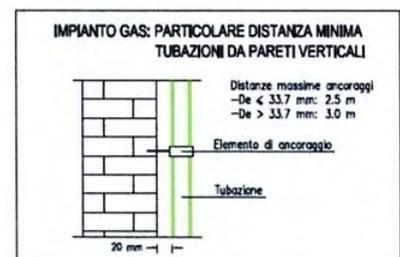
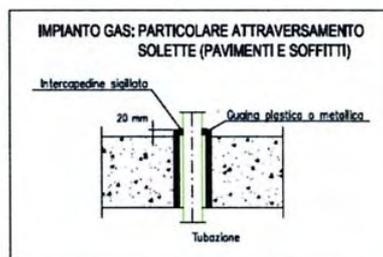
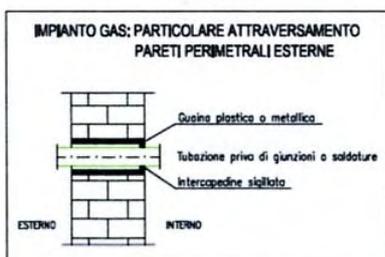
PARTICOLARE SEZIONE PAVIMENTO RADIANTE TIPO

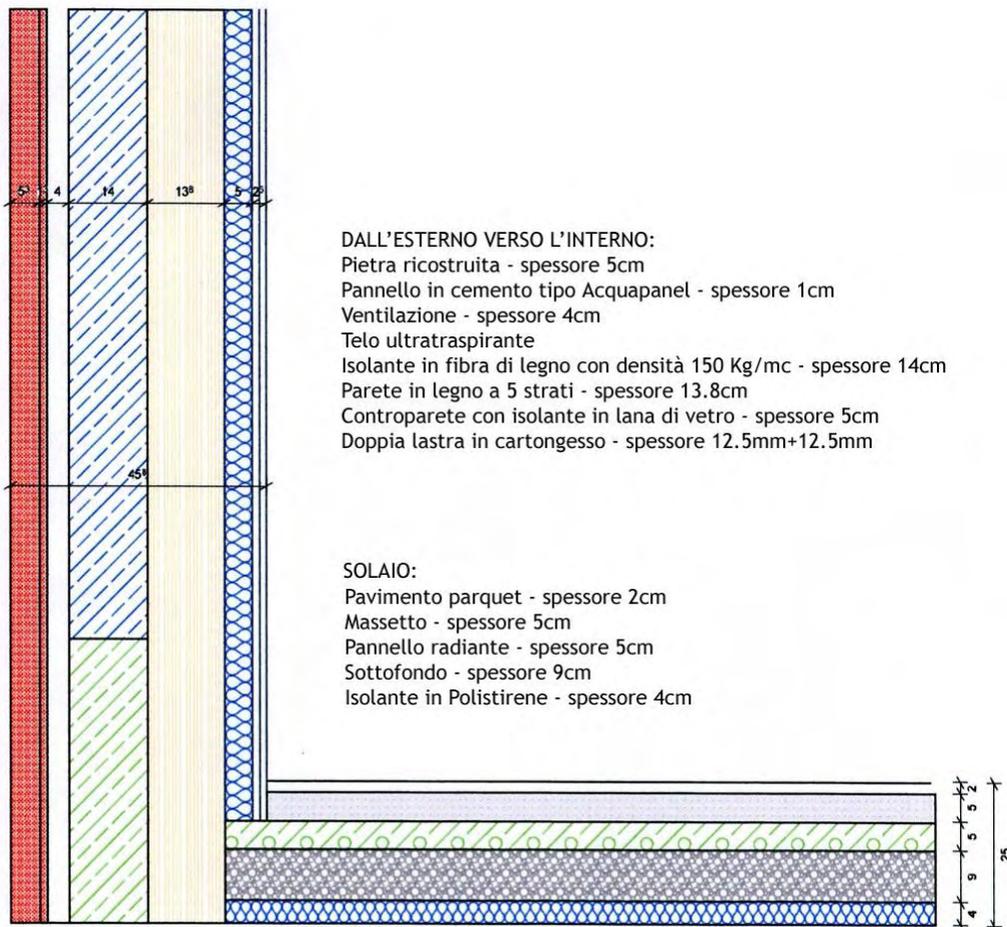


PARTICOLARE DISTRIBUZIONE PANNELLO

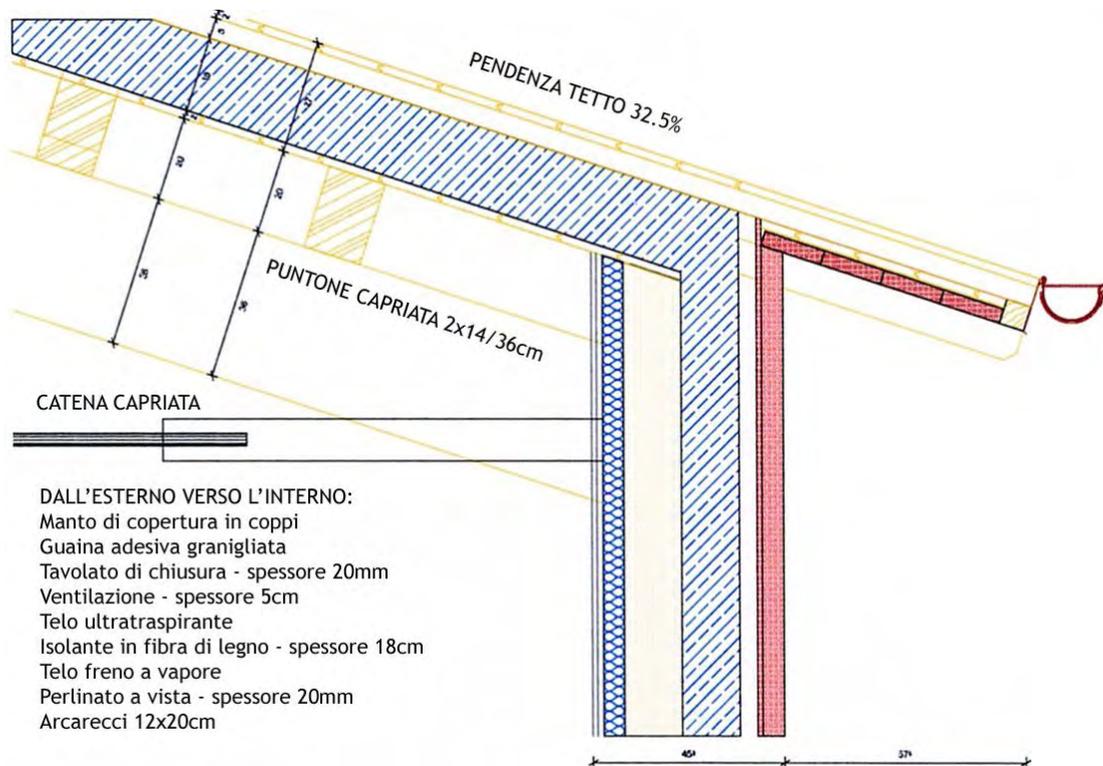


SEZIONE TIPO TUBAZIONI INTERRATE



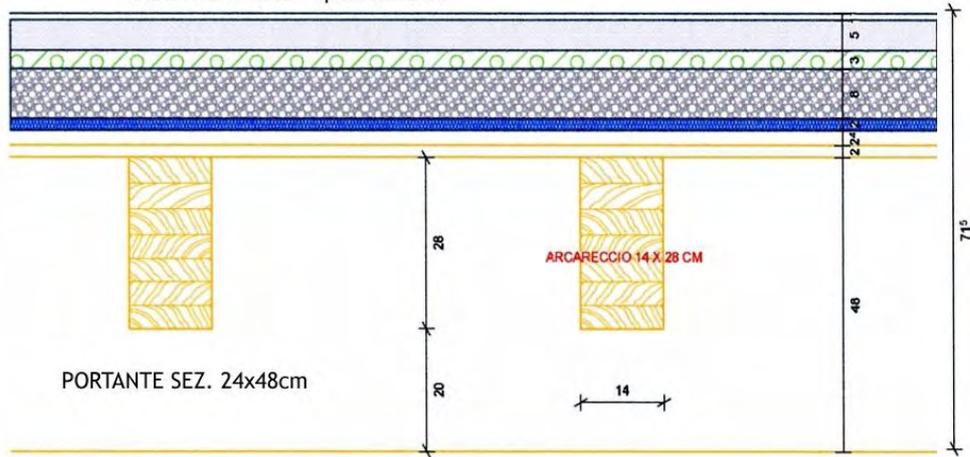


STRATIGRAFIA PARETE ESTERNA - SCALA 1:10

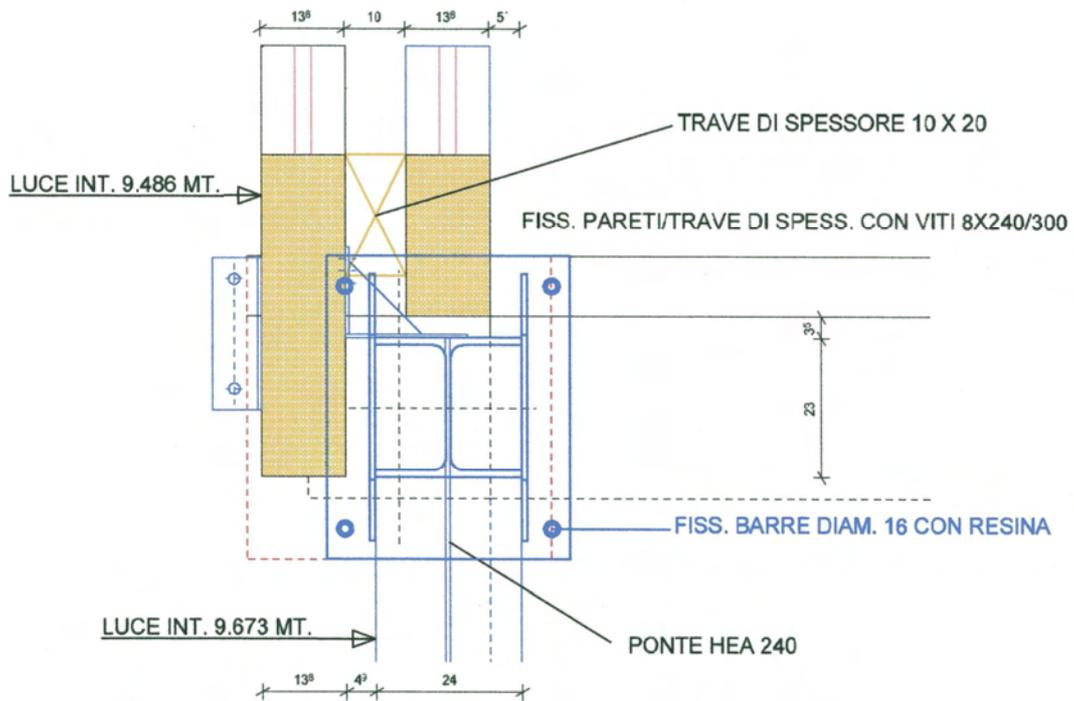


STRATIGRAFIA COPERTURA - SCALA 1:10

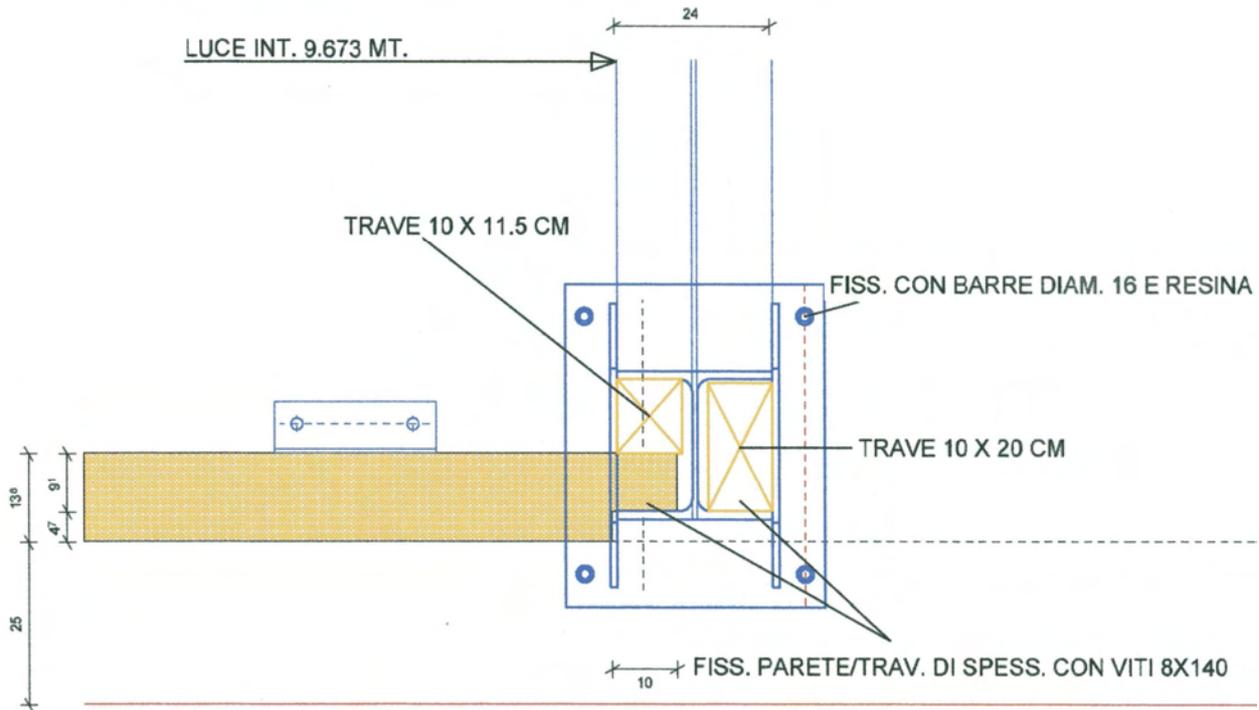
SOLAIO:
 Pavimento parquet - spessore 2cm
 Massetto - spessore 5cm
 Pannello radiante - spessore 3 cm
 Sottofondo - spessore 8cm
 Isolante acustico - spessore 2cm
 Pannello OSB - spessore 2.40cm
 Perlinato a vista - spessore 2cm



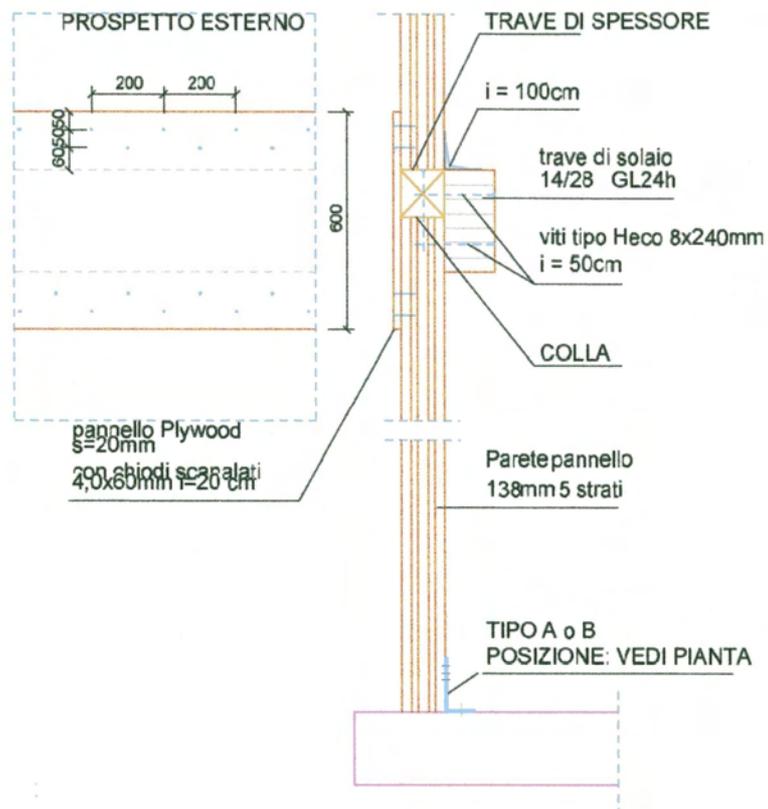
SEZIONE SOLAIO PIANO PRIMO - SCALA 1:10



PARTICOLARE AGGANCIAMENTO TRAVI - SCALA 1:10



PARTICOLARE AGGANCIANGOLO - SCALA 1:10



PARTICOLARE FISSAGGIO SOLAIO - SCALA 1:20

4.2.7. SPACCATO



SPACCATO PIANO PRIMO - MODELLINO IN LEGNO



SPACCATO PIANO TERRA - MODELLINO IN LEGNO

4.2.8. MODELLO 3D



MODELLO 3D ELEMENTI IN LEGNO E IN ACCIAIO - VISTA NORD



MODELLO 3D ELEMENTI IN LEGNO E IN ACCIAIO - VISTA OVEST

4.2.9. SERVIZIO FOTOGRAFICO DELLE FASI COSTRUTTIVE



Figura 38 – Strato in laterizio esterno al muro controterra.



