



**Politecnico  
di Torino**

**Politecnico di Torino**

**Corso di Laurea Magistrale in  
Architettura Costruzione Città**

**a.a. 2022/2023  
Febbraio 2023**

**KYPRA**

**insediamento sostenibile tra le colline marchigiane**

**Relatore:  
Prof. Lorenzo Savio**

**Correlatore:  
Prof. Stefano Pedrini**

**Candidati:  
Mariateresa Colonna  
Francesco Coppari**



# Indice

<b>Abstract</b>	<i>pag. 6</i>
<b>Introduzione</b>	<i>pag. 8</i>
<b>CAPITOLO 1 - Ecoquartieri e Architettura Sostenibile</b>	
1. Lo sviluppo sostenibile	<i>pag. 10</i>
1.1. Le tre forme di sostenibilità applicate al processo architettonico	<i>pag. 10</i>
1.2. Antinomie e controversie	<i>pag. 11</i>
2. Gli ecoquartieri	<i>pag. 13</i>
2.1 Ecolonia, Alphen aan den Rijn [NL]	<i>pag. 16</i>
2.2 Vauban, Freiburg Im Breisgau [DK]	<i>pag. 18</i>
2.3 Eco-Viikki, Helsinki [FIN]	<i>pag. 20</i>
2.4 Bo01, Malmö [SW]	<i>pag. 23</i>
2.5 Ecovillaggio Montale, Modena [IT]	<i>pag. 26</i>
3. Edifici di riferimento ad alte prestazioni energetiche: le Active House	<i>pag. 29</i>
3.1 Active House Erasmushove, Den Haag [NL]	<i>pag. 29</i>
3.2 Haus Am See, San Felice del Benaco [IT]	<i>pag. 30</i>
3.3 Great Gulf Active House, Toronto [CA]	<i>pag. 31</i>
3.4 Sunlighthouse, Pressbaum [AT]	<i>pag. 32</i>
3.5 Home for Life, Aarhus [DK]	<i>pag. 33</i>
<b>CAPITOLO 2 - Contesto progettuale</b>	
1. Analisi del contesto progettuale: le Marche	<i>pag. 36</i>
1.1 Obiettivi e visioni di sviluppo	<i>pag. 36</i>
2. Cupramontana: contesto storico	<i>pag. 38</i>
2.1 Il concetto di identità storica	<i>pag. 38</i>
2.2 Contestualizzazione storica dell'area di progetto	<i>pag. 38</i>
2.3 Toponomastica, architettura romana e infrastrutture idriche	<i>pag. 40</i>
2.4 Indagini archeologiche	<i>pag. 43</i>
3. Stato di fatto e progetto del 2010	<i>pag. 45</i>
3.1 Concept progettuale	<i>pag. 45</i>
3.2 Documentazione fotografica	<i>pag. 51</i>
<b>CAPITOLO 3 - Il progetto</b>	
1. Il quartiere	<i>pag. 56</i>
1.1 Analisi del contesto	<i>pag. 56</i>
1.2 Masterplan di progetto	<i>pag. 63</i>
1.3 Le aree pubbliche	<i>pag. 80</i>

2. Progetto tipologia unifamiliare come modello di riferimento per l'insediamento	pag. 90
2.1 Layout	pag. 90
2.2 Tecnologie costruttive	pag. 102
2.3 Strategie per la riduzione dei consumi energetici	pag. 112

## **CAPITOLO 4 - Valutazione economica dell'efficienza energetica**

1. Progetto economico	pag. 142
1.1 Premessa ed obiettivi	pag. 142
1.2 Analisi SWOT	pag. 143
1.3 WBS + CBS	pag. 144
1.4 Analisi di redditività: confronto tra un possibile scenario ed un caso reale	pag. 149

<b>Conclusioni</b>	pag. 159
--------------------	----------

<b>Bibliografia</b>	pag. 163
---------------------	----------

<b>Sitografia</b>	pag. 167
-------------------	----------

<b>Ringraziamenti</b>	pag. 169
-----------------------	----------

<b>Allegati</b>	pag. 171
-----------------	----------



## Abstract

L'obiettivo della tesi è la progettazione di un **insediamento residenziale** composto da edifici ad elevate prestazioni energetiche caratterizzati dall'utilizzo di materiali locali e in grado di offrire il massimo comfort con minime emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto va ad inserirsi in quello che è un **processo reale**, avviato nel 2010 in una lottizzazione già approvata dal Comune, e in stallo da allora.

Il lavoro si pone l'obiettivo di ripensare la proposta effettuata al tempo e caratterizzata da edifici progettati senza attenzioni al contesto, all'efficienza energetica e alla progettazione degli spazi pubblici e privati dell'insediamento.

Pertanto, la nuova proposta vuole riconferire valore ed interesse all'area, e in generale proporsi come caso virtuoso di progetto di insediamento residenziale nelle aree interne, attraverso edifici che sfruttano al meglio le tecnologie dell'involucro, le fonti rinnovabili, le attenzioni energetiche in grado di generare risparmio e mantenere il prezzo di mercato nel tempo, attraverso una costruzione che ben si integri con il paesaggio collinare marchigiano e con le tradizioni costruttive locali.

Per fare ciò è stato fondamentale elaborare un **progetto multidisciplinare**, cercando di mettere a sistema le scelte architettoniche, tecnologiche, impiantistiche ed economiche, in modo da realizzare una proposta realistica che abbia le potenzialità per essere realizzata in futuro. Sono state indagate le stereometrie degli edifici locali e degli esempi di eco-quartieri ed edifici ad alte prestazioni costruiti in Europa e nel mondo, per far, infine, convergere le scelte verso un nuovo **modello architettonico ibrido** tra volumi in grado di garantire la massima efficienza energetica e flessibilità, ma allo stesso tempo in grado di reinterpretare in chiave contemporanea il linguaggio compositivo e materico delle costruzioni locali.

A tale scopo non sono stati seguiti layout standardizzati e materiali che solitamente vengono associati all'ampio e complesso concetto di sostenibilità, bensì sono state seguite le tradizioni costruttive locali, caratterizzate dall'utilizzo di cemento armato, laterizio e pietra, associate a soluzioni passive, come l'inserimento di serre solari nelle esposizioni a sud e disposizioni interne in grado di garantire il massimo comfort, per realizzare diverse tipologie di edifici, capaci di dialogare tra loro e ben integrarsi all'interno dell'insediamento.

E' stato fondamentale ricorrere a diversi tipi di analisi: storiche, ambientali, architettoniche, tecnologiche, impiantistiche ed economiche, per garantire la massima coerenza tra le diverse componenti e discipline che determinano l'effettualità dell'articolato organismo rappresentato dall'architettura.

Nello specifico, è stato poi approfondito uno dei moduli che compone l'insediamento, caratterizzato dagli stessi concetti riproposti nelle diverse tipologie di edifici che compongono il masterplan. Approfondimento possibile grazie all'utilizzo di software BIM e metodi di economia finanziaria per analizzare in maniera multiscale e multidisciplinare le diverse componenti del progetto per infine procedere al **confronto** con l'unico edificio edificato all'interno della lottizzazione nella provincia anconetana.



## Introduzione

*“È stato qualcosa di silenzioso, generico, molecolare, uniforme, elementare; senza nessuna epica, senza tragedia, senza eccessi, senza esplosioni, senza precipitazioni: con discreta sofferenza personale e familiare, con diffuso malessere collettivo, con solitaria rassegnazione di individui e gruppi, con buona dose di delusione e una residua speranza”* [Mario Aldo Toscano, sociologo, in Marchetti M., Panunzi S., Pazzagli R., *Aree interne. Per una rinascita dei territori rurali e montani*, Rubbettino Editore, Soveria Mannelli 2017].

Le *aree interne* marchigiane hanno subito nel corso del tempo una marginalizzazione, caratterizzata da fenomeni di spopolamento, abbandono, ulteriormente accentuati dalle recenti e frequenti calamità naturali che hanno messo in evidenza la **fragilità** e la **vulnerabilità** di questi territori. Questi ultimi ricchi di beni ambientali naturali, sociali e culturali.

È il prodotto di una storia caratterizzata da un processo in cui interagiscono costantemente uomo e natura, entrambi come soggetti attivi. Un mix di **ambiente, cultura, produzioni e paesaggi**. Un grande territorio costellato di piccole realtà aperte al mondo, ricche di tradizioni, risorse agro-alimentari, artigianali e turistiche, depositi di storia sedimentatesi nel tempo.

Per reagire alla deriva, questi territori possono diventare campo di sperimentazione, rendendosi protagonisti di una rinascita economica sostenibile, seguendo nuovi sentieri di sviluppo che si basano su vocazioni originarie e risorse endogene, integrando uomo e ambiente, utilizzando l'innovazione e la complessità dei sistemi ecologici come orizzonte metodologico. Risulta, perciò, fondamentale prevedere una stagione di rilancio, integrando passato e futuro, tradizione e innovazione, patrimoni naturali e giacimenti culturali.

Una progettualità fondata sui patrimoni territoriali seguendo un nuovo modello per uno sviluppo più equilibrato e sostenibile, in cui mettere al centro la qualità della vita, il benessere sociale e l'equilibrio ambientale.

Proprio per questo proposito, la nostra tesi si propone l'intento di definire nuovi orientamenti per un progetto reale in una dinamica esistente con non pochi limiti.

Dopo aver analizzato, in *primis* l'eterogeneo territorio marchigiano e in secondo luogo la proposta fatta per il Villaggio San Marco nel 2010, ipotizziamo uno scenario differente con la volontà di migliorarlo e valutarne alcuni specifici aspetti come quello energetico ed economico.

Il concept alla base è, quindi, quello di realizzare un progetto che possa garantire, in relazione a costi sostenibili, elevati standard qualitativi, una migliore interazione sociale, in un territorio integro e caratterizzato dalla dolcezza delle colline *abbracciate* ad est dal Mar Adriatico e ad Ovest dall'Appennino marchigiano.

# 01

## Ecoquartieri e architettura sostenibile

*“Non c’è dubbio, l’ecologia fa dare di matto: è da qui che bisogna ripartire. Non con l’idea di trovare una cura, giusto per imparare a sopravvivere senza lasciarsi trascinare dalla negazione, dalla hybris, dalla depressione, dall’auspicio di una soluzione ragionevole o dalla fuga nel deserto.*

*Non si guarisce dalla condizione di appartenenza al mondo. Ma, a forza di cure, si può guarire dalla convinzione che noi non gli apparteniamo, che l’essenziale risiede altrove, che quel che accade al mondo non ci riguarda.”*

*Latour B., 2020*

# 1. Lo sviluppo sostenibile

## 1.1. Le tre forme di sostenibilità applicate al processo architettonico

Sempre più crescente è, nella pianificazione architettonica ma in generale in quella urbana, l'attenzione nei riguardi della **sostenibilità** intesa, secondo una concezione moderna, come, da una parte, una sfida sempre più attuale ed emergenziale ma soprattutto olistica (*Diagramma 1*) in quanto coinvolge differenti discipline e orientamenti tra loro fortemente correlate, quali ambientali, economiche, sociali e politiche, dall'altra, un vero e proprio processo continuo che si pone l'obiettivo di ricercare un equilibrio soddisfacendo alcune specifiche esigenze riguardo la nostra società che può concernere il benessere a breve, medio e soprattutto lungo periodo.

L'obiettivo principale è, sicuramente, ridurre le emissioni di gas e l'utilizzo di quelle che sono tutte le fonti energetiche tradizionali inquinanti che hanno causato, e continuano a farlo, un disequilibrio dell'ecosistema terrestre.

Anche per quanto concerne l'ambito economico, è necessario indirizzarsi verso lo sfruttamento delle fonti rinnovabili affinché si possa raggiungere l'efficienza economica, intesa in senso ecologico, ovvero considerando non soltanto i costi ed i vantaggi immediatamente connessi all'uso delle risorse e dell'ambiente, ma anche quelli di lungo periodo. Questo sta a significare che è più efficiente un sistema economico che consideri parallelamente sia il massimo della produzione e dei consumi che gli equilibri ecologici, piuttosto che un sistema che produca profitti distruggendo progressivamente le risorse della Terra.

Come prima affermato, fondamentale è considerare anche la sostenibilità sociale, le risorse umane.

Qui l'obiettivo sarà il raggiungimento del benessere, degli alti standard della qualità di vita, di uno sviluppo coeso e collettivo, dell'equità sociale permettendo indistintivamente pari opportunità alla sempre più eterogenea società.

Così, bisogna concentrarsi sullo spazio in cui le persone, la società appunto, vive.

Solitamente, in sistemi di aggregazioni sociali più complessi, inclusi gli stessi **ecoquartieri** che saranno analizzati più avanti, è inclusa la possibilità che la popolazione possa intervenire, partecipare attivamente negli aspetti di pianificazione e di gestione del territorio, attraverso un'efficace collaborazione su diversi livelli istituzionali.

Questa collaborazione risulta essere molto proficua in quanto si introduce la possibilità di partecipare, riflettere e confrontarsi criticamente sui problemi che possono riguardare la gestione del territorio e della produzione locale.

Allo stesso tempo è bene sottolineare anche l'importanza della conservazione dei valori come la tutela, la valorizzazione del territorio, dei fattori storici, delle presistenze, degli elementi intrinseci del paesaggio ed infine della cultura e dell'identità dello stesso territorio. Preservare significa introdurre nuovi elementi urbani nella struttura esistente del territorio locale, che deve essere continuamente relazionato con i processi sociali che vi si svolgono. Sarebbe un errore, infatti, considerare la pianificazione '*eco-sostenibile*' come mera oggettivazione dell'innovazione, del progresso della tecnica come l'utilizzo delle fonti rinnovabili.

## 1.2 Antinomie e controversie

Il **settore delle costruzioni** riveste un ruolo fondamentale in questo panorama delineato in quanto è uno dei massimi produttori e consumatori di risorse ma anche di rifiuti.

Sono, dunque, necessarie nuove strategie di pianificazione sostenibile per far in modo che le città sappiano efficientemente rispondere a tutti quei precisi requisiti a cui oggi sono chiamate, ovvero gli alti livelli di benessere e la competitività economica per attrarre nuovi investimenti.

Tali strategie devono tener conto del continuo processo di trasformazione delle città e parti di essa affinché si vada a delineare un rinnovato rapporto tra costruito e patrimonio ambientale mantenendo quella che è la sua riconoscibile identità.

Le problematiche ambientali e i conseguenti aspetti relativi al paesaggio costituiscono, ormai, un *focus* su cui le città si soffermano con particolare attenzione per un qualsiasi indirizzo futuro migliore.

Ancora oggi il tema della sostenibilità applicata al processo architettonico risulta essere davvero lacunoso e di difficile gestione poichè non si è ancora giunti ad una chiara e solida cultura del progetto secondo i principi sostenibili.

*Ma cosa è davvero sostenibile nel mondo delle costruzioni?*

Forse la strategia più pertinente e coerente con la filosofia della sostenibilità in ambito edilizio sarebbe quella del non costruire ma allo stesso tempo questa risulta essere più un'utopia che una reale soluzione in quanto il costruire *ex novo* è una dinamica attuale e spesso incontra esigenze reali della società.

La sfida starà nel realizzare un complesso architettonico, o un edificio che sia, che risponda agli attuali standard di sostenibilità, ai presupposti per l'architettura bioclimatica indirizzando il progetto attraverso accorgimenti che permettono di utilizzare in modo più efficiente i flussi energetici, gratuitamente disponibili dall'ambiente naturale, controllando la collocazione dell'edificio, la morfologia e l'orientamento rispetto ai venti ed ai percorsi solari, valutando le opportunità distributive interne e le caratteristiche dell'involucro rispetto alle sollecitazioni esterne.

Col fine di sistematizzare delle linee guida progettuali e, allo stesso tempo, agevolare e indirizzare la cultura del progetto sostenibile, sono stati sviluppati dei protocolli che attraverso differenti indicatori valutano quartieri o edifici eco-sostenibili.

Tali strumenti di progettazione sostenibile e di certificazione energetica sono ormai largamente diffusi ma provocano controversie e dibattiti.

A volte, infatti, possono peccare di valutazione imparziale e non completa in quanto le ponderazioni dei protocolli sono eterogenee e suscettibili alla soggettività di coloro che le eseguono.

Per questo motivo, da un lato risultano indispensabili per una concreta diffusione dell'applicazione della sostenibilità ambientale, dall'altra c'è il possibile rischio di incorrere ad un orientamento fortemente tecnicistico-impiantistico e burocratico, di schematizzare e standardizzare eccessivamente le pratiche da mettere in atto.

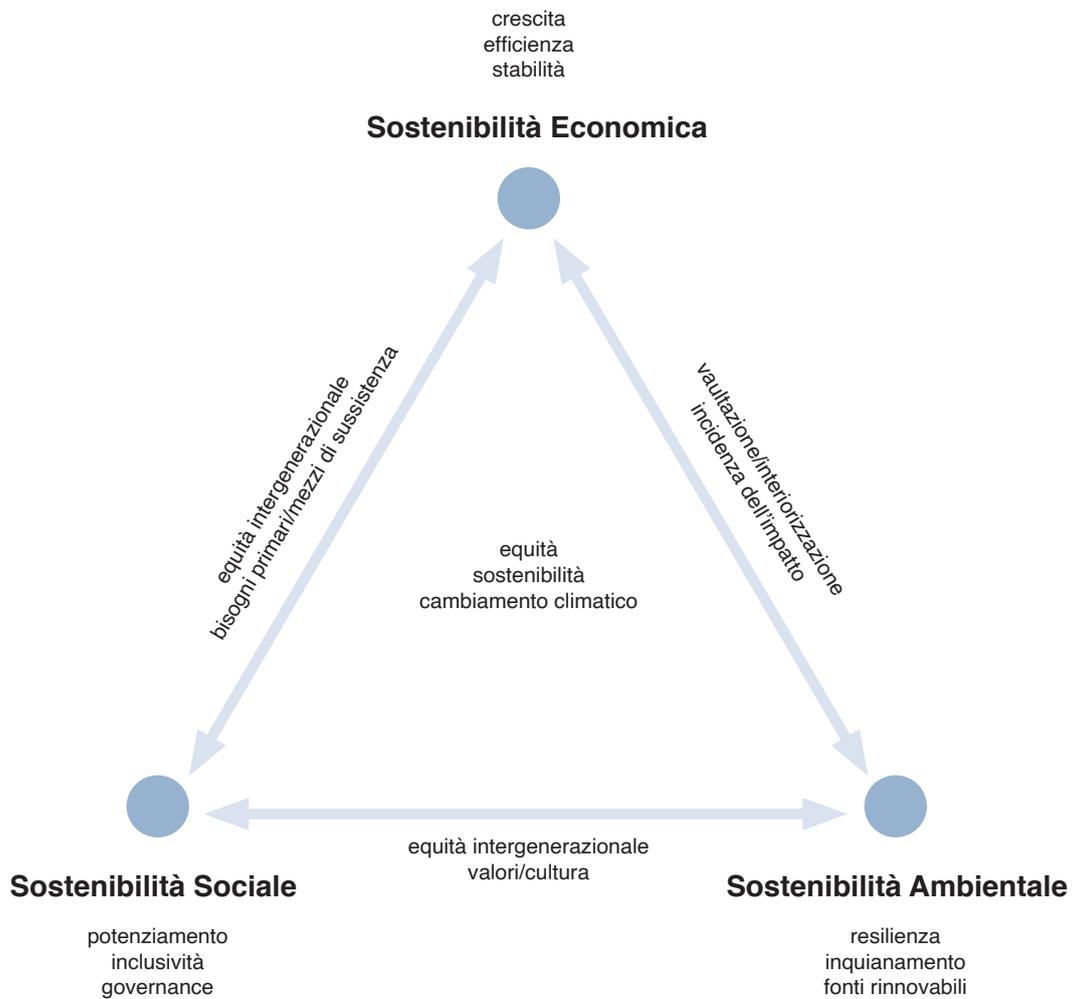
Molto spesso, inoltre, tali soluzioni sono molto semplificate e rigide rispetto alla complessità di tutto l'*iter* progettuale che coinvolge aspetti multidisciplinari e necessita di uno specifico studio approfondito del caso preso in considerazione e, quindi, una visione complessiva della sostenibilità ambientale e progettuale.

Quindi, è certamente sconsigliato e limitante adottare unicamente tali protocolli durante la progettazione per valutarne le prestazioni ambientali.

E' auspicabile, al contrario, considerare un ampio quadro metodologico che comprenda tutti i diversi orientamenti verso cui è proiettata la progettazione e tutti gli attori, gli stakeholder

coinvolti in questo.

Le certificazioni multicriterio più significative e meglio strutturate sono il protocollo ITACA (2004), il protocollo LEED (1996), il protocollo BREEAM (1990), ed il protocollo GBC Italia (nella versione italiana del protocollo LEED, 2008).



Schema 1 - rielaborazione del triangolo dello sviluppo sostenibile di Munasinghe - Elementi chiave ed interconnessioni

## 2. Gli ecoquartieri

Negli ultimi venticinque anni, a scala più ampia, a livello di quartiere, i risultati della progettazione architettonica sostenibile sono insediamenti, dai caratteri formali e dimensionali eterogenei, i cosiddetti **ecoquartieri**.

Questi ultimi costituiscono sempre più veri e propri prototipi, modelli per il futuro della città europea che, quindi, potrà produrre una vera e propria *'rigenerazione urbana'* che cerca di sintetizzare la tutela del patrimonio ambientale e l'urbanizzazione.

Si sono, così, potuti sperimentare differenti piani strategici per poter attribuire alle nuove *sot-toaree* di città, una rinnovata immagine urbana, culturale, sociale, economica ed ambientale affinché sia incrementata la stessa **qualità della vita**.

Gli ecoquartieri frequentemente vedono la rigenerazione, infatti, di aree dismesse industriali o militari periferiche.

Generalmente è la municipalità alla regia della realizzazione di un ecoquartiere che attraverso risorse normative, progettuali ed economiche, collabora attivamente con operatori pubblici e privati.

Le municipalità stabiliscono gli obiettivi progettuali relativi alla gestione delle risorse ambientali, mettono a punto alcuni strumenti normativi volti a coordinare le singole realizzazioni e alle volte sono direttamente coinvolte nella redazione del masterplan.

Altro ruolo essenziale per la realizzazione degli ecoquartieri è quello della cittadinanza con una efficace partecipazione attiva e continuativa sia nella fase progettuale che nella fase di gestione.

L'importanza dell'aspetto partecipativo è stata anche confermata dalla Commissione Europea aggiungendo anche che questa dovrebbe avvenire in qualsiasi fase del processo architettonico.

Uno delle principali caratteristiche delle **città sostenibili** è, ancora, una *mixité* funzionale ovvero una mescolanza di usi e funzioni prevista nel progetto del nuovo e ben integrata nel tessuto esistente attraverso la minimizzazione dei lunghi spostamenti quotidiani creando forme in cui residenze e luoghi di lavoro sono mescolati.

Vi è una certa propensione alla diversità, prevedendo una quota variabile di servizi e attività commerciali realizzando edifici multipiano per finalità eterogenee.

Generalmente al piano terra troviamo attività commerciali e terziarie per accrescere la vitalità e focalizzarsi sulla dimensione sociale ed economica.

Sicuramente, non sono trascurate le tecnologie e le strategie per poter ridurre o addirittura quasi azzerare le emissioni inquinanti causate anche dalla viabilità carrabile. Il quartiere stesso, per questo motivo, è sviluppato prendendo in considerazione l'uomo ed il suo movimento. Prevale la **'mobilità lenta'** ovvero, si privilegiano ed incentivano gli spostamenti pedonali, ciclabili e pubblici.

Si pongono al centro i temi del 'camminare' e del 'sostare' per questo motivo vengono configurate reti pedonali che recuperano sempre più il loro 'ruolo connettivo, di inclusione sociale, di strumento conoscitivo del sistema urbano'.

Ci si propone di restituire un ruolo centrale allo spazio aperto pubblico, disegnando una trama di luoghi misurati sulla dimensione pedonale, dal carattere compatto e multifunzionale.

Al fine di incentivare modalità di trasporto pubblico rispetto a quello privato, necessario, è che il numero di parcheggi previsti dal progetto è solitamente rapportato in maniera tale da essere adeguato al numero di alloggi previsti.

In alcuni quartieri, le automobili vengono disciplinate mediante espedienti dal carattere più

convenzionale ovvero limitandosi a fornire indicazioni restrittive sulla circolazione veicolare, ad esempio imponendo la velocità massima pari a 30 km/h.

Il prefisso 'eco' si riferisce alla particolare attenzione posta alla dimensione ecologica declinata sia nella progettazione dell'oggetto architettonico ad alta efficienza sia nell'infrastrutturazione delle reti di gestione dei cicli di risorse ambientali.

Tra i molteplici caratteri pionieristici che mettono in relazione i differenti quartieri, infatti, ci sono l'attenzione alla relazione tra insediamento e risorse ambientali, realizzazione di edifici capaci di contenimento dei consumi energetici, considerazione dell'intero ciclo di vita dei materiali, approvvigionamento da fonti rinnovabili, utilizzo in forma circolare delle risorse e gestione delle acque.

Fondamentale è l'utilizzo di fonti rinnovabili che contribuiscono o sostituiscono la produzione di energia tradizionale e riduce gli sprechi di energia.

Il primo aspetto è garantito dall'impiego di fonti rinnovabili prodotte *in situ* sfruttando, ad esempio, l'irraggiamento solare, le risorse eoliche o sistemi geotermici con l'obiettivo di ridurre le emissioni degli impianti tecnici di riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria e di applicazioni elettriche.

Il secondo aspetto, la riduzione degli sprechi, riguarda sia gli aspetti energetici che quelli relativi alla gestione dei rifiuti e delle acque.

Sono previsti sistemi di raccolta e recupero di acqua piovana per l'irrigazione di aree e altri differenti usi secondari.

Anche dopo la conclusione del cantiere, l'ecoquartiere è sottoposto ai diversi monitoraggi col fine di verificare sia l'aderenza ai consumi reali a quelli ipotizzati nella fase progettuale sia per cercare di migliorare rispetto alle tradizionali realizzazioni.

Nella maggior parte dei casi, dopo le dovute verifiche, l'aderenza alle ipotesi di consumi viene disattesa.

Per quanto concerne la dimensione economica di un ecoquartiere, bisogna prendere in considerazione il concetto di sviluppo durevole, a lungo termine.

Non è più possibile ragionare, infatti, secondo un'ottica di profitto economico a breve termine in quanto nella maggior parte dei casi ci si trova in totale contrapposizione ai principi di sostenibilità finora definiti.

Definita quest'ottica bisogna tener presente che il primo obiettivo rimane il bene della comunità e l'utilizzo di tale spazio per migliorarne la vita collettiva.

Nonostante tutte queste prescrizioni o linee guida, gli esiti progettuali dei diversi ecoquartieri europei risultano sostanzialmente differenti.

Alcuni di essi, in numero ridotto, puntano ad una sperimentazione e ad un linguaggio architettonico teso ad enfatizzare il carattere di novità e le modalità di funzionamento, nella maggior parte, invece, decidono di realizzare edifici con le tecniche costruttive e compositive convenzionali e dal carattere pacato e discreto.

Nel primo caso, ad esempio, sono presenti diversi gradi di sperimentazione nella costruzione di modelli di gestione delle risorse ambientali alla scala dell'insediamento, così come alla scala dell'edificio come case *low-energy*, *case passive*, *case energy-plus*, volte principalmente alla riduzione dei consumi energetici.

Inoltre, questi aderiscono ad una logica insediativa suburbana proponendo impianti di edilizia aperta centrati sulla relazione con le risorse ambientali locali e sulla prossimità con l'elemento naturale.

Nel secondo caso, si ricorre maggiormente ad edifici dalle forme compatte. Da queste ne consegue un vantaggio dal punto di vista ecologico: minore è la superficie a contatto con le

condizioni climatiche esterne, minori sono infatti le dispersioni nel periodo freddo. Anche nell'ambito delle forme insediative, gli ecoquartieri europei scelgono di mantenere un certo conservatorismo, preferendo progetti che rimandano alla città compatta e prediligendo, così, densità e spazialità.

La maggior parte degli ecoquartieri europei mostrano una ricorrente tendenza a seguire logiche insediative consolidate, piuttosto gli elementi innovativi vengono inseriti all'interno di modelli urbani conosciuti.

La morfologia della città compatta europea costruita per isolati costituisce, quindi, un riferimento progettuale per vari ecoquartieri con la loro attenzione verso la tessitura della trama urbana, la leggibilità del rapporto tra vuoti e pieni, alla gerarchia tra spazi pubblici e privati e alla presenza di più funzioni nello stesso edificio.

Inoltre, la struttura reticolare e la chiara demarcazione tra lo spazio pubblico e privato si sono dimostrate più durature, razionali e nel complesso utili rispetto ai progetti aperti ed estesi negli spazi sperimentati nelle nostre periferie a partire dagli anni sessanta.

Forse un punto critico è che nonostante ci sia un notevole sforzo nel superare la dimensione progettuale del singolo edificio '*environmentally friendly*', tuttavia questi appaiono spesso come interventi dal carattere puntuale e dal ruolo meramente dimostrativo, palesando una ridotta consapevolezza del concetto di sostenibilità inteso come 'processo di conoscenza dei luoghi'.

Per gli spazi pubblici e privati è dedicata particolare attenzione durante la progettazione. La qualità dello spazio pubblico deve essere ricercata attraverso l'attenzione alle attività che vi si affacciano, volte a promuovere '*vita tra gli edifici*', oltre che ai caratteri dimensionali, alle condizioni microclimatiche e ai dettagli architettonici e di arredo urbano.

L'ecoquartiere, in conclusione, è il luogo, visibile e frequentato, dove le soluzioni ai grandi temi della sostenibilità e del clima divengono pratica quotidiana a portata di tutti divenendo vero e proprio laboratorio al quale guardare e dal quale attingere spunti e informazioni. Tale fenomeno può essere pensato come una presa di coscienza della propria condizione da parte dell'ecosistema urbano contemporaneo e rappresentare una nuova fase di maturazione, un tentativo di ritrovare una convivenza e una interazione più armoniosa tra l'istanza urbana e quella ambientale e provare a soddisfare le sempre più esigenti richieste dell'uomo contemporaneo.

Questa visione costituisce anche una presa di coscienza di larga veduta sul futuro, capace di garantire i diritti e le possibilità delle generazioni future in ambito urbanistico, ambientale e sociale.

Qui di seguito verranno analizzati e descritti cinque ecoquartieri, scelti tra i tanti presenti in Europa, in quanto presentano caratteristiche assimilabili per tipologie abitative a quella che sarà la proposta progettuale della tesi.

## 2. Gli ecoquartieri

### 2.1 Ecolonia, Alphen aan den Rijn [NL]



Figura 1 - Ecolonia, facciata edificio residenziale del quartiere (credit : <https://www.kanbouwen.nl/2022/07/01/van-hobbywijkje-naar-duurzame-pionier-in-ecolonia-denken-ze-al-dertig-jaar-in-kringlopen/>)

**Ecolonia** è un progetto di quartiere, circa 2.700 m<sup>2</sup>, nato alla fine degli anni Novanta nella cittadina olandese di Alphen aan den Rijn con l'obiettivo di sperimentare nuove modalità dell'abitare in un quartiere residenziale alla cui base vi sono criteri ecologici.

Tale progetto è stato commissionato dal governo olandese a diciassette architetti chiamati a rispondere a delle precise esigenze ovvero quelle di realizzare un insediamento di circa cento alloggi di cui il carattere principale sarebbe stato l'attenzione al contenimento dei consumi energetici ed idrici, lo sfruttamento di fonti rinnovabili, il corretto uso dei materiali da costruzione.

Più precisamente l'ecoquartiere Ecolonia accoglie trecento abitanti e presenta centotre alloggi la cui realizzazione è stata affidata all'architetto belga Lucien Kroll che a sua volta ha coordinato i nove architetti selezionati col fine di realizzare un insediamento urbano che sia orientato al carattere ecologico anche attraverso l'impiego di nuove tecnologie.

Sono tre i principi cardine che guidano alla realizzazione degli edifici di Ecolonia tra cui il limite annuale ai consumi energetici 300 MJ/m<sup>3</sup>.

Vi è un'attenta, quindi, gestione dell'energia mediante la riduzione delle dispersioni di calore, e il contenimento dei consumi, l'utilizzo della fonte solare, l'impiego di materiali riciclati e un riutilizzo delle acque.

Il primo obiettivo è raggiunto mediante l'aumento degli spessori di isolamento contenuti nell'involucro edilizio esterno e l'impiego di serramenti ad alta efficienza.

Anche dal punto di vista qualitativo dell'ambiente ci si è focalizzati sulla adattabilità, flessibilità, facilità di manutenzione ed in particolare ci si affida ad un sistema di pareti mobili che consentono di modificare gli interni e la sua disposizione attorno ad un nucleo fisso e i servizi

come bagni e scale.

All'interno, la qualità dell'aria è controllata da un sistema di ventilazione meccanica controllata.

Vengono adottati, inoltre, collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria, sfruttando quindi l'impiego attivo e passivo della fonte solare.

Alla base del progetto degli edifici di Ecolonia (*Figura 1*) vi è il continuo riferimento sia agli elementi costituenti il repertorio formale degli edifici *environmentally friendly* come serre solari e tetti verdi ma anche alla rievocazione di espedienti che riportino alla tradizione costruttiva olandese utilizzando, ad esempio, il laterizio.

Lo spazio urbano di Ecolonia è costituito da due elementi inscindibili, ovvero i pieni ed i vuoti rappresentati da edifici e spazi aperti per creare un sistema di relazioni e un carattere interno molto fluido e che si va a svelare un po' per volta assecondando movimenti naturali e sempre considerando la scala umana, infatti, i volumi edilizi si presentano minuti e contenuti in due o tre piani.

Si è voluta evitare la serialità costruttiva e, talvolta, è la testata degli edifici che si configura come elemento diverso e autonomo presentando un'altezza maggiore e diventando vero e proprio *landmark* per segnalare punti di accesso.

Altri elementi caratterizzanti sono elementi come *bow-windows*, leggeramenti aggettati, o lucernari, pendenze diverse delle coperture, logge, balconi, variazioni cromatiche dei serramenti, sono tutti volti a sottolineare la singolarità di ogni alloggio in opposizione alla creazione di serie uniformi e impersonali.

Ruolo centrale nel disegno d'impianto di Ecolonia lo riveste il piccolo lago che contribuisce alla regolazione delle acque meteoriche e arricchisce il patrimonio locale di flora e fauna, mentre il 'molo' che vi si affaccia offre occasioni di sosta e contemplazione del paesaggio naturale.

Le acque di scarico del quartiere, che in parte finiscono nella rete fognaria, vengono assorbite dalla vegetazione di questo piccolo lago/stagno.

La pioggia è, inoltre, raccolta dai tetti verdi delle abitazioni, conservata e riutilizzata per l'irrigazione o per gli scarichi dei wc.

Vi è un complesso sistema di gestione delle acque che comprende aree permeabili come piccole aree verdi, presenti generalmente in prossimità degli ingressi come elemento di soglia tra interno ed esterno, e i giardini privati custoditi all'interno dei lotti residenziali oppure rivolti verso il bacino d'acqua centrale.

Ecolonia è compresa tra due strade di distribuzione locale e l'ingresso è consentito ai soli veicoli residenti.

Tuttavia, una nota negativa, sono le molteplici automobili parcheggiate fin sulla soglia delle case costituendo una presenza ingombrante che appare poco in sintonia con il sistema degli spazi aperti pensati e progettati a '*misura d'uomo*'.

## 2. Gli ecoquartieri

### 2.2 Vauban, Freiburg Im Breisgau [DK]



Figura 2 - Vauban, fronti edifici residenziali del quartiere (credit: <https://visit.freiburg.de/it/attrazioni/quartiere-vauban>)

Il celeberrimo ecoquartiere **Vauban** si colloca a circa tre chilometri di distanza dal centro della città ove è stato dismesso un complesso di caserme, a sud di Friburgo, al confine con la Foresta Nera.

L'intenzione della municipalità è stata quella di riqualificare questa ex area militare per poter realizzare un quartiere residenziale esemplare dal punto di vista ambientale e sociale che segue una tradizione iniziata a fine dagli anni Settanta con la progettazione di case passive.

Il progetto divideva il quartiere in tre lotti di cui l'ultimo è stato recentemente realizzato, con una capacità insediativa complessiva di 5.000 abitanti e 600 posti di lavoro.

Dopo un concorso di progettazione urbanistica, bandito nel 1994, lo studio Kohloff&Kohlhoff, sostenuto da una partecipativa cittadinanza, inizia la realizzazione del quartiere fissando alcuni obiettivi imprescindibili tra cui la vendibilità indirizzata esclusivamente a privati o gruppi locali impegnati a realizzare edifici energeticamente efficienti.

In *primis*, gli obiettivi principali sono la realizzazione di un forte equilibrio tra le aree residenziali e ambiti di lavoro per poter puntare ad uno sviluppo sociale e al contempo migliorare la qualità della vita all'interno del quartiere, creare un *mix* sociale ben integrato ed organizzato, privilegiare la mobilità ciclopedonale ed il trasporto pubblico a discapito di quello su gomma creando anche aree *car-free* e *park-free living*.

Per il progetto architettonico degli edifici è stata privilegiata una certa eterogeneità pur mantenendo i vincoli fissati dal masterplan come l'altezza massima degli edifici fissata a 13 metri e una distanza di 19 metri tra i volumi edilizi ed una severa disposizione degli edifici.

Vengono, così, realizzati dei fronti (*Figura 2*) in cui si susseguono le facciate dei singoli edifici che conducono ad una certa omogeneità mediante ad alcuni espedienti come le medesime

altezze di gronda e la continua presenza di fasce verdi con arbusti e alberature che assumono anche il ruolo di delimitazione dello spazio privato degli alloggi.

Per quanto concerne la sostenibilità ambientale è perseguita attraverso la progettazione di manufatti edilizi a basso consumo energetico ottenendo che tutte le abitazioni consumano meno di 55 kWh/m<sup>2</sup> anno tra cui le case passive con un consumo inferiore ai 15 kWh/m<sup>2</sup> anno per il solo riscaldamento.

Tali case passive potenziano il bilancio energetico complessivo in quanto in media producono più energia di quella che utilizzano tramite, ad esempio, l'installazione di collettori termici solari ed impianti fotovoltaici su tutte le coperture.

Le acque meteoriche sono contenute con avvallamenti, pendenze, canalizzazioni ed estese superfici verdi per poi essere convogliate in bacini di raccolta appositamente realizzati col fine di farle defluire lentamente nel torrente che scorre lungo il confine sud di Vauban.

Un sistema di raccolta delle acque sotterraneo permette di riutilizzarla per differenti usi secondari.

Anche all'interno dell'ecoquartiere di Vauban è posta particolare attenzione al sistema della mobilità orientato più ad un concetto di *car-free living* e che fa fronte ad aspetti energetici ma anche sociali.

Ad esempio, viene vietato il parcheggio delle auto in strada e per questo motivo ogni famiglia residente ha a disposizione un garage di proprietà.

Mediante questo semplice espediente, le strade e gli altri spazi pubblici riacquistano la valenza primaria di aree gioco per i bambini e luogo di interazione sociale.

Ben gestito è il sistema di trasporto pubblico o per il *car-sharing*, infatti, per coloro che sottoscrivono un contratto di abbonamento ad esempio per il noleggio di autovettura avrà il conseguente diritto ad un ulteriore abbonamento gratuito per i mesi di trasporto pubblico.

Anche i tragitti e singoli spostamenti sono ridotti al minimo cercando di collocare i punti di maggiore frequentazione ed interesse il più vicino possibile, entro distanze raggiungibili e piedi o in bicicletta.

La distribuzione interna all'insediamento, inoltre, è liberata dal transito e dalla sosta delle automobili a cui sono consentite solo operazioni di carico e scarico.

Sull'arteria principale dell'ecoquartiere, la *Vaubanalle*, viene imposta una velocità massima per le automobili private a 30 km/h.

Vengono privilegiati edifici multipiano i cui piani terra, solitamente porticati, sono adibiti ad attività commerciali contribuendo altresì alla vitalità del quartiere.

Viene configurato, così, un sistema di spazialità pubblica dalla dimensione domestica sicura e accogliente, sempre a '*misura d'uomo*', per le attività all'aperto e in continuità con gli spazi privati delle residenze che innerva il quartiere.

## 2. Gli ecoquartieri

### 2.3 Eco-Viikki, Helsinki [FIN]



Figura 3 - Eco-Viikki, edifici del quartiere (credit: <https://brozed.wordpress.com/project-examples/viikki-helsinki/>)

Nel 1992 l'area di **Eco-Viikki** è stata considerata come il luogo adatto, a partire dalle sue valenze ecologiche, per la realizzazione di edifici che fossero *eco-friendly* e quindi, più in generale, di un quartiere che fosse eco-compatibile.

L'area entro cui si colloca è stata precedentemente oggetto di trasformazione in quanto occupata nella maggior parte della sua estensione da campi per le attività di ricerca della Facoltà di Agraria e Scienze forestali dell'Università di Helsinki, lì insediatasi negli anni Trenta.

Successivamente, nel 1995 e poi nel 1998 è stato approvato un nuovo piano che ha avuto anche la legittimazione nel Programma Nazionale per l'edilizia eco-sostenibile.

Petri Laaksonen è stato il vincitore del concorso indetto per il progetto dell'impianto che propone sequenze di edifici, intervallati da 'corridoi verdi', orientati efficientemente su un asse principale est-ovest così da poter beneficiare dell'apporto solare.

Lo specifico sito consente agli abitanti di beneficiare del contatto diretto con un'area naturale e di una relativa vicinanza con il centro cittadino.

Il disegno urbano è strutturato a isolati stretti raggruppati in aree pedonali e connesse da corridoi verdi che portano a loro volta ad aree verdi.

La maggior parte degli edifici ha la facciata principale esposta a sud, le altezze variano da due piani fuori terra per gli edifici più marginali dell'insediamento e blocchi alti quattro-cinque piani fuori terra per quelli in posizione più centrale. Questi ultimi sono caratterizzati da una maggiore articolazione e trasparenza delle facciate verso gli spazi verdi interni al quartiere e si dispongono lungo i margini settentrionali e occidentali di Eco-Viikki a costruire un bordo per l'edificato più minuto delle case a schiere, accumulate da un diffuso impiego del legno. Gli edifici (*Figura 3*) sono, quindi, architettonicamente differenti l'uno dall'altro, anche in uno stesso isolato, mantenendo alcune regole comuni come l'installazione di serre e balconi

vetrati, la dotazione di tubature idrauliche efficaci per il risparmio idrico e i sistemi di riutilizzo delle acque piovane per usi condominiali.

Particolare attenzione è posta agli ingressi degli edifici talvolta rialzati di pochi gradini rispetto alla quota stradale e protetti da coperture aggettanti. Qui vi sono anche sedute fisse in legno e spazi per la sosta configurandosi come potenziali luoghi di socialità per gli abitanti.

Gli edifici di Eco-Viikki sono caratterizzati da elevati spessori d'isolamento delle pareti perimetrali, per permettere il contenimento di ponti termici e vengono utilizzati serramenti altamente performanti.

Otto lotti presentano pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria mentre nella zona nord del quartiere è stato realizzato un progetto di 44 alloggi parte del programma europeo SUNH (*Solar Urban New Housing*) che comprende serre solari, un particolare sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore e una dotazione di collettori solari in grado di produrre il 60% dell'acqua calda sanitaria.

Per la realizzazione del quartiere particolare attenzione è stata posta alle adeguate pendenze del sistema di spazi aperti per consentire il convogliamento e lo smaltimento delle acque meteoriche, sia la rete di piccole canalizzazioni a cielo aperto. È stato predisposto un capillare sistema di raccolta e deflusso verso i tre 'corridoi verdi' che ne consentono il riversamento nel canale *Viikinoja*.

Negli spazi aperti pubblici protagonista assoluto è il verde. L'esuberante vegetazione dei giardini e degli orti punteggiati da alberi da frutto consentono agli abitanti di Eco-Viikki una stretta relazione di prossimità con l'elemento naturale.

L'uso dell'automobile privata non è necessario per gli spostamenti nel quartiere, mentre per raggiungere il centro città o altre zone il trasporto pubblico con la rete di autobus e di ferrovie crea una connessione adeguata.

L'area è moderata con tecniche di *traffic calming* e i percorsi veicolari e pedonali sono rigorosamente separati per garantire la massima sicurezza.

Lo spazio per parcheggi è ridotto al minimo indispensabile in misura di uno ogni 16 m<sup>2</sup> di superficie residenziale per le case a schiera e uno ogni 80 m<sup>2</sup> nei condomini.

La vendita dei posti auto è sganciata dagli appartamenti e molto costosa in modo da scoraggiarne l'acquisto da parte di chi non ne ha effettiva necessità; nel piano è previsto un ampliamento delle aree parcheggio per sopperire ad eventuali sovradimensionamenti o nuove esigenze.

Nel 2005 è stato prodotto un report con risultati registrati dopo il primo anno di messa a regime del quartiere, a cura del Ministero dell'ambiente finlandese e della Città di Helsinki, con la premessa che occorre molto più di un anno per osservare gli effetti delle scelte compiute, ma anche per la costruzione di un'identità di luogo quartiere in senso ampio, culturale e non solo urbanistico; i dati più significativi risultanti dal monitoraggio sono i seguenti:

- i consumi per il riscaldamento (valore obiettivo 105 kWh/m<sup>2</sup> anno, il 34% in meno di una abitazione convenzionale ad Helsinki) superano il target prefissato essendo in media di 120 kWh/m<sup>2</sup> anno; un quarto delle abitazioni, però, risparmia energia rimanendo al di sotto della media; nel calcolo si è considerato il consumo registrato dal sistema centralizzato di quartiere, ma molte unità sono provviste di collettori solari che sfruttano direttamente l'energia prodotta anche per la climatizzazione;

- i consumi per l'energia elettrica (valore obiettivo 45 kWh/m<sup>2</sup> anno) sono stati in media nel target prefissato, ma l'analisi dei dati evidenzia che vi sono famiglie che consumano molto

al di sotto della media e famiglie molto al di sopra (da poco più di 20 a poco più di 70 kWh/m<sup>2</sup>anno); i maggiori consumi sono legati alla presenza della sauna privata, dal titolo di locazione (affittuario o proprietario), dalla tipologia edilizia, dalla presenza di ascensori;

- i consumi idrici (valore obiettivo 125 l/giorno per persona, il 22% in meno della media comunale) sono in media rispettati; i valori più alti e i più bassi di consumo (da più poco di 140 a poco meno di 100 l/giorno per persona) sono legati alle dotazione o meno di servizi di sauna e lavanderia nelle singole abitazioni piuttosto che come servizi comuni condominiali; inoltre, un maggiore consumo di acque sembra legato anche alla presenza nelle famiglie di molti bambini piccoli (a Viikki risiedono molte famiglie giovani);

- le emissioni di CO<sub>2</sub> (valore obiettivo 3.200 kg/m<sup>2</sup>, il 20% in meno di una abitazione convenzionale) sono in media al di sopra del target del 9%, motivato dalla combinazione di tutti i fatti che influenzano i consumi energetici.

## 2. Gli ecoquartieri

### 2.4 Bo01, Malmö [SW]



Figura 4 - Bo01, fronte compatto del quartiere (credit: <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/bo01-city-of-tomorrow-malmo-sweden/>)

Nell'ambito dello European Housing Expo del 2001, *City of tomorrow*, è stato realizzato il quartiere a Malmö intitolato **Bo01** in cui ci si concentra su una progettazione sostenibile degli edifici residenziali e costituisce la parte espositiva permanente di tale Esposizione.

La progettazione è tesa a coniugare sostenibilità ambientale, mescolanza sociale e attenzione ad aspetti sensoriali ed emotivi nel complessivo disegno di impianto.

Il nuovo quartiere si insedia nell'area dei *docks*, nella zona ovest del porto (*Västra Hamnen – Western Docks*), antica penisola artificiale, che ospitava l'industria meccanica Kockums. Il quartiere Bo01 costituisce il primo passo della riqualificazione di tale area e le condizioni di degrado ambientale e il complesso sistema microclimatico hanno reso la progettazione, in chiave sostenibile, ulteriormente incisiva e di contrasto rispetto allo scenario iniziale.

In seguito alla chiusura dello stabilimento, la municipalità acquista l'area per renderla oggetto di un progetto di trasformazione urbana, teso a innescare un processo di rinnovamento per superare una fase di recessione dovuta alla dismissione di molti impianti industriali e sollecitare il mercato dell'edilizia, definendo altresì per Malmö una nuova immagine internazionale di 'città sostenibile'.

Nel 1996 prende avvio la progettazione del quartiere grazie ad una stretta collaborazione di un gruppo costituito da circa trecento persone appartenenti alla comunità locale. Klas Tham è il capoprogetto del mastreplan elaborato dall'ufficio di pianificazione cittadino e del 'programma di qualità' che fissa una serie di precise linee guida.

160 ettari, necessitanti di bonifiche del suolo, in cui, quindi, l'obiettivo principale è stata la creazione di un ambiente urbano attrattivo in cui fosse possibile abitare, lavorare, studiare e

trascorrere il tempo libero aumentando la qualità della vita e gli aspetti ambientali. Il verde urbano in particolare, e l'attenzione all'eco-compatibilità dei comportamenti sono elementi che in Bo01 sono stati considerati basilari e determinanti per partire con la progettazione.

La complessiva scelta insediativa privilegia un edificato compatto, con massivi volumi edilizi, progettati con particolare attenzione alla dimensione ambientale, disposti per definire un sistema di spazialità dal carattere racchiuso (*Figura 4*).

A completamento, l'impianto urbano prevede 1.400 abitanti ed è costituito da una struttura di isolati che si dispone a interpretare la particolare condizione localizzativa e le particolari esigenze bioclimatiche, lasciando penetrare il passaggio del *canale di Øresund* attraverso una serie di visuali date dalle diverse giaciture degli edifici.

La porzione di porto è fortemente esposta al vento e le diverse rotazioni planimetriche degli edifici sono funzionali alla deviazione delle correnti d'aria. La natura ventosa è però sfruttata a favore del bilancio energetico con l'installazione di una turbina eolica, situata nella zona nord del porto, la cui produzione è utilizzata nelle abitazioni di Bo01 soddisfacendone completamente il fabbisogno di energia elettrica.

Le soluzioni architettoniche adottate sono molteplici data anche la numerosa partecipazione di studi, ventidue, di progettazione.

Se lungo il canale di Øresund le scelte progettuali mostrano una serie di tratti comuni, all'interno del quartiere si ha invece un paesaggio eterogeneo fatto di case a schiera con giardino o edifici di tre/quattro piani disposti a definire una corte verde comune.

L'irregolarità è anche un espediente per creare micro paesaggi diversi l'uno dall'altro ad ogni angolo che si volti; le piazze e le vie sono tutte diverse e riconoscibili, con proporzioni e rapporti che creano un percorso sempre diverso e sorprendente, con però la costante presenza di verde che sia un parco, un giardino o una corte condominiale.

Un altro asse caratterizzante il paesaggio è il lungomare: liberamente fruibile e utilizzabile come campo da gioco, rappresenta un bel punto panoramico sulla baia tra Malmö e Copenaghen oramai unite dal *ponte Øresund*.

Vengono realizzate aree verdi affinché venga favorita l'ecosistema e, di conseguenza, garantita al maggior numero di abitazioni possibili la godibilità del paesaggio naturale circostante.

In tutto l'insediamento, caratterizzato da un'armoniosa composizione, spicca un edificio a torre, il *Turning Torso*, firmato dall'architetto Santiago Calatrava, alto 190 metri su 54 piani che rappresenta inevitabilmente il *landmark* di Bo01, chiamato a segnalare il luogo per le sue caratteristiche di rinnovo urbano ed eco-efficienza in modo visibile da tutta Malmö.

L'efficienza energetica è effettivamente riscontrata infatti contro una media svedese di 175 kWh/m<sup>2</sup>, ad oggi, i 600 appartamenti per circa 1.000 abitanti (6.000 i posti di lavoro) di Bo01 hanno un consumo energetico di 105 kWh/m<sup>2</sup> anno.

Tutta l'energia necessaria per l'intero quartiere è prodotta mediante sistemi eolici, fotovoltaici e geotermici.

Ulteriori tecnologie e strategie sostenibili adottate sono il recupero di calore mediante la ventilazione, spessi strati di isolante nelle pareti e finestre molto performanti con doppi e tripli vetri.

Il sistema di gestione delle acque piovane, inoltre, si articola a diverse scale attraverso piccole canalizzazioni che corrono lungo il perimetro degli edifici, veri e propri canali e installazioni artistiche.

Le coperture degli edifici sono o tetti verdi oppure sono dotati di collettori solari: 1.400 m<sup>2</sup> di pannelli alimentano il sistema di riscaldamento ed altri 120 m<sup>2</sup> di celle producono energia elettrica.

Per una godibilità in sicurezza dell'area da parte dei pedoni, che insieme ai ciclisti sono considerati gli utenti principali, la viabilità del quartiere è moderata a *Zona 30*, rimanendo comunque accessibile ai mezzi di trasporto motorizzati sia pubblici che privati, ma scoraggiando l'uso delle auto private con politiche di *pricing* per il parcheggio e prevedendo pochi posti per la sosta delle autovetture di residenti e non (il rapporto è 0,7 parcheggi per famiglia). Oltre ad un'efficiente rete di trasporto pubblico accessibile in un raggio di 300 m da ogni abitazione, sono presenti servizi di *car pooling* per i residenti.

## 2. Gli ecoquartieri

### 2.5 Ecovillaggio Montale, Modena [IT]



Figura 5 - Montale, edificio tipo del quartiere (credit: <https://www.ecovillaggiomontale.it/>)

Se consideriamo il nostro territorio, i casi sono sicuramente più limitati. Uno tra questi è l'**E-covillaggio Montale**, a Modena, ovvero un quartiere residenziale a impatto zero ed immerso in un paesaggio tipicamente urbano-rurale connotato dall'incontro armonioso tra la città e il verde.

Come per gli altri ecoquartieri analizzati, anche in quello di Modena, volto alla sostenibilità, gli obiettivi primari prefissati sono sicuramente il contenimento delle emissioni, un'attenta e studiata gestione delle acque ed in generale tutti questi presupposti in linea con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda ONU 2030.

Alla base di tale ecoquartiere vi è l'acqua ed il suo ciclo composto principalmente da tre fasi ovvero raccolta, conservazione e riutilizzo.

Vengono realizzati specifici *water park* che consentono di preservare l'acqua rifornendo la falda acquifera in modo costante con l'obiettivo di evitare sprechi e dispersioni.

Si aggiungono ulteriori espedienti col medesimo fine, ovvero pluviali in tubi drenanti per consentire una raccolta dell'acqua dai tetti, pozzi perdenti e nello specifico di frangigetto per i rubinetti all'interno delle case appartenenti all'ecoquartiere per ridurre il flusso dell'acqua ed il suo conseguente spreco.

Le acque superficiali, inoltre, sono sottoposte ad interventi di depurazione tramite sistemi complessi 'piante-terreno-canale filtrante' per far sì che vengano recuperate nel sottosuolo per poi essere riutilizzate per usi secondari differenti.

Elemento che caratterizza l'ecovillaggio Montale è il *Parco Verde* centrale che diventa anche un importante bacino col fine di raccogliere le acque per poi smaltirle attraverso un sistema di fitodepurazione che contribuisce certamente al controllo del microclima del quartiere me-

dianete il fenomeno dell'evapotraspirazione delle piante.

Sono stati previsti ulteriori espedienti che fanno sì che ancora la natura e l'elemento acqua siano al meglio tutelati. I più considerevoli sono le tendenze dei percorsi ciclopedonabili nella zona a parco e delle zone private a giardino finalizzate sempre alla raccolta delle acque e al loro convogliamento in falda. Anche le pavimentazioni, in particolare dei parcheggi, sono state studiate affinché venga garantito un sistema di drenaggio delle acque meteoriche, mediante i tipici autobloccanti drenanti al 100%.

Anche in questo caso, gli effetti positivi prodotti dall'ecovillaggio sono stati effettivamente riscontrati e documentati in quanto, grazie agli investimenti sostenibili intrapresi, tra cui anche la riforestazione, è stato possibile assorbire 1560 tonnellate di CO<sub>2</sub>, e al contempo, con l'utilizzo di impianti fotovoltaici, si sono prodotti 600 MWh di energia rinnovabile, evitando inquinanti pari a 300 tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Successivamente, ci sono stati ulteriori interventi che hanno visto la realizzazione di un giardino terapeutico, una vera e propria area di benessere in cui è possibile ospitare dieci nuove tipologie differenti di piante, duecento arbusti e 400 m<sup>2</sup> di prato. La scelta della vegetazione è stata precedentemente ben studiata e permette a tutti gli abitanti di avere uno stretto contatto con la natura.

Per la realizzazione dell'Ecovillaggio Montale ci si è avvalso del protocollo *Passivhaus* che nel 2019 ha predisposto l'obbligo per cui le case debbano essere nZEB (*Nearly zero energy building*).

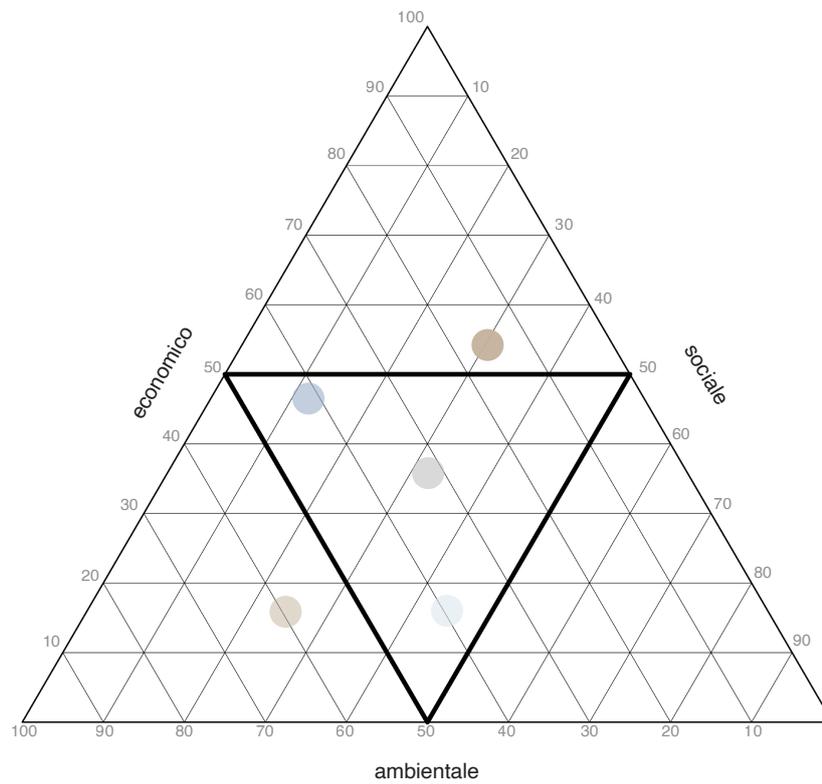
Per ogni edificio edificato, inoltre, è stata considerata la sua esposizione solare in modo tale da permettere un ottimale sfruttamento della luce naturale e massimizzare l'autoproduzione di energia fotovoltaica.

