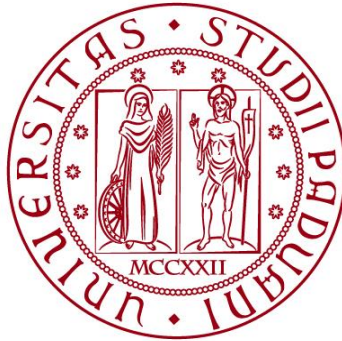


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile



TESI DI LAUREA

Rifugio Camporosa
Progettazione ecosostenibile di un edificio in alta quota
Eco-sustainable design of a high-altitude building

Relatore:
Chiar.mo PROF. GIORGIO CROATTO
Correlatori:
Chiar.mo PROF. PAOLO ZAMPIERI

Laureanda: FRANCESCA GREGGIO
Matricola 1230530

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Indice

1.	INTRODUZIONE	7
2.	CARATTERISTICHE DEI RIFUGI ALPINI	15
3.	RIFUGI E SOSTENIBILITA'	19
3.1.	Acqua	21
3.2.	Energia	24
3.3.	Materiali	29
3.4.	LCA	32
4.	APPLICAZIONE DI TECNICHE INNOVATIVE IN CONTESTI COMPLESSI	35
4.1.	Edifici in contesti critici	36
4.1.1.	Svalbard Global Seed Vault	37
4.1.2.	Il centro dati di Facebook	41
4.1.3.	Halley VI	45
4.1.4.	Hotel Barin Ski Resort	49
4.1.5.	Stazione di ricerca indiana	55
4.1.6.	Aeroporto Queen Tamar	59
4.1.7.	Arktikum	63
4.1.8.	Igloo prefabbricati	66

4.2.	<i>Rifugi</i>	72
4.2.1.	<i>Rifugio Monte Rosa Hütte</i>	74
4.2.2.	<i>Rifugio Gôûter</i>	82
4.2.3.	<i>Rifugio Vallanta</i>	89
4.2.4.	<i>Refuge du Promontoire</i>	94
4.2.5.	<i>Refuge des Grands Mulets</i>	98
4.2.6.	<i>Rifugio Francesco Gonnella</i>	101
4.2.7.	<i>Cabane du Vêlan</i>	106
4.3.	<i>Fari</i>	111
5.	<i>STEEL FRAME</i>	121
5.1.	<i>Stick-Built</i>	125
5.2.	<i>Panel System</i>	126
5.3.	<i>Volumetric-System</i>	127
6.	<i>PROGETTO</i>	133
6.1.	<i>Inquadramento</i>	133
6.2.	<i>Sito di costruzione</i>	134
6.3.	<i>Descrizione dell'edificio</i>	138
6.4.	<i>Descrizione della struttura</i>	140
6.5.	<i>Azioni</i>	142
6.6.	<i>Progetto dei principali componenti strutturali</i>	145

6.6.1.	<i>Travi.....</i>	145
6.6.2.	<i>Montanti</i>	147
6.7.	<i>Trasmittanza termica.....</i>	149
6.8.	<i>Kit fotovoltaico</i>	157
6.9.	<i>Vasca di raccolta.....</i>	163
6.10.	<i>Render Rifugio Camporosa.....</i>	165
7.	<i>CONCLUSIONI.....</i>	167
8.	<i>BIBLIOGRAFIA.....</i>	171
9.	<i>SITOGRAFIA.....</i>	173
	<i>APPENDICE A : ELABORATI GRAFICI.....</i>	177

1. INTRODUZIONE

Il rifugio viene definito tale poiché rappresenta fin dagli esordi un luogo in cui ripararsi in caso di maltempo oppure in cui riposarsi nel mezzo di un'escursione.

Infatti, viene definito rifugio alpino una struttura tale per cui sia possibile raggiungerla a piedi dagli escursionisti attraverso percorsi che durante gli anni sono stati definiti nelle mappe.



Figura 1_Rifugio alpino Velo della Madonna, Dolomiti

L'Enciclopedia Italiana di scienze, lettere ed arti "Treccani" riporta la definizione di rifugio come *"riparo, difesa, contro un'insidia o un pericolo materiale o morale e*

con significato più concreto come luogo dove si cerca o si trova riparo, difesa, protezione”.¹

I rifugi quali “*Locali idonei ad offrire ospitalità e ristoro in zone montane di alta quota, fuori dai centri urbani*” (L. 217/1983)², furono progettati principalmente come luoghi destinati ad offrire riparo ai viandanti che si prodigavano ad intraprendere viaggi, tal volta anche insidiosi, per scopi commerciali o per pellegrinaggi e potevano così ripararsi dal gelo o mal tempo in queste strutture.³



Figura 2_Santa Caterina Valfurva, Sunny Valley

Il CAI ovvero “Club Alpino Italiano” è una libera associazione nazionale che ha per scopo l’alpinismo in ogni sua manifestazione, la conoscenza e lo studio delle montagne, specialmente di quelle italiane, e la difesa del loro ambiente naturale⁴.

Questa associazione venne costituita il 23 ottobre 1863 a Torino e si pone come obiettivi, per quanto concerne “*la Legge del 24 dicembre 1985, n. 776 relativa a*

¹ Enciclopedia Treccani

² Legge 17 maggio, 1983, n. 217, “Legge quadro per il turismo e interventi per il potenziamento e la qualificazione dell’offerta turistica”, GU n. 141 del 25-5-1983.

³ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=STORIA&sezione=STORIA> , sito web consultato in data 08/03/2022

⁴ <https://www.cai.it/storia-2/> , sito web consultato in data 03.03.2022

nuove disposizioni sul Club alpino italiano, l'associazione provvede, a favore sia dei propri soci sia di altri e nell'ambito delle facoltà previste dallo statuto:

- *alla diffusione della frequentazione della montagna e all'organizzazione di iniziative alpinistiche, escursionistiche e speleologiche, capillarmente diffuse sul territorio nazionale;*
- *all'organizzazione ed alla gestione di corsi d'addestramento per le attività alpinistiche, sci-alpinistiche, escursionistiche, speleologiche, naturalistiche volti a promuovere una sicura frequentazione della montagna;*
- *alla formazione di 21 diverse figure di titolati (istruttori, accompagnatori ed operatori), necessarie allo svolgimento delle attività citate; -*
- *al tracciamento, alla realizzazione e alla manutenzione di sentieri, opere alpine e attrezzature alpinistiche;*
- *alla realizzazione, alla manutenzione e alla gestione dei rifugi alpini e dei bivacchi d'alta quota di proprietà del Club alpino italiano e le singole sezioni – quantificati ad oggi in 716 strutture per un totale di 18.928 posti letto – fissandone i criteri ed i mezzi;*
- *all'organizzazione, tramite il Corpo nazionale soccorso alpino e speleologico (Cnsas), struttura operativa del Cai, di idonee iniziative tecniche per la vigilanza e la prevenzione degli infortuni nell'esercizio delle attività alpinistiche, escursionistiche e speleologiche, per il soccorso degli infortunati o dei pericolanti e per il recupero dei caduti;*
- *alla promozione di attività scientifiche e didattiche per la conoscenza di ogni aspetto dell'ambiente montano nonché di ogni iniziativa idonea alla protezione ed alla valorizzazione dell'ambiente montano nazionale, anche attraverso l'operato di organi tecnici nazionali e territoriali;*
- *alla promozione di iniziative di formazione di tipo etico-culturale, di studi dedicati alla diffusione della conoscenza dell'ambiente montano e delle sue*

genti nei suoi molteplici aspetti, della fotografia e della cinematografia di montagna, della conservazione della cultura alpina.”⁵

Il CAI designa come primo rifugio realizzato la Capanna Vincent nel 1785, edificata sul versante meridionale del Monte Rosa, la quale costituiva un punto di riferimento per le limitrofe miniere d'oro.⁶

Si denota che l'esordio dei rifugi è legato a necessità molto diverse da quelle riscontrate attualmente, infatti, queste strutture, provviste nella maggior parte dei casi di una piccola stufa artigianale e di qualche acervo di paglia, la quale a causa delle intemperie si guastava, erano realizzate perlopiù come riparo per viandanti che intraprendevano anche lunghi viaggi per scopi economici, scambi commerciali, spedizioni militari tal volta anche religiosi.⁷

Infatti, le popolazioni in quell'epoca erano solite permanere in aree facilmente raggiungibili a piedi e prive di insidie come pianure e valli.

Con l'avvenire del medioevo iniziarono a proliferare in tutto il territorio la presenza di ordini monastici che, spinti da uno spirito ascetico, si ritirarono sui monti dando vita ai primi hospitia (Ospizi), per aiutare e assistere i viandanti: nacquero così quelli del Sempione, del Gran San Bernardo e del San Gottardo.⁸

⁵ <https://www.cai.it/storia-2/>, sito web consultato in data 03.03.2022

⁶ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=STORIA&sezione=STORIA>, sito web consultato in data 08/03/2022

⁷ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=STORIA&sezione=STORIA>, sito web consultato in data 08/03/2022

⁸ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=STORIA&sezione=STORIA>, sito web consultato in data 08/03/2022



Figura 3_Capanna Regina Margherita, Monte Rosa

Si susseguirono negli anni avvenire la crescita di altre strutture con scopi ben diversi da quelli visti precedentemente; infatti, a causa di necessità militari si sentiva sempre più il bisogno di avere dei rifugi collocati strategicamente in montagna per poter perlustrare il territorio e prevenire attacchi dalle popolazioni nemiche.⁹

Nacquero così, i rifugi napoleonici del Col du Noyer, del Col de la Manse, del Colle dell'Agnello, dell'Izoard e del Col de Vars.¹⁰

Mentre, per quanto riguarda la popolazione, che risiedeva in pianura e a valle, e che si spostava in montagna per la pastorizia o per la caccia, erano soliti costruire rifugi di fortuna, ovvero dei ricoveri improvvisi per potersi riparare dalle intemperie anche insieme al bestiame per poi poter proseguire il viaggio.¹¹

Solo in seguito alla creazione dell'associazione CAI, nel 1922 compare nel territorio italiano e più precisamente sulle Alpi occidentali una particolare tipologia di struttura denominata "bivacco" ovvero una peculiare tipologia di rifugio progettato per agevolare le traversate in collina e in alta montagna; infatti,

⁹ <https://www.saliinvetta.com/culture-e-tradizioni/1226-i-rifugi-alpini-storia-delle-dimore-in-quota>, sito web consultato in data 08/03/2022

¹⁰ <https://www.saliinvetta.com/culture-e-tradizioni/1226-i-rifugi-alpini-storia-delle-dimore-in-quota>, sito web consultato in data 08/03/2022

¹¹ <https://www.saliinvetta.com/culture-e-tradizioni/1226-i-rifugi-alpini-storia-delle-dimore-in-quota>, sito web consultato in data 08/03/2022

la maggior parte erano disposti nelle zone più impervie ed alte ed erano costruiti in pietra e legno.¹²

Successivamente, si è preferito adottare pareti semi prefabbricate, in metallo rivestite in legno o materiali pressati, assemblate sul posto, oppure trasportati già completi con l'elicottero.¹³



Figura 4_Bivacco Lampugnani-Grassi, Monte Bianco

Ad oggi, la maggior parte dei rifugi risulta essere di proprietà del CAI che affida in gestione la struttura e grazie allo sviluppo tecnologico, in conseguenza anche delle esigenze dei fruitori della montagna, i Rifugi Alpini assomigliano sempre di più a dei piccoli alberghi, aperti durante la stagione turistica ma dotati in ogni caso di piccoli ricoveri di fortuna accessibili durante tutto l'anno.

Recentemente, si è constatato un incremento sempre più significativo delle presenze nelle zone di montagna, provocando così delle complicazioni alle strutture ricettive, le quali, non sempre, sono adibite ad ospitare un numero

¹² <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=STORIA&sezione=STORIA> , sito web consultato in data 08/03/2022

¹³ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=STORIA&sezione=STORIA> , sito web consultato in data 08/03/2022

importante di ospiti e in grado a sopperire alle esigenze climatiche durante tutto l'anno.

2. CARATTERISTICHE DEI RIFUGI ALPINI

Il rifugio alpino è esplicito come: “*locali idonei ad offrire ospitalità in zone montane di alta quota, fuori dai centri urbani*”¹⁴ e “*strutture ricettive sorte per rispondere alle esigenze di carattere alpinistico ed escursionistico gestite o custodite ed aperte al pubblico con le modalità stabilite dalla sezione, convenientemente predisposte ed organizzate per dare ospitalità e possibilità di sosta, ristoro, pernottamento e servizi connessi ed attrezzate per il primo intervento di soccorso.*”

Dotate di locali separati ad uso Gestore/Custode e di un locale invernale con accesso indipendente per il pernottamento durante i periodi di chiusura.

*In questa categoria sono compresi i rifugi incustoditi a cui tutti possono accedere ritirando le chiavi a valle con le modalità stabilite dalla sezione.”*¹⁵

Nel regolamento generale dei rifugi redatto nel 2011 dal CAI vengono enunciati anche altre tipologie di strutture che risultano essere differenti dai rifugi comuni.¹⁶

¹⁴ Art.6 Legge 217/1983

¹⁵ Regolamento generale rifugi (26.11.2011), CAI

¹⁶ Club alpino italiano REGOLAMENTO GENERALE

Il punto di appoggio è una struttura fissa realizzata attraverso il restauro anche parziale di parti di edifici esistenti e non più utilizzate a condizione che sia agibile.¹⁷

Inoltre, questa struttura è possibile raggiungerla solamente tramite sentieri o mulattiere percorse a piedi ed è collocata in zone di alta montagna per permettere il ricovero degli escursionisti ove non vi siano nelle vicinanze rifugi.¹⁸

Il bivacco fisso è ubicato nelle zone più elevate delle catene montuose. Sono strutture incustodite e accessibili per il pernottamento o il riparo di fortuna degli alpinisti.¹⁹

La capanna sociale, come per il punto di appoggio, è costituita attraverso il recupero delle strutture esistenti purché siano agibili, viene considerata quale Sede sociale in quota di una Sezione e può essere utilizzata per soggiorni di soci o incontri intersezionali.²⁰

Infine, ha l'obbligo di esporre lo stemma del Club alpino italiano all'esterno. I rifugi sono strutture ricettive montane predisposti per il ricovero di fortuna, il soccorso alpino e il ristoro, le quali hanno solitamente un periodo di apertura annuale limitato poiché sono aperte per l'intera stagione turistica mentre per il periodo invernale sono chiusi a causa della presenza di forti intemperie e ghiaccio o neve che può essere un limite per l'accesso alle strutture sia attraverso i percorsi pedonali, sia attraverso quelli veicolari.²¹

¹⁷ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=IRIFUGI&sezione=REGOLAMENTI>
sito web consultato in data 10/03/2022

¹⁸ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=IRIFUGI&sezione=REGOLAMENTI>
sito web consultato in data 10/03/2022

¹⁹ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=IRIFUGI&sezione=REGOLAMENTI>
sito web consultato in data 10/03/2022

²⁰ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=IRIFUGI&sezione=REGOLAMENTI>
sito web consultato in data 10/03/2022

²¹ <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=IRIFUGI&sezione=REGOLAMENTI>
sito web consultato in data 10/03/2022

Per quanto riguarda la parte amministrativa dei rifugi, le tariffe e l'esercizio delle attività sono coordinate dalla Commissione centrale rifugi ed opere alpine concordati con le Sezioni di appartenenza dei rifugi che redigono un "Tariffario Annuale".²²

La gestione delle strutture è affidata al Club Alpino Italiano oppure a figure qualificate che non possono maggiorare i prezzi indicati nel Tariffario o richiedere contributi aggiuntivi per servizi.²³

Le peculiarità comuni dei rifugi alpini possono essere desunte dal regolamento generale dei rifugi del CAI:

- la posizione in un'area montana e isolata;
- l'accessibilità attraverso percorsi pedonali o veicolari;
- le attività che devono essere garantite all'interno della struttura quali: ristoro, pernottamento, soccorso alpino;
- le dotazioni che devono assicurare il funzionamento dell'edificio quali: approvvigionamento idrico, elettrico e il trattamento delle acque reflue;
- la presenza di un locale accessibile dall'esterno tutto l'anno nei casi di emergenza;
- l'apertura stagionale.²⁴

La classificazione delle strutture ricettive sono delineate attraverso criteri enunciati nelle leggi regionali considerando le dimensioni, le peculiarità e i requisiti strutturali dei servizi offerti.

Una funzione essenziale nell'ambito della gestione e manutenzione della struttura ricettiva è esercitata dalle persone che sono state coinvolte durante il ciclo di vita

²² <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=IRIFUGI&sezione=REGOLAMENTI>
sito web consultato in data 10/03/2022

²³ Club alpino italiano REGOLAMENTO GENERALE

²⁴ Club alpino italiano REGOLAMENTO GENERALE

della struttura.²⁵

I proprietari possono essere soggetti privati o enti pubblici, i quali sono i diretti responsabili delle strutture in loro possesso sia a livello burocratico che tecnico.

Un'altra figura rilevante per l'efficienza delle strutture ricettive è raffigurata dal gestore che può essere lo stesso proprietario o in alcuni casi la gestione può essere affidata a terzi con il compito di gestire in maniera efficiente l'edificio in oggetto, attuare regolarmente manutenzione e assicurare l'approvvigionamento di tutte le risorse indispensabili per il corretto funzionamento del rifugio e l'attività ricettiva.²⁶

Infine, un ruolo fondamentale è rappresentato dagli utenti, ovvero coloro che per ragioni differenti decidono di trovare ristoro nelle strutture ricettive.

Per concludere, si deve fare presente alcuni criteri indispensabili per una ineccepibile gestione del rifugio tra i quali :

- elenco presenze degli utenti che soggiornano;
- consumi idrici;
- consumi energetici;
- produzione acque reflue;
- produzione di rifiuti organici e secchi.²⁷

²⁵ Club alpino italiano REGOLAMENTO GENERALE

²⁶ Club alpino italiano REGOLAMENTO GENERALE

²⁷ REGOLAMENTO STRUTTURE RICETTIVE DEL CLUB ALPINO ITALIANO

3. RIFUGI E SOSTENIBILITA'

Si evince, la necessità di fronteggiare a tali problemi, correlati anche all'esigenza di una riduzione sull'impatto ambientale, attraverso l'utilizzo delle nuove tecnologie innovative, che si basano su un argomento sensibile come la sostenibilità, e un'efficiente gestione delle strutture ricettive, considerando l'evoluzione del settore turistico.

Negli ultimi anni, la sostenibilità risulta essere uno dei principi cardini della progettazione ad alta quota.

Nell'enciclopedia Treccani, la sostenibilità viene definita come: *“Nelle scienze ambientali ed economiche, condizione di uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri. Il concetto di sostenibilità è stato introdotto nel corso della prima conferenza ONU sull'ambiente nel 1972, anche se soltanto nel 1987, con la pubblicazione del cosiddetto rapporto Brundtland, venne definito con chiarezza l'obiettivo dello sviluppo sostenibile (→ sviluppo) che, dopo la conferenza ONU su ambiente e sviluppo del 1992, è divenuto il nuovo paradigma dello sviluppo stesso. La sostenibilità, sotto il profilo dei contenuti ambientali, discende dallo studio dei sistemi ecologici, tra le cui caratteristiche assumono rilevanza proprietà quali la capacità di carico, le possibilità di*

autoregolazione, la resilienza e la resistenza che, nel loro insieme, influiscono sulla stabilità dell'ecosistema.”²⁸

Infatti, le strutture ricettive in alta quota, devono inserirsi nell'ambiente circostante e limitrofo senza comportare un cambiamento dell'equilibrio ambientale come della flora e della fauna, che risulta già precario.

Negli ultimi anni si ricercano soluzioni progettuali che mirano ad una logica eco-sostenibile e bio-compatibile.

Nel dettaglio, si devono attuare provvedimenti per ridurre il consumo di energia e acqua, la produzione di rifiuti e acque reflue, favorire l'impiego di energie rinnovabili, assicurare la presenza nelle strutture ricettive di servizi di qualità, valorizzare l'attività dei gestori e sensibilizzare i proprietari e i gestori ad un approccio sostenibile.²⁹



Figura 5_Oberholz mountain hut, Dolomiti

²⁸ Enciclopedia Treccani

²⁹ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto “Eco innovation en altitude” all’interno del programma Alcotra.

3.1. *Acqua*

Risulta essere essenziale assicurare la disponibilità della risorsa idrica per tutto il periodo di apertura delle strutture ricettive, in caso contrario dovrà essere disposto un rifornimento per via aerea.³⁰

La risorsa idrica può essere fornita in base alle modalità di captazione disponibili limitrofe; ad esempio attraverso sorgenti, torrenti, laghi, ghiacciai, rete idrica, acqua proveniente dalla rete idrica e poi trasportata per via aerea.³¹

In ogni caso, è consigliato effettuare delle analisi in relazione alla qualità dell'acqua e nell'eventualità che l'acqua non risultasse potabile, segnalare accuratamente il punto di captazione interessato.³²

La scelta che viene effettuata sulla possibilità di attuare un intervento rispetto ad un altro è strettamente correlata alla durata di apertura della struttura interessata.³³

Si prevedono degli interventi di disinfezione con disinfettanti chimici per evitare la presenza, all'interno dell'acqua utilizzata, di batteri, così da non compromettere la qualità dell'acqua, oppure l'utilizzo di vasche di decantazione per evitare ostruzioni nelle tubazioni.³⁴

³⁰ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

³¹ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

³² Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

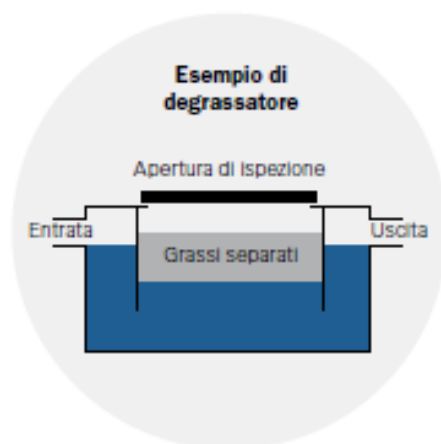
³³ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

³⁴ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

Invece, il trattamento delle acque reflue può essere effettuato attraverso modalità diverse ma è indispensabile in mancanza di un collegamento con una rete fognaria.³⁵

La depurazione per infiltrazione consiste nel rilascio delle acque direttamente nel terreno senza trattamento, ed è un metodo non consentito sia in Italia che in Svizzera.³⁶

La depurazione primaria si suddivide in due possibilità di trattamento ovvero attraverso una fossa settica o in alternativa con un sistema di decantazione e digestione, la prima consiste nel ricevere dalla struttura a cui è collegata le acque nere oppure per tutte le acque reflue, il secondo sistema consiste in una vasca imhoff, in cui avviene la trasformazione dei materiali organici per azione batterica.³⁷



La depurazione secondaria è un intervento che può essere predisposto nel momento in cui le acque trattate attraverso la depurazione primaria non risultano sufficientemente depurate.³⁸

³⁵ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

³⁶ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

³⁷ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

³⁸ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra..

Un secondo trattamento biologico può avvenire con la predisposizione di un filtro biologico o con un impianto a fanghi attivi o in alternativa con una trincea drenante.³⁹



³⁹ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto “Eco innovation en altitude” all’interno del programma Alcotra.

3.2. Energia

Il funzionamento di una struttura ad alta quota esige di un efficiente sistema elettrico.

Esistono molteplici fonti di energia necessarie per l'approvvigionamento degli edifici, ma, per una corretta progettazione sostenibile si predilige le energie rinnovabili poiché permettono una produzione di energia pulita, senza rilasciare nell'ambiente esterno anidride carbonica, principale causa del processo che comporta ad accelerare il processo di riscaldamento globale.⁴⁰

Non è necessario solamente preferire l'utilizzo di energia rinnovabile per diminuire l'impatto ambientale, ma, anche prevedere una gestione accurata e un risparmio energetico considerevole.⁴¹

Per poter sfruttare una fonte di energia è essenziale poterla avere a disposizione e in situazioni critiche, ove questo non sia possibile come i rifugi situati ad alta quota, è necessario trasportarla per via aerea o attraverso grandi mezzi su strada comportando così, una produzione aggiuntiva di anidride carbonica.⁴²

In primis, si deve assicurare l'isolamento dell'involucro dell'edificio, riducendo le dispersioni di energia ed evitare ponti termici; *"la seconda fase prevede l'individuazione e la copertura dei fabbisogni per ogni tipologia di utilizzo: illuminazione, produzione di acqua calda, riscaldamento, alimentazione del telefono etc."*⁴³

⁴⁰ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

⁴¹ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

⁴² Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

⁴³ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

Le possibili fonti energetiche sono svariate e solitamente esse vengono scelte in base all'impiego da soddisfare.

Il legno è utilizzato frequentemente nei rifugi poiché nella maggior parte dei casi risulta essere facilmente recuperabile, se ci si trova in prossimità di boschi o foreste, in alcuni casi però risulta essere necessario l'utilizzo di un elicottero.⁴⁴

Inoltre, è conveniente porre la legna in luoghi sufficientemente coperti per evitare che possa deteriorarsi a causa delle intemperie.

Questa fonte di energia, però risulta essere sufficiente per il solo riscaldamento dei vari locali e in alcuni casi per cucinare, nel caso in cui la struttura sia dotata di una cucina a legna.⁴⁵

Il gas (GPL), a differenza della legna, è utilizzato in maniera più frequente *come "per il riscaldamento dell'acqua, per la cottura degli alimenti e per l'alimentazione di specifici sistemi di refrigerazione e conservazione."*⁴⁶

Insieme al gas, un'altra fonte di energia fortemente utilizzata è il gasolio, il quale viene impiegato solamente per l'alimentazione del gruppo elettrogeno. La modalità di trasporto, in questo caso, è tramite fusti o barili, mentre per quanto riguarda il gas tramite bombole.⁴⁷

Infine, l'elettricità può essere fornita attraverso un generatore fotovoltaico, preferibile, o attraverso pale eoliche, quest'ultime sono sconsigliate a causa dei

⁴⁴ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

⁴⁵ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

⁴⁶ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

⁴⁷ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

forti mutamenti metereologici, senza considerare le autorizzazioni necessarie per l'installazione di questo sistema.⁴⁸

“Il generatore fotovoltaico è costituito da pannelli solari fotovoltaici, da un regolatore di carica, da un accumulatore (tipicamente batterie) e da un inverter. Collocati sul tetto, sulle pareti esterne o al suolo esposti all'irraggiamento solare, i pannelli producono corrente continua che consente di alimentare apparecchi per via diretta oppure, per mezzo dell'inverter, in corrente alternata a 230V.”⁴⁹

Di seguito, si riporta una tabella riassuntiva delle possibili fonti energetiche utilizzabili in relazione alle varie destinazioni d'uso.

	Elettricità	Riscaldamento	Acqua calda	Cucina	Illuminazione
Gasolio	●	●	●	--	--
Gas	●	●	●	●	●
Legna	--	●	●	●	--
Eolico	●	--	--	--	●
Fotovoltaico	●	--	--	--	●
Solare termico	--	●	●	--	--
Elettricità da rete		●	●	●	●

Fonti energetiche e loro impiego

● Compatibile
● Possibile

50

Figura 6_ Quale energia per quale impiego?

Come si evince dalla tabella, utilizzare il gas, come fonte energetica, garantisce una completa copertura delle richieste emerse nell'utilizzo di una struttura.

⁴⁸ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto “Eco innovation en altitude” all'interno del programma Alcotra.

⁴⁹ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto “Eco innovation en altitude” all'interno del programma Alcotra.

⁵⁰ Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto “Eco innovation en altitude” all'interno del programma Alcotra.

Principalmente, uno dei grandi vantaggi riscontrati, per una progettazione sostenibile, riguarda soprattutto l'impatto ambientale, in particolare l'effetto serra, il quale è ridotto rispetto all'utilizzo del gasolio. Inoltre, vi è maggiore rischio ambientale per il trasporto e lo stoccaggio del gasolio.⁵¹

Agli albori degli anni '90, sono stati redatti i protocolli di valutazione ambientale degli edifici (*building environmental assessment methods*), i quali hanno come obiettivo ultimo una disamina puntuale sull'uso delle risorse, dell'impatto e della qualità ambientale esterna e interna alle strutture.⁵²

In particolare, nei protocolli sono incluse le caratteristiche suddivise per aree, quali la qualità ambientale, l'uso delle risorse e la qualità dei servizi, che consentono di esprimere un giudizio riguardo il grado di raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità di una costruzione.

*"Una delle classi di requisiti più significative dei protocolli di valutazione della sostenibilità delle costruzioni è infatti rappresentato da quelli relativi alla sostenibilità energetica."*⁵³

Gli obiettivi che si ricercano in campo energetico sono una diminuzione della domanda di energia di un edificio in termini di usi finali, l'utilizzo efficiente dell'energia nelle strutture, utilizzando preferibilmente le energie rinnovabili oltre a minimizzare l'impatto ambientale degli edifici.

Possono essere adottate delle strategie per mitigare la domanda di energia attraverso dei sistemi innovativi come il raffrescamento passivo che risulta essere opportuno solo nel caso in cui si progetta la struttura in modo appropriato o inteso

⁵¹Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

⁵² R. Chiabrando, E. Fabrizio (2009), *La sostenibilità energetica delle costruzioni: criteri progettuali e strumenti di verifica*, Ischia Porto.

⁵³ R. Chiabrando, E. Fabrizio (2009), *La sostenibilità energetica delle costruzioni: criteri progettuali e strumenti di verifica*, Ischia Porto.

come sistema passivo considerando tutte le caratteristiche dell'edificio e dell'ambiente circostante, ovvero il contesto climatico in cui risulta essere ubicato, la regolazione dei flussi di calore e luce.⁵⁴

Altre strategie che possono essere adottate sono l'isolamento termico, la ventilazione naturale oppure una corretta gestione dei sistemi di regolazione e della contabilizzazione del calore.⁵⁵

La riduzione energetica deve essere valutata caso per caso poiché non deve inficiare il confort e il benessere degli utenti che utilizzano la struttura in oggetto.

Nel 2002 è stata stilata la direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (2002/91/CE), la quale definisce una panoramica per la definizione di una metodologia di calcolo della prestazione energetica integrata degli edifici nuovi e ristrutturati, per la certificazione energetica delle strutture e per l'ispezione periodica degli impianti di condizionamento.⁵⁶

Nello specifico, questa direttiva ha introdotto due grandi innovazioni, ovvero la prestazione energetica e la certificazione energetica.⁵⁷

La prima novità fa riferimento ad una stima puntuale della quantità di energia consumata per il soddisfacimento del fabbisogno quotidiano.

⁵⁴ R. Chiabrando, E. Fabrizio (2009), *La sostenibilità energetica delle costruzioni: criteri progettuali e strumenti di verifica*, Ischia Porto.

⁵⁵ R. Chiabrando, E. Fabrizio (2009), *La sostenibilità energetica delle costruzioni: criteri progettuali e strumenti di verifica*, Ischia Porto.

⁵⁶ R. Chiabrando, E. Fabrizio (2009), *La sostenibilità energetica delle costruzioni: criteri progettuali e strumenti di verifica*, Ischia Porto.

⁵⁷ R. Chiabrando, E. Fabrizio (2009), *La sostenibilità energetica delle costruzioni: criteri progettuali e strumenti di verifica*, Ischia Porto.

3.3. *Materiali*

Un altro aspetto, molto importante, che si deve considerare per poter progettare edifici eco-sostenibili, è la scelta dei materiali da utilizzare.

Le scelte effettuate per poter costruire in ambito sostenibile, vengono attuate per fronteggiare le problematiche sempre più frequenti ed allarmanti degli ultimi anni.

La salvaguardia dell'ambiente è una tematica essenziale che coinvolge tutti i campi lavorativi e le persone di ogni età.

L'inquinamento ambientale riguarda, in modo ravvicinato, l'ambito edile, poiché l'impatto ambientale relativo alla scelta dei materiali deve essere visto non solo nell'immediato ma anche durante tutto il ciclo di vita della struttura e durante i processi produttivi; infatti ciò viene analizzato attraverso il Life Cycle Assessment.⁵⁸

In particolare, è possibile verificare e controllare dalla produzione allo smaltimento, ciò che viene utilizzato a parità di risorse naturali e materie prime.⁵⁹

Per far fronte alla tematica dell'inquinamento in conseguenza all'esposizione di materiali nocivi o non riciclabili che comportano difficoltà nello smaltimento dei rifiuti e in molti casi l'impossibilità di riciclo, si è studiato negli anni nuove tecnologie innovative e nuovi materiali, riciclabili, caratterizzate da proprietà significative ed elevate prestazione;⁶⁰ ad esempio per l'isolamento termoacustico

⁵⁸ Sposito M. (2020), *Scenari possibili e preferibili di un futuro sostenibile verso il 2030 e oltre*, AGATHÓN - International Journal of Architecture, Art and Design

⁵⁹ Sposito M. (2020), *Scenari possibili e preferibili di un futuro sostenibile verso il 2030 e oltre*, AGATHÓN - International Journal of Architecture, Art and Design

⁶⁰ Sposito M. (2020), *Scenari possibili e preferibili di un futuro sostenibile verso il 2030 e oltre*, AGATHÓN - International Journal of Architecture, Art and Design

vengono utilizzati frequentemente materiali di origine naturali come la lana di roccia, lana di vetro, fibra di legno, lana di pecora e sughero.