Figura 39 – Vespaio areato.



Figura 40 – Solaio piano interrato e muri controterra.



Figura 41 – Completamento pareti e pilastri del piano interrato.



Figura 42 – Rifinitura piano interrato.



Figura 43 – Posa pignatte solaio del piano terra.



Figura 44 – Rifinitura ed isolamento esterno del piano interrato.



Figura 45 – Cassaforma dell'ultimo tratto del vano ascensore.



Figura 46 – Posa e fissaggio dei pannelli in legno al piano terra.



Figura 47 – Posa travi in legno a vista del solaio del piano primo.



Figura 48 – Posa e fissaggio delle travi in acciaio della serra solare.



Figura 49 – Fissaggio delle travi in legno alla trave in acciaio.



Figura 50 – Posa e fissaggio dei pannelli in legno del piano primo.



Figura 51 – Completamento solaio e pareti del piano primo.



Figura 52 – Posa in opera della capriata centrale.



Figura 53 – Posa e fissaggio delle travi e dei travetti della copertura.



Figura 54 – Scorcio intelaiatura copertura.



Figura 55 – Travetti terminali copertura.



Figura 56 – Posa dello strato base del solaio del piano primo.



Figura 57 – Completamento fori per serramenti.



Figura 58 – Posa telo ultratraspirante.



Figura 59 – Completamento vano ascensore e copertura.



Figura 60 – Posa del materiale isolante esterno in fibra di legno.



Figura 61 – Posa della base per la facciata esterna e intelaiatura in acciaio della serra solare.



Figura 62 – Posa dei cavi degli impianti.



Figura 63 – Posa del riscaldamento a pavimento.



Figura 64 – Posa del rivestimento esterno in pietra ricostruita del luogo.



Figura 65 – Posa del materiale isolante interno in lana di vetro.



Figura 66 – Intelaiatura in acciaio per la vetrata della serra solare.

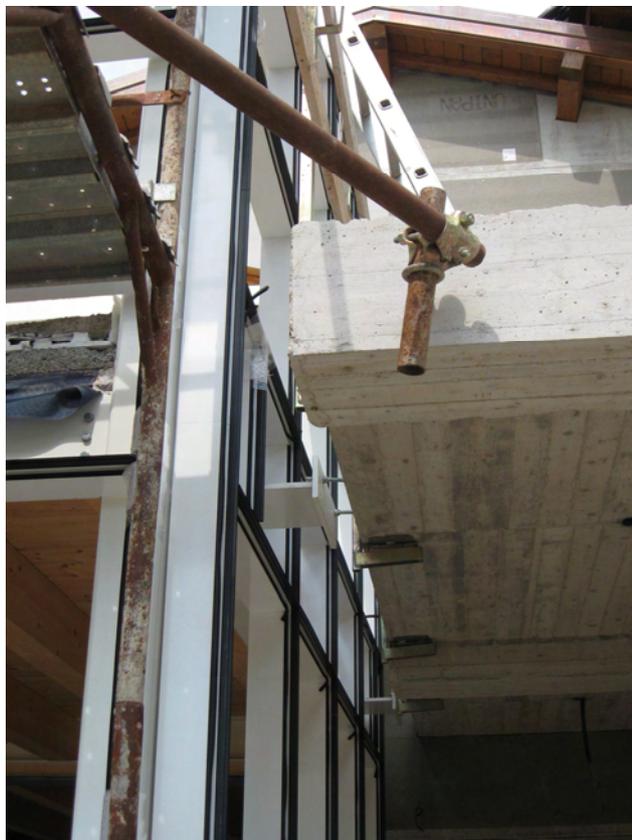


Figura 67 – Particolare dell'aggancio della serra solare al pianerottolo del vano scale e ascensore.



Figura 68 – Completamento serra solare.



Figura 69 – Termine lavori.



Figura 70 – Facciata Nord-Ovest a edificio ultimato.



Figura 71 – Facciata Nord-Est a edificio ultimato.



Figura 72 – Vista d'insieme del sito ad edificio ultimato.

4.3. CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Non essendo né un certificatore, né un esperto in software di calcolo energetico per gli edifici, è possibile che il sottoscritto abbia commesso qualche errore nell'immissione dei dati nei vari supporti informatici utilizzati; in ogni caso, avendo cercato di seguire alla lettera le direttive (tecniche e non) di ogni certificazione, credo che i risultati ottenuti non si discostino molto da quelli reali, pur con inevitabili mancanze nella cura dei dettagli.

4.3.1. CLASSIFICAZIONE NAZIONALE

Per poter classificare l'edificio in esame secondo la certificazione nazionale ho utilizzato il software che la stessa normativa suggerisce: "Docet". Dal mio punto di vista esso presenta però alcuni difetti molto gravi: non è possibile inserire nella costituzione delle pareti perimetrali e degli elementi strutturali il materiale legno e neanche segnare la presenza delle pareti e della copertura ventilati, il che è piuttosto sconcertante. Bisogna fare però presente che è stato da poco ultimato e presentato l'aggiornamento di tale software, chiamato "DocetPro", che non risulta tuttavia ancora disponibile per l'utilizzo, ed essendo stato elaborato in collaborazione con gli autori di "ProCasaClima",

suppongo che la lacune siano state colmate. Nonostante ciò il verdetto del software per l'edificio di Jacopo Fo è quello riportato di seguito:

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA
Edifici Residenziali

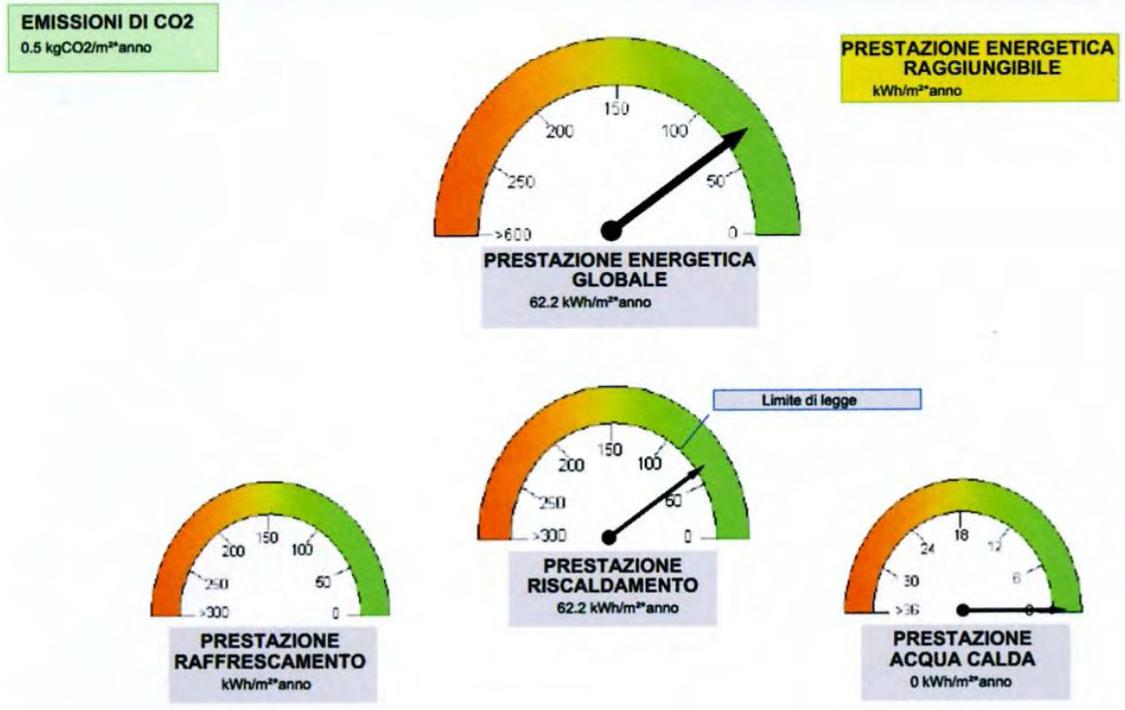
1. INFORMAZIONI GENERALI

Codice Certificato	Validita'		
Riferimenti catastali			
Indirizzo edificio			
Nuova costruzione <input type="radio"/>	Passaggio di proprieta' <input type="radio"/>	Riqualficazione energetica <input type="radio"/>	
Proprieta'	Telefono		
Indirizzo	E-mail		

2. CLASSE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO

Edificio di classe: B

3. GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALE E PARZIALI



4. QUALITA' INVOLUCRO (Raffrescamento)	I	II	III	IV	V
---	---	----	-----	-----------	---

5. Metodologie di calcolo adottate	DOCET
---	-------

6. RACCOMANDAZIONI		
Interventi	Prestazione Energetica/Classe a valle del singolo intervento	Tempo di ritorno(anni)
1) 1)	; Classe	
2) 2)	; Classe	
3) 3)	; Classe	
4) 4)	; Classe	
5) 5)	; Classe	
PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE		<10 anni)

7. CLASSIFICAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO						
SERVIZI ENERGETICI INCLUSI NELLA CLASSIFICAZIONE	Riscaldamento	X	Raffrescamento	O	Acqua calda sanitaria	X

A⁺	25.9 < kWh/m ² *anno	
A	42.8 < kWh/m ² *anno	
B	62.7 < kWh/m ² *anno	62.2 kWh/m ² *anno
C	85.7 < kWh/m ² *anno	Rif. legislativo = 85.7 kWh/m ² *anno
D	105.6 < kWh/m ² *anno	
E	142.4 < kWh/m ² *anno	
F	199.1 < kWh/m ² *anno	
G	199.1 ≥ kWh/m ² *anno	

8. DATI PRESTAZIONI ENERGETICHE PARZIALI					
8.1 RAFFRESCAMENTO		8.2 RISCALDAMENTO		8.3 ACQUA CALDA SANITARIA	
Indice energia primaria (EPe)		Indice energia primaria (EPI)	62.2	Indice energia primaria (EPacs)	0
Indice energia primaria limite di legge		Indice en. primaria limite di legge (d.lgs. 192/05)	67.7		
Indice involucro (EPe,invol)	35.4	Indice involucro(EPI,invol)	94.6	Fonti rinnovabili	18
Rendimento impianto		Rendimento medio stagionale impianto (ηg)	1.66		
Fonti rinnovabili		Fonti rinnovabili	0		

9. NOTE			

10. EDIFICIO				
Tipologia edilizia				Foto dell'edificio (non obbligatoria)
Tipologia costruttiva				
Anno di costruzione		Numero di appartamenti		
Volume lordo riscaldato V (m³)	1033.2	Superficie utile m²	261.45	
Superficie disperdente S (m²)	588.9	Zona climatica/GG	E/2357	
Rapporto S/V	0.57	Destinazione d'uso	Residenziale	

11. IMPIANTI				
Riscaldamento	Anno di installazione		Tipologia	Teleriscaldamento
	Potenza nominale (kW)		Combustione	Biomasse
Acqua calda sanitaria	Anno di installazione		Tipologia	Teleriscaldamento
	Potenza nominale (kW)		Combustione	Biomasse
Raffrescamento	Anno di installazione		Tipologia	
	Potenza nominale (kW)		Combustione	
Fonti rinnovabili	Anno di installazione		Tipologia	Solare termico
	Energia annuale prodotta (kWh _e /kWh _t)	50.9 kWh _t		

12. PROGETTAZIONE			
Progettista/i architettonico			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Progettista/i impianti			
Indirizzo		Telefono/e-mail	

13. COSTRUZIONE			
Costruttore			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Direttore/i lavori			
Indirizzo		Telefono/e-mail	

14. SOGGETTO CERTIFICATORE			
Nome e cognome / Denominazione			
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Titolo		Ordine/iscrizione	
Dichiarazione di indipendenza			
Informazioni aggiuntive			

15. SOPRALLUOGHI	
1)	
2)	
3)	

16. DATI DI INGRESSO			
Progetto energetico		<input type="radio"/>	Rilievo sull'edificio
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Provenienza e responsabilita'			

17. SOFTWARE			
Denominazione	DOCET	Produttore	CNR-ITC ed ENEA
Metodologia di calcolo di riferimento nazionale DOCET, sulla base delle norme tecniche UNI TS 11300			

Data emissione
/0/0

Firma del tecnico

Si nota che "Docet" ritiene lo stabile di Classe "B", ma questo risultato va considerato molto positivo dal momento che questa analisi non tiene conto delle pareti ventilate, del tetto ventilato e dell'utilizzo del legno come materiale strutturale e isolante⁵³.