Particolare attenzione nei confronti dell'involucro che deve essere altamente performante e ben isolato, non energivoro.

Ulteriori espedienti utilizzati per raggiungere il tema delle zero emissioni e dello sfruttamento di energie rinnovabili sono pompe di calore, pannelli fotovoltaici, illuminazione a led e un sistema controllato di ventilazione meccanica dell'aria.

In programma per i prossimi anni è la realizzazione di un asilo nZEB a disposizione dei bambini residenti nell'ecovillaggio e che troverà spazio nella piazza Pavarotti assieme a un centro servizi, una palestra e un bistro.

Qui di seguito si riporta il diagramma (*Diagramma 2*) rappresentante le correlazioni tra le categorie di benefici caratterizzanti i cinque ecoquartieri analizzati. Questi vengono riportati graficamente, riscontrando un equilibrio generale tra le categorie di benefici analizzati. In particolare, all'interno della sezione centrale vanno a collocarsi gli ecoquartieri di Ecolonia, Vauban ed Eco-Viikki, notando, però, che anche i restanti casi manifestano un bilanciamento omogeneo, senza mai enfatizzare una caratteristica a discapito di un'altra.



- Ecolonia [NL]
- Vauban [DK]
- Eco-Viikki [FIN]
- Bo01 [SW]
- Ecovillaggio Montale [IT]

*Diagramma 2 - correlazione tra le tre categorie di benefici - ambientale, sociale ed economici - nei cinque ecoquartieri europei analizzati*

### 3. Edifici di riferimento: Active House

#### 3.1 Active House Erasmushove, Den Haag [NL]



Figura 1 - Erasmushove, edificio monofamiliare, 2017 (credit: <https://www.activehousenl.info/portfolio/active-house-erasmushove-den-haag/>)

Fin dalle prime idee sul funzionamento della costruzione, il progetto di Klimaatbouw ha concretizzato i principi di progettazione di una Active House.

**Active House Erasmuhove** è stata realizzata *ex-novo* nel 2017, a Den Haag, nei Paesi Bassi. Il risultato finale è un edificio residenziale semplice dalle dimensioni modeste (*Figura 1*) ma allo stesso tempo complesso in quanto racchiude una serie di interessanti scelte progettuali che possono essere prese come modello affinché venga garantita una progettazione olistica, integrata e sostenibile.

Il *focus* progettuale si è basato sull'integrazione tra involucro, altamente performante, e l'impiantistica di ultima generazione, così da permettere il raggiungimento di elevati standard qualitativi sia per quanto riguarda il comfort interno che per l'efficacia energetica stessa della costruzione. In particolare, l'edificio, *nZEB*, presenta un bilancio energetico positivo per più di nove mesi l'anno.

L'orientamento della costruzione, la definizione delle aperture e il trattamento di involucro, infatti, sono pensati per fruire di abbondante luce naturale, con un FDL tra il 4,7 e l'8,9%, così da poter massimizzare i guadagni solari in inverno e la ventilazione naturale trasversale nelle stagioni più calde, sfruttando a pieno le risorse naturali.

Lo spazio interno si sviluppa attorno alla cucina open-space a doppia altezza, esposta a sud-ovest, mentre gli ambienti notturni rimangono nell'area nord-est per garantire raffrescamento nel corso della giornata.

La sua struttura principale portante è stata realizzata in cemento cellulare mentre il rivestimento esterno è costituito da legno Douglas poi trattato con verniciatura.

### 3. Edifici di riferimento: Active House

#### 3.2 Haus Am See, San Felice del Benaco [IT]



Figura 2 - Haus Am See prima Active House ad uso residenziale italiana, monofamiliare, 2014 (credit: <https://cocon-by-eileen-meyer.com/it/home-italiano/>)

**Haus Am See** è una residenza privata monofamiliare (*Figura 2*) che si colloca sul territorio italiano e si presenta come una terrazza di nuova costruzione affacciata sul paesaggio del Lago di Garda, a San Felice del Benaco.

Luce naturale e contatto visivo con l'esterno, infatti, sono principi cardine della progettazione spaziale dell'involucro.

Al contempo, ampie aperture a nord regalano la vista sul lago e diffondono la luce naturale indiretta negli spazi interni, eliminando il rischio di abbagliamento e riducendo la domanda energetica estiva per il raffrescamento.

La luce naturale si diffonde nella zona living, un open space a doppia altezza, pensato per permettere la continuità visiva e la circolazione dell'aria.

La ventilazione naturale si alterna a quella meccanica grazie all'impianto che controlla qualità dell'aria, concentrazione di CO<sub>2</sub> e umidità relativa.

In estate, l'aria esterna, raffrescata dal lago, attraversa gli spazi interni abbassando naturalmente la temperatura; in inverno, al contrario, la forma compatta dell'edificio e i dettagli tecnici studiati in fase esecutiva garantiscono la riduzione delle dispersioni.

Dal punto di vista elettrico, è stata predisposta, l'installazione di pannelli fotovoltaici in copertura (6,93 kWp).

Grazie a queste strategie progettuali, il fabbisogno energetico per il riscaldamento, raffrescamento, ACS, ventilazione e consumi elettrici è pari al 42 kWh/m<sup>2</sup>a, risultato dai monitoraggi eseguiti ogni anno e mezzo.

La scelta materica è stata influenzata sia da riferimenti locali che dalle potenzialità tecnologiche e ambientali sfruttandone le proprietà massive di inerzia termica.

### 3. Edifici di riferimento: Active House

#### 3.3 Great Gulf Active House, Toronto [CA]



Figura 3 - Great Gulf, edificio residenziale monofamiliare, 2013 (credit: <https://www.activehouse.info/cases/great-gulf-active-house/>)

**Great Gulf Active House** una residenza monofamiliare, costruita *ex novo*, a Toronto, in Canada progettata nel 2013.

Tale edificio è un esempio di come sia possibile integrare agli aspetti tradizionali dell'architettura residenziale canadese una progettazione olistica e integrata mediante sistemi costruttivi avanzati e tecnologie innovative per il controllo remoto dell'edificio (*Figura 3*).

Il design degli spazi interni e il trattamento tecnologico dell'involucro, mirano a creare migliori condizioni di comfort visivo, termico e igrometrico.

Gli spazi a doppia altezza sono illuminati da abbondante luce naturale, zenitale e diffusa mediante ampi lucernari, con apertura e schermatura motorizzate, posti sul tetto.

Vi sono anche tunnel solari che permettono di illuminare naturalmente spazi di servizio.

La ventilazione naturale e l'effetto camino attivato dalla doppia altezza si alternano all'impianto di ventilazione meccanica controllata a recupero di calore, in relazione alle condizioni atmosferiche esterne, alla qualità dell'aria e alle temperature interne.

Vi è un impianto di condizionamento a doppia zona, con un'efficienza del 97%, che distribuisce l'aria su tutti i piani, consentendo agli utenti finali il controllo remoto dei valori di umidità e temperatura in ogni singola stanza della residenza.

Il fabbisogno energetico è soddisfatto al 100% da energie rinnovabili fornite attraverso la rete locale Bullfrog Power.

Affinché siano ridotte le dispersioni termiche, anche in questo caso, viene adottata una forma dell'edificio compatta. L'involucro è ben isolato ed ermetico con aperture a bassa trasmittanza termica.

A tutti i prodotti da costruzioni è stata effettuata un'analisi LCA, in particolare il 100% del legno utilizzato per la struttura intelaiata di pareti e copertura è certificato SFI (Sustainable Forest Initiative).

Infine, oltre il 50% dei materiali utilizzati per la realizzazione di Great Gulf Active House potenzialmente potrà essere riciclata.

### 3. Edifici di riferimento: Active House

#### 3.4 Sunlighthouse, Pressbaum [AT]



Figura 4 - Sunlighthouse, edificio residenziale monofamiliare, 2010 (credit: <https://www.archdaily.com/457737/sunlighthouse-ju-ri-troy-architects>)

**Sunlighthouse** è uno dei primi prototipi sperimentali di ModelHome2020 del 2009 attraverso il quale si mira a trovare soluzioni possibili per le future abitazioni. È la prima residenza in Austria a zero emissioni in cui design e l'articolazione spaziale interna sono intelligentemente integrate alla progettazione prestazionale affinché sia garantito comfort interno ed efficienza energetica sfruttando, come fonte primaria di energia e luce naturale, il sole (*Figura 4*).

Proprio per questo motivo sono stati realizzati 72 m<sup>2</sup> di superficie vetrata, tra serramenti verticali e lucernari, che garantiscono il raggiungimento di elevati livelli di comfort visivo, con un FDL pari al 5%, e allo stesso tempo la massimizzazione di guadagni solari invernali e ricambi d'aria per ventilazione naturale nel periodo estivo.

L'apertura e la chiusura dei serramenti è regolato, nei mesi intermedi e caldi, da un sistema automatizzato che favorisce anche l'effetto camino attraverso lo spazio distributivo della scala aperto a tutto altezza.

Le soluzioni tecnologiche adottate ricoprono buoni livelli di trasmittanza termica (tra lo 0,76 e l'1,1 W/m<sup>2</sup>K per i lucernari e le finestre di facciata; 0,12-0,13 W/m<sup>2</sup>K per copertura e chiusure verticali).

Il fabbisogno energetico si attesta intorno ai 50 kWh/m<sup>2</sup>a coperti da fonti di energia rinnovabili come pompe di calore, pannelli solari termici, sistema di celle solari fotovoltaiche.

Sunlighthouse con le sue forme interne ed esterne, si adatta perfettamente al contesto in cui si inserisce, creando profonda connessione con l'ambiente caratterizzato da boschi e montagne.

Anche per quanto concerne i materiali, sono stati scelti ed utilizzati quelli che avrebbero garantito un estremo rispetto per l'ambiente.

### 3. Edifici di riferimento: Active House 3.5 Home for Life, Aarhus [DK]



Figura 5 - Home for Life, edificio residenziale monofamiliare, 2010 (credit: <https://www.archdaily.com/457737/sunlighthouse-juri-troy-architects>)

Parte del programma ModelHome2020 di VELUX Group, **Home for Life** è una residenza monofamiliare di AART A/S progettata nel 2009.

Questa unisce le tecnologie costruttive innovative e soluzioni impiantistiche altamente efficienti ad una composizione architettonica dalla forma futuristica che ridisegna i canoni architettonici tradizionali danesi.

Il risultato è una costruzione a zero consumi e zero emissioni in grado di dar vita ad ambienti confortevoli e salutaris, rispettosi del benessere dei propri utenti e dell'ambiente.

L'abitazione è dotata di un sistema BMS di controllo remoto, sensorizzato e automatizzato, che misura le condizioni climatiche interne e agisce sull'involucro in modo adattivo. L'apporto di energia solare è gestito dalle schermature dinamiche in base alle variazioni climatiche ambientali e in base alle esigenze di ventilazione naturale nel periodo estivo.

A quest'ultima viene integrata la ventilazione meccanica, con recupero di calore, nei mesi invernali, per garantire elevati livelli di comfort igrometrico.

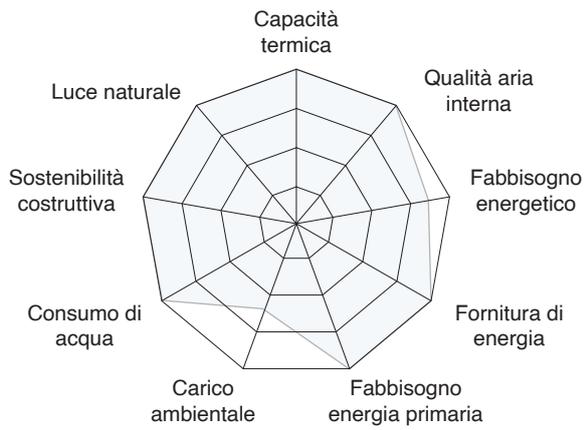
In termini di luce naturale e calore, viene soddisfatto il 50% del fabbisogno di riscaldamento nel periodo invernale.

Inoltre, vi è l'utilizzo di un impianto fotovoltaico, collettori solari e pompa di calore che gestiscono rispettivamente la domanda di energia elettrica, acqua calda sanitaria e riscaldamento.

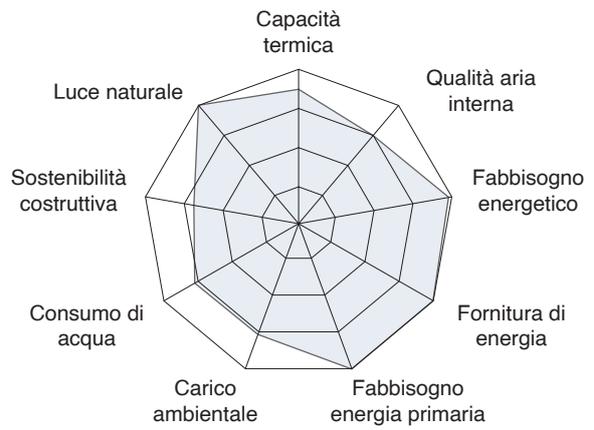
Il bilancio annuale di Home for Life è positivo e in particolare risulta essere di 9 kWh/m<sup>2</sup>a.

L'impatto ambientale della costruzione è minimizzato grazie all'utilizzo di materiali durevoli, a basse emissioni.

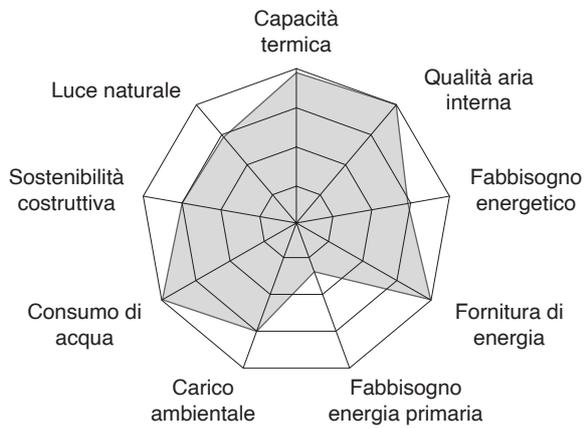
### Active House Erasmushove [NL]



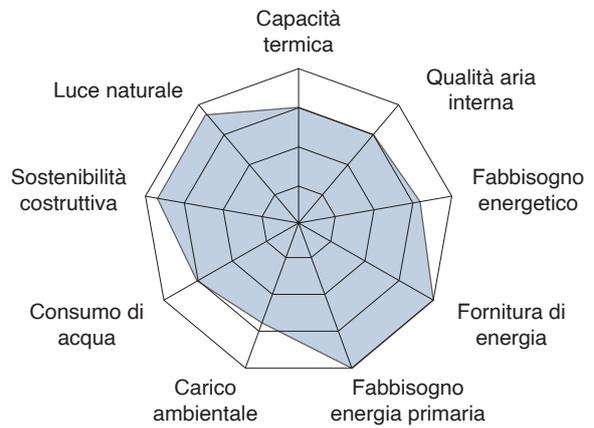
### House Am See [IT]



### Great Gulf Active House [CA]



### Sunlighthouse [AT]



### Home for Life [DK]

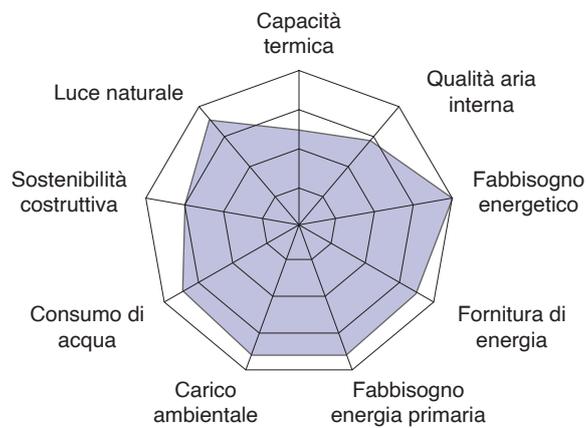


Diagramma 1 - rielaborazione dei diagrammi di Kiviati relativi alle caratteristiche di comfort, sostenibilità ed efficienza energetica per un confronto dei casi studio analizzati

# 02

## Contesto Progettuale

*“Si deve pensare in un’ottica in cui i comuni risultino centrali, un ritorno al campanile, non tanto per starci sotto e rinchiudersi nel paesello, ma per salirci sopra e vedere lontano”*

*Marchetti M., 2017*

# 1. Analisi del contesto progettuale: le Marche

## 1.2 Obiettivi e visioni di sviluppo

Parte del territorio marchigiano è possibile considerarlo come un'area interna e va a costituire quelli che sono lo scheletro e i polmoni della nostra Penisola.

Territori duri e dolci allo stesso tempo, rugosi ma fragili e vulnerabili, esposti agli eventi e alle dinamiche ambientali. Territori che possono rappresentare originali laboratori per l'elaborazione di buone pratiche per lo sviluppo responsabile, per un'economia circolare dove le sfide della transizione energetica e la produzione di beni e servizi ambientali non siano in contrapposizione e dove l'impronta ecologica della presenza antropica sia effettivamente sostenibile. *Un cambiamento utile.*

Occorre un nuovo modello di sviluppo, basato su concetti innovativi, una nuova sostenibilità ambientale del *welfare*, la *green economy*, l'accessibilità e la connettività con i servizi essenziali.

Fondamentale è investire su impianti di produzione energetica pulita, innalzando la capacità di autoproduzione fondata sulle energie rinnovabili. Proprio il tema della sostenibilità, poi, risulta essere fortemente legato alla capacità di una comunità di fare delle scelte in rapporto alle proprie specificità e alle caratteristiche del luogo.

Bisogna partire dall'idea di territorio come bene comune e dal concetto di patrimonio territoriale, valorizzando anche i **piccoli comuni** e le **autonomie locali**. Territori locali basati sul Comune, che rappresentano il livello primario di democrazia e della rappresentazione politica, elemento centrale di una solida tradizione civica italiana.

*“Si deve pensare in un’ottica in cui i comuni risultino centrali, un ritorno al campanile, non tanto per starci sotto e rinchiudersi nel paesello, ma per salirci sopra e vedere lontano”* [Marchetti M., Panunzi S., Pazzagli R., *Aree interne. Per una rinascita dei territori rurali e montani*, Rubbettino Editore, Soveria Mannelli 2017].

Pensare ai piccoli comuni in particolare, che devono essere tutelati e considerati come ambiti di base strategici per il futuro dei nuovi equilibri socioeconomici dell'intero Paese.

Sul piano politico attuale si possono segnalare:

-la *Strategia Nazionale per le Aree interne* (SNAI), che propone un nuovo modello di intervento tramite politiche *place-based* di coesione territoriale attraverso fondi dell'UE;

-gli *Obiettivi di Sviluppo Sostenibile* e *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, focalizzati su una crescita intelligente (*smart*), sostenibile (*sustainable*) e solidale (*inclusive*) e con obiettivi (17) e target specifici (169) per far fronte ad un utilizzo delle risorse naturali intelligente.

Vi è un controverso dualismo tra l'uso delle risorse e la loro conservazione, riferibili ai concetti di *land sharing* e *land sparing*. Si devono conciliare due esigenze diverse ma intimamente connesse tra di loro. Da una parte è necessario incentivare la produzione di energia pulita o semplicemente creare occasioni di reddito e sussistenza per le popolazioni locali; dall'altra è essenziale proteggere la biodiversità e in generale gli ecosistemi da potenziali minacce quali la frammentazione degli habitat (in particolare la perdita di prati e aree aperte).

In concreto, occorre creare adeguati strumenti per superare l'inevitabile fossato che rende

non appetibile l'area interna, definendo delle mirco-reti per evitare che la perifericità si tramuti in assoluta marginalità.

Per operare, ad esempio, una corretta politica di sviluppo delle micro-reti di trasporti è necessario un approccio strategico e operativo, incentivando la mobilità lenta e sostenibile per la fruizione del paesaggio, dei beni culturali e delle risorse ambientali.

Lo sviluppo può definirsi sostenibile anche per la sua capacità di tenere insieme criteri di compatibilità finanziaria e coesione territoriale.

Il territorio è indissolubilmente legato alle popolazioni che lo abitano e ai diritti collettivi delle stesse, in una prospettiva attuale e futura, che guarda anche alle possibilità per le generazioni future che potranno beneficiare delle maggiori risorse economiche, ambientali, socioculturali che il territorio offre.

Attraverso tale percorso si possono delineare le chiavi di lettura per comprendere il senso dei luoghi e le loro vocazioni, valorizzandole e non stravolgendole, dando così un ruolo fondamentale al paesaggio che, al di là della sua indiscussa attrattività estetica, può costituire il fattore chiave di un percorso virtuoso di **conoscenza-consapevolezza-tutela-valorizzazione**.

Nell'educazione ad una interpretazione piena delle dinamiche ambientali, paesaggistiche e territoriali sta, a nostro avviso, il fondamento della progettazione di nuovi interventi per lo sviluppo e la valorizzazione delle aree interne, della loro rinascita come luoghi di sperimentazione di soluzioni innovative per la produzione di valore economico e di relazione, di nuovi stili di vita sostenibili.

## 2. Cupramontana: contesto storico

### 2.1 Il concetto di identità storica

*Fernand Braudel*, trent'anni fa, si chiedeva in un suo famoso scritto perchè gli storici dovessero studiare l'**identità** di una comunità, di un Paese, di una Nazione.

*“Perchè oggi la storia - si rispondeva già allora il grande storico francese - è invitata ad abbandonare la quiete del retrospettivo per assumere l'ottica, certamente più tormentata, più tumultuosa e più difficile della prospettiva”* (1986).

Un lavoro sistematico e mirato sulle fonti storiche locali può offrire un importante contributo, non solo per una migliore conoscenza della storia delle comunità, ma anche per una scelta degli auspici futuri percorsi di rinascita dei territori.

Imparare a leggere il paesaggio storico, oltre che quello geografico, è, infatti, uno dei modi attraverso, ciascuno di noi, può meglio comprendere e riconoscere i valori identitari della realtà in cui vive, prendendo contestualmente coscienza delle problematiche in atto e affinando gli strumenti che gli potrebbero permettere di incidere sul loro divenire.

Le fonti storiche più antiche possono contribuire ad una riscoperta delle aree interne, utili a descrivere gli aspetti sociali, insediativi, architettonici, infrastrutturali e geo-morfologici, le colture, le risorse idriche, le vie di comunicazione, i contesti naturali e quelli costruiti, il clima e la toponomastica storica, per favorire la ricostruzione diacronica della vita e delle caratteristiche di un territorio.

## 2. Cupramontana: contesto storico

### 2.2 Contestualizzazione storica dell'area di progetto

Probabilmente fondata nei secoli VI-V a.C., il nome *Cupramontana* deriva dalla presenza del tempio dedicato alla dea Cupra (*Kypra*) divinità Picena della fertilità.

Ricordata da Plinio il Vecchio e Tolomeo come grande comune romano, nessuno conosce il suo assetto edilizio.

La città romana con ogni probabilità sorgeva nei pressi dell'attuale cimitero e ne testimonia la presenza non solo frammenti ceramici o marmorei, tessere di mosaico e monete che si possono rinvenire in superficie ma anche strutture murarie.

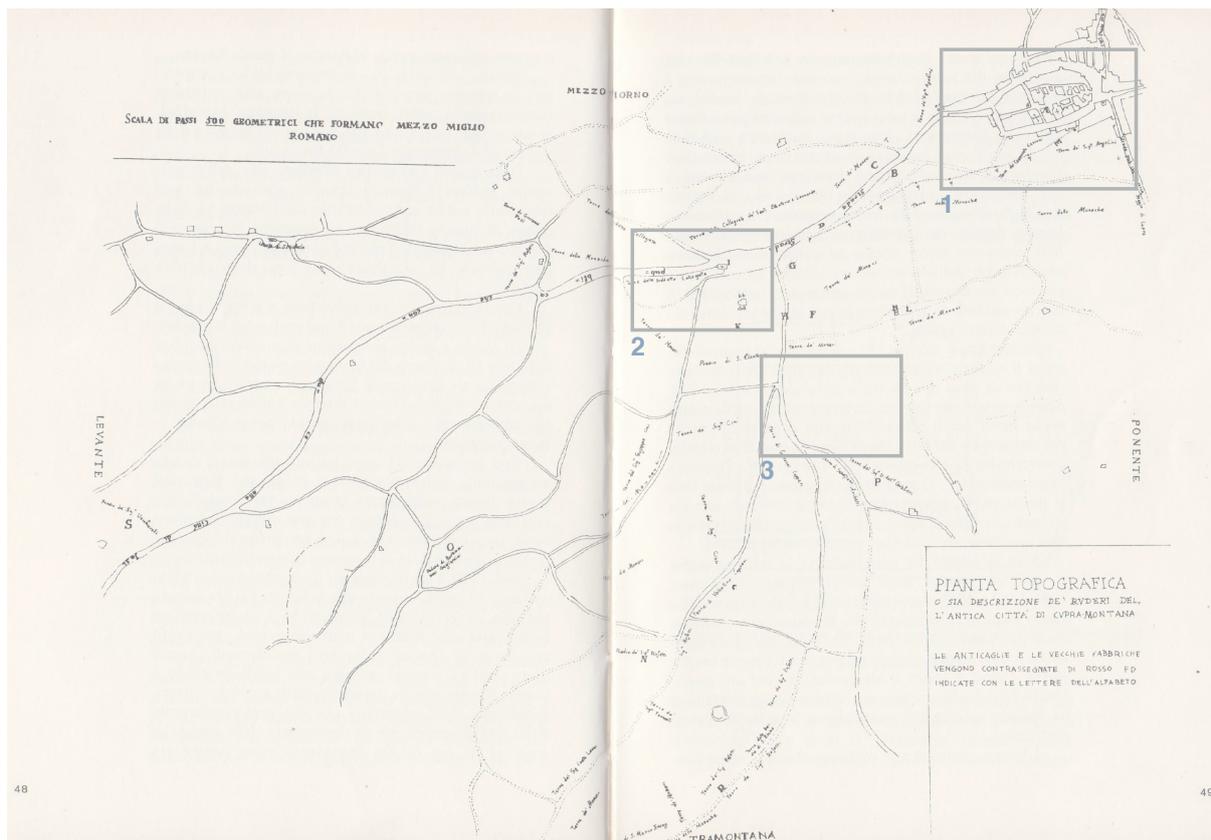
Sull'attuale *via Palazzi* dovevano esserci sia le terme che il tempio della dea Cupra testimoniato dal ritrovamento, durante i primi decenni del Novecento, di oltre trenta blocchi di marmo squadri e scanalati.

Con la fine dell'Impero romano e le devastazioni della guerra gotica degli inizi del VI secolo, Cupramontana andò distrutta.

La città poi venne ricostruita nell'attuale centro, sotto il nome di *Massaccio*, fino al novembre del 1861, quando il Re Vittorio Emanuele II, permise al Paese di riacquistare il suo antico nome.

L'area di progetto è collocata in una parte **ricca di storia** del territorio del paese di Cupramontana, molto vicina all'attuale cimitero, cioè al terreno dove sorgeva l'antica città di fondazione romana (*Figura 1*).

Due sono le strade che delimitano la lottizzazione ed entrambe possono raccontarci di più sulla storia dell'area di progetto.



- 1| Collocazione attuale di Cupramontana
- 2| Collocazione dell'antica città di fondazione romana di Cupramontana
- 3| Area di progetto

Figura 1 - Collocazione storica area di progetto (credit: Ceccarelli R., Cupramontana nel 900. Modifiche al tessuto rubano e i segni del Liberty, Tipografia Abbatelli, Castelplanio 2009)

Qui sotto viene riportata una descrizione del Sarti in “*Memorie storiche della terra di Massaccio*” di F.Menicucci, 1793, che evidenzia come fosse già apprezzata l’ubicazione e la salubrità dei luoghi di Cupramontana, allora Massaccio, nel 1700.

*“Chi vi ha mai, che in rimirando una sola fiata questo luogo, non possa in un subito ragionare appieno della bontà del territorio che lo circonda, dell’abbondanza e squisitezza delle cose tutte che pel sostegno ed alimento della vita umana si richiedono? Sembrar potrebbe malagevolela situazione del luogo assai alta ed elevata. Ma oltre che non ha l’accesso gran fatto difficile, crescendo le sue strade a poco a poco per mezzo di vari monticelli l’un più alto dell’altro, persi fatta cagione, tanto è grande la salubrità di questo clima, che non si può dire di più [...] una certa coltura ed urbanità deriva un poco forse maggiore dalla condizione del luogo; così grande a dir vero, che la simile in paesi di tal fatta le più volte indarono sogliono ricercare..”*

[Tesei B., Cupra Montana. Antica città del piceno. Off. graf. Dante Alighieri. Monsano 1970]

## 2. Cupramontana: contesto storico

### 2.3 Toponomastica, architettura romana e infrastrutture idriche



Figura 2 - Antica fonte romana oggi detta "Fonte della Capriola" (credit: Ceccarelli R., Cupramontana nel 900. Modifiche al tessuto rubano e i segni del Liberty, Tipografia Abbatelli, Castelplanio 2009)

Figura 3 - Fonte della Romita nelle adiacenze dell'omonimo convento francescano. Rimasta sepolta per diversi secoli sotto un franamento di terreno è stata recentemente portata alla luce (credit: Ceccarelli R., Cupramontana nel 900. Modifiche al tessuto rubano e i segni del Liberty, Tipografia Abbatelli, Castelplanio 2009)

Una delle due arterie stradali che delimitano l'area di progetto, sul versante nord-ovest, è *via Fontecarta*, la cui toponomastica deriva proprio da una fonte di origine romana che la tradizione riconosce come scaturita dal miracoloso intervento di Beato Giovanni Maris (1210-1303), grazie alla quale, secondo la leggenda, riuscì ad abbeverare la popolazione in carenza d'acqua durante il periodo estivo.

La Fonte oggi prende il nome dalla relativa contrada, "*Fonte della Capriola*" (Figura 2).

Nel 1549-'50 furono eseguiti lavori di assestamento della sorgente.

Nel 1560-'61 si costruisce, in prossimità della fonte, un pubblico lavatoio (*Fossato del Fonte di Capriola*), probabilmente segno di ulteriori misure igieniche adottate dopo la grande epidemia di peste che interessò l'intero territorio marchigiano intorno agli anni Venti.

Uno degli ultimi restauri più recenti fu quello del 1821.

In tempi ancora più recenti, furono rifatti gli scalini di accesso alla fonte con le lapidi delle indicazioni delle vie cittadine risalenti al 1860-'80; alcune di queste, quelle recuperabili, sono state poi riportate in biblioteca comunale.

Nel 1886 per questioni igieniche, il lavatoio venne rifatto completamente in muratura, dotato, l'anno successivo, dell'attuale copertura in travature e colonne di ghisa, andando a sostituire il precedente legno.

La vicinanza con l'antica Cupra ha permesso che in contrada Capriola avvenissero importanti ritrovamenti archeologici.

Nel 1885 nel terreno di proprietà di Brunori (attuale area di progetto), facendosi dei lavori per una vigna, furono portati alla luce un antico elmo di bronzo, un piccolo vaso ugualmente di bronzo insieme a delle ossa umane.

Negli anni Trenta invece, sempre nel medesimo terreno, fu rinvenuto un sarcofago con molti oggetti ben conservati: il tutto poi rivenduto illegalmente.



Figura 4 - Pavimentazione d'epoca romana, ora ricoperta, all'inizio di via Palazzi, foto metà anni '80 (credit: Ceccarelli R., Cupramontana nel 900. Modifiche al tessuto rubano e i segni del Liberty, Tipografia Abbatelli, Castelplanio 2009)

Figura 5 - Tracciato delle terme dell'antica Cupramontana, ora ricoperto, all'inizio di via Palazzi, foto metà anni '80 (credit: Ceccarelli R., Cupramontana nel 900. Modifiche al tessuto rubano e i segni del Liberty, Tipografia Abbatelli, Castelplanio 2009)

La seconda strada che fiancheggia l'area di intervento è *via Palazzi*, il quale toponimo deriva dai ruderi di abitazioni romane che sorgevano nei pressi dell'inizio della contrada.

Era la parte nord-orientale dell'antica Cupramontana in cui lungo i secoli sono stati fatti numerosi ritrovamenti archeologici (Figura 4), tra cui frammenti di iscrizioni romane poi murati nell'atrio della sala consigliare, intorno al 1840.

Negli scavi eseguiti nel 1781, 1783 e 1787 nell'area furono ritrovate le tracce di antiche terme (incrocio via Palazzi e via S. Marco) (Figura 5) e sui loro ruderi, agli inizi del secolo scorso, fu costruita una casa colonica.

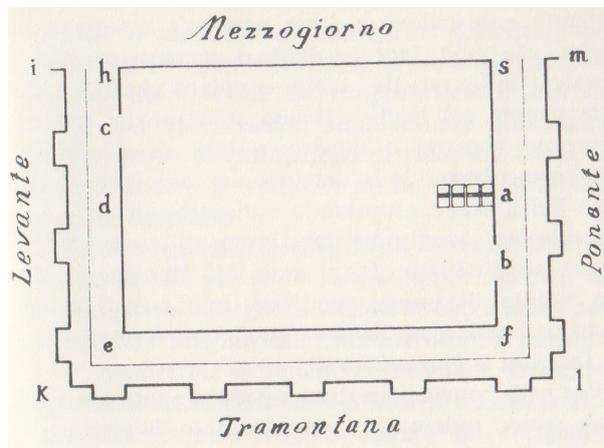


Figura 6 - Edificio del Barlozzo, ancora esistente, caratterizzato dal piano terra, contenente il serbatoio, anticamente interrato (credit: Ceccarelli R., Cupramontana nel 900. Modifiche al tessuto rubano e i segni del Liberty, Tipografia Abbatelli, Castelplanio 2009)

Figura 7 - Planimetria storica del piano superiore del serbatoio romani del Barlozzo, con vasche di decantazione (credit: Ceccarelli R., Cupramontana nel 900. Modifiche al tessuto rubano e i segni del Liberty, Tipografia Abbatelli, Castelplanio 2009)

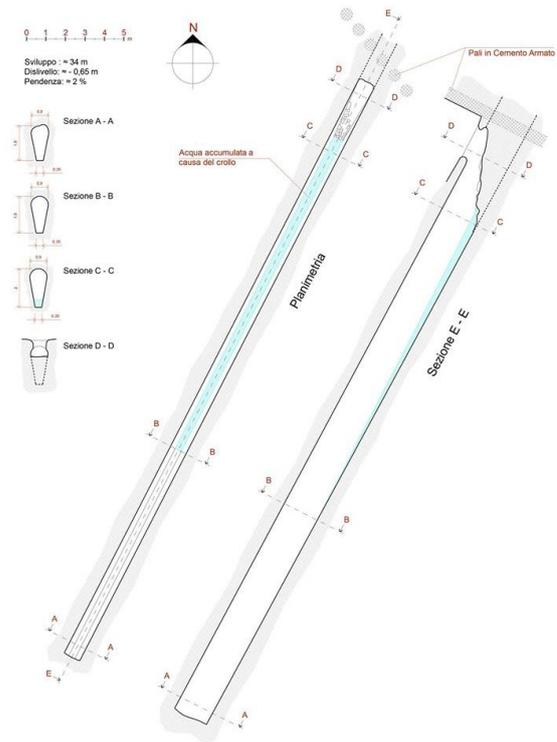
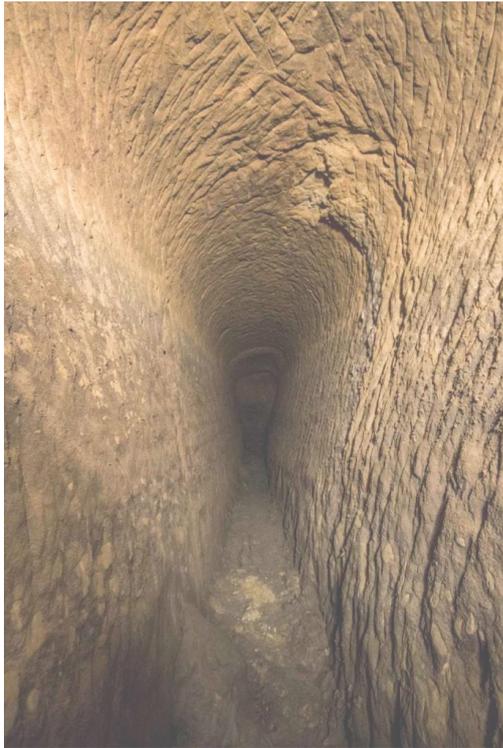


Figura 8 - Foto dell'acquedotto romano rinvenuto durante gli scavi di fondazione del nuovo Teatro di Cupramontana, 2016 (credit: <https://lamemoriadeiluoghi.regione.marche.it/index.php/cupramontana/381-l-acquedotto-romano-di-cupra-montana-archeoclub-di-cupra-montana>)

Figura 9 -Planimetria e sezioni dell'acquedotto romano rinvenuto durante gli scavi di fondazione del nuovo Teatro di Cupramontana (credit: <https://lamemoriadeiluoghi.regione.marche.it/index.php/cupramontana/381-l-acquedotto-romano-di-cupra-montana-archeoclub-di-cupra-montana>)

A poche centinaia di metri dall'area di progetto sorge ancora un'antica costruzione di epoca romana, detta il *Barlozzo* (Figura 6-7), che in origine era completamente interrata, mentre ora emerge dal suolo e sostiene un'abitazione risalente al XIX secolo.

Questa costruzione non è che il grande serbatoio dell'acquedotto d'epoca romana. Acquedotto (Figura 8-9) recentemente scoperto durante i lavori di rifacimento del Teatro di Cupramontana nel 2016, che forniva l'acqua all'antico Municipio.

## 2. Cupramontana: contesto storico

### 2.4 Indagini archeologiche



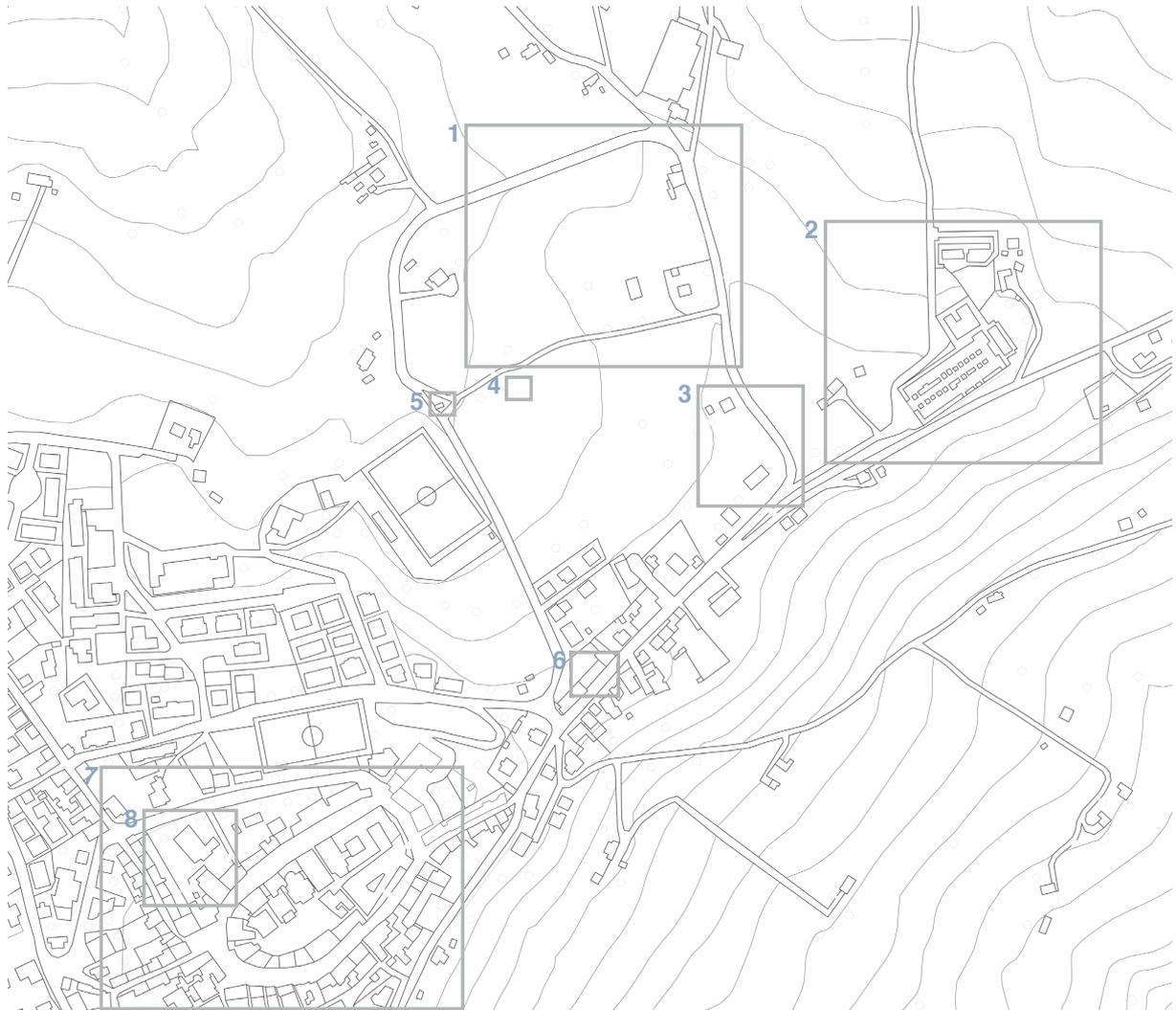
Figura 10 - Foto dei sondaggi per le indagini archeologiche richieste dalla Sovrintendenza prima di approvare il piano di lottizzazione (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)

Nell'ottobre del 2010 sono state eseguite delle **indagini archeologiche** sull'area di progetto, come indicato dalla Sovrintendenza, che non hanno riscontrato ritrovamenti di interesse archeologico, al di fuori di ciottolame, pietreglio, frammenti di mattoni e pezzi di laterizio ascrivibili a coperture di fabbricati.

Inoltre, sono stati svolti degli studi sulla storia del terreno, che risultava essere utilizzato fino alla metà del secolo scorso per coltivazione della vite.

Per tale motivo si è potuto procedere al cambiamento di destinazione d'uso del terreno da agricolo a **edificabile** e ai primi lavori di divisione e predisposizione degli impianti della lottizzazione.

Nella pagina successiva, si riporta una planimetria (*Figura 10*) su cui sono state individuate i punti di interesse storico limitrofi all'area di progetto.



- 1 | Area di progetto
- 2 | Collocazione dell'antica città di fondazione romana di Cupramontana
- 3 | Area dei ritrovamenti delle terme di origine romana
- 4 | "Fonte della Capriola", antica fonte romana
- 5 | Lavatoio di origine romana
- 6 | "Barlozzo", antico serbatoio di origine romana
- 7 | Attuale centro storico di Cupramontana
- 8 | Tratti di acquedotto romano rinvenuto nel 2016

Figura 10 - Analisi territoriale (rielaborazione personale della planimetria tratta da: [https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica/Cartografia/Web\\_Gis](https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica/Cartografia/Web_Gis))

## 3. Stato di fatto e progetto del 2010

### 3.1 Concept progettuale



Figura 1 - Fotoinserimento in area di progetto (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)

La specifica area limitrofa al paese di Cupramontana è stata soggetta, non molti anni fa, precisamente nel 2010, ad una proposta progettuale (*Figura 1*) per la sua edificazione.

Nello specifico, è stata coinvolta una società che ha acquistato l'area e redatto un progetto che prevedeva un frazionamento dell'area in 24 lotti (*Figura 2*) ad uso prettamente residenziale il cui masterplan seguiva i vincoli del PRG (*Figura 3*) [*Allegati x*].

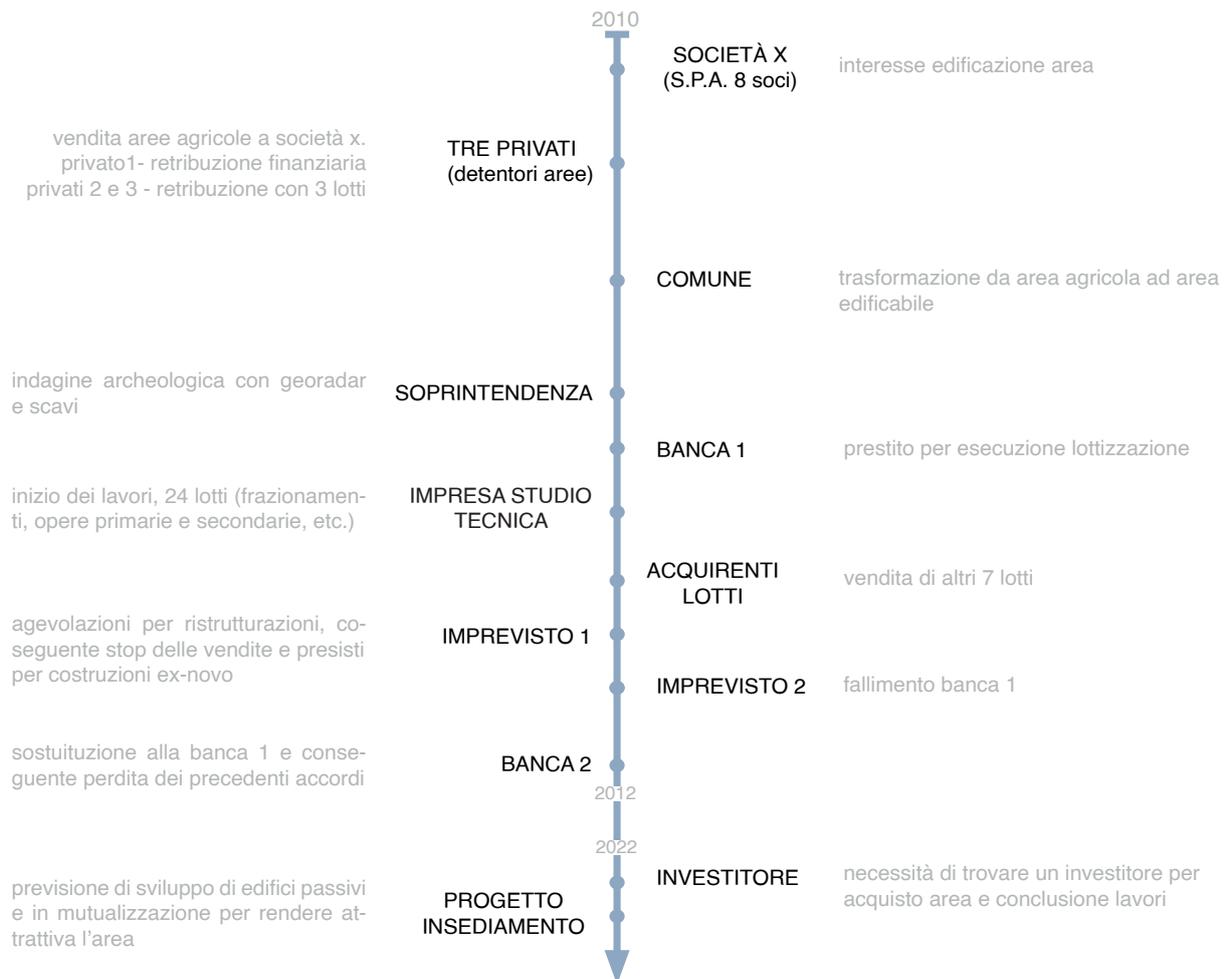
L'inizio dei lavori è avvenuto successivamente aver ottenuto un prestito dalla Banca locale per l'esecuzione della lottizzazione.

Di questi 24 ne sono stati venduti 14 ed edificato solo 1, nello specifico il Lotto 4.

Con il passare degli anni, vi sono stati non pochi ostacoli che hanno portato in primo luogo al fallimento della banca con la quale si erano previsti iniziali accordi economici, fino alla disincentivazione delle costruzioni *ex-novo* a causa delle agevolazioni per le ristrutturazioni e conseguente stop delle vendite e prestiti per nuove costruzioni.

Ad oggi, pertanto, l'area si presenta ancora non edificata eccezion fatta, come esplicitato precedentemente, per il lotto 4.

Qui di seguito viene riportato uno schema (*Schema 1*) di sintesi per poter individuare quelli che sono stati gli attori e in generale il processo sincronico:



Schema 1- schema sincronico degli attanti del processo progettuale (2010-oggi)

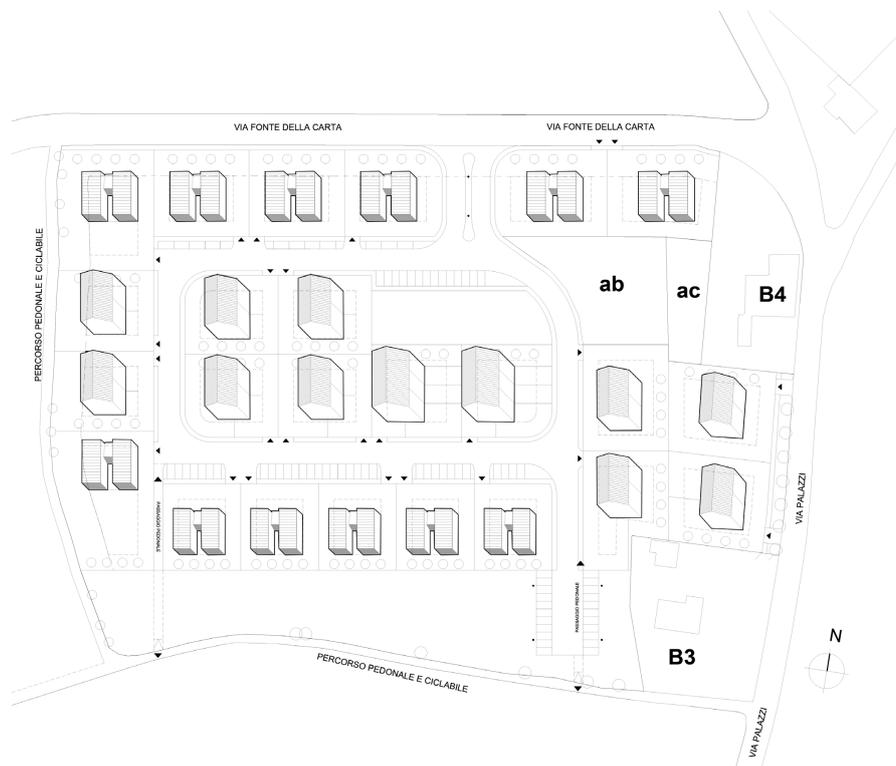


Figura 2 - planivolumetrico dei 24 lotti (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)



Figura 3 - estratto del PRG (credit: [https://www.cis-gis.it/doc/cupramontana/Nta/Art\\_1.htm](https://www.cis-gis.it/doc/cupramontana/Nta/Art_1.htm))

Per quanto concerne il dimensionamento degli stessi lotti (Figura 4) ci si è avvalso del PRG.

### Zona di Espansione C2 VI

Standard Urbanistici 24,50 m<sup>2</sup>/ab. (D.M. 1444/1968, L.R. 34/ 1992, PRG)

Superficie opere di urbanizzazione secondarie 5.072 m<sup>2</sup>.

Di cui:

Istruzione	4,00 m <sup>2</sup> /ab.	= 828 m <sup>2</sup>
Spazi pubblici ed attività collettive	18,00 m <sup>2</sup> /ab.	= 3.726 m <sup>2</sup>
Parcheggi	2,50 m <sup>2</sup> /ab.	= 518 m <sup>2</sup>

Totale	24,50 m <sup>2</sup> /ab.	= 5.072 m <sup>2</sup>
--------	---------------------------	------------------------

Superfici opere di urbanizzazione primarie

Parcheggi 5 m<sup>2</sup>/ab. = 1.035 m<sup>2</sup>

Verde attrezzato 3 m<sup>2</sup>/ab. = 621 m<sup>2</sup>

### Superfici aree pubbliche da cedere: Urbanizzazioni secondarie + Urbanizzazioni primarie

Aree opere di urbanizzazioni secondarie = 5.072 m<sup>2</sup>

Aree opere di urbanizzazioni primarie = 1.656 m<sup>2</sup>

Totale minimo previsto = 6.728 m<sup>2</sup>

### Zone Territoriali Omogenee C2: Prescrizioni di carattere generale art. 25.4

1 - Ai fini dell'osservanza degli standard urbanistici, da verificarsi in sede di Piano di Lottizzazione;

si assume che ad ogni abitante insediato o da insediare corrispondono 40 m<sup>2</sup> di S.U.L., corri-

spondente ad un volume di 120 m<sup>3</sup>;

7 - Per case unifamiliari, il lotto minimo deve essere non inferiore a 600,00 m<sup>2</sup>;

8 - Per edifici in linea e a schiera la lunghezza massima consentita del fabbricato è pari a 40,00;

9 - Indice di permeabilità dei suoli non dovrà essere inferiore al 35% della superficie del lotto;

10 - Per le A.U.S. valgono le disposizioni di cui art.7 comma 13; le aree A.U.S., ad eccezione dei parcheggi, devono essere per lo più reperite ed accorpate per l'intera dotazione del comparto.

Lo spostamento dell'ingresso al lotto edificabile carrabile e/o pedonale, non costituisce variante al piano purchè rimangano invariate le quantità a verde e parcheggi previste a standard.

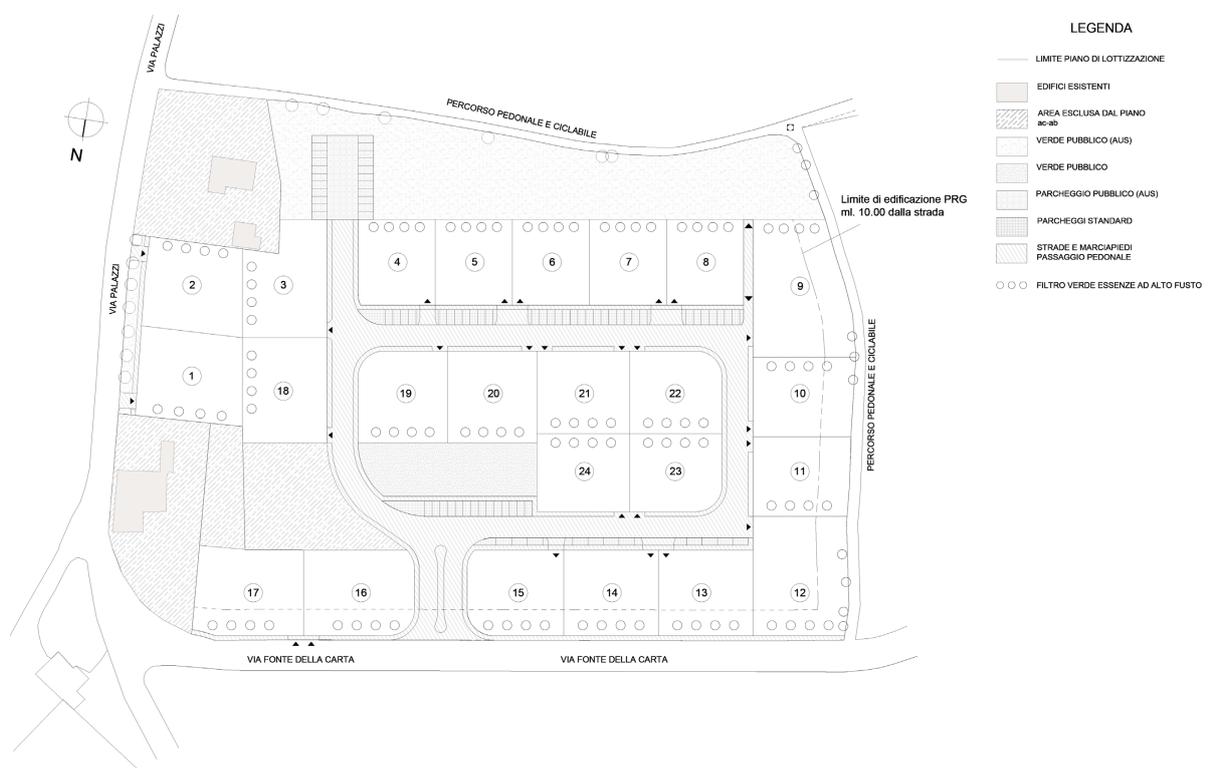


Figura 4 - Dimensionamenti standard e vincoli PRG (credit: Studio Tecnico Coppari&Pierangeli)

Nella cospicua documentazione rinvenuta del progetto del 2010, inoltre, abbiamo potuto trovare anche delle viste render di villette unifamiliari (Figura 5) e bifamiliari (Figura 6).

Come indicato nel PRG di Cupramontana [Allegati x], infatti, non vengono accolte proposte che prevedono la realizzazione di condomini bensì si prediligono tipologie in linea, edifici bi-familiari o case singole.

Quest'ultime vengono riportate di seguito:



Figura 5 - vista rendering villetta unifamiliare, progetto 2010 (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)



Figura 6 - vista rendering villette bifamiliare, progetto 2010 (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)

Concretamente, del progetto del 2010, si è vista l'edificazione di un solo lotto, nello specifico il 4.

Quest'ultimo è stato per noi prezioso in quanto si è rivelato un oggetto di confronto non solo dal punto di vista compositivo-architettonico ma anche per quanto concerne gli aspetti energetici ed economici che verranno approfonditi nei capitoli successivi della presente tesi.

Si riportano alcuni dei documenti fotografici dei prospetti principali del Lotto4 (*Figure 7*).



*Figura 7 - Lotto 4, progetto 2010 (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)*

### 3. Stato di fatto e progetto del 2010

#### 3.2 Documentazione fotografica



Figura 1 - panoramica pre-intervento (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)



Figura 2 - panoramica post-intervento (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)



Figura 3 - indagini e sondaggi archeologici (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)



Figure 4 - scavi e preparazione del terreno (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)



Figure 5 - impianto di smaltimento delle acque (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)



Figure 6 - sbancamento e realizzazione Lotto 4 (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)

# 03

## Il progetto

*“Ogni progetto serio, che non sia semplice trascrizione o rappresentazione di ciò che già c’è, deve percorrere e ricomporre con pazienza e coraggio l’unità di ciò che è diviso, rimettere insieme arte e norma, tecnica e cultura, tradizione e modernità, luogo e non luogo, eros (l’ars/teckne, la progettualità, la soggettività) e ethos (la norma, le abitudini, i costumi), in un incrocio di visuali e di sguardi, di senso e quindi di estetiche, koiné aisthesis.”*

*Isola A., 2011*

# 1. Il quartiere

## 1.1 Analisi del contesto

Il primo passo nell'approccio progettuale è stato quello di condurre delle **analisi** relative al **contesto** in cui il nostro progetto si andrà ad inserire (*Figura 1, 2 e 3*).

Queste sono risultate molto importanti, in particolare, per la disposizione, a scala dell'intero insediamento, delle diverse tipologie residenziali e più nello specifico per la composizione interna del nucleo abitativo che sarà approfondito più avanti e rappresenta il modello di riferimento per l'intero quartiere.