Una novità significativa nel campo dei materiali in relazione alle strategie possibili da adottare per l'isolamento termico e che soddisfa le caratteristiche di sostenibilità ambientale è la lana di pecora, la quale garantisce condizioni di confort termico, anche nella stagione estiva, grazie alle proprietà termo e fonoisolanti.⁶¹

Quest'ultima viene riciclata dalla tosatura delle pecore, essendo un bio-isolante successivamente viene trattata per far sì che raggiunga e mantenga le migliori prestazioni durante il ciclo di vita della struttura.⁶²

Non è consigliato, in ogni caso, l'utilizzo di materiali indurenti, come fibre, resine, collanti, naturali o sintetici, con questa tipologia di isolante poiché potrebbero mitigare od addirittura annullare le proprietà che lo caratterizzano ed inficiare negativamente sul comportamento al fuoco; infatti, non è necessario l'uso di protezioni.⁶³

Inoltre, la lana di pecora è un materiale con elevata igroscopicità, ovvero la capacità di una sostanza in grado di assorbire l'umidità presente in aria. Essa è in grado di assorbirla fino al 33% del suo peso e rilasciarla nell'ambiente senza ridurre il suo potere isolante.⁶⁴

⁶¹ <https://www.isolantelanadipecora.it/isolanti-termici-in-lana-di-pecora-ed-LCA.html>, sito web consultato in data 28.04.2022

⁶² <https://www.isolantelanadipecora.it/isolanti-termici-in-lana-di-pecora-ed-LCA.html>, sito web consultato in data 28.04.2022

⁶³ <https://www.isolantelanadipecora.it/isolanti-termici-in-lana-di-pecora-ed-LCA.html>, sito web consultato in data 28.04.2022

⁶⁴ <https://www.isolantelanadipecora.it/isolanti-termici-in-lana-di-pecora-ed-LCA.html>, sito web consultato in data 28.04.2022

Infine, l'isolana è costituita attraverso "scarti", ovvero derivanti dalla lavorazione della lana di pecora conseguente alla tosatura, obbligatoria per la buona salute dell'animale;⁶⁵ in seguito viene lavata con saponi naturali e trattata con sostanze protettive anti - tarme.

Successivamente vengono realizzati i materassini isolanti con tre sole lavorazioni meccaniche; cardatura per l'omogeneità, agugliatura per la compattezza ed il taglio per ottenere le misure desiderate.

Il tutto senza uso di leganti sintetici o naturali.

"Si può anche dire che Isolana adopera robusti materiali di "scarto" che consentono di fare poco scarto, perché Isolana usa effettivamente un tipo di lana di pecora che per il suo vigore verrebbe gettata via ma che parimenti ha una grande resistenza.

*Si tratta di un materiale isolante insensibile ai maltrattamenti in fase di movimentazione e che permette la realizzazione di coibentazioni di edifici durature. "*⁶⁶

*"I materiali isolanti in lana di pecora sono resistenti al calpestio e ritornano poi su allo spessore originario dopo la compressione. "*⁶⁷



Figura 7_dettaglio isolante in lana di pecora

⁶⁵ <http://www.centrodelisolante.com/lanadipecora>, sito web consultato in data 06/08/2022

⁶⁶ <https://www.isolantelanadipecora.it/materiali-isolanti-in-lana-di-pecora.html>, sito web consultato in data 06/08/2022

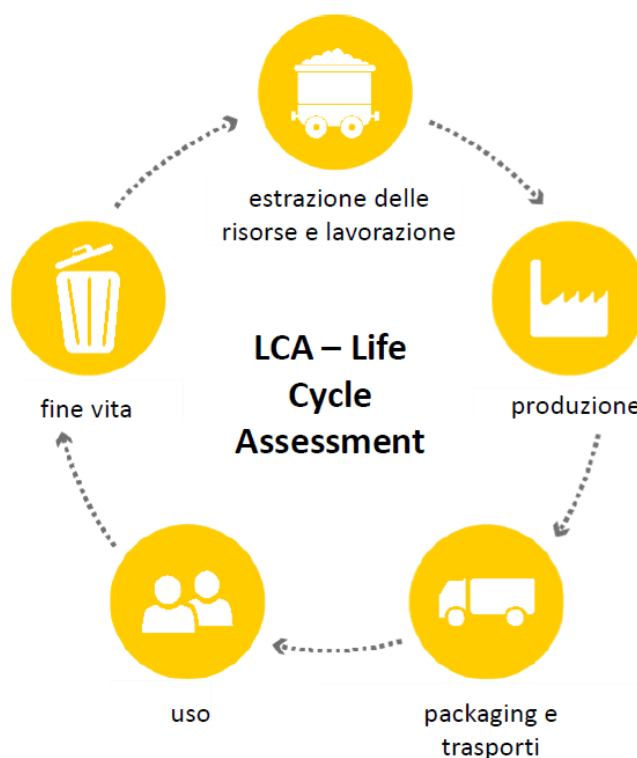
⁶⁷ <https://www.isolantelanadipecora.it/materiali-isolanti-in-lana-di-pecora.html>, sito web consultato in data 06/08/2022

3.4. LCA

“Il Life Cycle Assessment (LCA) è una metodologia analitica e sistematica che valuta l'impronta ambientale di un prodotto o di un servizio, lungo il suo intero ciclo di vita.

Il calcolo spazia infatti dalle fasi di estrazione delle materie prime costituenti il prodotto, alla sua produzione, sua distribuzione, uso e sua dismissione finale, restituendo i valori di impatto ambientali associati al suo ciclo di vita.”⁶⁸

Per garantire una condizione di benessere e comfort termico, si deve valutare l'intero involucro abitativo facendo particolare attenzione all'isolamento termico e acustico, ponti termici ed inoltre garantire un ricambio d'aria per assicurare un ambiente interno salubre.⁶⁹



⁶⁸ <https://www.reteclima.it/lca-life-cycle-assessment-analisi-del-ciclo-di-vita/>, sito web consultato in data 10.03.2022

⁶⁹ <https://www.reteclima.it/lca-life-cycle-assessment-analisi-del-ciclo-di-vita/>, sito web consultato in data 10.03.2022

In aggiunta, CasaClima, “ **sistema di certificazione energetica** alimentato da una filosofia molto chiara: ristrutturare e costruire edifici con l’obiettivo di ridurre i costi di gestione e contribuire a tutelare l’ambiente”⁷⁰, predispone dei protocolli di sostenibilità da adempire, per soddisfarli si può ricorrere a varie soluzioni:

- installazione di impianti di ventilazione meccanica controllata (VMC);
- uso di materiali naturali e prodotti a basse emissioni;
- misurare e monitorare la qualità dell’aria a edificio concluso.

Per concludere, “la valutazione dell’Life Cycle Assessment di un edificio mira a ottimizzare le risorse utilizzate nella costruzione e nell’intero ciclo di vita dell’edificio” e il lavoro attuato può essere schematizzato nelle fasi seguenti:

- definizione dell’obiettivo e del campo di applicazione dell’analisi (normato dalla ISO 14041);
- compilazione di un inventario degli input e degli output di un determinato sistema (normato dalla ISO 14041);
- valutazione del potenziale impatto ambientale correlato a tali input ed output (normato dalla ISO 14042);
- interpretazione dei risultati (normato dalla ISO 14043).⁷¹

Seguendo le varie indicazioni si possono progettare strutture che non producono inquinamento ma apportano un supplemento all’ambiente limitrofo, inserendosi in armonia nell’ecosistema circostante.

Il Life Cycle Assessment denota come l’entità del risparmio in termini di impatto ambientale stabilita dai diversi sistemi differisce in base alla categoria e allo scenario di appartenenza.

⁷⁰ <https://www.innovero.it/item/casaclima-cose-casa-a-risparmio-energetico>, sito web consultato in data 10.03.2022

⁷¹ <https://www.eco-mondo.org/life-cycle-assessment/>, sito web consultato in data 23.03.2022

In particolare, si evince come uno dei fattori che incidono in modo significativo sull'impatto ambientale sia la composizione del materiale e più in dettaglio la produzione, il numero di cicli di riutilizzo dei componenti, la durata del materiale e la durata del ciclo di vita della struttura in oggetto.

“Obiettivo della sperimentazione è anche individuare come e in che misura sia possibile utilizzare materiali provenienti da riciclo, come assemblare elementi e componenti edilizi per recuperarli dopo le sostituzioni parziali necessarie nella fase operativa, e come ottimizzare la produzione e le attività di montaggio e smontaggio per il riuso del maggior numero di componenti ed elementi edilizi”.⁷²

Inoltre, il metodo di analisi Life Cycle Assessment (LCA) segue le normative europee EN 15804:2012+A2: 2019 (CEN, 2019) e EN 15978:2011 (CEN, 2011), attuando un'economia di impronta circolare attraverso cicli continui di prodotti e materiali.⁷³

⁷² Sposito M. (2020), *Scenari possibili e preferibili di un futuro sostenibile verso il 2030 e oltre*, AGATHÓN - International Journal of Architecture, Art and Design

⁷³ Sposito M. (2020), *Scenari possibili e preferibili di un futuro sostenibile verso il 2030 e oltre*, AGATHÓN - International Journal of Architecture, Art and Design

4. APPLICAZIONE DI TECNICHE INNOVATIVE IN CONTESTI COMPLESSI

Negli anni è sorta l'esigenza di vivere e lavorare in contesti complessi ed ostili, anche in ambienti con temperature molto basse.

Questo ha comportato la necessità di costruire edifici abitabili attraverso tecniche innovative grazie l'impegno e la collaborazione di ingegneri, progettisti ed architetti.

Malgrado le difficoltà che si rilevano per opere architettoniche situate in contesti ambientali critici, la loro esistenza risale fin dai tempi antichi.

I manufatti architettonici vennero edificati per le esigenze più disparate, perlopiù vennero costruiti per motivi sostanzialmente di natura commerciale, religiosa e militare.

Di seguito vengono riportate alcune strutture, talvolta con forme geometriche complesse, che sfidano climi rigidi e critici dei paesi dove sono ubicati.

4.1. Edifici in contesti critici

Gli edifici che verranno trattati sono stati realizzati con tecniche innovative e all'avanguardia.

Sono collocati in contesti critici, ove la vita dell'uomo tal volta è spinta allo stremo a causa dei fattori climatici, dell'approvvigionamento delle risorse che in certe situazioni è possibile effettuare solo in determinati mesi dell'anno, del fabbisogno energetico e della reperibilità dei materiali e utensili.

Negli anni è sorta la necessità di avvicinarsi sempre alla progettazione sostenibile e alla prefabbricazione, riguardo alla sostenibilità per sopperire alle esigenze sempre più elevate dei committenti per integrare le opere nell'ambiente, creando una sorta di continuità visiva nei meravigliosi e mozzafiato panorami in cui sono ubicate; per quanto riguarda la prefabbricazione è risultato essere uno degli aspetti più convenienti nei processi costruttivi poiché proprio per il fatto che molte strutture sono ubicate in posizione strategiche tal volta con accessibilità limitata o assente, questa tecnica rende possibile la costruzione dell'intero edificio in fabbrica per poi attraverso varie tipologie di mezzi come elicotteri, navi o autocarri se possibile trasportare i vari pezzi ed eseguire il montaggio in loco.

Inoltre, la prefabbricazione permette di verificare nel dettaglio se la struttura presenta imperfezioni o riesce a far fronte a sollecitazioni elevate.

4.1.1. Svalbard Global Seed Vault



Figura 8_Svalbard Global Seed Vault

Opera:	<i>Svalbard Global Seed Vault</i>
Architetti / progettisti :	<i>Jarmund/Vigsnæs AS Architects MNAL</i>
Posizione:	<i>isola di Spitsbergen, arcipelago delle isole Svalbard</i>
Anno del Progetto:	<i>2008</i>

⁷⁴ <https://www.infobuild.it/progetti/svalbard-science-centre/>, sito web consultato in data 25.05.2022

Lo Svalbard Global Seed Vault è il più grande deposito di semi al mondo ed è stato progettato nel 2008, nell'arcipelago delle isole Svalbard, a 1.300 km dal Polo Nord, sull'isola di Spitsbergen.⁷⁵

La struttura è situata a 130 metri sul livello del mare, su una montagna di pietra arenaria; la sua posizione strategica assicura condizioni termiche ideali per la salvaguardia della biodiversità delle specie coltivate, inoltre impedisce il verificarsi di inondamenti causati dallo scioglimento del ghiaccio polare.⁷⁶

L'edificio presenta una cupola idonea a proteggerlo dall'attività vulcanica, dai terremoti e dalle radiazioni e nell'eventualità di guasti all'impianto elettrico il ghiaccio situato esternamente nell'involucro funge da refrigerante naturale.⁷⁷

Il progetto è stato ideato per poter resistere nel tempo, sopravvivere a disastri ambientali e naturali causati dall'uomo e per poter conservare i semi da ogni parte del mondo, per usarli in caso di necessità.⁷⁸

Alcuni giornalisti hanno descritto questa iniziativa come *“un'arca di Noè della biodiversità”*, ma può essere visto in termini attuali e moderni come una salvaguardia di decenni di agricoltura mondiale.

Quindi, la struttura funge da deposito per stoccare tutte le tipologie di semi provenienti da tutto il mondo nell' Artico.

⁷⁵ www.ilpost.it/2017/05/20/seed-vault-acqua/, sito web consultato in data 06/06/2022

⁷⁶ <https://www.corriere.it/cronache/15-settembre-27/svalbard-dentro-bunker-dell-artico-che-custodisce-tutti-semi-mondo-dalla-siria-primi-prelievi-179fcf242c96.shtml>, sito web consultato in data 06/06/2022

⁷⁷ www.ilpost.it/2017/05/20/seed-vault-acqua/, sito web consultato in data 06/06/2022

⁷⁸ <https://www.corriere.it/cronache/15-settembre-27/svalbard-dentro-bunker-dell-artico-che-custodisce-tutti-semi-mondo-dalla-siria-primi-prelievi-179fcf242c96.shtml>, sito web consultato in data 06/06/2022

Inizialmente, questo progetto era visto da molti come insolito e tal volte inutile sotto certi aspetti ma solo dopo 8 anni dalla sua apertura ha ricevuto già la prima richiesta di prelievo dalla Siria.⁷⁹

La prima richiesta arriva dal Centro internazionale per la Ricerca agricola in aree asciutte di Aleppo, in Siria (Icarda) che a causa della guerra era stata occupata da truppe nemiche.⁸⁰

La struttura risulta essere uno dei punti di ricerca più importanti in tema di sviluppo e sicurezza alimentare, inaugurato negli anni Sessanta.



Figura 9_Svalbard Global Seed Vault

⁷⁹ https://www.corriere.it/cronache/15_settembre_27/svalbard-dentro-bunker-dell-artico-che-custodisce-tutti-semi-mondo-dalla-siria-primo-prelievo-dbc50bfe-64e0-11e5-b742-179fcf242c96.shtml, sito web consultato in data 06/06/2022

⁸⁰ https://www.corriere.it/cronache/15_settembre_27/svalbard-dentro-bunker-dell-artico-che-custodisce-tutti-semi-mondo-dalla-siria-primo-prelievo-dbc50bfe-64e0-11e5-b742-179fcf242c96.shtml, sito web consultato in data 06/06/2022



Figura 10_interni del Svalbard Global Seed Vault

Dalle immagine riportate possiamo notare che è visibile solo l'ingresso della struttura ma l'intero edificio è sviluppato maggiormente sottoterra attraverso un tunnel scavato per 130 metri all'interno di una montagna di arenaria e composto attraverso tre grotte situate a 130 metri sopra il livello del mare.⁸¹

⁸¹ https://www.corriere.it/cronache/15_settembre_27/svalbard-dentro-bunker-dell-artico-che-custodisce-tutti-semi-mondo-dalla-siria-primo-prelievo-dbc50bfe-64e0-11e5-b742-179fcf242c96.shtml, sito web consultato in data 06/06/2022

4.1.2. Il centro dati di Facebook



Figura 11_Centro dati di Facebook

<i>Opera:</i>	<i>Centro dati di Facebook</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Emerson</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Lulea, Svezia</i>
<i>Anno del Progetto:</i>	<i>2014</i>
<i>Superficie:</i>	<i>30000 mq</i>

⁸² <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

Il centro dati di Facebook è collocato nella città svedese di Lulea, a 112 chilometri dal Circolo Polare Artico.

La località è stata scelta in base alle condizioni climatiche che risultano essere tra le più efficienti poiché non vi è nessuna attività sismica e le temperature superano di rado i 10°C.⁸³

I dati di Facebook collocati all'interno dei server e conservati all'interno dell'edificio, nel dettaglio possiamo notare che il calore emanato dall'apparecchiatura mantiene l'edificio riscaldato anche in condizioni climatiche estreme contemporaneamente i server vengono raffreddati attraverso il vento gelido.⁸⁴

Il primo data center di Facebook, al di fuori degli Stati Uniti, è stato costruito proprio a Lulea nella Lapponia svedese per l'incontro di fattori ideali per un edificio e per l'obiettivo del progetto come l'alimentazione energetica attraverso centrali idroelettriche e il raffreddamento naturale.⁸⁵

Infatti, è situato sul continente ad una latitudine tale da poter offrire aria fredda tutto l'anno, considerate le temperature invernali che in media raggiungono i -20°C e d'estate arrivano difficilmente sopra i 20°C, l'aria viene convogliata all'interno delle mura attraverso l'azione di potenti pale e destinata al raffreddamento delle macchine, successivamente l'aria divenuta calda, d'inverno viene utilizzata per gli uffici, che rimangono tiepidi a costo zero mentre d'estate viene rilasciata nell'ambiente esterno.⁸⁶

⁸³ <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

⁸⁴ <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

⁸⁵ <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

⁸⁶ <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

Il costo risulta essere nettamente inferiore rispetto all'utilizzo di climatizzatori; infatti, il Data Center situato in Texas spende la maggior parte dell'elettricità che consuma solo per raffreddarsi.⁸⁷

Un altro obbiettivo che risulta essere soddisfatto è poter alimentare i Data Center con energia pulita e rinnovabile al 100%, questo risultato è stato ottenuto anche grazie allo spostamento di numerose realtà preesistenti come acciaierie e carterie in altre zone.⁸⁸

In particolare, Lulea fornisce il totale dell'energia idroelettrica svedese e possedeva un surplus del 50% che veniva esportato.



Figura 12_interni del data center

Come si può notare, l'interno appare come un enorme capannone, grigio e squadrato il quale racchiude un'immensa memoria connessa che offre una

⁸⁷ <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

⁸⁸ <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

capacità di archiviazione ingente e un'adeguata protezione ad intrusioni e un'operatività costante.⁸⁹

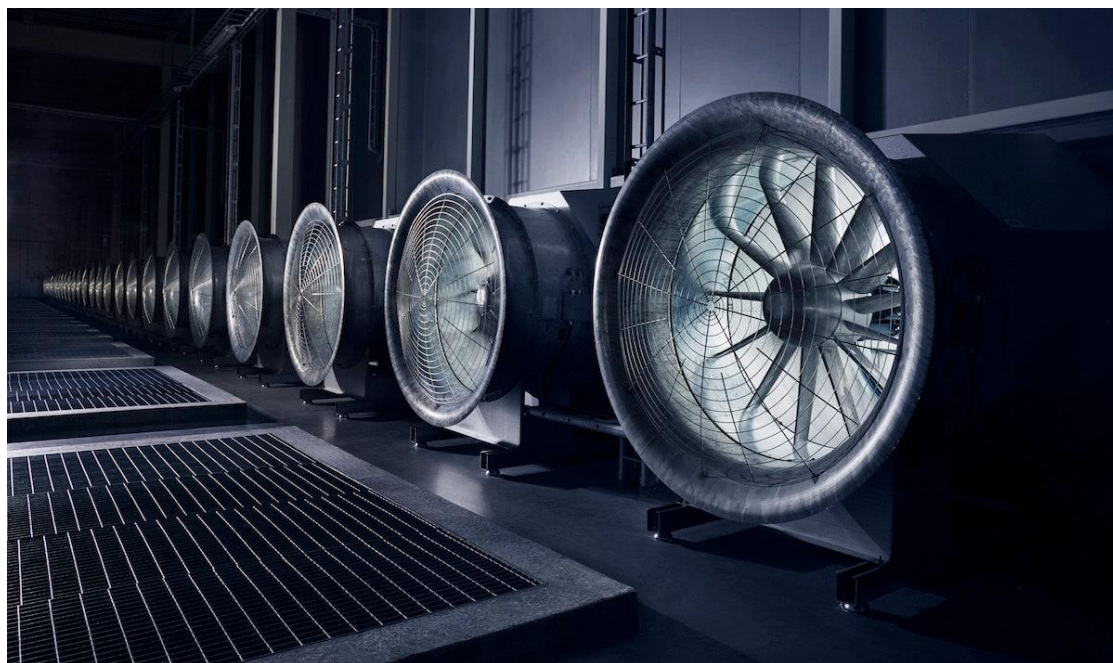


Figura 13_dettagli bocche di ventilazione

All'interno della struttura si può scorgere grandi filtri che bloccano polvere, pollini e qualsiasi particella dannosa; inoltre, vi sono tubi che captano la presenza di fumo proveniente dall'esterno o dall'interno e in caso di pericolo mettono in funzione l'antincendio e pareti ad alveare che assestano il tasso d'umidità allo scopo di mantenerlo tra il 20 e l'80% in base alla temperatura percepita.⁹⁰

Infine, la copertura è costituita da un sistema parafulmini a zig-zag.

⁸⁹ <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

⁹⁰ <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>, sito web consultato in data 10/06/2022

4.1.3. Halley VI



Figura 14_Halley VI

<i>Opera:</i>	<i>Halley VI</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Faber Maunsell e Hugh Broughton</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Brunt Ice Shelf, Antartide</i>
<i>Anno del Progetto:</i>	<i>2013</i>
<i>Superficie:</i>	-

91

Halley VI è un centro di ricerca britannico situato sul Brunt Ice Shelf, una piattaforma di ghiaccio galleggiante spessa 130 metri, che risulta essere in continuo movimento spostandosi dal continente sul Mare di Weddel, in Antartide.⁹²

⁹¹ <https://www.vanillamagazine.it/halley-la-stazione-di-ricerca-in-antartide-che-si-muove-sulle-proprie-gambe/>, sito web consultato in data 11/06/2022

⁹² <https://www.vanillamagazine.it/halley-la-stazione-di-ricerca-in-antartide-che-si-muove->

“Il BAS iniziò la sua attività di ricerca nel 1956, e da allora sono state ben sei le stazioni Halley costruite; le prime quattro sono state schiacciate dalla neve, la quinta è in una posizione precaria, perché sorge in una porzione di ghiaccio che rischia di staccarsi, trasformandosi in iceberg.”⁹³

È stato costruito con l'obiettivo di sostenere climi molto rigidi essendo un centro di ricerca usato per le spedizioni al Polo Sud, le temperature raggiungono i -56°C mentre i venti hanno una velocità che supera i 160 km/h, proprio per questi motivi la struttura è stata progettata con lo scopo di affrontare e fronteggiare i problemi correlati ad uno dei climi più ostili e rigidi del mondo.⁹⁴

Con il suo design flessibile, la stazione consente agli scienziati di abitare in uno degli ambienti più inospitali della Terra: una piattaforma di ghiaccio galleggiante nel Polo Sud.⁹⁵

Il progetto è una vera eccellenza dal punto di vista ingegneristico e architettonico e risulta di particolare interesse la peculiarità dell'edificio.

Halley VI è la prima stazione di ricerca al mondo completamente ri-localizzabile, dispone di 8 moduli interconnessi nei quali ognuno poggia su sei gambe estensibili idrauliche che innalzano la struttura principale all'aumentare del livello del ghiaccio e per impedire, in caso di nevicate abbondanti, che venga ricoperta dalla neve costituendo così un pericolo per gli addetti ai lavori e attraverso giganteschi scii d'acciaio può essere facilmente spostata.⁹⁶

[sulle-proprie-gambe/](#), sito web consultato in data 11/06/2022

⁹³ <https://www.vanillamagazine.it/halley-la-stazione-di-ricerca-in-antartide-che-si-muove-sulle-proprie-gambe/>, sito web consultato in data 11/06/2022

⁹⁴ <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>, sito web consultato in data 11/06/2022

⁹⁵ <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>, sito web consultato in data 11/06/2022

⁹⁶ <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>, sito web consultato in data 11/06/2022

La parte interna della stazione risulta essere funzionale, ergonomica ma soprattutto eclettica infatti, dispone della possibilità di trasformare ad esempio una camera da letto, spostando semplicemente qualche parete, in un laboratorio o viceversa.⁹⁷

Durante la sua progettazione si è tenuto in considerazione dell'eventuale confort che può essere offerto.

Il modulo centrale della stazione ospiterà infatti una palestra con sauna, una parete per l'arrampicata e altre attrezzature ricreative, mentre per la scelta dei colori dell'arredamento ci si è affidati ad uno psicologo affinché l'ambiente fosse reso luminoso e allegro rispetto al bianco della neve e il nero della lunga notte antartica.⁹⁸

In uno scenario candido e gelido, il rosso e il blu dei moduli emergono in segno di sfida alla forza degli elementi.⁹⁹

Nel bianco paesaggio ghiacciato il rosso e il blu dei moduli spiccano come una grande sfida alla forza degli elementi. ¹⁰⁰

Inoltre, sono stati disposti dei peculiari sci giganti che agevolano il trasferimento dell'intera struttura in altri luoghi limitrofi, attualmente, però, è allestita nell'entroterra, a circa 30 km dal mare, ma prossimamente potrà essere trasportata come una vera enorme slitta nei luoghi più idonei alle ricerche sperimentali scientifiche.¹⁰¹

⁹⁷ <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>, sito web consultato in data 11/06/2022

⁹⁸ <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>, sito web consultato in data 11/06/2022

⁹⁹ <https://www.vanillamagazine.it/halley-la-stazione-di-ricerca-in-antardide-che-si-muove-sulle-proprie-gambe/>, sito web consultato in data 11/06/2022

¹⁰⁰ <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>, sito web consultato in data 11/06/2022

¹⁰¹ <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>, sito web consultato in data 11/06/2022

La forma dell'edificio è stata ideata per rimuovere parzialmente accumuli di ghiaccio e neve.¹⁰²

Per quanto riguarda l'approvvigionamento energetico, per il funzionamento della base si è utilizzato fonti rinnovabili come pannelli solari o eliche per lo sfruttamento dell'energia eolica ma anche tradizionali combustibili aeronautici, in grado di resistere anche ai climi più rigidi senza gelare.

In Antartide, le notti durante i gelidi inverni durano per 105 giorni consecutivi, nel corso dei quali la struttura ubicata sul Brunt Ice Shelf risulta essere isolata dal resto del mondo; infatti, nessun veicolo né per via marittima né aerea può raggiungere o partire da quelle località.¹⁰³

Si trova, invece, uno scenario completamente diverso durante la breve stagione estiva, in cui le temperature difficilmente raggiungono lo zero, ma gli abitanti hanno una vita più frenetica dettata dai molteplici lavori da effettuare sia a livello scientifico che di manutenzione, impossibili da effettuare durante la stagione invernale, inoltre è l'unica occasione per l'attracco delle navi che trasportano tutti gli alimenti e le attrezzature necessarie per la vita in loco.¹⁰⁴

Nel 2014, la struttura grazie al design all'avanguardia, disponendo di alloggi e spazi comuni moderni e confortevoli fu pluripremiata da Architizer A+ awards, e dal Annual ENR Global Best Projects Competition.¹⁰⁵

¹⁰² <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>, sito web consultato in data 11/06/2022

¹⁰³ <https://www.vanillamagazine.it/halley-la-stazione-di-ricerca-in-antardide-che-si-muove-sulle-proprie-gambe/>, sito web consultato in data 11/06/2022

¹⁰⁴ <https://www.vanillamagazine.it/halley-la-stazione-di-ricerca-in-antardide-che-si-muove-sulle-proprie-gambe/>, sito web consultato in data 11/06/2022

¹⁰⁵ <https://www.vanillamagazine.it/halley-la-stazione-di-ricerca-in-antardide-che-si-muove-sulle-proprie-gambe/>, sito web consultato in data 11/06/2022

4.1.4. Hotel Barin Ski Resort



Figura 15_Hotel Barin Resort

<i>Opera:</i>	<i>Hotel Barin Ski Resort</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>RYRA Studio</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Shemshak, Teheran</i>
<i>Anno del Progetto:</i>	<i>2011</i>
<i>Superficie:</i>	<i>12000 mq</i>
<i>Consulenti:</i>	<i>Azmayesh and partners</i>

106

¹⁰⁶ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

L' Hotel Barin Ski Resort è ubicato nella stazione sciistica Shemshak, la seconda stazione sciistica più grande dell'Iran e a solo mezz'ora di auto dalla capitale, nei pressi di Teheran, luogo conosciuto nel mondo per le sue bellezze paesaggistiche che sono di impressionante impatto visivo.¹⁰⁷

È un complesso costituito da dieci impianti di destinazione d'uso turistica, caratterizzati da un design particolare ed atipico che scaturlisce la sensazione a livello visivo di trovarsi in un'oasi di benessere e serenità circondati da ghiaccio e neve.¹⁰⁸

Il progetto è stato ideato dallo studio Ryra, in una località dove le temperature, nella stagione invernale, raggiungono i venti gradi sotto lo zero; infatti, l'obiettivo dei progettisti fu quello di integrare la struttura all'interno dell'ambiente circostante, creando armonia tra il paesaggio e l'opera ideata, si è pensato così ad un edificio che avesse le stesse forme delle rocce delle montagne limitrofe.¹⁰⁹

Naturalmente, questo albergo a cinque stelle offre ai suoi ospiti la qualità attesa.

¹⁰⁷ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

¹⁰⁸ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

¹⁰⁹ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022



Figura 16_piante Hotel Barin Ski Resort

Il progetto è stato richiesto dal committente nel 2008, con l'intento di attuare una stazione sciistica all'avanguardia per ospitare giovani e famiglie in un ambiente caloroso e trovare uno spazio di relax e confort dopo una sciata in condizioni climatiche estremamente rigide.¹¹⁰

Inizialmente, quando lo studio prese il progetto, si costruì subito la base dell'opera ideata da progettisti, ingegneri e architetti.¹¹¹

¹¹⁰ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

¹¹¹ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

Le linee dell'edificio erano consuete e lineari, delineate attraverso una classica forma cubica, poco dopo emerse che la forma ideata fosse completamente estranea alla formazione montuosa che la circondava naturalmente in pendenza.¹¹²

Infatti, considerando l'ubicazione dell'hotel, definita da paesaggi innevati e rocciosi, si voleva integrare completamente il progetto all'interno del panorama come se fosse abbracciato e accolto nella natura senza estraniarsi.¹¹³

“La stazione sciistica di Barin riprende la filosofia di progettare edifici in modo che la forma emuli l'ambiente circostante in modo fluido. La stazione sciistica di Barin sembra un tutt'uno con la montagna innevata, quasi come se il vento si fosse spazzato sul lato della montagna, come una formazione rocciosa ghiacciata.”¹¹⁴

¹¹² <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

¹¹³ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

¹¹⁴ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

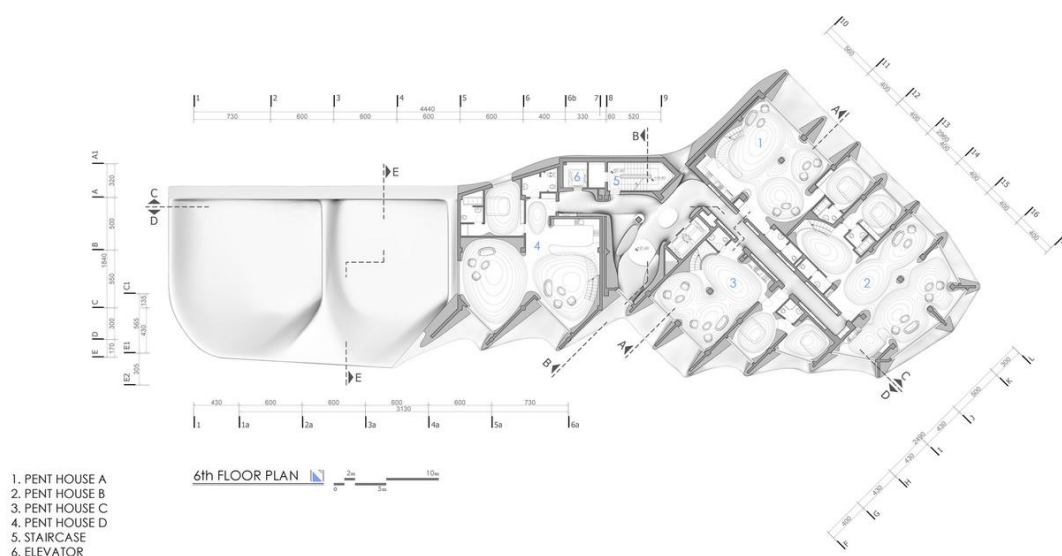


Figura 17_piante Hotel Barin Ski Resort

La peculiarità del design è riflessa anche negli ambienti interni dell'hotel.

Nel dettaglio, si può notare all'interno dell'edificio la presenza di 67 camere, diversificate per dimensione e costituite da un monolocale di 45 m fino all'attico di 270 m, le quali assomigliano a grotte naturali suscitando l'idea di essere scolpite in un blocco di ghiaccio montuoso.¹¹⁵

Ogni cella risulta essere a forma di cupola aumentando così l'impressione di ritrovarsi in una "grotta" calda e accogliente in cui trovare ristoro per sciatori e viandanti.

L'interno delle camere e i corridoi sono ideati per dare continuità al design anche

¹¹⁵ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

all'interno della struttura, anch'essi sono di forma organica, così come le finestre che vengono delineate a forma di ciottoli, le quali offrono agli ospiti una visuale mozzafiato e inconsueta sulla catena montuosa situata nei pressi dell'edificio.¹¹⁶

Il Barin Ski Resort, grazie alle sue fantastiche caratteristiche, viene definito un edificio olistico, ne consegue il suo completo inserimento all'interno dell'ambiente circostante.

¹¹⁶ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito consultato in data 10/06/2022

4.1.5. Stazione di ricerca indiana



Figura 18_Stazione di ricerca indiana

Opera:	Base di ricerca indiana
Architetti / progettisti :	Bof Architekten
Posizione:	Antartide
Anno del Progetto:	2013
Superficie:	2500 mq
Consulenti:	IMS Ingenieurgesellschaft mbH, Amburgo m + p consultare, Braunschweig

¹¹⁷ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio> ,sito web consultato in data 15/06/2022

Nel 2013, venne inaugurato dagli architetti Bof Architekten il nuovo centro di ricerca dell'India, in Antartide orientale.¹¹⁸

Nel dicembre del 2006, Il gruppo di progettisti formato da Bof Architekthe, IMS Ingenieurgesellschaft e m + p consulting vinsero l'appalto per la nuova costruzione della stazione polare indiana, in Antartiden e il contratto fu assegnato dal Centro nazionale per la ricerca sull'Antartico e l'Oceano (NCAOR).¹¹⁹

Successivamente, nel 2010/2011, vennero eseguite le misure infrastrutturali in loco, come l'eliporto, le condutture e i serbatoi di cherosene, etc., solo un anno dopo la struttura polare fu assemblata.¹²⁰

La stazione è ubicata su una penisola nella regione di Larsmann Hills, nella parte nord-orientale dell'Antartide.