4.3.2. CLASSIFICAZIONE PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Come già accennato, la Provincia Autonoma di Trento mette a disposizione un foglio di calcolo come supporto informatico per la stima del fabbisogno energetico degli edifici. I suoi database, però, non prevedono comuni al di fuori della provincia trentina e quindi per poterlo utilizzare in riferimento alla casa di Jacopo ho dovuto inserire nei dati

⁵³ Le schermate di tutti i passaggi effettuati dal software Docet sono riportati in Appendice 1.

un comune trentino che si avvicinasse come Gradi Giorno e come zona climatica a quelli di Gubbio. Di seguito è riportato il risultato della valutazione:



Dati identificativi dell'immobile

indirizzo	Frazione Santa Cristina, 38123 Trento Trento
dati catastali	Foglio: Particella/Sub:
proprietario/committente	Fo Jacopo
responsabile del calcolo	Andreotti Stefano

Riscaldamento invernale e acqua calda sanitaria

Dispersioni attraverso l'involucro e per ventilazione	48.6 kWh/m ² (a)
di cui per ventilazione	15.9 kWh/m ²
Apporti gratuiti ut(η _{med} stagionale = 0.567)	-17.1 kWh/m ² (b)
Fabbisogno di calore per riscaldamento al netto degli apporti gratuiti	31.6 kWh/m ² (c)=(a)+(b)
Perd. emissione (η=0.99), regolazione (η=0.97), distribuzione (η=0.998), accu.	4.2 kWh/m ² (d)
Fabbisogno termico lordo al generatore	35.7 kWh/m ² (e)=(c)+(d)
Contributo collettori solari	-7.0 kWh/m ² (f)
Ausiliari e perdite di produzione	5.4 kWh/m ² (g)
Fabbisogno di energia per riscaldamento	34.1 kWh/m ² (h)=(e)+(f)+(g)
Fabbisogno di calore per acqua calda sanitaria	13.8 kWh/m ² (1)
Perdite per accumulo	2.9 kWh/m ² (2)
Altre perdite di impianto	5.5 kWh/m ² (3)
Contributo collettori solari	-10.8 kWh/m ² (4)
Fabbisogno di energia per acqua calda sanitaria	11.4 kWh/m ² (5)=(1)+(2)+(3)+(4)
Fabbisogno annuale di energia nel clima standard	45.5 kWh/m ² (h)+(5)
Fabbisogno annuale di energia nel clima reale	45.5 kWh/m ²
Fabbisogno convenzionale di energia nel clima standard	36.9 kWh/m ²



Produzione annuale di anidride carbonica nel clima standard

complessiva	109.7 kg/anno
per unità di superficie	0.5 kg/m ²

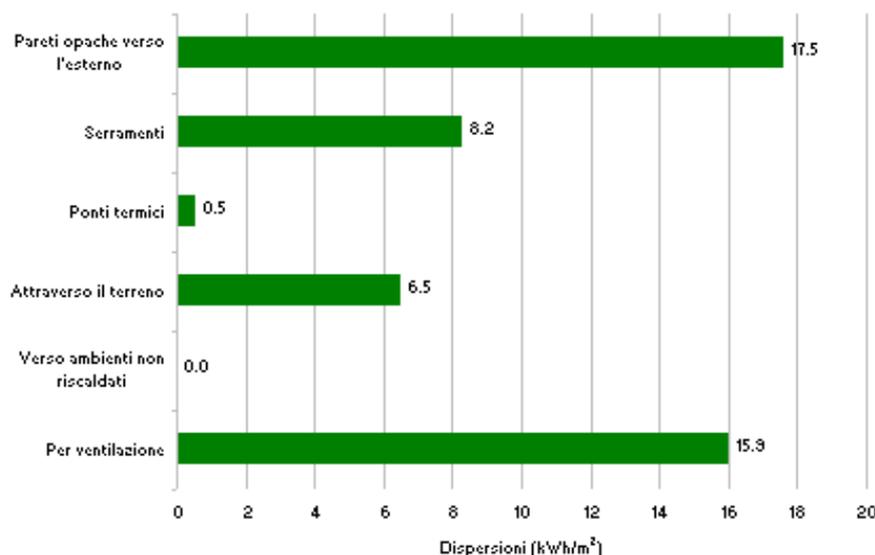
Interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche

Per la classe	Descrizione sintetica	Fabbis. kWh/m ²	Costo 	Risp. /anno	P.B. anni
A+					

Confronto con i requisiti limite

EP nel clima reale (solo riscaldamento)	34.1 kWh/m ²
<i>limite per interventi ex art. 3 c.1 l.a e c.2 l.a p.1 D.Lgs. 192/05</i>	102.5 kWh/m ²
EPe, invol nel clima reale	34.2 kWh/m ²
<i>limite D.P.R. 59/09 per interventi ex art.3 c.1 l.a, c.2 l.a p.1, 2 e l.b D.Lgs. 192/05</i>	30.0 kWh/m ²
Trasmittanza media dell'involucro opaco	0.145 W/(m ² K)
Pareti opache disperdenti inclusi i ponti termici	0.144 W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art.3 c.2 l.c p.1 D.Lgs. 192/05*</i>	0.34 W/(m ² K)
Coperture disperdenti	0.149 W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art.3 c.2 l.c p.1 D.Lgs. 192/05*</i>	0.7 W/(m ² K)
Involucro finestrato inclusi i ponti termici	0.869 W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art.3 c.2 l.c p.1 D.Lgs. 192/05*</i>	2.2 W/(m ² K)
Involucro verso ambienti riscaldati	n. pres. W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art.3 c.1 l.a, c.2 l.a pp.1, 2, l.b e l.c p.1 D.Lgs. 192/05*</i>	0.8 W/(m ² K)
Involucro disperdente degli ambienti non riscaldati	n. pres. W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art.3 c.1 l.a, c.2 l.a pp.1, 2, l.b e l.c p.1 D.Lgs. 192/05*</i>	0.8 W/(m ² K)
Involucro finestrato degli ambienti non riscaldati	n. pres. W/(m ² K)
<i>*e interventi ex art.4 c.8 D.P.R. 59/09</i>	
Rendimento globale medio stagionale di riscaldamento	92.5%
<i>lim. per interventi ex art.3 c.2 l.c p.2 D.Lgs. 192/05 e art.4 c.5 D.P.R. 59/09</i>	78.9%

Ripartizione delle dispersioni attraverso l'involucro e per ventilazione



Il foglio di calcolo inserisce l'impalcato in Classe "A"⁵⁴, ma bisogna tenere conto del fatto che il clima standard a cui i dati preimpostati fanno riferimento sono

⁵⁴ Le schermate di tutti i passaggi effettuati dal foglio di calcolo sono riportati in Appendice 2.

quelli della provincia di Trento; in più non è stato possibile inserire il sistema a "Teleriscaldamento". Probabilmente, inserito nel giusto contesto climatico e tenendo conto del "Teleriscaldamento", l'edificio potrebbe raggiungere la Classe "A+".

4.3.3. CLASSIFICAZIONE CASA CLIMA

Per verificare la classe energetica di appartenenza ho utilizzato il software di CasaClima: ProCasaClima 2009 Basic; il responso è il seguente:



Efficienza complessiva CO2		
Fabbisogni di energia primaria		
Riscaldamento	0.30	kWh/a
Acqua calda	0.00	kWh/a
Raffrescamento	0.00	kWh/a
Illuminazione	3229.28	kWh/a
Energia ausiliaria	2394.29	kWh/a
Guadagno energia primaria da produzione elettrica propria	-0.00	kWh/a
Fabbisogno di energia primaria globale	5623.87	kWh/a
Quota energia rinnovabile ed emissioni di CO2		
Quota di energia alternativa	70.86	%
Emissioni CO2	1.51	t/a
Indice CO ²	7.04	kg/m ² a
Legge finanziaria		
Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale proprio dell'edificio	0.00	kWh/m ² a
Valore limite di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (DM del 11 marzo 2008 e succ.)	76.72	kWh/m ² a
Criteria per interventi di riqualificazione globale su edifici esistenti		Verificati
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta		
CasaClima	Oro	
CasaClima	A	
CasaClima	B	
Standard minimo	C	
Standard case esistenti	D	
Standard case esistenti	E	
Standard case esistenti	F	
Standard case esistenti		

A 28 kWh/(m²a)
Questa classificazione non sostituisce il certificato energetico

Il fabbisogno calcolato è minore di quello della Provincia Autonoma di Trento, questo perché il software CasaClima permette di inserire tutti i fattori chiave della sostenibilità ambientale, oltre che tenere conto della giusta localizzazione sul territorio nazionale, ed è per questo più innovativo e preciso del foglio di calcolo trentino⁵⁵.

4.3.4. CLASSIFICAZIONE ECODOMUS.VI

Il foglio di calcolo di Ecodomus.Vi è identico a quello della Provincia Autonoma di Trento (è stato elaborato dal medesimo gruppo di lavoro) tranne per i diversi dati climatici, riferiti in questo caso a Vicenza e provincia. Il responso è il seguente:

⁵⁵ Le schermate di tutti i passaggi effettuati dal software ProCasaClima 2009 Basic sono riportati in Appendice 3.



Dati identificativi dell'immobile

indirizzo Frazione Santa Cristina, Vicenza Vicenza
 dati catastali Foglio: Particella/Sub:
 proprietario/committente Fo Jacopo
 responsabile del calcolo Andreotti Stefano

Riscaldamento invernale e acqua calda sanitaria

Dispersioni attraverso l'involucro e per ventilazione	48.0 kWh/m ²	[1]
di cui per ventilazione	15.5 kWh/m ²	
Apporti gratuiti utili (η, medio stagionale = 0.532)	-16.7 kWh/m ²	[1]
Fabbisogno di calore per riscaldamento al netto degli apporti gratuiti	31.4 kWh/m ²	[1]-[14]-[14]
Perd. emissione (η=0.93), regolazione (η=0.97), distribuzione (η=0.938), accumulo	4.2 kWh/m ²	[1]
Fabbisogno termico lordo al generatore	35.5 kWh/m ²	[1]-[14]-[14]
Contributo collettori solari	-6.7 kWh/m ²	[1]
Auxiliari e perdite di produzione	5.4 kWh/m ²	[1]
Fabbisogno di energia per riscaldamento	34.3 kWh/m ²	[1]-[14]-[14]-[14]
Fabbisogno di calore per acqua calda sanitaria	13.8 kWh/m ²	[1]
Perdite per accumulo	2.9 kWh/m ²	[2]
Altre perdite di impianto	5.5 kWh/m ²	[3]
Contributo collettori solari	-10.2 kWh/m ²	[4]
Fabbisogno di energia per acqua calda sanitaria	12.0 kWh/m ²	[1]-[11]-[2]-[3]-[4]
Fabbisogno annuale di energia nel clima standard	46.2 kWh/m²	[14]-[15]
Fabbisogno annuale di energia nel clima reale	46.2 kWh/m²	



Produzione annuale di anidride carbonica nel clima standard

complessiva 110.0 kg/anno
 per unità di superficie 0.51 kg/m²



Interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche

Per la classe	Descrizione sintetica	Fabbis. kWh/m ²	Costo I	Risp. l/anno	P.B. anni
A+					
A					

Confronto con i requisiti limite

EPI nel clima reale (solo riscaldamento)	34.3 kWh/m ²
<i>limite per interventi ex art. 36, 11 e c. 21 ep. 1 DLq. 192/05</i>	36.4 kWh/m ²
EPe, invol nel clima reale	29.5 kWh/m ²
<i>limite D.P.F. 59/09 per interventi ex art. 36, 11 e c. 21 ep. 1, 2 e 3 DLq. 192/05</i>	30.0 kWh/m ²

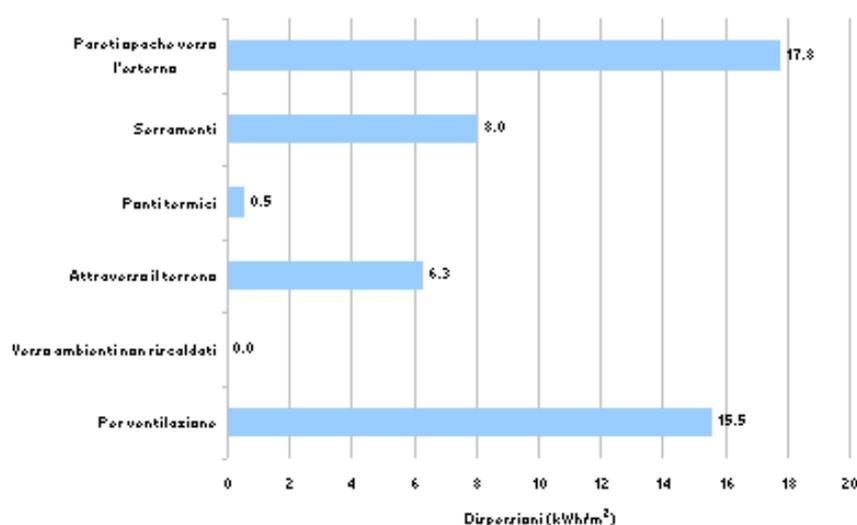
Trasmittanza media dell'involucro opaco	0.145 W/(m ² K)
Pareti opache disperdenti inclusi i ponti termici	0.144 W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art. 36, 21 ep. 1 DLq. 192/05*</i>	0.34 W/(m ² K)
Coperture disperdenti	0.143 W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art. 36, 21 ep. 1 DLq. 192/05*</i>	0.3 W/(m ² K)
Involucro finestrato inclusi i ponti termici	0.863 W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art. 36, 21 ep. 1 DLq. 192/05*</i>	2.2 W/(m ² K)
Involucro verso ambienti riscaldati	n. pres. W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art. 36, 11 e c. 21 ep. 1, 2, 3 e 4 ep. 1 DLq. 192/05*</i>	0.8 W/(m ² K)
Involucro disperdente degli ambienti non riscaldati	n. pres. W/(m ² K)
<i>lim. per interventi ex art. 36, 11 e c. 21 ep. 1, 2, 3 e 4 ep. 1 DLq. 192/05*</i>	0.8 W/(m ² K)
Involucro finestrato degli ambienti non riscaldati	n. pres. W/(m ² K)
<i>*interventi ex art. 4 c. 1 D.P.F. 59/09</i>	

Rendimento globale medio stagionale di riscaldamento	91.6%
<i>lim. per interventi ex art. 36, 21 ep. 2 DLq. 192/05 e art. 4 c. 5 D.P.F. 59/09</i>	78.5%

Classificazione energetica nazionale

Classe prestazionale per riscaldamento	A
Classe prestazionale per ACS	B
Classe prestazionale globale	A
Qualità prestazionale attiva	III (prestazioni medie)

Ripartizione delle dispersioni attraverso l'involucro e per ventilazione



Si nota che, pur inserendo gli stessi parametri, il fabbisogno calcolato da Ecodomus.Vi è maggiore rispetto a quello calcolato dalla Provincia Autonoma di Trento⁵⁶. Ritengo che questo sia dovuto al fatto che i gradi giorno ed i parametri climatici di riferimento sono diversi. In ogni caso, anche se il fabbisogno risultasse uguale a quello trentino, la Classe rimarrebbe la "B⁺" essendo, come già accennato, Ecodomus.Vi leggermente più restrittivo.

⁵⁶ Le schermate di tutti i passaggi effettuati dal foglio di calcolo sono riportati in Appendice 4.