Prima analisi effettuata è stata quella relativa all'**ombreggiamento** in tre specifici periodi. L'analisi dell'ombreggiamento preliminare è stata svolta ipotizzando lo sfruttamento massimo della cubatura disponibile da PRG e progetto.

Sono stati presi in considerazione i **solstizi** e gli **equinozi** durante tre orari differenti nell'arco della giornata per poter avere prime indicazioni relative alla **disponibilità di luce naturale** sull'area di progetto in accordo con le ostruzioni e il posizionamento degli edifici.

L'analisi è stata svolta col fine di avere un quadro generale chiaro per studiare la morfologia, l'altezza e la disposizione ottimale di ogni singolo edificio per favorire l'apporto solare.



Figura 1 - vista dall'alto con drone dello stato attuale dell'area di progetto



*Figura 2 - panoramica rapporto paese - area di progetto. In primo piano il centro storico di Cupramontana, sullo sfondo l'area di progetto (credit: Studio tecnico Coppari&Pierangeli)*



*Figura 3- panoramica rapporto paese - area di progetto. In primo piano l'area di progetto e il lotto 4 realizzato, sullo sfondo il paese di Cupramontana e gli Appennini marchigiani. (foto con drone)*

In **estate** il **sole** è posizionato più in **alto** (*Figura 4*) rispetto l'inverno, quando i suoi raggi sono significativamente più bassi. Ciò rende possibile utilizzare coperture inclinate o frangisole orientabili per consentire la schermatura estiva dei raggi e favorire all'opposto l'apporto energetico solare durante il periodo invernale, massimizzando il guadagno termico.

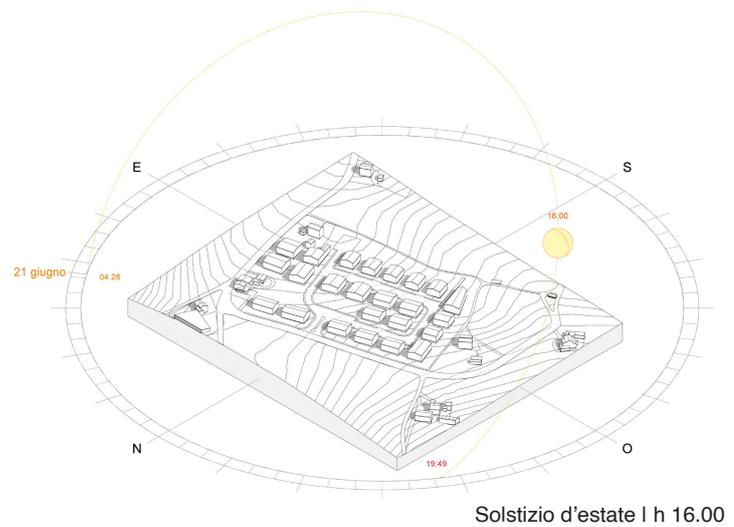
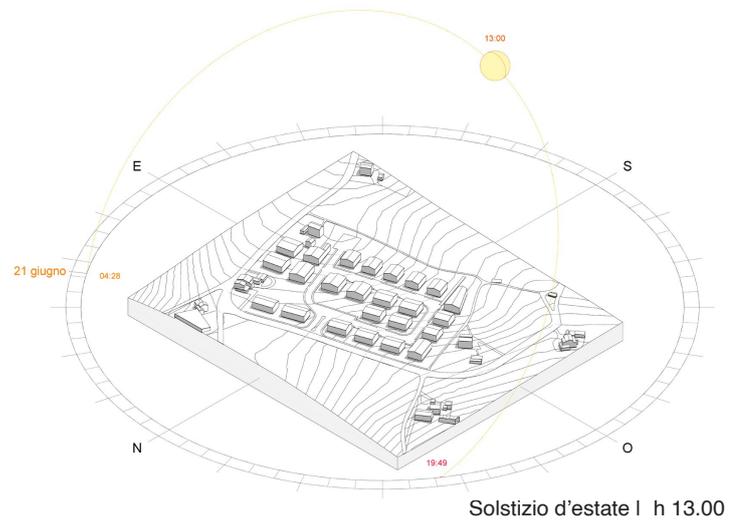
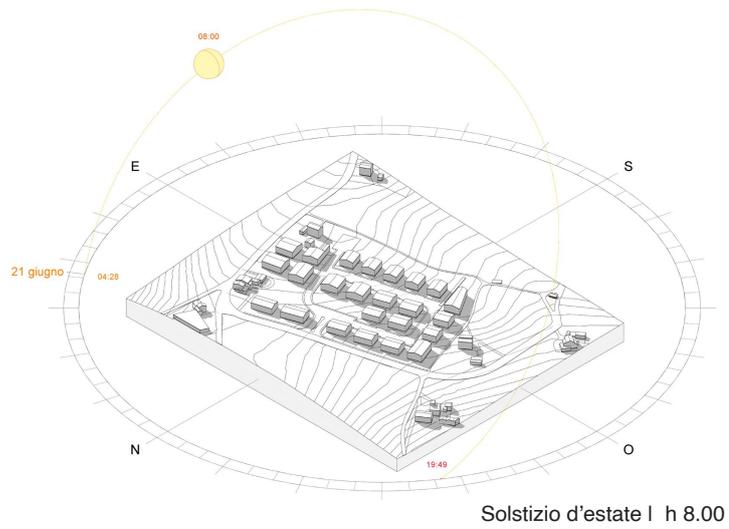


Figura 4 - imbreggiamento - solstizio d'estate  
(software: Revit 2022)

Durante il **periodo invernale**, quando il **sole** risulta più **basso** (*Figura 5*) all'orizzonte, vi è la necessità di massimizzare la penetrazione dei raggi solari nelle aperture a sud. L'energia solare verrà immagazzinata nella massa termica degli orizzontamenti per poi essere convertita in calore che permetterà di scaldare lo spazio interno anche dopo il tramonto.

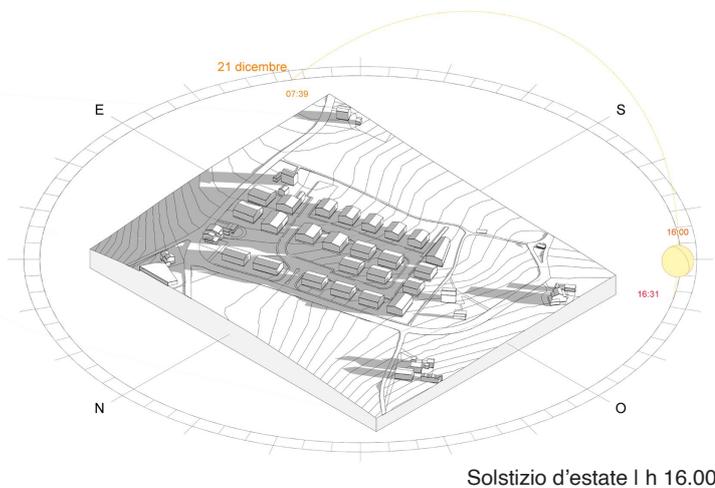
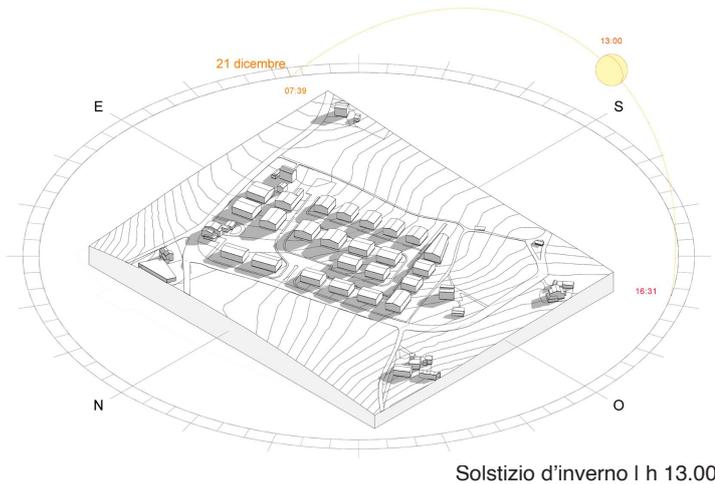
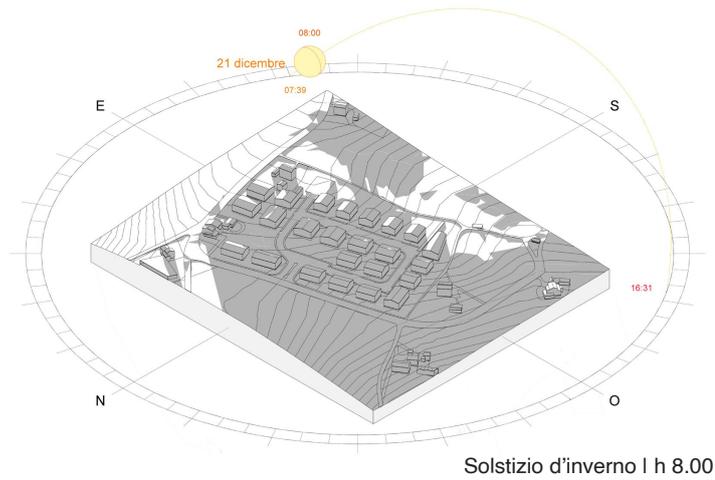
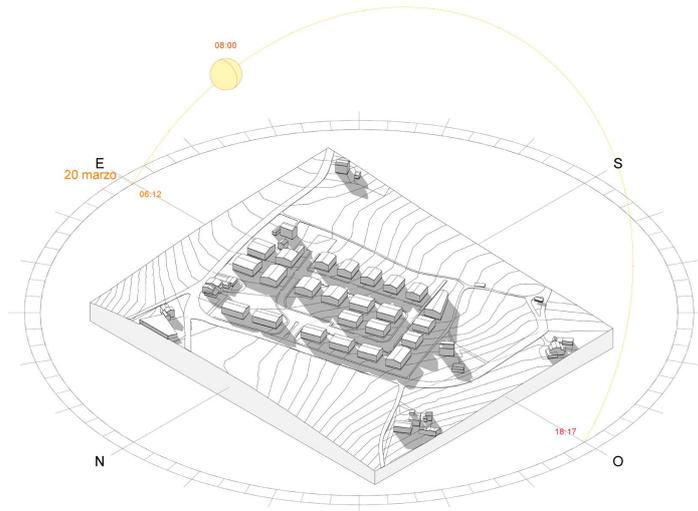
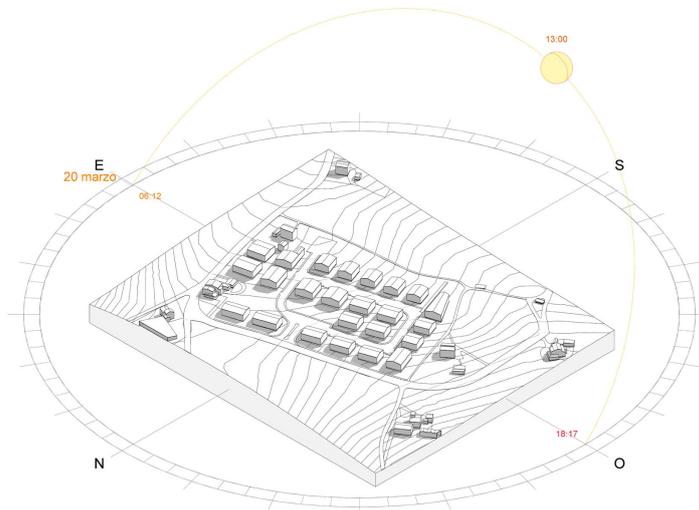


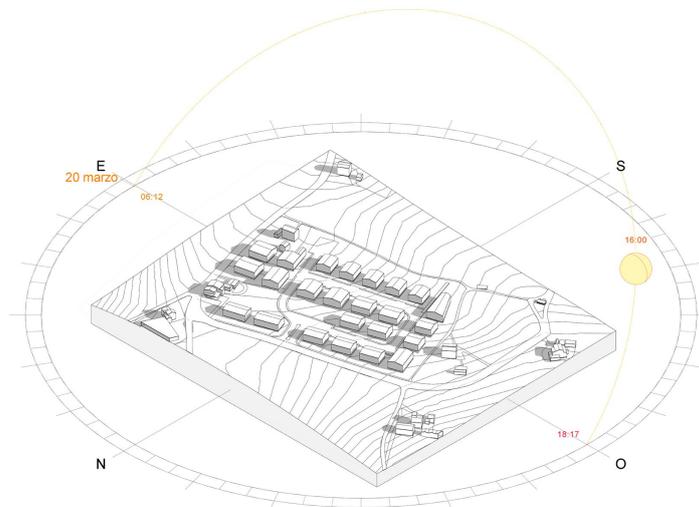
Figura 5 - Ombreggiamento - solstizio d'estate  
(software: Revit 2022)



Equinozio di primavera I h 8.00



Equinozio di primavera I h 13.00



Equinozio di primavera I h 16.00

Figure 6 - ombreggiamento - solstizio d'estate  
(software: Revit 2022)

Seconda analisi effettuata è quella relativa ai **venti**.

Tale analisi è stata svolta utilizzando un algoritmo che considera la velocità e la direzione dei venti in relazione all'area di progetto.

I **dati EPW** utilizzati provengono dalla stazione di monitoraggio posizionata nell'aeroporto di Ancona-Falconara.

Dalla seguente rosa dei venti possiamo notare come per oltre il 40% dell'anno il vento sia in una **situazione di calma**, tra 1 e 8.8 m/s (*Figura 7*). La media annuale risulta essere pari a 9.6 km/h

Inoltre, risulta chiaro che la ventilazione sarà massimizzata da nord a ovest, passando per est e sud, per poi andare a ridursi drasticamente per tutto il quarto di esposizione nord/ovest.

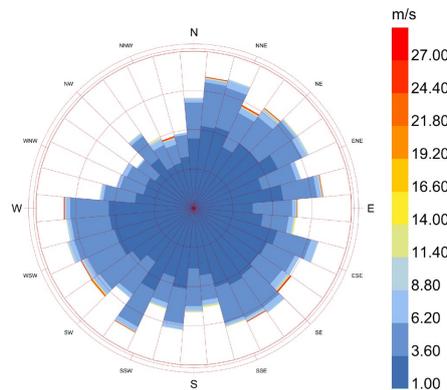


Figura 7 - velocità del vento relativi ai dati EPW della stazione di monitoraggio dell'aeroporto di Ancona-Falconara (software: Grasshopper)

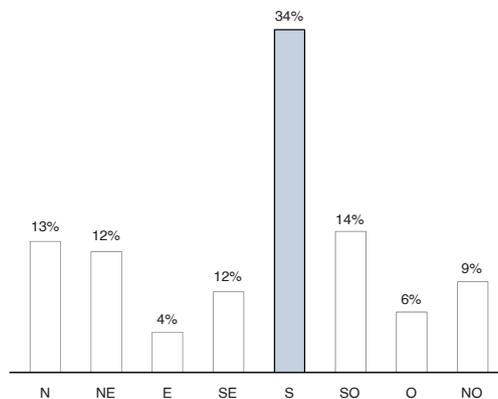


Figura 8 - grafico che indica la quantità di vento, in percentuale, nelle differenti direzioni

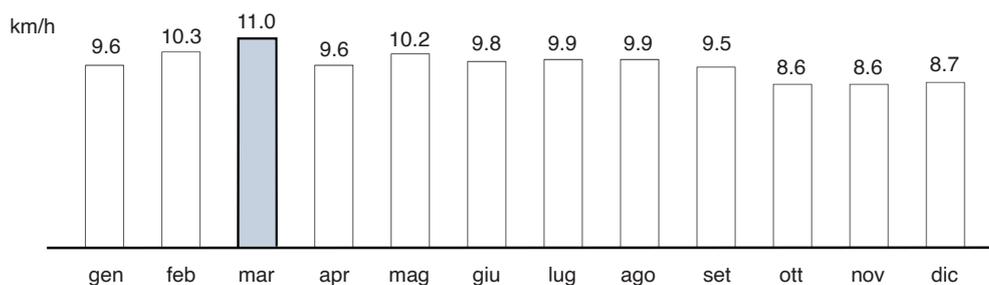


Figura 9 - grafico che indica la velocità del vento nei differenti mesi dell'anno

Terza ed ultima analisi del contesto è stata quella relativa alle temperature utile per comprendere in che contesto climatico si andrà ad inserire il nostro progetto per poter farne le scelte più opportune.

Gli output di tale analisi riferiscono che Cupramontana ha una **temperatura medio/alta** con temperature medie (Figura 8) attorno ai 24°C, una temperatura massima giornaliera (Figura 9) pari a 29,4°C ed una minima (Figura 10) di 2,6°C nel mese di gennaio.

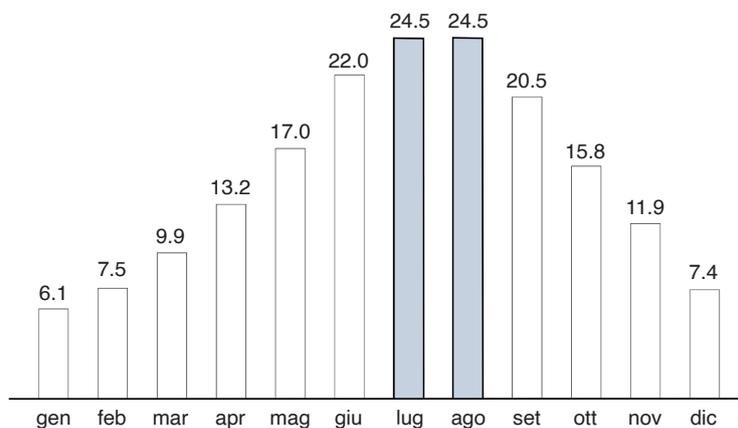


Figura 10 - istogramma delle temperature nei differenti mesi dell'anno. I valori evidenziati rappresentano la temperatura media (<https://www.woitalia.it/weather/maps/city?LANG=it&WMO=16191&CONT=itit&R=0&LEVEL=53&REGION=0005&LAND=IY&NOREGION=1&MAPTY=Tmin&SORT=&TIME=30>)

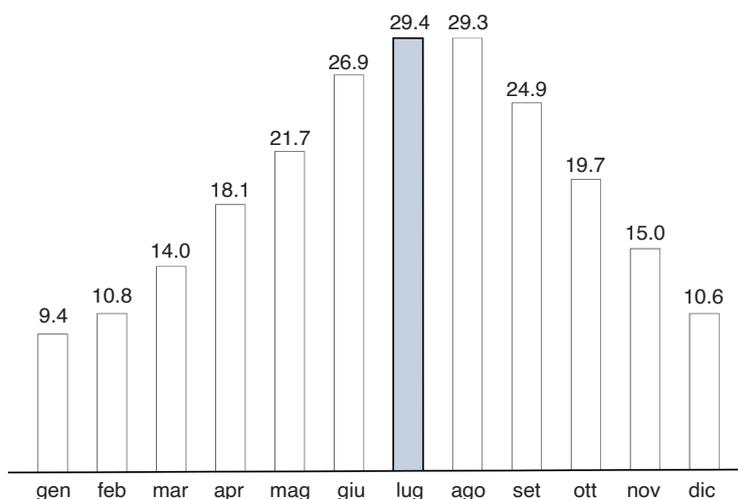


Figura 11 - istogramma delle temperature nei differenti mesi dell'anno. I valori evidenziati rappresentano la temperatura massima giornaliera (<https://www.woitalia.it/weather/maps/city?LANG=it&WMO=16191&CONT=itit&R=0&LEVEL=53&REGION=0005&LAND=IY&NOREGION=1&MAPTY=Tmin&SORT=&TIME=30>)

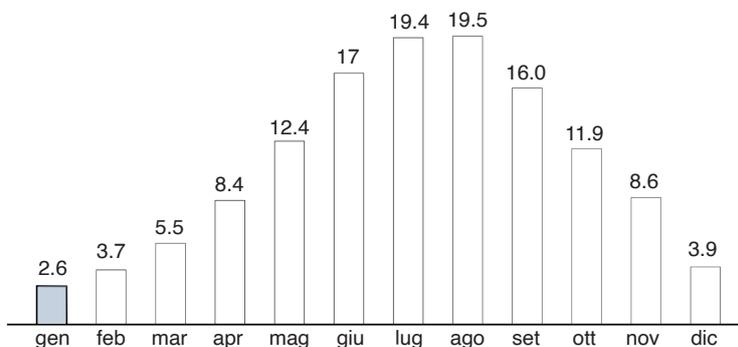


Figura 12 - istogramma delle temperature nei differenti mesi dell'anno. I valori evidenziati rappresentano la temperatura minima giornaliera (<https://www.woitalia.it/weather/maps/city?LANG=it&WMO=16191&CONT=itit&R=0&LEVEL=53&REGION=0005&LAND=IY&NOREGION=1&MAPTY=Tmin&SORT=&TIME=30>)

## 1. Il quartiere

### 1.2 Masterplan di progetto

L'area di progetto è posizionata non molto lontana dal centro cittadino e dai principali servizi della città, raggiungibili agevolmente a piedi, come asili, scuole primarie, centri sportivi, luoghi di culto, di cultura, ospedale e supermercati.

La nostra intenzione non è quello di stravolgere completamente il precedente piano, già approvato sia dal Comune che dalla Soprintendenza, piuttosto inserirci in un **processo reale** avviato e fermo da anni, proponendo una nuova prospettiva di realizzazione di progetto.

Per far ciò, è stato fondamentale considerare i molteplici fattori che potenzialmente potrebbero influenzare l'effettività e la realizzabilità di un progetto, quali la localizzazione, il contesto ambientale, sociale ed economico, così da proporre delle soluzioni abitative in accordo con la tradizione costruttiva del luogo e, al contempo, in grado di soddisfare i nuovi standard di comfort ed efficienza energetica.

Siamo partiti da *input* generali che ci hanno condotto a determinare specifiche scelte progettuali (*Schema 1*).

Il masterplan progettuale da noi proposto (*Figura 1-2-3-4*) si adatta alle suddivisioni topografiche prestabilite dal progetto della lottizzazione del 2010 (*Figura 2, Cap.2, 3.1 - Stato di fatto e progetto del 2010*).

Il risultato progettuale è, quindi, un quartiere prettamente residenziale che ospiterà all'incirca **140 abitanti** distribuiti in **23 alloggi** - non viene considerato il Lotto 4 già edificato -. Le residenze, poi, verranno diversificate in **quattro principali tipologie** affinché venga garantita un'omogeneità del materplan ma proponendo dei moduli che si differenziano tra loro e al contempo declinano le costanti caratteristiche alla base del linguaggio progettuale adottato.

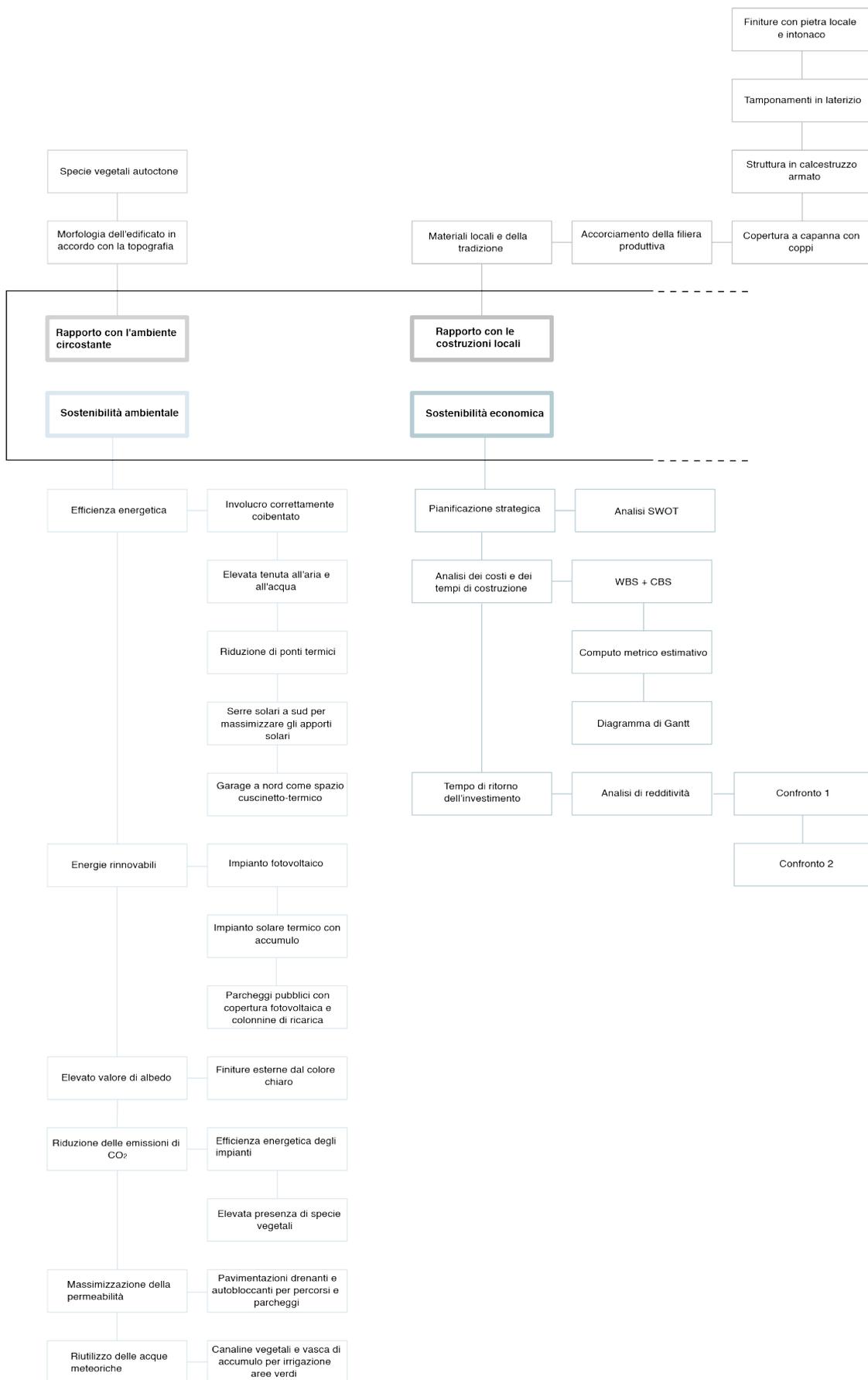
Uno studio approfondito, che sarà descritto nel paragrafo 1.3, ha riguardato le **aree pubbliche** adibite a verde e, nello specifico, uno spazio sarà dedicato a parco, scandito dalle diverse specie vegetali, l'altro a piazza semicoperta.

Quest'ultime garantiranno anche un accrescimento delle relazioni interpersonali e di conseguenza del tema della sostenibilità sociale.

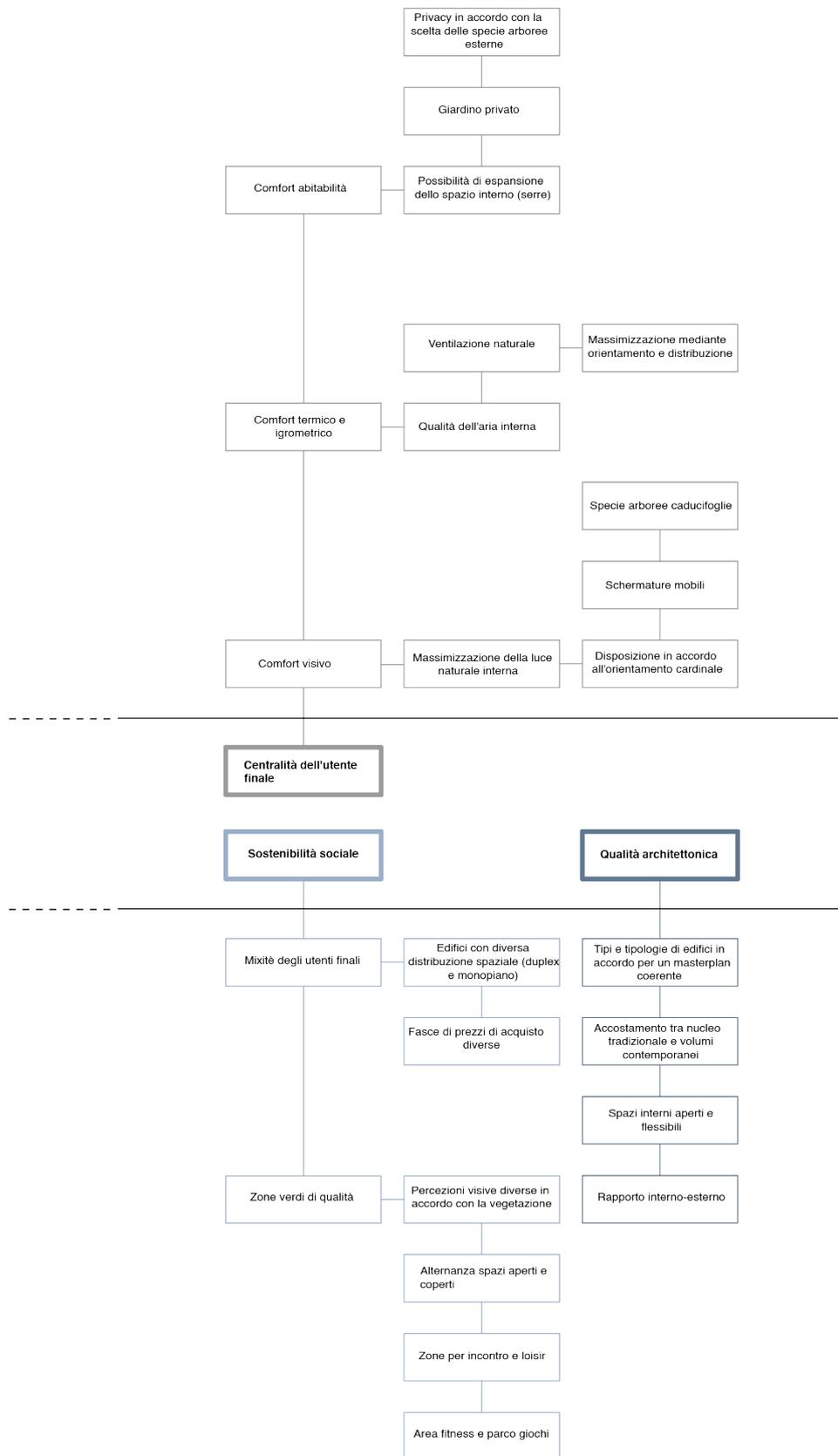
All'interno del quartiere, vi sono strade carrabili per poter raggiungere la propria abitazione, caratterizzate da *Zona 30*, per incrementare la sicurezza e ridurre le emissioni inquinanti.

Molto ampia è la disponibilità di **parcheggi** che viene incrementata con l'area limitrofa al parco sud-est in cui sono stati disposti posti auto coperti da pergolati sopra ai quali vi sono pannelli fotovoltaici che andranno ad alimentare colonnine per la ricarica delle auto elettriche.

Infine, una **pista ciclo-pedonale** costeggia la parte sud del quartiere per favorire la sostenibilità veicolare e diminuire le emissioni di CO<sub>2</sub> che derivano dalle automobili.



Schema 1 - schema delle strategie progettuali



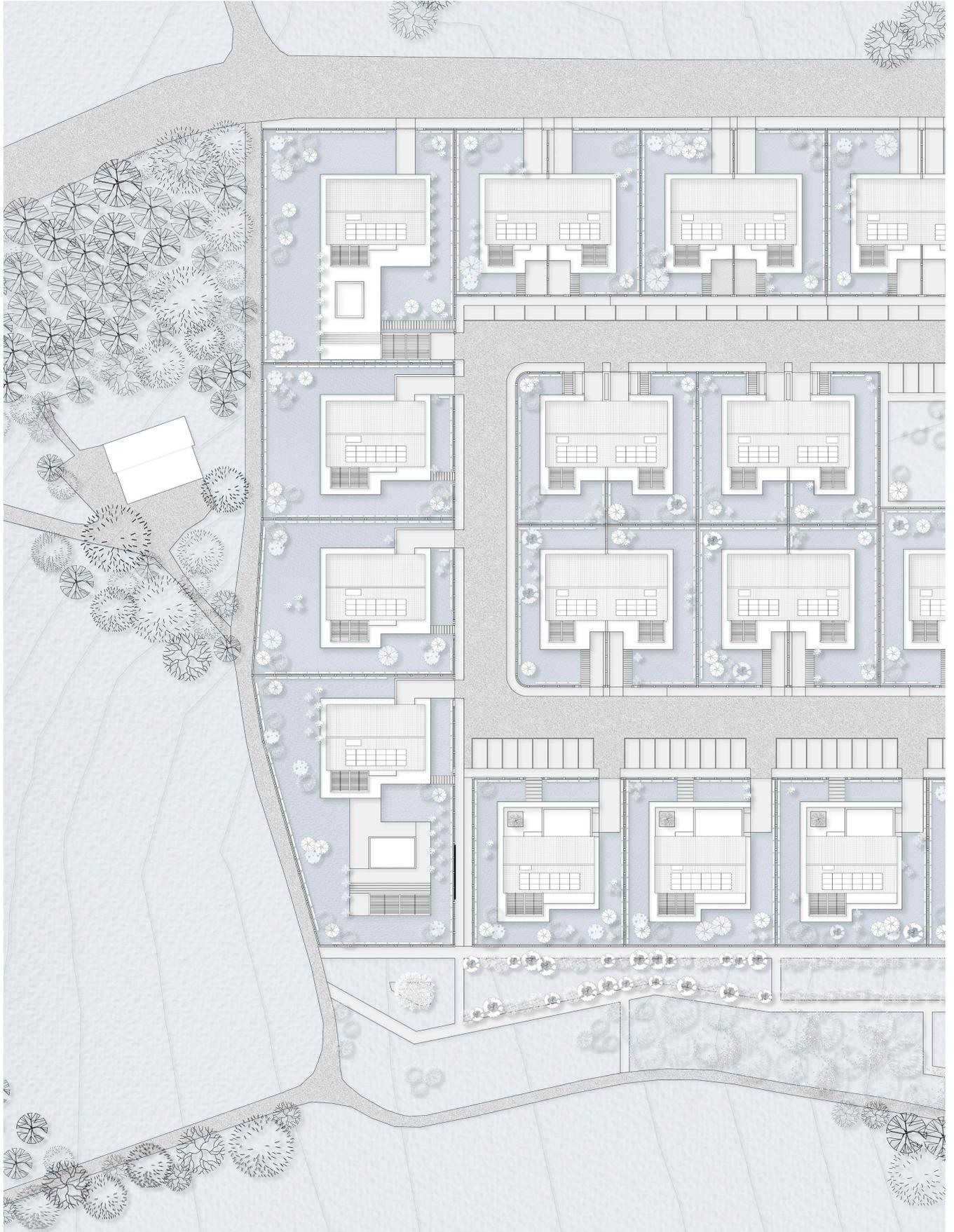


Figura 1 - planimetria generale dell'insediamento

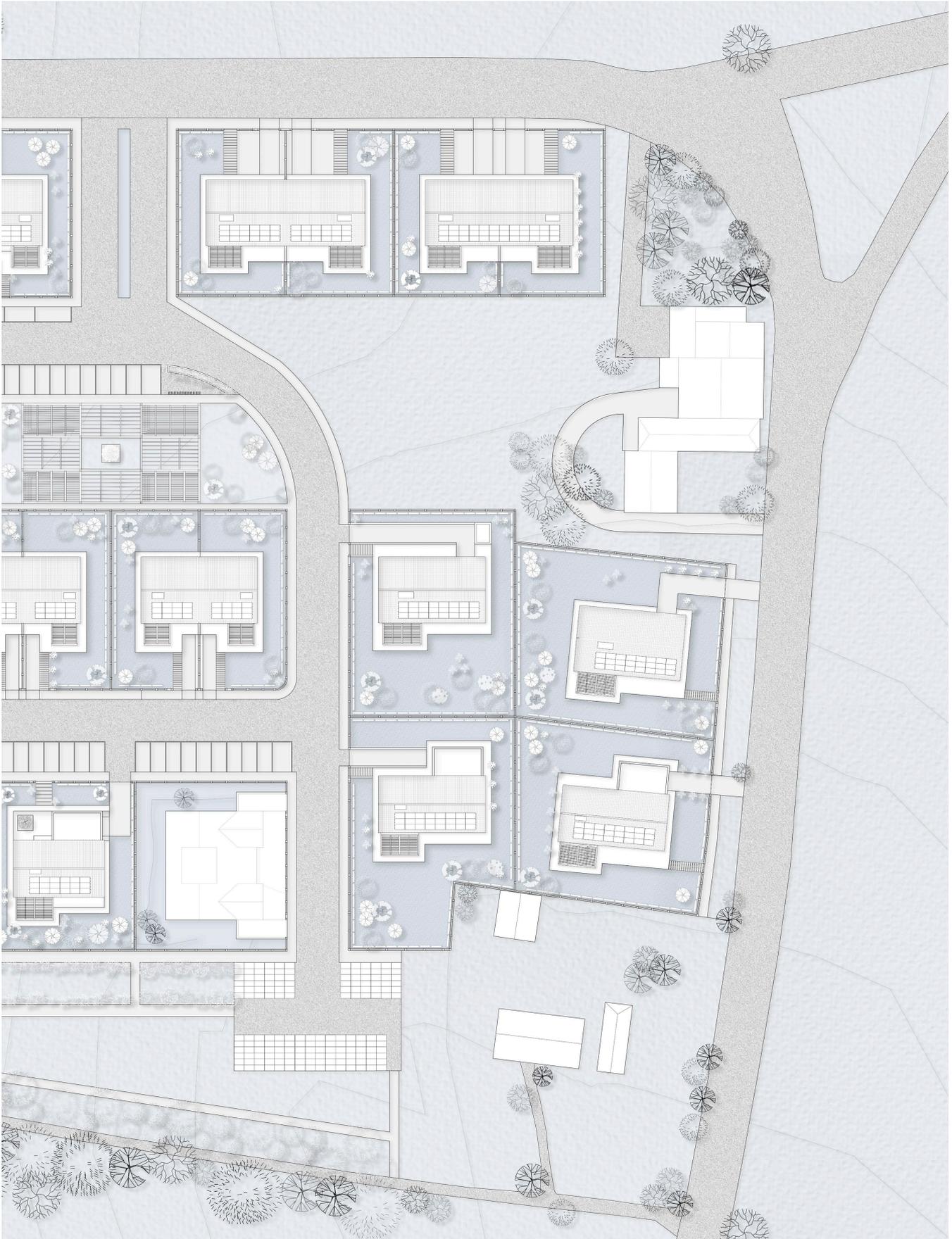
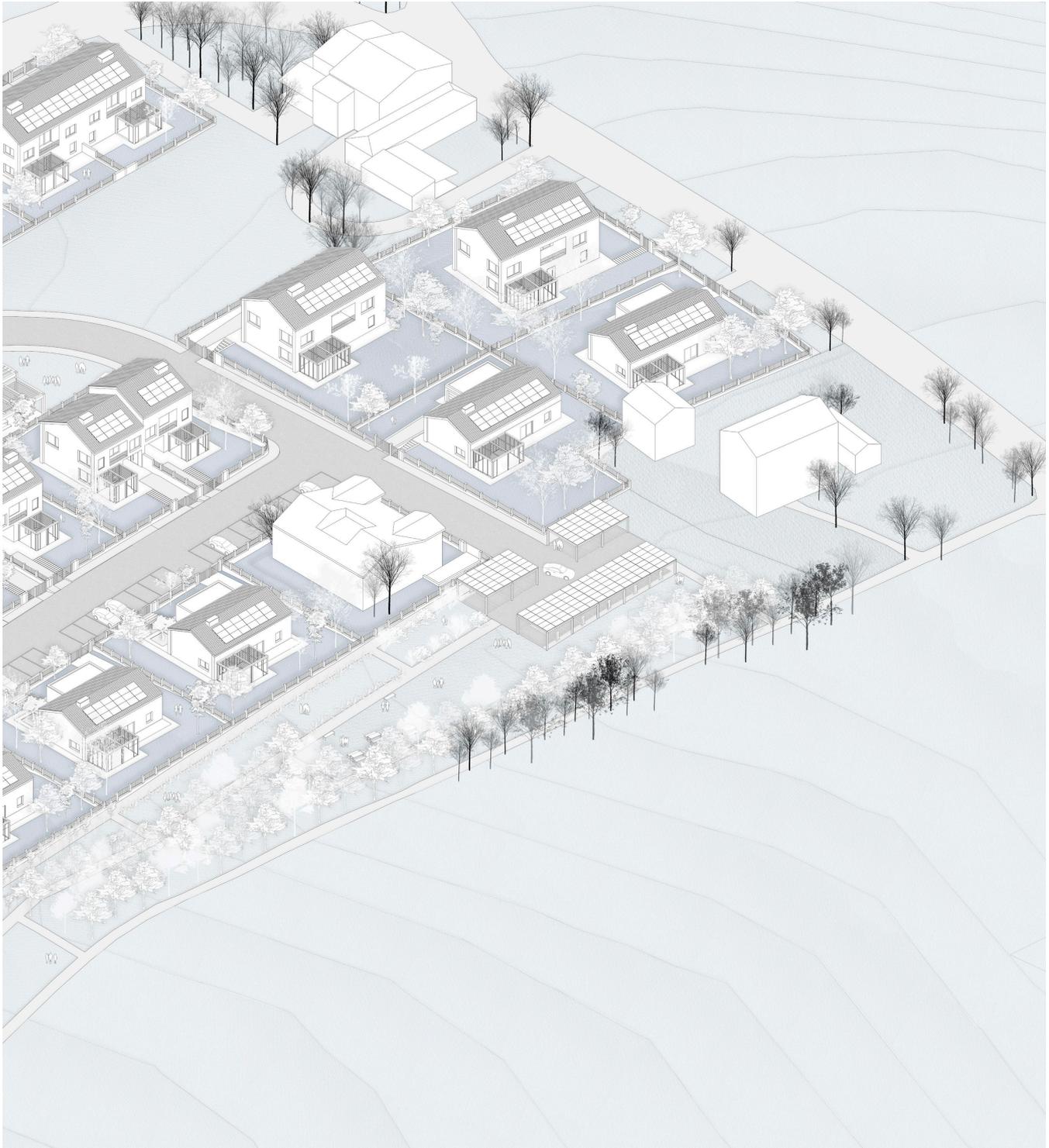


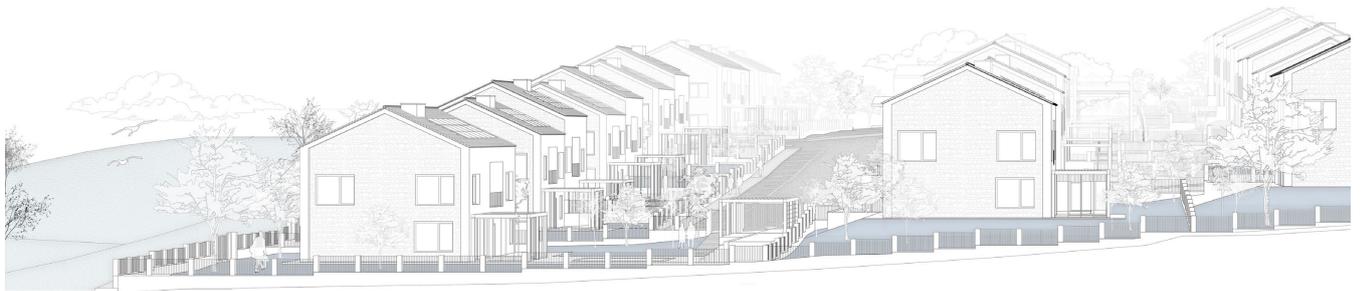


Figura 2 - assonometria generale dell'insediamento

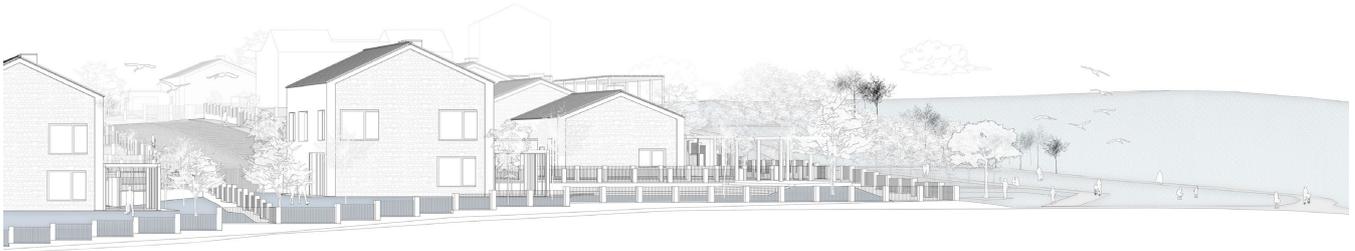




*Figura 3 - sezione prospettica nord*



*Figura 4 - sezione prospettica ovest*





- Tipologia 1 - Alloggio unifamiliare (L8, L7, L6, L5, L4, L3, L2)
- Tipologia 2 - Alloggio unifamiliare (L1, L9, L10, L11, L12, L18)
- Tipologia 3 - Alloggio bifamiliare (L13, L14, L15, L19, L20, L21, L22, L23, L24)
- Tipologia 4 - Alloggio bifamiliare (L16, L17)
- P1** Area pubblica adibita a parco
- P2** Area pubblica adibita a piazza

Figura 5 - le quattro differenti tipologie abitative nel quartiere

L'individuazione delle possibili tipologie di edifici è stata svolta considerando l'ingombro massimo di superficie di ogni lotto, il posizionamento all'interno del piano di lottizzazione e l'orientamento prevalente (Figura 5).

Tale studio è stato di supporto relativamente alla scelta delle diverse tipologie da sviluppare, mirando ad una massima coerenza delle morfologie abitative, suppur differenziate, con il disegno del piano di lottizzazione precedentemente definito.

L'obiettivo è stato quello di realizzare, quindi, moduli diversi che possano ben relazionarsi tra loro, mettendo sempre al centro gli utenti, la salubrità e il comfort, l'integrazione con l'ambiente circostante, l'efficienza energetica e la qualità architettonica ed estetica.

Le proposte progettuali, quindi, si sono concretizzate seguendo principalmente due tipologie: **monofamiliare** (Figure 6 e 7) e **bifamiliare** (Figure 8 e 9).

Questi ultimi modelli sono stati ripetuti e declinati con dovute **variazioni** in accordo al relativo orientamento cardinale del lotto, alla sua dimensione e alla topografia che è caratterizzata da una forte pendenza del terreno in quanto operiamo in un contesto collinare.

Le diverse tipologie mirano, quindi, alla realizzazione di un masterplan che risulti coerente ma che non vada in conflitto con il PRG di Cupramontana.

Per far ciò, in ciascuna variazione sono state ben precisate e mantenute delle **costanti** quali (Schema 2):

- la presenza, a sud, di un volume esterno al nucleo centrale in cui verrà posta una **serra solare** per aumentare appunto gli apporti gratuiti interni durante i periodi più freddi dell'anno;

- la presenza di un **box auto privato** posto a nord, integrato nella stereometria del nucleo principale più tradizionale, o posizionato in un volume a sé stante, che funge da cuscinetto termico per poter contribuire all'accrescimento di isolamento dello spazio riscaldato;

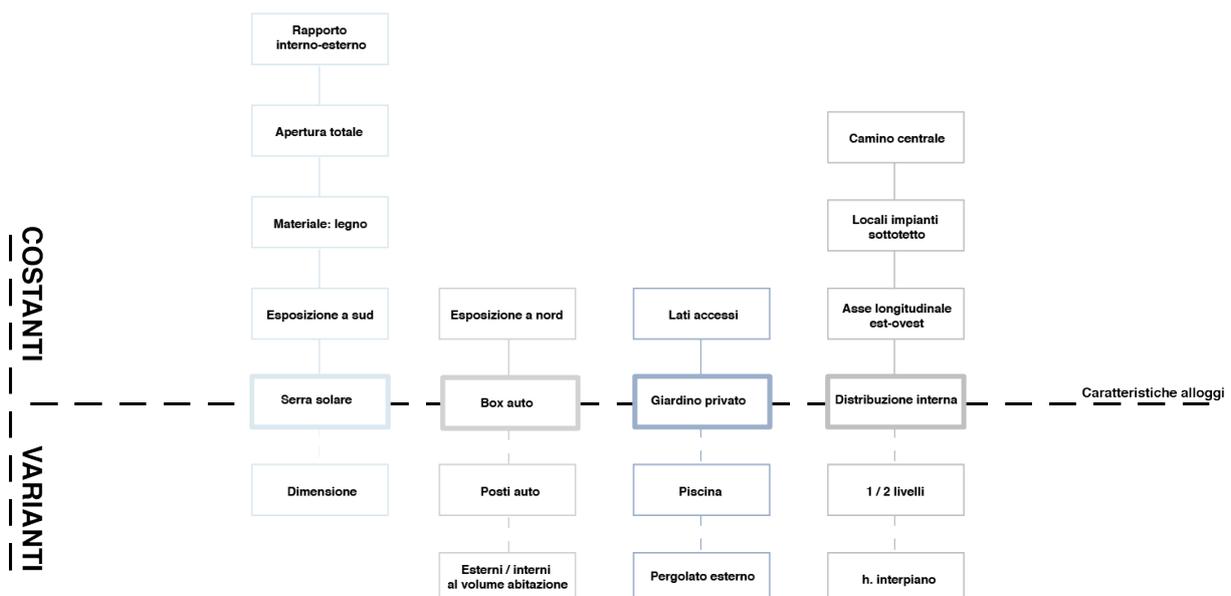
-la presenza di un **giardino privato** per massimizzare i vantaggi del vivere al di fuori della città, immersi nel verde, dove si può godere di aria non inquinata e si può esaltare il rapporto tra l'interno e l'esterno;

-la presenza di **impianti fotovoltaici** e **solari termici** per poter auspicare alla massima capacità di autoconsumo con fonti di energia rinnovabile e, di conseguenza, ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>;

Gli impianti considerati potenzialmente creeranno un vantaggio economico per il futuro proprietario e un incentivo alla costruzione da parte di un investitore, data la sempre più attuale richiesta di case efficienti dal punto di vista energetico e la presenza di incentivi fiscali che permettono un notevole risparmio relativo ai costi di installazione;

-l'**orientamento longitudinale** sull'asse **est-ovest** in modo da garantire una maggiore superficie di falda disponibile per la captazione degli impianti ad energia rinnovabile solare durante la giornata;

-la distribuzione interna caratterizzata da **open space** per **cucina e zona living**, entrambe collegate all'esterno sull'asse longitudinale in modo da poter espandere la superficie abitabile durante i periodi più caldi.



Schema 2 - costanti e varianti delle caratteristiche principali degli alloggi residenziali di progetto

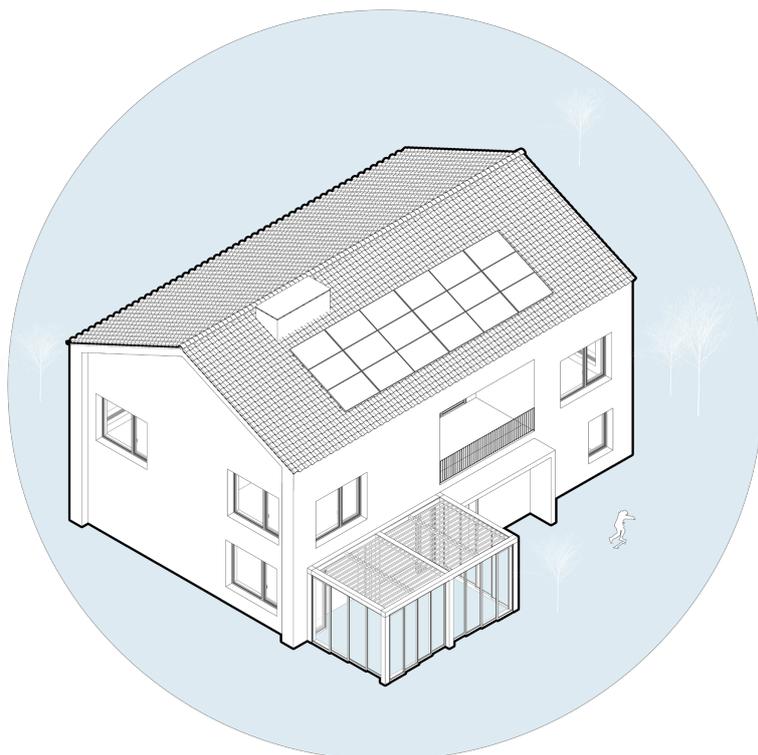


Figura 6 - tipologia 1 - alloggio unifamiliare (L1, L9, L10, L11, L12, L18)

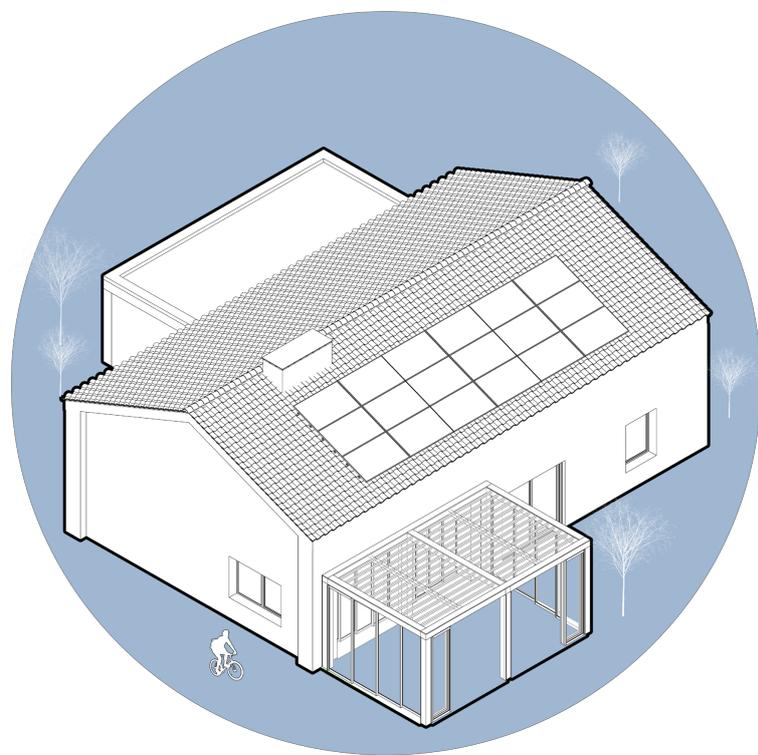


Figura 7 - tipologia 2 - alloggio unifamiliare (L8, L7, L6, L5, L4, L3, L2)

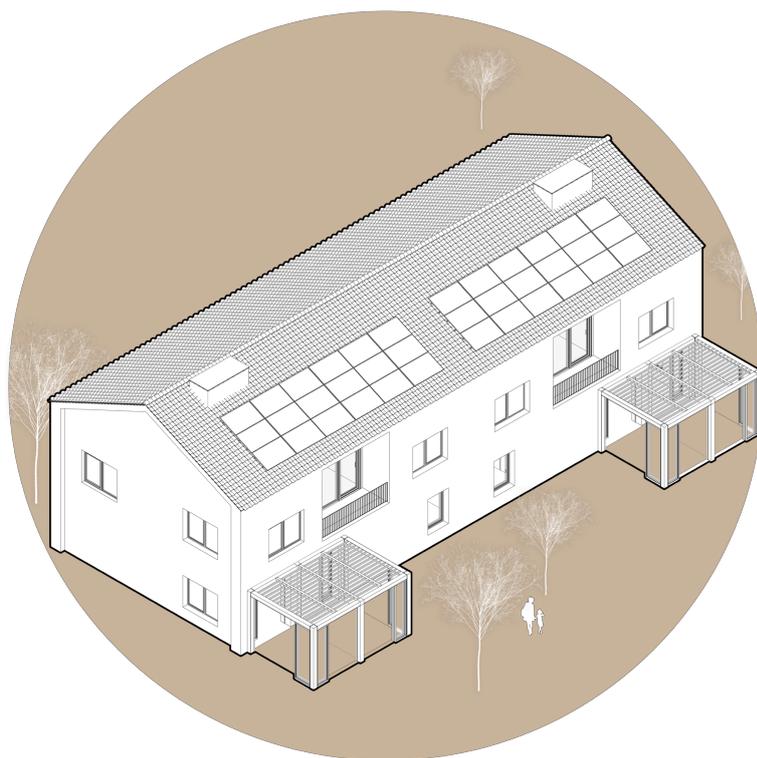


Figura 8 - tipologia 3 - alloggio bifamiliare (L16, L17)

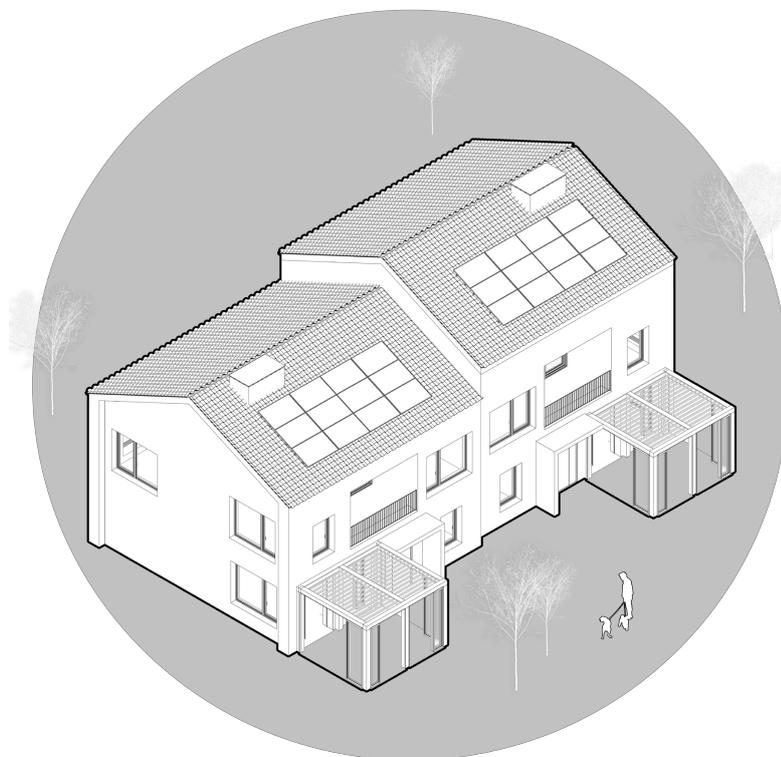


Figura 9 - tipologia 4 - alloggio bifamiliare (L13, L14, L15, L19, L20, L21, L22, L23, L24)

Ulteriore costante progettuale sono i **materiali** utilizzati.

La scelta dei materiali si pone in primis la volontà di **minimizzare la filiera produttiva, ridurre l'inquinamento** generato dal trasporto e incentivare l'utilizzo dei **materiali locali** in accordo con la tradizione del luogo (*Figura 10*).

Per la realizzazione delle diverse tipologie abitative sono state utilizzate, infatti, strutture in calcestruzzo armato, in quanto la disponibilità di legno è ridotta nel territorio marchigiano, mentre l'acciaio sarebbe dovuto essere importato al di fuori dei confini nazionali.