I progettisti, viste le condizioni climatiche austere e i mezzi di trasporto limitati considerate le vie di comunicazione che tal volta risultano essere inaccessibili, hanno optato per un design inconsueto tale da rispettare le circostanze in cui si trova la struttura, includendo come obiettivi principali la sostenibilità, la mobilità e la ridondanza.¹²¹

Per quanto riguarda la sostenibilità e la mobilità, si è optato per una architettura modulare tale da consentire uno smontaggio completo, in particolare si compone di 134 moduli attui affinché possa essere montato e smontato facilmente e rapidamente, data la difficile accessibilità di questa zona polare.¹²²

¹¹⁸ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

¹¹⁹ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

¹²⁰ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

¹²¹ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

¹²² <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>

Inoltre, la struttura è stata ideata per farla risultare completamente autosufficiente viste le condizioni climatiche avverse, come accennato in precedenza, e considerando le disposizioni del trattato antartico.¹²³

La struttura si compone su tre piani e in particolare si denota al piano terra la presenza del laboratorio e dei magazzini, superiormente vi sono 24 stanze per il tempo libero tra cui la cucina, una biblioteca ed una sala fitness e infine, all'ultimo piano vi è una grande terrazza utilizzata per gli esperimenti.¹²⁴

Grazie alla produzione di energia elettrica, il calore residuo risulta essere sufficiente per riscaldare le varie sale per l'intero anno solare.

Nel dettaglio, è stato predisposto un involucro che riveste i contenitori attraverso l'utilizzo di una pelle aerodinamica coibentata costituita da pannelli metallici per fronteggiare le problematiche derivanti dalle condizioni rigide, dalle gelide temperature e dai venti potenti dell'Antartide.¹²⁵

Per ovviare agli ostacoli sorti nella progettazione in condizioni estreme, la forma della facciata fu ottimizzata e testata successivamente in un canale del vento, per ridurre al minimo gli effetti dei carichi del vento sulla facciata, e l'accumulo di neve intorno all'edificio, per evitare la possibilità di innevamento.¹²⁶

L'edificio offre comunque una visuale suggestiva attraverso l'inserimento di vetrate, che offrono una vista panoramica direttamente sul mare dalla sala da pranzo e dal salone.

¹²³ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

¹²⁴ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

¹²⁵ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

¹²⁶ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

“L'interno della stazione è caratterizzato da legno, colori diversi e ampia luce naturale, che rappresentano tutti un ambiente di lavoro confortevole e un soggiorno di alta qualità.”¹²⁷

Durante la stagione invernale, date le dimensioni e le condizioni avverse, il centro di ricerca può ospitare solo 24 persone mentre durante la stagione estiva il numero risulta essere più elevato arrivando ad accogliere circa 47 ricercatori e scienziati.¹²⁸

Infine, la stazione è stata prefabbricata a Duisburg e assemblata successivamente in loco.

¹²⁷ <https://ita.architecturaldesignschool.com/indian-research-base-75232>, sito web consultato in data 15/06/2022

¹²⁸ <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>, sito web consultato in data 15/06/2022

4.1.6. Aeroporto Queen Tamar



Figura 19_Aeroporto Queen Tamar

<i>Opera:</i>	<i>Aeroporto Queen Tamar</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Jürger Mayer</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Georgia</i>
<i>Anno del Progetto:</i>	<i>2011</i>
<i>Superficie:</i>	<i>250 mq</i>

129

¹²⁹ https://www.archiportale.com/news/2011/02/architettura/georgia-il-piccolo-aeroporto-di-mestia-di-j.-mayer-architects_21473_3.html, sito web consultato in data 18/06/2022

Queen Tamar è il nuovo terminal dell'aeroporto nella città di Mestia, in Georgia, realizzato in soli 3 mesi ed inaugurato nel 2011.¹³⁰

La struttura è stata ideata e progettata dall'architetto berlinese Jürger Mayer, per Tbilisi International Airport, con l'intento di ricordare le torri medievali che hanno reso la città Patrimonio mondiale dell'Umanità e allo stesso tempo di creare un edificio futuristico per stimolare il turismo del paese situato tra le montagne del Caucaso.¹³¹

*"Tuttavia, la sua struttura è più simile a una navicella spaziale che cerca di atterrare e si deforma a causa dell'impatto."*¹³²

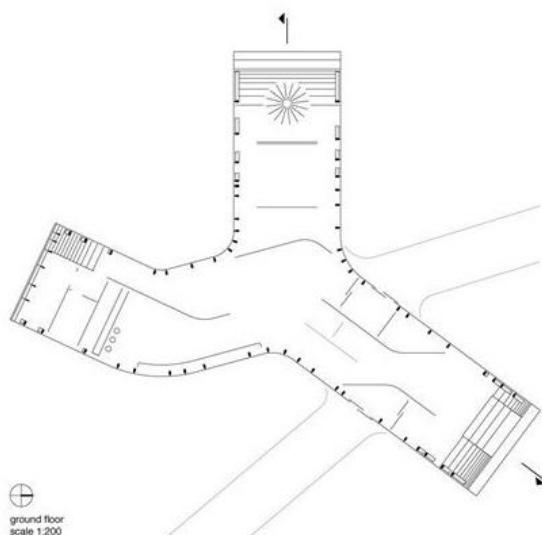


Figura 20_Piante Aeroporto Queen Tamar

¹³⁰ <https://www.archiportale.com/news/2011/02/architettura/georgia-il-piccolo-aeroporto-di-mestia-di-j-mayer-architects-21473-3.html>, sito web consultato in data 18/06/2022

¹³¹ <https://www.archiportale.com/news/2011/02/architettura/georgia-il-piccolo-aeroporto-di-mestia-di-j-mayer-architects-21473-3.html>, sito web consultato in data 18/06/2022

¹³² <https://www.idealista.it/news/immobiliare/internazionale/2017/02/06/122151-vivere-e-lavorare-a-20degc-edifici-incredibili-che-hanno-vinto-la-battaglia>, sito web consultato in data 18/06/2022

Queen Tamar è un aeroporto di 250 mq di superficie, la sua peculiarità è la pianta a forma di Y, costituita da due blocchi che si incrociano, in cemento bianco e vetro scuro; inoltre predispone di un profilo curvilineo rivolto verso il cielo che crea una suggestiva struttura in mezzo al candido paesaggio innevato.¹³³

Infine, grazie alle immense vetrate scure che avvolgono la struttura è possibile scorgere da ogni punto dell'edificio l'incantevole paesaggio limitrofo, provocando agli ospiti una sensazione di una completa immersione nella natura.¹³⁴

¹³³ https://www.archiportale.com/news/2011/02/architettura/georgia-il-piccolo-aeroporto-di-mestia-di-j.-mayer-architects_21473_3.html, sito web consultato in data 18/06/2022

¹³⁴ https://www.archiportale.com/news/2011/02/architettura/georgia-il-piccolo-aeroporto-di-mestia-di-j.-mayer-architects_21473_3.html, sito web consultato in data 18/06/2022



Figura 21_Interni Aeroporto Queen Tamar

4.1.7.Arktikum

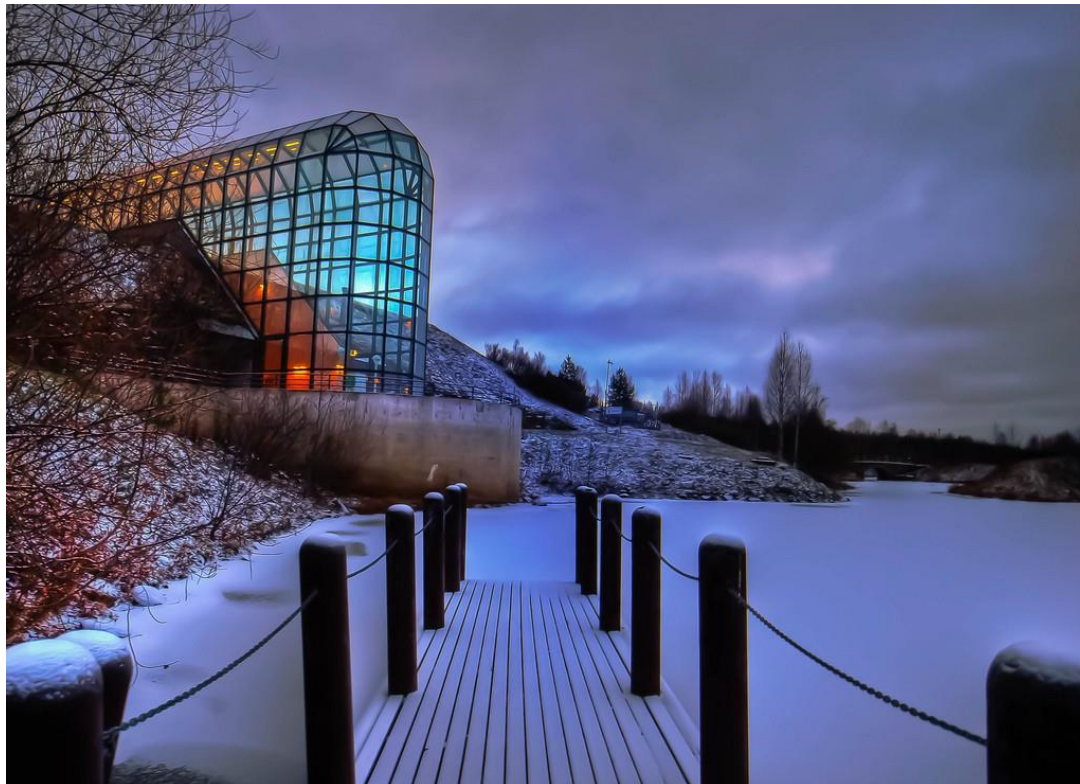


Figura 22_Arktikum

Foto: Museum Arktikum

<i>Opera:</i>	<i>Arktikum</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Abedul-Bonderup e Thorup-Waade Bonderup e Lehtipalo.</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Rovaniemi, Lapponia</i>
<i>Anno del Progetto:</i>	<i>1992 Ampliamento: 1997</i>
<i>Superficie:</i>	<i>-</i>

Arktikum è un centro che ospita un museo sulla storia e la cultura lappone e stanze dedicate a conferenze sulla ricerca, situato nella città di Rovaniemi, in Lapponia.¹³⁶

Questo edificio è stato ideato dagli architetti danesi Abedul-Bonderup e Thorup-Waade e aperto al pubblico il 16 dicembre 1992, giorno dell'indipendenza della Finlandia, ma successivamente fu effettuato un progetto di ampliamento nel 1997 grazie ai progettisti Bonderup e Lehtipalo.¹³⁷

La struttura racchiude due istituzioni separate, ovvero il Museo artico della lapponia e il Centro artico, nella quale vengono organizzate principalmente conferenze ed incontri scientifici ma si può trovare anche una caffetteria e una libreria.¹³⁸

In particolare si denota che il tetto risulta essere in vetro di oltre 150 m , il quale è la caratteristica fondamentale che lo contraddistingue e che consente di ammirare il suggestivo paesaggio della Lapponia.¹³⁹

Arktikum si sviluppa prevalentemente nell'entroterra per rievocare le abitudini degli animali, che si rifugiano sotto la neve durante la stagione invernale.¹⁴⁰

I materiali prescelti dagli architetti per questo progetto sono per lo più naturali e soprattutto locali.

Infatti, all'interno dell'edificio si trovano sedie in pelle di renna e pino della Lapponia (un legno di conifere eccezionalmente duro a causa della sua crescita

¹³⁵ <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022

¹³⁶ <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹³⁷ <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹³⁸ <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹³⁹ <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁴⁰ <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022.

lenta provocata dalle brevi stagioni "calde"), mentre i pavimenti costituiti con piastrelle di granito Perttaus, il granito più duro e famoso in Finlandia.¹⁴¹

L'ampliamento è stato progettato da Bonderup e Lehtipalo e completato nell'autunno del 1997, ideato a forma di mezzaluna e avvolto da vetrate che permettono di ammirare l'aurora boreale dell'interno del museo e la quale copre una galleria semi-interrata lunga 172 m, quest'ultima rappresenta la sola parte visibile del museo dall'esterno.¹⁴²

Infine, la galleria risulta essere tagliata trasversalmente dal vicolo Kittilä, largo 30 m e vista da lontano si ha la sensazione che abbia la forma di un dito che punta verso nord e che emerge dallo specchio d'acqua del fiume Ounasjoki.¹⁴³

¹⁴¹ <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁴² <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022

¹⁴³ <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>, sito web consultato in data 19/06/2022

4.1.8. Igloo prefabbricati



Figura 23_Igloo prefabbricati

<i>Opera:</i>	<i>Igloo prefabbricati</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Icewall One</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Polo Nord</i>
<i>Anno del Progetto:</i>	-
<i>Superficie:</i>	<i>20 mq¹⁴⁴</i>

¹⁴⁴ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html> , sito web consultato in data 19/06/2022.

Gli igloo prefabbricati sono stati progettati dallo studio Icewall One, della Divisione antartica australiana.¹⁴⁵

Sono cabine a forma di igloo con due possibili funzioni, ovvero possono essere una base operativa per le spedizioni oppure un rifugio per coloro che fanno attività turistica nelle zone più gelide e impervie.¹⁴⁶

L'obiettivo della ricerca è quello di poter costruire delle strutture compatte, sostenibili, di piccola ampiezza ma in grado di offrire allo stesso tempo i comfort desiderati e capaci di sopportare condizioni climatiche estreme.¹⁴⁷

Queste strutture, per questi motivi, sono state realizzate attraverso l'utilizzo della vetroresina, in grado di proteggere l'opera da temperature tal volta molto basse che caratterizzano le aree sulle quali vengono situate come il Polo Nord.¹⁴⁸

L'interno dell'igloo è a discrezione dell'acquirente, risultando essere personalizzabile e con la possibilità di ospitare camere da letto, bagni, cucine, laboratori e sale per scopi di ricerca e professionali; inoltre sono disponibili in vari colori con la possibilità di essere modificati grazie all'utilizzo di un set di pannelli di prolunga.¹⁴⁹

*"Queste "Igloo cabine satellite" in realtà sono state create inizialmente per le stazioni di esplorazione e di ricerca. Sono, invece, divenute in seguito, una alternativa anche per sviluppare un interessante **eco-turismo**."*¹⁵⁰

¹⁴⁵ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁴⁶ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁴⁸ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁴⁹ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁵⁰ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.



Figura 24_trasporto di un Igloo prefabbricato

La struttura in oggetto assomiglia ad un primo impatto ad un vero igloo ma queste costruzioni possono essere collocate in un qualsiasi luogo del mondo grazie alle caratteristiche che la contraddistinguono; infatti, come si vede dall'immagine

riportata, possono essere trasportate attraverso veicoli aerei, nel caso in cui fosse inaccessibile il trasporto attraverso mezzi su strada.¹⁵¹

I materiali che sono stati utilizzati sono sostenibili per far in modo che fosse minimo l'impatto ambientale; in particolare per le pareti è stato utilizzato la fibra di vetro leggero e coibentato per assicurare alte prestazioni a livello di isolamento termico con la predisposizione di poliuretano.¹⁵²

Le dimensioni di queste cabine è standard, avendo un diametro di 3 metri e altezza di 2,1 metri.

"Le finestre sono lastre di polycarbonato con doppi vetri e sono anche anti-urto.

I pavimenti hanno una superficie anti-scivolo.

Ogni unità dispone di due ventilatori ventilazione nella porta.

I vari modelli di "The cabin Igloo Satellite" possono essere legati a pali o avvitati su un piano.

Sono offerti come locazione a turisti per lunga o anche una breve sosta.

Le cabine possono essere allestite per soddisfare qualsiasi richiesta.

¹⁵¹ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁵² <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.

Ad esempio: se il cliente vuole una superficie più grande di quella tradizionale, le soluzioni possono essere allungate anche da sei a più metri. Basterà, infatti, aggiungere più moduli di estensione.”¹⁵³

Risulta essere molto interessante la possibilità di adattare le varie strutture in base alle varie esigenze e situazioni, infatti, vi è la possibilità di collegare le varie cabine attraverso piccoli o grandi tunnel per consentire in caso di pioggia di non bagnarsi in caso di spostamenti tra i vari igloo.¹⁵⁴

Questi piccoli edifici sono stati adoperati e testati, dalle calotte polari ai tropici, per oltre 25 anni fornendo così una garanzia straordinaria sul loro operato e durata.¹⁵⁵

Inoltre, in caso di eventi straordinari metereologici, climatici, naturali o dolosi come un incendio possono essere istantaneamente rimossi e spostati in zone neutre per trovare riparo.

¹⁵³ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁵⁴ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.

¹⁵⁵ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>, sito web consultato in data 19/06/2022.



Figura 25_trasporto di un Igloo prefabbricato

Per concludere, lo studio Icewall One, il quale ha progettato queste innovative cabine ha ideato un'altra opera straordinaria denominata Polypod Snow Camper, ovvero una struttura prefabbricata, progettata proprio per essere trainata in caso di ricollocazione oppure di emergenza.¹⁵⁶

Queste strutture sono lunghe 3 metri, larghe 1,2 metri ed alte 1,6 metri, realizzate con gli stessi materiali utilizzati per gli igloo, ovvero vetroresina con isolamento in poliuretano rigido, con una base impermeabile.¹⁵⁷

¹⁵⁶ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>

¹⁵⁷ <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>

Infine, ogni slitta è costituita di due ventilatori, uno disposto nella porta mentre il secondo nel pannello della copertura.

4.2. Rifugi

I rifugi sono strutture ricettive che fungono come punto d'incontro tra la vastità della natura in alta quota e l'uomo che percorrendo i sentieri, tal volta impervi e di difficile percorrenza, si ritrova direttamente a stretto contatto con essa.¹⁵⁸

“Il costruire in quota è infatti sinonimo di laboratorio di natura sperimentale, dove mettere alla prova, in un contesto ambientale prossimo al limite, questioni centrali per la nuova architettura: la prefabbricazione, i nuovi materiali, la leggerezza, correlata alla solidità, i tempi rapidi del cantiere, ma anche la relazione tra oggetto e paesaggio alpino, in uno spazio di confine che non conosceva preesistenze storiche.

Il rifugio appare essere l'unica presenza antropica e artificiale accettata e permessa, avamposto estremo di una civilizzazione tecnologica percepita oramai come minaccia e pericolo.

E questo apre a nuove valenze del tema, intreccio sempre più serrato tra performance tecnica ed ecosostenibilità”.¹⁵⁹

I rifugi rappresentano l'apice di una continua ricerca di espansione e antropizzazione di una “città che sale” alla scoperta dei monti.¹⁶⁰

Negli anni le tipologie tecnologiche, i materiali, modelli di gestione, aspettative di comfort e il design della struttura ebbero continue variazioni in relazione alle esigenze.

¹⁵⁸ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁵⁹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁶⁰ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

In alcuni casi, questi edifici dimostrano oltre all'espansione dell'uomo e la ricerca di sempre più tecnologie innovative anche ciò che ha comportato il cambiamento climatico nei confronti dell'ambiente come la diminuzione delle coltri glaciali.¹⁶¹

¹⁶¹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

4.2.1. Rifugio Monte Rosa Hütte



Figura 26_Rifugio Monte Rosa Hütte

<i>Opera:</i>	<i>Rifugio Monte Rosa Hütte</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Bearth e Deplazes</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Untere Plattje, Grenzgletscher, Alpi del Monte Rosa (Alpi Pennine), Zermatt (Cantone Vallese), Svizzera</i>
<i>Fondazione/ ristrutturazione/ riedificazioni:</i>	<i>1894-1918-1940-1984-2009</i>
<i>Superficie:</i>	<i>-</i>
<i>Quota:</i>	<i>2883 m</i>
<i>Posti letto:</i>	<i>120</i>
<i>Proprietà:</i>	<i>Club Alpino Svizzero – sezione Martigny</i>
<i>Accesso:</i>	<i>Da Rotenboden (Zermatt), 2:30 ore, F</i>

162

Il rifugio Monte Rosa Hütte, è situato sul massiccio del Monte Rosa, uno dei più grandi delle Alpi, a 2883 metri sul livello del mare, inaugurato nel 2009, è il frutto

¹⁶² Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

del lavoro congiunto dell'ETH Zurigo e del Club Alpino Svizzero (CAS).¹⁶³

La progettazione architettonica-esecutiva e la realizzazione del rifugio sono state guidate dallo studio Bearth & Deplazes (Coira/Zurigo).¹⁶⁴

In precedenza, vi era un altro edificio in legno costruito tra il 1894 e 1895 dal comitato centrale del CAS e situata sugli affioramenti rocciosi tra il Grenzletscher e il Gornergletscher, in un panorama glaciale rappresentato dai 4000 metri del Monte Rosa e affacciato, a ovest, sul Cervino.¹⁶⁵

Inizialmente questa prima struttura fu dedicata a François Bétemps, il quale aveva finanziato la costruzione insieme alla famiglia di albergatori Seiler di Zermatt.¹⁶⁶

Successivamente fu ampliato e la proprietà venne acquisita dal CAS della sezione Monte Rosa; poco dopo furono effettuati degli interventi di manutenzione per il rinforzo delle murature.¹⁶⁷

Nel 1939, l'edificio fu completamente ricostruito in pietra, aumentando la capienza a 86 posti, ulteriormente estesa nel 1972 e nel 1984.¹⁶⁸

“Ormai inadeguata alle mutate esigenze, è infine demolita in seguito alla

¹⁶³ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁶⁴ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁶⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁶⁶ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁶⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁶⁸ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

*realizzazione della nuova struttura, collocata un centinaio di metri più a monte e ridimensionata a 120 letti.*¹⁶⁹

In seguito fu sostituito dal rifugio Monte Rosa Hütte, inaugurata con l'occorrenza del 150° anniversario del Politecnico federale di Zurigo ETH ; nel dettaglio il progetto di ricerca è stato condotto sull'arco di quattro semestri dagli studenti dell'ETH - Studio Monte Rosa – un centro di ricerca del Dipartimento di architettura dell'ETH Zurigo condotto dal professor Andrea Deplazes, con il supporto di numerosi specialisti.¹⁷⁰

Questo edificio rappresenta un esempio avveniristico di architettura montana delineando così un rifugio futuristico all'avanguardia capace di resistere a temperature inferiori ai 20°C.

“La posa della prima pietra risale all'agosto 2008; da maggio a settembre 2009 sono poi stati trasportati in elicottero e assemblati sul sito gli elementi prefabbricati realizzati nel corso dell'inverno precedente a valle, mentre il cantiere riposava sotto metri di neve.

*La Capanna viene dunque inaugurata il 25 settembre 2009 e aperta al pubblico nel marzo 2010. La costruzione dell'edificio è stata portata a termine nell'ambito del 150° Giubileo dell'ETH Zurigo e in occasione dei 145 anni della storia delle capanne svizzere.*¹⁷¹

L'immobile ha un buon sistema di riscaldamento grazie allo sfruttamento dell'energia solare.¹⁷²

¹⁶⁹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁷⁰ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁷¹ <https://www.arc.usi.ch/it/feeds/11538>, sito web consultato in data 22/06/2022.

¹⁷² <https://www.arc.usi.ch/it/feeds/11538>, sito web consultato in data 22/06/2022.

I cardini del progetto furono di ordine contestuale, programmatico, strutturale, costruttivo ed energetico.¹⁷³

Il rifugio può ospitare fino a 120 persone ed è disposto su 5 piani.

Fin dagli esordi, si è tenuto conto delle possibili soluzioni sostenibili da applicare, per fronteggiare le problematiche insorte come l'approvvigionamento energetico e idrico e dello smaltimento delle acque reflue affinché la struttura fosse progettata attraverso tecnologie all'avanguardia.¹⁷⁴



Figura 27_Interni Rifugio Monte Rosa Hütte

La peculiarità dell'edificio è l'insolita forma poligonale in legno, la quale ricorda un cristallo, rivestita da una copertura in alluminio, inoltre grazie alla sua collocazione strategica tra le Alpi simboleggia un nuovo approccio di costruzione che intreccia edilizia e natura dell'ambiente circostante.¹⁷⁵

¹⁷³ <https://www.arc.usi.ch/it/feeds/11538>, sito web consultato in data 22/06/2022.

¹⁷⁴ <https://www.arc.usi.ch/it/feeds/11538>, sito web consultato in data 22/06/2022.

¹⁷⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

La struttura è “dotata di un impianto fotovoltaico integrato nella facciata sud che produce una parte dell'energia necessaria ad alimentare quasi in completa autonomia l'intero edificio, mentre nelle immediate vicinanze sono stati collocati dei collettori che producono energia solare.

Vengono perciò assicurati la produzione di acqua calda e il riscaldamento dell'aria.

L'obiettivo finale è di garantire il 90% del fabbisogno di energia con ciò che la natura fornisce, in modo che solo una minima parte debba essere trasportata al rifugio con l'elicottero.”¹⁷⁶

Inoltre, nelle immediate vicinanze sono stati collocati dei collettori che producono energia solare.

La sua imponente struttura di legno bianco e le sue grandi finestre si mimetizzano perfettamente con il paesaggio innevato. ¹⁷⁷

¹⁷⁶ <https://www.arc.usi.ch/it/feeds/11538>, sito web consultato in data 22/06/2022.8

¹⁷⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano



Figura 28_Rifugio Monte Rosa Hütte

È possibile notare, infatti, una finestra a nastro che avvolge a spirale l'intero edificio, mentre le finestre in copertura sono state abbinate a pannelli solari con una superficie complessiva di 120 mq.¹⁷⁸

Nell'edificio *"sono state installate 39 finestre per tetti Velux a elevata prestazione termica con apertura a bilico e un valore di trasmittanza termica pari a $U_w = 1,0$ W/mqK."*¹⁷⁹

"La finestra è caratterizzata da un triplo vetro così composto: vetro interno stratificato di sicurezza (3+foglio PVB+3), 10 mm intercapedine con gas Krypton, 3

¹⁷⁸ <https://www.arketipomagazine.it/velux-per-il-rifugio-alpino-monte-rosa-hutte/>, sito web consultato in data 22/06/2022

¹⁷⁹ <https://www.arketipomagazine.it/velux-per-il-rifugio-alpino-monte-rosa-hutte/>, sito web consultato in data 22/06/2022

mm vetro float basso emissivo, 10 mm intercapedine con gas Krypton, vetro temprato esterno bassoemissivo antirugiada.

Le finestre sono state sottoposte a speciali test di resistenza al vento prima di essere installate. Telaio e battente sono in pino naturale

*Inoltre, le finestre prima dell'installazione sono state sottoposte a speciali test di resistenza al vento.*¹⁸⁰

“Il rifugio coniuga materiali hi-tech e strutture in legno, tipiche delle zone alpine. Tutti gli elementi in legno sono stati assemblati in loco come un puzzle 3D.

I materiali prefabbricati sono stati trasportati in treno fino a Zermatt.

Sono stati necessari 3.000 viaggi in elicottero per trasportarli sul ghiacciaio insieme ai 35 addetti ai lavori.

Secondo il Club Alpino Svizzero si è trattato della più complessa costruzione in legno mai realizzata in Svizzera.

*Il rifugio è energeticamente sostenibile.*¹⁸¹

L'energia in eccesso viene accumulata tramite dispositivi appositi per garantire la continuità della fornitura energetica, anche quando non c'è il sole, specialmente nella stagione invernale che risulta essere più carente.¹⁸²

In particolare, si denota il caso in cui vi siano pochi ospiti, risulta essere molto oneroso con un dispendio energetico per lo più non sostenibile visto che è

¹⁸⁰ <https://www.arketipomagazine.it/velux-per-il-rifugio-alpino-monte-rosa-hutte/>, sito web consultato in data 22/06/2022/

¹⁸¹ <https://www.arketipomagazine.it/velux-per-il-rifugio-alpino-monte-rosa-hutte/>, sito web consultato in data 22/06/2022

¹⁸² <https://www.arketipomagazine.it/velux-per-il-rifugio-alpino-monte-rosa-hutte/>, sito web consultato in data 22/06/2022

necessaria una maggior quantità di energia, quindi è stato predisposto un ulteriore impianto solare termico con 35 mq di collettori.¹⁸³

Altitudine	2.883 m
Costo	6,3 milioni di dollari



Figura 29_Rifugio Monte Rosa Hütte

¹⁸³ <https://www.arketipomagazine.it/velux-per-il-rifugio-alpino-monte-rosa-hutte/>, sito web consultato in data 22/06/2022

4.2.2. Rifugio Goûter



Figura 30_Rifugio Goûter

<i>Opera:</i>	<i>Rifugio Gouter</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Hervé Dessimoz, dello studio Groupe H</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Aiguille du Goûter, Monte Bianco (Alpi Graie), Saint-Gervais-les-Bains (Haute-Savoie), Francia</i>
<i>Fondazione/ristrutturazione/riedificazioni:</i>	<i>1859-1882-1906-1936-1960-1989-2013</i>
<i>Superficie:</i>	<i>-</i>
<i>Quota:</i>	<i>3835 m</i>
<i>Posti letto:</i>	<i>120</i>
<i>Proprietà:</i>	<i>Club Alpino Francese</i>
<i>Accesso:</i>	<i>da Nid d'Aigle (Saint-Gervais-les-Bains), 5 ore, F+</i>

¹⁸⁴ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura,

Nel 1854, Charles Loiseau ideò un ricovero a 3873 m di quota come punto di appoggio e per facilitare l'ascensione, diminuendo così il dislivello per gli alpinisti che percorrevano la cresta del Goûter.¹⁸⁵

Le prime testimonianze riguardo a questo primo ricovero non furono delle migliori visto che molti lamentavano il fatto che fosse presente sulla pavimentazione lastre di ghiaccio e sul tetto stallatiti, ciò però non era in contrasto con le caratteristiche principale dell'opera, poiché risultava comunque essere molto solida e resistente nonostante la presenza di forti venti.¹⁸⁶



Figura 31_primo rifugio

Successivamente, tra il 1858 e il 1859 fu edificato un vero e proprio edificio, progettato dalle guide Saint-Gervais e Joseph Octenier e riammodernato in seguito

storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

¹⁸⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, *storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁸⁶ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, *storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

con la realizzazione di una copertura in legno e l'installazione di arredi più moderni.¹⁸⁷

Nel 1936, Georges Orset ideò un rifugio più confortevole e più capiente che riusciva ad ospitare 30 persone, ponendo le basi anche per la costruzione di una teleferica di collegamento tra l'Aiguille du Goûter e il Rifugio Tête Rousse, affinché fossero agevolati il trasporto dei materiali e delle provviste.¹⁸⁸

Il rifugio venne successivamente ristrutturato ed acquistato dal CAF, nota l'affluenza di turisti.¹⁸⁹

Un quarto rifugio fu progettato da Lederlin e Kaminsky, prendendo spunto dal rifugio già esistente, nel 1960.¹⁹⁰

"Nel 1989 la capanna del 1906 (il secondo rifugio) viene rimpiazzata da un edificio complementare che aumenta la capacità ricettiva complessiva di 40 posti, su progetto dell'architetto Yves Jeanvoine.

*Questo "quinto rifugio" si caratterizza per un tetto-parete continuo, che sagoma il profilo dell'edificio in rapporto alla conformazione della cresta, e per il sofisticato sistema a energia solare concepito per fondere la neve di accumulo retrostante, funzionale per l'approvvigionamento idrico e per la riduzione delle sollecitazioni della massa ghiacciata contro la struttura."*¹⁹¹

Il rifugio Goûter fu inaugurato nel 2013 ed è situato sul Monte Bianco a 3.835 m di quota.

¹⁸⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

¹⁸⁸ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

¹⁸⁹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

¹⁹⁰ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

¹⁹¹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

Il progetto è stato attuato dall'architetto Hervé Dessimoz, dello studio Groupe H, il quale è riuscito a realizzare una struttura in grado di resistere alle intemperie a quasi 4.000 metri di altezza.¹⁹²

Questo è stato reso possibile grazie ad una idonea struttura ovoidale, adattata alle condizioni in loco e ricoperta da pannelli in alluminio inossidabile capaci di sopportare venti di velocità pari a 300 km/h e a forti escursioni termiche, permettendo, inoltre, alla neve di scivolare via e di essere accumulata e trasformata in acqua.¹⁹³

La costruzione risulta essere autosufficiente grazie alla presenza di pannelli fotovoltaici che coprono il 20% del fabbisogno di energia elettrica, mentre il restante 80% è derivato dalle biomasse.¹⁹⁴

L'interno dell'edificio è costituito da una cucina completamente attrezzata, pronta ad ospitare gli alpinisti che si recano lì.¹⁹⁵

¹⁹² Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁹³ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁹⁴ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano

¹⁹⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano



Figura 32_interni Rifugio Gouter



Figura 33_interni Rifugio Gouter

“La nuova struttura di metallo e legno, sospesa in parte sopra un salto vertiginoso di 1.500 metri, è stata progettata secondo principi ecosostenibili e di basso impatto ambientale dall’architetto ginevrino Hervé Dessimoz dello studio Groupe-H che afferma: «La sfida era costruire un edificio che offrisse sicurezza e comfort in condizioni estreme e dare una risposta estetica a difficoltà tecniche eccezionali.»¹⁹⁶

¹⁹⁶ <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/nuovo-rifugio-gouter-monte-bianco-897>, sito web consultato in data 25/06/2022.

Il design dalle linee dolci e curvilinee che lo contraddistingue non è stato ideato solo per un fattore estetico ma consente di spingere la neve dietro l'edificio ove vi è posizionato un bacino per la raccolta dell'acqua grazie alla presenza di incessanti e forti venti.¹⁹⁷

Un sistema combinato consente di recuperare al 100% le acque reflue.