4.3.5. CLASSIFICAZIONE LEED

La certificazione LEED non fa uso di un supporto informatico ma mette a disposizione una checklist di crediti da verificare per l'assegnazione dei vari punteggi. Basandomi sulle informazioni ricevute dal direttore dei lavori della casa di Jacopo Fo, ho provato a classificare l'edificio secondo LEED e questo è quanto ho ottenuto:

Credito o Prerequisito	Titolo	Punti
PI 1	Requisiti minimi di programma	✓
PI 2	Principali dati del progetto	✓
PI 3	Occupazione ed utilizzo	✓
PI 4	Documentazione generale	✓
SS Prerequisito 1	Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere	✓
SS Credito 1	Selezione del sito	1
SS Credito 2	Densità edilizia e vicinanza ai servizi	2
SS Credito 3	Recupero e riqualificazione dei siti contaminati	1
SS Credito 4.1	Trasporti alternativi: accesso ai trasporti pubblici	0
SS Credito 4.2	Trasporti alternativi: portabiciclette e spogliatoi	1
SS Credito 4.3	Trasporti alternativi: veicoli a bassa emissione e a carburante alternativo	1
SS Credito 4.4	Trasporti alternativi: capacità dell'area di parcheggio	2
SS Credito 5.1	Sviluppo del sito: proteggere e ripristinare l'habitat	1
SS Credito 5.2	Sviluppo del sito: massimizzazione degli spazi aperti	1
SS Credito 6.1	Acque meteoriche: controllo della quantità	1
SS Credito 6.2	Acque meteoriche: controllo della qualità	0
SS Credito 7.1	Effetto isola di calore: superfici esterne	1
SS Credito 7.2	Effetto isola di calore: coperture	1
SS Credito 8	Riduzione dell'inquinamento luminoso	0
GA Prerequisito 1	Riduzione dell'uso dell'acqua	✓
GA Credito 1	Gestione efficiente delle acque a scopo irriguo	0
GA Credito 2	Tecnologie innovative per le acque reflue	2+2
GA Credito 3	Riduzione dell'uso dell'acqua	2
EA Prerequisito 1	Commissioning di base dei sistemi energetici dell'edificio	✓
EA Prerequisito 2	Prestazioni energetiche minime	✓
EA Prerequisito 3	Gestione di base dei fluidi refrigeranti	✓
EA Credito 1	Ottimizzazione delle prestazioni energetiche	10
EA Credito 2	Produzione in sito di energie rinnovabili	3
EA Credito 3	Commissioning avanzato dei sistemi energetici	2
EA Credito 4	Gestione avanzata dei fluidi refrigeranti	2
EA Credito 5	Misure e collaudi	3
EA Credito 6	Energia verde	0
MR Prerequisito 1	Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili	✓
MR Credito 1.1	Riutilizzo degli edifici: mantenimento di murature, solai e coperture esistenti	0
MR Credito 1.2	Riutilizzo degli edifici: mantenimento del 50% degli elementi non strutturali interni	0
MR Credito 2	Gestione dei rifiuti da costruzione	1
MR Credito 3	Riutilizzo dei materiali	1
MR Credito 4	Contenuto di riciclato	2
MR Credito 5	Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata (materiali regionali)	2
MR Credito 6	Materiali rapidamente rinnovabili	1
MR Credito 7	Legno certificato	1
QI Prerequisito 1	Prestazioni minime per la qualità dell'aria	✓
QI Prerequisito 2	Controllo ambientale del fumo di tabacco	✓
QI Credito 1	Monitoraggio della portata dell'aria di rinnovo	1
QI Credito 2	Incremento della ventilazione	0
QI Credito 3.1	Piano di gestione IAQ: fase costruttiva	0
QI Credito 3.2	Piano di gestione IAQ: prima dell'occupazione	1

QI Credito 4.1	Materiali basso emissivi:adesivi, primers, sigillanti, materiali cementizi, finiture in legno	1
QI Credito 4.2	Materiali basso emissivi: pitture	1
QI Credito 4.3	Materiali basso emissivi: pavimentazioni	1
QI Credito 4.4	Materiali basso emissivi:prodotti in legno composito e fibre vegetali	1
QI Credito 5	Controllo delle fonti chimiche ed inquinanti indoor	0
QI Credito 6.1	Controllo e gestione degli impianti: illuminazione	1
QI Credito 6.2	Controllo e gestione degli impianti: comfort termico	1
QI Credito 7.1	Comfort termico: progettazione	1
QI Credito 7.2	Comfort termico: verifica	1
QI Credito 8.1	Luce naturale e visione: luce naturale per il 75% degli spazi	1
QI Credito 8.2	Luce naturale e visione: visuale esterna per il 90% degli spazi	1
IP Credito 1	Innovazione nella progettazione	2
IP Credito 2	Professionista Accreditato LEED (LEED AP)	0
PR Credito 1	Priorità regionale	1
	Totale	62

Dunque l'edificio potrebbe ottenere la certificazione "LEED GOLD". Ricordo però che il sottoscritto non è un "LEED AP", né un esperto di certificazione LEED e non ha partecipato attivamente al progetto ed alla costruzione dell'edificio in esame, quindi tali considerazioni vanno prese solo indicativamente e non come risultato certo.



Figura 73 – Logo che contraddistingue un edificio certificato LEED GOLD.

5. CONCLUSIONI

5.1. DISCUSSIONE RISULTATI OTTENUTI

CERTIFICAZIONE	SUPPORTO INFORMATICO UTILIZZATO	FABBISOGNO ENERGETICO	CLASSE ENERGETICA
Nazionale	"Docet"	62.2 kWh/(m ² ·anno)	B
P. A. T.	Foglio di Calcolo Excel	36.9 kWh/(m ² ·anno)	A
CasaClima	"ProCasaClima 2009"	28.0 kWh/(m ² ·anno)	A
Ecodomus.Vi	Foglio di Calcolo Excel	46.2 kWh/(m ² ·anno)	B ⁺
LEED	Valutazione personale	62 punti	Gold

Prospetto 34 – Risultati ottenuti dai diversi software utilizzati.

Come si può osservare dalla tabella, i risultati sono abbastanza diversi. La ditta che ha seguito progetto e costruzione dell'edificio da me analizzato garantiva la certificazione "CasaClima A"; ritengo quindi che il valore più attendibile sia proprio quello che ho ottenuto utilizzando il supporto informatico fornito da CasaClima. Gli altri valori quindi sono piuttosto inesatti e le cause sono molteplici. Per quanto riguarda la certificazione nazionale mi aspettavo effettivamente il risultato peggiore, in quanto nel software "Docet" non è possibile selezionare il legno tra i materiali costruttivi utilizzati e segnalare la presenza di pareti e tetto ventilati. Bisogna però ammettere che è stato recentemente presentato l'aggiornamento di tale software, chiamato "ProDocet"; dal momento che esso è stato studiato con il supporto di CasaClima, sono certo che le lacune precedenti siano state colmate.

P.A.T. ed Ecodomus.Vi si avvicinano maggiormente al valore di CasaClima; la differenza ritengo sia dovuta solamente al fatto che il clima standard a cui fanno riferimento non è quello di Gubbio ma quello di Trento e Vicenza rispettivamente. Questo motivo è lo stesso per il quale le due certificazioni forniscono risultati diversi tra loro: essendo stati elaborati dal medesimo gruppo di lavoro ed essendo praticamente identici, si supporrebbe che i valori finali siano uguali, invece ciò non avviene proprio a causa dei diversi parametri climatici.

Il punteggio che ho ottenuto con LEED va preso con le pinze. Innanzitutto perché non sono un esperto di certificazione LEED, in secondo luogo perché non si potrebbe certificare tramite LEED senza aver partecipato a progetto e costruzione dell'edificio ed infine perché non esiste un supporto informatico che fornisca un risultato oggettivo e

non viziato da valutazioni che possono differire a seconda del certificatore. In ogni caso, anche se il punteggio dovesse essere più basso di quello da me calcolato e di conseguenza l'edificio scendesse nella categoria "LEED Silver", sarebbe comunque un ottimo risultato visti i molteplici principi di sostenibilità presi in considerazione da LEED.

5.2. POSSIBILI INTERVENTI MIGLIORATIVI

Sorto all'interno del villaggio ecosostenibile di Jacopo Fo, l'edificio considerato in questa tesi è stato progettato e costruito in modo tale da rispettare il maggior numero possibile di vincoli ambientali, come dimostrano i resoconti delle varie certificazioni. Partendo da questo presupposto possiamo comunque affermare che lo stabile possiede le potenzialità per essere migliorato ulteriormente, seppur di poco. Ad esempio, come energie rinnovabili, ritengo sarebbe particolarmente utile allestire, nelle immediate vicinanze, un sito adatto all'installazione di pannelli fotovoltaici, possibilmente ad inseguimento, che servano l'intero villaggio di Alcatraz e che coprano quindi anche l'intero fabbisogno di energia elettrica della casa dei signori Dario Fo e Franca Rame.

Vista la disponibilità di spazi, sarebbe utile installare un impianto geotermico che vada a sostituire in toto il sistema a teleriscaldamento, e di conseguenza la caldaia a biomasse dal quale parte. Inoltre la geotermia sarebbe utile anche per il raffrescamento estivo, pur non essendocene in questo caso estremo bisogno dato l'ottimo isolamento esterno dello stabile. Nel caso in cui dovesse essere presente un sistema geotermico, però, sarebbe difficile poterne tener conto perché tra le opzioni possibili non è prevista la geotermia in nessun software da me utilizzato. Solo in LEED potrebbe essere considerato come fonte energetica rinnovabile e quindi far aumentare il punteggio finale per provare a raggiungere la Classe "LEED Platinum".

In conclusione ritengo che l'edificio da me esaminato, oltre che essere affascinante dal punto di vista architettonico, sia un ottimo esempio di edilizia ecosostenibile così come l'intero villaggio. Spero quindi che l'idea di Jacopo Fo possa fungere da faro guida per altre iniziative ecologiche in tutto il territorio italiano e di conseguenza che l'attenzione verso i temi del rispetto ambientale vada via via crescendo nei prossimi anni, magari con l'avvento di nuove soluzioni tecnologiche per ridurre sempre più l'impatto ambientale scaturito dal mondo dell'edilizia, senza intralci da parte della politica e della burocrazia italiane.

6. APPENDICI

6.1. APPENDICE 1 - DOCET

Energia Netta

Dati Contesto

Nome Edificio:

Provincia: Gradi Giorno:

Comune: Zona climatica:

Contesto:

Edifici confinanti

Edificio contiguo

Esposizione:

Numero piani:

Destinazione d'uso:

Riepilogo:	Numero piani	Altezza (m)	Contiguo	Ambiente
Nord	0	0		
Nord/Est	0	0		
Est	0	0		
Sud/Est	0	0		
Sud	0	0		
Sud/Ovest	0	0		
Ovest	0	0		
Nord/Ovest	0	0		

Energia Netta

Dati Edificio

Dati generali

Anno di costruzione dell'edificio:

Gradazione colore finitura esterna:

Ristrutturazioni importanti

- Isolamento termico pareti perimetrali
- Isolamento termico copertura
- Isolamento termico solaio su cantina
- Isolamento termico solaio sottotetto
- Isolamento termico solaio su terra
- Sostituzione infissi

Esterno:

Tipologia di struttura portante

Muratura portante Cemento armato

Struttura mista C.A. + muratura

Dati geometrici

Altezza netta interpiano: m

Numero di piani fuoriterra:

Numero di piani interrati riscaldati:

Numero di appartamenti totali:

Superficie lorda in pianta del piano tipo: m²

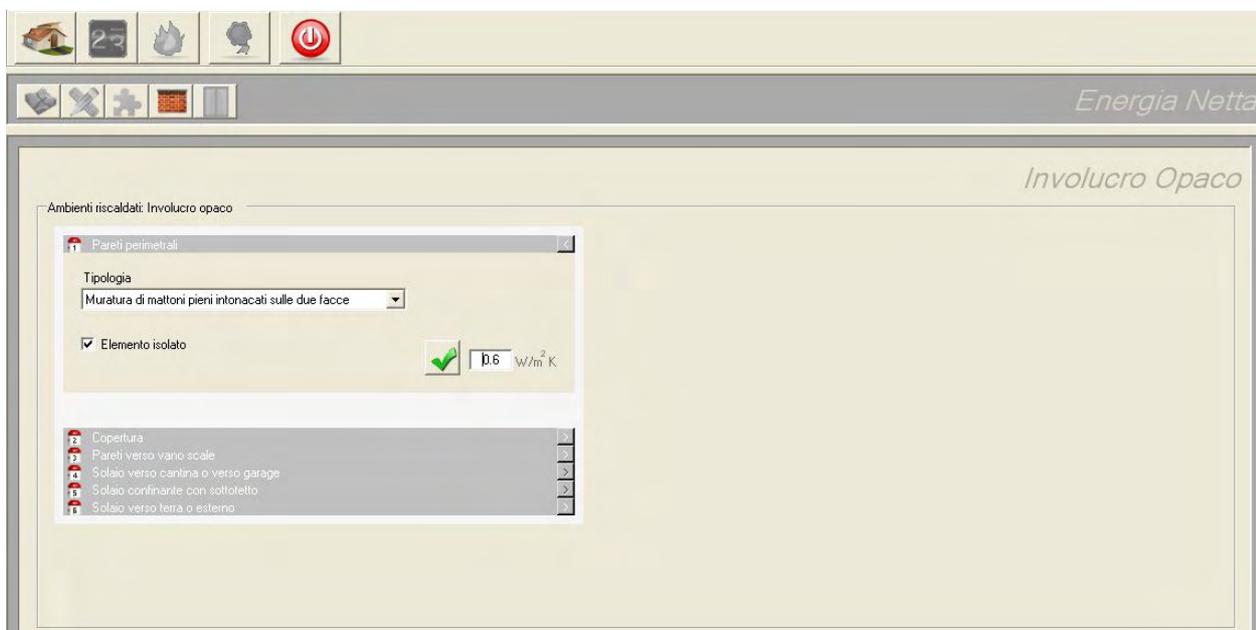
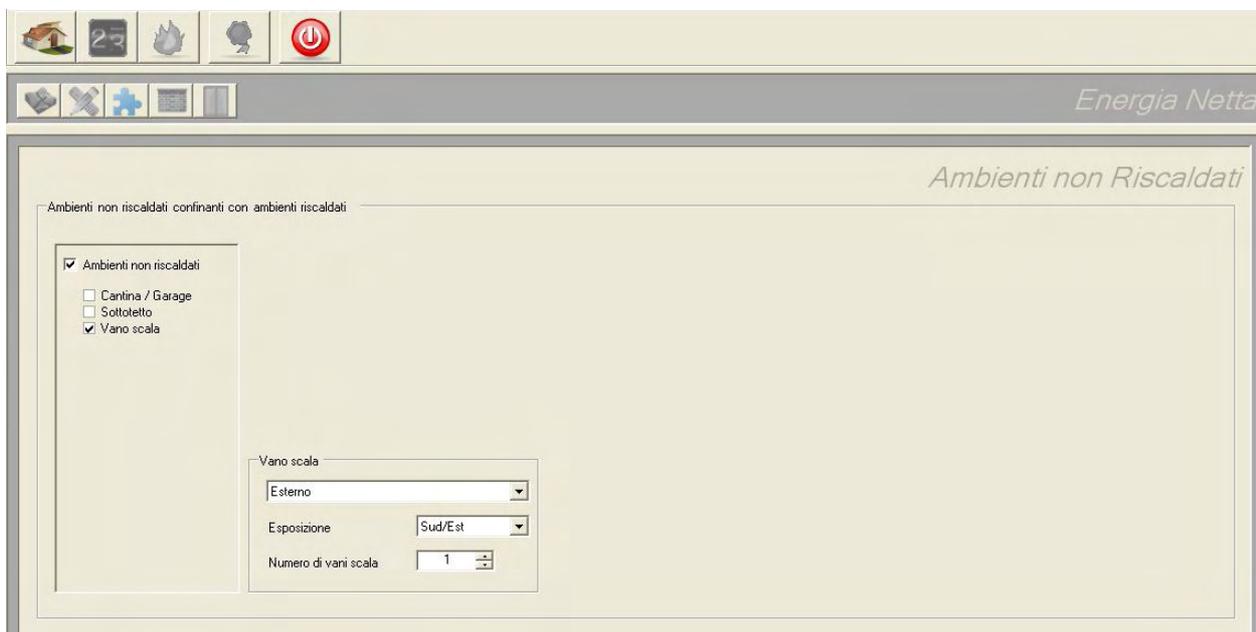
Piani interrati riscaldati