Si è prediletta, pertanto, una soluzione costruttiva e tecnologica più tradizionale, sfruttando la vicinanza delle cave per il **calcestruzzo** e delle fornaci per il **laterizio**.

Quest'ultima combinazione potrebbe risultare, a primo impatto, non una soluzione improntata alla sostenibilità, ma che, se contestualizzata può garantire risparmi in termini di emissioni totali legate all'intero ciclo di vita e delle prestazioni in grado di soddisfare le contemporanee esigenze di comfort e di efficienza energetica.

Il progetto vuole dichiaratamente seguire la **tradizione costruttiva locale**, proponendo un nucleo centrale formato da un volume a falde in accordo con la zona climatica e per il posizionamento dei pannelli solari e fotovoltaici, a cui vengono accostati uno e più volumi dalla morfologia contemporanea sia per uso dei materiali che per la scelta di una copertura piana.

In primo luogo, per la **serra solare**, che caratterizza ogni singola tipologia proposta all'interno del masterplan, si è utilizzato **legno** e **vetro** affinché fosse facilitato l'immagazzinamento del calore durante le ore diurne nei periodi freddi e sfruttato al massimo le capacità termiche di tali materiali.

Le quantità di questi materiali di importazione, però, poco incidono rispetto alle quantità utilizzate per l'involucro dell'abitazione e del box bauto, e quindi possono essere considerate quasi trascurabili e pressochè insostituibili.

Per quanto riguarda le **finiture esterne** la scelta è ricaduta principalmente su **intonaco e pietre in arenaria** (*Figura 11 e 12*) tipiche della zona.

L'intonaco bianco, in particolare, è stato applicato alla maggior parte della superficie esterna, nei prospetti nord e sud, seguendo le soluzioni proposte dal PRG, per ridurre i costi di costruzione e per porre particolare attenzione a mantenere un elevato valore di albedo, in grado di riflettere la maggior parte delle radiazioni solari per evitare l'effetto isola di calore.

Al contrario, per i prospetti est ed ovest del nucleo centrale, caratterizzati da un'estensione superficiale minore rispetto a quelli nord e sud, è stata utilizzata la pietra locale in arenaria, in grado anche essa di mantenere buoni livelli di albedo, garantire un'alta prestazione massiva grazie all'elevata inerzia termica e in grado di offrire un risultato estetico appagante e in accordo con tecniche costruttive locali.

Infine, sono state utilizzate **pietre arenarie** (*Figura 13 e 14*) per rivestire la struttura il calcestruzzo armato che costituisce le recinzioni dei singoli lotti insieme a dei parapetti in **acciaio**.



1 | Area di progetto (Cupramontana, AN)

2 | “Cerioni infissi e porte” - Fornitura e lavorazione **legno** proveniente dagli Appennini marchigiani (Cupramontana, AN)

*Distanza fornitore dall’area di progetto: 0.1 km*

*Distanza di fonte dall’area di progetto: 46.0 km*

3 | “Fratelli Medici e Marino” - Estrazione e lavorazione **pietra arenaria** (Cupramontana, AN)

*Distanza dall’area di progetto: 7.0 km*

4 | “A.Ce.Ma.T. srl” - Estrazione e lavorazione **calcestruzzo** (Serra San Quirico, AN)

*Distanza dall’area di progetto: 10.7 km*

5 | “Smorlesi Gaetana Cecilia & C. S.P.A.” - Produzione **laterizi** (Montecassiano, MC)

*Distanza dall’area di progetto: 45.9 km*

*Figura 10 - fornitori di materiali nelle Marche. Viene indicata con il numero 1 l’area di progetto come riportato in legenda*

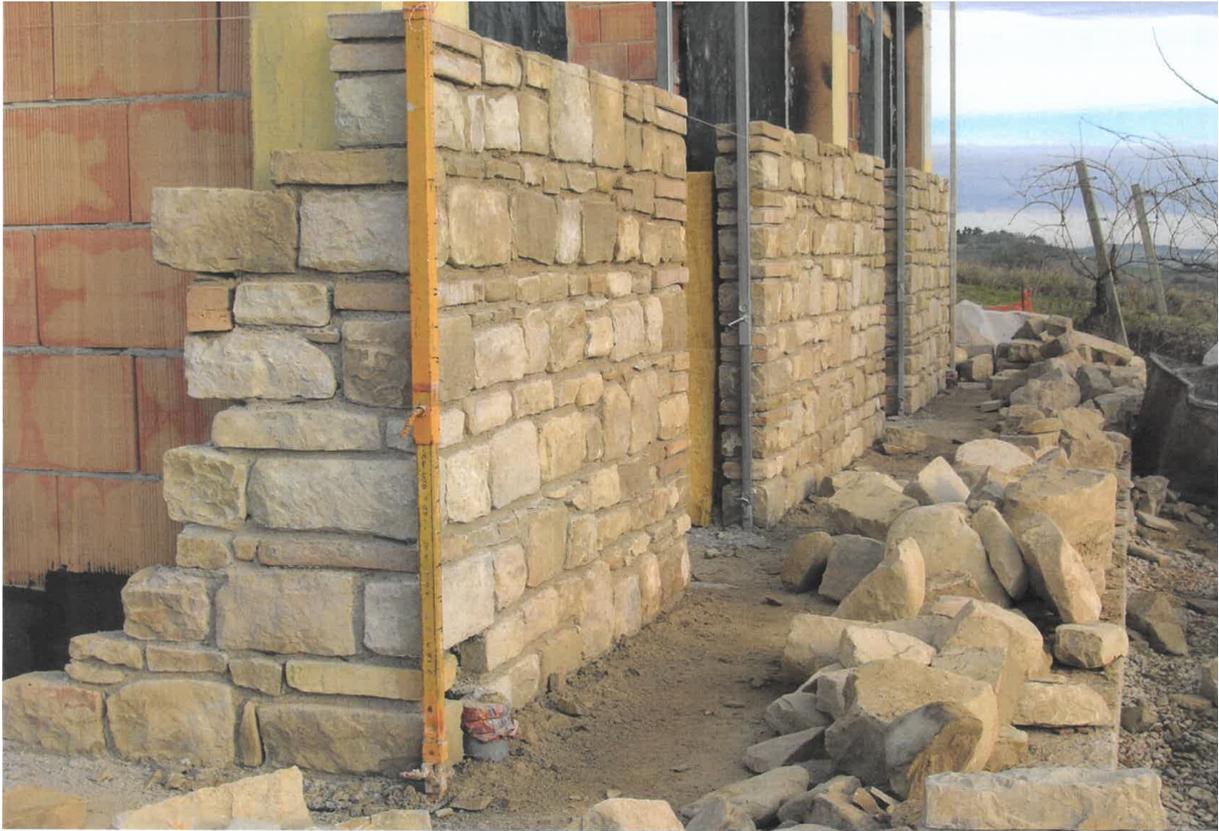


Figure 11 e 12 - esempi di costruzione con materiali locali: prospetti con pietra arenaria



*Figura 13 -14 - esempi di costruzione con materiali locali: esempi di rivestimento dei muri di confine con pietra arenaria*

# 1. Il quartiere

## 1.3 Le aree pubbliche

Il progetto mira inoltre a dare la dovuta importanza agli spazi relativi all'**urbanizzazione secondaria**, troppo spesso marginalizzati in simili contesti.

Le **due aree pubbliche** presenti nel piano di lottizzazione, infatti, sono state approfondite e studiate affinché venisse coniugata l'identità del territorio con la valorizzazione delle risorse esistenti per produrre spazi che siano sia funzionali al lotto che di piacevole gusto estetico.

Il primo spazio, più piccolo e centrale del progetto è stato destinato a luogo d'incontro dell'insediamento, alternando aree verdi e superfici drenanti per andare a creare un fulcro pubblico centrale per il *loisir* con sedute, zone d'ombra e specie arboree autotone caducifoglie in grado di permettere l'adeguato ombreggiamento estivo e garantire l'ingresso dei raggi solari durante i periodi invernali.

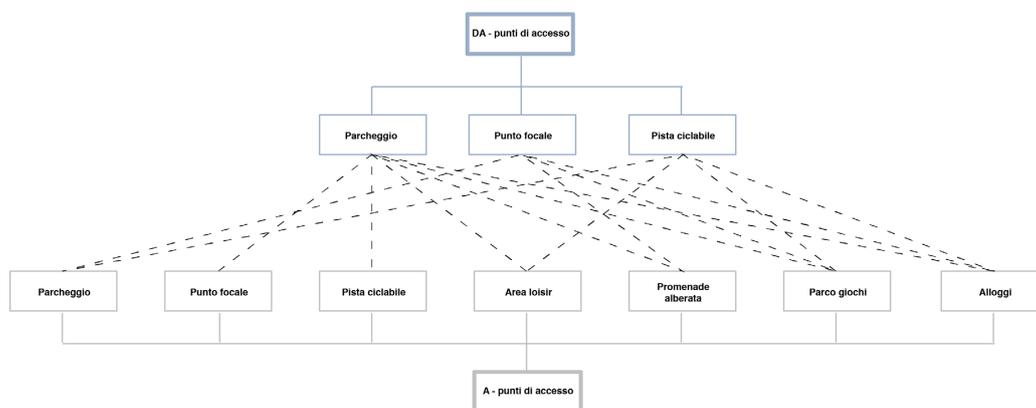
Lo stesso principio è stato poi ripreso per la seconda area verde costituente il piano, posizionata a sud, di superficie molto maggiore e con l'estensione fortemente longitudinale nell'asse est-ovest.

Il primo passaggio dell'*iter* progettuale è stata l'analisi del sito che ha evidenziato degli assi principali che caratterizzano sia l'area di intervento che che la preesistente viabilità che ha implicato tracciati molto geometrici, paralleli e perpendicolari tra loro, che si sovrappongono a quelli principali. In questo modo si è riusciti ad ottenere un disegno piuttosto integrato, coerente alla planimetria complessiva.

Alla base vi è stata la volontà di creare differenti spazi, connotati da disegni e vegetazione differente che caratterizzassero tale parco. Questi spazi, che verranno descritti successivamente nello specifico, sono collegati mediante percorsi, i cosiddetti **greenway**.

Le greenway sono un sistema di percorsi dedicati alla circolazione dolce, pedonale o ciclabile, in modo tale da connettere le differenti aree di interesse.

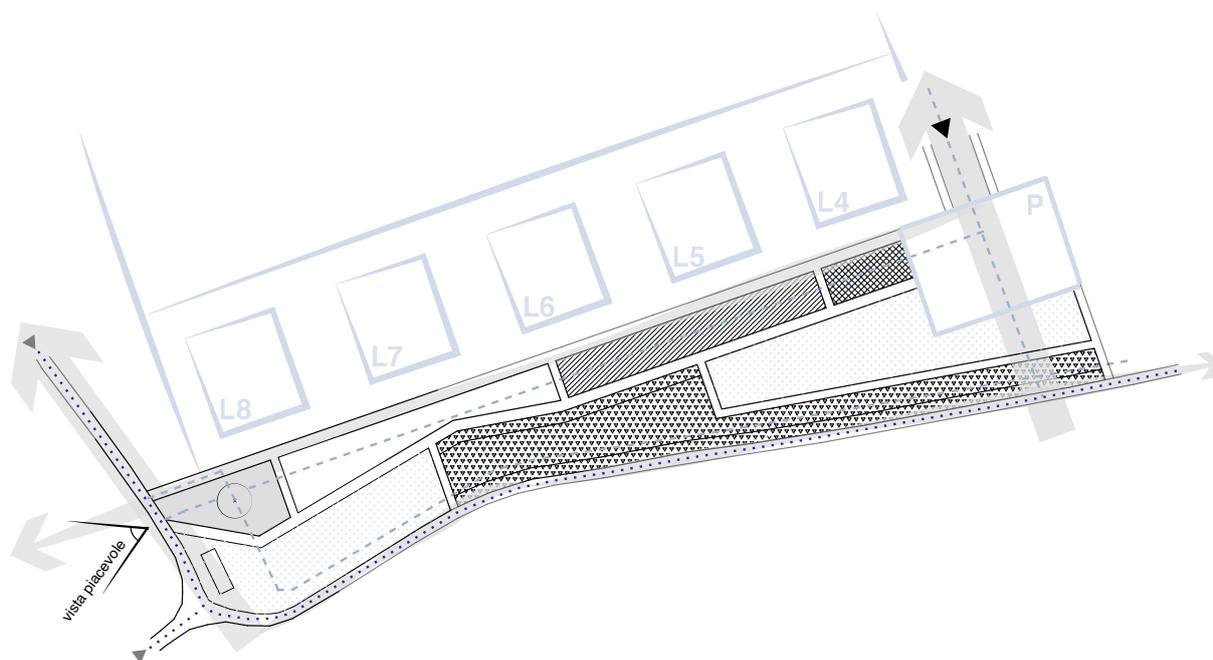
Tale sistema a rete, quindi, è stato così individuato (*Schema 1*):



Schema 1 - schema per l'individuazione dei percorsi all'interno del sito di progetto

Viene, quindi, predisposta una rete di percorsi ciclabili, per un'ulteriore promozione della mobilità sostenibile, nelle strade preesistenti posizionate a sud e ad ovest della lottizzazione, in modo da permettere ai cittadini di raggiungere i servizi in maniera agevole, sicura e rispettosa dell'ambiente.

È stato anche ripensato il parcheggio pubblico già esistente nella lottizzazione. Questo sarà coperto da strutture in legno. Al di sopra di quest'ultime saranno posizionati pannelli fotovoltaici in grado di generare energie per le sottostanti colonnine di ricarica per le auto elettriche che a loro volta incentiveranno una mobilità volta sempre più alla sostenibilità.



- P** Parcheggio
- L8** Residenze
- ▲ Ingresso carrabile
- ▲ Ingresso pedonale
- Greenway
- ..... Pista ciclabile

Figura 2 - schema concettuale parco sud-est

Vengono identificati, così, diversi episodi verdi che si diversificano a seconda della dimensione, delle intrinseche caratteristiche, della funzione e dell'aspetto estetico.

In questa area verde la vegetazione assume un ruolo di assoluta rilevanza e la conseguente scelta delle essenze è dovuta, in *primis*, alla consultazione del PRG con le specifiche alberature che possono essere utilizzate (*Tabella 1*).

La strategia perseguita è stata quella di mantenere **specie autoctone** in modo tale da "conservare" e continuare sulla linea impostata dal paesaggio tradizionale e anche per una maggiore resistenza di queste alle condizioni climatiche marchigiane.

La scelta è ricaduta, per la maggiore, per una vegetazione caduca che produce, quindi, ombra nel periodo estivo e, al contrario, fa penetrare i raggi solari, necessari al riscaldamento naturale nel periodo invernale e autunnale.

Specie	Nome volgare	Altezza massima (m)	Apparato fogliame	Portamento	Colore fogliame	Fioritura	Profumo
Juglans regia	Noce	20	caduco	arrotondato	verde chiaro	si	no
Carpinus betulus 'fastigiato'	Carpino	15	caduco	fastigiato	verde brillante	no	no
Prunus avium	Ciliegio selvatico	20	caduco	arrotondato	verde scuro	si	no
Rosa canina	Rosa selvatica	2	caduco	arbustivo - cespuglioso	verde brillante	si	si
Cytisus scoparius	Ginestra	2	caduco	arbustivo - cespuglioso	verde scuro	si	no
Cornus Alba	Corniolo sanguinello	3	caduco	tondeggianti	verde glauco	no	no
Prunus spinosa	Prugnolo	3	caduco	arbustivo - cespuglioso	verde - rosso - bruno	si	si
Ziziphus jujub	Giuggiolo	4	caduco	piramidale - cespuglioso	verde intenso	si	si
Ulmus glabra	Olmo campestre	20	caduco	esteso	verde scuro	si	no
Acer campestre	Acero campestre	10	caduco	ovoidale	verde scuro	no	no
Tillia cordata 'erecta'	Tiglio	20	caduco	colonnare	verde brillante	si	no

Tabella 1 - caratteristiche essenziali della vegetazione utilizzata nel progetto

È mediante l'uso delle alberature, degli arbusti e delle piante ornamentali che si sono definite le diverse *sottoaree* e le relative sensazioni di spazio desiderate (*Figura 3*). Ogni spazio, quindi, è definito dalla vegetazione che fa da 'chiusura' mediante specifici tronchi e fogliame. In generale, durante la progettazione del parco si sono volute mantenere costanti alcuni principi e volontà come la leggibilità immediata degli spazi, per poter dare ad ognuno di questi un senso e una certa riconoscibilità, e, al contempo, anche complessità e diversità andando a differenziare funzioni specifiche affinché si possano coinvolgere i residenti a 360 gradi. Gli spazi verdi saranno, poi, in grado di garantire un'elevata qualità dell'aria esterna, grazie alla presenza elevata di alberature, in grado di assorbire grandi quantità di CO<sub>2</sub> e di mitigare il clima, in collaborazione con le colorazioni degli edifici chiare, caratterizzate principalmente da intonaco bianco, per contribuire ad un elevato valore di albedo, in grado di riflettere le radiazioni solari.

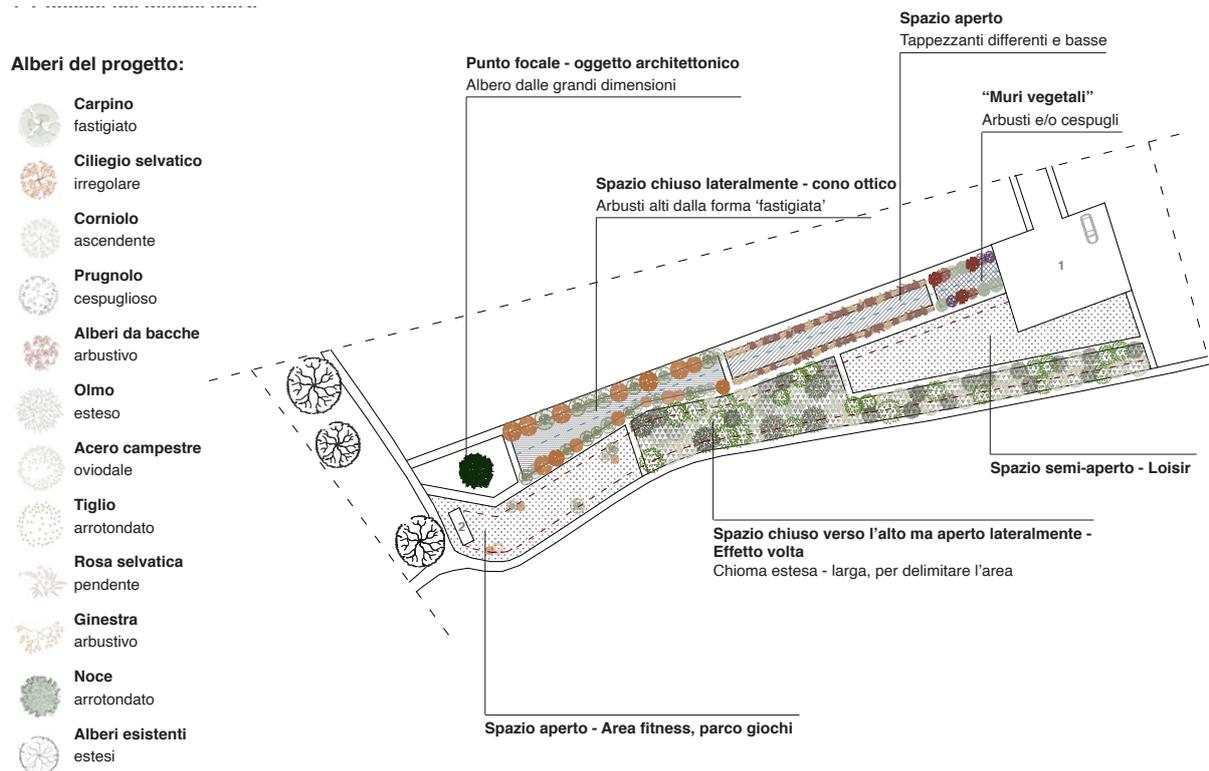


Figura 3 - schema concettuale parco sud-est con specifica vegetazione per ciascuna sottoarea

Nello specifico, abbiamo:

### Sottoarea 1

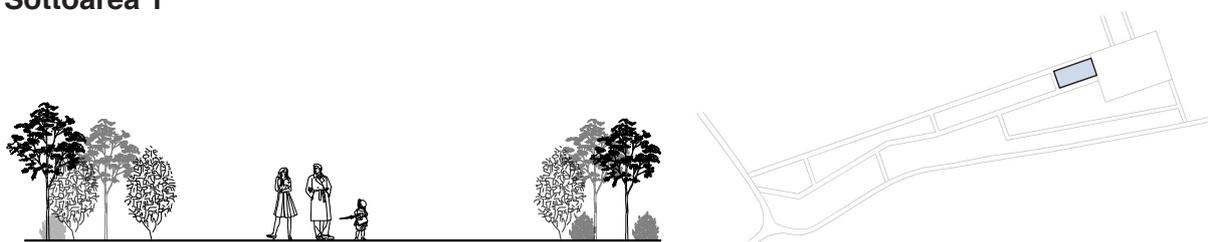


Figura 4 - i 'muri vegetali' creati dalla vegetazione

Quest'area è caratterizzata da 'muri vegetali', nello specifico vi è vegetazione dal portamento **cespuglioso - arbustivo**, che hanno la funzione di indirizzare il percorso e i relativi fruitori verso la *promenade* che giungerà al punto focale del parco (Figura 4).

Qui, le specie arboree adottate sono:

- **Corniola sanguinello**
- **Prugnolo**
- **Giuggiolo**

## Sottoarea 2

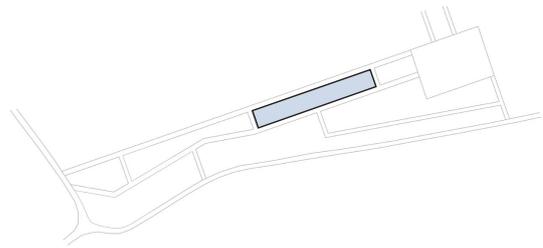


Figura 5 - spazio aperto / tappezzanti basse

Questo è considerato uno *spazio aperto* data la presenza di **tappezzanti basse** differenti, posti, anche per quest'area ai due lati, in modo tale da continuare il percorso verso il punto focale (Figura 5).

Qui, le specie arboree adottate sono:

- **Rosa selvatica**
- **Ginestra**

## Sottoarea 3

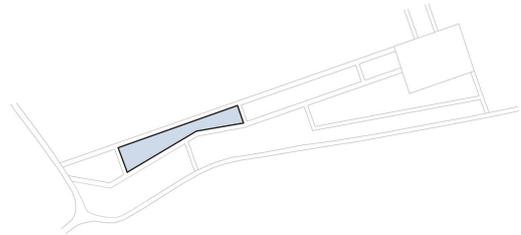
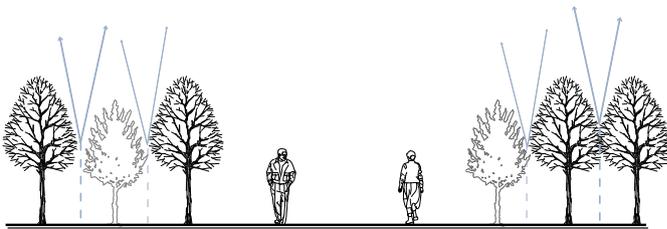


Figura 6 - spazio aperto verso l'alto

La *sottoarea 3* è caratterizzata dalla presenza di **arbusti alti e caduci** che creano uno *spazio chiuso* lateralmente creando così un cono ottico verso l'alto (Figura 6). Per poter creare questo effetto, è prediletta una morfologia del materiale vegetale scelto del tipo 'fastigiata'

Qui, le specie arboree adottate sono:

- **Carpino**
- **Ciliegio selvatico**

## Sottoarea 4

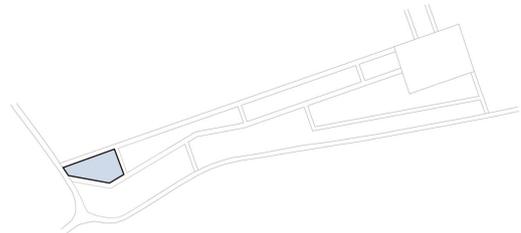
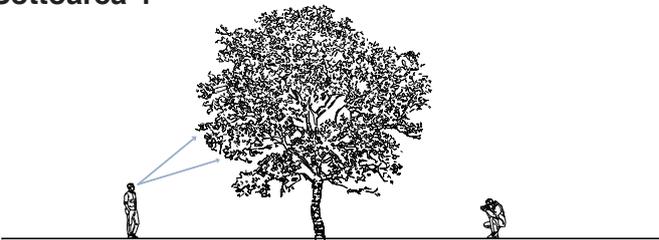


Figura 7 - il grande noce diviene il 'punto focale' del parco

La *sottoarea 4* ha al suo interno quello che consideriamo il punto focale del parco, fulcro della nostra composizione, l'**oggetto architettonico**, ovvero un imponente noce caratterizzato sullo sfondo dal centro cittadino del paese e dalla catena montuosa degli appennini (Figura 7)

Qui la specie arborea adottata, appunto, è:

- **Noce**

## Sottoarea 5

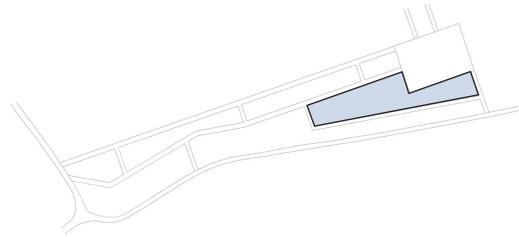


Figura 8 - spazio semiaperto

La *sottoarea 5* è pensato come uno **spazio semi-aperto** per il *loisir* e per favorire la dimensione sociale per tutti i cittadini (Figura 8).

La vegetazione sarà bassa, prato, o dal portamento arbustivo - cespuglioso.

## Sottoarea 6

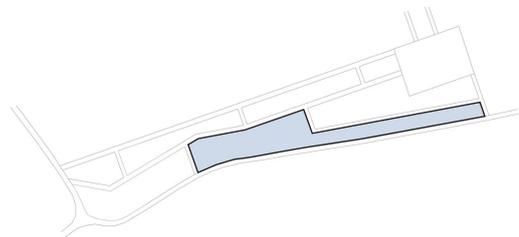
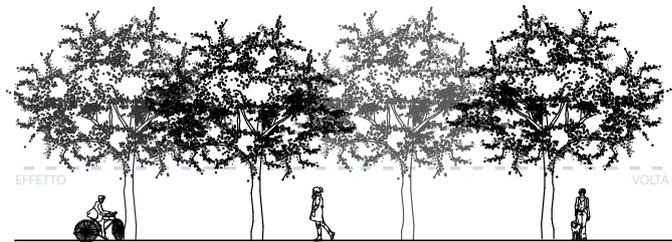


Figura 9 - spazio chiuso verso l'alto ma aperto lateralmente

La *sottoarea 6* è caratterizzata da una fitta presenza di **alberature dalle grandi dimensioni** che garantisce una vasta zona d'ombra nei periodi caldi, grazie alla chioma larga ed estesa che caratterizza le alberature posizionate. Si, crea, quindi, uno *spazio chiuso* limitando la vista verso l'alto attraverso la massa fogliare e i rami che mediante la loro morfologia creano delle 'volte' o dei 'soffitti vegetali' (Figura 9).

Tali specie permettono di garantire una certa 'intimità', *privacy*, ritenuta indispensabile, affinché non si corra il rischio di violare quella delicata e fondamentale 'sfera personale' di ogni singolo residente e per potergli garantire la scelta tra l'interazione sociale e la riservatezza. Questa area funge anche da delimitazione dell'intero lotto.

Qui, le specie arboree adottate sono:

- **Olmo**
- **Acero campestre**
- **Tiglio**

## Sottoarea 7

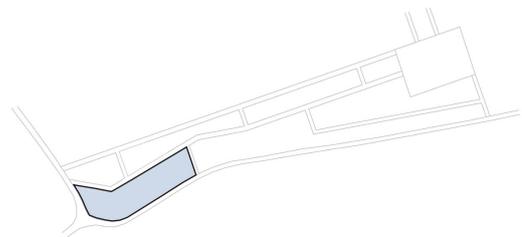
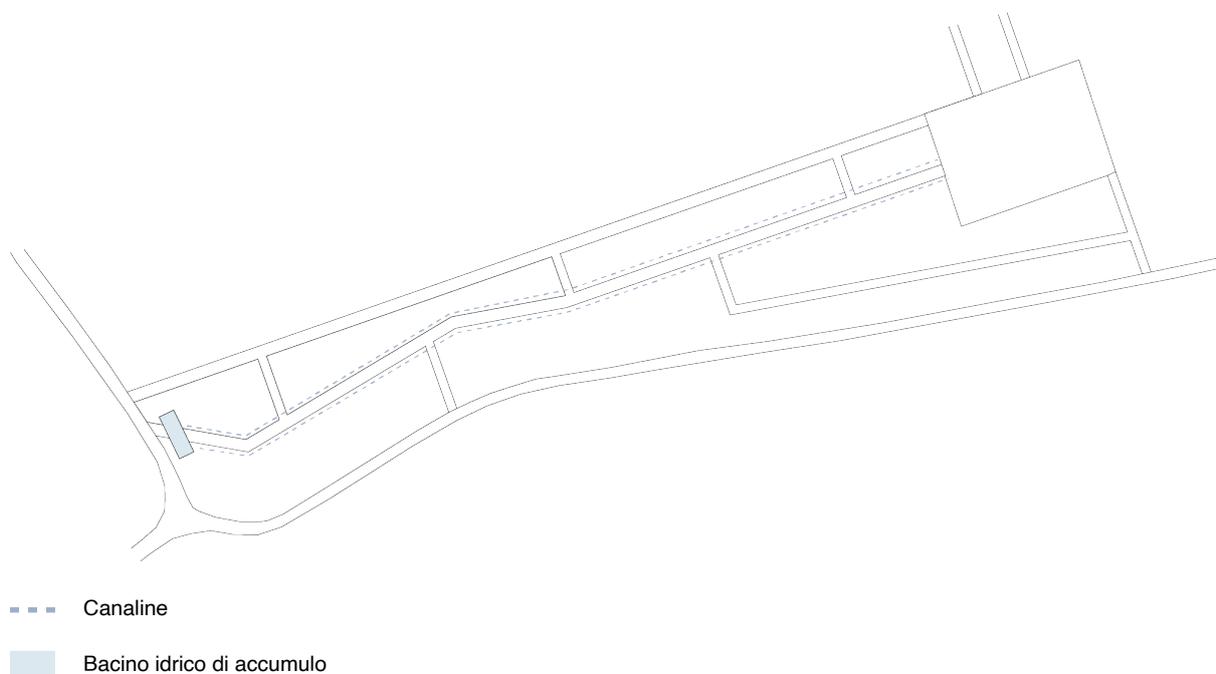


Figura 10 - spazio aperto

La *sottoarea 7* è pensata come *spazio aperto* con vegetazione bassa, caratterizzato da una pendenza ridotta, che favorisce la collocazione di un parco giochi e un'area fitness per incentivare la socialità e il benessere della cittadinanza (Figura 10).

A conclusione della progettazione del medesimo parco, sono state pensate anche canaline vegetate per lo scolo delle acque che seguono la pendenza dell'orografia fino a giungere ad un bacino di accumulo ove verranno convogliate le acque reflue (*Figura 11*).



*Figura 11 - schema concettuale parco sud-est, individuazione delle canaline vegetate e bacino di accumulo per la gestione delle acque*

In posizione piuttosto centrale della lottizzazione troviamo una seconda area pubblica rappresentata da una **piazza**.

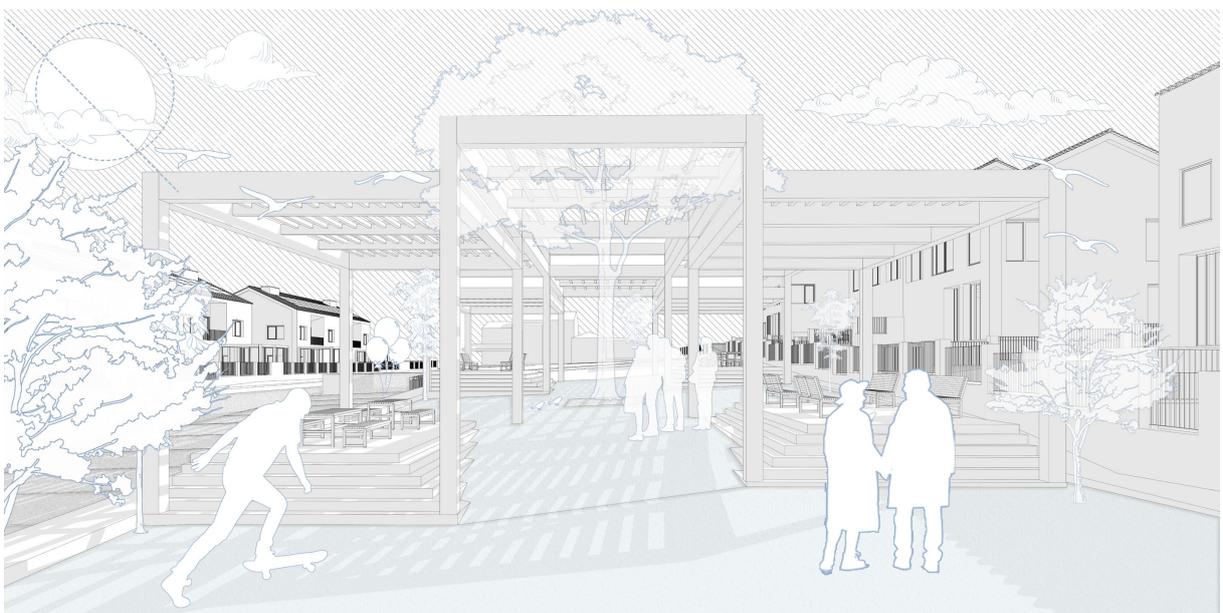
Questa è, a sua volta caratterizzata da patii rialzati (*Figura 12*) che sono funzionali alla livellazione del terreno in pendenza e da una pavimentazione drenate usufruibili anche in caso di pioggia.

La piazza è semicoperta da pergolati in legno che offrono zone d'ombra differenti a seconda dei diversi interassi dei listelli in copertura.

Ancora una volta inseriamo un oggetto architettonico, il punto focale della piazza, delineato da un albero di noce (*Figura 13*).



*Figura 12 - patii rialzati con al di sopra sedute, data: 21 marzo, ore 10.00*



*Figura 13 - il grande albero di noce come punto focale della piazza, data: 21 marzo, ore 10.00*

Qui di seguito verranno riportate alcune viste delle lottizzazioni, individuabili nel masterplan di *Figura 5* del medesimo paragrafo.



*Figura 14 - piazza pubblica. Vista 1 individuabile nel masterplan di Figura 5 del medesimo paragrafo, data: 21 giugno, ore 16.00*



*Figura 15 - parco sud-est. Vista 2 individuabile nel masterplan di Figura 5 del medesimo paragrafo, data: 21 giugno, ore 16.00*



Figura 16 - insediamento. Vista 3 individuabile nel masterplan di Figura 5 del medesimo paragrafo, data: 21 dicembre, ore 12.00



Figura 17 - ingresso. Vista 4 individuabile nel masterplan di Figura 5 del medesimo paragrafo, data: 23 settembre, ore 12.00

## 2. Progetto tipologia unifamiliare come modello di riferimento per l'insediamento

### 2.1 Layout

A seguito del disegno complessivo della lottizzazione, la nostra intenzione è quella di entrare nello specifico approfondendo una singola tipologia residenziale.

In particolare, l'alloggio unifamiliare del lotto 8 (*Figura 1*) diverrà il modello di riferimento per tutte le altre tipologie presenti nell'insediamento di quartiere che, come dimostrato nel paragrafo precedente, seguono regole di composizione stabilite.

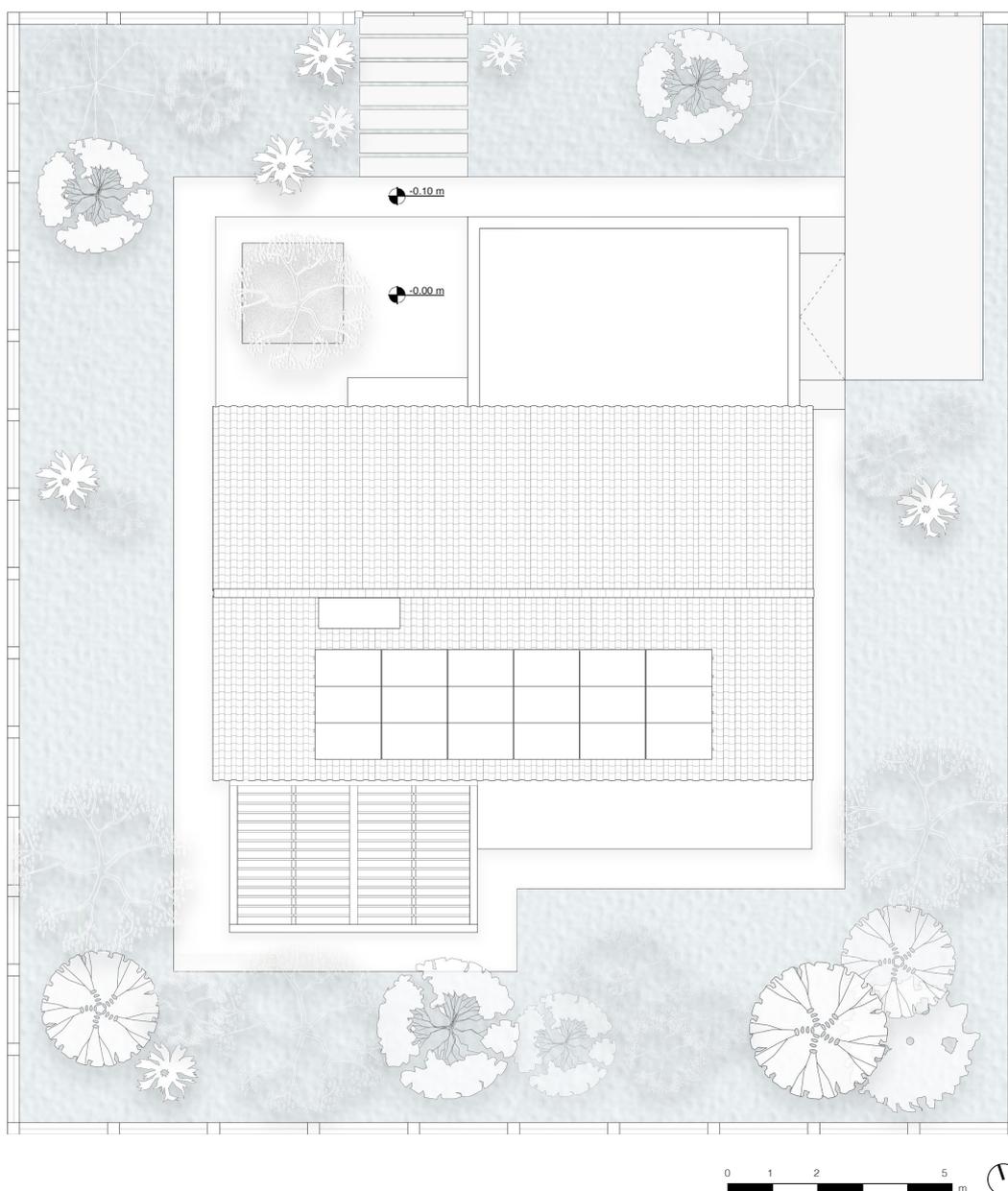
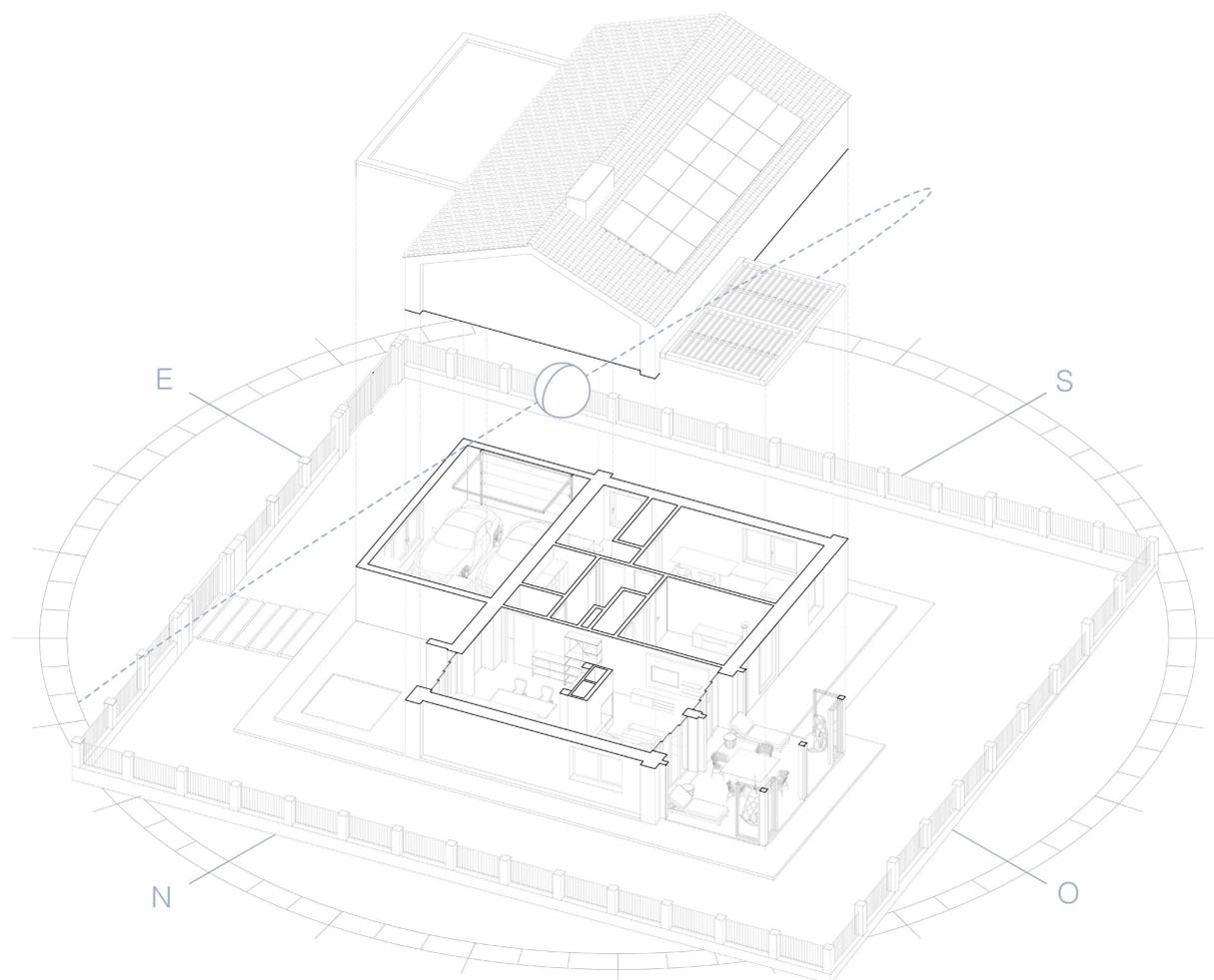


Figura 1 - pianta delle coperture alloggio disposto nel lotto 8

Abbiamo, quindi, realizzato un alloggio di circa 150 m<sup>2</sup> netti compresi di serra solare e box auto privato.

Una corretta esposizione degli ambienti (*Figura 2*) è stata fondamentale per sfruttare al meglio l'apporto solare e per garantire comfort termico, l'illuminazione naturale per ottimizzare il comfort visivo e la ventilazione naturale per ridurre i consumi di energia.



*Figura 2 - esplosione assometrica in cui sono individuati i diversi ambienti disposti a seconda dell'orientamento ottimale*

Così si è configurato il piano terra (*Figura 3*). Gli ambienti nei quali trascorriamo il maggior numero di ore, durante la presenza della luce naturale diurna, saranno posizionati a sud. In particolare, la **cucina** trova la sua posizione ottimale nell'esposizione nord-ovest e la **zona living** a sud con aperture presenti sia nel prospetto est che ovest.

Tutti quegli ambienti che non necessitano di elevate quantità di luce, come **disimpegno**, **bagni** e **corridoi**, andranno disposti a nord, il lato più freddo dell'edificio, che funge da filtro termico, così da isolare maggiormente gli altri ambienti.

La **zona notte** troverà la sua esposizione ottimale ad est e nord-est per garantire un'ottimale ingresso della luce all'interno del locale nelle prime ore del mattino.

La zona ad ovest, infine, sarà favorevole per ospitare il **soggiorno** e le **zone relax**, per poter sfruttare la luce pomeridiana e del tramonto.

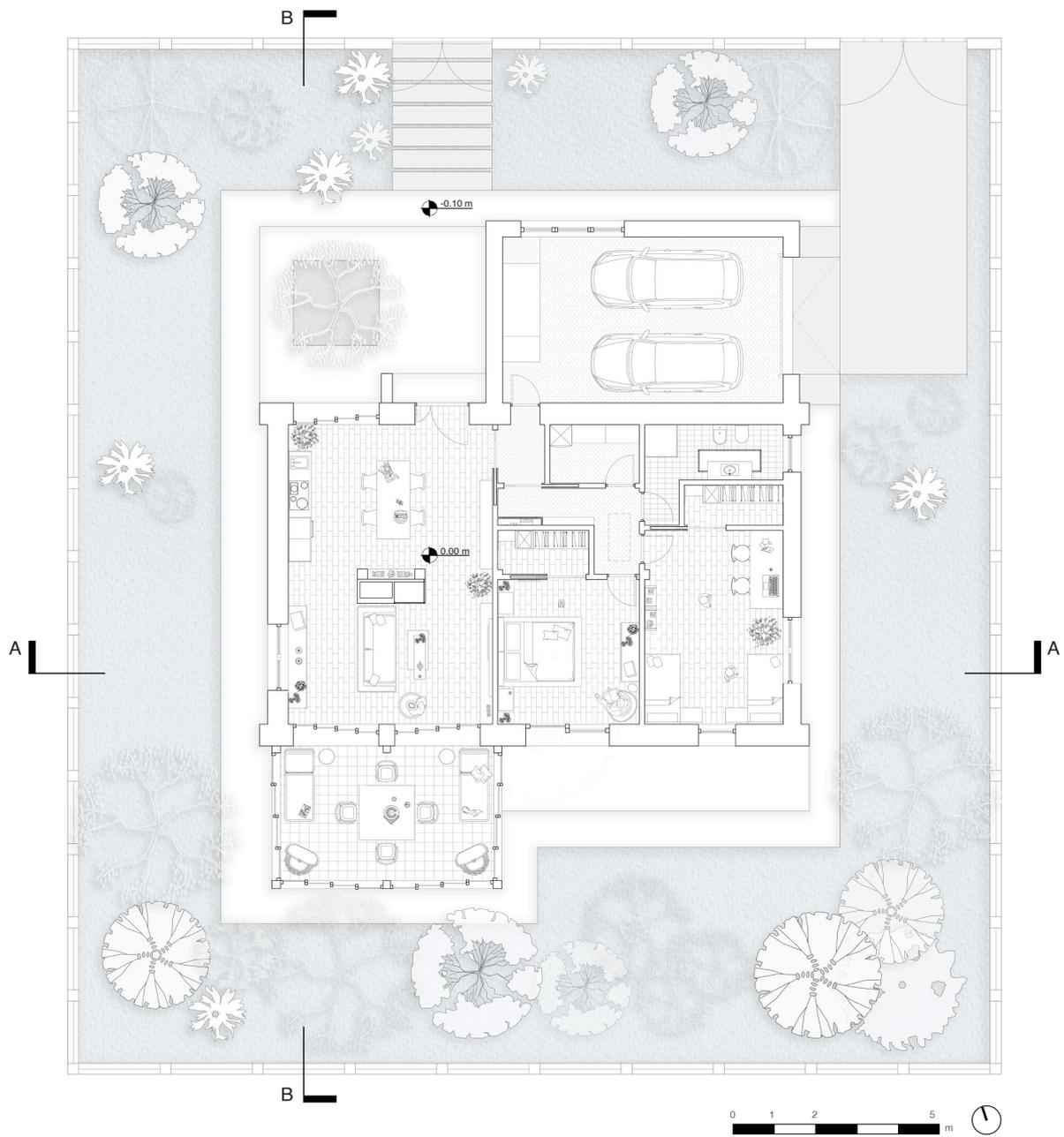


Figura 3 - pianta piano terra

Così, le due **camere da letto**, gli ambienti di servizio come bagno e lavanderia, avranno un'altezza netta di interpiano pari a 3 metri (Figura 4).  
 Al di sopra di tali ambienti, nel sottotetto, (Figura 5) si collocherà un locale tecnico in cui sono disposti tutti gli impianti.

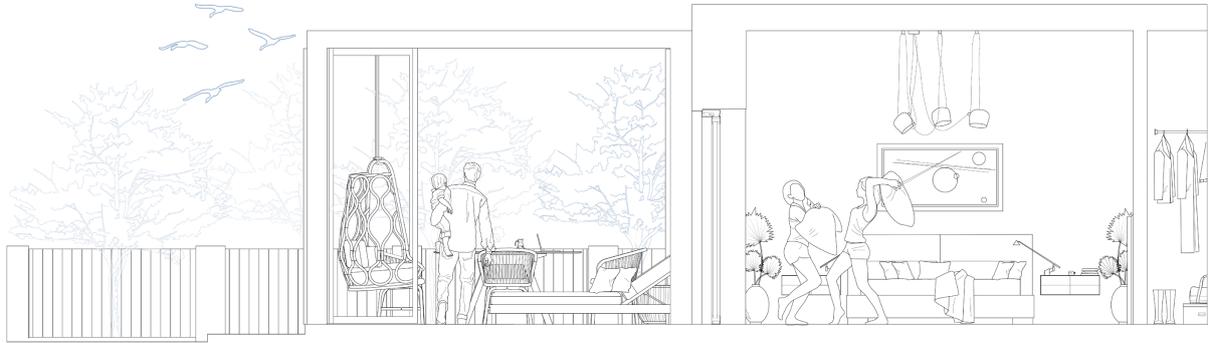


Figura 4 - scenario 1: serra - camera matrimoniale

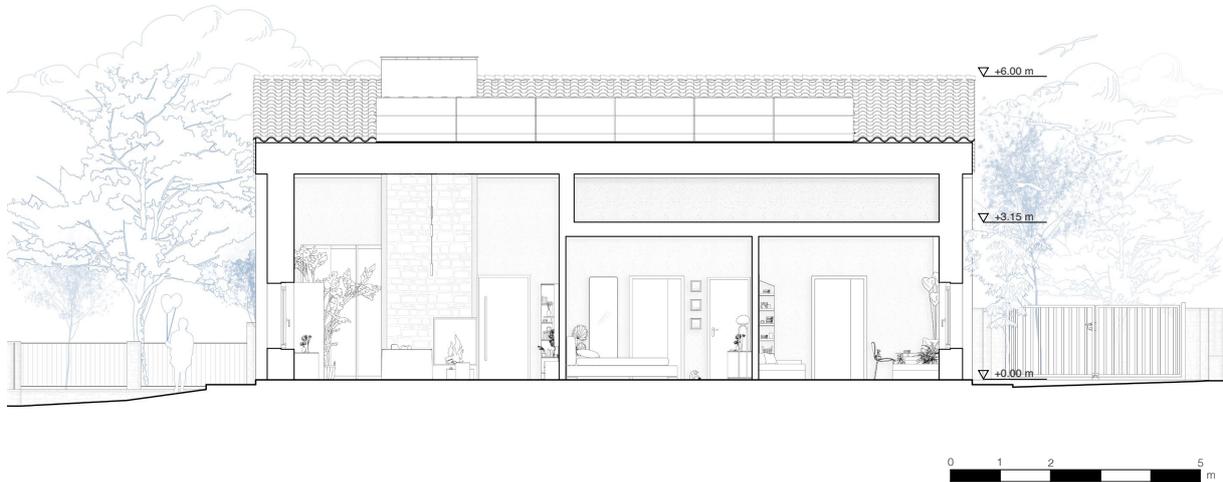


Figura 5 - sezione AA edificio lotto 8. Qui sono ben evidenti la differenza dell'interpiano tra la zona giorno a doppia altezza e la zona notte con interpiano a 3 m e al di sopra il locale tecnico per gli impianti

▽ +6.00 m

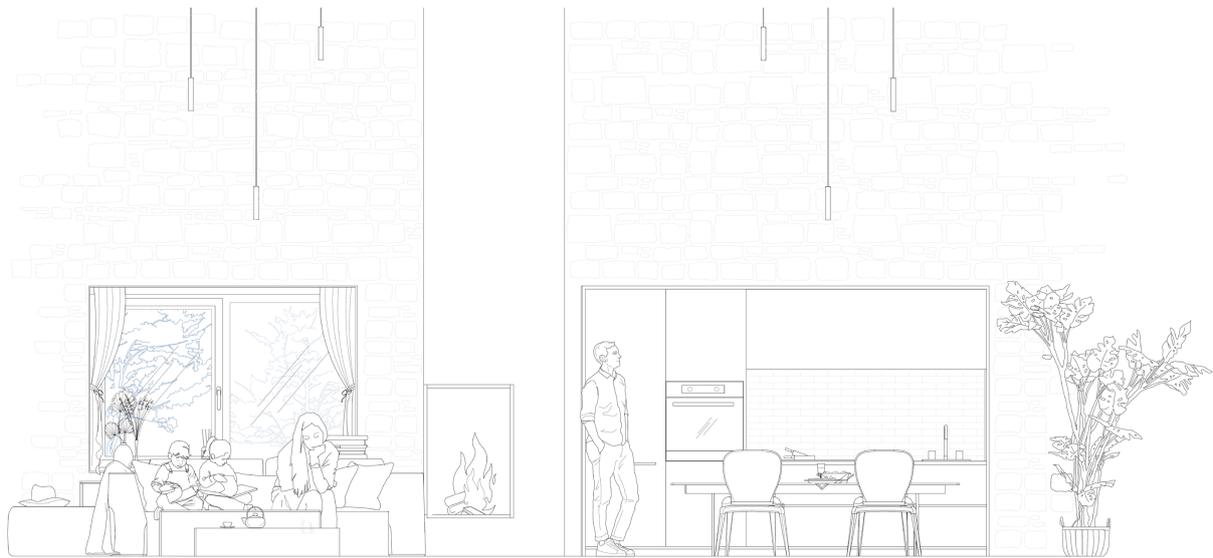


Figura 6 - scenario 2: ambiente open-space / zona living - cucina

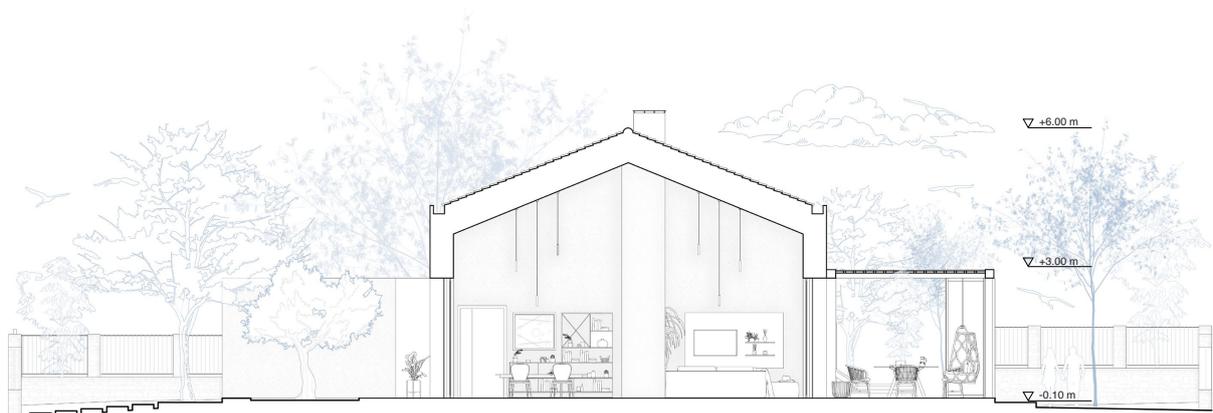


Figura 7 - sezione BB che ben individua la doppia altezza che caratterizza la zona giorno



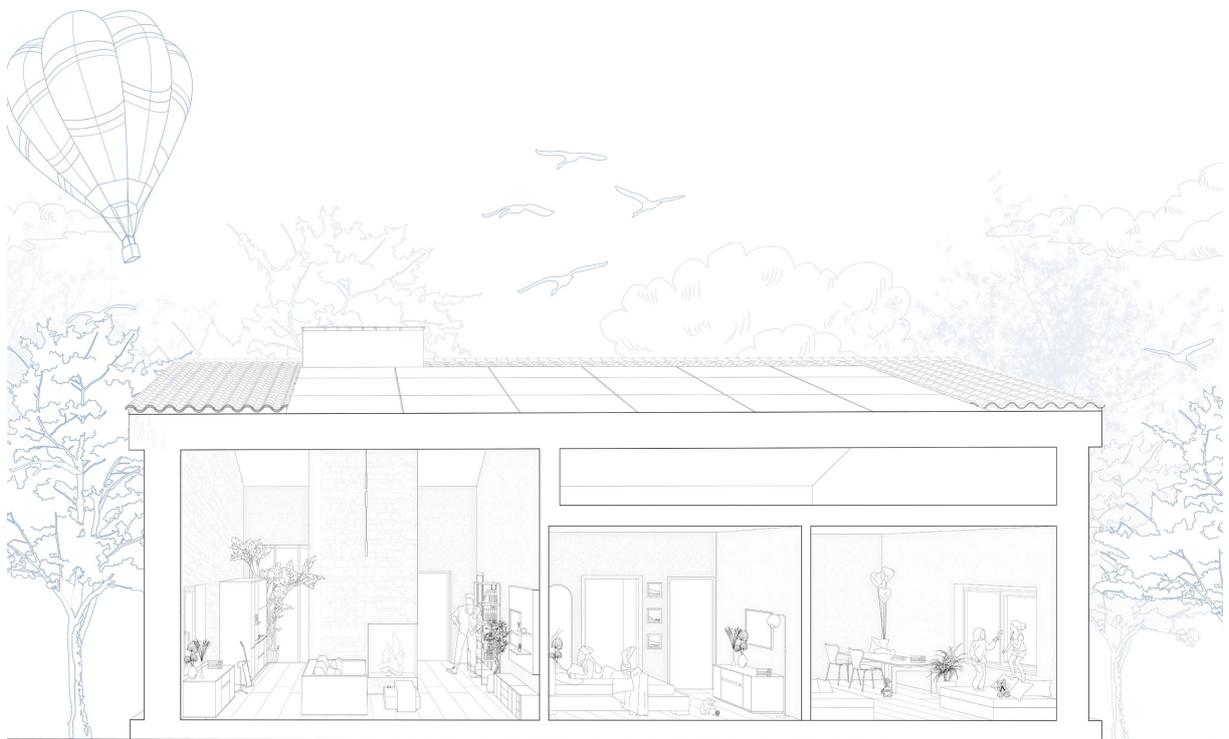


Figura 8 - sezione prospettica open-space, camere da letto e locale tecnico.