La struttura interna è realizzata secondo i principi costruttivi delle case passive, con pannelli isolanti di fibra di legno riciclato, prodotti e trasportati da un comune limitrofo ovvero il comune di Saint Gervais per ridurre l'impatto ambientale.¹⁹⁸

“La nuova struttura punta su una gestione a basso impatto ambientale: è dotata di efficienti impianti solari che funzionano grazie a pannelli integrati nell'involucro (circa 95 mq); altri 50 mq di collettori per il solare termico sono dislocati sul pendio al di sotto del rifugio, al fine di consentire il riscaldamento di 2000 litri di acqua per usi sanitari.

In linea con le alte prestazioni dell'involucro, i serramenti, distribuiti irregolarmente sulla superficie, sono a triplo vetro con camere ad argon e kripton.

Una centrale di cogenerazione a olio di colza integra il fabbisogno energetico in caso di emergenza o di cattive condizioni meteorologiche, mentre un sistema di depurazione filtra e sterilizza le acque di scarico prima che vengano immesse nell'ambiente.

Sotto la piastra basamentale sospesa è ospitato un fondoir da 3000 litri d'acqua.

La capacità recettiva è accresciuta a 120 posti, distribuiti su quattro livelli per una superficie totale di 720 mq.”¹⁹⁹

¹⁹⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

¹⁹⁸ <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/nuovo-rifugio-gouter-monte-bianco-897>, sito web consultato in data 25/06/2022.

¹⁹⁹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

L'obiettivo del progetto era quello di costruire un rifugio sostenibile in alta quota, *"tanto vicino all'immaginario aerospaziale quanto inatteso protagonista di una filosofia dei materiali a chilometro (quasi) zero visto il 90% del legname proviene dalle foreste ai piedi del massiccio del Monte Bianco, nello stesso territorio di Saint-Gervais"*²⁰⁰ in modo tale da ridurre l'impatto ambientale con la natura circostante e autosufficiente per fa sì che il fabbisogno energetico fosse prodotto naturalmente, ad esempio con la messa in opera di pannelli fotovoltaici, ad eccezione del gas necessario per la cottura degli alimenti, che continuerà ad essere trasportato da valle.



Figura 34_Rifugio Goûter

²⁰⁰ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

4.2.3. Rifugio Vallanta



Figura 35_ Rifugio Vallanta

<i>Opera:</i>	<i>Rifugio Vallanta</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Maurizio Momo e Giuseppe Bellezza</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Lago della Bealera Founsa, Vallone di Vallanta, Alpi del Monvisio (Alpi Cozie), Pontechianale (CN), Italia</i>
<i>Fondazione/ ristrutturazione/ riedificazioni:</i>	<i>1977-1988</i>
<i>Superficie:</i>	<i>-</i>
<i>Quota:</i>	<i>2450 m</i>
<i>Posti letto:</i>	<i>75</i>
<i>Proprietà:</i>	<i>Club Alpino Italiano- sezione Saluzzo</i>
<i>Accesso:</i>	<i>Da Castello (Pontechianale), 2:30 ore, E</i>

Il rifugio ubicato nelle Alpi del Monvisio è stato progettato dagli architetti Maurizio Momo e Giuseppe Bellezza ed è di proprietà del Club Alpino Italiano della sezione di Saluzzo.²⁰²

Le fasi preliminari del progetto fino alla sua esecuzione sono durate ben 10 anni a causa di molteplici fattori dovuti alla difficoltà di edificare in alta quota come ad esempio il reperimento delle risorse, la mediazione tra le esigenze operative, le sollecitazioni imposte dal contesto, le possibilità della committenza.²⁰³

La collocazione dell'edificio risulta essere strategica e conforme alle richieste progettuali poiché la configurazione è stata ideata per evitare disastri naturali come slavine e agenti meteo-climatici al fine di salvaguardarla; inoltre, la forma è stata pensata a forma di diedro in pietra con una copertura a falda unica rivolta a sud per far in modo che la neve si scioglia più velocemente in casi di abbondanti nevicate.²⁰⁴

²⁰¹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²⁰² Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²⁰³ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²⁰⁴ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.



Figura 36_rifugio Vallanta

La struttura è costituita in muratura perimetrale portante attraverso l'utilizzo di pietra locale; invece, *“la maglia strutturale interna, gli orizzontamenti e il tetto sono composti di calcestruzzi e malte i cui inerti vengono estratti direttamente dal piccolo lago artificiale adiacente.”*²⁰⁵

Il rifugio si eleva su tre piani e al centro dell'edificio si trova una scala a chiocciola centrale.²⁰⁶

Il design innovativo di questo rifugio si integra nel panorama circostante garantendo continuità attraverso l'inclinazione pronunciata della copertura che ricorda le pareti rocciose.²⁰⁷

²⁰⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²⁰⁶ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²⁰⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.



Figura 37_Rifugio Vallanta

“Particolarmente significativa la reinvenzione della zona notte che, rispetto al consueto modello “in batteria”, introduce spazi raccolti e diversificati grazie a disposizioni su più livelli, allo sfasamento di piani e volumi, all'utilizzo ingegnoso degli arredi come diaframmi.

L'asse principale dell'edificio è segnato dall'ingresso, dalle scale in ferro – quella esterna, attigua al vertice rettangolare, serve il confortevole locale invernale da 25 posti – e da due grandi abbaini abitabili, i cui volumi squadrati emergono dal manto di copertura in corrispondenza dei due piani superiori, occupati dalla zona notte.

”²⁰⁸

Ogni dettaglio è stato pensato per soddisfare le varie richieste, facendo particolare attenzione nella scelta e trattamento dei materiali e alle soluzioni innovative correlate; peculiare risulta essere la progettazione delle scale diversificate quelle interne da quelle esterne, ad esempio internamente le scale sono in lamiera

²⁰⁸ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

insonorizzata da calcestruzzo e rivestimento in gomma, invece, la scala esterna è realizzata con gradini in lamiera grecata per facilitare la salita in caso di abbondanti nevicate.²⁰⁹

²⁰⁹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

4.2.4. Refuge du Promontoire



Figura 38_Refuge du Promontoire

<i>Opera:</i>	<i>Refuge du Promontoire</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>François Lederlin</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Valle degli Étançons, Massiccio degli Écrins (Alpi del Delfinato), Saint-Christophe-en-Oisans (Isère), Francia</i>
<i>Fondazione/ ristrutturazione/ riedificazioni:</i>	<i>1901-1966</i>
<i>Superficie:</i>	<i>-</i>
<i>Quota:</i>	<i>3092 m</i>
<i>Posti letto:</i>	<i>30</i>
<i>Proprietà:</i>	<i>Club Alpino Francese-Comitato Dipartimento Isère</i>
<i>Accesso:</i>	<i>da la Bérarde (Saint-Christophe-en-Oisans), 5 ore</i>

210

Il rifugio sorge nella posizione in cui era ubicata una capanna, *“edificata nel 1901, con struttura portante e rivestimento esterno in legno e copertura a doppia falda.”*²¹¹

Successivamente l'edificio fu demolito a causa dell'impossibilità ad ospitare flussi di turisti consistenti, così nel 1965 la sezione d'Isère del CAF incaricò l'architetto François Lederlin di progettare una nuova struttura che soddisfacesse tutte le richieste insorte.²¹²

La struttura è ubicata ad una quota di 3092 m, essendo collocato ad una quota molto elevata l'unica possibilità per trasportare materiali da costruzione e utensili necessari è solo attraverso mezzi aerei, *“alla quota limite entro la quale il velivolo può movimentare un simile carico.”*²¹³



Figura 39_trasporto merci

Il rifugio è stato progettato con tecniche di prefabbricazione integrale, ovvero attraverso l'assemblaggio di elementi a secco, per fare in modo che sia possibile costruire in modo veloce e sicuro in contesti critici e in luoghi dove risulta essere

²¹⁰ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²¹¹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²¹² Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²¹³ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

arduo provvedere alla trasformazione del suolo.²¹⁴

L'utilizzo della prefabbricazione risulta essere utile per il premontaggio della struttura in officina e non in loco per garantire la valutazione della fattibilità e la verifica delle soluzioni tecnologiche affinché sia possibile revisionare ogni minimo dettaglio prima della posa in opera.²¹⁵

I lavori sono stati ultimati in una settimana con la messa in opera della carpenteria e la chiusura del rivestimento esterno.

“le condizioni orografiche particolarmente ostili costringono all’installazione di una piattaforma artificiale sostenuta da strutture metalliche ancorate alla roccia con fissaggi a secco.

Una lunga scala metallica permette di salire sulla terrazza, realizzata con travi metalliche a sbalzo e assito di legno, che cinge su tre lati la struttura e consente l’accesso all’interno; tale terrazza garantisce l’unica zona di sosta pianeggiante esterna, insieme alla piattaforma di atterraggio dell’elicottero (realizzata sempre su sostegni metallici, poco più a valle).”²¹⁶

L'edificio si eleva su due piani e presenta una pianta rettangolare con copertura monofalda pendente lungo il lato maggiore.²¹⁷

Il rivestimento esterno delle facciate è stato realizzato con pannellature e rivestimenti esterni metallici, permettendo una possibile variazione di impatto visivo tra elementi opachi ad elementi con aperture per permettere il posizionamento delle finestre, per questo motivo appare come un solido

²¹⁴ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²¹⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²¹⁶ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²¹⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

scintillante che riflette le luci del sole fra le rocce dell'ambiente limitrofo.²¹⁸

Infine, il rifugio *"è costituito da un'ossatura metallica in profili di alluminio piegati"*²¹⁹; nel dettaglio il dormitorio è collocato al primo piano mentre gli ambienti interni sono rivestiti in doghe in legno. ²²⁰



Figura 40_Refuge du Promontoire

²¹⁸ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²¹⁹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²²⁰ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

4.2.5. Refuge des Grands Mulets



Figura 41_ Refuge des Grands Mulets

<i>Opera:</i>	<i>Refuge des Grands Mulets</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Michael Gabriel Paccard e Jacques Balmat</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Grand Mulets, Glacier des Bossons, Alpi del Monte Bianco (Alpi Graie), Chamonix (Haute-Savoie), Francia</i>
<i>Fondazione/ ristrutturazione/ riedificazioni:</i>	<i>1853-1867-1897-1943-1958</i>
<i>Superficie:</i>	<i>-</i>
<i>Quota:</i>	<i>3057 m</i>
<i>Posti letto:</i>	<i>68</i>
<i>Proprietà:</i>	<i>Club Alpino Francese-Comitato Dipartimento Isère</i>
<i>Accesso:</i>	<i>da la Bérarde (Saint-Christophe-en-Oisans), 5 ore</i>

²²¹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

“Nel 1853 viene realizzata ai Grands Mulets una nuova struttura in legno dalle dimensioni di 4,25x2,12 m, prefabbricata a valle e trasportata in quota da un gruppo di portatori individuati attraverso una corvée obbligatoria.”²²²

Solo nel 1866-67 ci fu il primo ampliamento con l'aggiunta di tre camere, successivamente, nel 1897, ci furono ulteriori modifiche.²²³

“I Grands Mulets rappresentano così un primo prototipo edilizio: tre pareti di legno o, più spesso, di pietre del posto semplicemente accatastate; un tetto a falda unica in travi lignee trasportate a spalla dal basso; la quarta parete è la roccia naturale, cui l'edificio si addossa.

Una scelta che implica problemi di durata: in mancanza di sistematiche manutenzioni, la già precaria costruzione deperisce rapidamente per via delle infiltrazioni.

Solo in seguito, laddove possibile, il rifugio si stacca dalla parete naturale.”²²⁴

Il rifugio, di proprietà del Club Alpino Francese-Comitato Dipartimento Isère, dopo il primo ampliamento riuscì ad ospitare un custode permanente per garantire una manutenzione costante all'edificio e per poter accogliere i viandanti.²²⁵

Inoltre, è stata predisposta l'aggiunta di letti attrezzati e di una cuoca.

Negli anni, il rifugio venne modificato molteplici volte e nel 1958 venne totalmente sostituito da una struttura notevolmente più ampia, grazie al progetto redatto dallo studio Lederlin e Kaminsky, i quali proposero delle soluzioni tecnologiche e delle iniziative innovative in relazione al contesto critico ambientale e al clima

²²² Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²²³ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²²⁴ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²²⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

rigido.²²⁶



Figura 42_Refuge des Grands Mulets

Nel dettaglio, si denota l'adozione di tecniche nuove affinché risulti limitata se non assente l'utilizzo della muratura a causa dell'assenza di acqua, sabbia e ghiaia, dovuto al fatto che la struttura è ubicata su un isolotto roccioso.²²⁷

“Per tali ragioni si realizza una struttura leggera montata a secco con pannelli di alluminio prefabbricati e posati direttamente in opera con l'elicottero.

La struttura portante in elementi metallici piegati e le pannellature sono progettati per resistere a una tonnellata di neve per metro quadro e a raffiche di vento di 150 km/h.

Una controparete interna permette di migliorare la coibentazione, mentre un sistema di recupero delle precipitazioni sulla copertura affronta il problema della carenza idrica del sito.”²²⁸

²²⁶ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²²⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²²⁸ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

4.2.6. Rifugio Francesco Gonnella



Figura 43_Rifugio Francesco Gonnella

<i>Opera:</i>	<i>Rifugio Francesco Gonnella</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Michel Troillet</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Ghiacciaio del Dôme, Aigulles Grises, Val Veny, Alpi del Monte Bianco (Alpi Graie), Courmayeur (AO), Italia</i>
<i>Fondazione/ ristrutturazione/ riedificazioni:</i>	<i>1891-1925-1963-2011</i>
<i>Superficie:</i>	-
<i>Quota:</i>	<i>3071 m</i>
<i>Posti letto:</i>	<i>48</i>
<i>Proprietà:</i>	<i>Club Alpino Italiano- sezione Torino</i>
<i>Accesso:</i>	<i>da La Visaille (Val Veny), 4:30 ore, F+</i>

Nel 1891, Francesco Gonnella, avvocato e presidente della sezione di Torino del CAI, realizzò la prima capanna, in seguito a lui dedicata nel 1925.²³⁰

La struttura realizzata in legno di larice è costituita da una copertura a doppia falda spiovente e ricoperta in lastre di ferro zincato, la quale può ospitare fino ad un massimo di dieci persone.²³¹

Successivamente, si è realizzato un nuovo edificio, costruito nel 1963, ubicato proprio affianco alla prima struttura per far in modo che potesse essere più capiente.²³²

Quest'ultima opera, progettata dalla guida alpina saviglianese Lino Andreotti, oltre ad offrire ampi spazi adibiti ad ospitare un flusso di turisti più intenso è caratterizzata da una struttura in legno e di colore giallo grazie alla collaborazione della sezione UGET e del CAI di Torino.²³³

Inoltre, questo edificio che si eleva su due piani è stato prefabbricato a valle e poi trasportato in seguito attraverso l'utilizzo di elicotteri militari americani, mentre il materiale utilizzato venne depositato accuratamente sul sottostante ghiacciaio e trasportato, in questo caso, attraverso una teleferica d'emergenza.²³⁴

Negli anni si susseguirono molteplici interventi di manutenzione fino al 1963, anno in cui, lo studio torinese Alprogetti progettò un intervento finale che prevedeva lo smaltimento dell'intera struttura e la costruzione di un nuovo edificio.²³⁵

²²⁹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²³⁰ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²³¹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²³² Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²³³ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²³⁴ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²³⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura,

La capanna originaria venne comunque conservata mediante un rivestimento in lamiera e adibita a locale invernale con 8 posti letto.

Nel 2007, vennero effettuati lavori di bonifica e di consolidamento del sito, inaugurato poi nel 2011.



Figura 44_interni Rifugio Francesco Gonnella



Figura 45_Rifugio Francesco Gonnella

Il rifugio si presenta a prima vista con un design irregolare e geometrico, donando così ai turisti un'impressione di continuità con l'ambiente esterno roccioso delle creste frastagliate delle montagne, cambiando prospettiva si evince una trasformazione relativa alle linee dell'edificio tramite delle superfici più dolci e

curvilinee adottate per la facciata principale per farla risultare più aerodinamica.²³⁶

Quest'ultima è rivestita per mezzo di profili ondulati estrusi in alluminio con la presenza di aperture finestrate verticali e orizzontali.

“La struttura intelaiata in legno lamellare si sviluppa su tre livelli da scale interne a pendenza variabile: l'accesso avviene dal locale per il deposito di scarponi e materiali, ospitato in un volume distaccato, al piano più basso.

Al primo piano si dispongono la sala comune, la cucina e la dispensa; al piano superiore la camerata, i servizi igienici e la camera gestore, mentre all'ultimo livello soppalcato si trovano un'ulteriore zona notte e gli spazi tecnici.

Un terrazzo fluttuante in griglia metallica, sostenuto da un reticolo di pali, circonda l'edificio.

Il sito particolarmente problematico impone grande attenzione alla gestione energetica e impiantistica, alla cura delle soluzioni costruttive e all'amministrazione delle risorse disponibili.

Tra il retro dell'edificio e la parete rocciosa è stato gettato un paraboloide in calcestruzzo con la funzione di deflettere l'azione della neve e ghiaccio, convogliando l'acqua di scioglimento.”²³⁷

Infine, sono stati predisposti degli accorgimenti per rendere l'edificio più autosufficiente attraverso l'impiego di dispositivi low-tech controllabili come i pannelli solari ad aria, correlati ad un sistema automatico di ricircolo dell'aria con recupero di calore e una stufa a pellet per riscaldare i vari ambienti interni.²³⁸

²³⁶ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²³⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

²³⁸ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi, Architettura, storia, paesaggio*, HOEPLI, Milano.

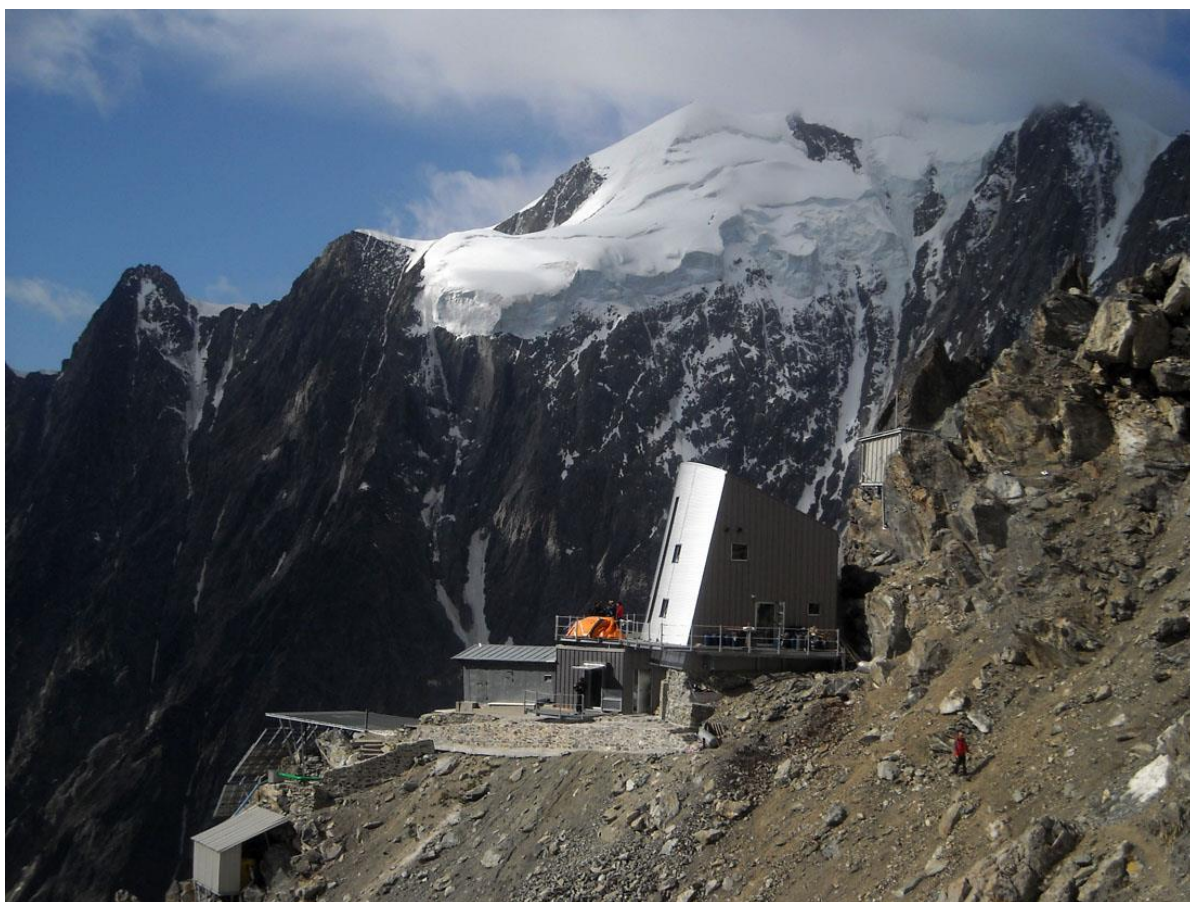


Figura 46_Rifugio Francesco Gonnella

4.2.7. Cabane du Vélan



Figura 47_ Cabane du Vélan

<i>Opera:</i>	<i>Cabane du Vélan</i>
<i>Architetti / progettisti :</i>	<i>Michel Troillet</i>
<i>Posizione:</i>	<i>Glacier de Tseudet, Vallone di Valsorey, Mont Vélan, Alpi del Grand Combin (Alpi Pennine), Bourg-Saint-Pierre (Cantone Vallese), Svizzera</i>
<i>Fondazione/ ristrutturazione/ riedificazioni:</i>	<i>1944-1993</i>
<i>Superficie:</i>	<i>-</i>
<i>Quota:</i>	<i>2642 m</i>
<i>Posti letto:</i>	<i>60</i>
<i>Proprietà:</i>	<i>Club Alpino Svizzero – sezione Ginevra</i>
<i>Accesso:</i>	<i>da Bourg – Saint – Pierre, 3 ore, EE</i>

239

²³⁹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

Cabane du Vélán è ubicato sui contrafforti settentrionali del Mont Vélán.

Il rifugio è stato edificato il 15 giugno 1944, richiesto dalla società alpinistica La Cordée. in pieno periodo di guerra, mediante un'autorizzazione richiesta all'esercito per fare in modo che fosse presente un punto d'appoggio e che potesse essere utilizzata come presidio strategico per la difesa del confine.²⁴⁰

Durante la costruzione dell'edificio collaborarono molti militari, occupandosi del trasporto del materiale da costruzione dal fondovalle, ottenendo in seguito un dormitorio riservato all'interno del rifugio mediante un accordo tra il Dipartimento Militare Federale e la sezione CAS di Ginevra.²⁴¹

Solo nel 1991 il rifugio fu totalmente distrutto a causa di un incendio che compromise l'intera struttura, quindi nel 1993 iniziarono i lavori di ristrutturazione.²⁴²

L'edificio fu edificato da Michel Troillet e fu uno dei primi progetti pionieristici poiché di innalzava all'interno della natura non per integrarsi e dare una sorta di continuità al paesaggio ma come oggetto scultoreo in contrapposizione alle forme del paesaggio naturale.²⁴³

Il rifugio è costituito da una pianta a forma di mandorla e la distribuzione degli spazi interni segue uno schema a pianta centrale, in cui gli ambienti sono disposti attorno ad uno spazio aperto in posizione baricentrica.²⁴⁴

²⁴⁰ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²⁴¹ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²⁴² Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²⁴³ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²⁴⁴ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.



Figura 48_Cabane du Vélán

L'edificio è sviluppato su tre livelli in cui possiamo notare nel dettaglio la disposizione dei servizi, i locali tecnici, una cantina, il deposito per gli sci, e il materiale sportivo oltre a due camere per il personale al piano terra.²⁴⁵

Al primo piano sono disposte la cucina e un'ampia sala da pranzo e si accede mediante una passerella metallica da monte.²⁴⁶

²⁴⁵ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

²⁴⁶ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.



Figura 49_Cabane du Vélán

Infine, all'ultimo piano ospita la zona notte con letti disposti a raggiera, i quali percorrono il perimetro dell'edificio.

“Il rifugio è costituito da pareti curve prefabbricate a valle, con struttura portante in telaio di legno e rivestimento esterno in lastre di lamiera zincata.

Due lunghe finestre a nastro orizzontale in corrispondenza della zona del soggiorno, mentre aperture a scansione verticale e orizzontale vengono ricavate in corrispondenza, rispettivamente, delle camere e del vano che ospita la scala a chiocciola.”²⁴⁷

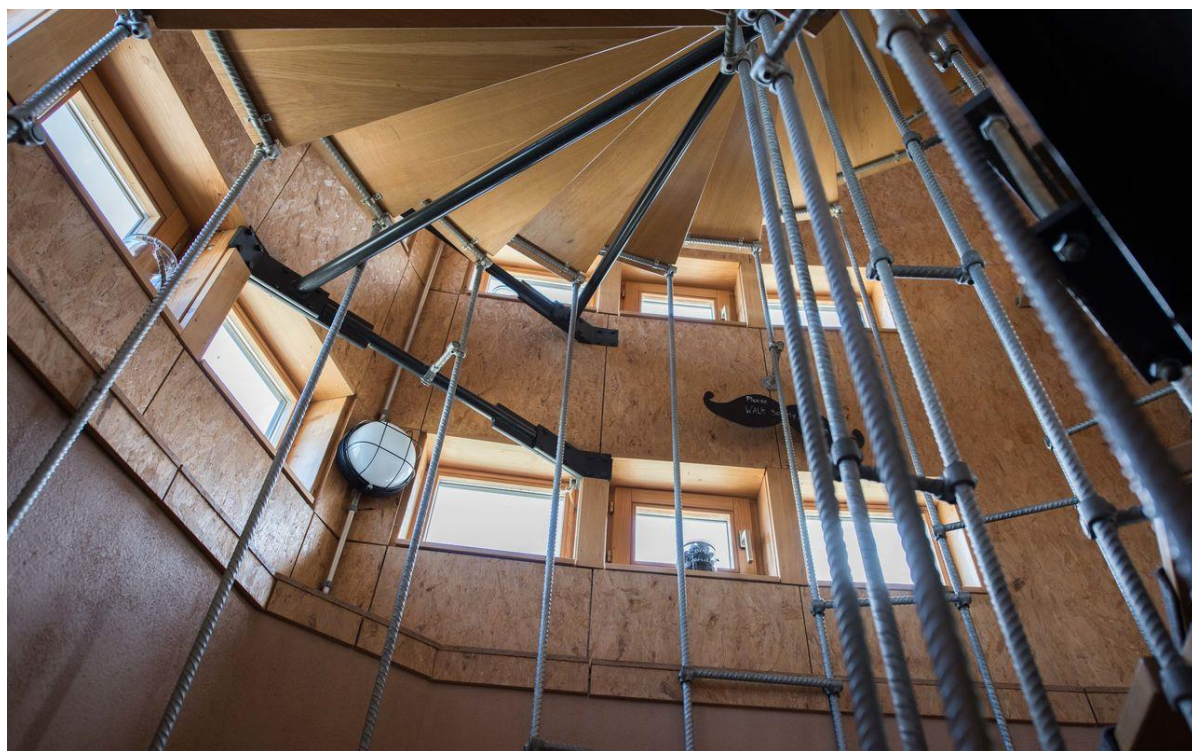


Figura 50_Interni Cabane du Vélain

²⁴⁷ Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano.

4.3. *Fari*

Sin dai tempi antichi, l'uomo ha mostrato molto interesse e capacità particolari nella navigazione, scoprendo che gli spostamenti sia a livello commerciale che militare risultavano più veloci via mare.²⁴⁸

Inizialmente riscontrano molteplici problemi sia a livello strutturale, poiché le prime imbarcazioni erano molto esili e fragili ma anche per il fatto che gli spostamenti venivano effettuati prevalentemente durante il giorno per l'impossibilità di poter riconoscere ad occhio nudo i porti o terre lontane per l'assenza di segnalazioni luminose sulle coste e prima del calar della notte trovavano rifugio in qualche cala sicura.²⁴⁹

Le vie di comunicazione marittime si ampliarono quando attorno al 1200 A.C. comparvero i Fenici per cercare di espandere il loro dominio, quest'ultimi per affrontare viaggi più durativi e pericolosi hanno col tempo iniziato a realizzare imbarcazioni più solide e grandi, utilizzando materiali naturali come il legno di cedro.²⁵⁰

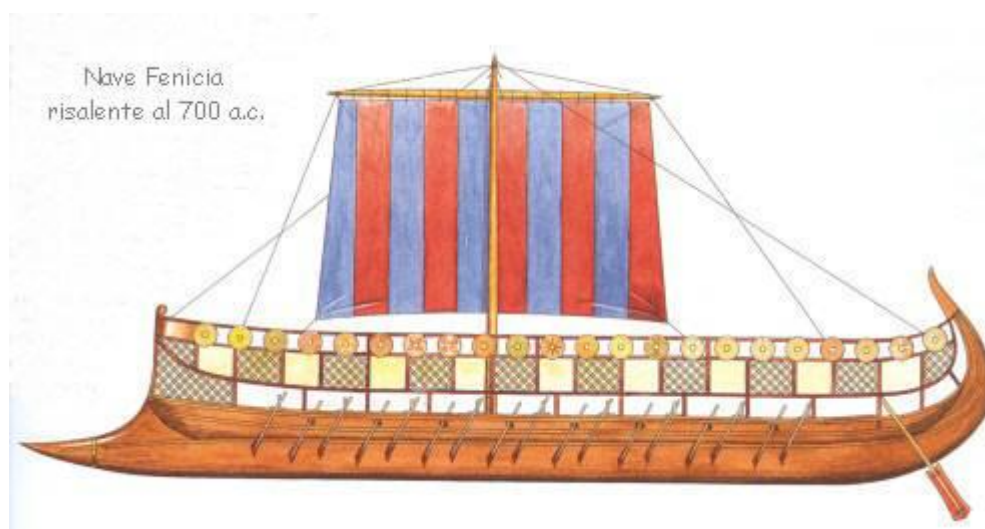


Figura 51_Nave Fenicia

²⁴⁸ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁴⁹ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁵⁰ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

“La navigazione all’inizio rimase comunque prevalentemente costiera e diurna, ma la necessità di potersi muoversi sempre più spesso porta l’uomo a navigare anche di notte e impara ad orientarsi con le stelle e con rudimentali strumenti nautici, ma questo non basta ad evitare scogli affioranti, banchi di sabbia e altri pericoli nelle notti scure, ed ecco la necessità di illuminare la notte con i primi “fari”, che non sono altro che falò di legna accatastata, situati nei luoghi più pericolosi per segnalare la rotta ai naviganti.

Questi primi fuochi necessitano di continua cura, devono restare accesi tutta la notte, il buio significa pericolo e morte, ci vogliono uomini che si alternino per la ricerca del combustibile e per tenerli accesi, sono vitali.

“²⁵¹

I primi “guardiani del faro” si ipotizza fossero schiavi, i quali svolgevano svariati compiti come raccogliere e accatastare legname che serviva per alimentare il fuoco del faro.²⁵²

Già nell’antichità vi è la presenza di questi monumenti, citati in seguito citati nella letteratura e nel mito, ad esempio Omero (VIII secolo A.C.), nel XIX libro dell’Iliade, paragona lo scudo sfavillante di Achille ad uno di questi fuochi :

²⁵¹ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁵² https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022



Figura 52_raffigurazione di Achille con lo scudo

I Fari sono opere edificate con lo scopo di aiutare a ritrovare la corretta via marittima, attraccare le imbarcazioni lungo la costa e agevolare la comunicazione dei navigatori attraverso l'utilizzo di codici luminosi, infatti, essi vennero realizzati in prossimità della costa proprio per essere ben visibili.²⁵³

Ciò dimostra, quanto fosse impervia la comunicazione e in certe circostanze quanto fosse indispensabile la loro presenza per la salvezza dell'equipaggio e dei traffici marittimi.²⁵⁴

Emblema del potere indiscusso dell'uomo sui mari, si differenziano da altri edifici per essere nella maggior parte dei casi simili a delle torri caratterizzandosi comunque per il rilevante numero, che risulta essere considerevole nel bacino del mediterraneo e nei porti del Nord Europa e per la loro variegata tipologia e colore che li contraddistinguono.²⁵⁵

²⁵³ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁵⁴ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁵⁵ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

I fari hanno origine dai fani²⁵⁶, infatti, vi sono vari aspetti che li accomuna e che desumono la correlazione tra queste due opere come l'eminente e strategica ubicazione lungo le coste e l'utilizzo del fuoco quale sistema di comunicazione per mezzo di segnalazione luminosa.²⁵⁷

Il loro esordio lo associamo ad alcuni passi tratti dall'*Iliade*²⁵⁸, redatta da Omero, in cui si paragona lo scudo di Achille ad un fuoco ardente apparso per indicare la direzione corretta ai marinai.²⁵⁹

Le prime indiscrezioni raffigurano i fari come opere innalzate in quota, nelle zone limitrofe dei porti principali delle città ed resi visibili tramite un fuoco alimentato con legna.²⁶⁰

Successivamente, furono ideati edifici in muratura con un duplice obiettivo ospitare gli uomini addetti alla preparazione e al mantenimento dei roghi e preservare la fiamma dalle intemperie.²⁶¹

Nel tempo, sono stati molteplici i cambiamenti atti a potenziare e perfezionare le strutture in oggetto, innanzi tutto, si è pensato di amplificare il raggio d'azione della luce emanata per segnalare l'opera affinché fosse possibile renderla visibile da luoghi il più lontani possibile, in seguito, l'edificio è stato adornato attraverso l'utilizzo di oggetti simbolici e tradizionali quali bandiere o drappi e infine, la legna è stata sostituita con oli vegetali o minerali.²⁶²

²⁵⁶ Fatta, F. (2002), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia. Disegni, rilievi e carte storiche*, Ed. Rubettino, Soveria Mannelli, Catanzaro.

²⁵⁷ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁵⁸ Omero, *Iliade*, trad. di R.C. Onesti, Einaudi, Torino, 1950, Canto XiX, vv 373-382.

²⁵⁹ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁶⁰ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁶¹ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁶² https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

Di seguito si riportano alcuni cenni storici dei primi fari documentati dalla storia.