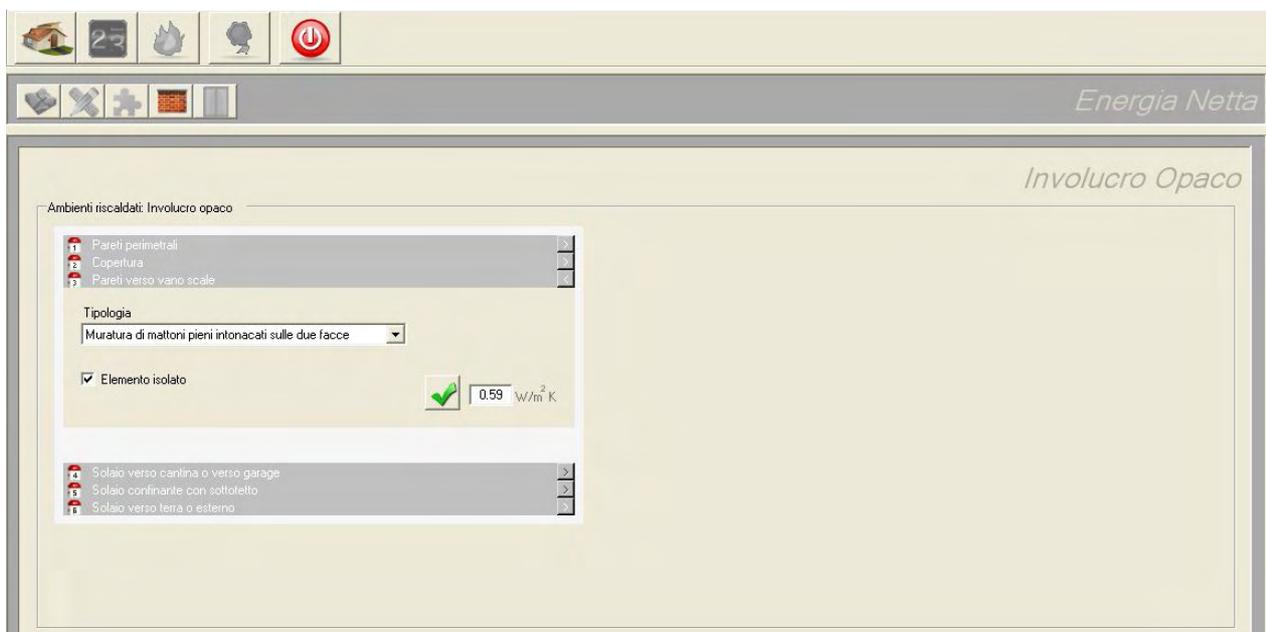
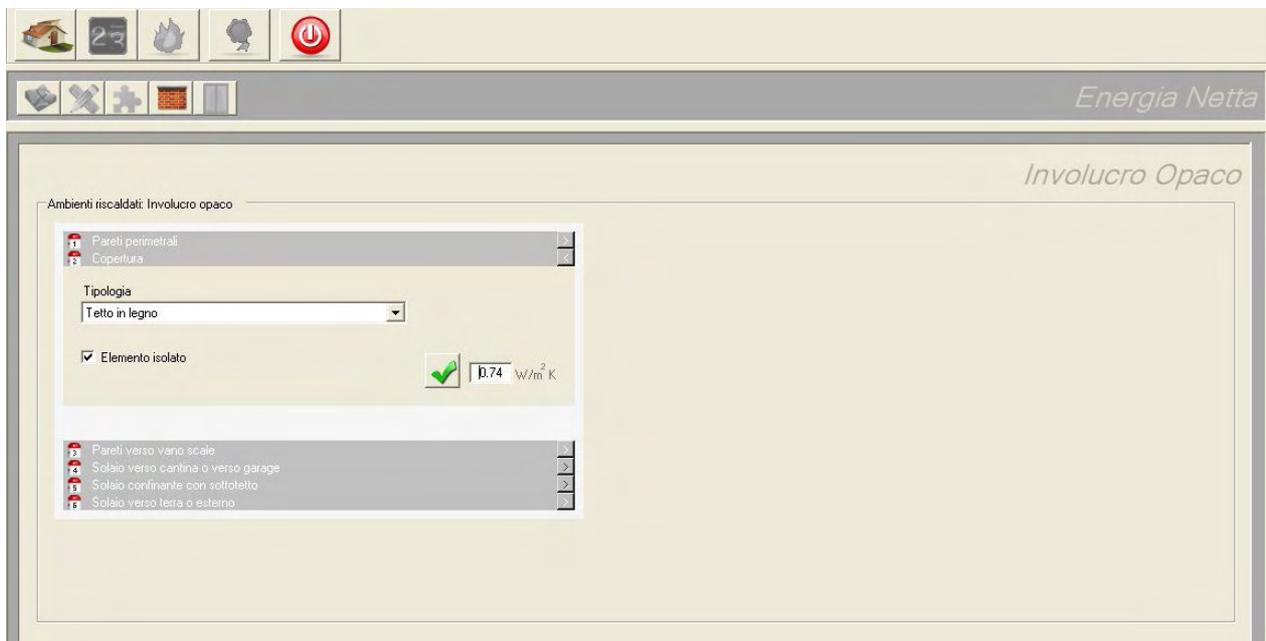
Superficie piano tipo: m²

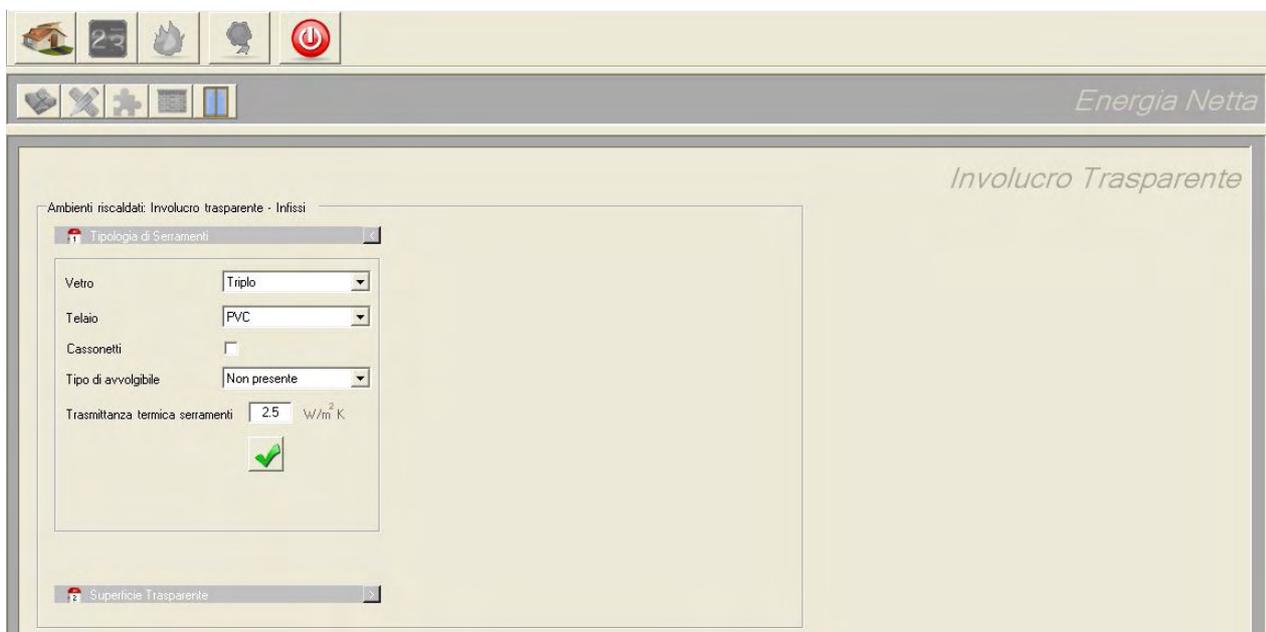
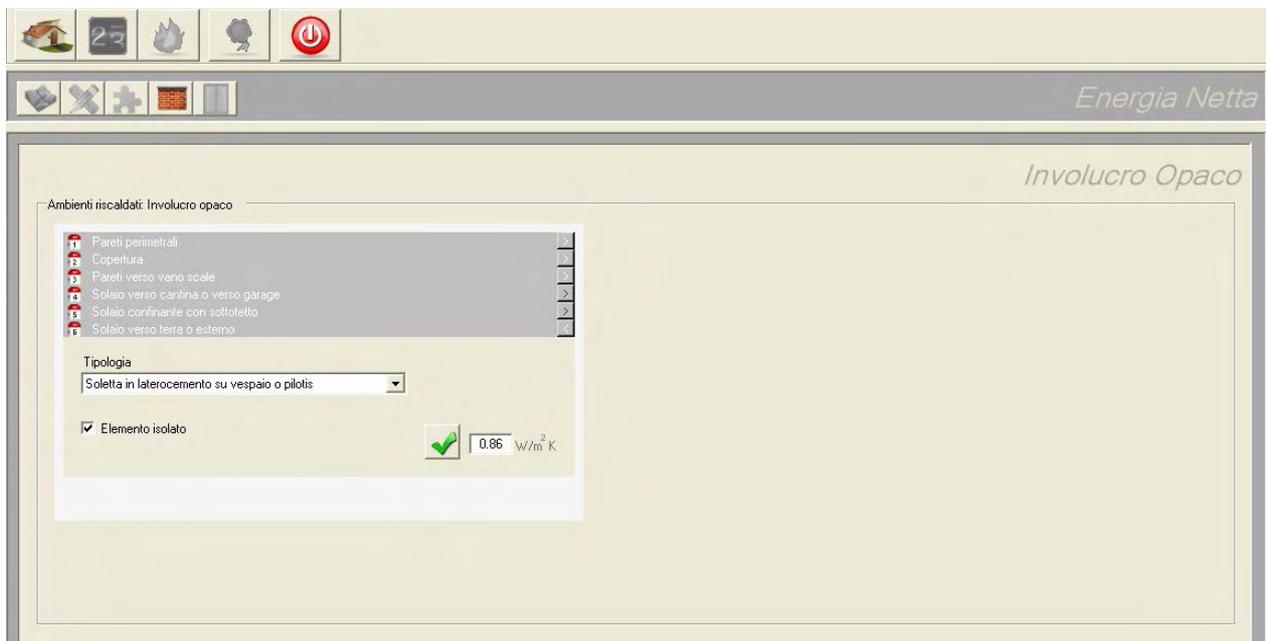
Perimetro piano tipo: m

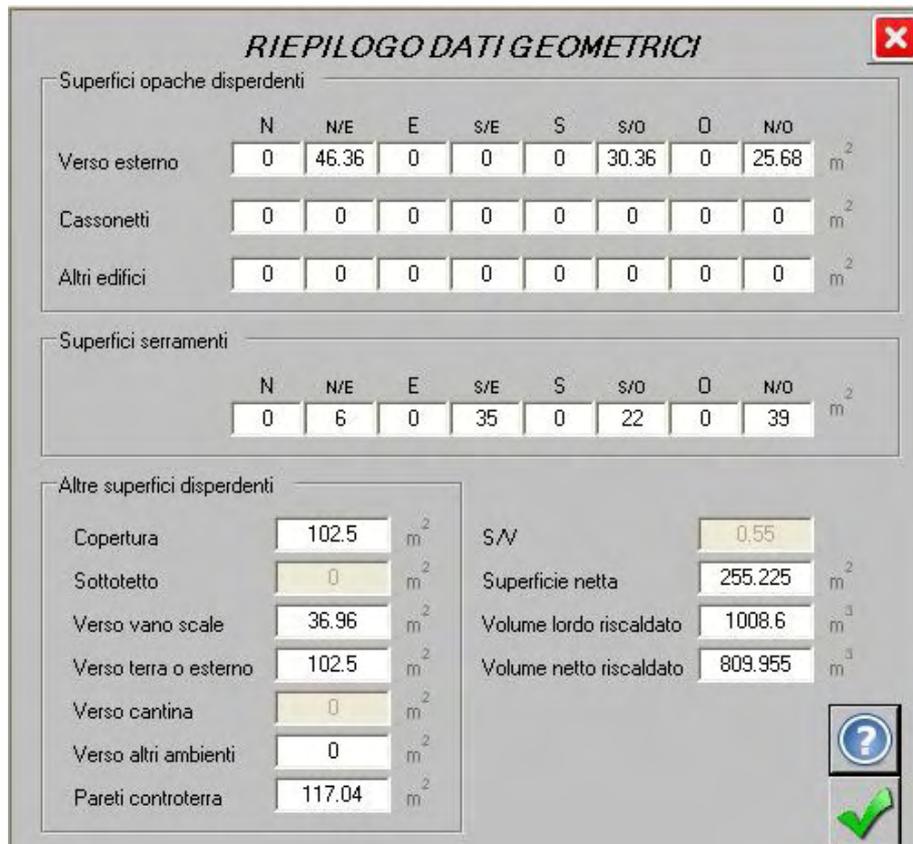
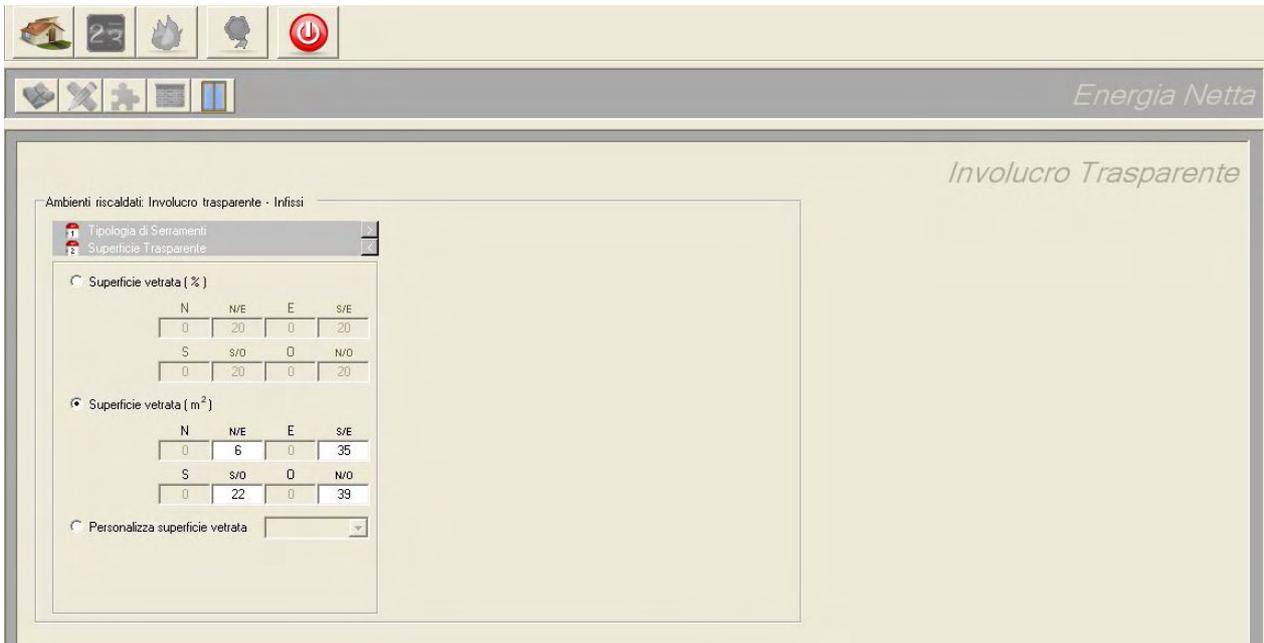
Dimensioni lineari in pianta dell'edificio