Le **finiture esterne** seguono le caratteristiche generali dell'intero insediamento, esplicitate nel paragrafo precedente, con l'alternanza, quindi, di intonaco e pietra arenaria.

In particolare, abbiamo trattato i prospetti dell'edificio in due maniere differenti:

- per i prospetti Nord (Figura 9) e Sud la finitura esterna è l'intonaco bianco;
- per i prospetti Est (Figura 10) ed Ovest la finitura esterna è la pietra arenaria.

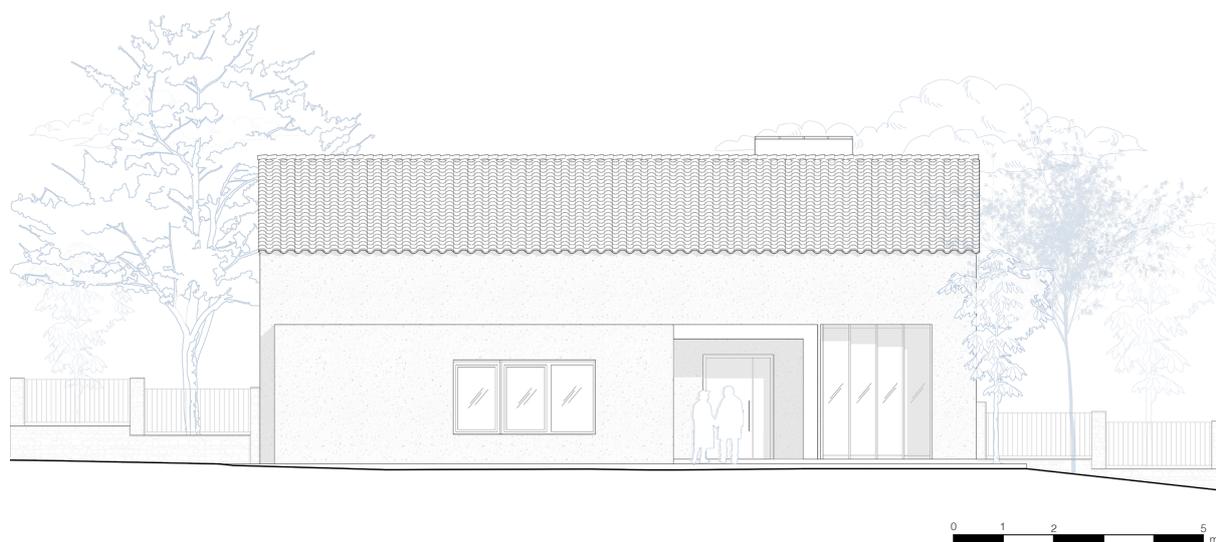


Figura 9 - prospetto nord, intonaco bianco come finitura esterna

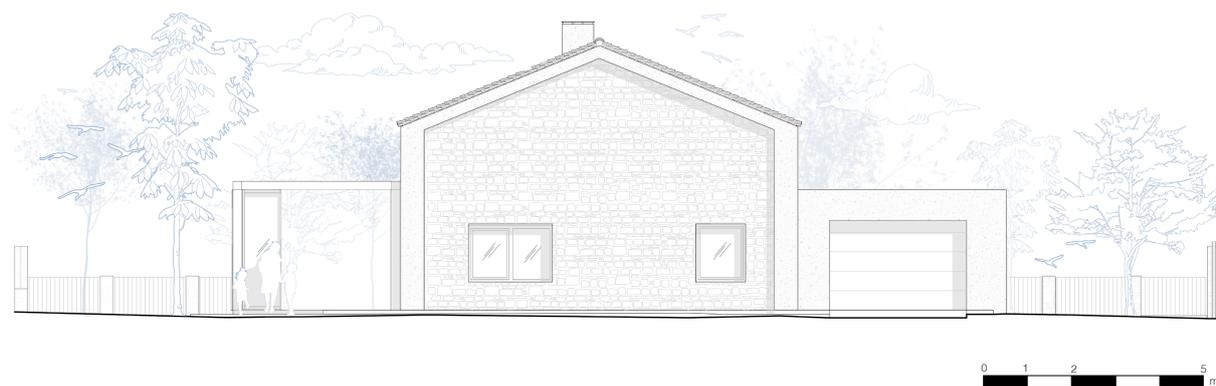
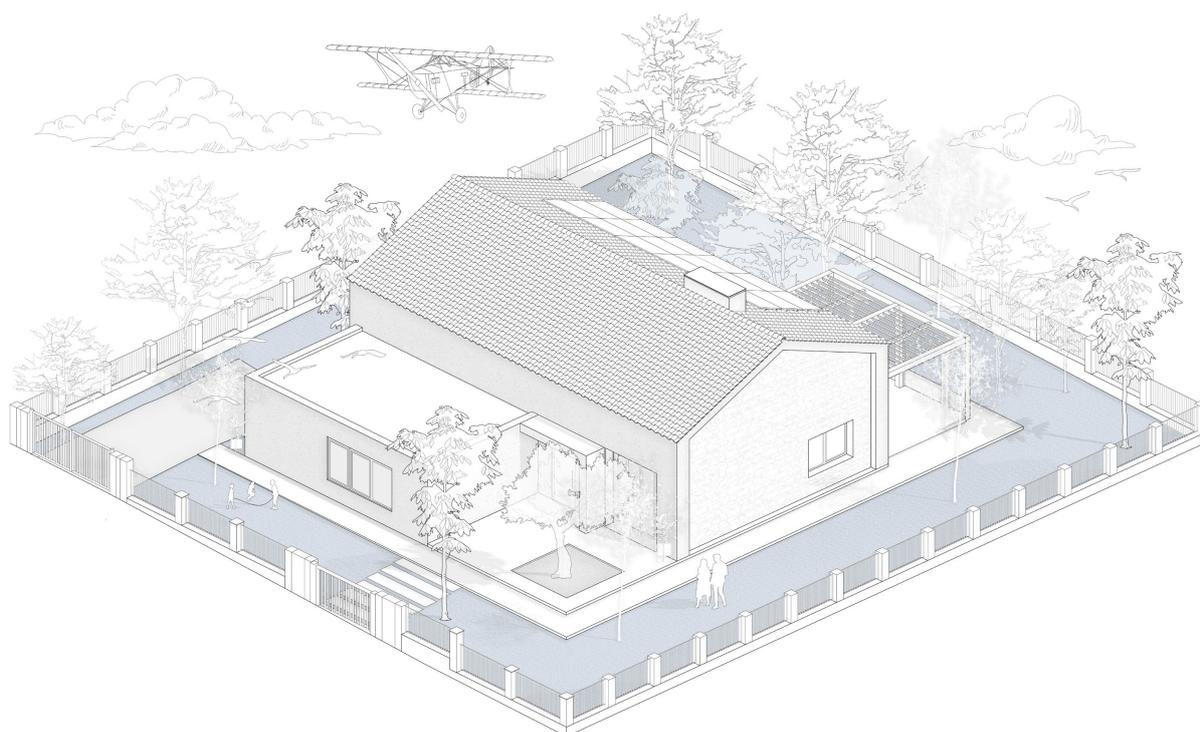


Figura 10 - prospetto est, pietra arenaria come finitura esterna

Nel complesso, l'edificio unifamiliare del lotto 8, con le sue forme, i materiali utilizzati e le strategie progettuali (*Figura 11*), ben si integra con il contesto marchigiano pur apportando elementi di contemporaneità ed innovazione.



*Figura 11 - assonometria alloggio unifamiliare lotto 8*

Qui di seguito vi sono viste rendering (*Figure da 12 a 17*) del progetto dell'edificio unifamiliare del lotto 8.



Figura 12 - vista cucina open-space modulo di approfondimento



Figura 13 - vista soggiorno open-space modulo di approfondimento



*Figura 13 - vista esterna nord-ovest modulo di approfondimento*



*Figura 13 - vista esterna sud-est modulo di approfondimento*



Figura 14 - vista cover plaza



Figura 15 - vista parco pubblico



Figura 16 - fotoinserimento, vista dall'alto insediamento



Figura 17 - fotoinserimento, vista nord insediamento

## 2. Progetto della tipologia unifamiliare come modello di riferimento per l'insediamento

### 2.2 Tecnologie costruttive

Nei seguenti elaborati sono state riportate le componenti che definiscono l'**involucro tecnologico** dell'edificio, analizzando in particolare quattro nodi chiave e due dettagli di posa di superfici perimetrali trasparenti, che influenzano in maniera diretta la prestazione energetica globale della costruzione, la durabilità e il comfort interno.

Nel **nodo 1** (Figura 2) è messo in evidenza l'isolamento della struttura di fondazione a platea e la stratigrafia delle superfici orizzontali interne ed esterne, oltre che dell'involucro non coibentato del box auto. Nel **nodo 2** (Figura 3), nel **nodo 3** (Figura 4) e nel **nodo 4** (Figura 5) vengono analizzati rispettivamente, il colmo, i due diversi sistemi di copertura, caratterizzati dai simili sistemi di raccolta delle acque meteoriche e l'unione tra involucro verticale ed orizzontale.

Nei **dettagli di posa** (Figura 6 e 7) si mettono in evidenza le diverse componenti e attenzioni prestate per garantire la massima tenuta all'acqua e all'aria da parte degli infissi considerati.

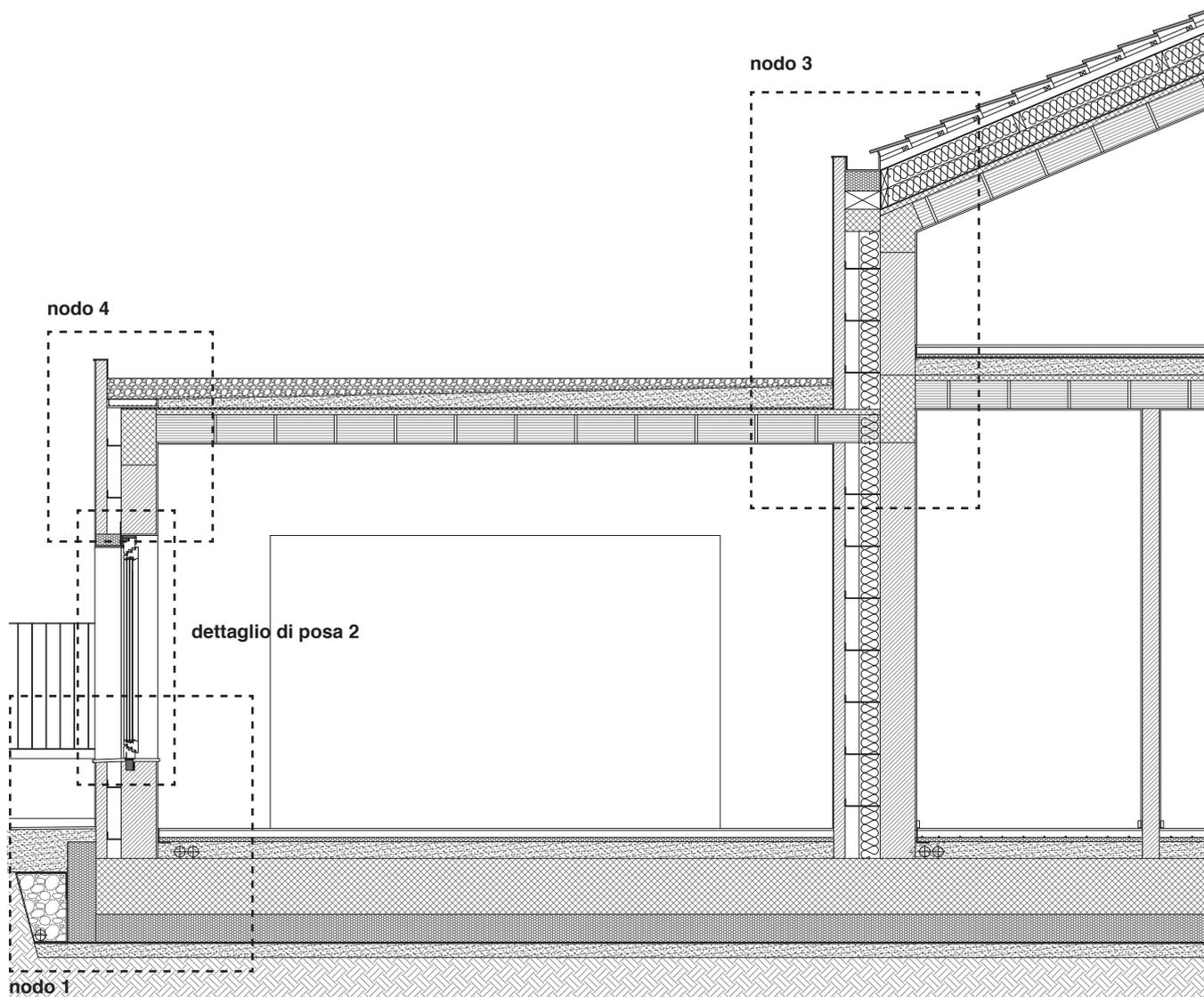
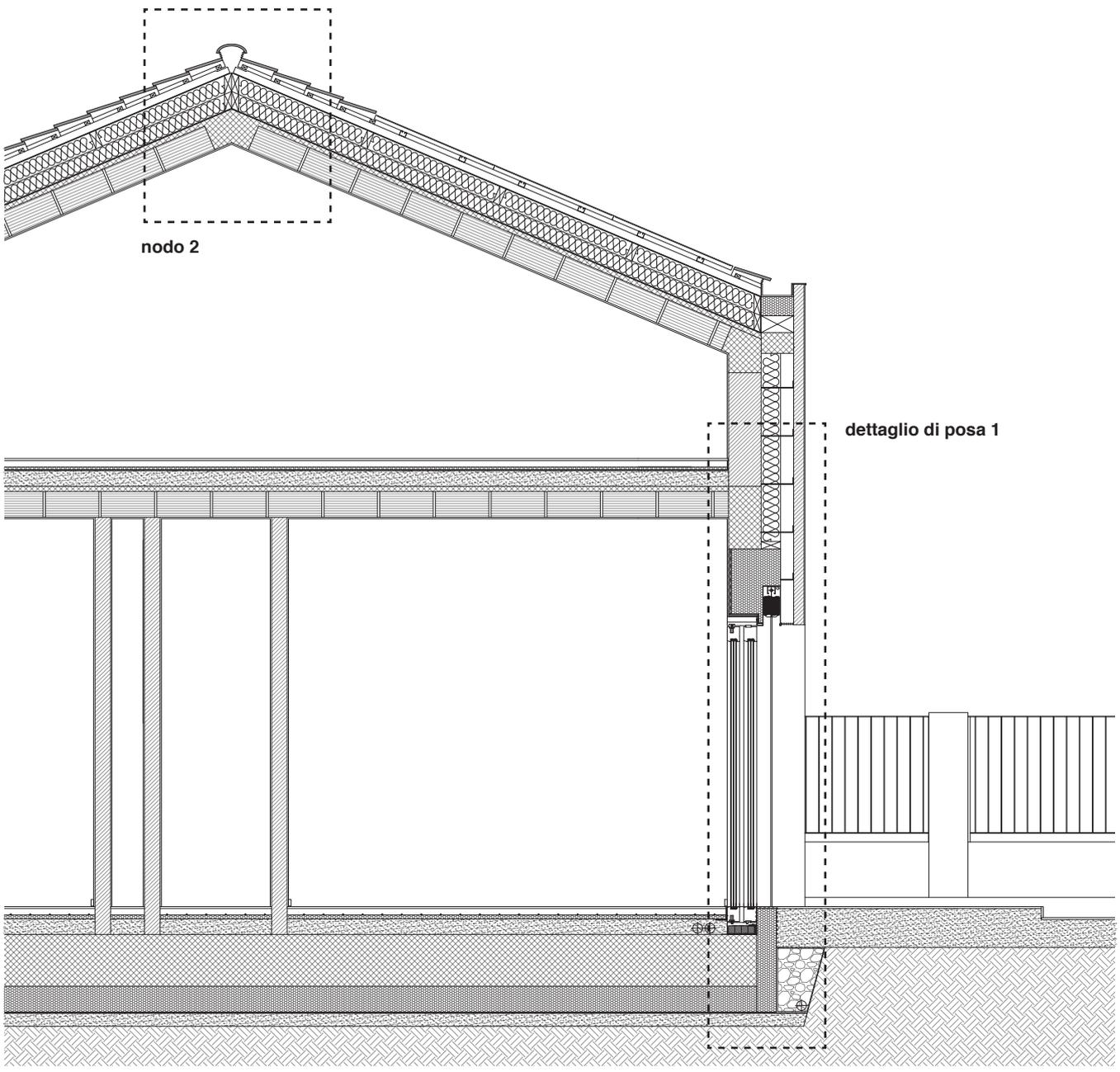


Figura 1 - Sezione tecnologica - Scala 1:50



## Nodo 1: Attacco a terra

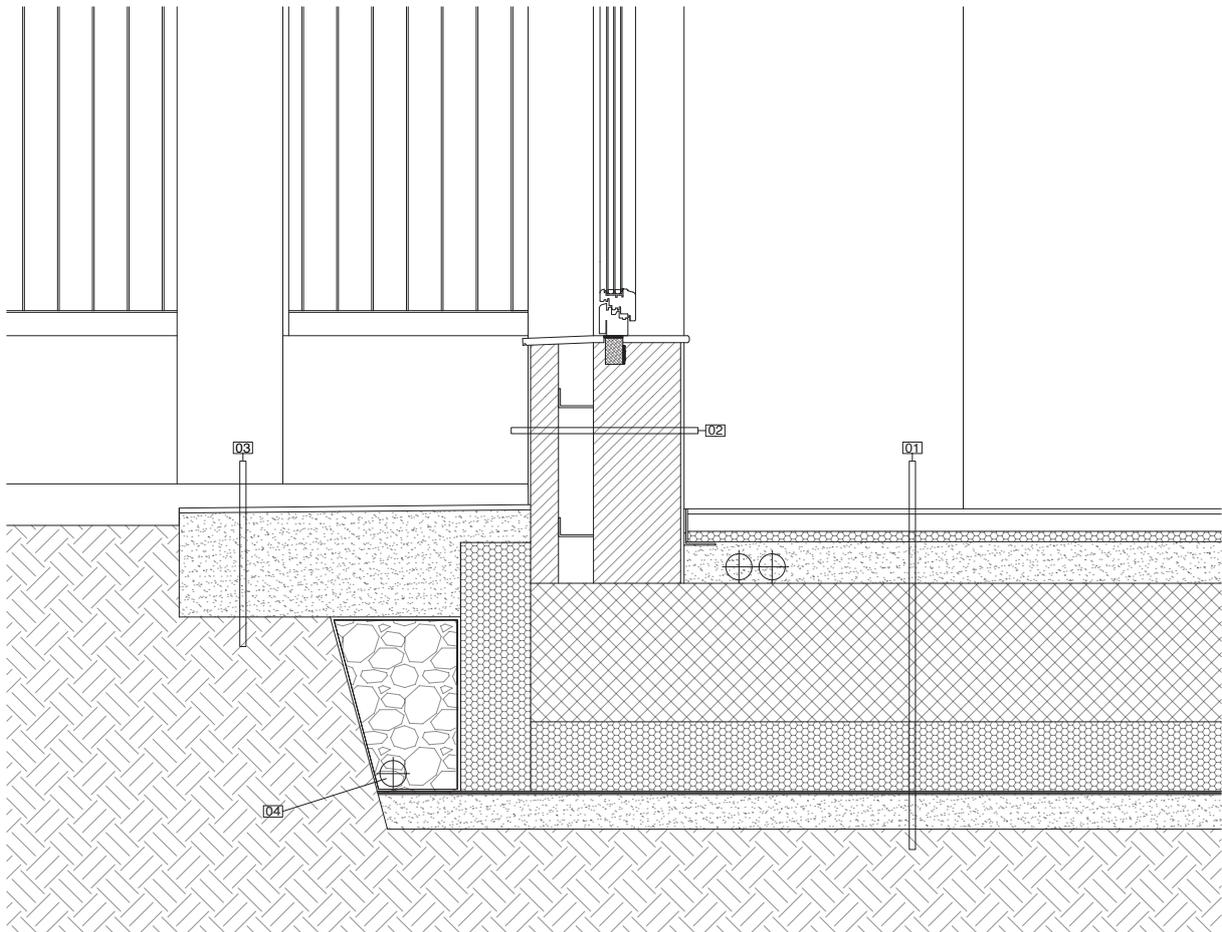


Figura 2 - sezione tecnologica attacco a terra - scala 1:20

1. Stratigrafia, da interno/alto a esterno/basso -Pavimentazione e collante; caldaia termica radiante in CLS; isolamento sottoradiante conforme UNI EN 1264; massetto alleggerito impianti; platea in CA; vetro cellulare in lastra; guaina bituminosa, CLS magro di livellamento a fondo scavo
2. Stratigrafia, da interno a esterno - Intonaco; laterizio forato porizzato; intercapedine d'aria per passaggio pluviali di smaltimento acque meteoriche; laterizio forato; intonaco esterno
3. Massetto di pendenza, armato con rete elettrosaldada e pavimentazione da esterno
4. Tubazione di drenaggio

## Nodo 2: Copertura e colmo

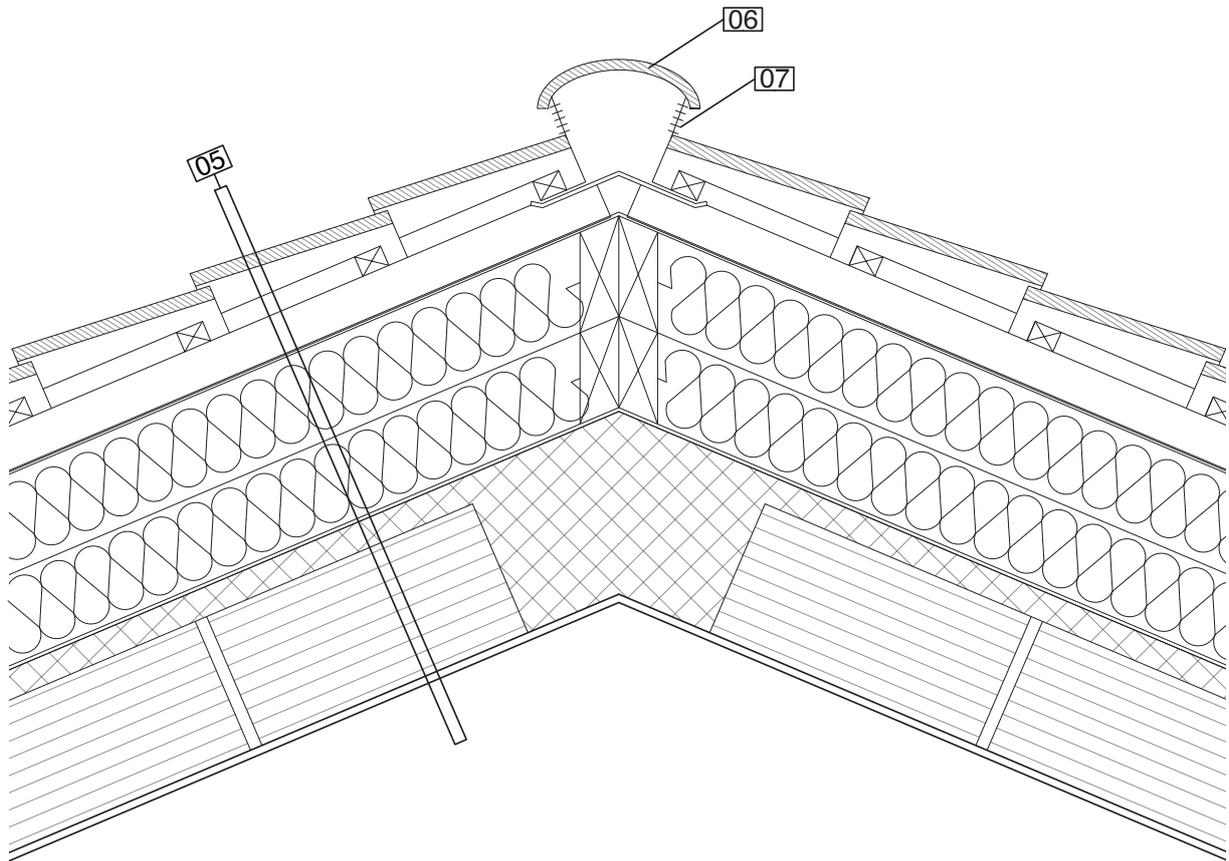


Figura 3 - sezione tecnologica colmo - scala 1:10

5. Stratigrafia, da interno/basso a esterno/alto - Intonaco; solaio in laterocemento (caldana in CA + travetti e pignatte); lana di roccia 150kg/m<sup>3</sup>; telo di tenuta al vento (e all'acqua), ben nastrate tutte le discontinuità; traversi in legno, fissati al tavolato strutturale, ogni passaggio di vite attraverso il telo di tenuta al vento va necessariamente dotato di punto-vite; listelli; controlistelli; manto di copertura in coppi

6. Coppo di colmo ventilato, su supporti metallici ancorati ai traversi di ventilazione

7. Griglia antipassero

### Nodo 3: Solaio di interpiano-sistema di smaltimento delle acque

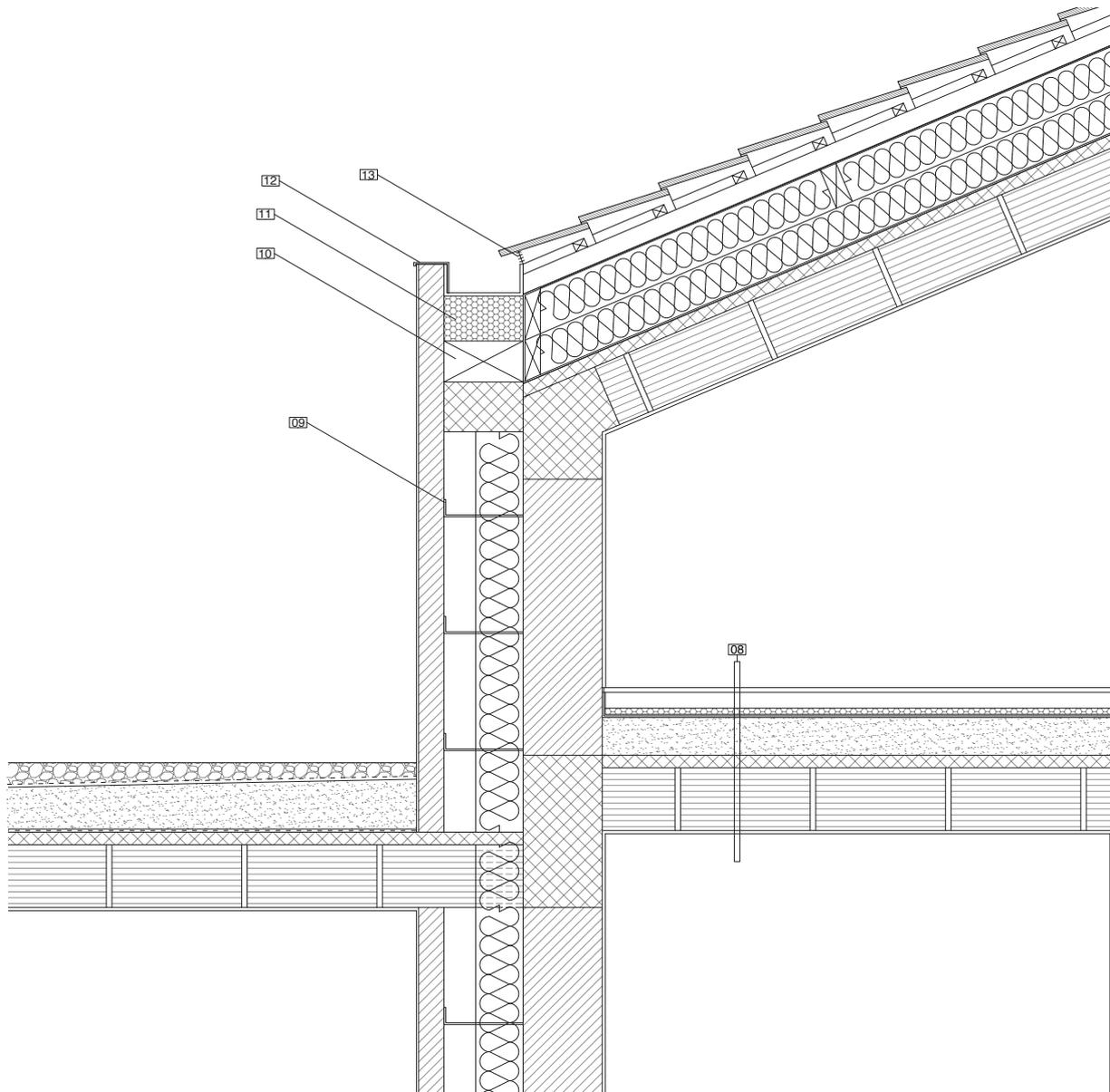


Figura 4 - sezione tecnologica solaio di interpiano e smaltimento acque - scala 1:20

8. Stratigrafia, da alto a basso - Pavimentazione e collante; caldaia termica in CLS; isolamento XPS conforme UNI EN 1264; feltro anticalpestio; massetto alleggerito impianti; solaio in laterocemento (caldana in CA + travetti e pignatte); intonaco

9. Profilo a L in acciaio inox per collegamento murature

10. Blocco in legno sottogronda

11. Blocco isolante in XPS sottogronda

12. Spezza goccia in lamiera zincata

13. Griglia antipassero

#### Nodo 4: Copertura piana - parete perimetrale box auto

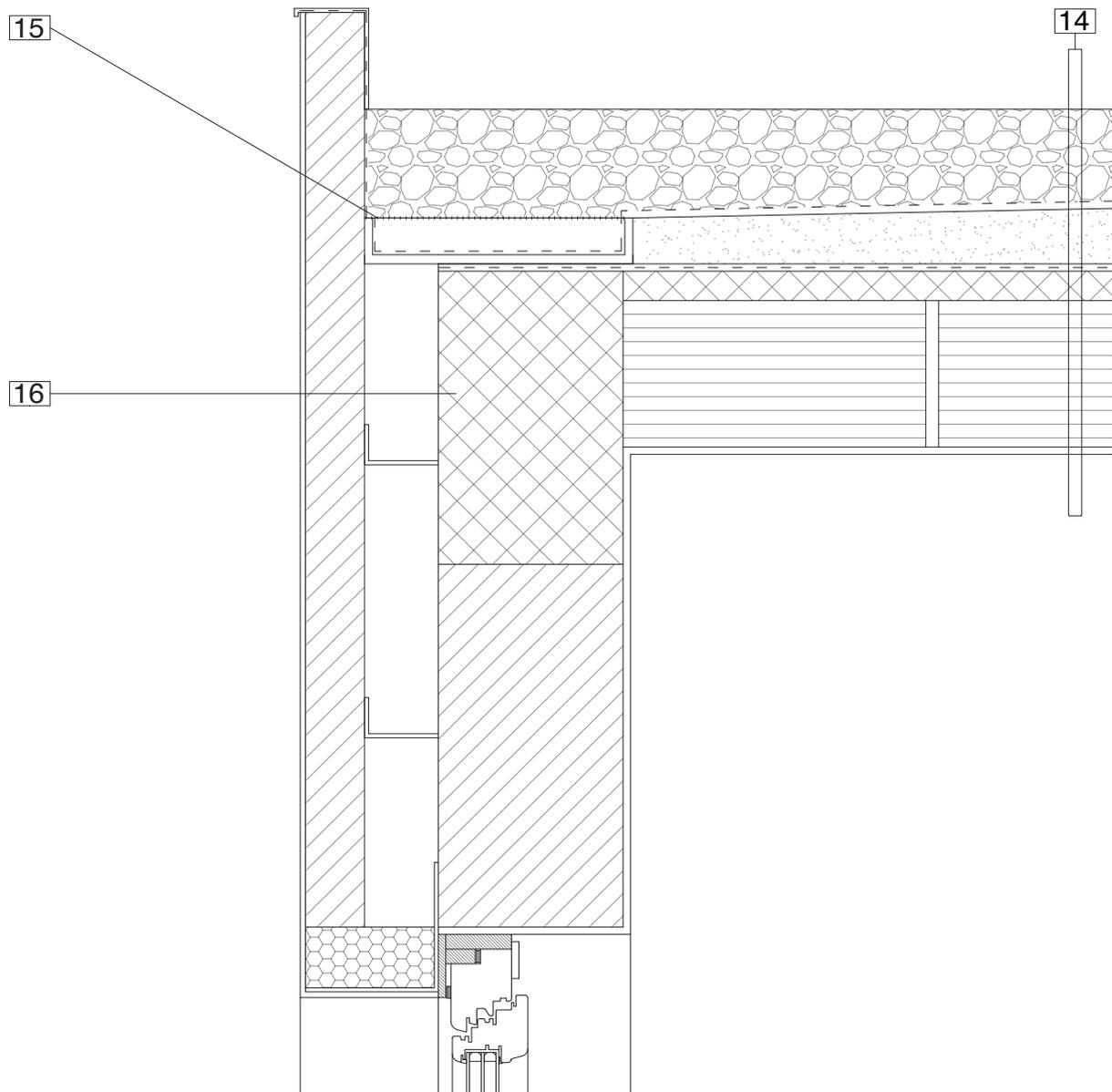


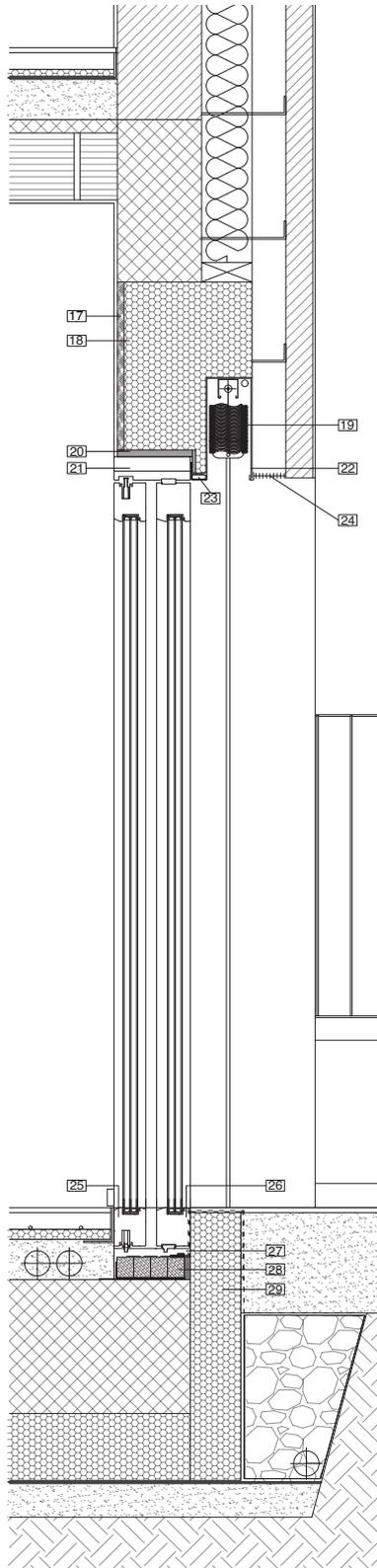
Figura 5 - sezione tecnologica box auto - scala 1:10

14. Stratigrafia, da interno/basso a esterno/alto. Intonaco; solaio in laterocemento (caldana in CA + travetti e pignatte); barriera al vapore / guaina “fuori acqua” provvisoria; guaina (strato d’impermeabilità e di tenuta al vento); massetto in CA; e strato di pietrisco

15. Griglia metallica per il passaggio dell’acqua meteorica

16. Trave in CA

## Dettaglio di posa 1: Portafinestra



17. Pannello in legno-cemento per l'aggrappo dell'intonaco con tenuta all'aria

18. Blocco isolato in EPS, allestito fuori opera, integrante la cassetta metallica per l'incasso del raffstore e l'intaglio per la traversa superiore del falso telaio d'infisso

19. Raffstore

20. Falso telaio ad "L" in legno, traversa superiore e montanti

21. Telaio d'infisso, traversa superiore e montanti con battuta su falso telaio con nastro autoespandente

22. Cassetta metallica per l'incasso della schermatura

23. lastra in fibrocemento a supporto della struttura metallica superiore

24. Griglia antipassero

25. Anta alzante scorrevole d'infisso

26. Anta fissa d'infisso

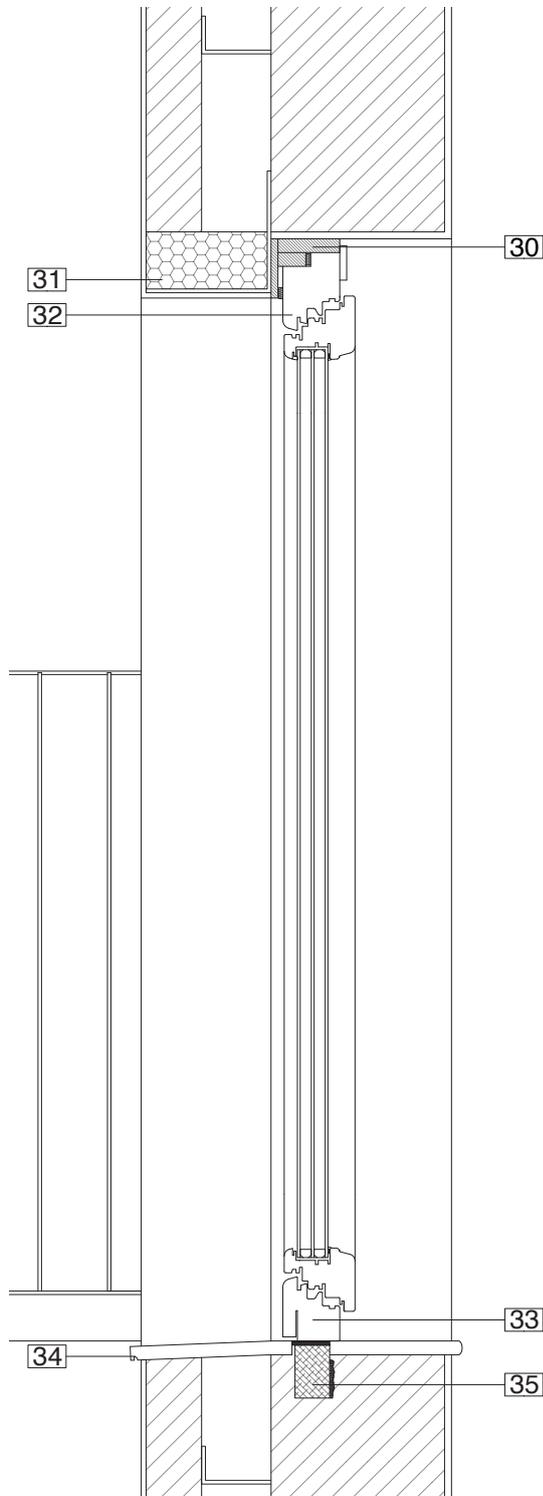
27. Soglia fissa ribassata, traverso inferiore d'infisso

28. Falso telaio in purenite ancorato alla struttura in c.a. con nastro di tenuta all'aria e giuntato con schiuma poliuretanicca

29. Pannello in XPS verticale per l'isolamento della platea

Figura 6 - sezione tecnologica portafinestra - scala 1:20

## Dettaglio di posa 2: Finestra



30. Falso telaio ad "L" in legno, traversa superiore e montanti ancorato alla muratura e provvisto di nastro di tenuta all'aria

31. Pannello in XPS a protezione del falso telaio in legno

32. Telaio d'infisso, traversa superiore e montanti

33. Telaio d'infisso, traversa inferiore;

34. Davanzale con intaglio inferiore spezza goccia e incollato alla muratura con guaina cementizia armata

35. Falso telaio in purenite, incassato nella muratura con giunto di posa costipato di schiuma poliuretanic

Figura 7 - sezione tecnologica finestra - scala 1:10

Sono stati, poi, riprodotti due stralci di pianta (Figura 8) e sezione (Figura 9).

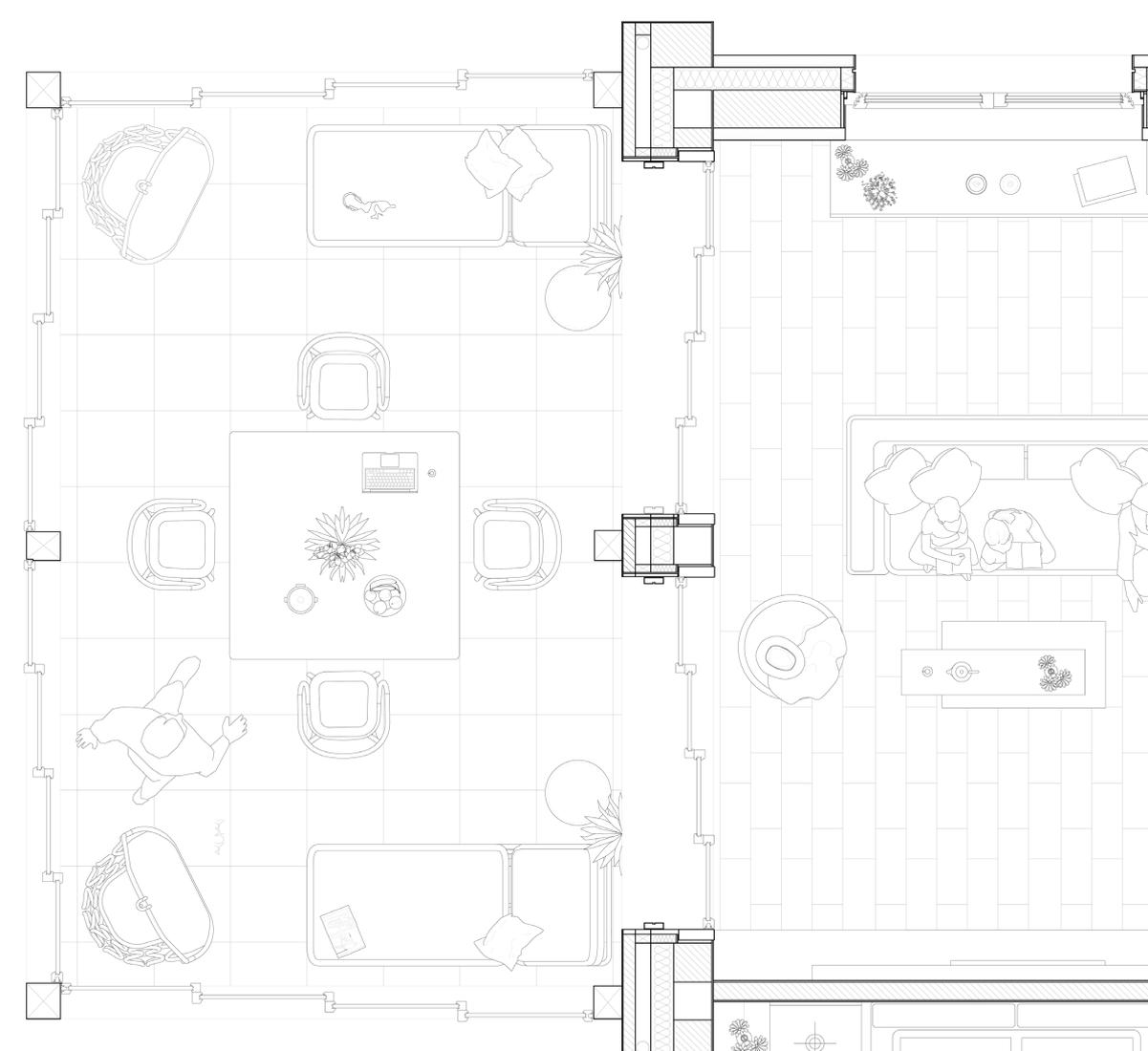


Figura 8 - sezione tecnologica orizzontale - serra solare e zona living

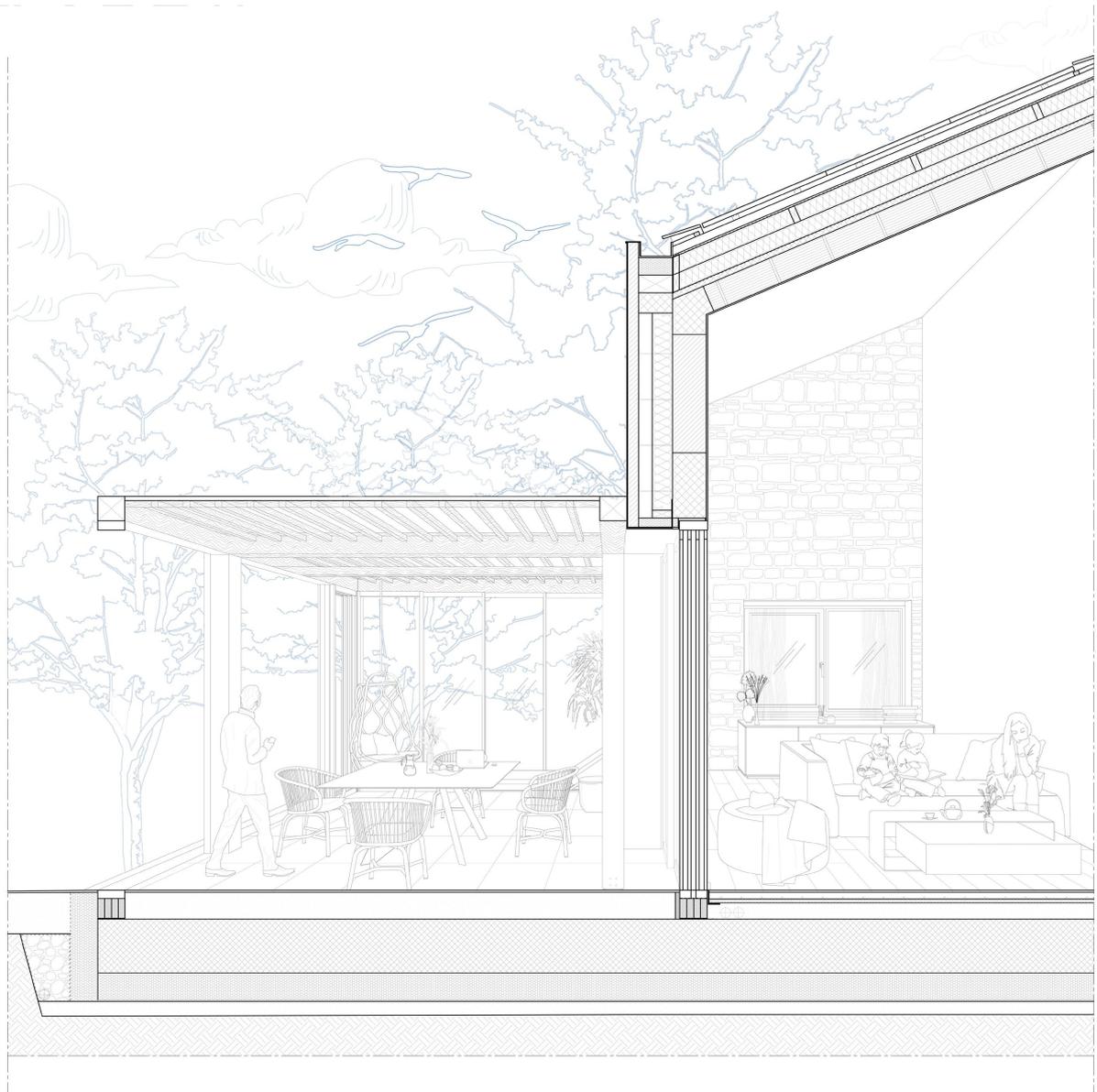


Figura 9 - sezione tecnologica prospettica - serra solare e zona living

## 2. Progetto della tipologia unifamiliare come modello di riferimento per l'insediamento

### 2.3 Strategie per la riduzione dei consumi energetici

L'analisi prestazionale dell'edificio è stata eseguita ricostruendo il modello BIM (*Figure 1, 2, 3 e 4*) nel software **Termus** per svolgere le analisi relative al funzionamento integrato tra elementi di involucro, caratterizzati ognuno dalla propria stratigrafia e caratteristiche fisiche tecniche, e gli impianti.

Gli output generati dal software hanno permesso di svolgere numerose analisi e di apportare progressivamente modifiche fino al raggiungere un compromesso tra efficienza dell'involucro, la complessità degli impianti e il costo di realizzazione, per ottenere un edificio prestazionale, caratterizzato da ridotte emissioni di CO<sub>2</sub> e in grado di soddisfare le elevate richieste di comfort odierne.

Nel modello soggetto di analisi, è stato fondamentale caratterizzare ogni vano, distinguendo in maniera accurata le porzioni di involucro confinanti con gli **ambienti non climatizzati**, **climatizzati** e specificare quali di questi spazi non risultasse servito da impianti tecnologici o isolamento.

Nelle seguenti immagini (*Figura 1, 2 e 3*) sono distinti i diversi locali. Il volume centrale dell'abitazione risulta essere l'unico ad essere servito dagli impianti e ad essere caratterizzato da un importante isolamento a cappotto esterno dello spessore di 14 cm. I due volumi laterali, invece, box auto e serra solare, posti rispettivamente a nord e sud, risultano essere privi dei sistemi tecnologici sopra descritti, ma basano il loro contributo di apporto verso il volume centrale sull'orientamento e sulla caratterizzazione dell'involucro.

In particolare la serra solare aumenta gli apporti solari interni durante i periodi freddi, massimizzando l'ingresso dei raggi solari e contribuendo al riscaldamento del volume, mentre il box auto permette un maggior isolamento della zona notte funzionando da cuscinetto termico a nord dell'edificio

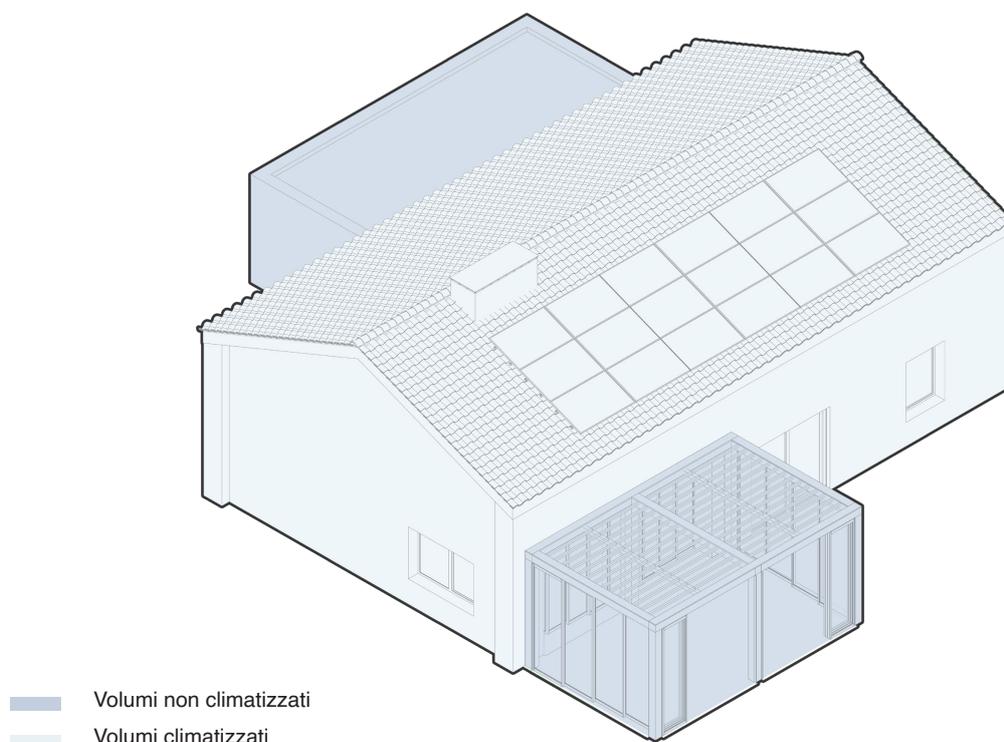


Figura 1 - Volumi climatizzati e non climatizzati

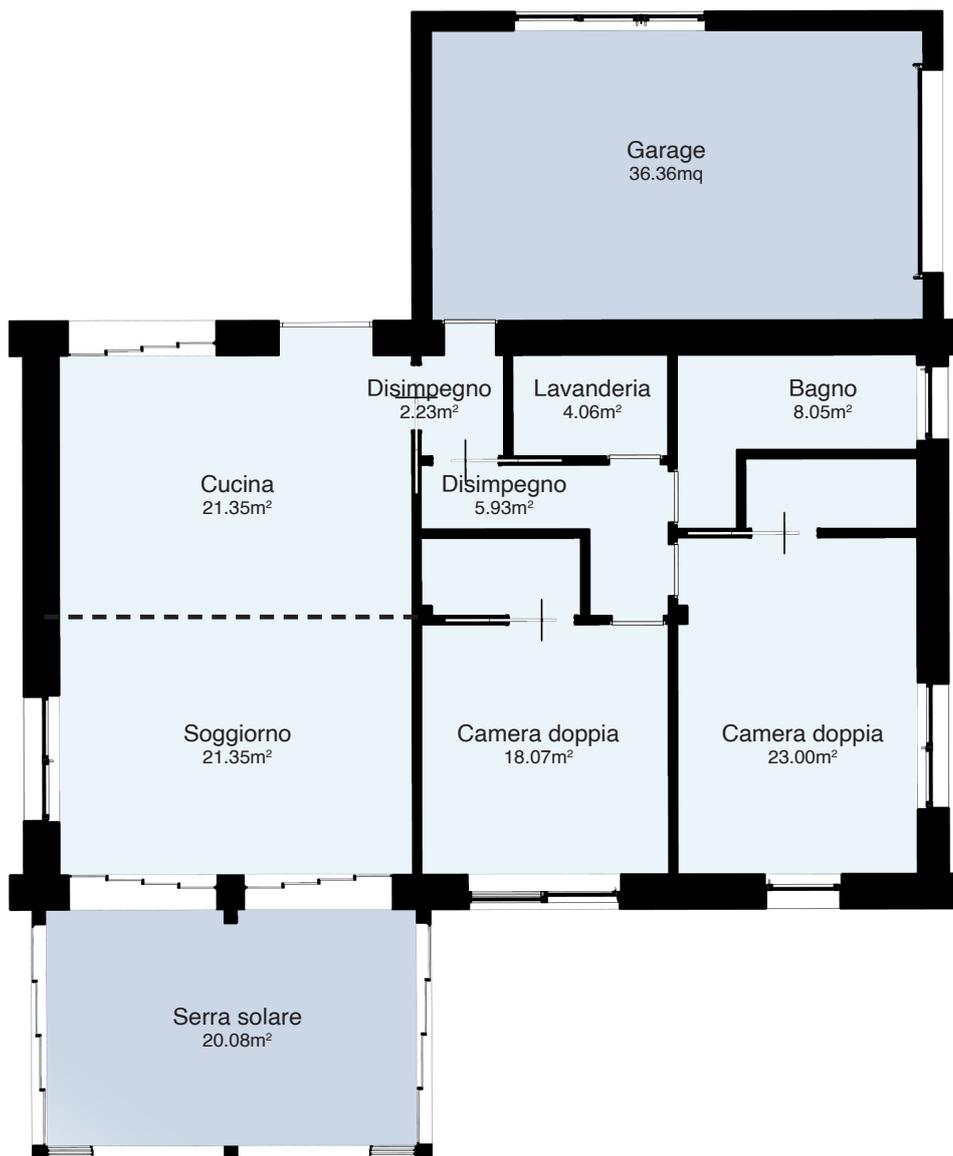
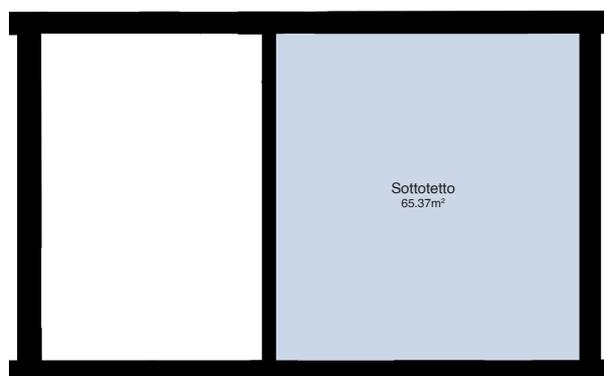


Figura 2 - pianta in cui si distinguono gli ambienti climatizzati e quelli non climatizzati



Dati di dettaglio del fabbricato	
Volume lordo	608.78 [m <sup>3</sup> ]
Sup. lorda dispendente	548.92 [m <sup>2</sup> ]
Rapporto forma S/V	0.9 [1/m]
Volume netto	333.13 [m <sup>3</sup> ]
Sup. netta calpestabile	86.93 [m <sup>2</sup> ]
Capacità termica totale	19 447.77 [kJ/K]

Figura 3 - pianta in cui si individua l'ambiente del sottotetto, adibito alla collocazione degli impianti, ambiente non climatizzato

Per procedere all'analisi prestazionale dell'edificio è stato fondamentale, oltre a ricostruire il modello tridimensionale BIM assegnando le specifiche proprietà ad ogni componente dell'involucro e al sistema degli impianti, geolocalizzare l'intervento di progetto, in modo da aver la consapevolezza di agire in **zona climatica E**, caratterizzata da inverni freddi ed estati sempre meno miti a causa del riscaldamento globale.

Le analisi relative alle temperature, alla velocità del vento e alle irradiazioni solari erano già state utilizzate in precedenza nella fase preliminare di progetto, per definire in linea di massima i principi relativi all'orientamento dei volumi e alla disposizione dei locali interni, ma attraverso questi studi più approfonditi ad integrazione del modello è stato possibile elaborare una **strategia progettuale** mirata al conseguimento di *output* in grado di fornire importanti indicazioni sull'efficacia delle soluzioni adottate. Nel software oltre ai dati esplicitati in precedenza sono stati inoltre inseriti elementi più puntuali, come il ricambio d'aria per ora, in prospettiva di voler promuovere la sola ventilazione naturale, gli apporti interni per ogni vano, ricavati contestualizzando il numero di fonti di illuminazione per ogni stanza, il loro utilizzo durante la giornata e l'attività svolta principalmente all'interno di ogni volume, fino al possibile fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria, studiato in base al numero di occupanti previsto e al numero di componenti tecnologici all'interno dell'abitazione che utilizzano tale tecnologia.