- Faro edificato sul promontorio di Sigéo (650 a.C.) per il controllo commerciale e militare dell'Egeo.
- Faro di Alessandria d'Egitto²⁶³ edificato sull'isola di Pharos (300-280 a.C.) e descritto nel trattato naturalistico "*Historia Naturalis*" da Plinio.

È stato a partire da questo nome "**Φῶς**" (Faro) che in seguito in tutte le lingue di origine greca e latina venne definita la struttura che illumina il mare, mentre nella lingua anglosassone il faro diventa "**lighthouse**", casa della luce.

Inoltre, quest'ultimo rientra tra le sette meraviglie del Mondo Antico.²⁶⁴

²⁶³ Il faro fu costruito dall'architetto greco Sòstrato di Cnido (sec. 3° a. C.), su commissione di un commerciante, l'obiettivo principale del progetto era proprio quello di facilitare le imbarcazioni durante le manovre e rendere più sicura la navigazione.

Il faro è costituito da più torri sormontate con la presenza di specchi in metallo per poter riflettere e amplificare la luce emanata dal fuoco alimentato a legna per far sì che esso fosse visibile anche in lontananza.

Il faro di Alessandria era alto 120 mt., costituito da più torri sormontate, la torre era rivestita di pietra bianca e il fuoco acceso sulla sua sommità, grazie ad un gioco di specchi in metallo, i quali amplificavano la luce emanata, progettati probabilmente da Archimede secondo alcune dichiarazioni, poteva essere visto, a più di 30 miglia di distanza.

Era stata costruita in tre parti, una base quadrata alta 71 mt., una parte centrale ottagonale alta 34 metri ed una lanterna cilindrica, sulla cui sommità sveltava una statua di Zeus, perché i greci Tolomei avevo portato nella nuova terra anche gli dei della terra d'origine. All'interno un larga rampa consentiva di portare alla lanterna, per mezzo di muli, il combustibile composto da legna resinosa, inoltre serviva da alloggio per una guarnigione di soldati di guardia al porto.

²⁶⁴ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022



Figura 53_rappresentazione di un faro



Faro di epoca Romana

- Faro Romano²⁶⁵, edificato ad Ostia dopo la costruzione del porto

²⁶⁵ I Romani edificarono le prime torri in pietra sulla cui sommità veniva situato un fuoco di fascine e di legna, ed è con i Romani che queste torri escono dal bacino del Mediterraneo per accendersi sulle coste spagnole e francesi, arrivando fino al Canale della Manica, dovunque arrivasse la conquista romana.

Il faro di Ostia ha una certa somiglianza con quello di Alessandria, anche se non nelle dimensioni. Una delle testimonianze rimaste riguardo a questa costruzione è visibile nel pavimento a mosaico del piazzale delle Corporazioni di Ostia Antica.

Altre testimonianze di fari edificati sui vari porti romani, dal Tirreno all'Adriatico e oltre, sono riportate su monete e bassorilievi in cui vengono rappresentati, ad esempio sulla Colonna Traiana a Roma.

Prima della caduta dell'Impero Romano possiamo contare addirittura almeno torri di segnalazione, i quali illuminavano il mare lungo le coste del Mediterraneo e dell'Atlantico.

indetta dall'imperatore Claudio nel 50 d.c. e ampliato successivamente da Traiano, come sbocco sul mare della capitale, diventato inseguito molto importante in relazione ai traffici marittimi.²⁶⁶

- Faro ubicato a Cadice in Spagna, edificato dai fenici per facilitare gli approdi e raggiungere le loro basi logistiche iberiche.
- Torre della Meloria²⁶⁷ nelle acque antistanti il porto di Livorno,
- Lanterna di Genova²⁶⁸, in particolare per la sua realizzazione le maestranze si ispirarono al Faro di Alessandria.
- Lanterna del Molo di Palermo²⁶⁹.
- Faro La Coruña, l'antica *Brigantium*, edificato in Galizia, regione Nord Occidentale della Spagna, denominata anche Torre di Hèrcules ²⁷⁰, costruito da Caio Sevio Lupo, architetto proveniente dalla Lusitania, nel II° secolo d.c. durante il regno dell'Imperatore Traiano.²⁷¹

²⁶⁶ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁶⁷ La torre della Meloria risale al settecento e sorge isolata nel mare, lo stesso che nel 1284 vide la battaglia tra genovesi e pisani. (Cfr. Piombanti, G., *Guida storica ed artistica della città e dei dintorni di Livorno*, Livorno 1903).

²⁶⁸ La lanterna di Genova venne edificata nel 1128 e ricostruita in seguito nel 1543. In particolare si è evinto che negli anni ha avuto anche la funzione di torre di avvistamento.

²⁶⁹ La lanterna del Molo edificata nel 500 e ubicata a Palermo. Costruita alla fine del '500. (Cfr. Bartolomei, C., Amoroso, G., a cura di, *L'architettura dei fari italiani: The architecture of Italian lighthouses*, Il. *Mar Ligure e Mar Tirreno*, Alinea Editrice, Firenze, 2006).

²⁷⁰ Chiamata Torre de Hèrcules tramite molte leggende correlate all'eroe, da cui, si dice, sia stata eretta la prima torre.

²⁷¹ L'opera fu dedicata a Marte e risulta essere ancora oggi conservata la targa inserita alla base del faro con l'iscrizione che il suo costruttore pose allora alla sua base :

MARTI AUG. SACR. / C. SEVIVS LUPUS

ARCHITECTUS AEMINIENSIS

LUSITANUS EX.VO

Che tradotta significa : " *Consacrato a Marte. Caio Sevio Lupo, architetto di Aemium, in Lusitania, a compimento di una promessa*"

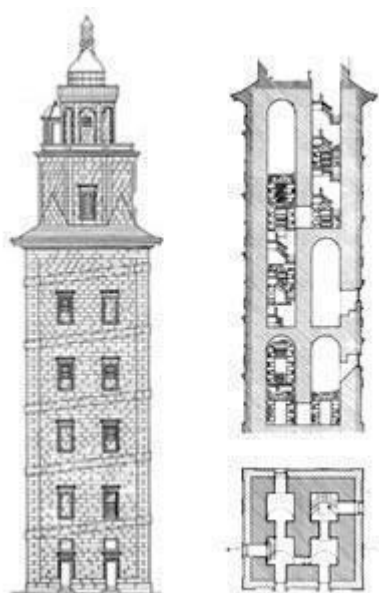


Figura 54_Faro La Coruña

L'edificio venne ristrutturato molteplici volte nel corso degli anni restando costantemente funzionante e diventando il simbolo della città di La Coruña.²⁷²

Inoltre, il faro ha una portata luminosa di 23 miglia ed è possibile constatare che alla base sono situate ancora le pietre posizionate dai Romani, infatti, la targa lasciata dall'architetto né è una prova.²⁷³

Come visto precedentemente, il faro con l'avanzare della tecnologia è stato realizzato oltre che con tecniche sempre più evolute anche con forme diverse.²⁷⁴

A livello strutturale, vengono utilizzati materiali che si trovano localmente come la pietra, la copertura veniva realizzata a falda o a terrazza nel caso in cui occorresse raccogliere l'acqua piovana.²⁷⁵

Il corretto funzionamento e gestione dell'opera veniva affidata a determinate persone, le quali erano disposte a trascorrere e sacrificare parte della loro vita in solitudine e prive di ogni comodità per assicurare ai marinai la salvezza,

²⁷² https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁷³ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁷⁴ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁷⁵ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

questi individui erano denominati “faristi”.²⁷⁶

Con lo sviluppo tecnologico gli addetti ai lavori nel faro furono man mano sostituiti da impianti elettrici automatizzati.²⁷⁷

Recentemente, i fari, beni appartenenti allo stato e oramai abbandonati collocati in scenari meravigliosi, sono stati messi in vendita per attivare progetti di recupero innovativi e sostenibili per la tutela dell’ambiente.²⁷⁸

“Lo strumento utilizzato è la concessione di valorizzazione fino a un massimo di 50 anni.

Dare una seconda vita ad immobili pubblici inutilizzati può diventare elemento trainante per la crescita dei territori e volano per l’occupazione, in quanto capace di attrarre investimenti privati, anche stranieri.”²⁷⁹

Infine, questi edifici hanno salvaguardato nei secoli le corrette manovre delle imbarcazioni e impedito il pericolo di possibili sinistri che sarebbero stati, in altre circostanze, molto frequenti in assenza di luce.²⁸⁰

L’edificazione in posizione strategica ha reso necessaria la loro postazione in luoghi isolati, spesso lontani da centri abitati, e di difficile accesso.²⁸¹

²⁷⁶ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁷⁷ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁷⁸ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁷⁹

[https://www.ilmattino.it/primopiano/cronaca/lo stato da concessione 17 fari fino 50 anni di venteranno strutture turistiche culturali-3278448.html?refresh_ce](https://www.ilmattino.it/primopiano/cronaca/lo-stato-da-concessione-17-fari-fino-50-anni-di-venteranno-strutture-turistiche-culturali-3278448.html?refresh_ce), sito web consultato in data 11/07/2022

²⁸⁰ https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html, sito web consultato in data 10/07/2022

²⁸¹ Alcuni fari sono posizionati lungo coste caratterizzate da scogliere frastagliate o su piccoli isolotti, esono raggiungibili solo via mare.

5. STEEL FRAME

“I prodotti in Cold-Formed Steel rappresentano l’esito di processi di laminazione sviluppati attraverso fasi operative che utilizzano linee di produzione di tipo flessibile, tali da poter realizzare diversi cicli di lavorazione.

Allo scopo di ridurre gli spessore fino ad ottenere quelli desiderati per l’impiego finale, i semilavorati di acciaio (bramme o billette), vengono sottoposti infatti al processo di laminazione a caldo (effettuato a temperature superiori a 1000 °C), seguito dalla laminazione a freddo (a temperatura prossima a quella ambiente).

Durante tali processi il materiale metallico viene fatto passare attraverso coppie di cilindri, lisci o sagomati, in modo da assicurare l’allungamento l’allargamento e la riduzione di altezza del materiale (nel caso di laminazione fra cilindri lisci), oppure la progressiva modificazione della forma della sezione e delle sue dimensioni (nel caso di cilindri sagomati).

Dalla laminazione delle bramme si ricavano i cosiddetti “prodotti piani”: coils di acciaio di vario spessore (0.5-3 mm) e lamiere destinate a diversi impieghi (con spessori tra 1.5-15mm).

È possibile individuare nel processo produttivo di elementi in CFS alcuni specifici momenti operativi: ricevimento e immagazzinamento, taglio, formatura, controllo, punzonatura o foratura, assemblaggio, immagazzinamento dell’elemento finito e spedizione.

La prima operazione da effettuare sui cils è il taglio: a seconda delle esigenze si può utilizzare la linea di taglio trasversale (cut to lenght) e quella longitudinale (slitting) per ridurre i coils in nastri di larghezza necessaria in relazione ai profili da realizzare.

I tagli vengono realizzati da cesoie a rullo o a ghigliottina oppure tramite impianti laser.

L'operazione di taglio può essere comandata manualmente o gestita in modo completamente automatico attraverso l'utilizzo di software che assicurano il continuo monitoraggio dello spessore, della durezza e dei difetti superficiali presenti nel coil, nonché la minimizzazione dello sfrido e della frammentazione degli ordini.

Una volta tagliato il nastro secondo le dimensioni stabilite, è possibile formare degli elementi in CFS secondo i seguenti metodi :

- *Profilatura (cold rolling)*
- *Presso-piegatura (press-branking) ”²⁸².*

La profilatura è il processo più diffuso in cui gli elementi vengono piegati in base alla forma prestabilita tramite l'utilizzo dei coils e una serie di coppia di rulli.²⁸³

Il press-branking consiste nella formazione dei profili desiderati attraverso l'utilizzo di presso-piegatrici; i due metodi si differenziano per il costo dei materiali e delle attrezzature necessarie nei due processi. È preferibile optare per la presso-piegatura nel caso in cui si desiderano adottare profili diversi e in numero ridotto, mentre la profilatura è consigliata se la richiesta del profilato è particolarmente elevata.²⁸⁴

“Le sezioni più utilizzate per le membrature strutturali sono quelle C, U, L, Z, Sigma, Omega, individuate in genere da tre dimensioni, ovvero:

- *Altezza dell'anima (web depth);*
- *Larghezza della flangia (flange width);*
- *Spessore (thickness).*

I profili formati a freddo vengono realizzati con diverse qualità di acciaio, a seconda delle caratteristiche meccaniche richieste.

²⁸² Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁸³ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁸⁴ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

In ogni caso, fatta eccezione per gli acciai inox (di impiego limitato in considerazione dell'alto costo), quelli impiegati come elementi strutturali necessitano di un rivestimento che assicuri al metallo una protezione efficace dalla corrosione.

Attualmente il procedimento protettivo più utilizzato è quello della zincatura a caldo in continuo (metodo Sendzimir).

I prodotti così trattati sono contrassegnati dalla sigla Z seguita da un numero di tre cifre che ne specifica lo spessore del rivestimento protettivo espresso in gr/mq (ad es. Z275 indica una massa del rivestimento sulle due facce di 275 gr/mq).

L'esecuzione dei fori per il collegamento degli elementi in CFS può essere realizzato in azienda tramite punzonatura con presse idrauliche, attraverso l'impiego di due elementi, uno mobile (il punzone) e l'altro fisso (la matrice).

Un notevole grado di automazione, velocizzazione e riduzione degli scarti è stato ottenuto con il supporto di apparecchiature per la piegatura, taglio e foratura dell'elemento che assicurano operazioni completamente gestite da software CAD.

Dopo le operazioni di assemblaggio, se effettuate in azienda, gli elementi in acciaio zincato possono essere protetti ulteriormente tramite una verniciatura a spruzzo, controllando che la vernice venga applicata in modo uniforme, anche nelle zone più difficilmente accessibili, e che lo spessore dello strato sia quello previsto.

Gli elementi possono così essere trasportati in cantiere per essere messi in opera secondo le modalità previste dai differenti sistemi strutturali in CFS."²⁸⁵

Si poté vedere l'esordio di questa tipologia strutturale solo negli anni cinquanta.

Inizialmente, il loro impiego era circoscritto ai singoli elementi come coperture, chiusure verticali o membrature secondarie solo negli anni novanta, grazie all'espansione del mercato residenziale e alla forte richiesta di innovazione in campo edile e di richiesta di

²⁸⁵ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

nuove procedure e materiali e grazie anche all'aumento esponenziale del costo del legno l'utilizzo di sistemi strutturali in Cold Formed Steel fu esteso anche in paesi dove l'impiego del legno era fortemente radicato e fu utilizzato come alternativa integrale all'housing.²⁸⁶ *"Negli ultimi vent'anni il 25% degli alloggi unifamiliari negli USA è stato realizzato in CFS (solo nel 2006 ne sono state costruiti più di 75.000), mentre in Giappone una significativa parte dei circa 200.000 alloggi modulari annui viene realizzato con profili in acciaio formati a freddo, preferendo questi ultimi ai sistemi costruiti in legno, anche grazie all'elevato livello tecnologico che le industrie nipponiche del settore possono offrire.*

I sistemi Cold-Formed si stanno diffondendo in modo significativo anche in Europa, specie in Scandinavia, Olanda e Regno Unito: paesi nei quali rappresentano una soluzione sempre più utilizzata nel settore dell'edilizia residenziale al di sotto di cinque piani, rispetto ai sistemi costruttivi di tipo tradizionale.

*L'ultimo decennio ha visto anche Spagna, Polonia e Turchia iniziare ad utilizzare i sistemi in acciaio formato a freddo per la realizzazione di abitazioni unifamiliari, mentre in Italia il loro mercato risulta prevalentemente rivolto ad applicazioni strutturali secondarie e al settore delle coperture di grande luce."*²⁸⁷

Inoltre, i sistemi Cold-Formed trovano largo impiego anche per interventi di ampliamento ed operazioni di sopraelevazione grazie al fatto che i profili risultano essere molto leggeri e adattabili in base ad ogni circostanza; un esempio evidente delle caratteristiche di questo sistema è ritrovabile nell'intervento adottato nell'Università di Plymouth dalle aziende Unite e Corus Framing le quali hanno previsto la realizzazione di trenta alloggi modulari camere-studio per studenti.

Questa operazione ha inciso sulla struttura preesistente in calcestruzzo armato con un sovraccarico di soli 1 kN/mq.²⁸⁸

"La classificazione generalmente presentata nella letteratura tecnica suddivide i sistemi

²⁸⁶ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁸⁷ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁸⁸ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

strutturali in CFS per l'housing in :

- *Stick-built (monodimensionale o ad aste);*
- *Panel o Panelized (bidimensionale o a pannelli);*
- *Volumetric o Modular (tridimensionale o volumetrico);*
- *Semi-volumetric o Hybrid Construction (semi-volumetrico).²⁸⁹*

I vari metodi si diversificano tra loro in base al grado di prefabbricazione, ma è sempre possibile utilizzare più sistemi costruttivi diversi considerando il fatto che gli elementi di base hanno gli stessi profili alternando sezioni ad U e C.²⁹⁰

Le finalità dei vari sistemi costruttivi sono molteplici e variano dall'alloggio unifamiliare alla residenza collettiva.²⁹¹

5.1. *Stick-Built*

“La struttura portante è costituita da telai controventati, disposti solitamente ad interasse di 3-6 m, ottenuti dal montaggio in cantiere di montanti e traversi con sezione a C o Z, in genere di larghezza 100-150 mm, spessore 1.0-1.5 mm e posti ad interasse di 60-120 cm.

I sistemi portanti verticali vengono realizzati accostando “spalla a spalla” (back to back) profili con sezione a C irrigidita, collegati alle estremità da correnti di chiusura, chiamati anche “guide” (tracks), aventi sezione a C non irrigidita, in modo da formare pareti ad aste (wall studs) capaci di assorbire le azioni verticali e orizzontali trasmesse dagli impalcati riportandole in fondazione...

Considerazioni a favore dell'impiego del sistema Stick-built includono:

- *Leggerezza e manovrabilità e messa in opera;*
- *Semplicità e facilità di sollevamento e messa in opera;*
- *Elevata adattabilità a contesti realizzativi e a tipologie abitative differenti;*

²⁸⁹ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁹⁰ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁹¹ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

- Disponibilità ad accettare modifiche in corso d'opera;
- Limitata professionalità della mano d'opera richiesta."²⁹²
-

5.2. Panel System

"Il sistema è formato da pannelli strutturali verticali e orizzontali, preassemblati in officina e formati da una trama di profili collegati e controventati (open panels).

I pannelli vengono successivamente assemblati tra loro in cantiere, completando la costruzione al termine della fase di assemblaggio.

La dimensione e il peso dei singoli pannelli sono determinati dai vincoli di progetto e dalle condizioni di trasportabilità, sollevamento, manovrabilità e assemblabilità in cantiere."²⁹³

I pannelli possono essere personalizzati in base alle necessità progettuali, avendo inoltre la possibilità di decidere le tipologie di completamento e rivestimento più idoneo alla situazione; questo è reso possibile anche dal continuo miglioramento e dalle innovazioni in campo informatico che rendono possibile la produzione in serie di pannelli per lo stesso progetto con l'utilizzo di CAD_CAM.²⁹⁴

"Considerazioni a favore dell'impiego del sistema Panel risultano essere:

- Efficace controllo delle qualità degli elementi strutturali durante la fase di produzione;
- Riduzione degli scarti durante la fase produttiva e realizzativa;
- Versatilità degli elementi nella conformazione degli spazi;
- Velocità di assemblaggio in cantiere;
- Riduzione sui costi di manodopera specializzata nella fase costruttiva."²⁹⁵

²⁹² Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁹³ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁹⁴ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁹⁵ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

5.3. Volumetric-System

“ Il massimo grado di prefabbricazione nel campo di sistemi costruttivi in Cold-Formed Steel viene raggiunto dal sistema basato sull’impiego di moduli tridimensionali autoportanti che vengono quasi completamente prodotti in officina: un contesto nel quale è possibile effettuare controlli di qualità sui processi, sui materiali e sui prodotti necessari alla loro costruzione e completamento.

...

In generale, l’impiego del sistema volumetrico appare finalizzato ad interventi nei quali risultano prioritari due imperativi chiave: costruire il più rapidamente possibile (utilizzando preferibilmente moduli tutti uguali, prodotti in grande numero) e sfruttare al massimo grado i vantaggi qualitativi derivanti dalle operazioni di produzione in azienda degli elementi.

La velocità di costruzione, unita ai maggiori controlli di qualità aziendali ai quali sono sottoposti i moduli, rappresentano significativi vantaggi per gli investitori, sia in termini di un rapido ritorno dei capitali impegnati che nei riguardi di una minore presenza di difetti e malfunzionamenti durante la vita utile delle unità volumetriche.

A seconda della destinazione d’uso, le parti del Volumetric System possono essere individuate in:

- Unità tridimensionali per camere, bagni e cucine modulari (in questo prendono il nome di pods) che possono includere anche una parte di corridoio o di altro spazio di distribuzione, tali da formare, mediante accostamento o sovrapposizione, l’intero edificio;*
- Unità tridimensionali (spesso a lato aperto) che, affiancate le une alle altre, formano ambienti di dimensioni maggiori.*

Nel primo caso i carichi vengono trasmessi attraverso le quattro pareti strutturali, mentre

nel secondo tramite gli elementi posti agli angoli e in posizione intermedia"²⁹⁶.

Negli ultimi anni, il sistema volumetrico è stato utilizzato largamente non solo per la costruzione di edifici multipiano ma anche per edifici mono piano, nei quali le chiusure verticali e orizzontali coincidono con il perimetro della costruzione.

Questo sistema innovativo comporta anche una notevole riduzione di scarti rispetto ad una costruzione tradizionale.²⁹⁷

Uno dei maggiori problemi che emergono dall'utilizzo del sistema modulare è essenzialmente il trasporto della struttura che risulta essere molto oneroso economicamente.

In tutti i paesi vi sono vincoli normativi correlati alle dimensioni dei trasporti e degli ingombri, infatti, se si eccede e vengono superati tali dimensioni si ricade in more molto elevate, sempre se il carico non viene autorizzato dagli enti competenti come "trasporto eccezionale", il quale per la legge italiana deve essere scortato dalla polizia comportando così inevitabilmente un aumento spropositato dei costi.²⁹⁸

"Considerazioni a favore dell'impiego della costruzione volumetrica risultano pertanto essere:

- *Elevato controllo della qualità degli elementi prodotti in azienda;*
- *Riduzione dei costi di produzione (utilizzo di una economia di scala);*
- *Maggior controllo dei rischi di interferenza durante le fasi realizzative;*
- *Riduzione del numero di operazioni di completamento da effettuare in opera;*
- *Riduzione del contributo di manodopera specializzata in cantiere;*
- *Minore influenza delle condizioni meteorologiche sulle fasi di realizzazione;*
- *Complessiva riduzione dei tempi di costruzione, calcolata tra il 50% e il*

²⁹⁶ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁹⁷ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

²⁹⁸ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

60%;

- Riduzione fino al 90% degli scarti in cantiere;
- Riutilizzabilità e ricollocabilità sul mercato dei moduli."²⁹⁹

Vi sono due metodi per assemblare i vari elementi di una struttura CFS ovvero, la costruzione Platform in cui l'edificio viene edificato piano per piano e le pareti risultano essere interrotte dalla presenza di solai che poggiano su di esse e scaricano direttamente il carico alle pareti e successivamente in fondazione in modo tale da costituire una piattaforma per la costruzione del piano successivo, la seconda tipologia è denominata Baloon che si diversifica dalla precedente per la presenza di pareti continue e gli impalcati sono collegati ad esse senza interrompere la continuità degli elementi verticali; una nota a sfavore di questa ultima tecnica è rappresentata dal fatto che risulta essere di difficile realizzazione pareti molto alte perché sarebbe necessario adoperare delle opere di sostegno temporanee durante l'assemblaggio dei vari elementi.³⁰⁰

"Il trasferimento dei carichi verticali avviene direttamente attraverso l'allineamento dei montanti delle pareti, e ulteriori elementi di irrigidimento, quali controventature o piastre di collegamento, possono essere applicati durante o dopo il montaggio di tutte le unità tridimensionali per garantire stabilità all'intera costruzione". ³⁰¹

Queste strutture innovative in CFS grazie alle loro caratteristiche e ai vantaggi che comportano in edilizia come la manutenibilità, integrabilità impiantistica, minimizzazione dei rifiuti, velocità di realizzazione e soprattutto versatilità sono risultati di grande interesse per tutti i professionisti del settore tanto da preferirle in sostituzione alle soluzioni costruttive tradizionali.³⁰²

²⁹⁹ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

³⁰⁰ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

³⁰¹ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

³⁰² Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

“I processi decisionali della fase progettuale relativi all'impiego dei sistemi in CFS per l'housing differiscono in modo sostanziale da quelli assunti con i tradizionali procedimenti costruttivi.

Le specifiche riguardano in particolare:

- *Il diretto coinvolgimento del cliente nella valutazione della convenienza economica riguardo all'utilizzo dei sistemi strutturali in CFS;*
- *La stretta collaborazione con l'azienda produttrice del sistema Off-site sin dalla prima fase di concept del progetto e, successivamente, nei quantificazione dei costi e nella logistica della fase realizzativa;*
- *Il diretto rapporto tra l'azienda produttrice e l'impresa costruttrice in termini di tempistica delle consegne e di organizzazione del cantiere;*
- *La necessità di prendere decisioni “chiave” nella fase di programmazione dell'intervento, la cui successiva modifica può determinare conseguenze ad elevato rischio, specie da un punto di vista economico;*
- *I significativi benefici in termini ambientali che possono essere ottenuti dall'impiego delle soluzioni Off-site (come la riduzione dei disagi in cantiere, e nelle zone limitrofe ad esso, derivanti dal trasporto e dalla movimentazione degli elementi);*
- *Le dirette conseguenze della logistica dei trasporti sui costi di realizzazione, sulla dimensione degli elementi da mettere in opera e sulla integrabilità con altri sistemi.”³⁰³*

“Tra i diversi aspetti di eco-compatibilità relativi alla fase cantieristica dei sistemi in CFS è possibile quindi individuare:

- *minore occupazione del suolo per lo stoccaggio dei materiali: i profili strutturali in CFS occupano limitato spazio e sono facilmente impilabili, mentre pannelli e unità tridimensionali vengono di norma trasportati in cantiere Just in Time per essere assemblati;*
- *minore utilizzo di macchine da cantiere di grosse dimensioni: la leggerezza delle strutture permette movimentazioni in cantiere tramite l'impiego di*

³⁰³ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

mezzi leggeri e di ridotto ingombro;

- *maggiore livello di sicurezza: la connessione degli elementi che formano pareti e orizzontamenti viene eseguito di norma per semplice collegamento delle parti pre-assemblate in stabilimento o in cantiere; la velocizzazione dei tempi e del numero ridotto di operazioni eseguite in quota determina inoltre un miglioramento delle condizioni di sicurezza degli addetti ai lavori;*
- *maggiore affidabilità nella previsione dei tempi di costruzione: l'utilizzo delle procedure di montaggio a secco, connesse alle innovazioni di logistica aziendale nella fase di produzione, favoriscono il rispetto dei tempi previsti anche nel caso di interventi particolarmente connessi.*³⁰⁴

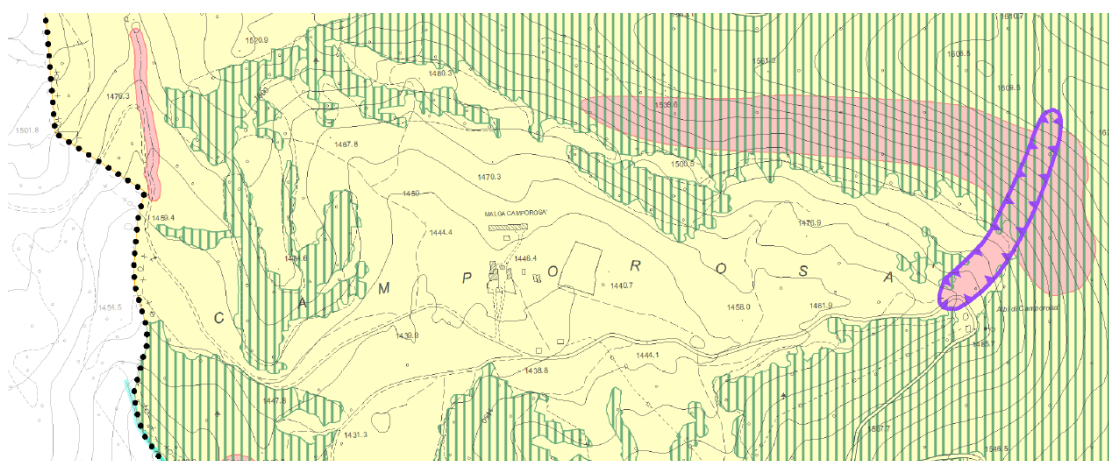
³⁰⁴ Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

6. PROGETTO

6.1. Inquadramento

L'edificio oggetto di studio è situato nel Comune di Rotzo (VI), all'estremità nord-occidentale del Vecchio Patrimonio al confine con il territorio della provincia di Trento. Inoltre, è visibile una mulattiera, accessibile e percorribile nel periodo estivo.

Il rifugio Camporosa è collocato ad un altitudine di 1450m e nella zona limitrofa è possibile constatare l'esistenza oltre che di una malga ma anche di una vecchia caserma ormai disabitata della Guardia di Finanza poiché negli anni antecedenti al 1918 il confine Austro-Ungarico era situato pochi chilometri più a Nord rispetto alla struttura.³⁰⁵



³⁰⁵ <https://verticalastico.com/vivere-la-val-dastico/malga-camporosa/>



6.2. *Sito di costruzione*

Il Comune di Rotzo si trova a 939 m s.l.m.

Per quanto riguarda la tipologia di suolo, in assenza di documentazione specifica del sito, si è fatto riferimento ai rilievi visivi ove è stato possibile constatare la categoria del sottosuolo.



Il suolo presenta un substrato roccioso rappresentato da calcari di età Triassico-Giurassico interessati da fenomeni carsici e da locali di depositi glaciali e fluvio-glaciali.

La categoria di sottosuolo risulta essere la A: ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi.

Considerato il sito di costruzione della struttura, si fa riferimento ad una categoria topografica T2: in corrispondenza della sommità del pendio.

Per la struttura in oggetto si assume una vita nominale V_n di 50 anni, essendo essa un'opera ordinaria, l'uso della costruzione prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.

Per questo motivo, in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso la struttura rientra nella classe d'uso II.

Ne consegue, in accordo con il par. 2.4.3 delle NTC2018 (Tab. 2.4.II):

Coefficiente d'uso: $C_u=1$

Periodo di riferimento per la struttura : $V_R= 50$ anni.

I parametri dell'azione sismica e gli spettri elastici sono ricavati attraverso il foglio Excel fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in accordo con il par. 3.2.3.2. delle NCT2018.

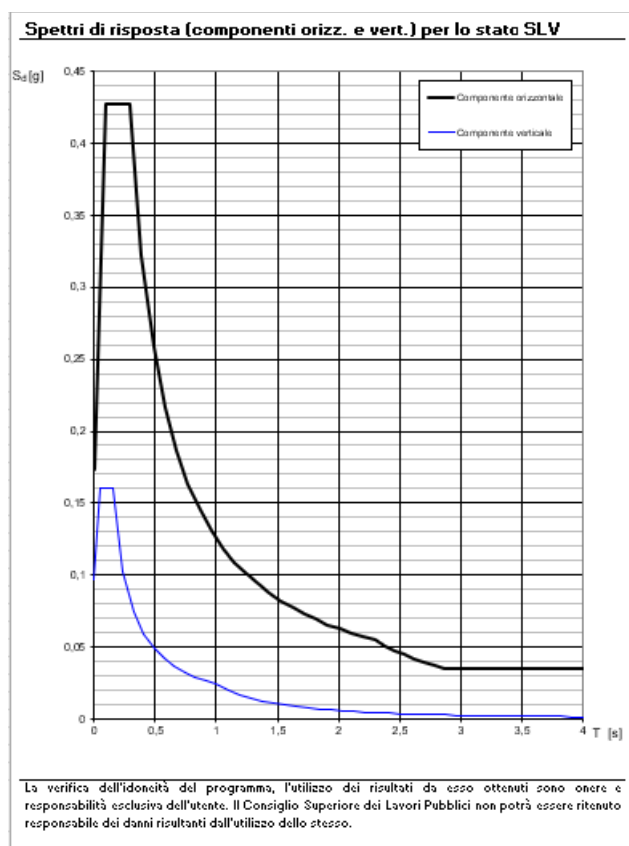
Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo SLV		
Parametri indipendenti		Punti dello spettro di risposta
STATO LIMITE	SLV	T [s] Se [g]
a_s	0,173 g	0,000 0,173
F_a	2,466	0,098 0,428
T_c	0,294 s	0,294 0,428
S_s	1,000	0,389 0,323
C_c	1,000	0,484 0,259
S_T	1,000	0,580 0,217
q	1,000	0,675 0,186
		0,770 0,163
		0,865 0,145
		0,960 0,131
		1,056 0,119
		1,151 0,109
		1,246 0,101
		1,341 0,094
		1,437 0,087
		1,532 0,082
		1,627 0,077
		1,722 0,073
		1,817 0,069
		1,913 0,066
		2,008 0,063
		2,103 0,060
		2,198 0,057
		2,293 0,055
		2,375 0,051
		2,456 0,048
		2,537 0,045
		2,619 0,042
		2,700 0,040
		2,781 0,037
		2,862 0,035
		2,944 0,035
		3,025 0,035
		3,106 0,035
		3,187 0,035
		3,269 0,035
		3,350 0,035
		3,431 0,035
		3,512 0,035
		3,594 0,035
		3,675 0,035
		3,756 0,035
		3,837 0,035
		3,919 0,035
		4,000 0,035

Parametri dipendenti	
S	1,000
η	1,000
T_D	0,098 s
T_C	0,294 s
T_B	2,293 s

Espressioni dei parametri dipendenti	
	(NTC-08 Eq. 3.2.5)
	(NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5)
	(NTC-07 Eq. 3.2.8)
	(NTC-07 Eq. 3.2.7)
	(NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)	
--	--

Lo spettro di risposta $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ moltiplicando per $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Spettro elastico in accelerazione orizzontale SLV

6.3. Descrizione dell'edificio

L'edificio è costituito da due livelli con pianta esagonale e lato di dimensioni 9m comprendente una superficie lorda di 229.1346 m².