N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
0	8.5	0	10.5	0	8.5	0	10.5









Energia Fornita
Riscaldamento

Tipologia impianti

Tipo di produzione risc/acs:

Tipo di impianto di riscaldamento:

Impianto di riscaldamento

- Caldaia
- Caldaia elettrica
- Termo-stufa a biomasse
- Teleriscaldamento
- Pompa di calore elettrica

Personalizza Impianto

Generatore di calore | Sistemi post-produzione

Terminali di erogazione

- Termoconvettori
- Ventilconvettori
- Radiatori
- Pannelli radianti

Sistema di regolazione

Sistema di regolazione:

Sistema di distribuzione

Anno realizzazione impianto:

Tipo di distribuzione:

Energia Fornita
Acqua Calda Sanitaria

Impianto di acqua calda sanitaria

- non presente
- Caldaia centralizzata
- Boiler a gas
- Boiler elettrico ad accumulo

Solare termico

Tipo di collettore:

Inclinazione / orientamento:

Superficie captante: m²

Impianto con fonti rinnovabili

- Solare termico

Energia Primaria
Impianto di Riscaldamento

Combustibile - Teleriscaldamento

Combustibile	Prezzo (€) per kWh	Combustibile	Prezzo (€) per kWh
<input type="radio"/> Metano	<input type="text" value="0.068"/>	<input type="radio"/> Legna	<input type="text" value="0.028"/>
<input type="radio"/> Gasolio	<input type="text" value="0.094"/>	<input checked="" type="radio"/> Biomasse	<input type="text" value="0.045"/>
<input type="radio"/> Carbone	<input type="text" value="0.077"/>	<input type="radio"/> Rifiuti Solidi Urbani	
<input type="radio"/> GPL	<input type="text" value="0.135"/>	<input type="radio"/> Altro	

6.2. APPENDICE 2 - FOGLIO DI CALCOLO PAT



Foglio di calcolo per la certificazione energetica degli edifici

Dati generali del progetto e dell'edificio

Dati identificativi		
Indirizzo	Frazione Santa Cristina	
Comune	Trento	
CAP	38123	
Provincia	Trento	
Dati catastali	Foglio	Part./Sub.
Proprietario/comittente	Fo Jacopo	
C.F./P.IVA del proprietario		
Responsabile del calcolo energetico	Andreotti Stefano	
C.F./P.IVA del resp. del calcolo		

Contesto geoclimatico e valori convenzionali		
Gradi Giorno	2567	
Zona Climatica	E	
Conversione energia elettrica (kWh/k)	2.22	
Tipo di terreno	Argilla o limo (k=1,5 W/m K)	

Tipologia Edilizia		
Destinazione d'uso prevalente	E1 (1) Residenziale	
Tipologia Edilizia	Singolo	
Impianto	Autonomo	
centralizzati)		
resid.)		
Anno di Costruzione	2009	
Denominazione unità	T3	

Dimensioni generali dell'ambiente riscaldato		
Superficie lorda (m ²)	255.50	
Superficie netta (m ²)	214.62	
Altezza per piano (m)	2.70	
Numero di piani	3	
Volume netto (m ³)	579.47	
Superficie opaca disperdente (m ²)	591.90	
Superficie finestrata disperdente (m ²)	32.16	
Superficie finestrata/Superficie disperdente	0.05	
Superficie disperdente/Volume (netti)	1.08	
SfV nominale (D.Lgs. 192/2005)		

Dimensioni generali degli ambienti non riscaldati adiacenti		
Volume netto complessivo (m ³)		

Valori dei consumi annui di combustibile rilevati (per edifici esistenti)

Anno	Tipo di combustibile	Consumi	Unità di	Elettricità
2005				
2006				
2007				

Composizione componenti opache								
Parete 1		Trasmittanza nominale	0.177	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
	Nord-Ovest Ventilata	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s ²)		
1	Pietra ricostruita	0.05		0.6			0.08	
2	Pannello Acquapanel	0.01		0.35			0.03	
3	Aria	0.04		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.14		0.04			3.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
8	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
9								
10								
Totale		0.45					5.47	

Parete 2		Trasmittanza nominale	0.177	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
	Nord-Est Ventilata	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s ²)		
1	Pietra ricostruita	0.05		0.6			0.08	
2	Pannello Acquapanel	0.01		0.35			0.03	
3	Aria	0.04		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.14		0.04			3.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
8	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
9								
10								
Totale		0.45					5.47	

Parete 3		Trasmittanza nominale	0.177	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
	Sud-Ovest Ventilata	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s ²)		
1	Pietra ricostruita	0.05		0.6			0.08	
2	Pannello Acquapanel	0.01		0.35			0.03	
3	Aria	0.04		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.14		0.04			3.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
8	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
9								
10								
Totale		0.45					5.47	

Parete 4		Trasmittanza nominale	0.177	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ	
	Sud-Est Ventilata	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s ²)	
1	Pietra ricostruita	0.05		0.6			0.08
2	Pannello Acquapanel	0.01		0.35			0.03
3	Aria	0.04		0.021			0.18
4	Isolante in fibra di legno	0.14		0.04			3.50
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25
7	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06
8	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06
9							
10							
Totale		0.45					5.47

Parete 5		Trasmittanza nominale	0.148	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ	
	Nord-Ovest Copertura	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s ²)	
1	Coppi	0.05		0.209			0.24
2	Tavolato	0.02		0.44			0.05
3	Aria	0.05		0.021			0.18
4	Isolante in fibra di legno	0.18		0.04			4.50
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25
7	Perlinato a vista	0.02		0.44			0.05
8							
9							
10							
Totale		0.51					6.57

Parete 6		Trasmittanza nominale	0.148	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ	
	Sud-Est Copertura	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s ²)	
1	Coppi	0.05		0.209			0.24
2	Tavolato	0.02		0.44			0.05
3	Aria	0.05		0.021			0.18
4	Isolante in fibra di legno	0.18		0.04			4.50
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25
7	Perlinato a vista	0.02		0.44			0.05
8							
9							
10							
Totale		0.51					6.57

Composizione pareti contro terra o a contatto con pavimenti contro terra

C.terra 1		Trasmittanza nominale	0.208	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ	
			m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ngf/(m s ²)
	Nord-Ovest						
1	Laterizio forato	0.15		0.25			0.60
2	Calcestruzzo armato	0.3		1.6			0.19
3	Isolante in fibra di legno	0.15		0.04			3.75
4	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06
5	Perlinato	0.02		0.44			0.05
6							
7							
8							
9							
10							
Totale		0.63					4.64

C.terra 2		Trasmittanza nominale	0.208	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ	
			m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ngf/(m s ²)
	Nord-Est						
1	Laterizio forato	0.15		0.25			0.60
2	Calcestruzzo armato	0.3		1.6			0.19
3	Isolante in fibra di legno	0.15		0.04			3.75
4	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06
5	Perlinato	0.02		0.44			0.05
6							
7							
8							
9							
10							
Totale		0.63					4.64

C.terra 3		Trasmittanza nominale	0.208	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ	
			m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ngf/(m s ²)
	Sud-Ovest						
1	Laterizio forato	0.15		0.25			0.60
2	Calcestruzzo armato	0.3		1.6			0.19
3	Isolante in fibra di legno	0.15		0.04			3.75
4	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06
5	Perlinato	0.02		0.44			0.05
6							
7							
8							
9							
10							
Totale		0.63					4.64

C.terra 4		Trasmittanza nominale		0.208	W/m ² K		Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ				
		Sud-Est	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s Pa)			
1	Laterizio forato	0.15		0.25						0.60
2	Calcestruzzo armato	0.3		1.6						0.19
3	Isolante in fibra di legno	0.15		0.04						3.75
4	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21						0.06
5	Perlinato	0.02		0.44						0.05
6										
7										
8										
9										
10										
Totale			0.63							4.64

Composizione pavimenti contro terra

Pav. 1		Trasmittanza nominale		0.037	W/m ² K		Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ				
		Piano interrato	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s Pa)			
1	Calcestruzzo	0.3		1.6						0.19
2	Vespaio areato	0.5		0.021						23.81
3	Calcestruzzo	0.3		1.6						0.19
4	Isolante	0.1		0.044						2.27
5	Massetto	0.05		1.6						0.03
6	Parquet	0.02		0.044						0.45
7										
8										
9										
10										
Totale			1.27							26.94

Caratteristiche componenti finestrate (UNI EN ISO 10077-1:2007)

Finestra singola

Tipo	Dimensioni del foro m		Aree m ²			Perimetro m		Trasmittanza termica W/(m ² K)			Giunti e distanziatori W/(m K)		Trasmittanza calcol. W/(m ² K)		Trasmittanza certific. W/(m ² K)		Altri fattori				Tipologia di ponte termico	Vista del cielo				
	Base	Altezza	Vetro	Telaio	Pannello opaco	Vetro	Pannello opaco	Vetro	Telaio	Pannello opaco	Ψg	Ψp	Uw	Ug	Ombreggiamento - angoli formati con ostruzioni e aggetti	Tendaggi	Trasmitt. solare	g _{gl}	ψ _{w1}	ψ _{w2}			ψ _{w3}	F _r		
	b	h	Ag	Af	Ap	lg	lp	Ug	Uf	Up	Ψg	Ψp	Uw	Ug	ostruz.	super.	vert.1	vert.2	F _c	g _{gl}			ψ _{w1}	ψ _{w2}	ψ _{w3}	F _r
1	anta singola	0.70	0.83	0.40	0.18			0.8	1				0.93	0.86	0	0	0	0	0.95	0.88				compl.		
2	anta doppia	1.10	1.28	0.80	0.61			0.8	1				0.92	0.86	0	0	0	0	0.95	0.88				compl.		
3	anta doppia tonda	1.10	1.28	0.80	0.61			0.8	1				0.92	0.86	0	0	0	0	0.95	0.88				compl.		
4	anta tripla	2.10	2.33	3.40	1.49			0.8	1				0.88	0.88	0	0	0	0	0.95	0.88				compl.		
5															0	0	0	0	0.95					compl.		

Dimensioni e orientazioni delle superfici opache - m²

	Da ambiente riscaldato verso l'esterno							Inferno all'ambiente riscaldato	Da ambiente riscaldato verso altri riscaldati	Da ambiente riscaldato verso non riscaldati	Da ambienti non riscaldati verso l'esterno							Da ambienti non riscaldati verso altri riscaldati						
	N	NO-NE	E-O	SO-SE	S	Copertura superiore	Solaio inferiore				N	NO-NE	E-O	SO-SE	S	Copertura superiore	Solaio inferiore							
Vista del cielo (Fs)	Compl.	Compl.	Compl.	Compl.	Compl.	Nulla					Compl.	Compl.	Compl.	Compl.	Compl.	Compl.	Compl.							
Colore (α)	Chiaro	Chiaro	Chiaro	Chiaro	Chiaro	Medio					Chiaro	Chiaro	Chiaro	Chiaro	Chiaro	Medio								
Parete 1	Nord-Ovest V																							
Parete 2	Nord-Est Ven																							
Parete 3	Sud-Ovest Ve																							
Parete 4	Sud-Est Vent																							
Parete 5	Nord-Ovest C									57.75														
Parete 6	Sud-Est Cope									57.75														

Dimensioni componenti opache contro terra

		Ambienti riscaldati										Ambienti non riscaldati									
		Parete interrata 1		Parete interrata 2		Parete interrata 3		Parete interrata 4		Parete interrata 5		Parete interrata 1		Parete interrata 2		Parete interrata 3		Parete interrata 4		Parete interrata 5	
		Nord-Ovest		Nord-Est		Sud-Ovest		Sud-Est				Nord-Ovest		Nord-Est		Sud-Ovest		Sud-Est			
		alt. interram.		lung. contatto con pavimento		alt. interram.		lung. contatto con pavimento		alt. interram.		lung. contatto con pavimento		alt. interram.		lung. contatto con pavimento		alt. interram.		lung. contatto con pavimento	
		m ²	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m ²	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Pavimento 1	Piano interr.	95,6	3,1	14	3,1	8	3,1	8	3,1	14											

Numero e orientazione componenti finestrate singole

		Da ambienti riscaldati verso l'esterno						Da riscaldati verso non riscaldati	Da ambienti non riscaldati verso l'esterno						Da non riscaldati verso altri riscaldati
		N	NO-NE	E-O	SO-SE	S	Orizzontale		N	NO-NE	E-O	SO-SE	S	Orizzontale	
Vetrata 1	anta singola			1											
Vetrata 2	anta doppia			5		6									
Vetrata 3	anta doppia			1											
Vetrata 4	anta tripla			3											

Impianto di riscaldamento e climatizzazione

Sottosistema di emissione (UNI TS 11300-2:2008)

Locali di altezza inferiore a 4 m		Volume servito %	Volume servito m ³	Altezza del locale m	Potenza nominale terminali kW	Potenza progetto clima std kW	Potenza progetto cl. reale kW
Locali di altezza inferiore a 4 m	Radiatori	0%	0,00				
	Ventilconvettori	0%					
	Termoconvettori	0%					
	Bocchette in sistemi ad aria calda	0%					
	x Pannelli a pavimento (isolati)	100%	579,47			8,40	8,40
	Pannelli a pavimento (non isolati)	0%					
Locali di altezza superiore a 4 m	Pannelli a parete o soffitto	0%					
	Aerotemi ad acqua	0%					
	Pannelli isolati, strisce ad acqua	0%					
	Pannelli a pavimento (non isolati)	0%					
	Gen. d'aria calda singoli	0%					
	Gen. d'aria calda singoli a condens.	0%					
	Strisce radianti a gas	0%					
Riscaldatori a infrarosso elettrici	0%						

Check

Potenza elettrica dei ventilconvettori	(W)	default
--	-----	---------

Sottosistema di regolazione (UNI TS 11300-2:2008)

Tipo di regolazione	climatica + zona	Caratteristiche	P banda 1°C
---------------------	------------------	-----------------	-------------

Sottosistema di distribuzione

Imp. autonomo		Liv. di isolamento	dopo il 1993
Pompe di distribuzione	a velocità costante	Potenza (W)	
Ventilatori sistemi di riscaldamento ad aria calda canalizzati		Potenza (W)	