Localizzazione	
Comune	Cupramontana
Regione	Marche
Provincia	Ancona
Longitudine	43° 26' 49"
Latitudine	13° 7' 2"
Altitudine	505 m
Zona climatica	E

Dati invernali di progetto	
Temperatura esterna [°C]	-3.29
Umidità relativa esterna [%]	28.30
Gradi giorno	2252
Velocità vento [m/s]	1.60

Dati estivi di progetto	
Temperatura esterna [°C]	29.9
Umidità relativa esterna [%]	54.8
Escursione termica giornaliera	10.7

Temperature medie mensili [°C]											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
4.0	4.2	8.2	11.9	16.3	19.7	23.9	23.6	16.9	12.6	9.3	5.1

Umidità relativa mensile [%]											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
81.6	71.4	69.8	60.9	67.2	62.3	51.6	58.1	68.1	73.5	78.6	79.0

Irradiazioni medie mensili [MJ/m²]												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
<b>N</b>	1.3	2.7	3.4	5.7	8.2	9.3	9.8	7.2	4.6	3.1	2.0	1.4
<b>NE</b>	1.4	3.4	5.2	8.5	11.1	12.0	15.5	10.8	7.2	4.3	2.3	1.5
<b>E</b>	2.5	6.3	8.7	11.5	13.5	13.9	16.4	14.2	10.8	7.8	4.5	3.5
<b>SE</b>	3.9	9.2	10.8	12.0	12.6	12.1	14.4	13.9	12.3	10.8	7.2	6.4
<b>S</b>	4.8	10.9	11.3	10.8	10.2	9.5	11.0	11.7	11.9	12.5	9.0	8.3
<b>SW</b>	3.9	9.2	10.8	12.0	12.6	12.1	14.4	13.9	12.3	10.8	7.2	6.4
<b>W</b>	2.5	6.3	8.7	13.6	13.6	13.9	16.4	14.2	10.8	7.8	4.5	3.5
<b>NW</b>	1.4	3.4	5.2	8.5	11.1	12.0	18.5	10.8	7.2	4.3	2.3	1.5
<b>H tot</b>	<b>3.4</b>	<b>8.4</b>	<b>12</b>	<b>17.1</b>	<b>21.0</b>	<b>21.9</b>	<b>25.4</b>	<b>21.5</b>	<b>16.4</b>	<b>10.5</b>	<b>5.9</b>	<b>4.3</b>

Dati simulazione energetica	
Apporti interni medi [W/m²]	4.31
Ricambi aria ventilazione nat. [m³/h]	121.83
Fabbisogni di acs [l/giorno]	147.68

Carico termico di progetto	
Dispersione massima TR [W]	2628.12
Dispersione massima VE [W]	1607.83
Carico termico (TR+VE) [W]	4235.95
Fattore di ripresa [W/m²]	21.00

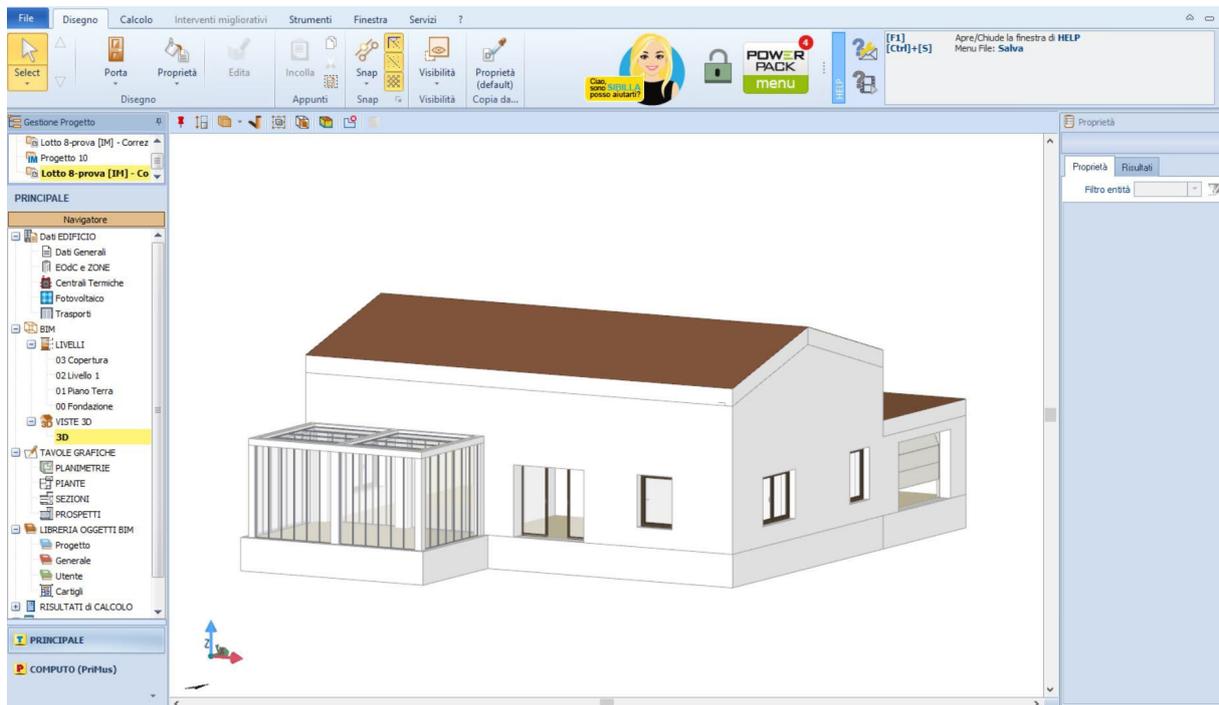


Figura 1 - Elaborazione modello BIM con software Termus

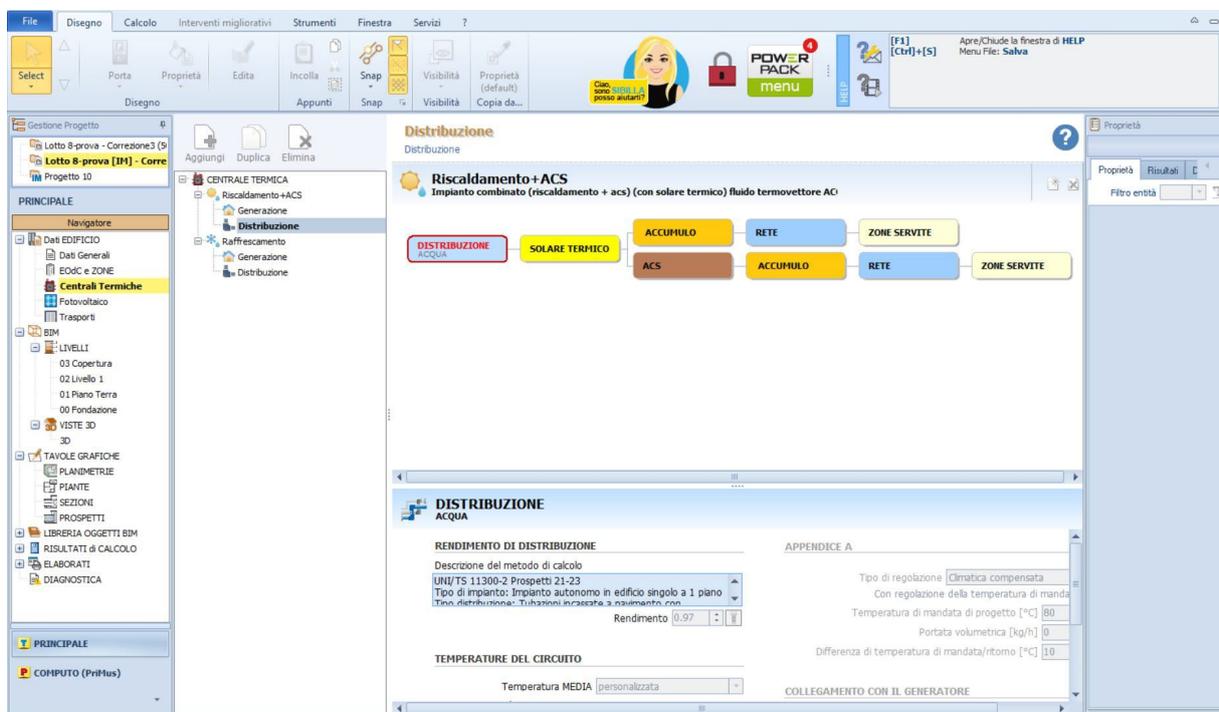


Figura 2- Defizione degli impianti con software Termus

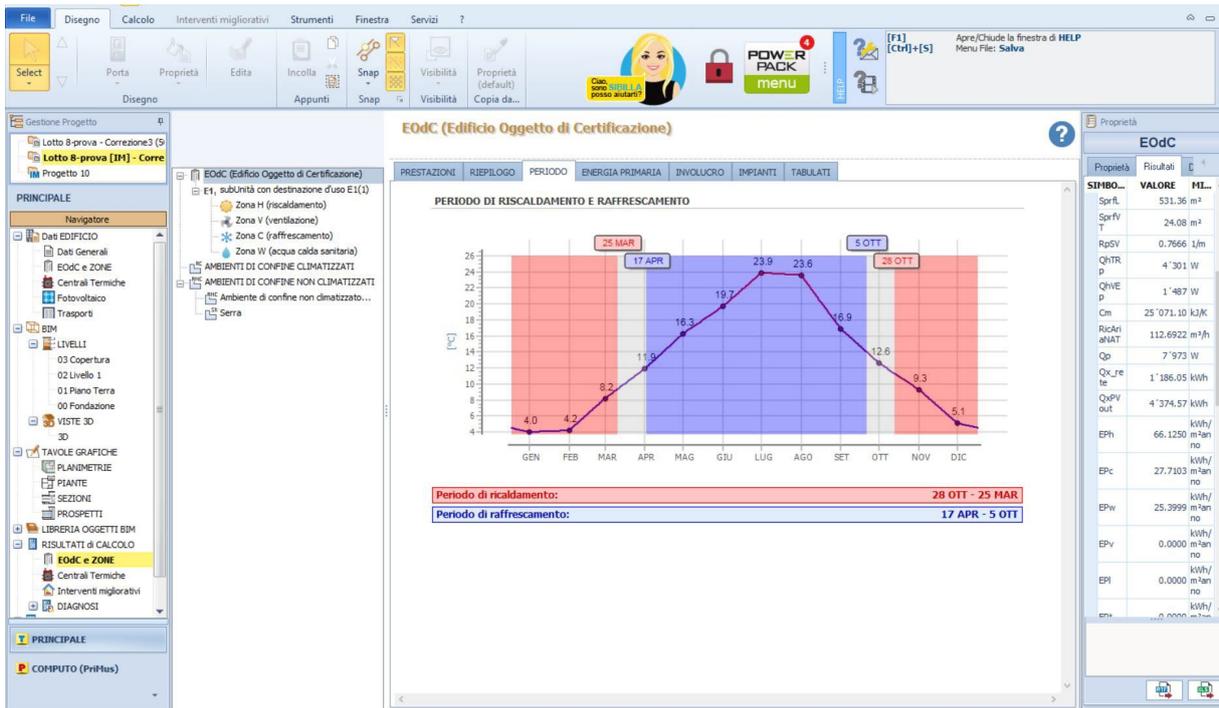


Figura 3 - Riepilogo risultati del calcolo con software Termus

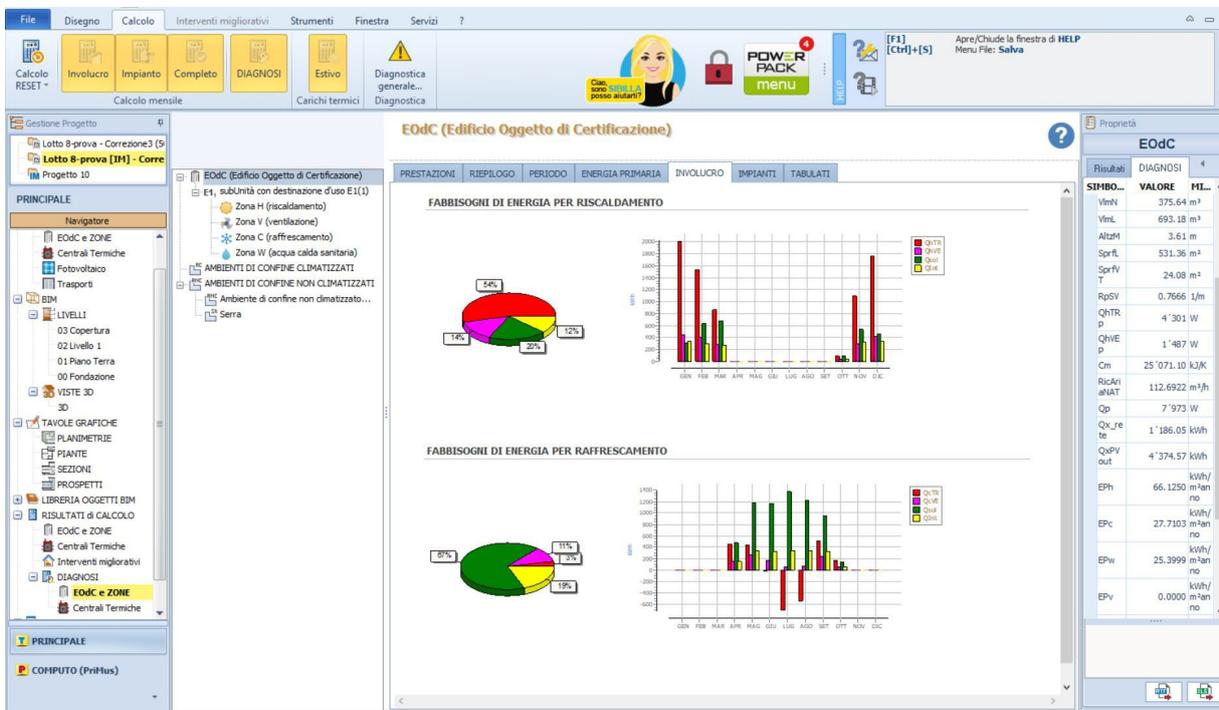


Figura 4 - Riepilogo dei risultati dell'analisi diagnostica con software Termus

## L'involucro

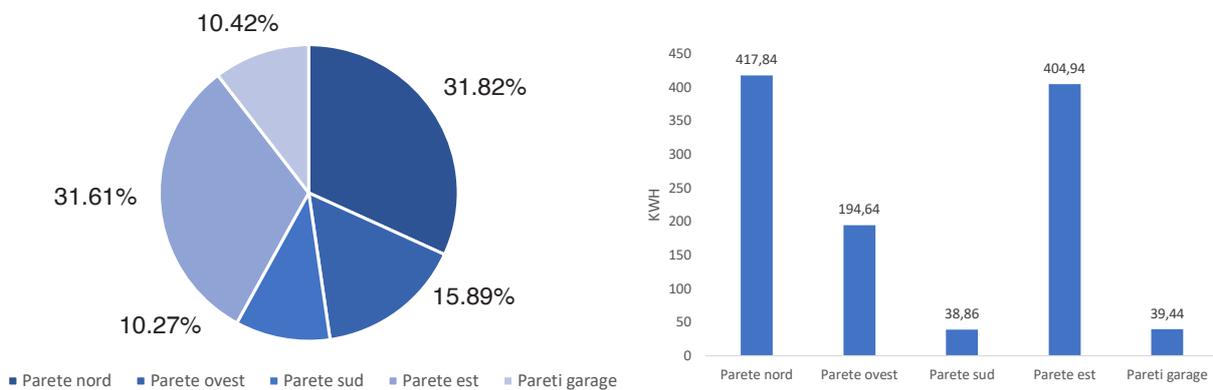
L'**analisi dell'involucro** ha permesso di agire in maniera puntuale sui diversi componenti che causavano maggiore dispersione. E' stato, quindi, possibile verificare e correggere eventuali trasmittanze termiche troppo elevate o individuare problemi relativi alla formazione di condensa interstiziale per non completezza del pacchetto stratigrafico selezionato e, infine, ottenere un progetto in grado di garantire elevate prestazioni delle strategie passive.

In particolare, sono state distinte le analisi relative alle dispersioni, e quindi gli *output*, in base alle diverse famiglie di componenti di involucro che caratterizzano l'edificio: **strutture opache verticali**, individuando maggiori dispersioni negli orientamenti nord ed est; **strutture trasparenti**, vedendo come la maggiore dispersione termica sia il risultato di maggiori superfici vetrate disperdenti, ma allo stesso tempo potendo apprezzare un'uniformità dovuta alle soluzioni passive, come la serra posta in corrispondenza delle aperture a sud della zona giorno, che risultano molto più importanti per superficie rispetto al resto del progetto e nonostante ciò offrono un buon comportamento termico.

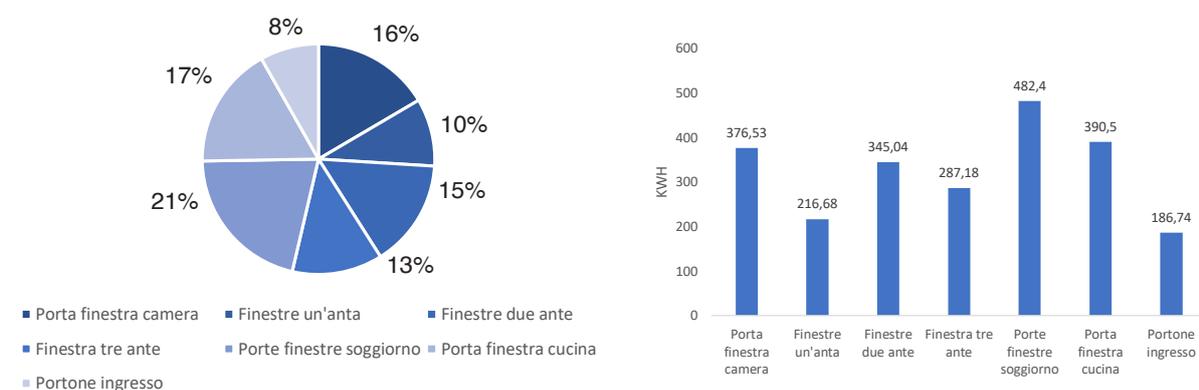
Infine, le **strutture orizzontali**, constatando la maggior dispersione termica del solaio controterra, in corso d'opera isolato maggiormente, rispetto al solaio superiore.

Infine ogni famiglia di componente viene paragonata per mostrare le percentuali di dispersioni complessive ed avere un quadro generale in grado di fornire consapevolezza rispetto alla distribuzione delle perdite termiche globali dell'involucro.

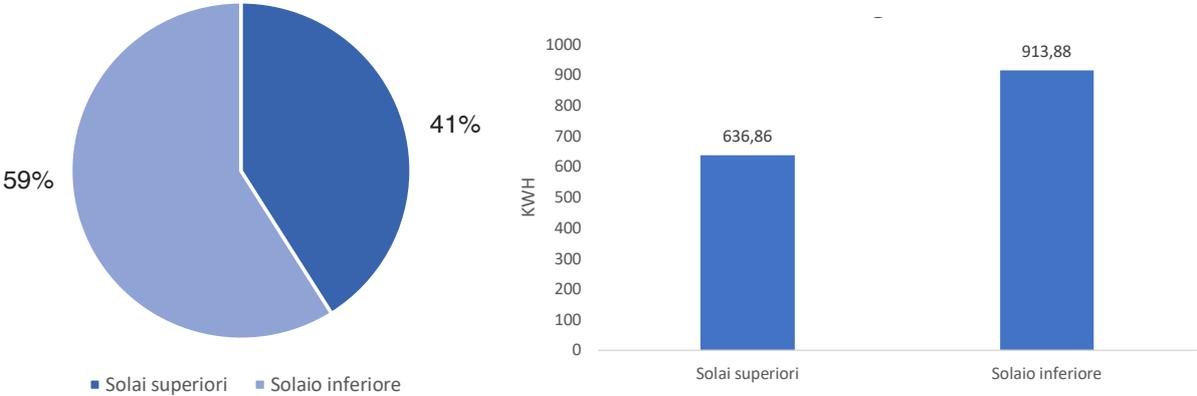
### Dispersioni termiche delle strutture opache verticali



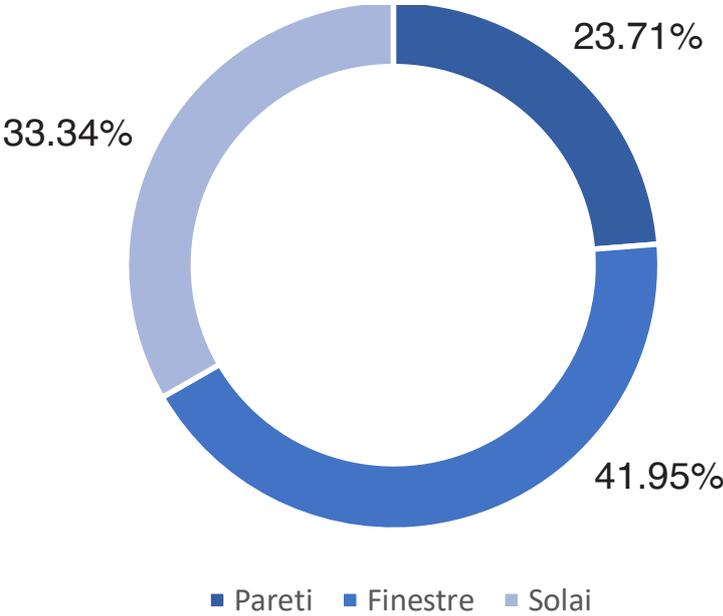
### Dispersioni termiche delle strutture trasparenti



**Dispersioni termiche delle strutture orizzontali**



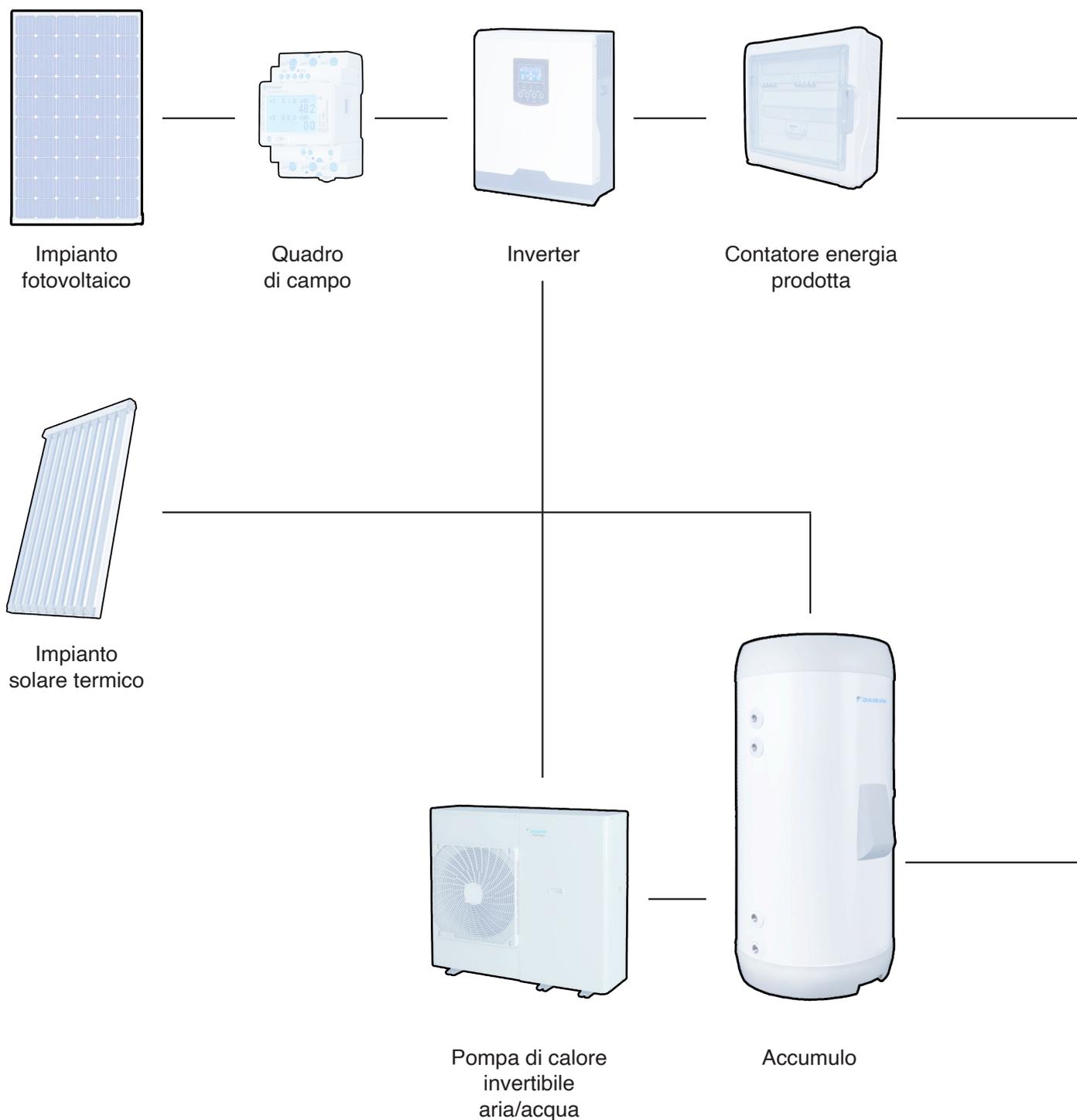
**Dispersioni termiche globali dell'involucro**

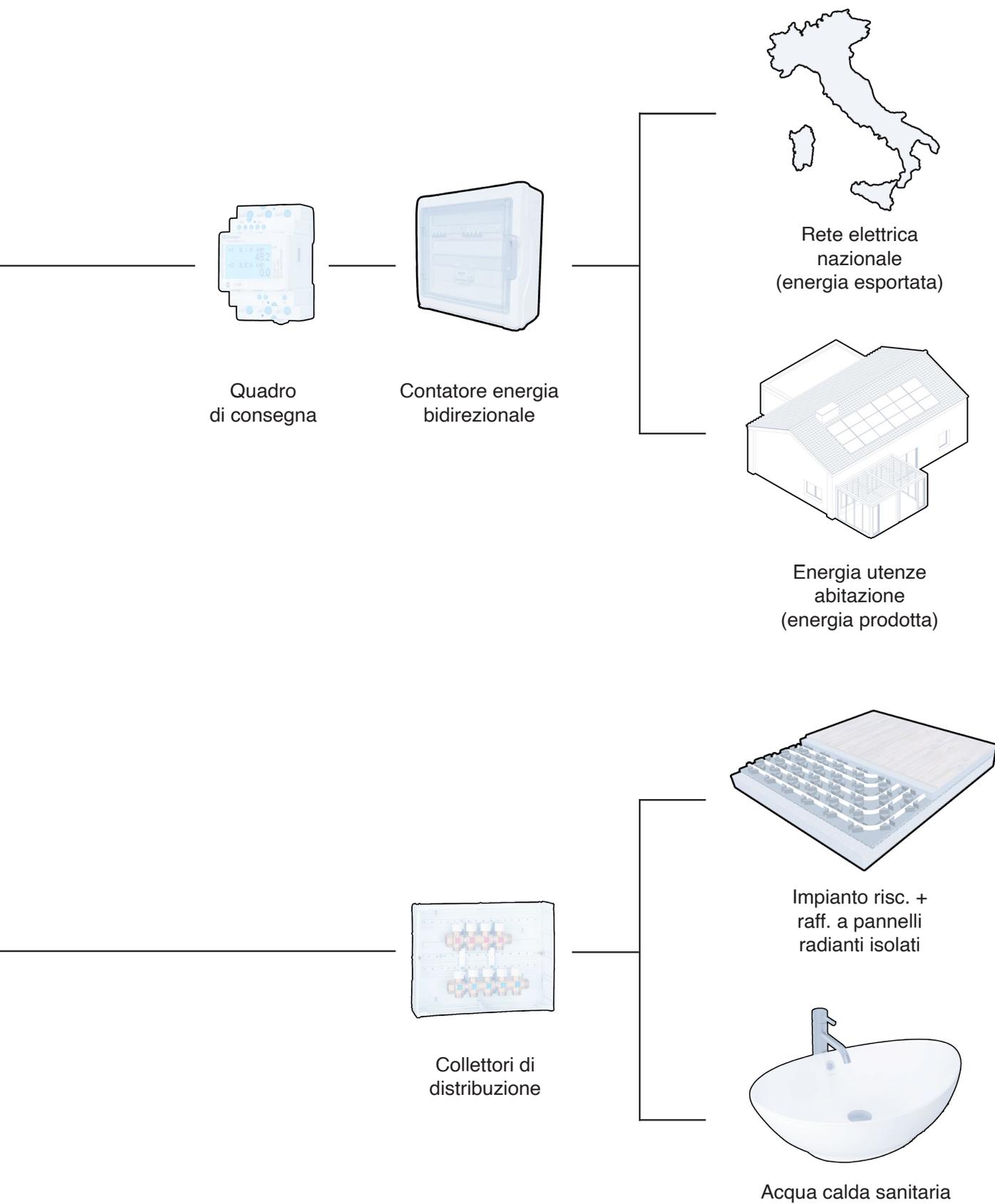


## Schema degli impianti tecnologici

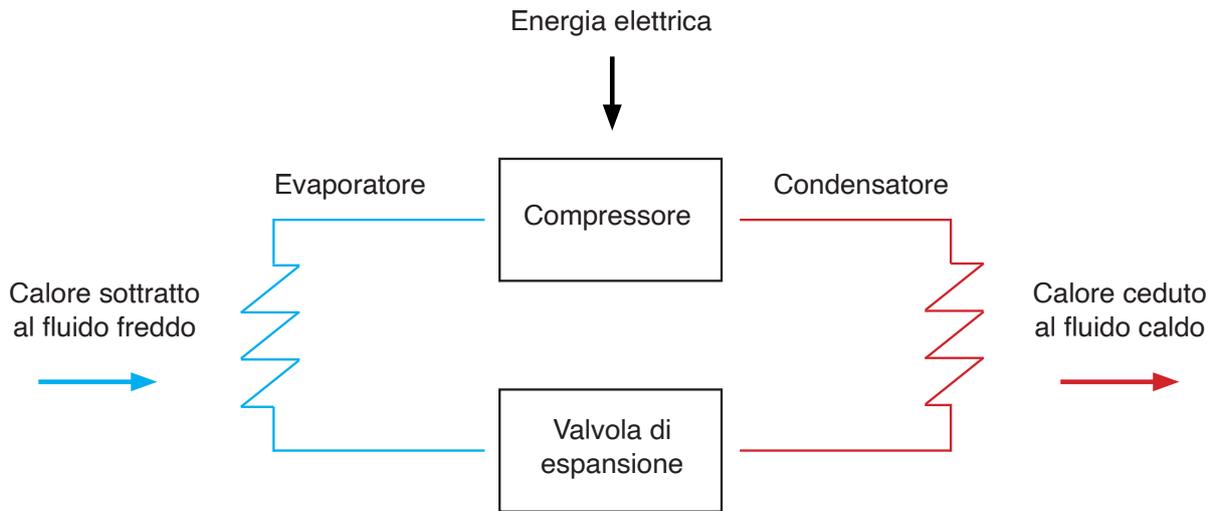
Gli **impianti tecnologici** installati consentono di usufruire dell'84% di energia da fonti rinnovabili, riducendo il fattore di emissione di CO<sub>2</sub> a 0.4332 kg/kWh, garantendo il massimo comfort invernale ed estivo senza la necessità di dover installare un sistema di ventilazione meccanica controllata.

La scelta progettuale per il ricambio d'aria negli ambienti, ricade, infatti, sulla **ventilazione naturale**, permettendo all'utente finale di vivere in modo più flessibile l'abitazione.





## Impianto di riscaldamento e raffreddamento con PdC



Principio di funzionamento della pompa di calore

La **climatizzazione invernale** ed estiva è costituita da un impianto radiante a pavimento con generazione di energia erogata da una pompa di calore a flusso invertibile aria/acqua.

La pompa di calore durante il periodo invernale, trasferisce il calore del fluido esterno più freddo (pozzo freddo) e lo cede al fluido a temperatura più alta (pozzo caldo) per poi essere distribuito all'interno delle serpentine isolate.

Nel periodo estivo, viceversa, invertendo il ciclo di funzionamento, da generatore di calore a macchina frigorifera, è possibile sottrarre il calore all'interno dell'ambiente costruito per cederlo verso l'esterno. Tale generatore di energia è stato adottato per ridurre al minimo il consumo di fonti non rinnovabili.

La pompa di calore infatti, oltre ad utilizzare l'aria e l'acqua come fluidi per garantire le soluzioni di comfort interno, utilizza un'altra fonte di energia rinnovabile: l'energia solare, richiesta per la compressione elettrica e fornita direttamente dall'impianto fotovoltaico presente sulla falda di copertura dell'edificio.

L'adozione di superfici radianti deriva dalla volontà di assicurare il massimo comfort termogrometrico, sfruttando le proprietà uniche di questa soluzione tecnologica. Uno dei fattori determinanti, nella scelta di tale sistema di impianto è frutto della capacità di modificare la **temperatura operante Top**, senza creare discomfort localizzato per asimmetria radiale.

Nel sistema si innescano diversi **scambi termici**: uno radiativo (*Figura 1*), per differenza di temperatura tra superficie radiante e le altre superfici dell'involucro, e l'altro convettivo (*Figura 2*), derivante dal movimento dell'aria innescata dall'attivazione del sistema stesso. Infatti, l'aria riscaldata a livello del pavimento tende a spostarsi verso l'alto richiamando l'aria più fredda verso la superficie radiante determinandone il riscaldamento.

Altro fattore fondamentale che ha influito nell'utilizzo delle superfici radianti è conseguenza della predisposizione di una serra solare per aumentare gli apporti solari interni durante il periodo invernale, aumentare l'efficienza della **ventilazione naturale** in estate, permettendo l'apertura completa degli infissi, e la scelta formale di non installare importanti sistemi di schermatura esterna, per mantenere una forma più pura e coerente con i sistemi costruttivi locali. L'impianto radiante infatti svolge un ruolo fondamentale durante il periodo estivo, perchè capace di ridurre gli apporti per irraggiamento provenienti dalle superfici vetrate (*Figura 3*). Predisponendo superfici radianti a parete o a soffitto, non si avrebbe una riduzione del surriscaldamento, quindi uno scarico termico della zona irradiata, bensì, un solo raffrescamento convettivo e radiativo meno efficace.

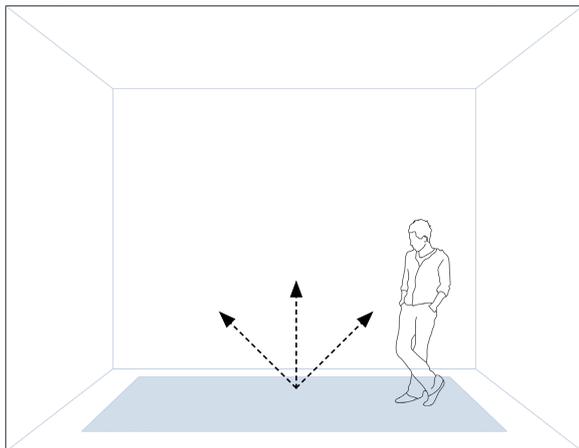


Figura 1 - scambio termico per irraggiamento

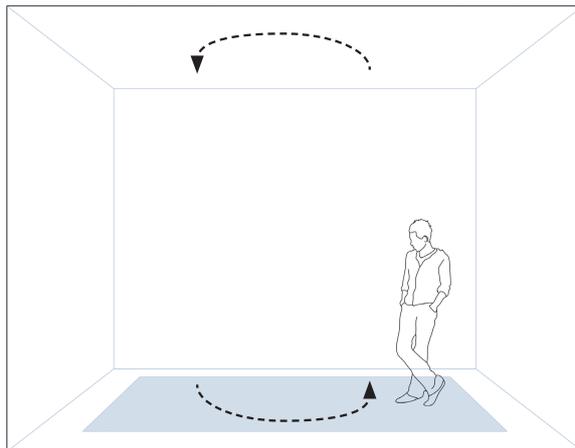


Figura 2 - scambio termico per convezione

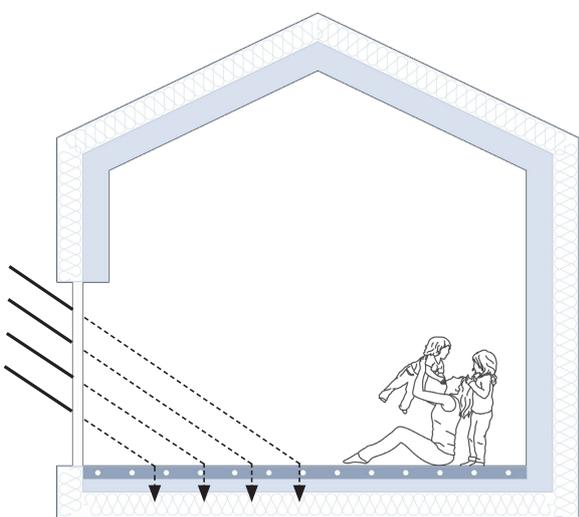


Figura 3 - riduzione carichi estivi di irraggiamento

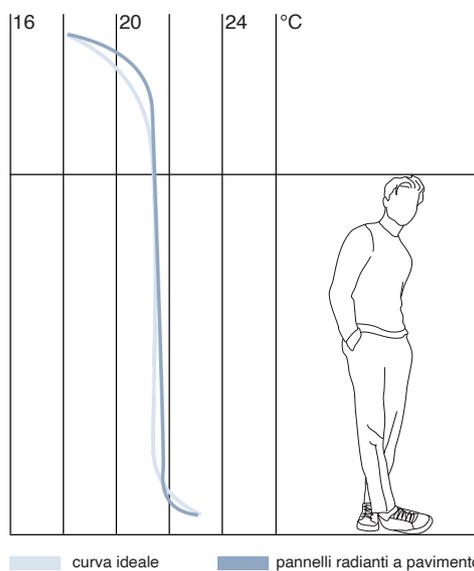


Figura 4 - curve del comfort, ideale e dei pannelli radianti

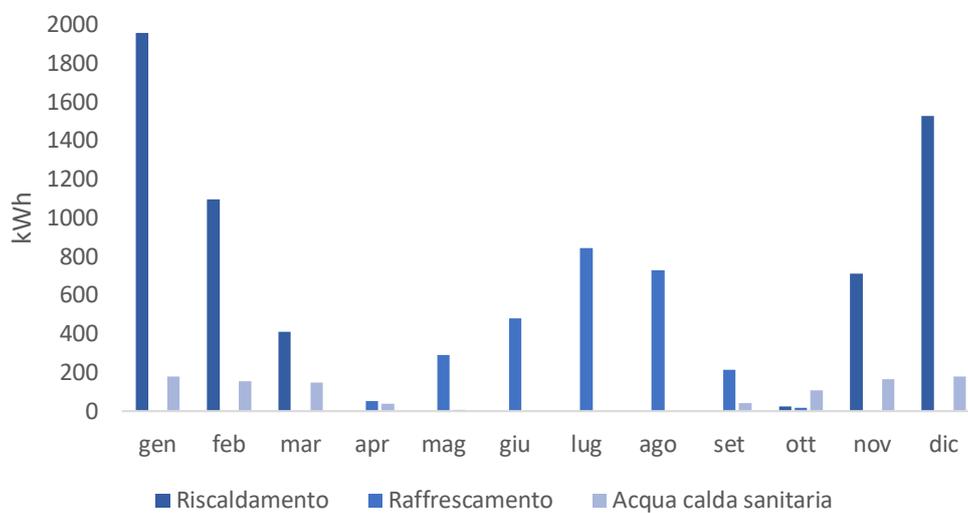


Figura 5 - energia termica richiesta al generatore

## Impianto fotovoltaico

L'analisi per la realizzazione e quantificazione delle prestazioni dell'**impianto fotovoltaico** è stata realizzata con il software **Solarius-PV**. Infatti, prima di inserire i dati all'interno del software di analisi globale dell'efficienza energetica dell'edificio (Termus BIM) si è optato per la realizzazione di uno studio specifico dell'impianto.

Nella progettazione di un impianto fotovoltaico, si punta a massimizzare la cattura della radiazione solare annuale disponibile. Il pannello fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare nel modo migliore possibile, preferibilmente orientato a sud e senza alcun ombreggiamento. Tuttavia, se ci sono vincoli architettonici nella struttura che ospita il generatore, sono necessari orientamenti differenti e ombreggiamenti moderati, che devono essere accuratamente valutati. Le perdite di energia dovute a questi fenomeni influenzano il costo dei kWh prodotti e il periodo di recupero dell'investimento.

Per quanto riguarda l'inserimento architettonico, se si installa un impianto fotovoltaico su un tetto spiovente, l'orientamento e l'inclinazione dei moduli dovrebbero essere scelti in modo da mantenere il piano dei pannelli parallelo o persino complanare a quello del tetto stesso. In questo modo, non si altera la forma dell'edificio e si riduce la resistenza del vento sui moduli. Inoltre, è opportuno favorire la circolazione dell'aria tra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, in modo da limitare le perdite di calore.

Il predimensionamento si è basato sull'ipotetico utilizzo da parte degli utenti finali, sulla geolocalizzazione, sul fattore di ombreggiamento che caratterizza il lotto numero 8 e sugli angoli azimutali e zenitali, vincolati alla falda esposta a sud, che caratterizzano il rendimento medio dei moduli fotovoltaici.

		Nord Italia	Centro Italia	Sud Italia	Costo di massima
<b>Monocristallino</b>	7-9 m <sup>2</sup> per kWp	1.100-1200 kW	1.200-1.300 kW	1.300-1500 kW	2.500 € kWp
<b>Policristallino</b>	8-11 m <sup>2</sup> per kWp	1.100-1200 kW	1.200-1.300 kW	1.300-1500 kW	2.200 € kWp
<b>Silicio amorfo</b>	11-13 m <sup>2</sup> per kWp	1.100-1200 kW	1.200-1.300 kW	1.300-1500 kW	2.000 € kWp
<b>Inclinazione</b>	25-40°	25-40°	25-40°	25-40°	
<b>Durata</b>	30 anni				

fonte: Energy Strategy Group

Sono stati inizialmente confrontati le principali tipologie di modulo fotovoltaico, optando per l'opzione di **pannello policristallino** raggiungendo un compromesso tra prestazione, costo e considerando l'attuale periodo storico in cui le detrazioni fiscali risultano altamente vantaggiose.

Detrazioni fiscali che invece non possono essere applicate per le batterie di accumulo nel caso di nuovi impianti, e quindi l'alternativa è stata presa in considerazione ma in fine non adottata a causa dei tempi di ritorno dell'investimento troppo elevati.

Successivamente, lo studio si è focalizzato sull'individuazione dei diversi **componenti elettrici** che possono essere utilizzati all'interno dell'abitazione e che quindi incidono direttamente sulla necessità di kWp e sulla potenza dell'inverter, distinguendo tra quelli che vengono utilizzati in continuità durante tutto il giorno e quelli che vengono utilizzati in determinate fasce orarie della giornata o della settimana, redigendo un profilo di utilizzo degli utenti tipo, redigendo un bilancio energetico elettrico per una famiglia di quattro persone.

Nella tabella a seguire vengono illustrati i consumi elettrici (massimi e minimi) di una famiglia tipo elaborati da Enea:

Elettrodomestico	Consumi massimi (apparecchi tradizionali) [kWh/anno]	Consumi minimi (apparecchi ad alta efficienza) [kWh/ anno]
Frigorifero	560	320
Congelatore	520	300
Illuminazione	420	84
Lavatrice	570	360
Lavastoviglie	672	504
Forno elettrico	156	78
Forno microonde	0	39
Televisore (funzionamento)	130	130
Televisore (stand-by)	105	0
Decoder (funzionamento)	55	55
Decoder (stand-by)	110	0
Computer	160	160
Hi-Fi (funzionamento)	20	20
Hi-fi (stand-by)	60	0
Altri apparecchi	423	265
<b>TOTALE</b>	<b>3.961</b>	<b>2.315</b>

fonte: elaborazione dati Enea

Nel nostro caso, considerando all'interno del software dedicato le sole utenze elettriche, si è stimato un consumo annuo di 2619.16 kWh e si è optato per l'installazione di un impianto monofase composto da 15 moduli per un totale di 3.75 kWp e un inverter di potenza pari a 4.5 kW, considerando una potenza di picco per ogni modulo di 250 W, un azimuth di -16° e un tilt di 25°, dettato dall'inclinazione della falda tipica della zona di intervento nonché elemento caratterizzante la stereometria dell'edificio progettato.

Si è preferito sovradimensionare l'impianto in modo da compensare poi l'utilizzo dei componenti di impianto di riscaldamento e raffrescamento considerati nell'analisi globale dell'efficienza energetica dell'edificio e in prospettiva di una possibile installazione di batterie per l'accumulo, in modo da incrementare progressivamente l'autoconsumo e, nel frattempo, poter beneficiare della vendita dell'energia in eccesso esportata nella rete nazionale, essendo un impianto *grid-connected*.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico ha lo scopo di ottenere un notevole risparmio energetico sfruttando la fonte di energia rinnovabile fornita dal Sole. L'impiego di questa tecnologia è dettato dalla necessità di conciliare diverse esigenze, come la compatibilità con le esigenze architettoniche e ambientali, l'assenza di inquinamento acustico, il risparmio di combustibili fossili e la produzione di energia elettrica senza emissione di sostanze nocive. Nella sezione successiva, sono riportati i dati generali e tecnici dell'impianto che è stato progettato e analizzato.

Dati Generali	
Comune	Cupramontana
Latitudine	43°.4469 N
Longitudine	13°.1172 E
Altitudine	505 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1410.84 kWh/mq
Coefficiente di ombreggiamento	0.90

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	24.84 mq
Numero totale moduli	15
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	4392.52 kWh
Potenza totale	3.75 kW
Energia per kW	1171.34 kWh/kW

Attualmente, la generazione di energia elettrica deriva principalmente da centrali termoelettriche che sfruttano combustibili prevalentemente di origine fossile. Pertanto, tenendo conto della quantità di energia stimata prodotta nel primo anno pari a 4 392,52 kWh e della perdita di efficienza annuale, le considerazioni seguenti si applicano per la durata di 20 anni dell'impianto.

Un utile parametro per quantificare il risparmio di combustibili ottenuto dall'impiego di fonti di energia rinnovabile è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]. Tale coefficiente esprime il numero di TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per produrre 1 MWh di energia elettrica, ovvero le TEP risparmiabili adottando tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	0.82
TEP risparmiate in 20 anni	15.10

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la **riduzione di emissioni** in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	2082.05	1.64	1.88	0.06
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	38265.89	30.11	34.47	1.13

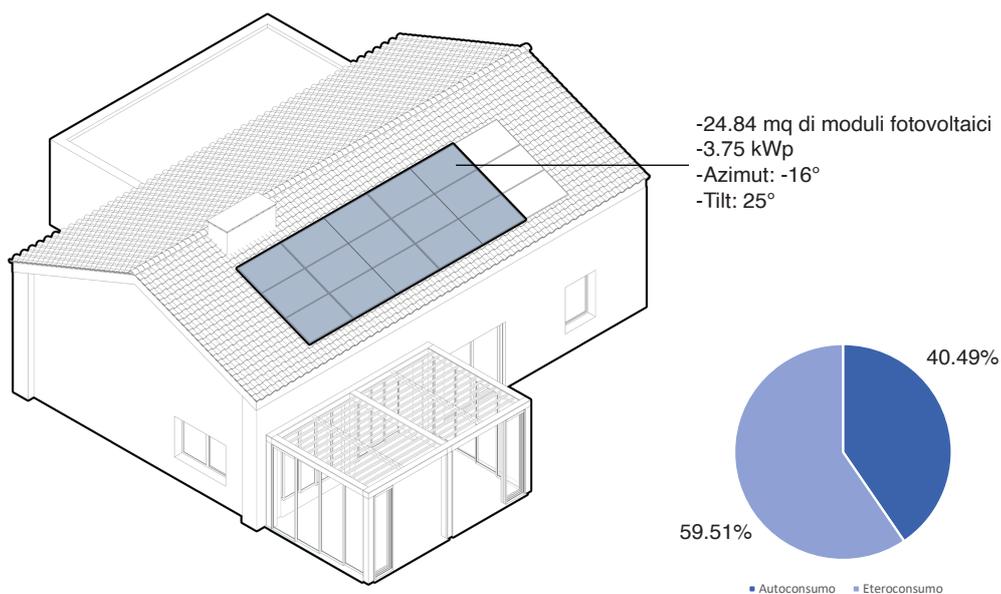


Figura 6 - impianto fotovoltaico su falda inclinata a sud

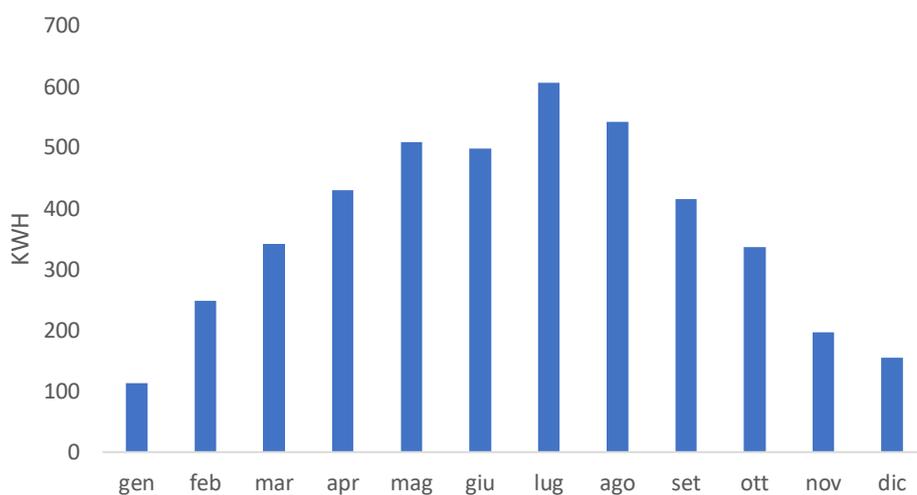


Figura 7 - energia mensile prodotta dall'impianto

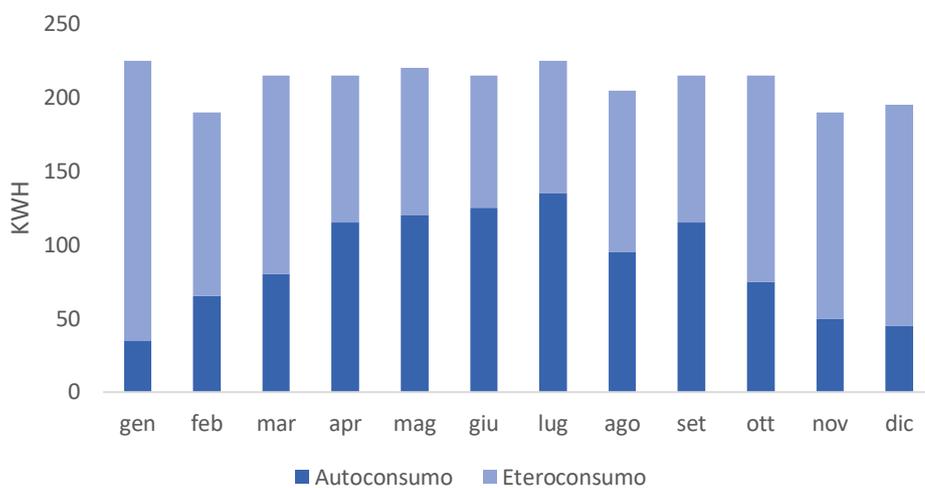


Figura 8 - autoconsumo ed eteroconsumo mensile

## Impianto solare termico

Gli **impianti solari termici** ad acqua possono assumere una configurazione integrata con boiler elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria quando non si ha la possibilità di produrla per mancanza di sufficiente irraggiamento solare. Questi possono essere dotati di accumulatore a serbatoio con capacità di centinaia di litri d'acqua per gli usi sanitari e l'integrazione al riscaldamento.

Risulta conveniente progettare un impianto che copra oltre il 50% del fabbisogno di ACS e parte del riscaldamento, insieme ad accorgimenti bioclimatici e di coibentazione dell'edificio, con la parte energetica rimanente integrata dalla produzione fotovoltaica.

La progettazione di un impianto solare termico deve tener conto di diverse analisi preliminari:

- fabbisogno da parte dell'utenza finale di ACS e riscaldamento;
- condizioni climatiche del luogo;
- orientamento e inclinazione delle superfici per il posizionamento dei pannelli;
- valutazione costi-benefici,
- costo del sistema con attualizzazione del recupero economico e sfruttamento degli incentivi.

Alcuni criteri di massima per il dimensionamento sono di seguito riportati riferendosi alle analisi della Solarte:

Dim. collettori piani				Dim. collettori tubi sottovuoto			
N. persone	2/4	4/6	6/8	N. persone	2/4	4/6	6/8
Cosumo medio giornaliero (litri)	150	250	350	Consumo medio giornaliero (litri)	150	250	350
m <sup>2</sup> collettore piano	2,4	4	6	m <sup>2</sup> collettore tubi sottovuoto	2	3	4
Volume accumulo (litri)	200	300	400	Volume accumulo (litri)	200	300	400
Grado di copertura medio (35°)	60%	66%	66%	Grado di copertura medio (35°)	59%	65%	5%

fonte: elaborazione dati Solarte

Uno dei problemi principali resta la minore incidenza solare nella stagione invernale. Un'integrazione del solare fotovoltaico, perciò, risulta essere fondamentale per un corretto utilizzo delle serpentine elettriche.

E' stato fondamentale, infatti, adottare impianti che coniugano aspetti fotovoltaici e termici in un'unica soluzione, massimizzando le superfici che devono essere messe a disposizione per ottenere ambedue i risultati.

L'analisi dell'impianto solare termico di progetto è stata redatta grazie al software **Solaris T-Pro**, andando a considerare come per l'impianto fotovoltaico i dati generali relativi alla geolocalizzazione dell'edificio, la superficie disponibile per l'installazione dei collettori solari, l'inclinazione zenitale e azimutale di questi ultimi e considerando un accumulo pari a 400 litri. Quest'ultimo è stato progettato consapevolmente con dimensioni ridotte in quanto il ristagno del fluido energetico, poi utilizzato come acqua calda sanitaria potrebbe portare alla formazione di batteri, che per essere eliminati necessitano di frequenti *shock* termici all'interno dell'accumulatore determinando un deterioramento molto più rapido dell'impianto.

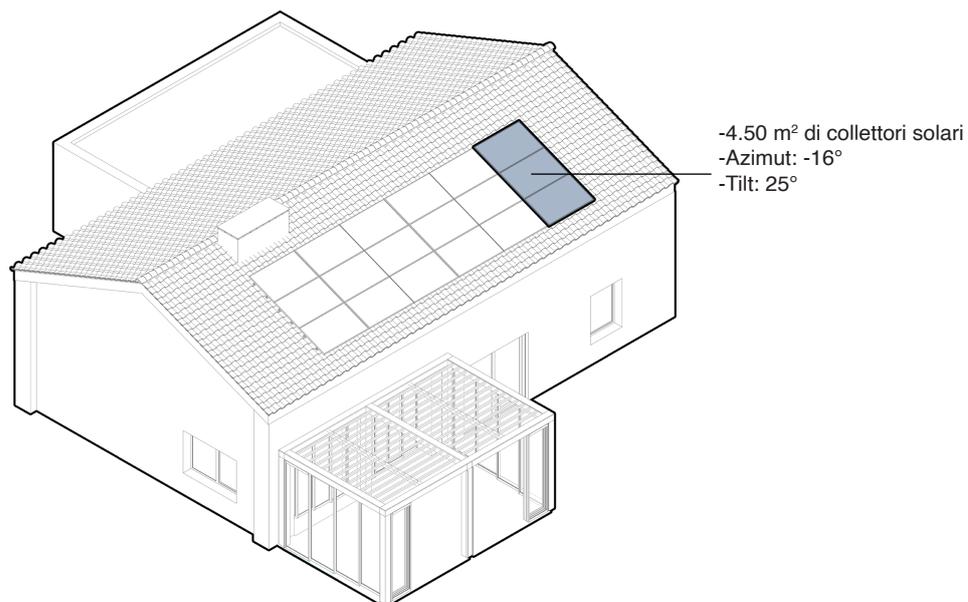
Di seguito vengono riportati i dati utilizzati all'interno del software per effettuare le necessarie verifiche.

Dati Generali	
Comune	Cupramontana
Latitudine	43°.4469 N
Longitudine	13°.1172 E
Altitudine	505 m

Superfici e caratteristiche impianto	
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	148.96 m <sup>2</sup>
Superficie collettori	4.74 m <sup>2</sup>
Numero collettori x numero stringhe	1x3
Numero serbatoi	400 l
Valore di accumulo specifico	117.3 l/m <sup>2</sup>
Giorni di utilizzo	365

Posizionamento e irradiazione sul piano dei collettori	
Orientamento dei collettori (azimut)	-16°
Inclinazione dei collettori	25°
Irradiazione solare annua	1552.32 kWh/m <sup>2</sup>

Totali	
Irradiazione annua totale	7358 kWh
Fabbisogno energetico annuo	5702.6
Energia fornita annua	1978.7 kWh
Efficienza dell'impianto	26.9%
Copertura del fabbisogno	50.3%



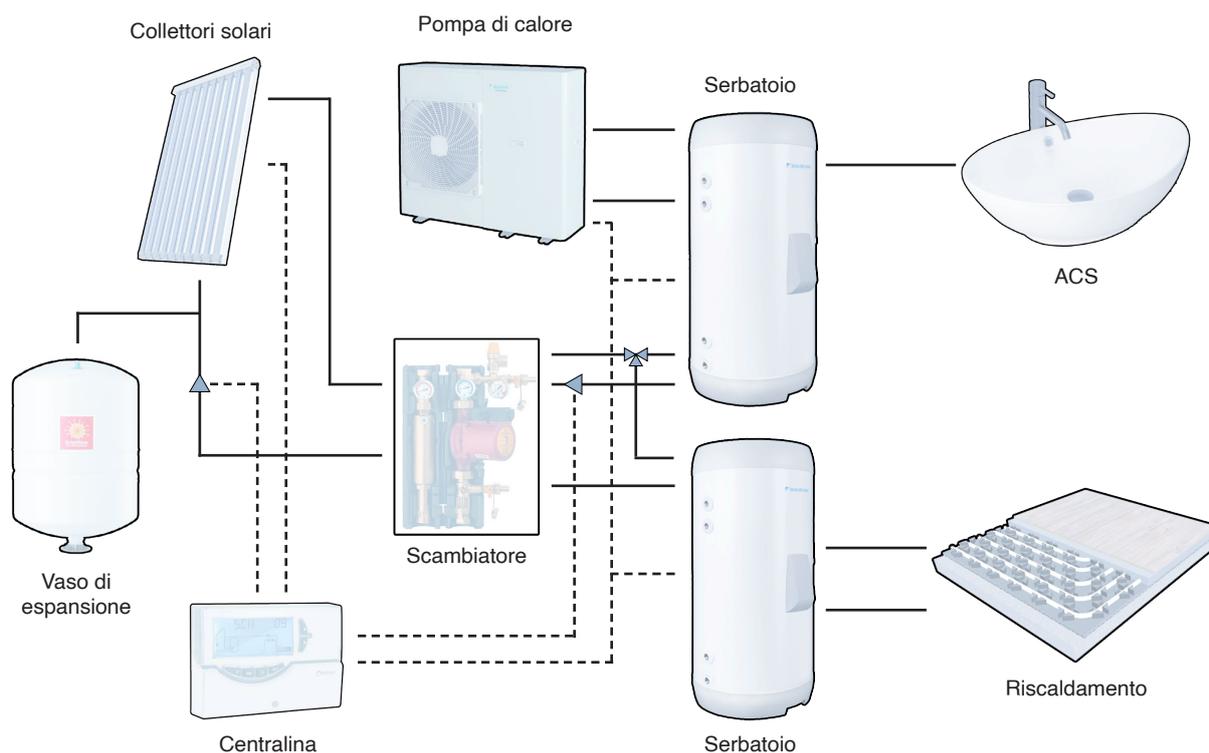


Figura 9 - schema di funzionamento dell'impianto solare termico per ACS e riscaldamento

L'impianto solare consente inoltre consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera di CO <sub>2</sub>	
Coefficiente emissioni CO <sub>2</sub>	196.0
Emissioni evitate in un anno	1084.46 kg
Emissioni evitate in 20 anni	21689.18 kg

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il TEP. I risparmi sul combustibile sono conteggiati in base al fattore di conversione dei MWh in TEP che è 0.073 TEP/MWh.