Si sviluppa su due livelli, in particolare:

- piano terra a quota +0.32 m che comprende sala ristoro, bagno, cucina, bivacco, magazzino e locale impianti con altezza interpiano pari a 2.80 m;
- piano rialzato a quota +3.44 m che comprende le camere adibite per ospiti, due bagni e la camera per il gestore con altezza interpiano variabile.

Infine, essendo a conoscenza dell'impossibilità di raggiungere l'edificio nel periodo invernale poiché l'accesso è limitato a causa della neve, si predispone un periodo di apertura parziale che inizia a maggio e si conclude a fine settembre.

Per la predisposizione degli interni si è fatto riferimento al Decreto del presidente della provincia del 20 ottobre 2008, n. 47-154/Leg *"Ordinamento dei rifugi alpini, bivacchi, sentieri e vie ferrate"*.

In particolare, vengono definiti tutti i requisiti minimi e massimi funzionali e strutturali.

"Ogni rifugio alpino, al fine dell'iscrizione nell'elenco delle strutture alpinistiche previsto dall'articolo 2 della legge provinciale, deve essere sufficientemente attrezzato con distinti locali per la sosta, per il ristoro e per il pernottamento nonché disporre dei seguenti requisiti minimi strutturali e funzionali:

- a) servizio di cucina;*
- b) uno spazio attrezzato utilizzabile per il consumo di alimenti e bevande;*
- c) spazi destinati al pernottamento, attrezzati con letti o cuccette anche sovrapposti;*
- d) servizio telefonico o altra tecnologia tale da permettere comunicazioni con la centrale operativa del 118;*
- e) una fonte di energia elettrica;*
- f) una piazzola per l'atterraggio degli elicotteri rispondente alle indicazioni fornite dalla struttura provinciale competente in materia di protezione civile;*

g) un locale per il ricovero di fortuna aperto nei periodi di chiusura del rifugio.

3. Al fine dell'iscrizione delle strutture alpinistiche nell'elenco previsto dall'articolo 2 della legge provinciale i rifugi alpini, escludendo l'alloggio del gestore, non devono superare uno o più dei seguenti requisiti massimi strutturali e funzionali contraddistinti da:

a) locali adibiti a camera con adeguata densità di posti letto, il cui parametro di verifica non può risultare superiore a 10 metri cubi di aria per posto letto;

b) percentuale di ricettività in camere fino a 4 posti letto, comunque non superiore al 50 per cento della ricettività complessiva;

c) assenza di camere con servizi igienici dedicati;

d) prevalenza di servizi dedicati agli escursionisti in rifugi prossimi agli impianti a fune o alle piste di sci, confermata da una valutazione espressa dalla conferenza provinciale per il patrimonio alpinistico."³⁰⁶



³⁰⁶ DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA 20 ottobre 2008, n. 47-154/Leg

6.4. Descrizione della struttura

La struttura è stata ideata con il sistema innovativo Cold Steel Frame, in particolare i setti perimetrali esterni hanno spessore 475 mm mentre quelli interni 162,5 mm, tutte le pareti perimetrali strutturali sono caratterizzate da montanti con interasse di 60 cm aventi profilo a C irrigidita e di dimensioni 100x50x25 mm e spessore di 3 mm.

I solai interpiano sono costituiti da travi con interasse 60 cm con profilo a C irrigidito di dimensioni 260x80x30 mm e allineate con i montanti di parete e spessore di 4 mm mentre lo spessore totale del solaio risulta essere di 318,5mm; nel dettaglio è presente come rivestimento superiore il pavimento a parquet, il materassino acustico, trave con isolamento in lana di pecora, pannello OSB e un rivestimento in legno di larice.

Il solaio di copertura è anch'esso costituito da travi delle medesima dimensione e con spessore totale di 588 mm, a falde inclinate, inoltre è caratterizzato da un rivestimento interno in legno larice, la barriera al vapore, la trave con isolamento in lana di pecora, il pannello OSB, intercapedine d'aria, guaina bituminosa e un rivestimento esterno in lamiera.

Le travi sono connesse a ciascuna estremità a guide di piano realizzate con profili ad U 268x80x3mm.

Le fondazioni sono a trave rovescia superficiali, continue e realizzate in calcestruzzo armato.

Il controventamento di piano è affidato a pannelli OSB di spessore di 9 mm e collegato alle travi grazie a viti autofilettanti a testa svasata piana di diametro di 5,5mm.

<i>geometria dell'edificio</i>		
<i>Lato</i>	<i>9</i>	<i>m</i>
<i>Altezza interpiano</i>	<i>2,8</i>	<i>m</i>
<i>Copertura</i>	<i>a falde inclinate</i>	
<i>interasse montanti</i>	<i>60</i>	<i>cm</i>
<i>interasse travi</i>	<i>60</i>	<i>cm</i>

<i>dimensioni dei principali componenti strutturali del solaio</i>		
<i>membratura</i>	<i>profilo</i>	<i>dimensione</i>
<i>travi</i>	<i>C</i>	<i>260X80X30X3mm</i>
<i>guida di piano</i>	<i>U</i>	<i>268x80x3mm</i>
<i>profilo di irrigidimento dell'anima</i>	<i>C</i>	<i>100x50x1mm</i>

Le pareti del primo livello sono caratterizzate da un'altezza pari a 2,8m e montanti di dimensioni 100x50x25mm e 3mm di spessore connessi a guide di parete di dimensioni pari a 104x50x1mm e disposti in asse con le travi del solaio.

Sono stati predisposti degli elementi denominati "hold-down" nelle zone interessate da sforzi di trazione e come elementi di connessione tra montanti e guide di parete.

In prossimità delle aperture sono stati collocati doppi montanti denominati "King" ed un montante denominato "Jack" che funge da supporto per la piattabanda, quest'ultima è formata attraverso l'accoppiamento back to back di due profili a C irrigidita ovvero schiena a schiena di dimensioni pari a 250x50x20x2mm.

<i>dimensioni dei principali componenti strutturali della parete</i>		
<i>membratura</i>	<i>profilo</i>	<i>dimensione</i>
<i>montanti</i>	<i>C</i>	<i>100x50x25x3mm</i>
<i>guida di parete</i>	<i>U</i>	<i>106x50x1mm</i>
<i>piattabande</i>	<i>C</i>	<i>250x50x20x2mm</i>

6.5. Azioni

L'edificio è stato progettato principalmente per carichi gravitazionali, considerando il carico da vento come azione locale sulle pareti.

Le combinazioni di carico e i relativi carichi sono stati calcolati secondo le normative vigenti tra cui :

- Decreto del Ministero delle infrastrutture del 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n.42) Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S. LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

CARICHI PERMANENTI PER IL SOLAIO DI COPERTURA					
Tipologia	Stratificazione	Descrizione Pannelli OSB-	Spessore		Carico (kN/m ²)
Componenti strutturali	Rivestimento	2	18,00	mm	0,11
	Struttura in acciaio	profili CFS	4,00	mm	0,30
Componenti non strutturali	rivestimento interno	finitura in legno	12,50	mm	0,08
	isolante	lana di pecora	300,00	mm	0,09
	membrana bituminosa		8,00	mm	0,04
	manto impermeabile		8,00	mm	0,09
G ₁ =	0,41	G ₂ =	0,30	kN/m ²	Carico totale 0,71

CARICHI PERMANENTI PER IL SOLAIO INTERPIANO					
Tipologia	Stratificazione	Descrizione	Spessore		Carico (kN/m ²)
Componenti strutturali	Rivestimento	Pannelli OSB-2	18,00	mm	0,11
	Struttura in acciaio	profili CFS	3,00	mm	0,30
Componenti non strutturali					
	rivestimento	finitura in legno	25,00	mm	0,15
	isolante	lana di pecora	120,00	mm	0,04
	materassino acustico		5,00	mm	0,00
	finitura	parquet	4,00	mm	0,03
G ₁ =	0,41	kN/m ²	G ₂ =	0,21	kN/m ²
Carico totale					0,63

CARICHI PERMANENTI PER LE PARETI ESTERNE					
Tipologia	Stratificazione	Descrizione	Spessore		Carico (kN/m ²)
Componenti strutturali	Rivestimento				
	esterno	pannelli in OSB	9,00	mm	0,06
	Struttura in acciaio	profili CFS	3,00	mm	0,23
Componenti non strutturali	Isolante	lana di pecora	320,00	mm	0,09
	rivestimento	legno	25,00	mm	0,15
	Rivestimento	finitura esterna	10,00	mm	0,06
G ₁ =	0,29	kN/m ²	G ₂ =	0,30	kN/m ²
Carico totale					0,59

CARICHI PERMANENTI PER LE PARETI INTERNE					
Tipologia	Stratificazione	Descrizione	Spessore		Carico (kN/m ²)
Componenti strutturali	Struttura in				
	acciaio	profili CFS	3,00	mm	0,23
Componenti non strutturali	Isolante	lana di pecora	120,00	mm	0,04
	rivestimento	lastra in legno	50,00	mm	0,30
G ₁ =	0,23	kN/m ²	G ₂ =	0,34	kN/m ²
Carico totale					0,57

Le azioni da vento e neve sono state calcolate considerando un'altezza complessiva fuori terra dell'edificio pari a 9,8m, con inclinazione delle falde pari a 30° e 40° e una velocità di base di 29,5 m/s; attraverso tali assunzioni è stato possibile calcolare le azioni vento e neve che gravano sulla struttura, tali carichi insieme ai carichi variabili di esercizio sono riportati nella tabella seguente.

CARICHI ACCIDENTALI		
AZIONI	Carico (kN/m ²)	
ESERCIZIO (Q)	2	kN/m ²
VENTO (Q _w)	0,76 -0,9	kN/m ²
NEVE (Q _s)	5,53	kN/m ²

Considerando lo stato limite ultimo, le combinazioni sono state effettuate attraverso la formula che segue in cui sono presenti i coefficienti di sicurezza per azioni permanenti strutturali e non e per le azioni variabili.

Nel caso in cui si faccia riferimento allo stato limite d'esercizio si è presa in considerazione la combinazione caratteristica con i coefficienti di combinazione riportati di seguito.

COMBINAZIONE AZIONI ALLO SLU			
$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_{Q1}Q_1 + \gamma_{Q2}\psi_{02}Q_{K2}$			
COEFFICIENTE DI SICUREZZA			
Azioni permanenti strutturali	γ_{G1}		1,3
Azioni permanenti non strutturali	γ_{G2}		1,5
Azioni variabili	$\gamma_{Q,i}$		1,5
COMBINAZIONE AZIONI ALLO SLE			
combinazione caratteristica:			
$G_1 + G_2 + Q_1 + \psi_{02} Q_{K2}$			
Fattori di combinazione			
Azioni	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A	0,7	0,5	0,3
Neve (a quota >1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Vento	0,6	0,2	0

6.6. Progetto dei principali componenti strutturali

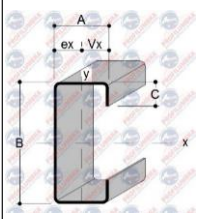
6.6.1. Travi

Le travi dei solai devono essere verificate agli stati limiti ultimi di flessione, taglio, forze concentrate e instabilità latero-torsionale.

Successivamente, verranno verificate per gli stati limite d'esercizio effettuando la verifica di deformabilità.

La trave in oggetto ha dimensioni pari a 8,19 m per quanto riguarda la trave di bordo e risulta essere caratterizzata da un doppio profilo a C con ali irrigidite.

La normativa di riferimento per le verifiche: "Eurocode 3: Design of Steel Structures Part 1-3: Design of Cold-formed Steel Structures".

GEOMETRIA DELLE TRAVI E PROPRIETÀ MECCANICHE DEL MATERIALE ADOTTATO				
Componente	Proprietà del materiale			
	Geometria		Proprietà meccaniche	
	h=	260 mm	E=	210000 N/mm ²
	b=	80 mm	f _{y,k} =	350 N/mm ²
	c=	30 mm	f _u =	420 N/mm ²
	tn=	4 mm	ν=	0,3
	t=	3,96 mm	corrispondente ad un acciaio S350GD+Z140 in accordo alla UNI-EN 10346	
	r=	3 mm		
	L=	8190 mm		

La verifica è stata effettuata considerando la condizione di carico più svantaggiosa:

$$q_{ED} = \gamma_{G1}q_{G1} + \gamma_{G2}q_{G2} + \gamma_Qq_s + \gamma_Q\psi_{0Q}q_Q$$

luce delle travi del solaio=		8,19		
interasse travetti=		60	cm	0,6 m
q_{g1} =	0,25	kN/m	carico permanente strutturale	
q_{g2} =	0,18	kN/m	carico permanente non strutturale	
q_Q =	1,20	kN/m	carico variabile di esercizio	
q_s =	3,32	kN/m	carico da neve	

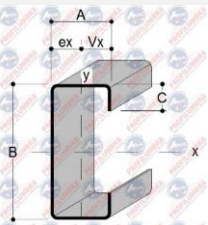
$L =$	8190	mm
$q_{Ed} =$	3,04	kN/m
$V_{ed} =$	$(q_{Ed} * L/2) =$	12,46 kN
$M_{Ed} =$	$(q_{Ed} * L^2/8) =$	25,51 kNm

Nel calcolo dei carichi agenti che gravano sulla trave in oggetto sono stati considerati anche le reazioni agenti dovute agli elementi limitrofi che scaricano su di essa, tenendo in considerazione l'inclinazione delle falde.

VERIFICHE A TAGLIO, FLESSIONE ED INSTABILITÀ DELLA TRAVE		
Resistenze di progetto	coefficiente di utilizzo	verifica
Taglio resistente :		
$V_{b,Rd} = \frac{h_w * t * f_{yb}}{\gamma M_0} = 138,60$ kN	$V_{ed}/V_{b,Rd} = 0,09$	verificato
Momento resistente :		
$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,y} * f_{yk}}{\gamma M_0} = 91,33$ kNm	$M_{ed}/M_{c,Rd} = 0,28$	verificato
Momento resistente per instabilità flessione-torsionale		
$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} * W_{eff,y} * f_{yk}}{\gamma M_1} = 31,79$ kNm	$M_{ed}/M_{b,Rd} = 0,80$	verificato

STATI LIMITE D'ESERCIZIO							
VERIFICA DI DEFORMABILITÀ							
$q_{d1} = q_{G1} + q_{G2} =$	0,07	kN/m	Luce della trave:	8190,00	mm	8,19	m
$q_{d2} = q_s + \psi_0 q_0 + q_q =$	0,21	kN/m	Luce della trave:	8190,00	mm	0,00	m
momento d'inerzia efficace:							
$I_{eff} = I_{gr} - \left(\frac{\sigma_{gr}}{\sigma} \right) (I_{gr} - I(\sigma)_{eff}) =$	35615964,63	mm ⁴	$I_{gr} =$	35616000,00	$(\sigma_{gr}) =$	0,01	
			$(I(\sigma)_{eff}) =$	33369515,12	$(\sigma) =$	350,00	
Freccia della trave:							
$\delta_1 = \left(\frac{5}{384} \right) \left(\frac{q_{d1} * L^4}{E * I_{eff}} \right) =$	0,51	mm	$z_{gr} =$	130,00			
				3,04			
$\delta_2 = \left(\frac{5}{384} \right) \left(\frac{q_{d2} * L^4}{E * I_{eff}} \right) =$	1,63	mm					
$\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2 =$	2,15	mm	$< L/200 =$	40,95	mm	verificato	
$\delta_2 =$	1,63	mm	$< L/250 =$	32,76	mm	verificato	

6.6.2. Montanti

GEOMETRIA DELLE TRAVI E PROPRIETÀ MECCANICHE DEL MATERIALE ADOTTATO						
Componente	Proprietà del materiale					
	Geometria			Proprietà meccaniche		
	$h=$	100	mm	$E=$	210000	N/mm^2
	$b=$	50	mm	$f_{y,k}=$	350	N/mm^2
	$c=$	25	mm	$f_u=$	420	N/mm^2
	$t_n=$	3	mm	$\nu=$	0,3	
	$t=$	2,96	mm	corrispondente ad un		
	$r=$	3	mm	acciaio S350GD+Z140 in accordo		
	$H=$	2800	mm	alla UNI-EN 10346		

Per la progettazione e la verifica dei montanti secondo l'approccio all-steel, la resistenza del montante dipende esclusivamente dal montante stesso, ipotizzato isolato.

Le caratteristiche geometriche e le proprietà meccaniche dei montanti progettati sono sintetizzati nella tabella.

La normativa di riferimento per le verifiche: "Eurocode 3: Design of Steel Structures Part 1-3: Design of Cold-formed Steel Structures".

In particolare, i montanti hanno un'altezza di 2,8m e sono soggetti ai seguenti carichi trasferiti dal solaio di copertura, interpiano e dalle pareti sovrastanti:

carichi trasferiti dal solaio di copertura		
$q_{G1,r}=$	1,02	kN
$q_{G2,r}=$	0,73	kN
$q_Q=$	4,92	kN
$q_s=$	13,60	kN
$q_w=$	2,21	kN

carichi trasferiti dal solaio interpiano		
$q_{G1,r} =$	1,02	kN
$q_{G2,r} =$	0,52	kN
$q_Q =$	4,92	kN
$q_s =$	13,60	kN
$q_w =$	2,21	kN

carichi trasferiti dalle pareti sovrastanti		
altezza:	1,8	m
$q_{G1,w} =$	0,310316	kN
$q_{G2,w} =$	0,328406	kN

AZIONI DI PROGETTO ALLO SLU			
$N_{ed,B} =$	36,59	kN	sforzo normale all'estremità inferiore
$N_{ed,C} =$	35,89	kN	sforzo normale in mezzeria
$M_{ed,max} =$	3,25	kNm	

VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE ED INSTABILITÀ DI UN MONTANTE DI PARETE	
PRESSOFLESSIONE NELLA SEZIONE DI BASE (B)	
$\frac{N_{Ed,B}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{cy,Rd,com}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{cz,Rd,com}} \leq 1$	0,17
PRESSOFLESSIONE NELLA SEZIONE DI BASE (C)	
$\frac{N_{Ed,C}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{cy,Rd,com}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{cz,Rd,com}} \leq 1$	0,57
VERIFICHE DI INSTABILITÀ PER LA SEZIONE DI MEZZERIA (C)	
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1} \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$	0,83

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

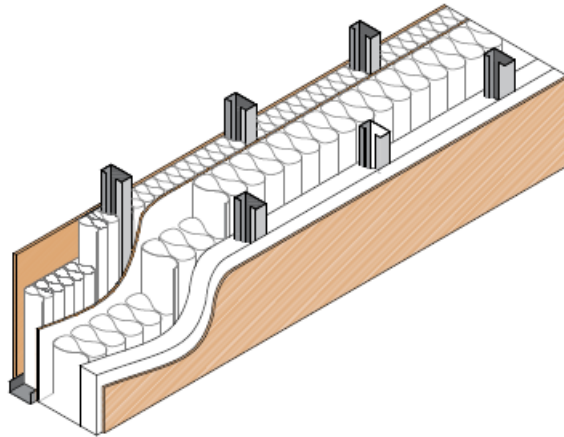
6.7. *Trasmittanza termica*

Per adempiere alla problematiche dell'umidità interstiziale, si è ricorso all'utilizzo di un efficace sistema di isolamento; in particolare si è utilizzato come sistema di isolamento la lana di pecora di spessore 100 mm nello strato più interno della parete e 220 mm nello strato più esterno, questo materiale risulta essere apprezzato per le sue proprietà di isolamento acustico oltre che termico ed è autoestinguente, carbonizza velocemente, non trasmette la fiamma, non fonde, non gocciola e prende fuoco solamente quando la temperatura circostante raggiunge i 600°C.

È stato verificato attraverso la costruzione del diagramma di Glaser la presenza di condensa interstiziale e/o superficiale.

Nel dettaglio:

<u>Condizioni esterne di riferimento:</u>					
t_e =temperatura esterna=	-8	°C		ϕ = umidità=	70%
h_e = coefficiente esterno convettivo=	25	$W/m^2 K$			
<u>Condizioni interne di riferimento:</u>					
t_i =temperatura interna=	20	°C		ϕ = umidità=	50%
h_i = coefficiente esterno convettivo=	7,7	$W/m^2 K$			
<u>Temperatura rugiada</u>					
t_i =temperatura interna=	20	°C		ϕ = umidità=	50%
$t_{emp.rugiada}$ =	11,12	°C	$press.vapore$ =	13,24	bar
				$umidità\ ass.$ =	9,72 g/m^3
<u>legno (strato 1)</u>					
s =spessore=	0,025	m			
λ = conducibilità termica=	0,12	W/mK		ρ =densità=	788 kg/m^3
δ = permeabilità al vapore=	$30 \cdot 10^{-12}$	$kg/(smPa)$			
<u>lana di pecora (strato 1)</u>					
s =spessore=	0,1	m			
λ = conducibilità termica=	0,04	W/mK		ρ =densità=	100 kg/m^3
δ = permeabilità al vapore=	$0,23 \cdot 10^{-12}$	$kg/(smPa)$			
<u>CFS</u>					
s =spessore=	0,003	m			
λ = conducibilità termica=	52	W/mK		ρ =densità=	23,56 kg/m^3
δ = permeabilità al vapore=	0	$kg/(smPa)$			
<u>Pannello OSB</u>					
s =spessore=	0,009	m			
λ = conducibilità termica=	0,13	W/mK		ρ =densità=	650 kg/m^3
δ = permeabilità al vapore=	$30 \cdot 10^{-12}$	$kg/(smPa)$			
<u>lana di pecora (strato 2)</u>					
s =spessore=	0,22	m			
λ = conducibilità termica=	0,04	W/mK		ρ =densità=	100 kg/m^3
δ = permeabilità al vapore=	$0,23 \cdot 10^{-12}$	$kg/(smPa)$			
<u>legno (strato 2)</u>					
s =spessore=	0,009	m			
λ = conducibilità termica=	0,12	W/mK		ρ =densità=	788 kg/m^3
δ = permeabilità al vapore=	$30 \cdot 10^{-12}$	$kg/(smPa)$			



Resistenza interna/esterna convettiva :

$$R_e = 1/h_e; R_i = 1/h_i$$

resistenza interna conduttiva:

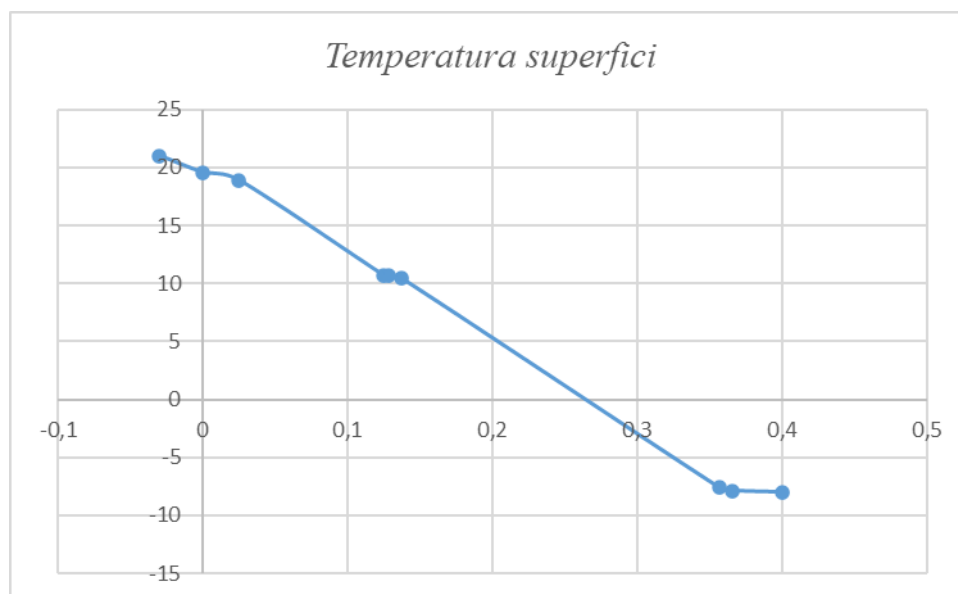
$$R = S/\lambda$$

<u>resistenze termiche specifiche</u>		<u>resistenze percentuali</u>	
		$R_{si} = (R_{si}/R_{tot}) * 100$	
$R_{si} =$	0,13	$R_{si} =$	1,52%
$R_1 =$	0,21	$R_1 =$	2,44%
$R_2 =$	2,50	$R_2 =$	29,33%
$R_3 =$	0,00	$R_{3(min)} =$	0,00%
$R_4 =$	0,07	$R_4 =$	0,81%
$R_5 =$	5,50	$R_{5(max)} =$	64,54%
$R_6 =$	0,08	$R_6 =$	0,88%
$R_{se} =$	0,04	$R_{se} =$	0,47%
$R_{tot} =$	8,52	$R_{tot} =$	100,00%

flusso termico specifico=	$q' = Q/A = (t_i - t_e)/R_{tot} =$	3,29	W/m^2
conduttanza termica specifica=	$U = 1/R_{tot} =$	0,12	$W/m^2 K$

<u>calcolo dei Δt</u>		
$\Delta t_{il} = \Delta t_{ie} * (R_i / R_{tot})$		
$\Delta t_{il} =$	0,43	°C
$\Delta t_1 =$	0,68	
$\Delta t_2 =$	8,21	
$\Delta t_3 =$	0,00	
$\Delta t_4 =$	0,23	
$\Delta t_5 =$	18,07	
$\Delta t_6 =$	0,25	
$\Delta t_{3e} =$	0,13	

<u>Temperatura delle superfici (analisi termica)</u>		
$T_a = T_i - \Delta t_{il}$		
$T_a =$	19,57	°C
$T_b =$	18,89	
$T_c =$	10,68	
$T_d =$	10,68	
$T_f =$	10,45	
$T_g =$	-7,62	
$T_h =$	-7,87	
$T_e =$	-8,00	



L'asse orizzontale rappresenta lo spessore delle superfici in metri [m] mentre l'asse verticale la temperatura in °C, nel grafico si può notare l'andamento delle temperature in relazione alle varie superfici interessate.

$T_a > T_{rugiada}$	verificato	→	NON C'E' CONDENSA SUPERFICIALE, VERIFICATO
---------------------	------------	---	--

Analisi termo-igrometrica (verifica della condensa)

Per l'analisi termo-igrometrica considerando che la pressione di saturazione è in funzione della temperatura, può essere espressa come:

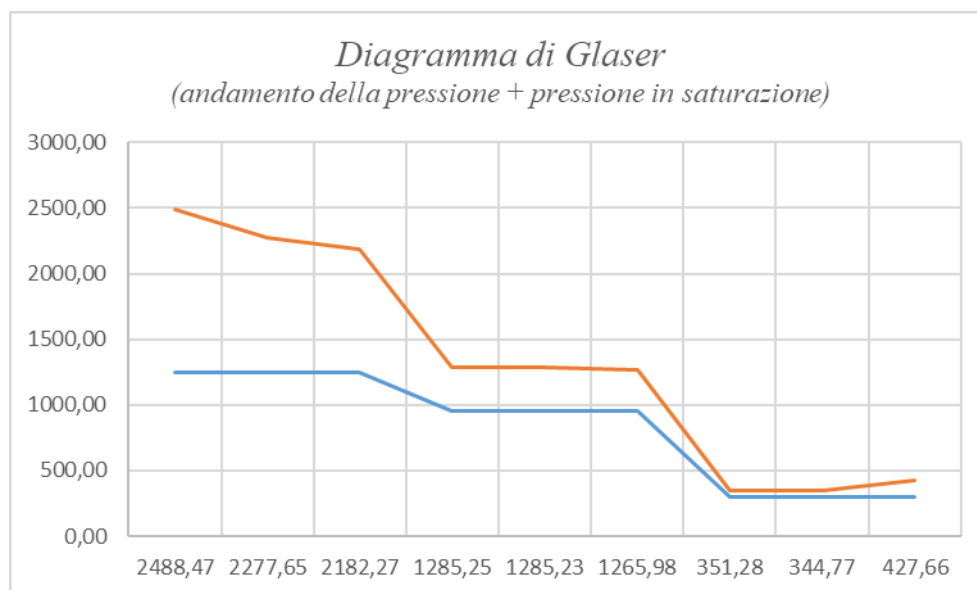
<u>Analisi termo-igrometrica (verifica della condensa)</u>		
$Ln(P_{vs}) = (A/T) + B$		
Dove :	$A = -5342,64$	$B = 25,9824$
P è in Pascal e T è in Kelvin		
P_{vs} (da formula)	$P_v = P_{vs} * \varphi$	
$P_{vsi} = 2488,47$	$P_{vi} = 1244,23$	
$P_{vsa} = 2277,65$		
$P_{vsb} = 2182,27$		
$P_{vsc} = 1285,25$		
$P_{vsd} = 1285,23$		
$P_{vsf} = 1265,98$		
$P_{vsg} = 351,28$		
$P_{vsgh} = 344,77$		
$P_{vse} = 427,66$	$P_{ve} = 299,36$	
$P_{tot} = 11908,55$		
		Pa
		Pa
<u>Calcolo delle resistenze al vapore (z^*)</u>		
$z^* = S/\delta$		
$Z_i^* = 0$		per ipotesi
$Z_1^* = 8,33E+08$		
$Z_2^* = 4,35E+11$		
$Z_3^* = 0,00E+00$		$(m^2 s Pa/kg)$
$Z_4^* = 3,00E+08$		
$Z_5^* = 9,57E+11$		
$Z_6^* = 4,00E+09$		
$Z_e^* = 0$		per ipotesi
$Z_{tot} = 1,40E+12$		$(m^2 s Pa/kg)$
$P_{tot} (1/z_{tot})$ (permeanza unitaria)	$8,53E-09$	$kg/m^2 s Pa$

Resistenza al vapore percentuali $((z/z_{tot})*100)$		
$Z_1 =$	0,06%	Z_{min}
$Z_2 =$	31,14%	
$Z_3 =$	0,00%	Z_{max}
$Z_4 =$	0,02%	
$Z_5 =$	68,50%	
$Z_6 =$	0,29%	

Portata unitaria di vapore : $g_v = (P_{vi} - P_{ve})/z_{tot} = 6,77E-10 \text{ kg/s m}^2$

Cadute di pressione parziali		
$\Delta P_{v,ie} =$	944,87	Pa
$\Delta P_{v1} =$	0,56	
$\Delta P_{v2} =$	294,19	
$\Delta P_{v3} =$	0,00	
$\Delta P_{v4} =$	0,20	
$\Delta P_{v5} =$	647,21	
$\Delta P_{v6} =$	2,71	

$P_v = P_{v \text{ prec.}} - \Delta P_v$		
P_{vi}	1244,23	Pa
P_{va}	1244,23	
P_{vb}	1243,67	
P_{vc}	949,48	
P_{vd}	949,48	
P_{vf}	949,28	
P_{vg}	302,07	
P_{vh}	299,36	
P_{ve}	302,07	



Nel grafico la linea rappresentata dal colore arancione definisce le pressioni parziali di vapore per ogni superficie mentre la linea rappresentata dal colore blu definisce le pressioni parziali di saturazione.

Come possiamo notare, la pressione parziale di vapore non supera la pressione parziale di saturazione e quindi non ci sarà la presenza di condensa tra le superfici.

Un'altra caratteristica da citare è la presenza della lana di pecora, *"la quale adempie a diverse funzioni tra le quali quella di limitare l'effetto condensa. La soluzione a questo problema avviene perché all'interno della copertura lo strato di lana con elevata inerzia termica, interrompe il contatto tra l'ambiente interno e la lamiera esterna di copertura, impedendo al vapore acqueo di incontrare una superficie fredda e, di conseguenza, di condensare."*³⁰⁷

³⁰⁷ <https://www.isolantelanadipecora.it/isolanti-termici-in-lana-di-pecora-ed-LCA.html>, sito web consultato in data 28.04.2022

6.8. *Kit fotovoltaico*

La scelta dell'utilizzo del fotovoltaico trova le basi sulla necessità di poter produrre energia pulita attraverso due valutazioni importanti, ovvero economico ed ambientale. I pannelli fotovoltaici sono caratterizzati dal fatto che utilizzano l'energia proveniente dal sole per produrre di conseguenza corrente elettrica.

“Ecco quali sono i vantaggi di natura economica di un impianto fotovoltaico:

- *abbattimento del consumo di energia a pagamento con una riduzione drastica fino al 80% dei costi dell'energia elettrica sulla bolletta;*
- *detrazione fiscale del 50% sull'importo totale dell'acquisto di un impianto fotovoltaico anticipando notevolmente il ritorno dell'investimento;*
- *usufruire dei certificati Bianchi;*
- *usufruire dell'incentivo legato allo scambio sul posto dell'energia elettrica non utilizzata;*
- *incrementare il valore del proprio immobile e la classe di efficienza energetica;*
- *il costo dell'impianto fotovoltaico si ripaga in un periodo compreso tra i 4 e i 7 anni”.*³⁰⁸

La seconda considerazione importante è dovuta al fatto che attraverso il fotovoltaico è possibile ottenere energia pulita riducendo notevolmente così le emissioni di anidride carbonica in atmosfera in un'ottica che è proiettata al futuro e che mira principalmente alla salvaguardia dell'ambiente.