Sottosistema di accumulo

Impiego	Volume (litri) totale con integrazione	Volume (litri) di sola integrazione	Integraz. dal generatore	Posizione dell'accumulo	K _{bol} perdita (W/K)		separato o condiviso
					noto	default	
Acqua calda sanitaria	500		esterna	ambiente non riscaldato		3,58	
Riscaldamento	450		esterna	ambiente non riscaldato		3,39	
Totale	950					6,97	separato

Sottosistema di generazione

Tipo	x Generatore di calore a combustione per produzione di acqua calda			
	Combustibile	legna (pellets)		
	Bruciatore	a combustione standard		
	Modulazione	modulante		
	Caratteristiche (modalità di carica)	automatica		
	Materiale	alluminio		
	Collocazione	in ambiente non riscaldato		
		Potenza massima	Potenza minima	
	Valore dichiarato	20 kW	10 kW	
	Perdite al camino bruciatore acceso	2 %	2 %	
	Perdite al camino bruciatore spento	2 %		
	Perdite al mantello	2 %		
	Temp. fumi (per condens. con rit. 30°C)	35 °C	35 °C	
	Potenza elettrica del bruciatore	100 W	100 W	
	Potenza elettrica della pompa	100 W	W	
	Vol. camera combustione (solo legna)	400	litri	
	Pompa di calore per produzione di acqua calda			
	Alimentazione			
	Sorgente termica			
	Potenza termica massima (kW)			
	COP			
	nelle seguenti condizioni di riferimento	T _{ext} °C	T _{int} °C	
	Potenza elettrica della pompa (W)			
	Generatore di calore a combustione per produzione di aria calda			
	Combustibile			
	Tipologia			
	Modulazione			
	Collocazione			
Potenza termica (kW)				
Potenza elettrica ausiliari (W)				
Generatori di calore singoli/Strisce radianti a combustione				
Combustibile				
Potenza elettrica ausiliari (W)			default	

Impianto di produzione di acqua calda sanitaria

	Produzione	Tipo di generatore	Combustibile	Prod.
Configurazione	dedicata	a fuoco diretto a condensazione	legna (pellets)	istantanea

Impianto solare termico

Impiego dell'impianto	Acqua calda e riscaldamento		
Superficie d'apertura	16.1	m ²	
Esposizione	SE (-45°)		
Inclinazione sull'orizzontale (0° orizzontale - 90° verticale)	20		
Tipologia del collettore	Collettore piano vetrato		
Tipologia di impianto	A flusso diretto		
Dati tecnici opzionali dei collettori e del sistema			
Coefficiente di perdita di 1° ordine	a ₁	W/(m ² K)	
Coefficiente di perdita di 2° ordine	a ₂	W/(m ² K ²)	
Efficienza del collettore a zero perdite	η ₀		
Modificatore dell'angolo di incidenza	IAM		
Capacità termica dello scambiatore	(U _{st}) L	W/K	

6.3. APPENDICE 3 - PROCASACLIMA 2009 BASIC

CASA JACOPO FO

Descrizione	CASA JACOPO FO		
Indirizzo	FRAZIONE SANTA CRISTINA		
Comune	GUBBIO		
Normativa	UNI	Zona	PERUGIA
Tipo Oggetto	Immobile	Numero delle unità abitative	1
Superficie Lorda BGF _B m ²	255.50	Superficie Netta NGF _B m ²	214.62
Volume Lordo V _B m ³	845.50	Volume Netto V _N m ³	676.40

Dati Dati Climatici Comune Dati Climatici Zona Hotel Committente/Proprietario Dati Catastali

Anno Costruzione	Edificio costruito dopo il 1993		
Utilizzo Edificio	E.1 (1)(2) - Edificio Uni- o Bifamiliare		
Temperatura media interna	°C θ _i	20.00	
Potenza termica media degli apporti di calore interni	W/m ² q _i	3.50	
Numero Minimo di Persone	nr.	5	
Consumo di Acqua Calda in Litri per Persona e Giorno	f _{ω,ω}	50.00	
Tipo di Costruzione	Costruzione Media in Legno Massiccio		
Grado di utilizzo degli apporti di calore	η	0.97	
ΔH municipio m	0		
Temperatura esterna di progetto	°C θ _{pe}	-2.00	
Temperatura media esterna nel periodo di riscaldamento	°C θ _{pe}	7.50	
Gradigiorno nel periodo di riscaldamento	Kd/a HGT	2289.00	

T3: Pareti

	Descrizione	Categoria	A _L m ²	U _i W/m ² K	A _i m ²	F _i	R _{si} +R _{se}	A _i *U _i *F _i W/K
								56.77
1	Elemento Strutturale	Esterna con intercapedine	61.50	0.19	61.50	1.00	0.26	11.69
2	Elemento Strutturale	Esterna con intercapedine	61.50	0.19	61.50	1.00	0.26	11.69
3	Elemento Strutturale	Esterna con intercapedine	55.00	0.19	55.00	1.00	0.26	10.45
4	Elemento Strutturale	Esterna con intercapedine	40.40	0.19	40.40	1.00	0.26	7.68
5	Elemento Strutturale	Verso vano non riscaldato	14.60	0.19	-20.19	0.50	0.26	-1.92
6	Elemento Strutturale	Contro terreno	43.40	0.21	43.40	0.60	0.13	5.47
7	Elemento Strutturale	Contro terreno	43.40	0.21	43.40	0.60	0.13	5.47
8	Elemento Strutturale	Contro terreno	24.80	0.21	24.80	0.60	0.13	3.12
9	Elemento Strutturale	Contro terreno	24.80	0.21	24.80	0.60	0.13	3.12
	Elemento Strutturale			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

T3: Solai

	Descrizione	Categoria	A _L m ²	U _i W/m ² K	A _i m ²	F _i	R _{si} +R _{se}	A _i *U _i *F _i W/K
								25.81
1	Elemento Strutturale	Esterno verso l'alto con intercapedine	95.60	0.27	95.60	1.00	0.20	25.81
	Elemento Strutturale			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

T3: Tetti

	Descrizione	Categoria	A _L m ²	U _i W/m ² K	A _i m ²	F _i	R _{si} +R _{se}	A _i *U _i *F _i W/K
								16.50
1	Elemento Strutturale	Tetto a falda con intercapedine	110.00	0.15	110.00	1.00	0.20	16.50
	Elemento Strutturale			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

T3: Tipo Finestra									
	Descrizione	Valore g	L cm	U _w W/m ² K	Nr. Ante	Combinazioni Materiali	U _f W/m ² K	U _g W/m ² K	Classe Nature Finestre
1	Tipo Finestra 1	0.80	3.00	0.00	1	Serramento in legno o in materiale plastico - senza pellicola	1.00	0.80	PVC/PUR Uw=0,8 vetro triplo
2	Tipo Finestra 2	0.80	3.00	0.00	2	Serramento in legno o in materiale plastico - senza pellicola	1.00	0.80	PVC/PUR Uw=0,8 vetro triplo
3	Tipo Finestra 3	0.80	3.00	0.00	2	Serramento in legno o in materiale plastico - senza pellicola	1.00	0.80	PVC/PUR Uw=0,8 vetro triplo
4	Tipo Finestra 4	0.80	3.00	0.00	3	Serramento in legno o in materiale plastico - senza pellicola	1.00	0.80	PVC/PUR Uw=0,8 vetro triplo
	Tipo Finestra	0.00	0.00	0.00	0		0.00	0.00	

T3: Finestre													
	Qta.	Descrizione	Tipo Finestra	Elemento Strutturale	Orientamento	Omb	L m	H m	A _w m ²	A _g m ²	U _w W/m ² K	A _{vw} *U _f W/K	Valore g
	16								29.75	26.46		14.96	
1	1	Finestra	Tipo Finestra 1	Elemento Strutturale	Nord-Ovest	<input type="checkbox"/>	0.60	0.75	0.45	0.37	1.05	0.24	0.80
2	3	Finestra	Tipo Finestra 2	Elemento Strutturale	Nord-Ovest	<input type="checkbox"/>	1.00	1.30	3.90	3.39	1.04	2.02	0.80
3	6	Finestra	Tipo Finestra 2	Elemento Strutturale	Sud-Est	<input type="checkbox"/>	1.00	1.30	7.80	6.77	1.04	4.04	0.80
4	2	Finestra	Tipo Finestra 2	Elemento Strutturale	Nord-Est	<input type="checkbox"/>	1.00	1.30	2.60	2.26	1.04	1.35	0.80
5	1	Finestra	Tipo Finestra 3	Elemento Strutturale	Nord-Est	<input type="checkbox"/>	1.00	1.20	1.20	1.04	1.04	0.63	0.80
6	2	Finestra	Tipo Finestra 4	Elemento Strutturale	Nord-Ovest	<input type="checkbox"/>	2.00	2.30	9.20	8.42	0.97	4.45	0.80
7	1	Finestra	Tipo Finestra 4	Elemento Strutturale	Nord-Est	<input type="checkbox"/>	2.00	2.30	4.60	4.21	0.97	2.23	0.80
	1	Finestra				<input type="checkbox"/>	0.00	0.00					

T3: Tipo Porta			
	Descrizione	U _i W/m ² K	Classe Nature Porte
1	Tipo Porta	2.10	Esterna con telaio acciaio
	Tipo Porta	0.00	

T3: Porte							
	Qta.	Descrizione	Tipo Porta	Elemento Strutturale	L m	H m	A _d m ²
	2						5.04
1	2	Porta	Tipo Porta	Elemento Strutturale	1.20	2.10	5.04
	1	Porta			0.00	0.00	

T3: Ventilazione <input type="checkbox"/> Cucinare con Gas									
	Descrizione	qV,f m ³ /h	η _v %	VN m ³	tB h/d	Stato di Servizio	Fonte di Calore	Umidificazione	n 1/h
1	Ventilazione naturale	0	0	676.40	0				0.50
	Impianto di ventilazione								0.00

T3: Acqua calda							
	P _{MIN}	P _{DEF}	Impianto	Sistema di produzione	Q _{ww} kWh/a	Q _{TWE} kWh/a	Q _{ww,el} kWh/a
1	5	20	Sistema centralizzato con pompa di circolazione	Con sistema di riscaldamento	10610.35	13675.47	0.000

T3: Sottosistemi impianti						
	Sistema Emissione	η _e W/m ³	Regolazione	η _c	Distribuzione	η _d
1	UNI - Pannelli isolati annegati a pavimento	0.99	Regolazione climatica con sensore di temperatura o valvola termostatica	0.96	Autonomo	0.990

T3: Impianti Solari										
	Descrizione	Uso Impianto	Tipo Collettore	η _K	A _{pl} Tot m ²	Gr _{CP} %	Gr _{UT} %	Q _{sol,H2O} kWh/a	Q _{sol,risc} kWh/a	Q _{sol} kWh/a
1	Impianto solare	Con integrazione riscaldamento	Collettore solare piatto	0.55	354.20	0	0	0.00	0.00	0.00
	Impianto solare			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

6.4. APPENDICE 4 - FOGLIO DI CALCOLO ECODOMUS.VI

EcoDomus.vi Energia		Foglio di calcolo per la certificazione energetica degli edifici		
Dati generali del progetto e dell'edificio				
Dati identificativi				
Indirizzo	Frazione Santa Cristina			
Comune	Vicenza			
CAP				
Provincia	Vicenza			
Dati catastali	Foglio	Part./Sub.		
Proprietario/comittente	Fo Jacopo			
C.F./P.IVA del proprietario				
Responsabile del calcolo energetico	Andreotti Stefano			
C.F./P.IVA del resp. del calcolo				
Contesto geoclimatico e valori convenzionali				
Gradi Giorno	2371			
Zona Climatica	E			
Consumo di energia elettrica (kWh, kWh _e)	2.22			
Tipo di terreno	Argilla o limo (k=1,5 W/m K)			
Tipologia Edilizia				
Destinazione d'uso prevalente	E1 (1) Residenziale			
Tipologia Edilizia	Singolo			
Impianto	Autonomo			
(centralizzati)				
(resid.)				
Anno di Costruzione	2009			
Denominazione unità	T3			
Dimensioni generali dell'ambiente riscaldato				
Superficie lorda (m ²)	255.50			
Superficie netta (m ²)	214.62			
Altezza per piano (m)	2.70			
Numero di piani	3			
Volume netto (m ³)	579.47			
Superficie opaca disperdente (m ²)	591.90			
Superficie finestrata disperdente (m ²)	32.16			
Superficie finestrata/Superficie disperdente	0.05			
Superficie disperdente/Volume (netti)	1.08			
S/V nominale (D.Lgs. 192/2005)				
Dimensioni generali degli ambienti non riscaldati adiacenti				
Volume netto complessivo (m ³)				
Valori dei consumi annuali di combustibile rilevati (per edifici esistenti)				
Anno	Tipo di combustibile	Consumi	Unità di	Elettricità
2005				
2006				
2007				

Composizione componenti opache

Parete 1		Trasmittanza nominale	0.177	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
			m	kg/m^3	$W/(m K)$	$kJ/(kg K)$	$ng/(m s Pa)$	
	Nord-Ovest Ventilata							
1	Pietra ricostruita	0.05		0.6			0.08	
2	Pannello Acquapanel	0.01		0.35			0.03	
3	Aria	0.04		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.14		0.04			3.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
8	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
9								
10								
Totale		0.45					5.47	

Parete 2		Trasmittanza nominale	0.177	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
			m	kg/m^3	$W/(m K)$	$kJ/(kg K)$	$ng/(m s Pa)$	
	Nord-Est Ventilata							
1	Pietra ricostruita	0.05		0.6			0.08	
2	Pannello Acquapanel	0.01		0.35			0.03	
3	Aria	0.04		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.14		0.04			3.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
8	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
9								
10								
Totale		0.45					5.47	

Parete 3		Trasmittanza nominale	0.177	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
			m	kg/m^3	$W/(m K)$	$kJ/(kg K)$	$ng/(m s Pa)$	
	Sud-Ovest Ventilata							
1	Pietra ricostruita	0.05		0.6			0.08	
2	Pannello Acquapanel	0.01		0.35			0.03	
3	Aria	0.04		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.14		0.04			3.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
8	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
9								
10								
Totale		0.45					5.47	

Parete 4		Trasmittanza nominale	0.177	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
	Sud-Est Ventilata	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s Pa)		
1	Pietra ricostruita	0.05		0.6			0.08	
2	Pannello Acquapanel	0.01		0.35			0.03	
3	Aria	0.04		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.14		0.04			3.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
8	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
9								
10								
Totale		0.45					5.47	

Parete 5		Trasmittanza nominale	0.148	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
	Nord-Ovest Copertura	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s Pa)		
1	Coppi	0.05		0.209			0.24	
2	Tavolato	0.02		0.44			0.05	
3	Aria	0.05		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.18		0.04			4.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Perlinato a vista	0.02		0.44			0.05	
8								
9								
10								
Totale		0.51					6.57	

Parete 6		Trasmittanza nominale	0.148	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà λ	calore specifico	perm.tà δ		
	Sud-Est Copertura	m	kg/m ³	W/(m K)	kJ/(kg K)	ng/(m s Pa)		
1	Coppi	0.05		0.209			0.24	
2	Tavolato	0.02		0.44			0.05	
3	Aria	0.05		0.021			0.18	
4	Isolante in fibra di legno	0.18		0.04			4.50	
5	Parete in legno	0.138		0.44			0.31	
6	Isolante in lana di vetro	0.05		0.04			1.25	
7	Perlinato a vista	0.02		0.44			0.05	
8								
9								
10								
Totale		0.51					6.57	