Risparmio di combustibile in TEP	
TEP risparmiate in un anno	0.14
TEP risparmiate in 20 anni	2.89

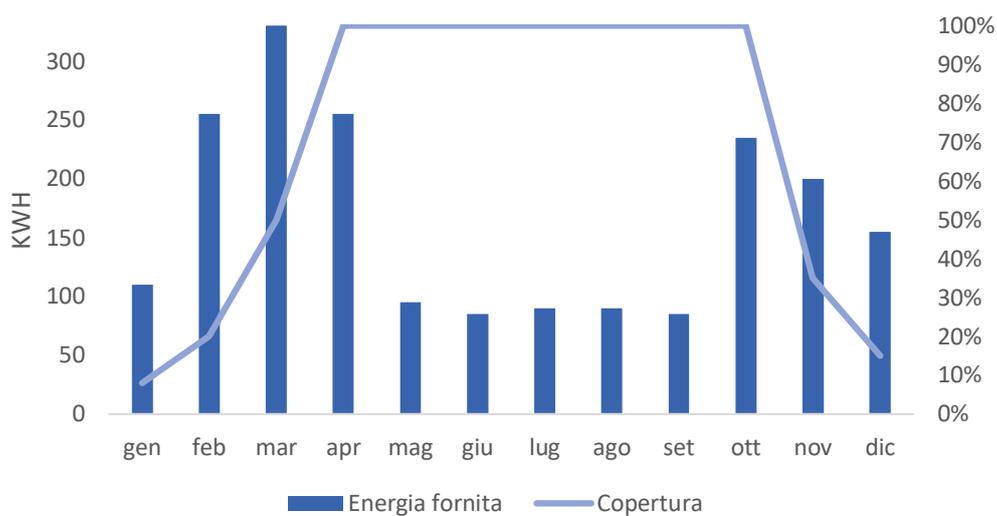


Figura 10 - grafico dell'energia fornita e della percentuale di copertura

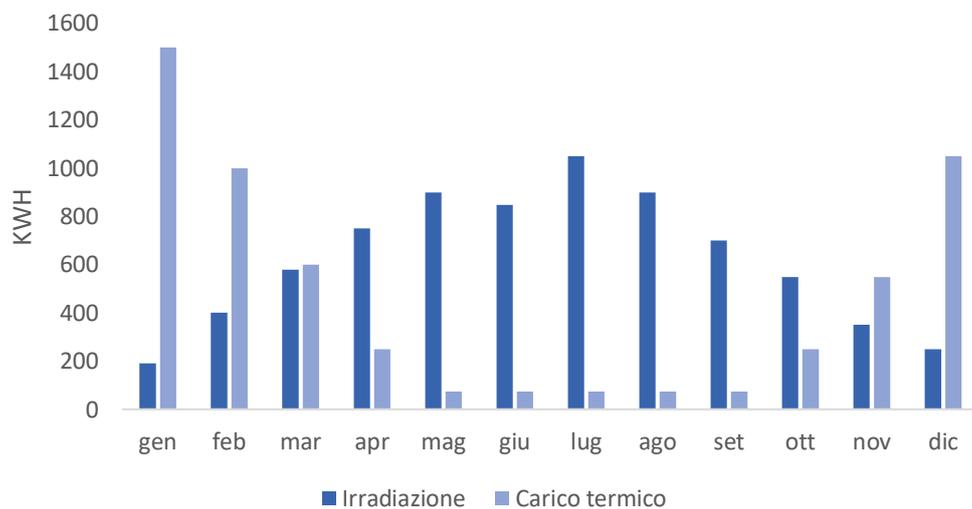


Figura 11 - grafico dell'irradiazione e del carico termico

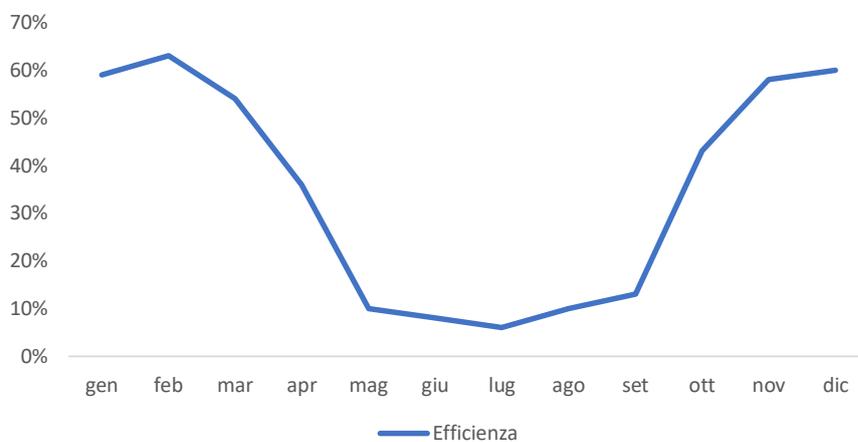


Figura 12 - grafico dell'efficienza di impianto

## Ventilazione naturale

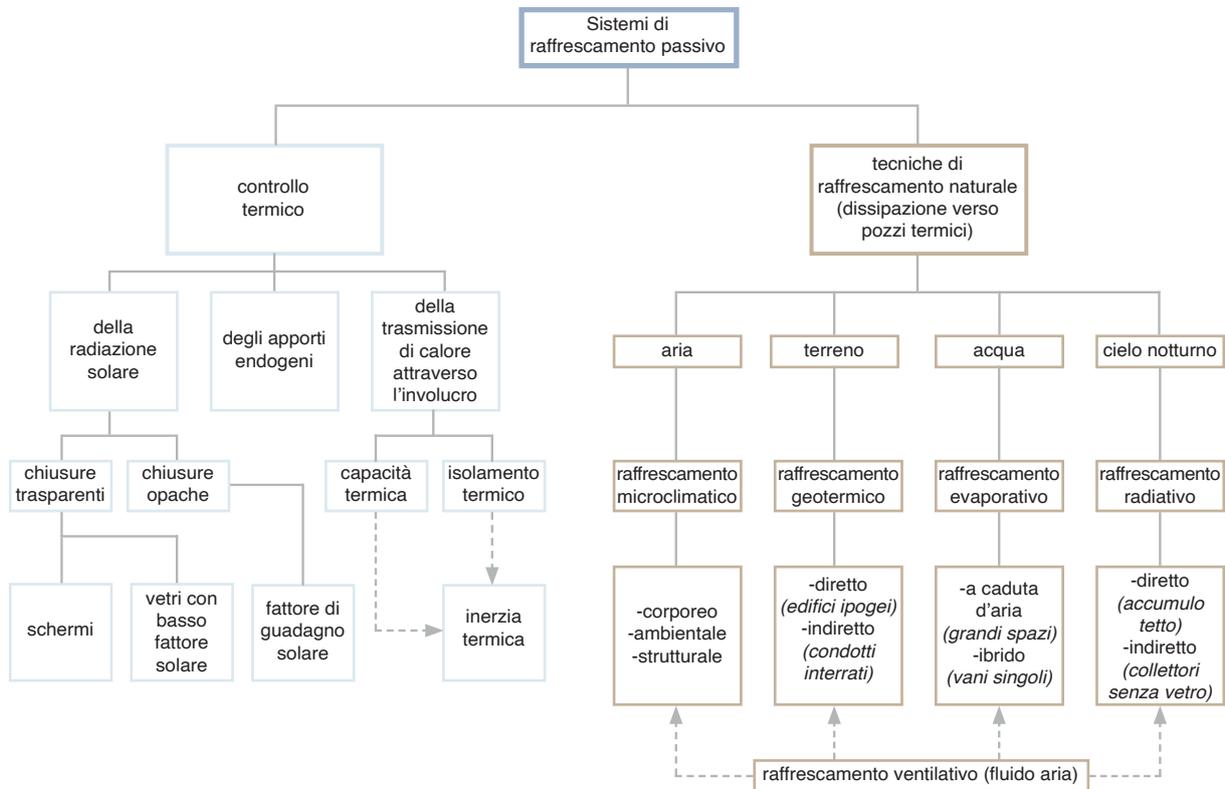


Figura 12 - classificazione dei sistemi di raffrescamento passivo (rielaborazione da "Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato" di Grosso M., 2017, pag. 186)

Nel progetto, data la scelta di non utilizzare una VMC, è risultato fondamentale lo **studio dei venti** in accordo con la forma e l'orientamento dell'edificio. L'esposizione ai venti dominanti durante il periodo estivo è un fattore fondamentale per il raffrescamento di un sito e di un edificio. Fondamentale è evitare l'esposizione ai venti caldi che provengono generalmente da SE-S-SO.

Nelle zone collinari i **versanti sopravvento**, sono da preferirsi ai versanti sottovento. La posizione più esposta ai venti è quella di cresta, mentre siti a mezza costa o a fondo valle, sono comunque caratterizzati da brezze serali discendenti, più fredde dell'aria in quota, anche in condizioni di vento calmo. Tale localizzazione, poi, risulta essere particolarmente efficace se gli edifici sono posti lungo le curve di livello.

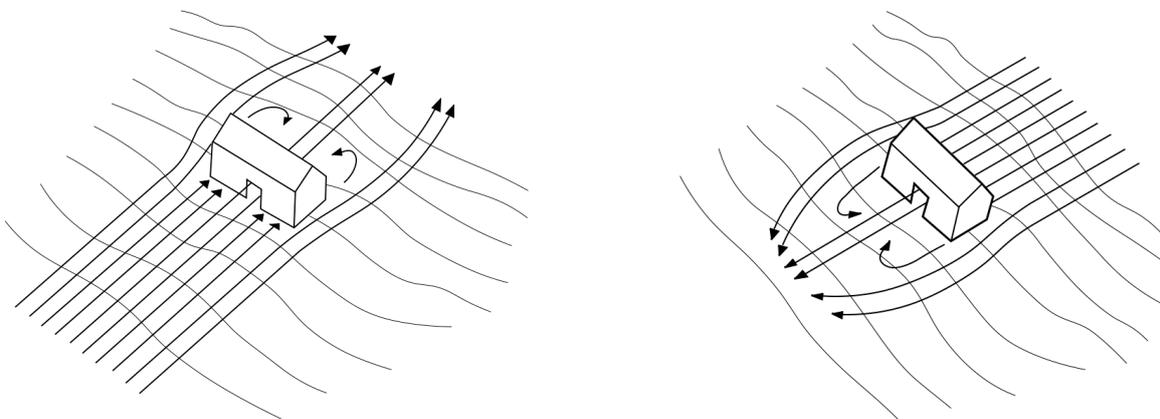


Figura 13 -posizione ottimale dell'edificio situato su sito collinare (rielaborazione da "Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato" di Grosso M., 2017, pag. 168)

Le **tecniche di raffrescamento naturale microclimatico**, sono basate su flussi d'aria naturali che attraversano l'edificio e coinvolgono sia elementi spaziali sia elementi tecnici. Tra i primi vi sono: spazi abitativi e locali annessi, vani di distribuzione, tecnici e locali comuni di interconnessione.

Tra i secondi: chiusure e partizioni permeabili all'aria e partizioni interne con massa esposta. Nei due esempi sottostanti possiamo vedere illustrati i flussi d'aria per ventilazione passante con angoli di vento diversi:

1. **perpendicolari**, per una ventilazione efficiente
2. **obliqui**, per una ventilazione inefficiente

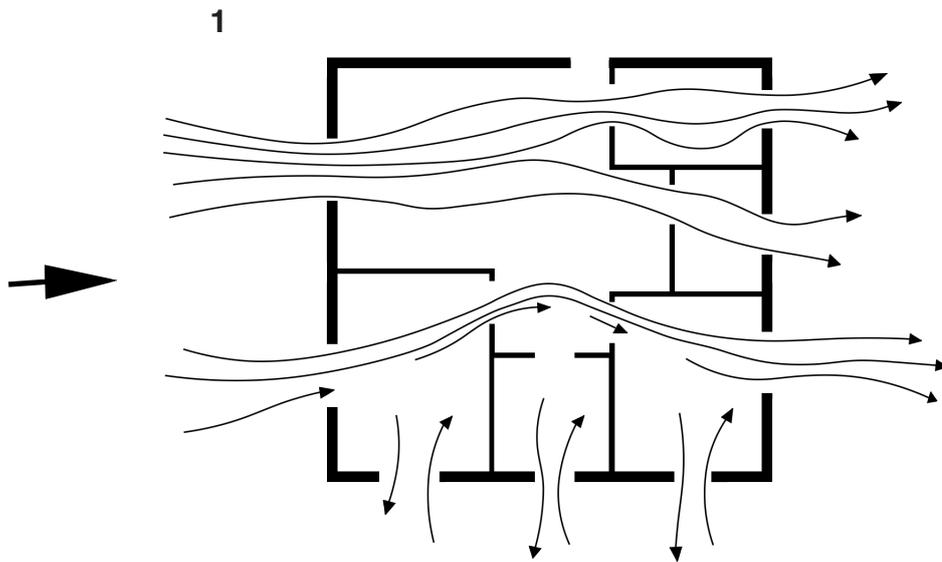


Figura 14 - flussi d'aria per ventilazione passante con angoli di vento perpendicolari alle pareti perimetrali (rielaborazione da "Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato" di Grosso M., 2017, pag. 199)

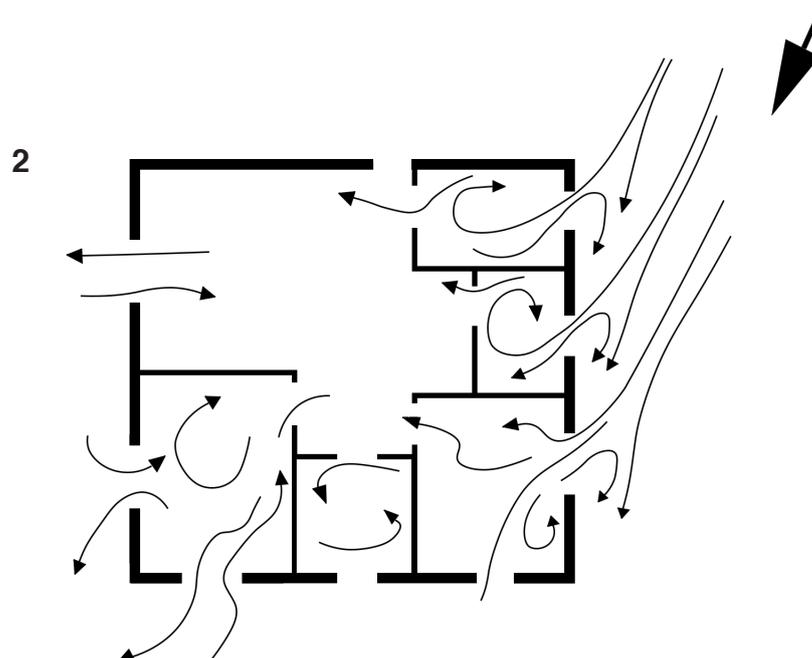


Figura 15 - flussi d'aria per ventilazione passante con angoli di vento obliqui alle pareti perimetrali (rielaborazione da "Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato" di Grosso M., 2017, pag. 199)

Nel progetto si è scelto di utilizzare la sola **ventilazione naturale** e di non affiancare quindi un sistema di ventilazione meccanica controllata (VMC) alla pompa di calore. Questa scelta progettuale potrebbe sembrare equivoca, in quanto il *modus operandi* vede queste due ultime tecnologie spesso affiancate per garantire il massimo grado di comfort.

Nonostante ciò si è deciso di massimizzare la strategia passiva per avere una maggiore flessibilità di utilizzo da parte dell'utente finale. Infatti, dopo aver svolto le dovute considerazioni e aver redatto le diverse analisi attraverso il software **Termus**, si è verificato che anche non installando un sistema attivo per il trattamento dell'aria si riesce comunque a garantire elevate prestazioni di comfort igrometrico senza avere problemi di condensa interna, avendo progettato l'involucro in maniera coerente con tale tecnologia.

Uno dei problemi delle abitazioni troppo dipendenti dalle tecnologie attive, infatti, risulta essere proprio il poco margine di azione da parte dell'utente finale, oppure una gestione inefficace di tali sistemi, in quanto una certa flessibilità di utilizzo deve essere considerata all'interno di un progetto residenziale.

Si è optato, quindi, di prestare maggiore attenzione alle **strategie passive di ventilazione**, studiando la geolocalizzazione dell'edificio e predisponendo gli ambienti interni e le aperture ad essi collegati in maniera strategica.

In particolare, nella zona giorno si possono osservare come tali strategie vengono messe in pratica. Per favorire la ventilazione naturale, ad esempio durante il periodo estivo, sono state predisposte **aperture** a nord e a sud in maniera speculare. Ciò permette alle correnti fresche provenienti da nord di confluire all'interno dell'abitazione e attraversare tutta la zona giorno, fino a trovare sbocco nella **serra solare** che durante tale periodo sarà aperta e utilizzata come pergolato e ad estensione dello spazio interno verso l'esterno, garantendo una zona d'ombra grazie alle schermature orizzontali poste sulla copertura.

D'altro canto, le correnti calde provenienti da sud, risultano schermate dalla **vegetazione** caratterizzata principalmente da piante caducifoglie che fungono da barriera naturale durante l'estate, e che permettono il passaggio dell'irradiazione solare durante i periodi invernali.

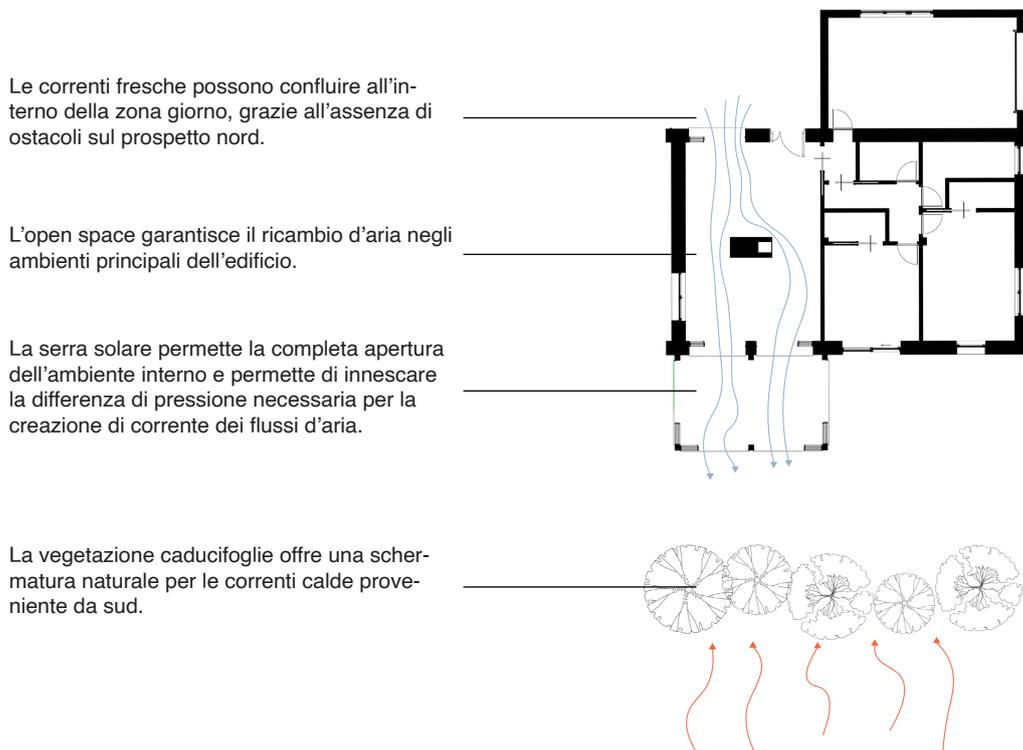


Figura 16 - flussi d'aria per ventilazione passante con angoli di vento perpendicolari alle pareti perimetrali nord e sud

All'interno del software **Termus BIM** è stato considerato un **ricambio d'aria** per i carichi termici ed estivi pari a 0.50 (vol/h) e sono state inserite le ostruzioni esterne, nel caso di progetto, costituite solo da alberi e arbusti.

Dagli output risulta una dispersione massima per ventilazione per il calcolo del carico termico di progetto di 1487 W e un ricambio d'aria per ventilazione naturale pari a circa 112 m<sup>3</sup>/h. Le dispersioni termiche annuali dovute alla ventilazione naturale vengono riportate nel grafico di seguito.

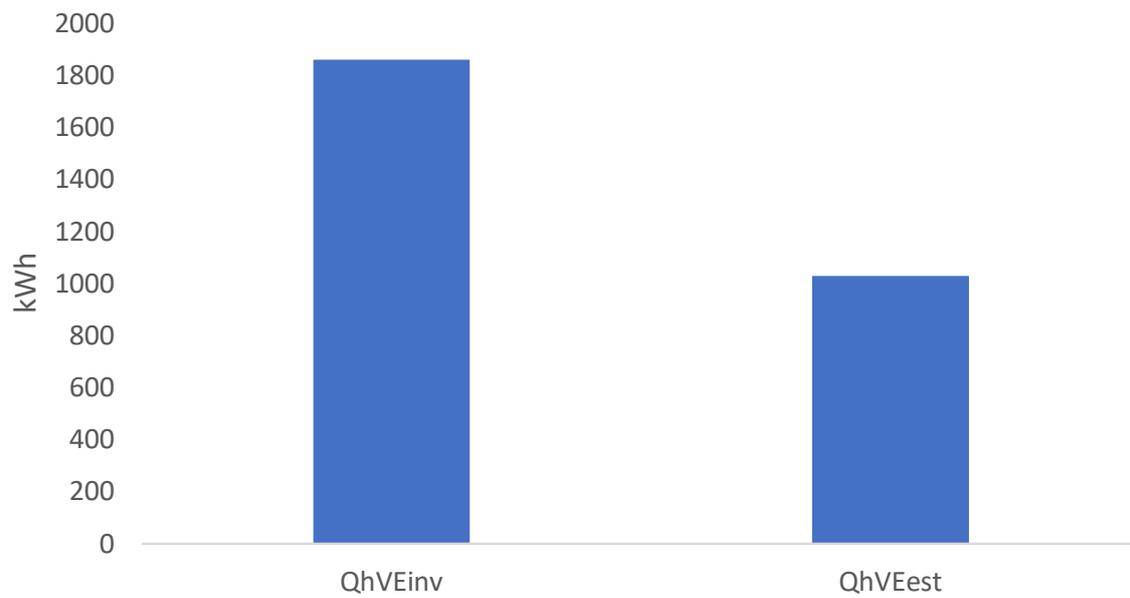


Figura 17 - confronto tra la dispersione termica per la ventilazione annuale: invernale ed estiva

## Analisi prestazionale: riepilogo dei fabbisogni energetici

L'utilizzo a sistema di **strategie attive e passive** per il progetto dell'edificio ad alte prestazioni energetiche comporta una netta riduzione dell'**energia primaria** utilizzata rispetto ad un edificio convenzionale, cioè una riduzione di tutta l'energia grezza che viene utilizzata per produrre energia secondaria, come quella termica ed elettrica.

Fabbisogni di energia primaria [kWh]			
	Rinnovabile	Non rinnovabile	Totale
<b>Riscaldamento</b>	5497.32	1382.06	6879.38
<b>Raffrescamento</b>	2206.54	676.33	2882.87
<b>Acqua calda sanitaria</b>	2388.11	254.40	2642.51

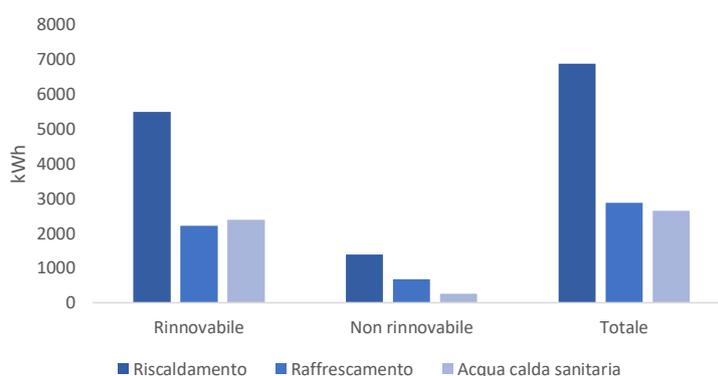


Figura 18 - istogramma dei fabbisogni di energia primaria

Nella tabella e nel grafico sottostante viene riportato il **fabbiosgno di energia termica utile**, cioè la quantità di energia termica che è necessaria per soddisfare le esigenze di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria dell'edificio. I valori indicati nei grafici precedenti risulteranno, quindi, maggiori in quanto venivano comprese le perdite di trasmissione e di distribuzione, inevitabili nel processo di trasformazione da energia primaria a energia termica utile.

Fabbisogni di energia termica utile [kWh]	
	Totale
<b>Riscaldamento</b>	5246,73
<b>Raffrescamento</b>	2381,16
<b>Acqua calda sanitaria</b>	1692,68

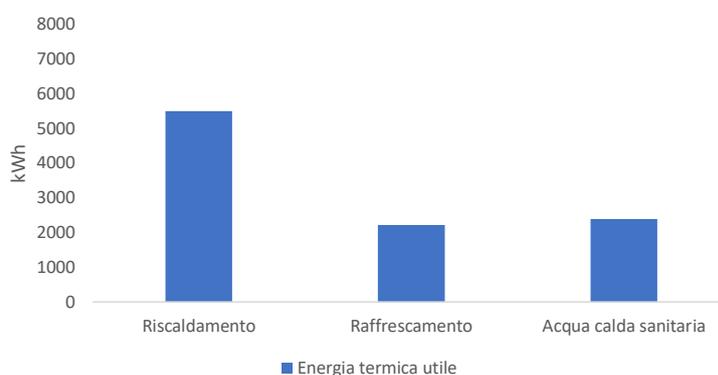


Figura 19 - istogramma dei fabbisogni di energia termica utile

Gli output sottostanti riportano l'energia termica utile ( $Q_{nd}$ ) mensile relativa al riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria richiesta dal sistema edificio per soddisfare elevate condizioni di comfort. Tale valore indica il fabbisogno mensile di energia risultato della somma delle dispersioni per trasmissione ( $Q_{h,TR}$ ) e per ventilazione ( $Q_{h,VE}$ ), e degli apporti gratuiti solari ( $Q_{h,SOL}$ ) e interni sensibili ( $Q_{h,INT}$ ). Il calcolo è stato effettuato attraverso il software **Termus BIM** sulla base della **zona climatica E**, quindi considerando un periodo di riscaldamento e raffrescamento da normativa: 28 ottobre-25 marzo (riscaldamento), 17 aprile-5 ottobre (raffrescamento).

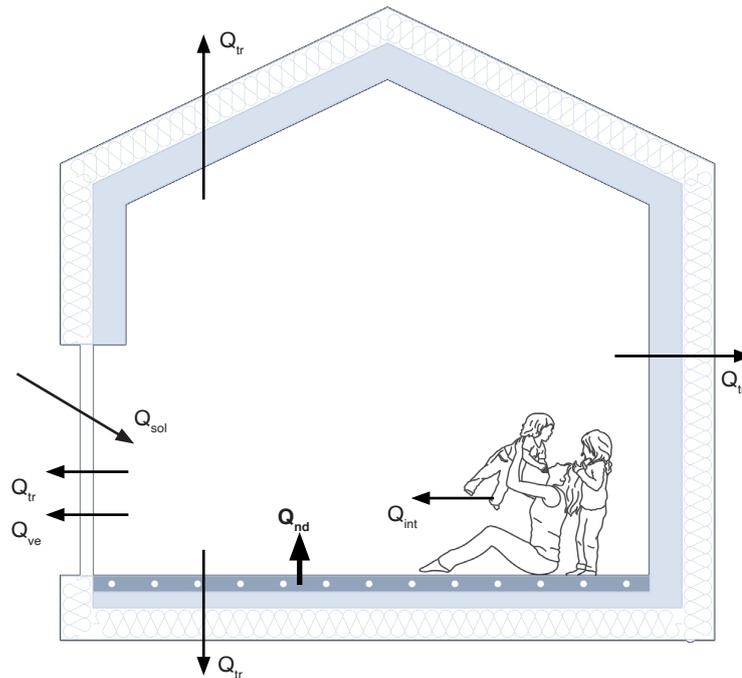


Figura 20 - il bilancio energetico dell'edificio

Fabbisogno di energia termica utile mensile [kWh]												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
$Q_{h,nd,risc}$	1810	1043	357	-	-	-	-	-	-	23	611	1403
$Q_{c,nd,raff}$	-	-	-	29	269	445	782	673	176	5	-	-
$Q_{w,nd,acs}$	144	130	144	139	144	139	144	144	139	144	139	144

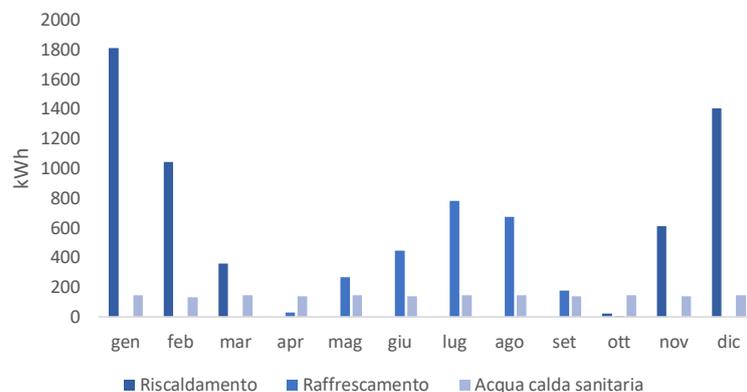


Figura 20 - istogramma del fabbisogno di energia termica utile mensile

## Analisi prestazionale: riepilogo degli indicatori di prestazione energetica

Gli **indicatori di prestazione energetica (EPI)** sono utilizzati per valutare l'efficienza energetica dell'edificio. Essi sono calcolati utilizzando i dati di consumo di energia dell'edificio relativi agli impianti utilizzati, alle caratteristiche costruttive dell'involucro e alla zona climatica di riferimento.

Energia primaria non rinnovabile	
Indice di <b>prestazione energetica globale</b> - $EP_{gl, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	22.23
Indice di prestazione energetica per riscaldamento - $EP_{H, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	13.28
Indice di prestazione energetica per raffrescamento - $EP_{C, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	6.50
Indice di prestazione energetica per acs - $EP_{W, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	2.45

Energia primaria rinnovabile	
Indice di <b>prestazione energetica globale</b> - $EP_{gl, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	97.00
Indice di prestazione energetica per riscaldamento - $EP_{H, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	52.84
Indice di prestazione energetica per raffrescamento - $EP_{C, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	21.21
Indice di prestazione energetica per acs - $EP_{W, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	22.95

Energia primaria totale	
Indice di <b>prestazione energetica globale</b> - $EP_{gl, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	119.24
Indice di prestazione energetica per riscaldamento - $EP_{H, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	66.13
Indice di prestazione energetica per raffrescamento - $EP_{C, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	27.21
Indice di prestazione energetica per acs - $EP_{W, nren}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	25.40

Avere un EPI di energia primaria rinnovabile maggiore di quella non rinnovabile certifica che l'edificio utilizza più energia da fonti rinnovabili rispetto a quella da fonti non rinnovabili per soddisfare i suoi fabbisogni energetici.

L'edificio, perciò, risulta essere progettato e gestito in modo da **ridurre** la dipendenza dalle fonti di **energia non rinnovabili**, come il carbone, il petrolio o il gas, e **aumentare** l'utilizzo di **fonti di energia pulita e sostenibile** contribuendo alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

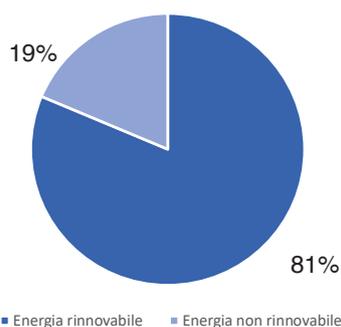


Figura 21 - aereogramma di confronto tra l'utilizzo dell'energia rinnovabile e non rinnovabile

## Analisi prestazionale: risultati finali e considerazioni

La **prestazione energetica globale del fabbricato** (PEF) indica il grado di efficienza energetica dell'edificio, tenendo conto dell'energia utilizzata per mantenere condizioni di comfort elevato grazie all'integrazione delle tecnologie adottate, durante tutto l'anno.

L'abitazione unifamiliare analizzata risulta avere un PEF di 22.23 kWh/m<sup>2</sup>anno, rimanendo sotto la soglia dei 30 kWh/m<sup>2</sup>anno e quindi garantendo un basso consumo energetico, una riduzione sostanziale dei kg di CO<sub>2</sub> emessi nell'atmosfera e rientrando nella classificazione *nZEB* (*nearly Zero Energy Building*).

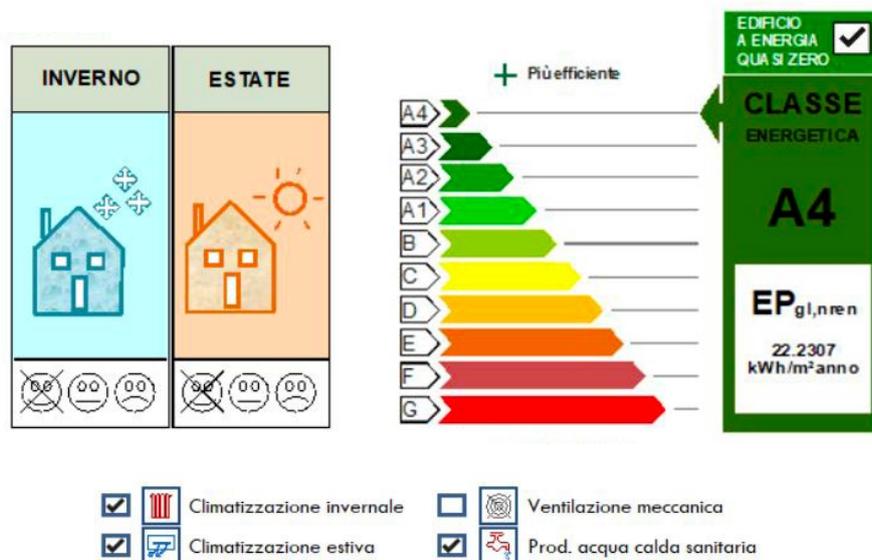


Figura 22 - classe di certificazione energetica dell'edificio

Con le analisi precedenti si è voluto dimostrare l'elevata efficienza energetica dell'edificio tenendo presenti durante il processo i **costi** per ogni intervento e il **beneficio** apportato non solo dal punto di vista energetico e quindi relativo al comfort igrometrico, ma considerando anche la flessibilità dello spazio, e la possibilità di gestire l'abitazione in maniera non troppo limitata per l'utente finale.

Risultati ancora migliori potevano essere raggiunti inserendo un sistema di ventilazione meccanica controllata, aumentando la potenza degli impianti e dell'isolamento in determinati elementi dell'involucro. Ciò avrebbe permesso di ridurre ulteriormente le emissioni di sostanze inquinanti e di avere a disposizione dei rendimenti maggiori, che, però, avrebbero determinato un aumento importante dei costi, in prospettiva delle analisi economiche successive e soprattutto avrebbe costretto l'utente finale ad un comportamento non realistico e tantomeno auspicabile per il tipo di edificio progettato e in relazione al contesto in cui risulta essere inserito.



# 04

## Valutazione economica dell'efficienza

*“Nelle cose economiche e sociali,  
la via dritta, salvo eccezioni rarissime,  
è la via falsa.  
Solo la via storta,  
lungo la quale gli uomini cadono,  
ritornano sui propri passi,  
esperimentano,  
falliscono e ritentano  
e talvolta riescono,  
è la via sicura e, di fatto, più rapida.”*

*Einaudi L., 1949*

# 1. Progetto economico

## 1.1 Premessa e obiettivi

L'area in cui viene sviluppato il progetto di tesi è una lottizzazione sviluppata nel 2010, composta da 24 lotti, di cui 13 sono stati venduti, 11 sono ancora da vendere e solo uno risulta ad oggi edificato.

La società che al tempo ha investito sul progetto si ritrova, ad oggi, a dover pagare un mutuo senza che l'attività di costruzione proceda, influenzata da fattori economici che non incentivano lo sviluppo *ex novo*, bensì le ristrutturazioni, e da una sempre più diffidenza da parte degli istituti bancari ad erogare prestiti per determinate attività di costruzione.

L'obiettivo della tesi è quello di riconferire **valore** ed **interesse** all'area, dimostrando, grazie agli strumenti di *project management*, il vantaggio economico ed ambientale nell'investire in abitazioni ad alta efficienza energetica, caratterizzate da elevate condizioni di comfort, qualità architettonica e costruttiva, capacità di mantenere il valore di mercato nel tempo e soprattutto di determinare un sostanziale risparmio economico ed ecologico.

Attraverso le diverse analisi economiche e finanziarie si vuole dare una seconda vita all'area, andando ad agire sulle scelte progettuali e tecnologiche definite a monte del progetto del 2010, proponendo in particolare lo studio approfondito di un edificio unifamiliare all'interno di uno dei lotti in esame.

Tale studio è composto:

- dalla stima dei costi di costruzione, attraverso un **computo metrico estimativo**, realizzato utilizzando il *Prezzario della Regione Marche* del 2022, quindi con i prezzi delle diverse lavorazioni aggiornate alla particolare situazione economica odierna;
- da un'**analisi SWOT** in cui viene messo a sistema un bilancio dei punti di forza e di debolezza del progetto, ipotizzando successivamente le componenti esogene, quali minacce e opportunità;
- dalla stima della durata dei lavori e dalla loro scomposizione in fasi, è stata realizzata una **WBS** (*Work Breakdown Structure*), unita ad una **CBS** (*Cost Breakdown structure*) per assegnare ad ogni attività non solo una tempistica, ma anche un relativo costo;
- da un **modello di redditività** che vada a dimostrare analiticamente la convenienza economica dell'intervento in un determinato periodo di tempo, mettendo a paragone diversi scenari e proposte tecnologiche relative all'edificio unifamiliare, e utilizzando indici e parametri ricavati scientificamente, per avere dei riscontri più vicini possibili alla realtà.

Avendo la consapevolezza che l'investimento iniziale per la costruzione di edifici ad elevate prestazioni energetiche sia maggiore, e quindi prevedendo l'innalzamento della barriera finanziaria di ingresso all'investimento, si vuole redigere un'analisi in grado di incentivare eventuali *sponsor* e *committenti* ad investire sull'insediamento, puntando sulle qualità del progetto architettonico messo a sistema con la dimostrazione scientifica della convenienza dell'investimento nel tempo, dal punto di vista economico e ad ambientale.

# 1. Progetto economico

## 1.2 Analisi SWOT

L'analisi SWOT è stata sviluppata per poter dimostrare sinteticamente la convenienza della costruzione di un edificio ad alte prestazioni energetiche di classe A4 e certificazione nZEB.

Dal diagramma sottostante, infatti, si riesce immediatamente a distinguere la percentuale maggiore di **punti di forza** e **opportunità**, rispetto ai punti di **debolezza** e **minacce**.

I diversi temi analizzati all'interno dell'analisi fanno riferimento al contesto economico, sociale e ambientale del progetto, utile al fine delle successive analisi più analitiche, per restituire, infine, un quadro completo delle potenzialità dell'intervento.



# 1. Progetto economico

## 1.3 WBS+CBS

L'unione della **WBS** (*Work Breakdown Structure*) e della **CBS** (*Cost Breakdown Structure*) rappresenta in maniera grafica la scomposizione cronologica per fasi del processo di costruzione dell'edificio monofamiliare situato nel lotto 8, soggetto delle principali analisi.

Tale rappresentazione risulta essere effettuale per **gerarchizzare** le diverse lavorazioni svolte all'interno del cantiere (*WBS*), ognuna caratterizzata dalla propria **tempistica** e **costo** di realizzazione (*CBS*).

I grafici mostrano rispettivamente le informazioni della WBS+CBS (*Figura 1*) a loro volta in maniera più specifica per un determinato ambito: tempo di realizzazione di ogni fase (*Figura 2 e 3*), costo cumulato nel tempo dell'intervento (*Figura 4*) e costo di ogni fase (*Figura 5 e 6*).

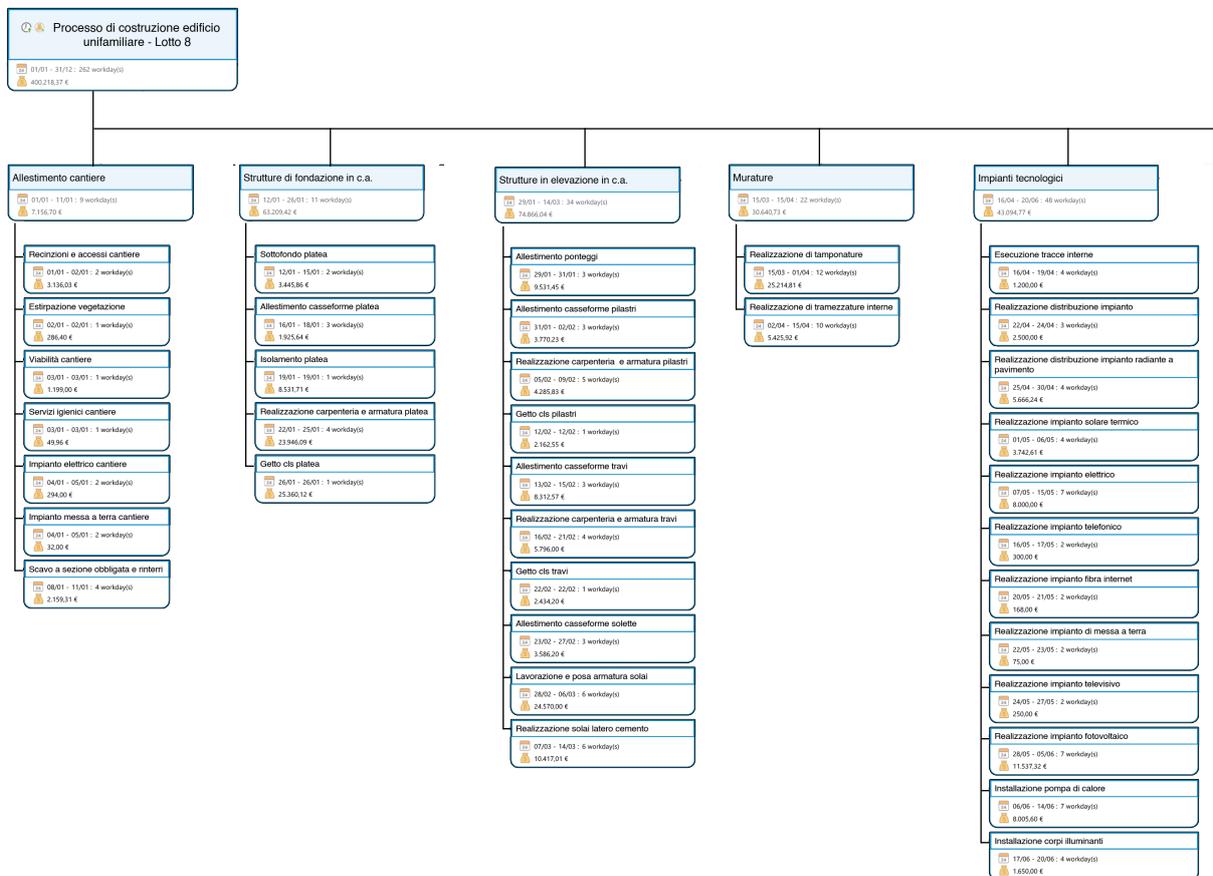


Figura 1 - WBS+CBS (software utilizzato: Mind Manager)

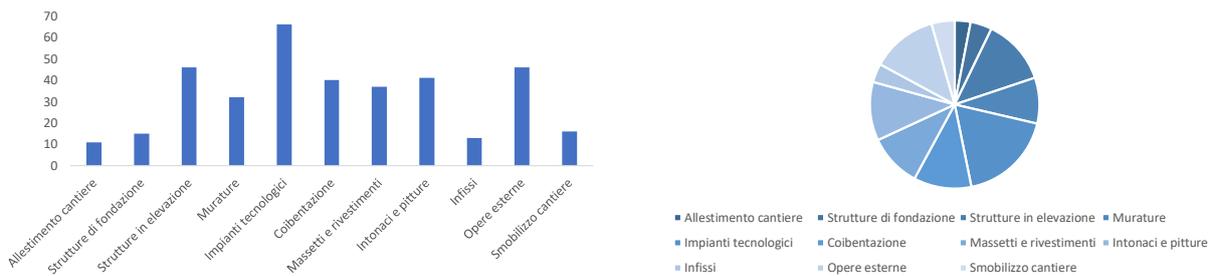


Figura 2 e 3 - istogramma ed areogramma del tempo di realizzazione

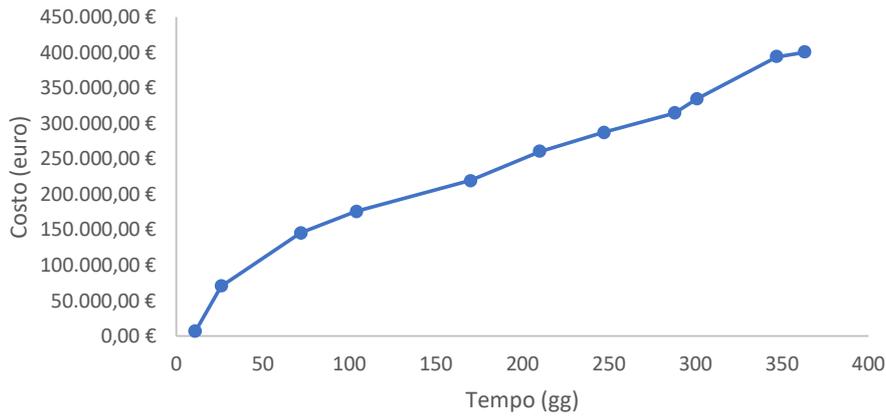
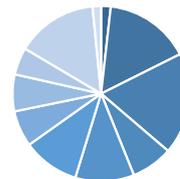
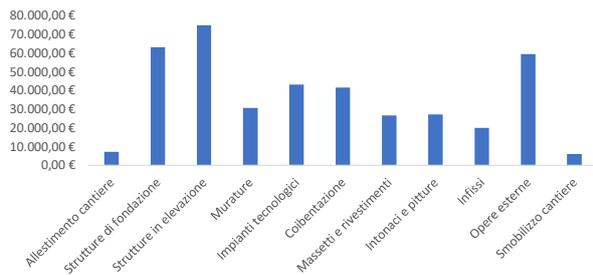
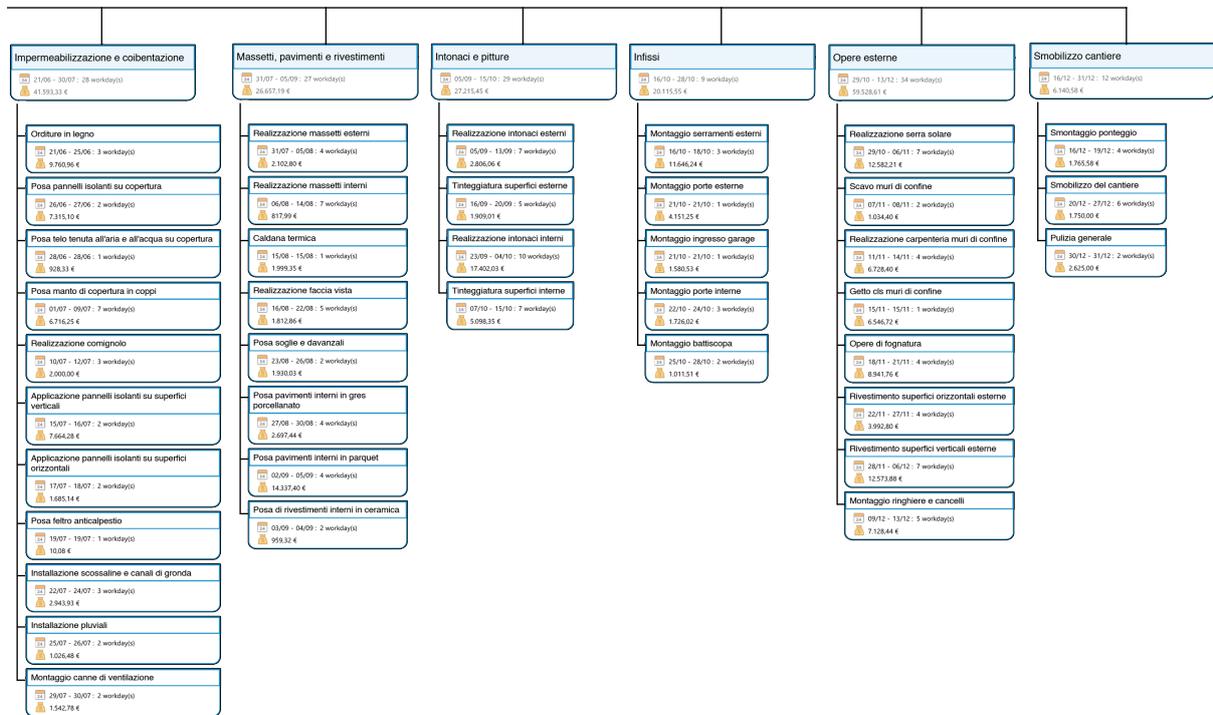


Figura 4 - diagramma che mette in relazione il tempo (asse x) ed il costo cumulato nel tempo (asse y) dell'intervento BCWS (Budget Cost of Work Scheduled)



- Alliestimento cantiere
- Strutture di fondazione
- Strutture in elevazione
- Murature
- Impianti tecnologici
- Coibentazione
- Massetti e rivestimenti
- Intonaci e pitture
- Infissi
- Opere esterne
- Smobilizzo cantiere

Figura 5 e 6 - istogramma ed areogramma del costo di realizzazione

La WBS+CBS è stata, successivamente, riportata in tabella (Figura 7) e nel diagramma di Gantt (Figura 8).

	Inizio	Fine	Durata (giorni di lavoro)	Costo
<b>Processo di costruzione edificio unifamiliare - Lotto 8</b>	<b>01/01/2024</b>	<b>31/12/2024</b>	<b>262</b>	<b>400.218,37 €</b>
<b>Allestimento cantiere</b>	<b>01/01/2024</b>	<b>11/01/2024</b>	<b>9</b>	<b>7.156,70 €</b>
Recinzioni e accessi cantiere	01/01/2024	02/01/2024	2	3.136,03 €
Estirpazione vegetazione	02/01/2024	02/01/2024	1	286,40 €
Viabilità cantiere	03/01/2024	03/01/2024	1	1.199,00 €
Servizi igienici cantiere	03/01/2024	03/01/2024	1	49,96 €
Impianto elettrico cantiere	04/01/2024	05/01/2024	2	294,00 €
Impianto messa a terra cantiere	04/01/2024	05/01/2024	2	32,00 €
Scavo a sezione obbligata e rinterrì	08/01/2024	11/01/2024	4	2.159,31 €
<b>Strutture di fondazione in c.a.</b>	<b>12/01/2024</b>	<b>26/01/2024</b>	<b>11</b>	<b>63.209,42 €</b>
Sottofondo platea	12/01/2024	15/01/2024	2	3.445,86 €
Allestimento casseforme platea	16/01/2024	18/01/2024	3	1.925,64 €
Isolamento platea	19/01/2024	19/01/2024	1	8.531,71 €
Realizzazione carpenteria e armatura platea	22/01/2024	25/01/2024	4	23.946,09 €
Getto cls platea	26/01/2024	26/01/2024	1	25.360,12 €
<b>Strutture in elevazione in c.a.</b>	<b>29/01/2024</b>	<b>14/03/2024</b>	<b>34</b>	<b>74.866,04 €</b>
Allestimento ponteggi	29/01/2024	31/01/2024	3	9.531,45 €
Allestimento casseforme pilastri	31/01/2024	02/02/2024	3	3.770,23 €
Realizzazione carpenteria e armatura pilastri	05/02/2024	09/02/2024	5	4.285,83 €
Getto cls pilastri	12/02/2024	12/02/2024	1	2.162,55 €
Allestimento casseforme travi	13/02/2024	15/02/2024	3	8.312,57 €
Realizzazione carpenteria e armatura travi	16/02/2024	21/02/2024	4	5.796,00 €
Getto cls travi	22/02/2024	22/02/2024	1	2.434,20 €
Allestimento casseforme solette	23/02/2024	27/02/2024	3	3.586,20 €
Lavorazione e posa armatura solai	28/02/2024	06/03/2024	6	24.570,00 €
Realizzazione solai latero cemento	07/03/2024	14/03/2024	6	10.417,01 €
<b>Murature</b>	<b>15/03/2024</b>	<b>15/04/2024</b>	<b>22</b>	<b>30.640,73 €</b>
Realizzazione di tamponature	15/03/2024	01/04/2024	12	25.214,81 €
Realizzazione di tramezzature interne	02/04/2024	15/04/2024	10	5.425,92 €
<b>Impianti tecnologici</b>	<b>16/04/2024</b>	<b>20/06/2024</b>	<b>48</b>	<b>43.094,77 €</b>
Esecuzione tracce interne	16/04/2024	19/04/2024	4	1.200,00 €
Realizzazione distribuzione impianto idrico-sanitario	22/04/2024	24/04/2024	3	2.500,00 €
Realizzazione distribuzione impianto radiante a pavimento	25/04/2024	30/04/2024	4	5.666,24 €
Realizzazione impianto solare termico	01/05/2024	06/05/2024	4	3.742,61 €
Realizzazione impianto elettrico	07/05/2024	15/05/2024	7	8.000,00 €
Realizzazione impianto telefonico	16/05/2024	17/05/2024	2	300,00 €
Realizzazione impianto fibra internet	20/05/2024	21/05/2024	2	168,00 €
Realizzazione impianto di messa a terra	22/05/2024	23/05/2024	2	75,00 €
Realizzazione impianto televisivo	24/05/2024	27/05/2024	2	250,00 €
Realizzazione impianto fotovoltaico	28/05/2024	05/06/2024	7	11.537,32 €
Installazione pompa di calore	06/06/2024	14/06/2024	7	8.005,60 €
Installazione corpi illuminanti	17/06/2024	20/06/2024	4	1.650,00 €
<b>Impermeabilizzazione e coibentazione</b>	<b>21/06/2024</b>	<b>30/07/2024</b>	<b>28</b>	<b>41.593,33 €</b>
Orditure in legno	21/06/2024	25/06/2024	3	9.760,96 €
Posa pannelli isolanti su copertura	26/06/2024	27/06/2024	2	7.315,10 €
Posa telo tenuta all'aria e all'acqua su copertura	28/06/2024	28/06/2024	1	928,33 €
Posa manto di copertura in coppi	01/07/2024	09/07/2024	7	6.716,25 €
Realizzazione comignolo	10/07/2024	12/07/2024	3	2.000,00 €
Applicazione pannelli isolanti su superfici verticali	15/07/2024	16/07/2024	2	7.664,28 €
Applicazione pannelli isolanti su superfici orizzontali	17/07/2024	18/07/2024	2	1.685,14 €
Posa feltro antiparassiti	19/07/2024	19/07/2024	1	10,08 €
Installazione scossaline e canali di gronda	22/07/2024	24/07/2024	3	2.943,93 €
Installazione pluviali	25/07/2024	26/07/2024	2	1.026,48 €
Montaggio canne di ventilazione	29/07/2024	30/07/2024	2	1.542,78 €
<b>Massetti, pavimenti e rivestimenti</b>	<b>31/07/2024</b>	<b>05/09/2024</b>	<b>27</b>	<b>26.657,19 €</b>
Realizzazione massetti esterni	31/07/2024	05/08/2024	4	2.102,80 €
Realizzazione massetti interni	06/08/2024	14/08/2024	7	817,99 €
Caldana termica	15/08/2024	15/08/2024	1	1.999,35 €
Realizzazione faccia vista	16/08/2024	22/08/2024	5	1.812,86 €
Posa soglie e davanzali	23/08/2024	26/08/2024	2	1.930,03 €
Posa pavimenti interni in gres porcellanato	27/08/2024	30/08/2024	4	2.697,44 €
Posa pavimenti interni in parquet	02/09/2024	05/09/2024	4	14.337,40 €
Posa di rivestimenti interni in ceramica	03/09/2024	04/09/2024	2	959,32 €
<b>Intonaci e pitture</b>	<b>05/09/2024</b>	<b>15/10/2024</b>	<b>29</b>	<b>27.215,45 €</b>
Realizzazione intonaci esterni	05/09/2024	13/09/2024	7	2.806,06 €
Tinteggiatura superfici esterne	16/09/2024	20/09/2024	5	1.909,01 €
Realizzazione intonaci interni	23/09/2024	04/10/2024	10	17.402,03 €
Tinteggiatura superfici interne	07/10/2024	15/10/2024	7	5.098,35 €
<b>Infissi</b>	<b>16/10/2024</b>	<b>28/10/2024</b>	<b>9</b>	<b>20.115,55 €</b>
Montaggio serramenti esterni	16/10/2024	18/10/2024	3	11.646,24 €
Montaggio porte esterne	21/10/2024	21/10/2024	1	4.151,25 €
Montaggio ingresso garage	21/10/2024	21/10/2024	1	1.580,53 €
Montaggio porte interne	22/10/2024	24/10/2024	3	1.726,02 €
Montaggio battiscopa	25/10/2024	28/10/2024	2	1.011,51 €
<b>Opere esterne</b>	<b>29/10/2024</b>	<b>13/12/2024</b>	<b>34</b>	<b>59.528,61 €</b>
Realizzazione serra solare	29/10/2024	06/11/2024	7	12.582,21 €
Scavo muri di confine	07/11/2024	08/11/2024	2	1.034,40 €
Realizzazione carpenteria muri di confine	11/11/2024	14/11/2024	4	6.728,40 €
Getto cls muri di confine	15/11/2024	15/11/2024	1	6.546,72 €
Opere di fognatura	18/11/2024	21/11/2024	4	8.941,76 €
Rivestimento superfici orizzontali esterne	22/11/2024	27/11/2024	4	3.992,80 €
Rivestimento superfici verticali esterne	28/11/2024	06/12/2024	7	12.573,88 €
Montaggio ringhiere e cancelli	09/12/2024	13/12/2024	5	7.128,44 €
<b>Smobilizzo cantiere</b>	<b>16/12/2024</b>	<b>31/12/2024</b>	<b>12</b>	<b>6.140,58 €</b>
Smontaggio ponteggio	16/12/2024	19/12/2024	4	1.765,58 €
Smobilizzo del cantiere	20/12/2024	27/12/2024	6	1.750,00 €
Pulizia generale	30/12/2024	31/12/2024	2	2.625,00 €

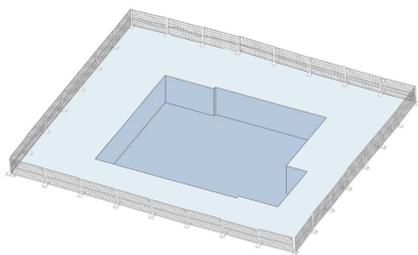
Figura 7 - rappresentazione tabellare della WBS+CBS (software utilizzato: Mind Manager)



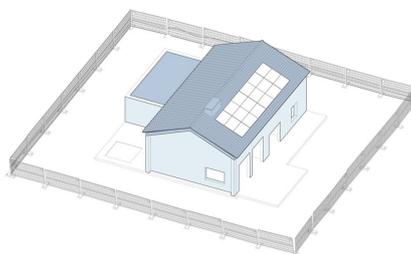
Figura 8 - diagramma di Gantt (software utilizzato: Mind Manager)

## Le fasi di costruzione

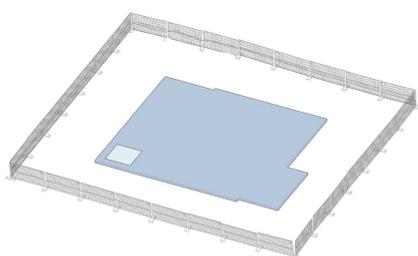
Rappresentazione tridimensionale e cronologica delle fasi della WBS+CBS.