“Di seguito un elenco dei vantaggi di natura energetica e ambientale di un impianto fotovoltaico:

- *abbattimento delle emissioni di anidride carbonica contribuendo concretamente alla tutela dell'ambiente*
- *notevole risparmio energetico*

³⁰⁸ <https://www.enersolare.net/perche-installare-un-impianto-fotovoltaico/>, sito web consultato in data 10/08/2022

- *migliorare l'immagine aziendale: la scelta di utilizzare le energie rinnovabili ti distingue come una realtà proiettata verso il futuro*
- *diminuzione dell'impatto degli impianti fotovoltaici sul paesaggio. I pannelli fotovoltaici di ultima generazione sono integrati perfettamente sui tetti degli edifici, con un impatto nullo sull'ambiente*
- *azzeramento dell'inquinamento acustico e l'immissione di gas serra*
- *indipendenza energetica".³⁰⁹*

Nel progetto di tesi, per il calcolo della possibile potenza dell'impianto, si è tenuto conto delle principali dispersioni di energia dovuti all'utilizzo dei vari elettrodomestici.

forno elettrico 120 kWh	120	kWh
televisore, computer e lampadina fluorescente 150 kWh	150	kWh
ferro da stiro 160 kWh	160	kWh
aspirapolvere 190 kWh	190	kWh
lavastoviglie 200 kWh	200	kWh
forno a microonde 230 kWh	130	kWh
condizionatore 240 kWh	240	kWh
lavatrice 260 kWh	260	kWh
frigorifero e freezer 600 kWh	600	kWh
scaldabagno elettrico 1500 kWh	1500	kWh
TOTALE	3550	kWh

Il consumo annuo totale è circa di 4000 kWh.

Per la progettazione del rifugio sono stati utilizzati 16 moduli fotovoltaici da 375 W l'uno ed una potenza complessiva di 6000 W.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche dei moduli fotovoltaici, dell'inverter e del sistema di accumulo.

³⁰⁹ <https://www.enersolare.net/perche-installare-un-impianto-fotovoltaico/>, sito web consultato in data 10/08/2022

KIT FOTOVOLTAICO



Impianto fotovoltaico da 6 kW, Chiavi in Mano tutto incluso .

Impianto fotovoltaico compatibile con Ecobonus detrazione fiscale al 50% e con possibilità di applicazione dello sconto in fattura previa verifica fattibilità.
Impianto fotovoltaico costituito da:

- 16 moduli fotovoltaici MODULI SUNPOWER SPR -P3-375 W BLACK da 375 W
- 1 inverter GOODWE Hybid GW5048-EM, da 5000 W
- 1 Sistema di accumulo, ACCUMULO LG-CHEM, LG RESU 16H PRIME -16kWh 400V Li-on Battery DoD 100% , da 16 kWh,
- sistema di fissaggio, quadri elettrici, installazione e pratiche burocratiche.

Caratteristiche principali del Kit Fotovoltaico

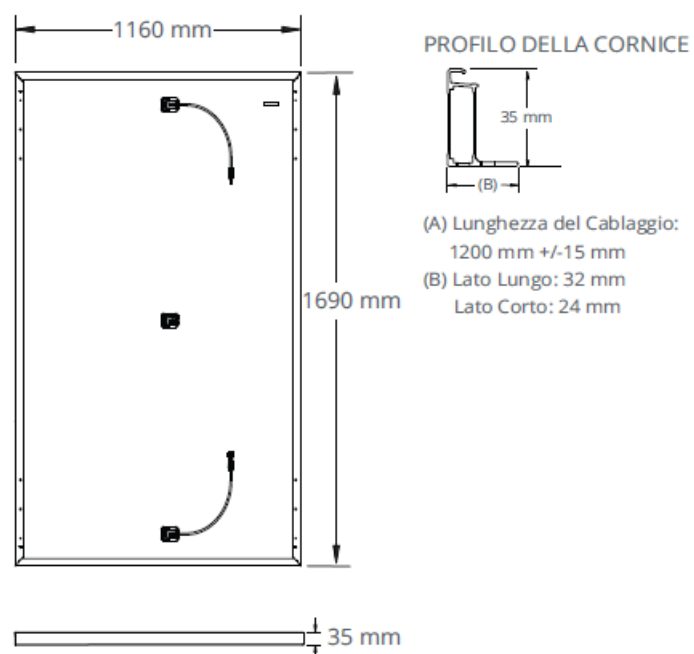
Caratteristiche principali del Kit Fotovoltaico	
	Dati generali impianto fotovoltaico
Potenza di picco impianto	6.02 kWp
Superficie complessiva dei moduli	26.32 mq
Superficie lorda impianto fotovoltaico	26.88 mq
Produzione annuale	minimo: 6621 kWh/anno - massimo: 9030 kWh/anno
Marca e Modello modulo fotovoltaico	MODULI SUNPOWER SPR MAX3 430W
N. Moduli fotovoltaici	14
Dimensioni modulo	181X104X4 altezza(cm) X base(cm) X spessore(cm)
Superficie modulo	104 x 181 = 1.88 mq
Potenza modulo	430 W
Efficienza modulo / Superficie per kW	22.87 % / 4.37 mq per ogni kW
Marca e Modello inverter	INVERTER SOLAREEDGE SE6000H+Wi-Fi+OTTIMIZZATORI
Potenza inverter	6000 W
N. Inverter	1
Marca e Modello Accumulo	ACCUMULO SOLAREEDGE SolarEdge Energy Bank
Capacità	10 kWh
N. Accumuli	1

MODULI FOTOVOLTAICI

Electrical Data					
Modello	SPR-P3-390-BLK	SPR-P3-385-BLK	SPR-P3-380-BLK	SPR-P3-375-BLK	SPR-P3-370-BLK
Potenza nominale (P _{nom}) ⁵	390 W	385 W	380 W	375 W	370 W
Tolleranza di potenza	+5/0%	+5/0%	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Efficienza media del modulo	19,9%	19,6%	19,4%	19,1%	18,9%
Tensione al punto di massima potenza (V _{mpp})	36,7 V	36,3 V	35,9 V	35,5 V	35,1 V
Corrente al punto di massima potenza (I _{mpp})	10,63 A	10,61 A	10,59 A	10,57 A	10,55 A
Tensione a circuito aperto (V _{oc}) (+/-3%)	44,0 V	43,7 V	43,4 V	43,0 V	42,6 V
Corrente di cortocircuito (I _{sc}) (+/-3%)	11,35 A	11,31 A	11,28 A	11,26 A	11,24 A
Tensione massima del sistema	1000 V IEC				
Corrente massima del fusibile	20 A				
Coeff. temp. potenza	-0,34% / °C				
Coeff. temp. tensione	-0,28% / °C				
Coeff. temp. corrente	0,06% / °C				

Test e Certificazioni	
Test standard ⁶	IEC 61215, IEC 61730
Certificazione di gestione della qualità	ISO 9001:2008, ISO 14001:2004
Conformità EHS	OHSAS 18001:2007, Schema di riciclaggio
Test dell'ammoniaca	IEC 62716
Test di resistenza alle tempeste di sabbia	MIL-STD-810G
Test di resistenza all'acqua salata	IEC 61701 (livello massimo superato)
Test PID	IEC 62804
Catalogazioni Disponibili	TUV

Condizioni Operative e Dati Meccanici	
Temperatura	-40°C to +85°C
Resistenza all'impatto	Grandine del diametro di 25 mm a una velocità di 23 m/s
Celle solari	PERC Monocristalline
Vetro	Vetro temperato antiriflesso ad alta trasmissione
Scatola di giunzione	IP-67, Stäubli MC4, 3 diodi di bypass
Peso	21,0 kg
Carico massimo	Vento: 2400 Pa, 244 kg/m ² fronte e retro Neve: 5400 Pa, 550 kg/m ² fronte
Cornice	Alluminio anodizzato nero classe 1, massima classificazione AAMA



ACCOMULATORE



Accumulo fotovoltaico - ACCUMULO LG-CHEM - LG RESU 16H PRIME -16kWh 400V Li-on Battery DoD 100%



Accumulo fotovoltaico - Caratteristiche del sistema di accumulo ACCUMULO LG-CHEM

Tecnologia	ACCUMULO LITIO
Modello del sistema di accumulo	LG RESU 16H PRIME -16kWh 400V Li-on Battery DoD 100%
Capacità del sistema di accumulo	16.00 kWh (lorda)
Potenza accumulo (scarica)	7.00 kW
Peso	159 Kg

Descrizione del sistema di accumulo fotovoltaico

INVERTER

Dati generali			
Temperatura ambientale (°C)	-25~60	-25~60	-25~60
Umidità relativa	0~95%	0~95%	0~95%
Altitudine operativa (m)	≤4000	≤4000	≤4000
Sistema raffreddamento	Convenzione naturale	Convenzione naturale	Convenzione naturale
Emissioni acustiche (dB)	<25	<25	<25
Interfaccia utente	LED & APP	LED & APP	LED & APP
Comunicazione a) EMS**	RS485; CAN	RS485; CAN	RS485; CAN
Comunicazione a) Ezmeter	RS485	RS485	RS485
Comunicazione portale monitoraggio	Wi-Fi	Wi-Fi	Wi-Fi
Peso (kg)	16	17	17
Dimensioni (larghezza*altezza*profondità mm)	347*432*175	347*432*175	347*432*175
Sistema di montaggio	Staffa a parete	Staffa a parete	Staffa a parete
Grado protezione ambientale	IP65	IP65	IP65
Consumo in standby (W)	<13	<13	<13
Topologia	Isolamento alta frequenza	Isolamento alta frequenza	Isolamento alta frequenza

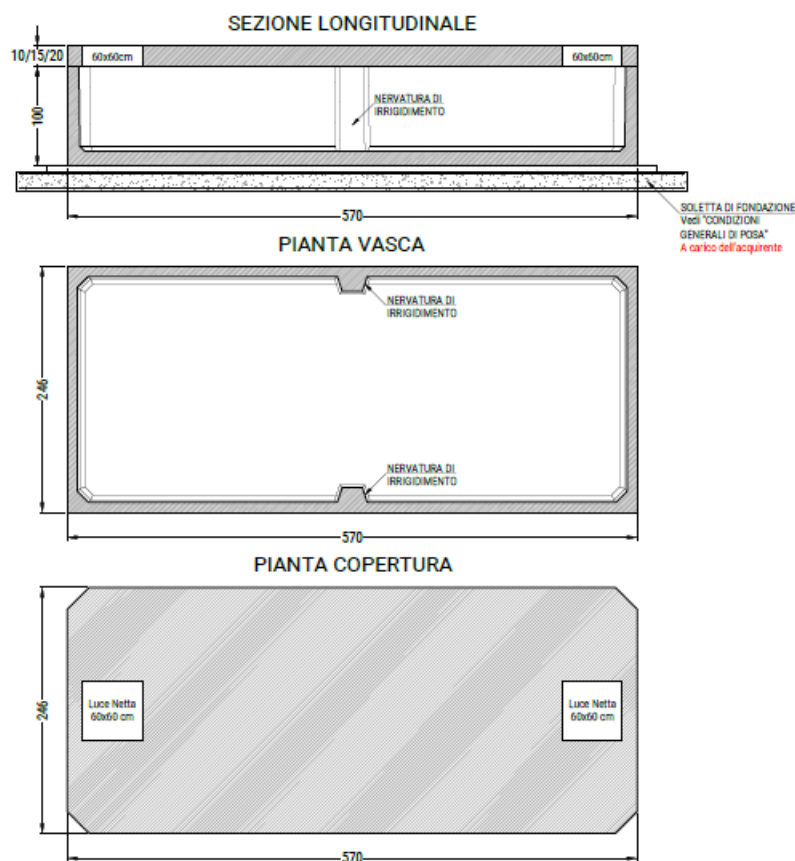
6.9. Vasca di raccolta

La risorsa idrica è indispensabile per tutto il periodo di apertura del rifugio è quindi necessario ipotizzare il posizionamento di due vasche per la raccolta dell'acqua piovana, poiché si può pensare che il 50% dell'acqua utilizzata all'interno di una casa o in questo caso di un rifugio potrebbe essere proveniente dal recupero di acqua piovana.


EDIL IMPIANTI₂

Via A. Costa 139
C.P. 00 - 47822
Santarcangelo di
Romagna (RN)
+39 0541 626 370
+39 0541 626 939
www.edilimpianti.it
info@edilimpianti.it

VACM21H100 - VASCA MONOBLOCCO PREFABBRICATA IN C.A.V. cm. 246x570xh100 + 10/15/20 cop.

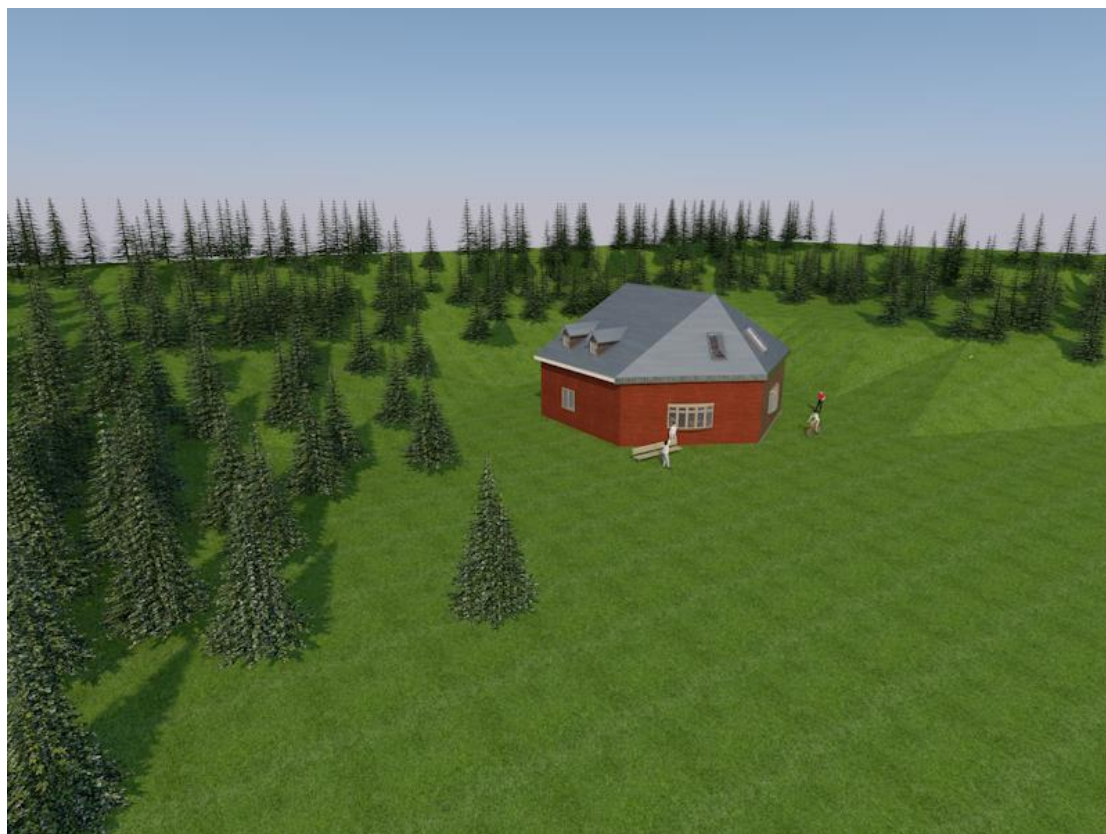


SCHEDA TECNICA									
N.B.: Le dimensioni e i materiali qui utilizzati sono riferiti a manufatti da installare entroterra									
DESCRIZIONI TECNICHE					PESO				
VOLUME TOTALE (mc)		DIMENSIONI ESTERNE (cm)			VASCA (kg)	LASTRA DI COPERTURA (kg)			
		Larghezza	Lunghezza	Altezza		h 10 cm B125	h 15 cm C250	h 20 cm D400	
10,5		246	570	100	95,3	34,8	52,2	69,7	
Disegnato da EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.					Disegnatore		Controllato da		
Per lo scavo occorre maggiorare le misure di circa 50/100 cm. Sul peso Edil Impianti 2 S.r.l. si riserva una tolleranza del ± 5%.									
Questo disegno non può essere riprodotto o reso noto a terzi o aziende concorrenti senza la nostra autorizzazione					Rif. VACM21H100		N.B. Disegno non in scala		Data _/_/____

Questo è uno dei punti fondamentali del progetto poiché risulta essere indispensabile cercare di recuperare l'acqua piovana per poterla riutilizzare, considerando l'utilizzo errato che si attua negli ultimi anni in netta contrapposizione alla disponibilità di questa preziosissima risorsa naturale che risulta essere sempre più di scarse quantità.

6.10. Render Rifugio Camporosa





7. CONCLUSIONI

Il progetto redatto porta alla luce innumerevoli punti fondamentali per la costruzione di un edificio sostenibile in alta quota.

Il filo conduttore che unisce ogni tematica riguardante la costruzione di un edificio partendo dal sito, dove viene ubicato, alle finiture della struttura risulta essere la sostenibilità.

Negli ultimi anni si è parlato molto di questa tematica a causa anche degli effetti che comporta l'inquinamento nell'ambiente e della preoccupante carenza di materie prime, considerando, inoltre, le calamità naturali che incidono sulla disponibilità dei materiali.

Ad esempio il legname, materiale pregiato e ricco nel nostro paese, con gli anni si è potuto constatare una netta diminuzione della sua disponibilità a causa del disboscamento, dei fenomeni naturali quali frane o incendi (tal volta dolosi) che portano alla distruzione della fauna, senza considerare le conseguenze che comporta l'assenza di piante e alberi nell'ambiente circostante e nella fauna.

Quindi, per progettisti, ingegneri, architetti e scienziati, la concezione di costruzione si trasformò drasticamente al fine di ricercare materiali naturali, idonei e allo stesso tempo con caratteristiche e proprietà all'avanguardia per salvaguardare l'ambiente circostante.

Un altro tassello fondamentale è rappresentato dal design strutturale, il quale risulta essere sempre in stretta connessione con la scelta dei materiali ma si prefigge una visione pionieristica per far in modo che l'edificio possa essere considerato parte integrante del

paesaggio, richiamando così nelle linee della struttura gli elementi circostanti.

Questi principi sono stati applicati anche per edifici collocati in contesti ambientali critici con temperature che possono toccare fino ai -60°C di minima e i -10°C di massima.

In determinate circostanze, come la costruzione di rifugi di alta quota, si predilige l'utilizzo della prefabbricazione per far in modo di poter assemblare direttamente in loco i vari elementi in un'ottica sia di accelerare le tempistiche di costruzione sia di un risparmio economico consistente poiché è possibile visionare, valutare e controllare i vari dettagli ed elementi costitutivi della struttura fuori opera, per poi poter procedere al loro trasporto ed assemblaggio; così facendo si può notare un risparmio notevole anche per i costi di cantiere.

L'edificio progettato rispecchia le caratteristiche di una costruzione sostenibile, collocato a quota 1450m, è stato utilizzato come materiale principale l'acciaio.

Grazie alle innovazioni in campo edile per quanto riguarda la scelta della struttura portante e dei materiali, si è potuto utilizzare la tipologia Steel-Frame che utilizza elementi laminati a freddo per la costruzione degli elementi principali, i quali risultano essere molto leggeri rispetto alle tradizionali tipologie applicate e grazie al quale è possibile riutilizzare ogni elemento per altre applicazioni od opere.

L'obiettivo del progetto infatti, è stato individuare materiali conformi che possono essere riciclati e recuperati per assemblare nuovi componenti edilizi e poter ridurre il potenziale riscaldamento globale, nel dettaglio si può evincere che la possibilità del riuso e del riciclo degli elementi in acciaio come montanti, travi, connettori, piastre, viti e bulloni ha permesso di ottimizzare i tempi di produzione e di montaggio e smontaggio.

Inoltre, per l'isolamento strutturale dell'intera struttura si è utilizzata la lana di pecora, materiale naturale e sostenibile che permette di avere un adeguato confort termico grazie alle proprietà che la contraddistinguono poiché adempie sia come isolante termico che acustico ed inoltre grazie all'elevata inerzia termica, interrompe il contatto tra l'ambiente interno e l'esterno, evitando così l'insorgere di fenomeni di condensa.

La lana 100% è autoestinguente, carbonizza velocemente, non trasmette la fiamma, non fonde, non gocciola e prende fuoco solamente quando la temperatura circostante raggiunge i 600°C.

Infine, attraverso la predisposizione di pannelli fotovoltaici e delle vasche per la raccolta d'acqua è possibile accumulare l'energia e l'acqua per poterle riutilizzare in seguito.

8. BIBLIOGRAFIA

Legge 17 maggio, 1983, n. 217, "Legge quadro per il turismo e interventi per il potenziamento e la qualificazione dell'offerta turistica", GU n. 141 del 25-5-1983

Art.6 Legge 217/1983

Regolamento generale rifugi (26.11.2011), CAI

Club alpino italiano REGOLAMENTO GENERALE

REGOLAMENTO STRUTTURE RICETTIVE DEL CLUB ALPINO ITALIANO

Vuilleumier, R. (2007-2013), *Guida alle buone pratiche nei rifugi in alta quota*, nel progetto "Eco innovation en altitude" all'interno del programma Alcotra.

R. Chiabrando, E. Fabrizio (2009), *La sostenibilità energetica delle costruzioni: criteri progettuali e strumenti di verifica*, Ischia Porto.

Sposito M. (2020), *Scenari possibili e preferibili di un futuro sostenibile verso il 2030 e oltre*, AGATHÓN - International Journal of Architecture, Art and Design.

Dini R., Gibello L., Girodo S. (2018), *Rifugi e bivacchi, gli imperdibili delle Alpi*, Architettura, storia, paesaggio, HOEPLI, Milano

Fatta, F. (2002), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia. Disegni, rilievi e carte storiche*, Ed. Rubettino, Soveria Mannelli, Catanzaro.

Bartolomei, C., Amoruso, G., a cura di, *L'architettura dei fari italiani: The architecture of Italian lighthouses*, II. *Mar Ligure e Mar Tirreno*, Alinea Editrice, Firenze, 2006).

Piombanti, G., *Guida storica ed artistica della città e dei dintorni di Livorno*, Livorno 1903

Landolfo R., Ermolli Russo S. (2012), *ACCIAIO E SOSTENIBILITÀ progetto, ricerca e sperimentazione per l'housing in cold-formed steel*, ALINEA, Firenze.

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA 20 ottobre 2008, n. 47-154/Leg

9. SITOGRAFIA

- <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=STORIA&sezione=STORIA>,
Rifugi e Bivacchi d'Italia, sezione di Lugo di Romagna
sito web consultato in data 08.03.2022
- <https://www.cai.it/storia-2/>,
sito web consultato in data 03.03.2022
- <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=STORIA&sezione=STORIA>,
sito web consultato in data 08.03.2022
- <https://www.saliinvetta.com/culture-e-tradizioni/1226-i-rifugi-alpini-storia-delle-dimore-in-quota>,
sito web consultato in data 08.03.2022
- <http://rifugiebivacchi.cailugo.it/Inside.cfm?area=IRIFUGI&sezione=REGOLAMENTI>
sito web consultato in data 10.03.2022
- <https://www.isolantelanadipecora.it/isolanti-termici-in-lana-di-pecora-ed-LCA.html>,
sito web consultato in data 28/04/2022.
- <https://www.reteclima.it/lca-life-cycle-assessment-analisi-del-ciclo-di-vita/>,
sito web consultato in data 10/03/2022.
- <https://www.innovero.it/item/casaclima-cose-casa-a-risparmio-energetico>,
sito web consultato in data 10/03/2022.
- <https://www.eco-mondo.org/life-cycle-assessment/>,
sito web consultato in data 23/03/2022.

- <https://www.infobuild.it/progetti/svalbard-science-centre/>,
sito web consultato in data 25/05/2022.
- www.ilpost.it/2017/05/20/seed-vault-acqua/,
sito web consultato in data 06/06/2022.
- https://www.corriere.it/cronache/15_settembre_27/svalbard-dentro-bunker-dell-artico-che-custodisce-tutti-semi-mondo-dalla-siria-primo-prelievo-dbc50bfe-64e0-11e5-b742-179fcf242c96.shtml,
sito web consultato in data 06/06/2022.
- <https://www.wired.it/internet/web/2017/06/30/data-center-facebook-lulea-circolo-polare-artico/>,
sito web consultato in data 10/06/2022.
- <https://www.vanillamagazine.it/halley-la-stazione-di-ricerca-in-antartide-che-si-muove-sulle-proprie-gambe/>,
sito web consultato in data 11/06/2022.
- <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-base-mobile-al-polo-sud-viaggia-sugli-sci>,
sito web consultato in data 11/06/2022.
- <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>,
sito consultato in data 10/06/2022.
- <https://www.archdaily.com/125915/barin-ski-resort-ryra-studio>,
sito web consultato in data 15/06/2022.
- <https://ita.architecturaldesignschool.com/indian-research-base-75232>,
sito web consultato in data 15/06/2022.
- https://www.archiportale.com/news/2011/02/architettura/georgia-il-piccolo-aeroporto-di-mestia-di-j.-mayer-architects_21473_3.html,
sito web consultato in data 18/06/2022.
- <https://www.idealista.it/news/immobiliare/internazionale/2017/02/06/122151-vivere-e-lavorare-a-20degc-edifici-incredibili-che-hanno-vinto-la-battaglia>,
sito web consultato in data 18/06/2022.

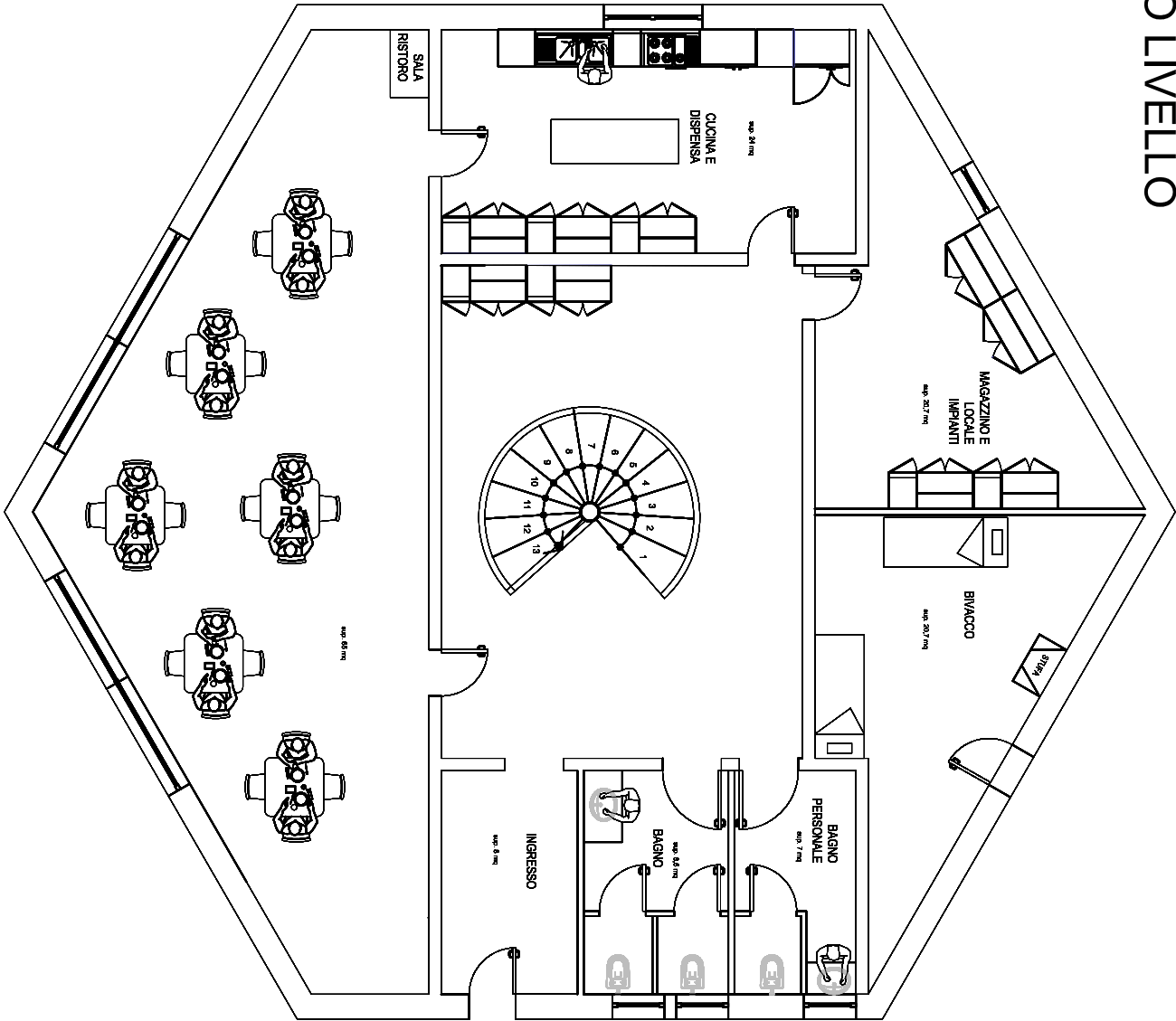
- <https://it.frwiki.wiki/wiki/Arktikum>,
sito web consultato in data 19/06/2022.
- <http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/una-cabina-prefabbricata-eco-sostenibile-ed-a-forma-di-igloo.html>,
sito web consultato in data 19/06/2022.
- <https://www.arc.usi.ch/it/feeds/11538>,
sito web consultato in data 22/06/2022.
- <https://www.arketipomagazine.it/velux-per-il-rifugio-alpino-monte-rosa-hutte/>,
sito web consultato in data 22/06/2022.
- <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/nuovo-rifugio-gouter-monte-bianco-897>,
sito web consultato in data 25/06/2022.
- <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/nuovo-rifugio-gouter-monte-bianco-897>,
sito web consultato in data 25/06/2022.
- https://www.ilmondodeifari.com/page_20.html,
sito web consultato in data 10/07/2022
- https://www.ilmattino.it/primopiano/cronaca/lo-stato-da-concessione-17-fari-fino-50-anni-diventeranno-strutture-turistiche-culturali-3278448.html?refresh_ce,
sito web consultato in data 11/07/2022
- <http://www.centrodellisolante.com/lanadipecora>,
sito web consultato in data 06/08/2022
- <https://www.isolantelanadipecora.it/materiali-isolanti-in-lana-di-pecora.html>,
sito web consultato in data 06/08/2022

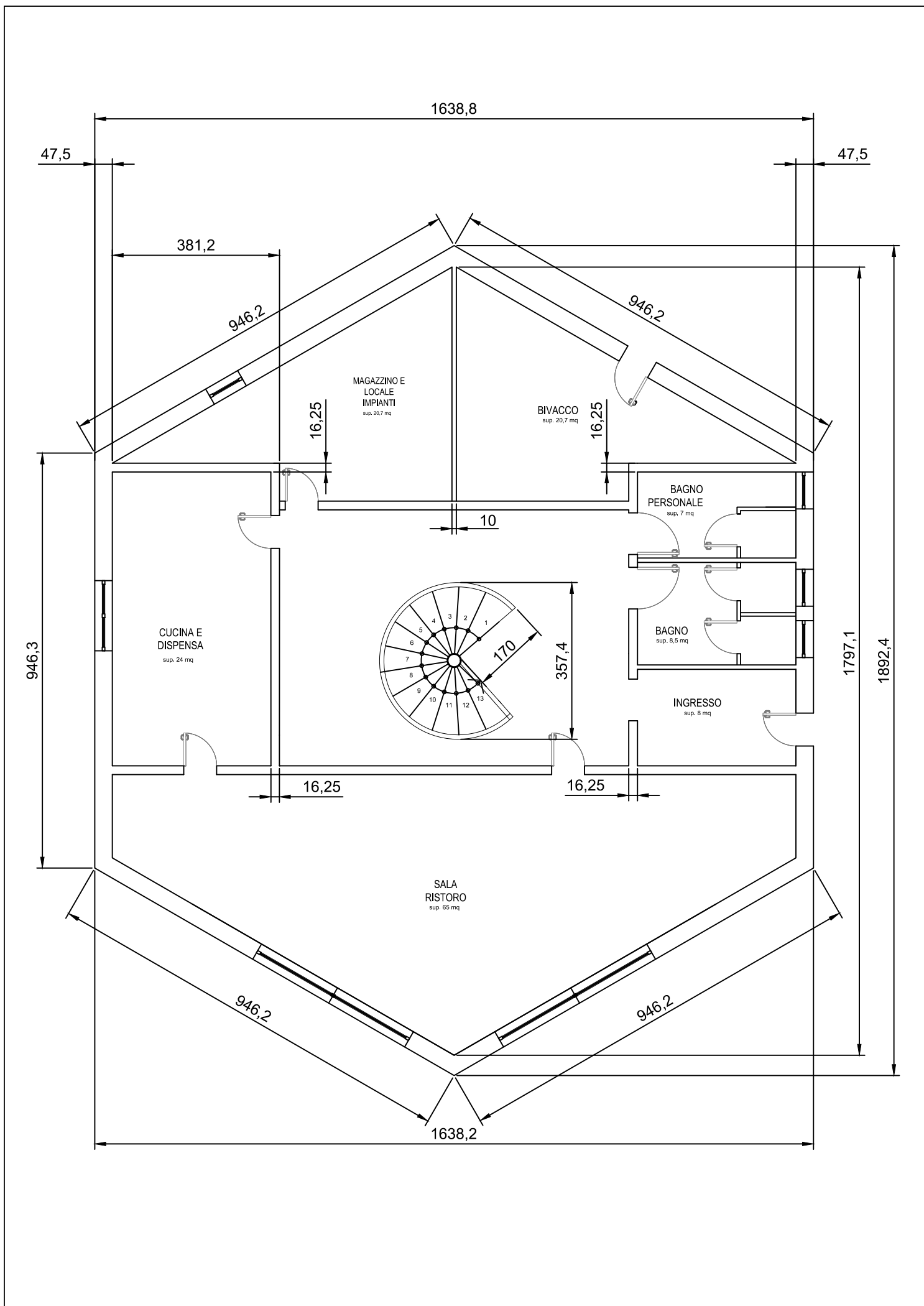
- <https://www.enersolare.net/perche-installare-un-impianto-fotovoltaico/>,
sito web consultato in data 10/08/2022
- <https://www.treccani.it/vocabolario/rifugio/>,
sito web consultato in data 10/03/2022