Composizione pareti contro terra o a contatto con pavimenti contro terra

C.terra 1		Trasmittanza nominale	0.208	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà	calore	perm.tà		
	Nord-Ovest	m	kg/m ³	λ W/(m K)	specifico kJ/(kg K)	δ ng/(m s ²)		
1	Laterizio forato	0.15		0.25			0.60	
2	Calcestruzzo armato	0.3		1.6			0.19	
3	Isolante in fibra di legno	0.15		0.04			3.75	
4	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
5	Perlinato	0.02		0.44			0.05	
6								
7								
8								
9								
10								
Totale		0.63					4.64	

C.terra 2		Trasmittanza nominale	0.208	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà	calore	perm.tà		
	Nord-Est	m	kg/m ³	λ W/(m K)	specifico kJ/(kg K)	δ ng/(m s ²)		
1	Laterizio forato	0.15		0.25			0.60	
2	Calcestruzzo armato	0.3		1.6			0.19	
3	Isolante in fibra di legno	0.15		0.04			3.75	
4	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
5	Perlinato	0.02		0.44			0.05	
6								
7								
8								
9								
10								
Totale		0.63					4.64	

C.terra 3		Trasmittanza nominale	0.208	W/m^2K	Rt da perizia			Resistenza termica
Posizione	Tipo	spessore	densità	cond.tà	calore	perm.tà		
	Sud-Ovest	m	kg/m ³	λ W/(m K)	specifico kJ/(kg K)	δ ng/(m s ²)		
1	Laterizio forato	0.15		0.25			0.60	
2	Calcestruzzo armato	0.3		1.6			0.19	
3	Isolante in fibra di legno	0.15		0.04			3.75	
4	Lastra in cartongesso	0.0125		0.21			0.06	
5	Perlinato	0.02		0.44			0.05	
6								
7								
8								
9								
10								
Totale		0.63					4.64	

Dimensioni componenti opache contro terra

		Ambienti riscaldati										Ambienti non riscaldati									
		Parete interrata 1		Parete interrata 2		Parete interrata 3		Parete interrata 4		Parete interrata 5		Parete interrata 1		Parete interrata 2		Parete interrata 3		Parete interrata 4		Parete interrata 5	
		Nord-Ovest		Nord-Est		Sud-Ovest		Sud-Est				Nord-Ovest		Nord-Est		Sud-Ovest		Sud-Est			
		Superficie pavimento	alt. internam.	lung. contatto con pavimento	Superficie pavimento	alt. internam.	lung. contatto con pavimento														
Pavimenti 1	Pianni Interr	35.6	3.1	14	3.1	8	3.1	8	3.1	14											

Numero e orientazione componenti finestrate singole

		Da ambienti riscaldati verso l'esterno						Da riscaldati verso non riscaldati	Da ambienti non riscaldati verso l'esterno						Da non riscaldati verso altri riscaldati					
		N	NO-NE	E-O	SO-SE	S	Orizzontale		N	NO-NE	E-O	SO-SE	S	Orizzontale						
Vetrata 1	anta singola			1																
Vetrata 2	anta doppia			5		6														
Vetrata 3	anta doppia			1																
Vetrata 4	anta tripla			3																

Impianto di riscaldamento e climatizzazione

Sottosistema di emissione (UNI TS 11300-2:2008)

Locali di altezza inferiore a 4 m		Volume servito	Volume servito	Altezza del locale	Potenza nominale terminali	Potenza progetto clima std	Potenza progetto cl. reale
		%	m³	m	kW	kW	kW
Locali di altezza inferiore a 4 m	Radiatori	0%	0.00				
	Ventilconvettori	0%					
	Termoconvettori	0%					
	Bocchette in sistemi ad aria calda	0%					
	* Pannelli a pavimento (isolati)	100%	579.47			6.84	6.84
	Pannelli a pavimento (non isolati)	0%					
Locali di altezza superiore a 4 m	Pannelli a parete o soffitto	0%					
	Aerotermi ad acqua	0%					
	Pannelli isolati, strisce ad acqua	0%					
	Pannelli a pavimento (non isolati)	0%					
	Gen. d'aria calda singoli	0%					
	Gen. d'aria calda singoli a condens.	0%					
	Strisce radianti a gas	0%					
Riscaldatori a infrarosso elettrici	0%						

Check

Potenza elettrica dei ventilconvettori (w)	default
--	---------

Sottosistema di regolazione (UNI TS 11300-2:2008)

Tipo di regolazione	climatica + zona	Caratteristiche	P banda 1C
---------------------	------------------	-----------------	------------

Sottosistema di distribuzione

Imp. autonomo		Liv. di isolamento	dopo il 1993
Pompe di distribuzione	a velocità costante	Potenza (w)	
Ventilatori sistemi di riscaldamento ad aria calda canalizzati	Potenza (w)		

Sottosistema di accumulo

Impiego	Volume (litri)		Integraz. dal generatore	Posizione dell'accumulo	K _{acc} perdita (w/K)		Separato o condiviso
	totale con integrazione	di sola integrazione			noto	default	
Acqua calda sanitaria	500		esterna	ambiente non riscaldato		3.58	
Riscaldamento	450		esterna	ambiente non riscaldato		3.39	
Totale	950					6.97	separato

Sottosistema di generazione				
Tipo	: Generatore di calore a combustione per produzione di acqua calda			
	Combustibile	legna (pellets)		
	Brucciatore	a combustione standard		
	Modulazione	modulante		
	Caratteristiche (modalità di carica)	automatica		
	Materiale	alluminio		
	Collocazione	in ambiente non riscaldato		
		Potenza massima	Potenza minima	
	Valore dichiarato	20 kW	10 kW	
	Perdite al camino bruciatore acceso	2 %	2 %	
	Perdite al camino bruciatore spento	2 %	%	
	Perdite al mantello	2 %	%	
	Temp. fumi (per condens. con rit. 30°C)	35 °C	35 °C	
	Potenza elettrica del bruciatore	100 W	100 W	
	Potenza elettrica della pompa	100 W	W	
	Vol. camera combustione (solo legna)	400	litri	
	Pompa di calore per produzione di acqua calda			
	Alimentazione			
	Sorgente termica			
	Potenza termica massima (kW)			
	COP			
	nelle seguenti condizioni di riferimento	T _{ext} °C	T _{int} °C	
	Potenza elettrica della pompa (W)			
	Generatore di calore a combustione per produzione di aria calda			
	Combustibile			
	Tipologia			
	Modulazione			
	Collocazione			
	Potenza termica (kW)			
	Potenza elettrica ausiliari (W)			
Generatori di calore singoli/Strisce radianti a combustione				
Combustibile				
Potenza elettrica ausiliari (W)			default	

Impianto di produzione di acqua calda sanitaria

Configurazione	Produzione	Tipo di generatore	Combustibile	Prod.
	dedicata	a fuoco diretto a condensazione	legna (pellets)	istantanea

Impianto solare termico

Impiego dell'impianto		Acqua calda e riscaldamento	
Superficie d'apertura		16.1	m ²
Esposizione		SE (-45°)	
Inclinazione sull'orizzontale (0° orizzontale - 90° verticale)		20	
Tipologia del collettore		Collettore piano vetrato	
Tipologia di impianto		A flusso diretto	
Dati tecnici opzionali dei collettori e del sistema			
Coefficiente di perdita di 1° ordine	a ₁		W/(m ² K)
Coefficiente di perdita di 2° ordine	a ₂		W/(m ² K ²)
Efficienza del collettore a zero perdite	η ₀		
Modificatore dell'angolo di incidenza	IAM		
Capacità termica dello scambiatore	(U _{st}) _{st}		W/K

7. BIBLIOGRAFIA

7.1. SITI INTERNET

- www.jacopofo.com
- www.studiofauri.com
- www.usgbc.org
- www.gbcitalia.org
- www.dtt.it
- www.europarl.europa.eu
- www.agenziacasaclima.it
- http://certification.rina.org/categorie_servizi/certificazione
- www.provincia.tn.it
- www.uffstampa.provincia.tn.it
- www.centroconsumatori.tn.it
- www.pianocasa2009.com/piano_casa_trentino_alto_adige.html
- www.vienergia.it
- it.wikipedia.org/wiki
- www.fonti-rinnovabili.it
- www.fontirinnovabili.com
- www.rinnovabili.it
- www.energie-rinnovabili.net
- <http://vetrina.ilsole24ore.com/consulentelmmobiliare/articoloEdilizia.htm>
- www.repubblica.it/2009/03/sezioni/ambiente/kyoto.html
- www.lavorincasa.it
- www.tecnologieefficienti.it
- www.edilportale.com/news
- www.google.it
- www.uni.com/it/grandi_temi/ISO14000
- www.edilmultiservizi.it/materiali_e_tecniche.html
- www.energybox.ch
- www.centroconsumatori.it

- www.energoclub.it/doceboCms/risparmio_energetico_edifici_residenze.html
- www.electroportal.net
- www.acca.it
- www.fresialluminio.it/cruscotto-energetico-linee-guida-per-la-certificazione-energetica.html
- www.nrglab.it/notizie/ue-energia/20-20-20-la-nuova-politica-energetica-europea.html

7.2. RIVISTE

- Casa Energia
- FV Fotovoltaico - Anno VI - n° 1 del 2009 - Gennaio/Febbraio
- Casa Naturale - Anno VI - n° 26 del 2010 - Marzo/Aprile

7.3. MANUALI

- Manuale LEED Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni - Edizione 2009 - Stampato da Cierre Grafica

8. RINGRAZIAMENTI

Al termine di questo lungo percorso le persone da ringraziare sono tante, quindi andiamo per ordine. Sicuramente quelli che non finirò mai di ringraziare sono i miei genitori che mi hanno permesso di frequentare e portare a termine questo percorso di studi senza mai farmi pesare alcunché; anzi, mi hanno sempre sostenuto e stimolato nella giusta maniera affinché io trovassi la voglia e la forza per guadagnarmi l'ambito titolo di dottore in Ingegneria. Mio padre mi trasmetteva una grande carica, soprattutto nei momenti immediatamente prima di un esame, e anche se a volte mi punzecchiava per qualche serata di troppo, lo faceva sempre in maniera propositiva senza ramanzine o prediche..grazie papà, mi manchi! Che dire poi di mia madre? Una vera roccia! Soprattutto in questi ultimi anni più duri e delicati per lei, non ha mai smesso di starmi vicino, interessandosi dei miei studi e trasmettendomi una fiducia incredibile; ogni esame è come se lo avesse fatto con me: l'agitazione e il nervosismo prima, la tensione nell'aspettare di sostenere l'esame, l'esultanza o il rammarico poi. Mamma sei insostituibile, grazie! Ovviamente il mio grazie va anche alla mia sorellona, che ha sopportato i miei tanti sbalzi di umore da studio senza darci troppo peso e come papà e mamma ha sempre cercato di infondermi fiducia e serenità: grazie fra!

Un profondissimo grazie lo rivolgo ad Angela, croce e delizia di questi anni universitari, ma che soprattutto nel momento di tirare le fila e concludere mi ha sostenuto con amorevole pazienza, cenette e parecchie tirate d'orecchio..! Grazie tesoro! Devo inoltre ringraziare la famiglia di Angela: Salvatore, Mirta e Francesco che hanno sopportato la mia assidua frequenza in casa loro offrendomi spesso pranzi, cene e momenti di sincero affetto: grazie!

Un grande grazie va anche a mia cugina Laura che mi ha introdotto nel mondo ecosostenibile ed in particolare nel sistema di valutazione LEED, da cui poi ho sviluppato la tesi. Con lei ringrazio anche la sua famiglia ed in particolare mia zia Lorenza che mi ha sempre voluto un gran bene anche se a volte sono stato un po' burbero con lei causa stress da studio.

Voglio ringraziare sinceramente il relatore della mia tesi, il professore Maurizio Fauri, per aver capito il mio animo "green" ed avermi permesso di tradurlo in un elaborato che ritengo piuttosto interessante. Inoltre è sempre stato d'accordo con i miei punti di vista e mi ha lasciato libero di esprimere i miei pensieri senza voler per forza

imporre le sue idee; grazie professore, mi sono trovato davvero bene con lei in questo percorso finale. Assieme a lui devo ringraziare anche il mio correlatore, Matteo Manica, che mi ha guidato sulle difficili e mutevoli strade della normativa italiana ed europea nel campo della certificazione energetica degli edifici e che, come il professore, mi ha seguito passo dopo passo nella creazione della tesi: grazie!

Un immenso grazie lo devo rivolgere al gentilissimo Jacopo Fo che, oltre ad avermi ospitato ad Alcatraz, mi ha permesso di applicare i miei studi sulla casa da lui voluta per i genitori senza impormi alcun paletto, ma anzi rendendosi più che disponibile e dandomi accesso a tutti gli elaborati e documenti relativi all'edificio. Insieme a lui ringrazio quindi il suo braccio destro, Valerio, che ha passato un intero pomeriggio a spulciare carte per fornirmi tutto il materiale di cui avevo bisogno per applicare le certificazioni allo stabile.

Ringrazio poi tutti i miei compagni di studio e di progetti, in particolare: Mitch, Davide, Guada, Brugna, Mauro, Andrea, Paolo, Matteo, Beppe, Simone, Azzurra, Monica e Francesco. Su tutti però devo ringraziare il mio compagno di studio più assiduo e fidato, quello con cui sono andato avanti pari pari finché un bel giorno ha deciso di accelerare improvvisamente e di lasciarmi un po' indietro, ma almeno mi ha così fornito tutto il materiale necessario per superare gli ultimi esami..grazie Mitch!

In campo di certificazioni energetiche degli edifici e di sostenibilità ambientale devo ringraziare Claudio per il prezioso contributo: grazie Claude!

Ringrazio i miei amici più cari, quelli con cui passo la maggior parte delle mio tempo libero e con i quali mi sono spesso sfogato nei momenti più duri. Loro sono sempre stati gentilmente ad ascoltarmi e, quando possibile, mi hanno consigliato al meglio. Devo ringraziarli per aver sopportato i miei giorni liberi da studio e da esami, quando scrivevo che ero in uno stato di ozio estremo mentre loro stavano sudando al lavoro!!! E devo ringraziarli anche per le mille prese in giro sulla mia lentezza nel concludere gli studi..anche questo è servito a motivarmi e a cercare di finire quanto prima. Quindi ringrazio: Luca, Moreno, Texas, Valentina, Andrea, Matthew, Bruce, Egliò, Marcello, Kenteriss, la Piciu, Giovanna e Guido. In particolare ringrazio Luca, Moreno e Texas per ogni volta che si fanno superare apposta, così da farmi sentire alla loro altezza nella guida della moto.. Altro ringraziamento particolare va al buon Stefano, che mi ha diletto nei pranzi all'Osteria insieme a Luca, e al suo compagno di squadra, nonché amico, Lele per le splendide serate passate assieme nel basso Sarca e dintorni..!

Stefano Andreotti

bill1_79@hotmail.com