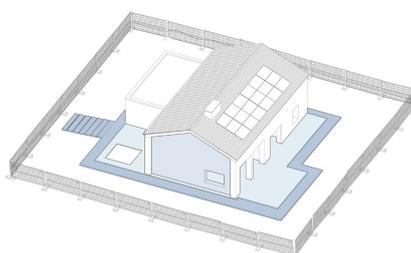
1 - Allestimento cantiere



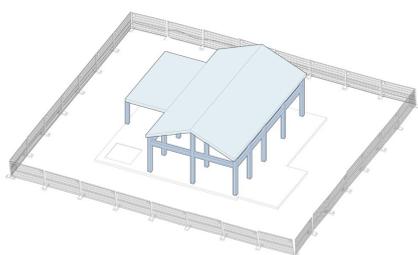
6 - Impermeabilizzazione e coibentazione



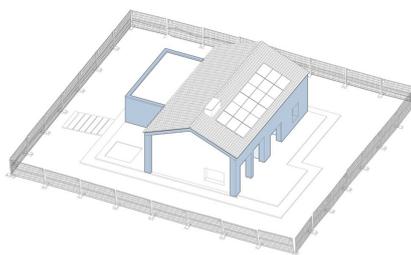
2 - Strutture di fondazione in c.a.



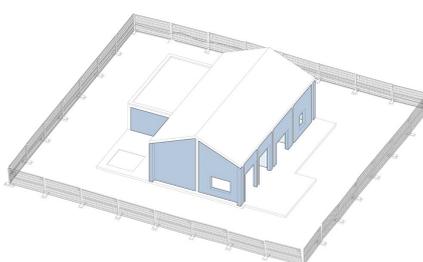
7 - Massetti, pavimenti e rivestimenti



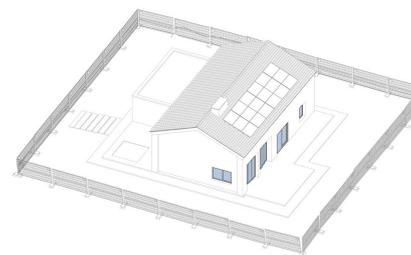
3 - Strutture in elevazione in c.a.



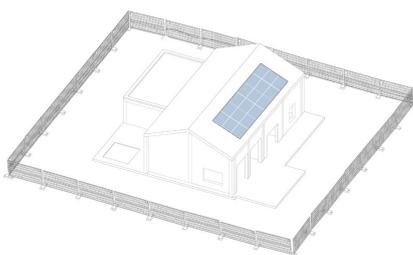
8 - Intonaci e pitture



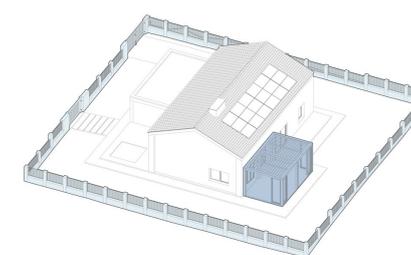
4 - Murature



9 - Infissi



5 - Impianti tecnologici



10 - Opere esterne

## 1. Progetto economico

### 1.4 Analisi di redditività: un possibile scenario ed un caso reale

Attraverso l'**analisi di redditività** è stato possibile svolgere dei **confronti** tra le diverse configurazioni tecnologiche dell'edificio di progetto ed effettuare un paragone con l'unico edificio costruito nella lottizzazione, per stimare, in base ai consumi, il tempo di ritorno di un investimento iniziale maggiore per soluzioni ad alte prestazioni energetiche.

In particolare l'analisi è svolta in un periodo di **30 anni**, con un *tasso di attualizzazione* del **5.6%**, ricavato con il metodo **CAPM** e un degrado delle prestazioni degli impianti pari allo **0.80%**.

Avendo a disposizione i dati della certificazione energetica dell'edificio esistente, costruito nel 2010, è possibile, quindi, dimostrare la **convenienza economica** nell'investire su impianti ed elementi di involucro con maggiori prestazioni energetiche.

Allo stesso tempo, sono state svolte anche delle analisi relative a diverse soluzioni di configurazione dell'edificio di progetto, mantenendo lo stesso involucro e modificando altri fattori che incidono sulla prestazione globale, come la presenza di impianti ad energia solare.

#### Dati utilizzati

Descrizione	UM	Valore
Periodo di analisi	anni	30
Tasso di attualizzazione	%	5.6
Degrado della prestazioni degli impianti	%	0.8
Costo elettricità	kWh	0.361
Costo metano	Sm <sup>3</sup>	0.930

#### Costi di riferimento

Impianto	Costo
Impianto fotovoltaico	11537.32 €
Impianto solare termico con accumulo	3742.61 €
Pompa di calore	8005.60 €
Impianto radiante a pavimento	5967.28 €
Caldaia a condensazione	3171.54 €
Impianto di riscaldamento con radiatori	2197.69 €
Impianto di raffrescamento con PdC e split	3290.02 €

#### Detrazioni

Impianto	Spesa [%]	Valore [€]	Durata [anni]
Fotovoltaico	50	11537.32	10
Solare termico	65	3742.61	10

## Determinazione del tasso di attualizzazione

Il **tasso di attualizzazione** utilizzato successivamente per le analisi di redditività, paragonando diverse ipotesi costruttive, è stato determinato utilizzando il **CAPM** (*Capital Asset Pricing Model*).

Il CAPM è un modello teorico utilizzato per determinare il rendimento atteso di un'attività finanziaria. Il modello si basa sull'ipotesi che gli investitori richiedono un rendimento supplementare per investire in un'attività rischiosa rispetto ad un investimento sicuro. Il CAPM formula questo rendimento supplementare come il prodotto del *beta* (una misura della volatilità dell'attività rispetto al mercato) e del *market risk premium* (la differenza tra il tasso di rendimento del mercato e il tasso privo di rischio).

In altre parole, il CAPM stabilisce che il rendimento atteso di un'attività è uguale al tasso privo di rischio più un premio per il rischio del mercato ( $Beta * (Rendimento\ del\ mercato - Tasso\ privo\ di\ rischio)$ ). Il metodo è stato proposto per la prima volta da William Sharpe nel 1964 e successivamente sviluppato da Jack Treynor, John Lintner e Jan Mossin.

Per procedere al calcolo sono stati individuati:

-il **Market Risk Premium (MRP)**, fonte "Fernandez 2022" (*Tabella 1*), che rappresenta il premio per il rischio di mercato, perciò viene calcolato come la differenza tra il tasso di rendimento atteso di un'attività rischiosa (come azioni o obbligazioni aziendali) e il tasso di rendimento di un'attività priva di rischio (come un titolo del Tesoro);

-il **Risk Free Rate (RF)**, fonte "Fernandez 2022" (*Tabella 2*), che è il tasso di rendimento di un'attività considerata priva di rischio. Viene utilizzato come punto di riferimento per valutare il rendimento di altre attività. Il tasso privo di rischio viene utilizzato come base per calcolare il rendimento atteso di un'attività rischiosa, come azioni o obbligazioni aziendali, sottraendo il *market risk premium* dal tasso di rendimento atteso.

-il **coefficiente Beta Unlevered ( $\beta_u$ )** relativo al settore "engineering and construction EU 2022" (*Tabella 3*), che misura la variazione che un titolo assume rispetto alle variazioni di mercato e indica il rischio del titolo stesso, tenendo conto della volatilità del mercato e dell'effetto della leva finanziaria del settore considerato.

$$\text{tasso di attualizzazione} = ( RF + \beta_u ) \times MRP = ( 1,7 + 0,66 ) \times 6 = 5,6\%$$

Tale parametro risulta essenziale per svolgere una stima che miri alla massima oggettività, rendendo finanziariamente indifferente l'investimento per la costruzione di un immobile, rispetto ad un qualsiasi altro investimento analogo.

Table 2. Market Risk Premium (MRP) used for 95 countries in 2022

MRP	Number of Answers	Average	Median	MAX	min
USA	1591	5.6%	5.5%	15.0%	3.0%
Spain 2022	586	6.7%	6.0%	15.5%	4.0%
AbuDhabi	6	5.9%	6.0%	7.0%	4.7%
Andorra	6	5.3%	6.1%	7.0%	2.0%
Angola	11	11.5%	11.0%	13.0%	10.7%
Argentina	16	29.9%	19.3%	65.0%	16.1%
Australia	34	6.3%	6.0%	10.0%	3.2%
Austria	63	5.8%	5.5%	9.0%	4.0%
Bangladesh	13	9.5%	8.2%	12.5%	7.1%
Barbados	10	13.2%	11.9%	16.4%	10.8%
Belgium	53	5.8%	5.5%	9.0%	4.0%
Bolivia	11	10.2%	9.7%	14.1%	6.0%
Bosnia	9	6.9%	6.0%	15.1%	4.0%
Brazil	40	9.8%	8.5%	22.0%	3.5%
Bulgaria	16	6.0%	6.0%	9.0%	4.0%
Canada	38	5.7%	5.6%	8.0%	4.2%
Chile	21	7.4%	7.1%	11.8%	4.0%
China	28	8.7%	7.8%	15.0%	4.9%
Colombia	12	6.7%	6.1%	10.4%	5.1%
Costa Rica	9	10.0%	10.1%	14.5%	3.0%
Croatia	11	6.1%	6.0%	9.4%	4.0%
Czech Republic	13	6.0%	5.8%	6.8%	4.8%
Denmark	17	5.8%	5.5%	9.0%	4.0%
Dominican Rep.	9	9.1%	7.8%	12.1%	6.7%
Ecuador	13	13.1%	14.1%	18.7%	7.0%
Egypt	12	12.7%	11.3%	20.0%	5.5%
Estonia	28	5.8%	5.5%	9.0%	4.0%
Ethiopia	6	12.3%	12.6%	15.0%	8.9%
Finland	37	5.6%	5.5%	9.0%	0.4%
France	92	6.3%	5.9%	9.0%	0.5%
Georgia	8	8.8%	7.5%	11.8%	6.4%
Germany	283	5.7%	6.0%	9.5%	2.0%
Ghana	6	15.8%	14.0%	30.7%	9.6%
Greece	41	6.6%	6.8%	11.0%	2.6%
Hong Kong	15	6.5%	6.4%	9.0%	3.8%
Hungary	13	6.7%	7.0%	7.5%	6.0%
Iceland	7	6.5%	6.5%	8.0%	5.1%
India	37	6.9%	6.5%	14.0%	2.0%
Indonesia	15	7.7%	6.1%	16.3%	3.3%
Ireland	47	5.8%	5.5%	9.0%	4.0%
Israel	15	6.0%	5.0%	9.1%	3.9%
Italy	67	6.0%	6.0%	9.0%	2.0%
Jamaica	9	11.4%	10.1%	14.5%	9.0%
Japan	27	5.9%	6.0%	10.0%	3.5%
Kazakhstan	10	7.8%	6.5%	10.8%	5.4%
Kenya	10	10.7%	9.7%	14.1%	8.6%

Tabella 1 - Fernandez P., Discount Rate (Risk-Free Rate and Market Risk Premium) Used for 95 Countries in 2022.

Table 3. Risk Free Rate (Rf) used for 95 countries in 2022

Rf	Number of Answers	Average	Median	MAX	min
USA	1591	2.7%	3.0%	6.0%	0.0%
Spain 2022	586	2.1%	2.0%	5.5%	0.0%
AbuDhabi	6	2.3%	2.3%	3.0%	1.5%
Andorra	6	2.5%	2.8%	3.0%	1.5%
Angola	11	11.0%	11.0%	13.0%	9.0%
Argentina	16	28.4%	27.8%	55.0%	3.0%
Australia	34	3.4%	3.2%	6.5%	0.4%
Austria	63	1.8%	1.7%	3.0%	0.0%
Bangladesh	13	5.5%	5.0%	7.1%	4.5%
Barbados	10	4.5%	4.0%	6.1%	3.5%
Belgium	53	1.4%	1.5%	3.0%	0.0%
Bolivia	11	5.9%	5.9%	8.1%	3.0%
Bosnia	9	1.9%	1.5%	5.9%	0.0%
Brazil	40	10.3%	11.0%	12.8%	2.8%
Bulgaria	16	1.6%	1.5%	6.2%	0.0%
Canada	38	2.8%	2.8%	5.0%	1.3%
Chile	21	5.7%	6.4%	8.8%	1.1%
China	28	3.9%	3.0%	7.0%	0.5%
Colombia	12	9.8%	11.1%	13.5%	3.2%
Costa Rica	9	4.2%	4.0%	6.1%	2.5%
Croatia	11	1.5%	1.5%	3.1%	0.0%
Czech Republic	13	4.1%	4.2%	4.7%	2.9%
Denmark	17	1.4%	1.5%	3.0%	0.0%
Dominican Rep.	9	7.5%	7.0%	9.1%	6.5%
Ecuador	13	7.8%	7.2%	10.9%	5.0%
Egypt	12	14.6%	14.7%	16.6%	11.0%
Estonia	28	1.4%	1.5%	3.0%	0.0%
Ethiopia	6	9.5%	9.5%	13.0%	6.0%
Finland	37	1.4%	1.5%	3.0%	0.0%
France	92	1.3%	1.5%	3.0%	0.0%
Georgia	8	4.3%	3.8%	5.9%	3.3%
Germany	283	1.2%	1.0%	3.0%	0.0%
Ghana	6	18.8%	19.0%	21.4%	14.0%
Greece	41	1.6%	1.5%	4.5%	0.0%
Hong Kong	15	2.9%	2.8%	4.9%	0.4%
Hungary	13	4.9%	5.8%	7.2%	1.0%
Iceland	7	5.8%	5.8%	6.2%	5.4%
India	37	5.6%	6.8%	7.4%	1.4%
Indonesia	15	5.5%	6.3%	7.3%	1.3%
Ireland	47	1.5%	1.5%	3.0%	0.0%
Israel	15	2.7%	2.5%	3.6%	2.0%
Italy	67	1.7%	1.5%	3.1%	0.0%
Jamaica	9	3.5%	3.0%	5.1%	2.5%
Japan	27	0.5%	0.4%	1.5%	0.2%
Kazakhstan	10	4.5%	4.0%	6.1%	3.5%
Kenya	10	13.9%	13.4%	15.8%	12.8%

Tabella 2 - Fernandez P., Discount Rate (Risk-Free Rate and Market Risk Premium) Used for 95 Countries in 2022.

Industry Name	Number of firms	Beta	D/E Ratio	Effective Tax rate	Unlevered beta	Cash/Firm value	Unlevered beta corrected for cash	HiLo Risk
Beverage (Soft)	16	0.88	43.38%	19.73%	0.66	7.16%	0.71	0.3196
Broadcasting	25	0.91	39.86%	15.38%	0.70	12.84%	0.80	0.2952
Brokerage & Investment Banking	74	0.86	91.08%	16.92%	0.51	26.40%	0.70	0.3543
Building Materials	87	1.14	21.61%	15.10%	0.98	5.45%	1.04	0.3522
Business & Consumer Services	204	1.06	30.29%	17.60%	0.86	5.31%	0.91	0.3579
Cable TV	5	0.52	88.01%	9.45%	0.31	6.82%	0.33	0.2755
Chemical (Basic)	62	1.03	29.14%	12.44%	0.85	5.93%	0.90	0.4234
Chemical (Diversified)	7	1.02	49.75%	17.84%	0.74	5.47%	0.78	0.2129
Chemical (Specialty)	100	1.12	18.18%	12.87%	0.99	3.73%	1.03	0.3878
Coal & Related Energy	17	1.19	6.53%	8.15%	1.13	19.15%	1.40	0.4990
Computer Services	229	1.01	11.65%	16.94%	0.93	6.45%	1.00	0.3278
Computers/Peripherals	39	1.14	30.61%	11.13%	0.93	8.54%	1.02	0.3702
Construction Supplies	119	1.19	58.53%	14.03%	0.83	10.10%	0.92	0.3765
Diversified	68	1.27	49.18%	12.82%	0.93	8.96%	1.02	0.3657
Drugs (Biotechnology)	239	1.24	13.56%	1.73%	1.13	9.07%	1.24	0.5321
Drugs (Pharmaceutical)	136	1.02	16.32%	7.51%	0.91	2.50%	0.93	0.4783
Education	20	0.85	55.82%	13.49%	0.60	5.73%	0.64	0.3640
Electrical Equipment	154	1.34	16.66%	9.69%	1.19	5.76%	1.26	0.4311
Electronics (Consumer & Office)	19	1.09	9.16%	11.19%	1.02	5.95%	1.08	0.4432
Electronics (General)	157	1.21	14.32%	11.56%	1.09	4.42%	1.14	0.4012
Engineering/Construction	160	1.01	77.30%	15.19%	0.66	17.31%	0.80	0.3578
Entertainment	200	1.01	30.18%	6.95%	0.82	8.59%	0.90	0.4339
Environmental & Waste Services	54	1.17	36.81%	12.70%	0.92	11.88%	1.04	0.3896
Farming/Agriculture	50	0.83	69.54%	14.29%	0.55	7.74%	0.59	0.3383
Financial Svcs. (Non-bank & Insurance)	139	0.96	645.89%	12.49%	0.16	34.19%	0.25	0.3740
Food Processing	167	0.77	23.49%	12.52%	0.65	3.19%	0.68	0.3578
Food Wholesalers	15	0.80	387.94%	21.03%	0.20	6.95%	0.22	0.3460
Furn/Home Furnishings	50	1.04	60.70%	14.42%	0.71	13.17%	0.82	0.3986
Green & Renewable Energy	63	0.91	58.78%	10.63%	0.63	7.59%	0.68	0.3915
Healthcare Products	196	1.18	20.50%	6.73%	1.02	3.21%	1.06	0.4885

Tabella 3 - Aswath Damodaran. Stern Nyu - Beta, Unlevered beta and other risk measures 2022

## Scenario 1

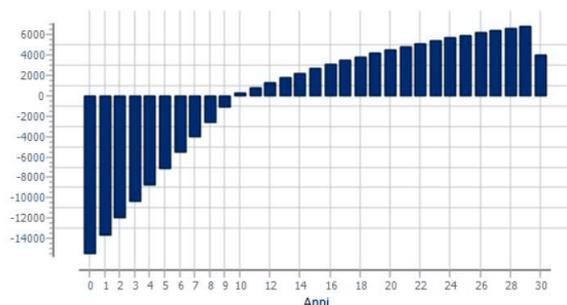
Nel **primo scenario**, è stato confrontato l'edificio di progetto dotato di **impianto fotovoltaico e impianto solare termico (S<sub>1</sub>)**, con lo stesso edificio, **senza però gli impianti solari ad energia rinnovabile (S<sub>2</sub>)**.

Descrizione	u.m.	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	Variazione (€)	Variazione %
Emissioni di CO <sub>2</sub> totali	kgCO <sub>2</sub>	1 936.27	513.80	-1422.47	-73%
Costo totale di esercizio	€	1 613.56	428.16	-1185.39	-73%
Fabbisogno di energia primaria totale (QP)	kWh	16 417.55	12 404.76	-4012.79	-24%
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (QPh)	kWh	7 716.83	6 879.38	-837.45	-11%
Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento (QPc)	kWh	5 784.69	2 882.87	-2901.81	-50%
Fabbisogno di energia primaria di ACS (QPw)	kWh	2 916.03	2 642.51	-273.53	-9%
Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per riscaldamento	kWh	4 321.88	5 308.84	986.96	23%
Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per ACS	kWh	1 279.04	2 739.73	1460.69	114%
Costo di esercizio per riscaldamento	€	506.44	255.86	-250.58	-49%
Costo di esercizio per raffrescamento	€	862.92	125.71	-737.71	-85%
Costo di esercizio per ACS	€	244.20	47.10	-197.10	-81%
Emissioni di CO <sub>2</sub> per riscaldamento (CO <sub>2</sub> h)	kgCO <sub>2</sub>	607.72	307.03	-300.69	-49%
Emissioni di CO <sub>2</sub> per raffrescamento (CO <sub>2</sub> c)	kgCO <sub>2</sub>	1 035.51	150.25	-885.26	-85%
Emissioni di CO <sub>2</sub> per ACS (CO <sub>2</sub> w)	kgCO <sub>2</sub>	293.04	56.52	-236.52	-81%
Fabbisogno totale di energia elettrica da rete (Qx_rete)	kWh	4 469.68	1 186.05	-3283.64	-73%
Elettricità	kWh	4 206.88	1 167.39	-3039.49	-72%

## Scenario 1: risultati analisi di redditività

I risultati relativi al primo scenario dimostrano **valori positivi** per l'investimento, con un *payback* di 10 anni e un guadagno di quasi 4 000 € in 30 anni, oltre alle decina di migliaia di kg di CO<sub>2</sub> non emesse nell'ambiente.

Descrizione	u.m.	Valore
VAN	€	3991
TIR	%	3.75
Tempo di ritorno	anni	10
Emissioni evitate	kgCO <sub>2</sub>	49821.35



VAN (valore attuale netto)

## Scenario 1: confronto della classificazione energetica globale

Con il confronto si dimostra che utilizzando gli impianti ad energia rinnovabile, nello specifico fotovoltaico e solare termico, la classe energetica globale migliora da **A3** ad **A4** (Figura 1), passando da un **consumo energetico** totale di 83.77 kWh/m<sup>2</sup>anno a **22.23 kWh/m<sup>2</sup>anno**.

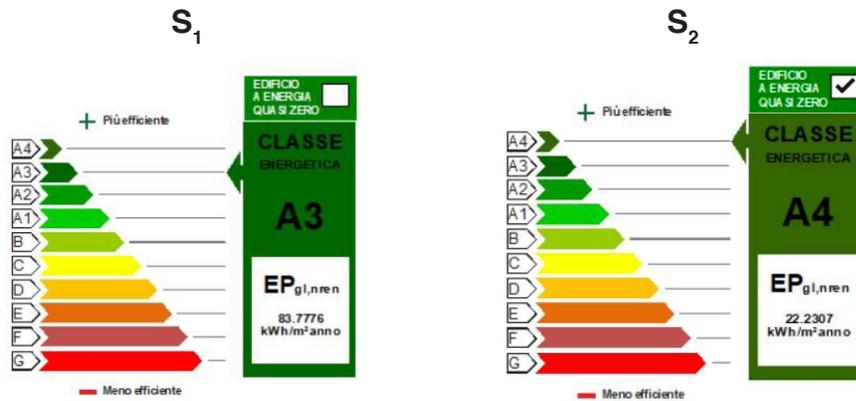


Figura 1 - classe energetica dello stato di fatto: A3 vs classe energetica stato di progetto: A4

## Scenario 1: confronto energia utilizzata

Il **fabbisogno di energia primaria** ( $Q_p$ ) utilizzata per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria, diminuisce (Figura 2) utilizzando gli impianti ad energia rinnovabile, così come l'**energia assorbita dalla rete nazionale** ( $Q_x$ ).

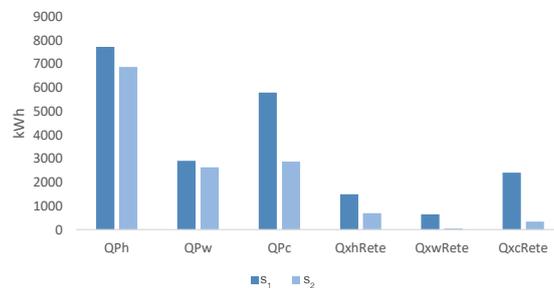


Figura 2 - istogramma in cui è confrontato il fabbisogno di energia primaria tra stato di fatto e stato di progetto

## Scenario 1: confronto emissioni di CO<sub>2</sub>

Vi è infine un notevole risparmio di **emissioni di CO<sub>2</sub>** nell'atmosfera, passando da 1936 kgCO<sub>2</sub> a **512 kgCO<sub>2</sub>** andando ad installare gli impianti a energia rinnovabile (Figura 3).

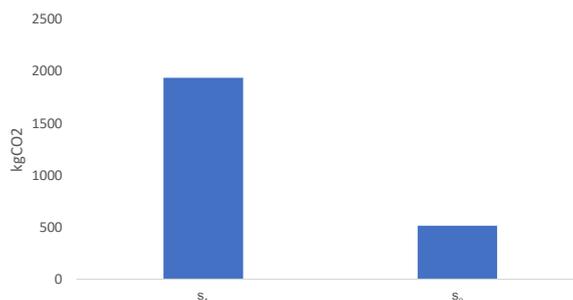


Figura 3 - istogramma in cui sono confrontate le emissioni di CO<sub>2</sub> tra scenario S<sub>1</sub> e stato di progetto

## Confronto con un caso reale

La seconda parte dell'analisi economica si basa sul **confronto** tra l'**edificio di progetto** (*Figura 4*) e l'unico **edificio edificato** (*Figura 5*) all'interno della medesima lottizzazione.

Il primo, è realizzato con una struttura in cemento armato e utilizzando i materiali della tradizione locale, mentre il secondo, edificato nel 2010, è caratterizzato da una struttura in pannelli *x-lam*.



Figura 4 - edificio di progetto - lotto 8



Figura 5 - edificio edificato nel 2010 - lotto 4

L'**edificio edificato** nel 2010 ha un superficie lorda di circa 320 m<sup>2</sup>, presenta un rivestimento a cappotto esterno di 10 centimetri di spessore in lana di roccia, un isolamento in copertura pari a 15 centimetri e delle tramezzature interne anch'esse isolate con 5 centimetri di lana di roccia.

Un'altra differenza sostanziale con l'edificio di progetto è relativa agli impianti, infatti per l'abitazione del 2010 è stato scelto un più classico impianto di riscaldamento con radiatori con caldaia a gas, un impianto di raffrescamento con pompa di calore esterna ad espansione diretta con condizionatori distribuiti nei diversi vani, un sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria alimentato anch'esso dalla caldaia a gas e, in parte, da un sistema fotovoltaico da 1.85 kWp.

Al tempo, tali soluzioni permettevano all'edificio di essere categorizzato in classe energetica A, ma ad oggi, con le nuove normative vigenti, dopo aver svolto l'analisi energetica con il software Termus, risulta in **classe energetica B**, con un consumo globale di **208 kWh/m<sup>2</sup>anno**.

## Confronto con un caso reale: attualizzazione del costo di costruzione

L'edificio edificato nel 2010 presentava un **costo di costruzione** di circa **1400 €/m<sup>2</sup>**, per un totale di 448.000 €.

Per svolgere un'analisi basata sul confronto con l'edificio di progetto, si ha la necessità di attualizzare tale costo di costruzione con la situazione economica attuale considerando, quindi, gli aumenti di prezzo delle materie prime e la crescita dell'inflazione, dal 2010 ad oggi. Per fare ciò, si è utilizzato l'indice del costo di costruzione di un fabbricato residenziale fornito dall'*Instat*, in cui vengono considerate le variazioni dei costi direttamente attribuibili al costo di realizzazione dell'opera, con esclusione del costo del suolo e dei margini di profitto, non considerati all'interno dell'analisi.

La variazione percentuale tra due periodi si ottiene rapportando i due numeri degli indici del costo di costruzione relativi ai periodi considerati, moltiplicando per i relativi coefficienti di raccordo, moltiplicando nuovamente per 100 e infine sottraendo 100.

Di seguito vengono riportate le tabelle (*Tabella 4*) relative a tali indici redatte dall'ISTAT, U.O. Studi Statistica e Programmazione Camera di Commercio di Milano Monza Brianza e Lodi.

ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Media Annuale
<b>Base: anno 2005 = 100</b>													
<b>Il coefficiente di raccordo tra la base 2000 e la base 2005 è pari a 1,186</b>													
2009	112,2	111,9	111,7	111,6	111,7	111,6	111,4	111,5	111,5	111,6	111,5	111,5	111,6
2010	111,7	111,7	111,9	113,8	113,8	113,6	113,6	113,8	113,9	113,9	113,9	114,0	<b>113,3</b>
2011	116,8	116,9	117,2	117,2	117,4	117,8	117,9	118,0	118,0	118,0	118,1	118,1	117,7
2012	119,8	120,2	120,3	120,4	120,4	120,4	120,3	120,4	120,5	120,7	120,7	120,7	120,4
<b>Base: anno 2010 = 100</b>													
<b>Il coefficiente di raccordo tra la base 2005 e la base 2010 è pari a 1,133</b>													
2013	105,9	106,2	106,0	105,9	106,3	106,1	106,1	106,2	106,3	106,0	106,0	105,9	106,1
2014	105,7	105,9	105,5	105,7	105,6	105,7	106,1	106,4	106,3	106,1	106,1	106,2	105,9
2015	106,2	106,0	106,0	105,9	106,0	106,0	106,8	106,9	106,9	106,6	106,6	106,6	106,4
2016	106,6	106,6	106,5	106,6	106,7	106,7	106,7	106,7	106,8	106,9	106,9	106,9	106,7
2017	107,1	106,9	107,1	107,3	107,2	107,2	107,2	107,4	107,5	107,6	107,7	107,6	107,3
<b>Base: anno 2015 = 100</b>													
<b>Il coefficiente di raccordo tra la base 2010 e la base 2015 è pari a 1,064</b>													
2018	101,6	101,5	101,5	101,6	101,7	101,7	102,6	102,9	102,8	102,9	103,0	103,0	102,2
2019	102,9	102,9	102,9	102,4	102,5	102,6	102,9	103,0	103,0	102,9	102,9	103,0	102,8
2020	103,1	103,0	103,0	103,1	103,0	102,9	103,0	103,1	104,0	104,0	104,0	104,1	103,4
2021	104,7	104,9	105,4	106,0	106,6	107,4	107,9	108,5	108,7	109,1	109,8	110,3	107,5
2022	113,3	113,9	117,9	120,2	121,2	121,3	121 (p)						

Tabella 4 - "NUMERI INDICI DEL COSTO DI COSTRUZIONE DI UN FABBRICATO RESIDENZIALE - ITALIA"

Fonte: ISTAT - elaborazioni U.O. Studi Statistica e Programmazione Camera di Commercio di Milano Monza Brianza e Lodi

La **variazione del costo** di costruzione del fabbricato residenziale è stata così calcolata come indicato dal SISTAN, *Sistema Statistico Nazionale*:

$$(121,3 / 113,3) \times 1,133 \times 1,064 \times 100 / 100 = 29,06\%$$

La variazione di costo dal 2010 al 2022 è del **29,06%**, quindi si passa a un costo totale di costruzione di 578.188,8 €, e un costo al metro quadro di **1 806,84 €/m<sup>2</sup>**.

Per il confronto successivo tra l'edificio di progetto e l'edificio edificato nel 2010, è stato utilizzato, quindi, un costo totale di costruzione a parità di superficie lorda (210 m<sup>2</sup>) di 379.436,4 €, contro i 400.218,4 € del nuovo fabbricato.

La differenza tra i costi di costruzione totale dei due fabbricati risulta, quindi, essere di **20.782 €**, dato utilizzato per redigere l'analisi di redditività.

## Confronto con un caso reale

Nel confronto tra l'edificio costruito nel 2010 e l'edificio di progetto, dall'analisi di prestazione energetica, si nota un aumento generale delle prestazioni e una riduzione dei fabbisogni e delle emissioni inquinanti ( *Tabella 5* ).

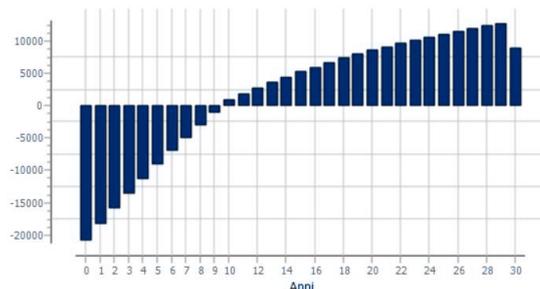
Descrizione	u.m.	S <sub>3</sub>	S <sub>2</sub>	Variazione (€)	Variazione %
Emissioni di CO <sub>2</sub> totali	kgCO <sub>2</sub>	3585.46	513.8	-3071.66	-86%
Costo totale di esercizio	€	2196.38	428.16	-1768.22	-81%
Fabbisogno di enregia primaria totale (QP)	kWh	19427.54	12 404.76	-7022.78	-36%
Fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento (Qh_nd)	kWh	6574.06	5246.73	-1327.33	-20%
Fabbisogno di energia termica per ACS (Qw)	kWh	1483.47	1692.68	209.22	+14%
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (QPh)	kWh	11330.34	6 879.38	-4450.96	-39%
Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento (QPc)	kWh	4757.62	2 882.87	-1874.75	-39%
Fabbisogno di energia primaria di ACS (QPw)	kWh	3339.58	2 642.51	-697.08	-21%
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per ACS (Qxw)	kWh	594.92	262.80	-332.12	-56%
Costo di esercizio per riscaldamento	€	1093.84	255.86	-250.58	-77%
Costo di esercizio per raffrescamento	€	709.71	125.21	-584.50	-82%
Costo di esercizio per ACS	€	392.83	47.10	-345.74	-88%
Emissioni di CO <sub>2</sub> per isaldamento (CO2h)	kgCO <sub>2</sub>	2119.81	307.03	-1812.78	-82%
Emissioni di CO <sub>2</sub> per raffrescamento (CO2c)	kgCO <sub>2</sub>	851.65	150.25	-701.40	-85%
Emissioni di CO <sub>2</sub> per ACS (CO2w)	kgCO <sub>2</sub>	613.99	56.52	-557.48	-91%
Fabbisogno totale di energia elettrica da rete (Qx_rete)	kWh	2798.50	1 186.05	-1612.45	-58%
Metano	SM <sup>3</sup>	1275.40	0	-1275.40	-100%
Elettricità	kWh	1965.96	1 167.39	-3039.49	-41%

Tabella 5 - confronto delle prestazione, dei fabbisogni e delle emissioni inquinanti tra stato di fatto e stato di progetto

## Confronto con un caso reale: risultati analisi di redditività

I risultati relativi al confronto dimostrano valori positivi per l'investimento, con un payback di 10 anni e un guadagno di quasi 9 000 € in 30 anni, oltre alle decina di migliaia di kg di CO<sub>2</sub> non emesse nell'ambiente.

Descrizione	u.m.	Valore
VAN	€	8939
TIR	%	5.19
Tempo di ritorno	anni	10
Emissioni evitate	kgCO <sub>2</sub>	107583.43



VAN (valore attuale netto)

### Confronto con un caso reale: classificazione energetica globale

Con il confronto si dimostra che utilizzando un involucro più performante e degli impianti ad elevate prestazioni energetiche, la classe energetica globale migliora da **B** ad **A4**, passando da un consumo energetico totale di 208.35 kWh/m<sup>2</sup>anno a **22.23 kWh/m<sup>2</sup>anno**.

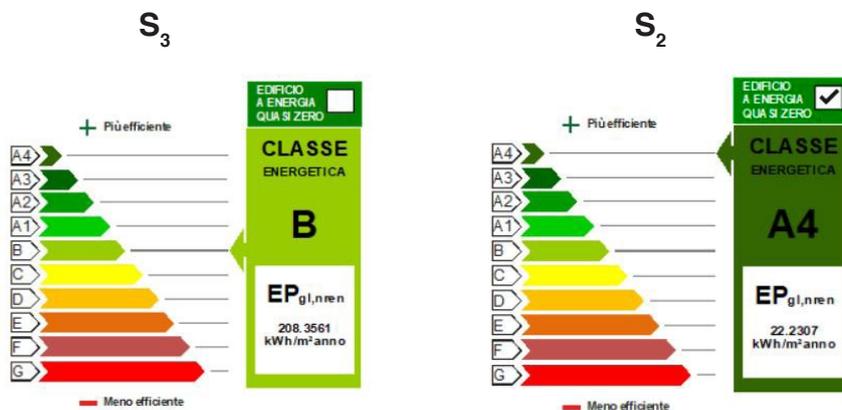


Figura 6 - classe energetica dello stato di fatto: A3 vs classe energetica stato di progetto: A4

### Confronto con un caso reale: energia utilizzata

Il **fabbisogno di energia primaria** ( $Q_p$ ) utilizzata per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria, diminuisce utilizzando impianti ed involucro ad elevate prestazione energetica, così come l'**energia assorbita dalla rete nazionale** ( $Q_x$ ).

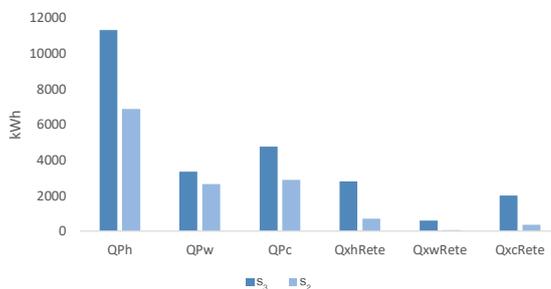


Figura 7 - istogramma in cui è confrontato il fabbisogno di energia primaria tra stato di fatto e stato di progetto

### Confronto con un caso reale: emissioni di CO<sub>2</sub>

Vi è infine un notevole risparmio di emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, passando da 3 585 kgCO<sub>2</sub> a **513 kgCO<sub>2</sub>**.

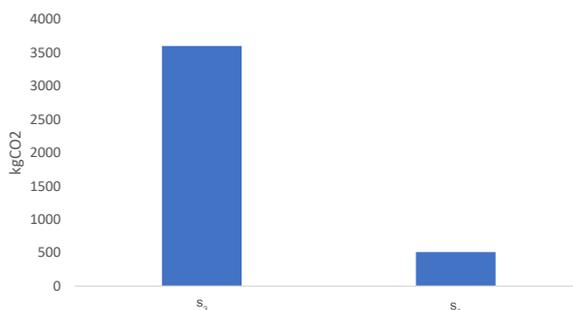
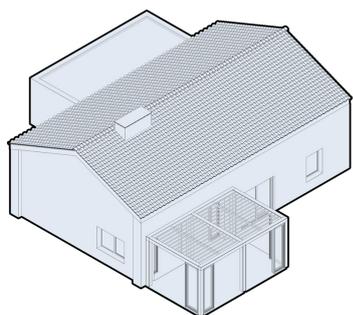


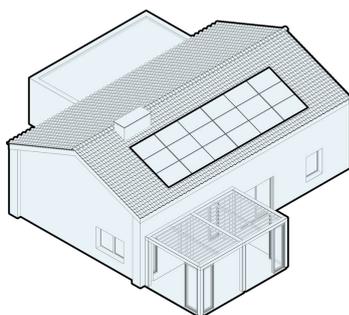
Figura 8 - istogramma in cui sono confrontate le emissioni di CO<sub>2</sub> tra stato di fatto e stato di progetto

## Riepilogo degli scenari analizzati

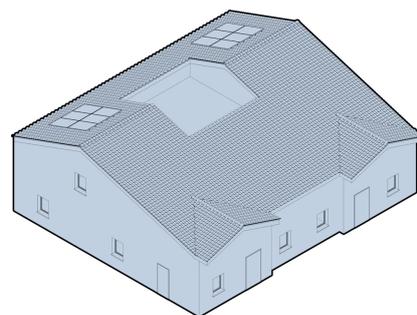
In conclusione il **riepilogo** delle analisi dei diversi scenari messi a confronto viene riportato di seguito, notando un guadagno economico nel tempo a favore della proposta progettuale approfondita all'interno dell'elaborato di tesi ( $S_2$ ) e andando a confermare che pur utilizzando materiali e tecniche costruttive locali, caratterizzate da soluzioni non convenzionalmente associabili a strategie di sostenibilità, risultino comunque meno inquinanti, più prestazionali e in grado di garantire un beneficio economico se progettate con la dovuta attenzione.



Scenario  $S_1$



Scenario  $S_2$



Scenario  $S_3$

**Scenario  $S_1$ :** edificio di progetto senza l'installazione di impianto fotovoltaico ed impianto solare termico (classe energetica A3);

**Scenario  $S_2$ :** edificio di progetto (classe energetica A4);

**Scenario  $S_3$ :** edificio preesistente nella lottizzazione standardizzato per dimensione e con attualizzazione del costo di costruzione (classe energetica B).

### Confronto tra scenario $S_1$ e $S_2$

Descrizione	u.m.	$S_1-S_2$
Aumento investimento iniziale	€	+4%
Riduzione emissioni di CO <sub>2</sub> totali	kgCO <sub>2</sub>	-73%
Riduzione costo totale di esercizio	€	-73%
Fabbisogno di energia primaria totale (QP)	kWh	-24%
Riduzione utilizzo elettricità	kWh	-72%
Beneficio economico in 30 anni	€	3991

### Confronto tra scenario $S_2$ e $S_3$

Descrizione	u.m.	$S_2-S_3$
Aumento investimento iniziale	€	+5%
Riduzione emissioni di CO <sub>2</sub> totali	kgCO <sub>2</sub>	-86%
Riduzione costo totale di esercizio	€	-81%
Fabbisogno di energia primaria totale (QP)	kWh	-36%
Riduzione utilizzo elettricità	kWh	-41%
Riduzione utilizzo metano	Sm <sup>3</sup>	-100%
Beneficio economico in 30 anni	€	8939

# Conclusioni

Il risultato finale del lavoro è una sintesi dei diversi ambiti che compongono il progetto dell'insediamento residenziale.

L'obiettivo è stato studiare, analizzare e sviluppare il progetto con una metodologia **multiscalare**, partendo dalle considerazioni generali del concetto di **ecosostenibilità** nel mondo delle costruzioni, fino arrivare all'analisi tecnologica, energetica ed economica delle più piccole componenti che compongono l'edificio.

Le analisi relative al concetto di sostenibilità hanno avuto un ruolo fondamentale a monte del progetto per definire gli *input* di partenza e mantenere una coerenza tecnica ed etica lungo tutto il processo.

Gli studi relativi agli ecoquartieri e sui singoli edifici ad alte prestazioni energetiche hanno permesso di capire i principi cardine della **progettazione bioclimatica**, creando una consapevolezza rispetto alle tecniche da adottare, che inevitabilmente si ripetono e declinano in maniera eterogenea in base alla geolocalizzazione dell'edificio, al contesto ambientale e climatico, e alle tradizioni storiche, costruttive e culturali di ogni singolo luogo.

Fondamentale, infatti, è stato calarsi nel contesto progettuale: le Marche e più nello specifico, nella provincia anconetana, nel comune di **Cupramontana**, studiando il territorio e le sue caratteristiche, per apprezzarne le unicità ambientali, individuandone le criticità e infine capirne le esigenze per rispondere con un progetto che mira a essere effettuale e specifico per una *zona interna semi-montana*.

Procedendo con gli studi storici si è sviluppata la consapevolezza dell'importanza di guardare prima al passato, più e meno recente, per immaginare, nel nostro caso *progettare*, il futuro, con una visione in prospettiva, ambendo ad una rinascita di questi luoghi tanto marginali quanto fulcro dell'identità territoriale italiana.

Altrettanto stimolante è stato confrontarsi con una **problematica reale**, un progetto che è partito con i migliori dei propositi nell'ormai lontano 2010, e che per l'inevitabile presenza di imprevisti si è bloccato fino ad oggi.

Le problematiche riscontrate durante il processo furono di vario tipo, e non tutte possono essere gestite dalla figura dell'architetto. Figura dell'**architetto** che però può prevedere attraverso uno studio accurato delle controversie e delle potenzialità, alcune contromisure e strategie in grado di dare nuova vita ad un progetto che prima o poi dovrà ripartire e che usa il disegno abbinato ad analisi scientifiche per la creazione di **scenari architettonici**, tecnologici ed economici in grado di creare un nuovo interesse per l'area.

La creazione di nuovi scenari si è, quindi, concretizzata differenziandosi dalla proposta precedente, proponendo un **insediamento sostenibile**, e non più una semplice lottizzazione composta da edifici senza identità architettonica e progettati con l'unico obiettivo di minimizzare i tempi di costruzione e massimizzare i guadagni.

L'insediamento, infatti, è stato sviluppato, mantenendo sì i **vincoli reali** di progetto, relativi al PRG locale e alla suddivisione dei lotti approvata già dal comune, ma ponendo una particolare attenzione al *layout* complessivo del masterplan, alle diverse tipologie di moduli che lo compongono, garantendo un rapporto tra le costruzioni, i materiali locali, le scelte tecnologiche attive e passive e gli spazi aperti, privati e pubblici in grado di offrire un innovativo modo di abitare un luogo, rispettandone tradizioni, ambiente e qualità della vita.

Il **modulo unifamiliare** sviluppato su un solo livello è stato poi il fulcro di analisi e progettazione più specifica, per trarre le considerazioni alla base di tutti gli altri edifici, caratterizzati dalle medesime scelte progettuali, e che insieme compongono il disegno di masterplan. In particolare, lo studio architettonico, tecnologico, energetico ed economico ha permesso di creare una consapevolezza relativa a come una costruzione, apparentemente semplice, se trattata in maniera multidisciplinare, risulta essere un sistema complesso e pieno di opportunità, controversie e antinomie da trattare, studiare, risolvere ed esaltare.

Si è deciso poi di unire alle **alte prestazioni energetiche** l'utilizzo di **tecniche** e **materiali costruttivi locali**, per garantire il massimo comfort, con il minimo impatto ambientale ma contemporaneamente esaltare le caratteristiche costruttive locali e solitamente utilizzate dai professionisti che operano nel settore edile privato marchigiano.

Perciò, si è scelto di andare *controcorrente* e proporre un progetto che mira alla sostenibilità ambientale, ma utilizzando dei materiali non convenzionalmente associati ad essa, come potrebbe essere il legno.

Sono stati, infatti, utilizzati principalmente calcestruzzo armato, laterizi e pietra locale, prediligendo però la reperibilità a **chilometro zero**, la scelta di fornitori che garantiscono la riciclabilità e la sostenibilità dei processi di produzione ed esaltando infine la professionalità della manodopera locale in grado di garantire elevate qualità costruttive con tecniche tradizionali.

Fondamentale è stata poi la progettazione attraverso software di tipo **BIM**, per garantire la massima coerenza tra i diversi ambiti e studi sviluppati nel singolo edificio grazie all'interoperabilità. Quest'ultima infatti è stata fondamentale per procedere e, contemporaneamente, verificare le scelte progettuali dal punto di vista architettonico, tecnologico, energetico e ed economico, misurando le scelte in base all'efficacia estetica del manufatto, alle sue prestazioni e ad ogni costo annesso conseguenza di ogni singola scelta.

Ciò ha permesso di sviluppare il progetto avendo la *consapevolezza* che ogni azione ha un impatto determinante sul complesso organismo rappresentato dall'edificio.

Gli output ricavati attraverso le analisi svolte con il software **Termus BIM**, ha permesso in particolare di dimostrare l'efficienza prestazionale garantita utilizzando soluzioni con materiali tradizionali e la **sostenibilità economica** dell'intervento, riportando graficamente e confrontando i risultati di fisica tecnica a quelli di natura economica per dimostrare la convenienza nell'investire su edifici ad elevate prestazioni.

In particolare, dal confronto dei diversi scenari si è riscontrato un **beneficio economico ed ambientale** da entrambe le analisi. Paragonando infatti l'edificio di progetto, approfondito durante il percorso di tesi, e lo stesso edificio, prevedendo di non installare l'impianto fotovoltaico e solare termico, si è dimostrata l'efficacia della scelta progettuale considerata, evidenziando un aumento della classe energetica da A3 a A4, con un coefficiente di rendimento globale che passa da 83.77 a 22.23 kWh/m<sup>2</sup>anno, determinando un guadagno economico di 3991€ in 30 anni e una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del 73%, a fronte di un investimento iniziale maggiore del 4%.

Dal confronto, invece, tra l'edificio di progetto e l'edificio precedentemente costruito in legno nella lottizzazione, previa standardizzazione delle dimensioni e attualizzazione dei costi di costruzione dal 2010 ad oggi, anche qui si è riscontrato un beneficio economico ed ambientale, passando dalla classe energetica B alla classe energetica A4, migliorando il coefficiente di rendimento globale da 208.35 a 22.23 kWh/m<sup>2</sup>anno.

Nel periodo di tempo considerato si è poi evidenziato un guadagno di 8939 €, una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> pari all'86% a fronte di un investimento iniziale maggiore del 5%.

Vi è comunque la consapevolezza dei *limiti teorici* di queste analisi, che si discosteranno sempre dalla realtà effettiva e che non garantiscono una soluzione priva di margini di errore. Le analisi finanziarie, infatti, sono state realizzate tenendo conto di più fattori possibili, come il tasso di attualizzazione ricavato seguendo le tecniche di *project management*, i costi relativi alla geolocalizzazione del progetto utilizzando il *Prezzario Regionale delle Marche del 2022*, o ancora i dati ISTAT relativi al settore delle costruzioni degli edifici residenziali monofamiliari per valutare l'attualizzazione dei costi dal 2010 ad oggi.

Però, allo stesso tempo, non è possibile quantificare le **esternalità** del progetto, non quantifi-

cabili oggettivamente in maniera economica.

Le diverse analisi hanno, infatti, l'obiettivo di dimostrare una **coerenza complessiva** e una messa a sistema delle diverse scelte e strategie adottate, senza avere la *presunzione*, o la falsa convinzione dell'assoluta precisione dei risultati e delle scelte ingegneristiche di fondo.

La tipologia e la complessità del progetto scelto ha, infatti, ancora di più dimostrato, a noi progettisti in *primis*, l'importanza di considerare sempre la multidisciplinarietà durante il processo progettuale e sviluppato la consapevolezza della necessità di lavoro in *team* con professionisti con competenze variegata e specifiche per ogni settore.

## **Bibliografia**

## Bibliografia

- Andreucci M. B., *Progettare Green Infrastructure. Tecnologie, valori e strumenti per la resilienza urbana*. Wolters Kluwer, Vicenza, 2017;
- Arbizzani E., *Tecnica e tecnologie dei sistemi edilizi: progetto e costruzione*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2015;
- Arieti F., *Progettare edifici a energia zero. Percorso metodologico, indicazioni applicative, dettagli costruttivi*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna, 2021;
- Bocco A., Cavaglià G., *Cultura tecnologica dell'architettura. Pensieri e parole prima dei disegni*, Carocci editore, Roma, 2014;
- Butera F. M., *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Edizioni Ambiente, Milano, 2014;
- Caffarelli A., De Simone G., Pignatelli A., Tsolakoglou K., *Sistemi fotovoltaici*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2021;
- Cammarata G., Cammarata M., D'Amico G., Gorgone J., Messina G., Russo F., *Progettare e riqualificare per l'efficienza energetica*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2015;
- Capolla M., *La casa a consumo zero: indicazioni e idee per progettare case a produzione energetica*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2013;
- Ceccarelli R., *Cupramontana nel 900. Modifiche al tessuto urbano e i segni del Liberty*, Tipografia Abbatelli, Castelplanio 2009;
- Ceccarelli R., *Le strade raccontano*, Tipolitografia SAT, Lama 1991;
- Ching F. D. K., *Building construction illustrated*, John Wiley & Sons, 2014
- Codispoti O., *Forma urbana e sostenibilità. L'esperienza degli ecoquartieri europei*, LISt Lab, Milano 2018;
- Di Franco N., *Energy management: fondamenti per la valutazione, la pianificazione e il controllo dell'efficienza energetica*, FrancoAngeli, Milano, 2019.
- Fantozzi F., Scatizzi G., Venturelli F., *La certificazione energetica e ambientale LEED. Guida ai principi*, Hoepli, Milano 2021;
- Fiori M., Re Cecconi F., *Impianti idrico sanitari, di scarico e di raccolta delle acque nell'edilizia residenziale. Progetto, esecuzione e collaudo*, Maggioli editore, Sant'Arcangelo di Romagna 2018;
- Genovese R. A., *Conoscere, Conservare, Valorizzare*, Arte Tipografica Editrice, Napoli, 2013;
- Grillo N., Grieco C., *La fitodepurazione. Trattamento della acque reflue*, Geva Edizioni, 2003;
- Grosso M., *Il raffrescamento passivo degli edifici in zona a clima temperato*, Maggioli Editore,

Santarcangelo di Romagna, 2017;

Hiller D., Ross S., Westerfield R., Jaffe J., Jordan B., *Corporate finance*, McGraw-Hill, Milano, 2018;

Imperadori M., *Active House. Progettazione e innovazione con tecnologie di costruzione stratificata a secco*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2019;

Isola A., *Anche le pietre dimenticano*, Aiòn Edizioni, Firenze, 2011;

Latour B., *La sfida di Gaia. Il nuovo regime climatico*, Milano, Meltemi, 2020;

Marchetti M., Panunzi S., Pazzagli R., *Aree interne. Per una rinascita dei territori rurali e montani*, Rubbettino Editore, Soveria Mannelli 2017;

Pacini E., *Efficienza energetica degli impianti tecnologici*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2019;

Pollo R., *Progettare l'ambiente urbano: riflessioni e strumenti*, Carocci Editore, Roma, 2015;

Premier A., *Innovazione sostenibile per l'architettura. Materiali, tecnologie e prodotti*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna 2014;

Savoia P., *Impianto termici negli edifici residenziali ad elevate prestazioni energetiche: capire l'involucro per progettare gli impianti*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2020.

Tesei B., *Cupra Montana. Antica città del piceno*. Off. graf. Dante Alighieri. Monsano 1970;

Toccolini A., *Piano e progetto di area verde. Manuale di progettazione*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna, 2015;

Tsukamoto Y., Kaijima M., *Graphic Anatomy Atelier Bow-Wow*, TOTO Publishing, Japan, 2018;

Volpi E., Rohrich F., *Evoluzione edile. Guida pratica al marketing per operatori dell'edilizia*, FrancoAngeli, Gorgonzola 2016.



# Sitografia

## Sitografia

Piano Regolatore di Cupramontana:

[https://www.cis-gis.it/doc/cupramontana/Nta/Art\\_1.htm](https://www.cis-gis.it/doc/cupramontana/Nta/Art_1.htm)

Prezzario regionale delle Marche 2022:

<https://www.regione.marche.it/portals/0/ITE/PREZZARIO/2022/2022%20-%20Allegato%20A%20con%20correzioni.pdf>

Tabella Aswath Damodaran per definizione del Beta Unlevered per il calcolo del tasso di attualizzazione

[https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)

Tabelle Pablo Fernandez per definizione del Market Risk Premium e del Risk Free Rate per il calcolo del tasso di attualizzazione

[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3803990&download=yes](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3803990&download=yes)

Tabelle ISTAT per attualizzazione del costo di costruzione di fabbricati unifamiliari

<https://www.milomb.camcom.it/indici-istat-costo-di-costruzione>

Determinazione del prezzo dei combustibili utilizzate nelle analisi energetiche ed economiche

<https://www.arera.it/it/prezzi.htm>

Strategia Nazionale Aree Interne

<https://www.agenziacoesione.gov.it/strategia-nazionale-aree-interne/>

2030 Agenda for Sustainable Development:

<https://sdgs.un.org/goals>

Acquedotto romano di Cupramontana

<https://lamemoriadeiluoghi.regione.marche.it/index.php/cupramontana/381-l-acquedotto-romano-di-cupra-montana-archeoclub-di-cupra-montana>

Dati EPW per la determinazione dei venti nell'area di progetto con software algoritmico

<https://www.ladybug.tools/epwmap/>

Analisi delle temperature in fase preliminare di progetto

<https://www.woitalia.it/weather/maps/forecastmaps?CONT=itit&MAPS=vn&LAND=IY>

Elaborati per analisi storiche-territoriali

[https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica/Cartografia/Web\\_Gis](https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica/Cartografia/Web_Gis)

Determinazione delle detrazioni fiscali e analisi dei fabbisogni di energia elettrica media

<https://www.enea.it/>

Criteri di massima per il dimensionamento degli impianti solari termici

<http://www.solarteitalia.it/>

Costi, rendimenti e dimensioni di massima in base alla tipologia dei moduli fotovoltaici

<https://www.energystrategy.it/>

# **Ringraziamenti**

Insieme, desideriamo ringraziare:

il nostro relatore, il professore Lorenzo Savio per averci dimostrato la massima fiducia, guidandoci, ma al contempo lasciandoci la libertà di proporre ed esprimere le nostre idee progettuali;

il nostro correlatore, il professore Stefano Pedrini per averci fatto scoprire un nuovo modo di guardare alla sostenibilità economica dei progetti, ampliando il nostro modo di affrontare il processo architettonico;

lo Studio Tecnico Coppari&Pierangeli per aver fornito il materiale relativo alla lottizzazione e continua assistenza tecnica durante l'intero percorso di tesi;

l'ingegnere Franco Tralongo che è stato in grado, nonostante un unico incontro, di indirizzarci nell'ottica della figura dell'architetto in grado di cogliere ed esaltare gli aspetti tecnici ed impiantistici;

l'ingegnere Roberto Mosca per averci fornito delle consulenze relative ai costi di costruzione nella Regione Marche e nello specifico nella provincia anconetana;

ed infine, il bibliotecario di Cupramontana, Michele Bompreszi, venuto a mancare nell'ultima alluvione che ha investito il territorio marchigiano, e che è stato in grado grazie alla sua preparazione e gentilezza, non solo di entrare nella nostra tesi, attraverso i numerosi materiali storici che è stato in grado di fornirci, ma anche adesso nei nostri pensieri e per sempre nei nostri cuori.

*Francesco e Mariateresa*