APPENDICE A : ELABORATI GRAFICI

PIANTA PRIMO LIVELLO

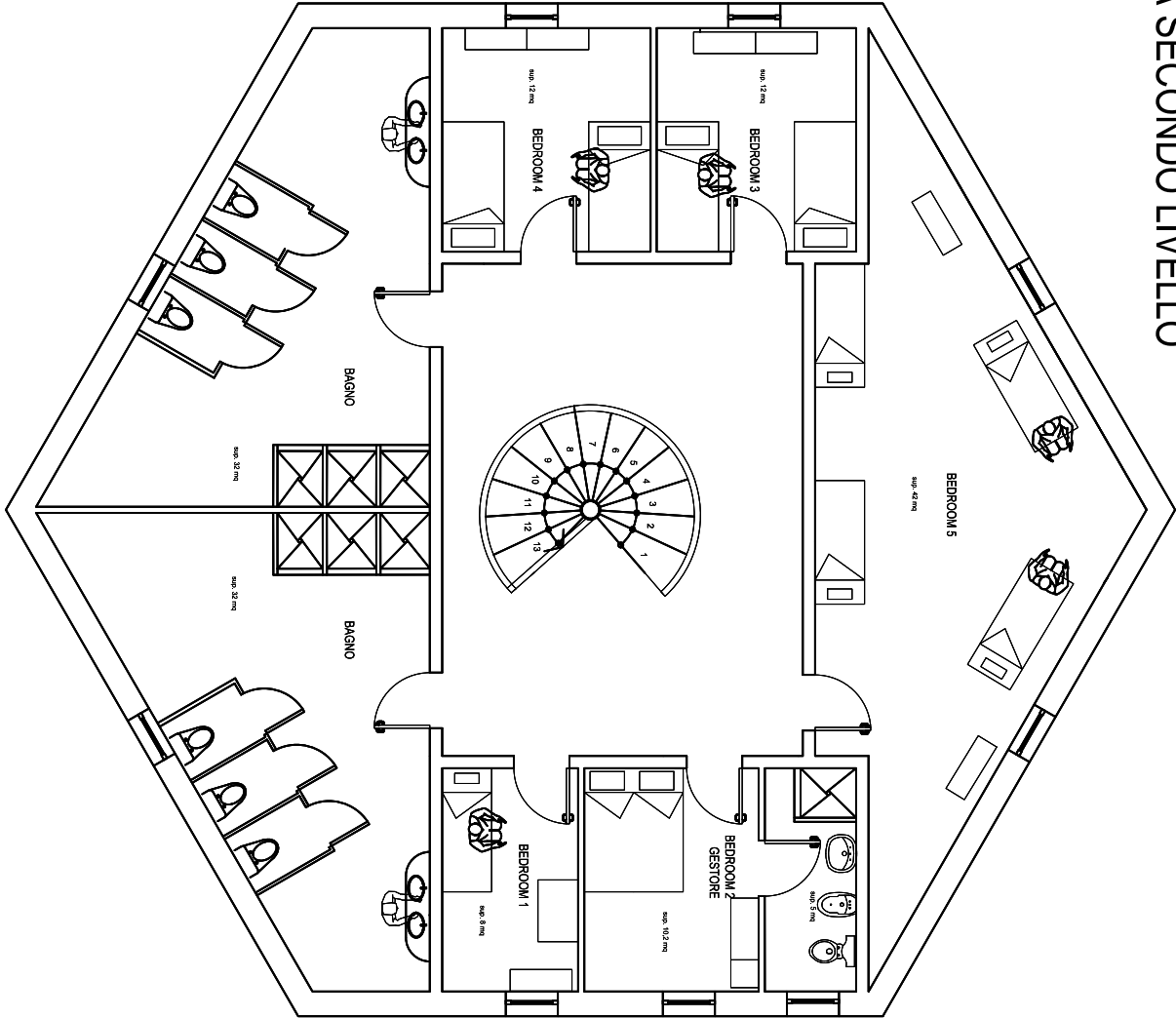
SCALA 1:100

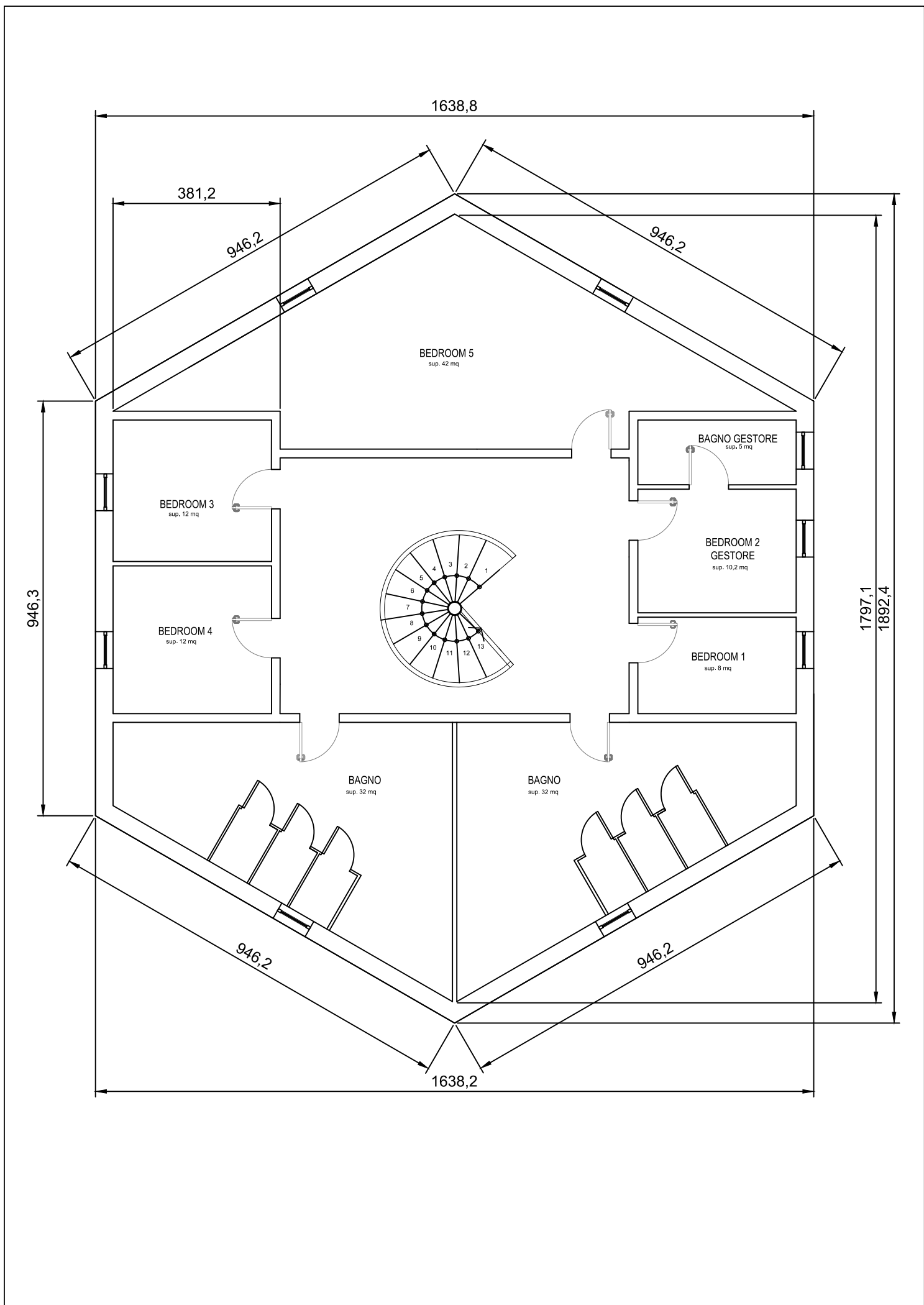




PIANTA SECONDO LIVELLO

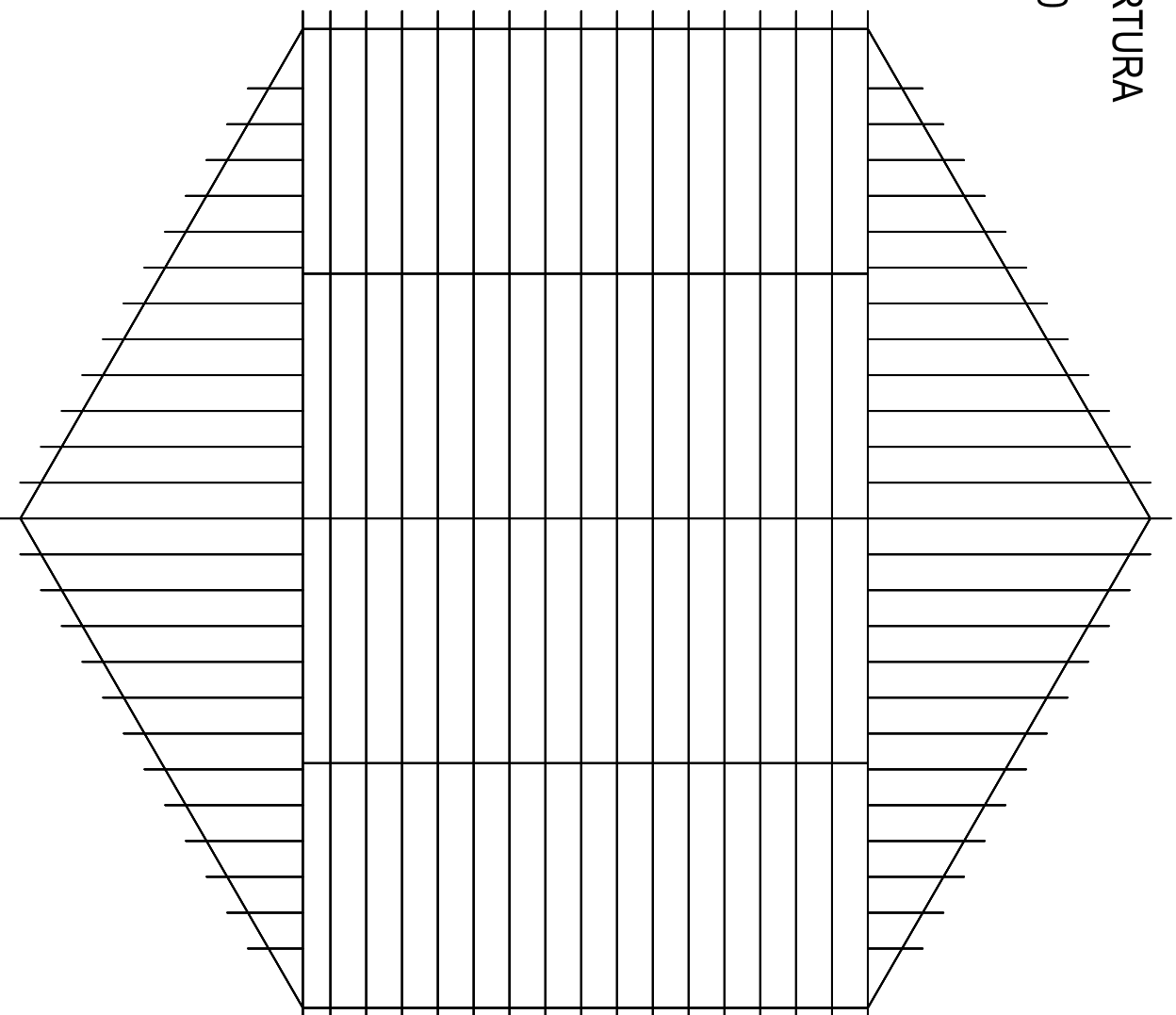
SCALA 1:100



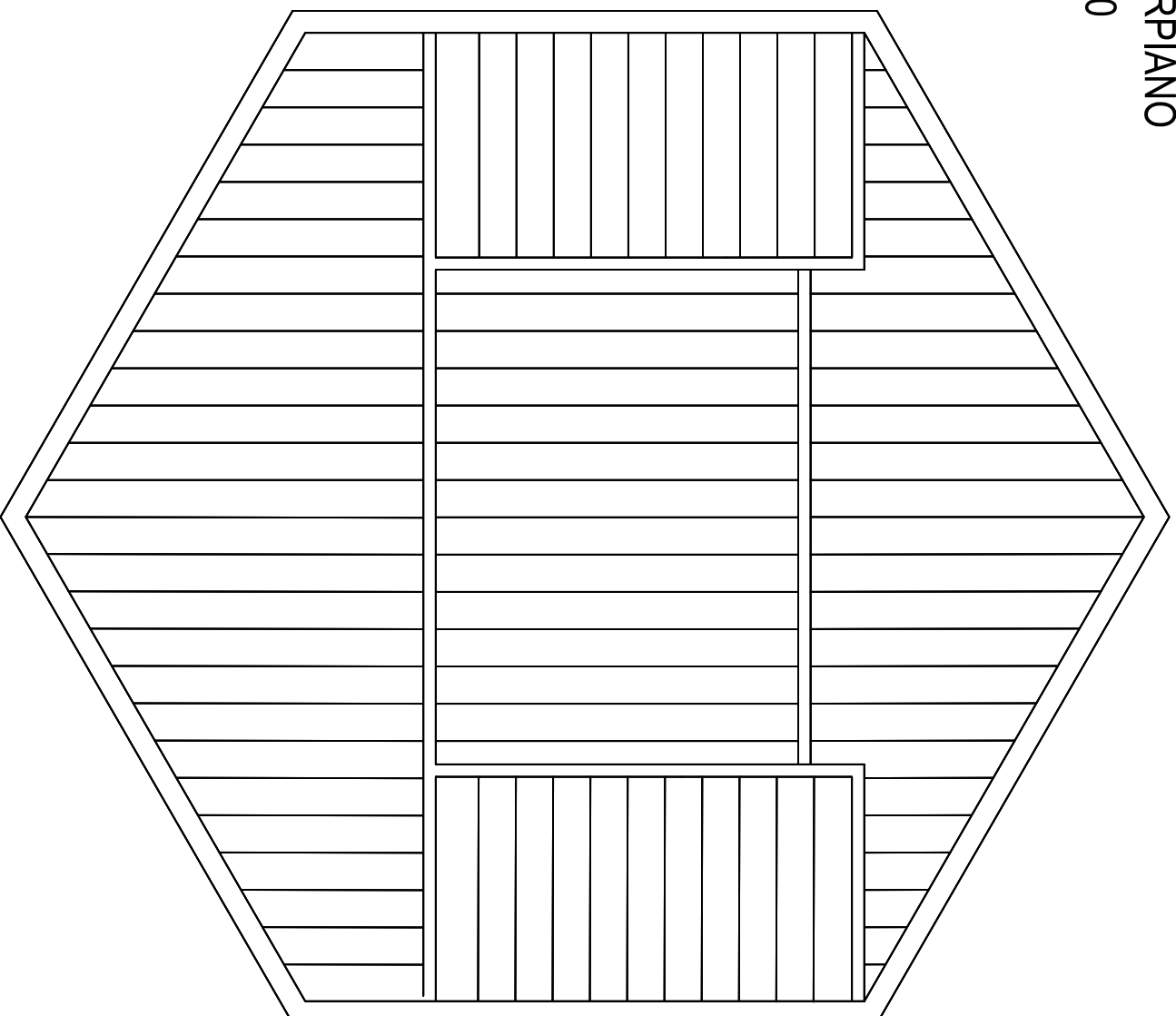


PIANTA COPERTURA

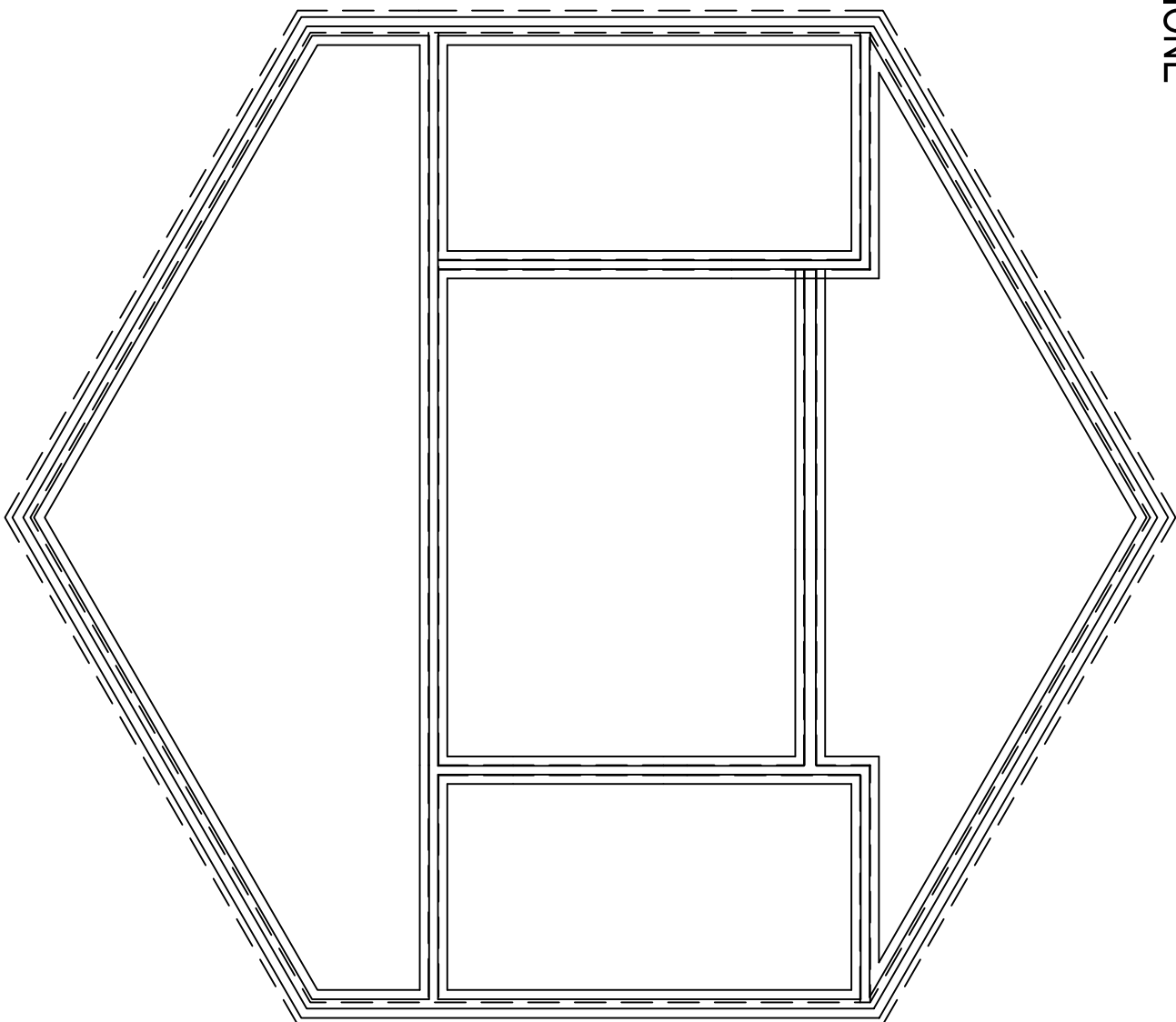
SCALA 1:100

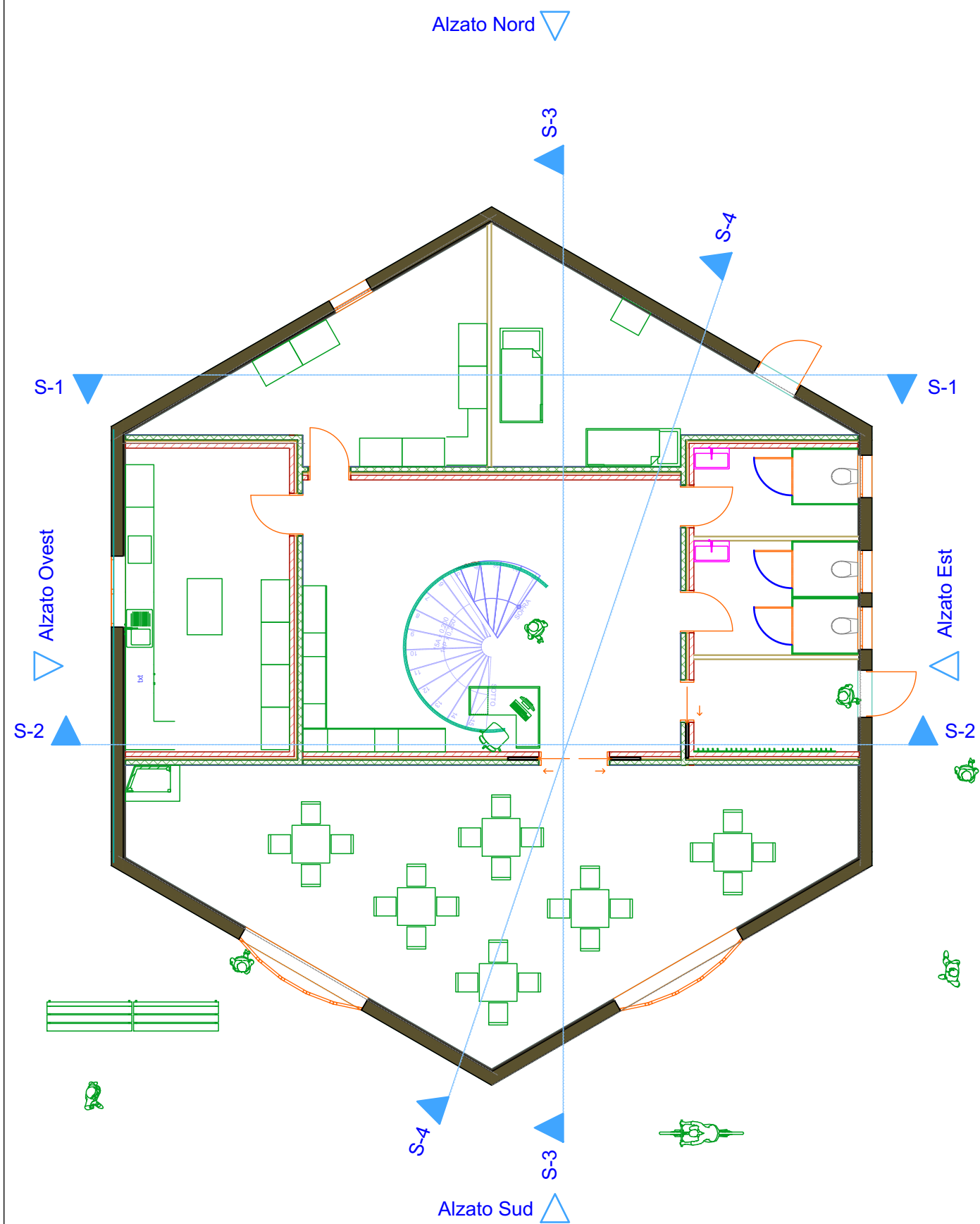


SOLAIO INTERPIANO
SCALA 1:100



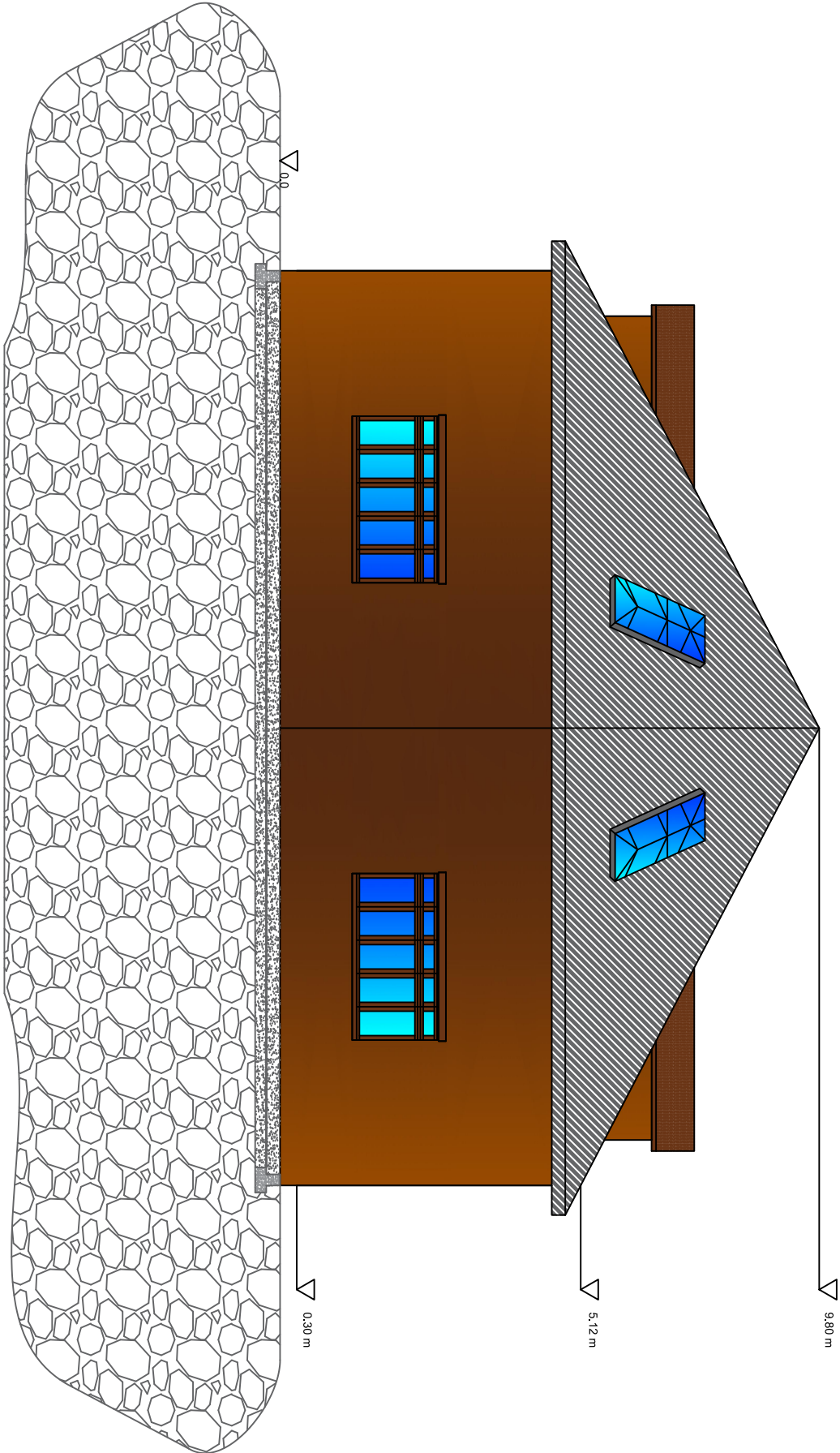
PIANTA FONDAZIONE
SCALA 1:100





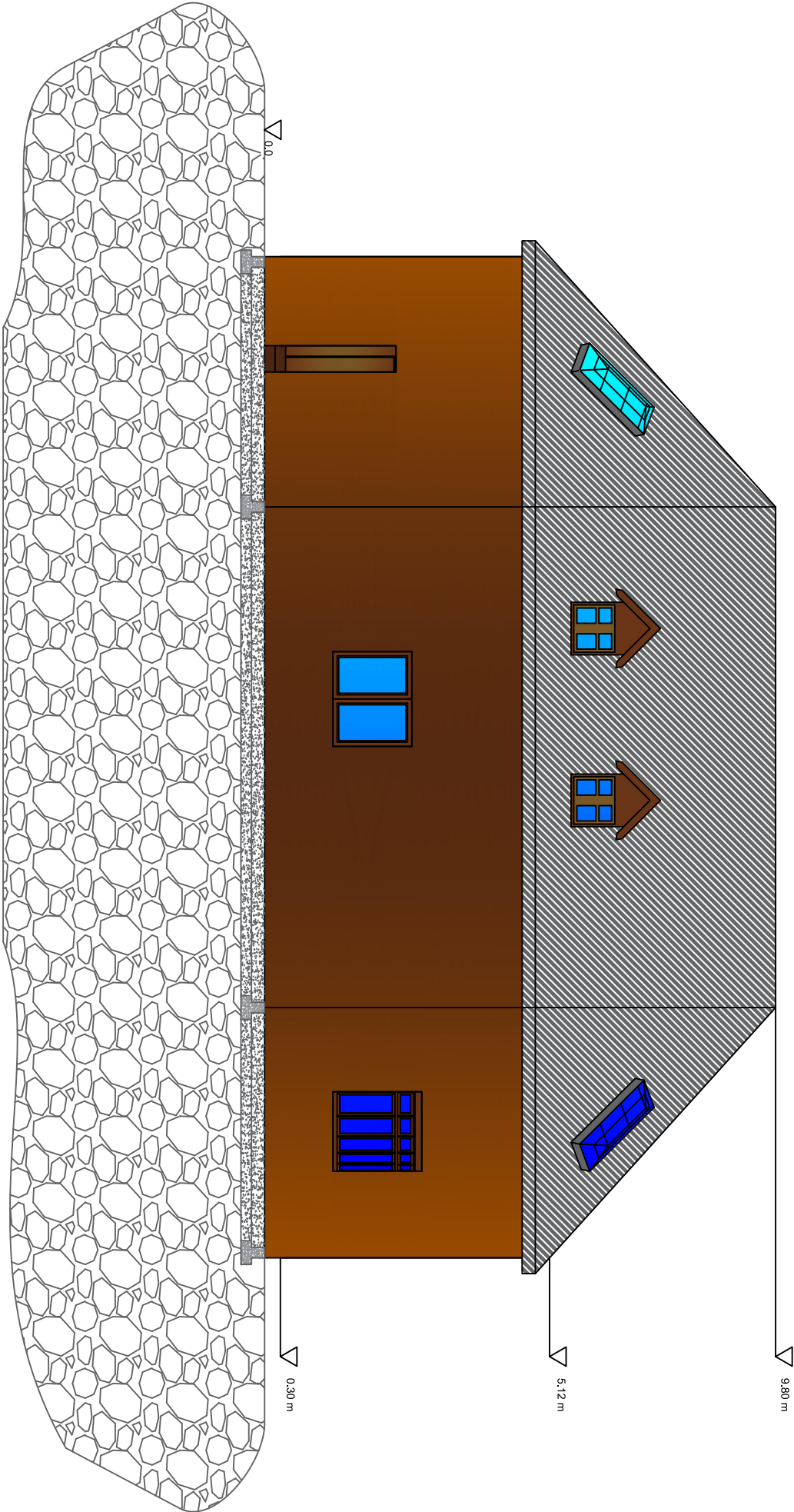
SCALA 1:100

PROSPETTO SUD-NORD



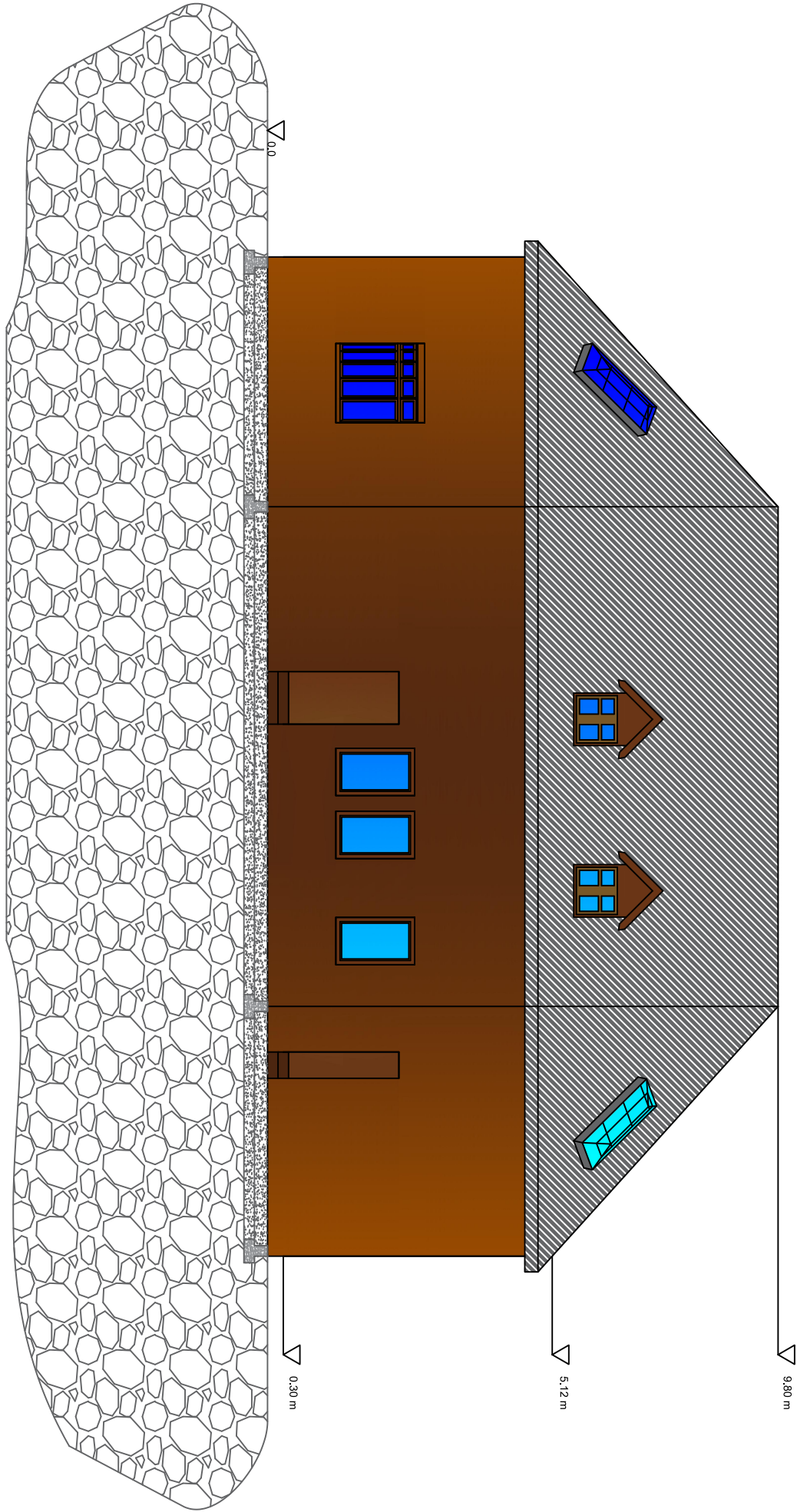
SCALA 1:100

PROSPETTO OVEST

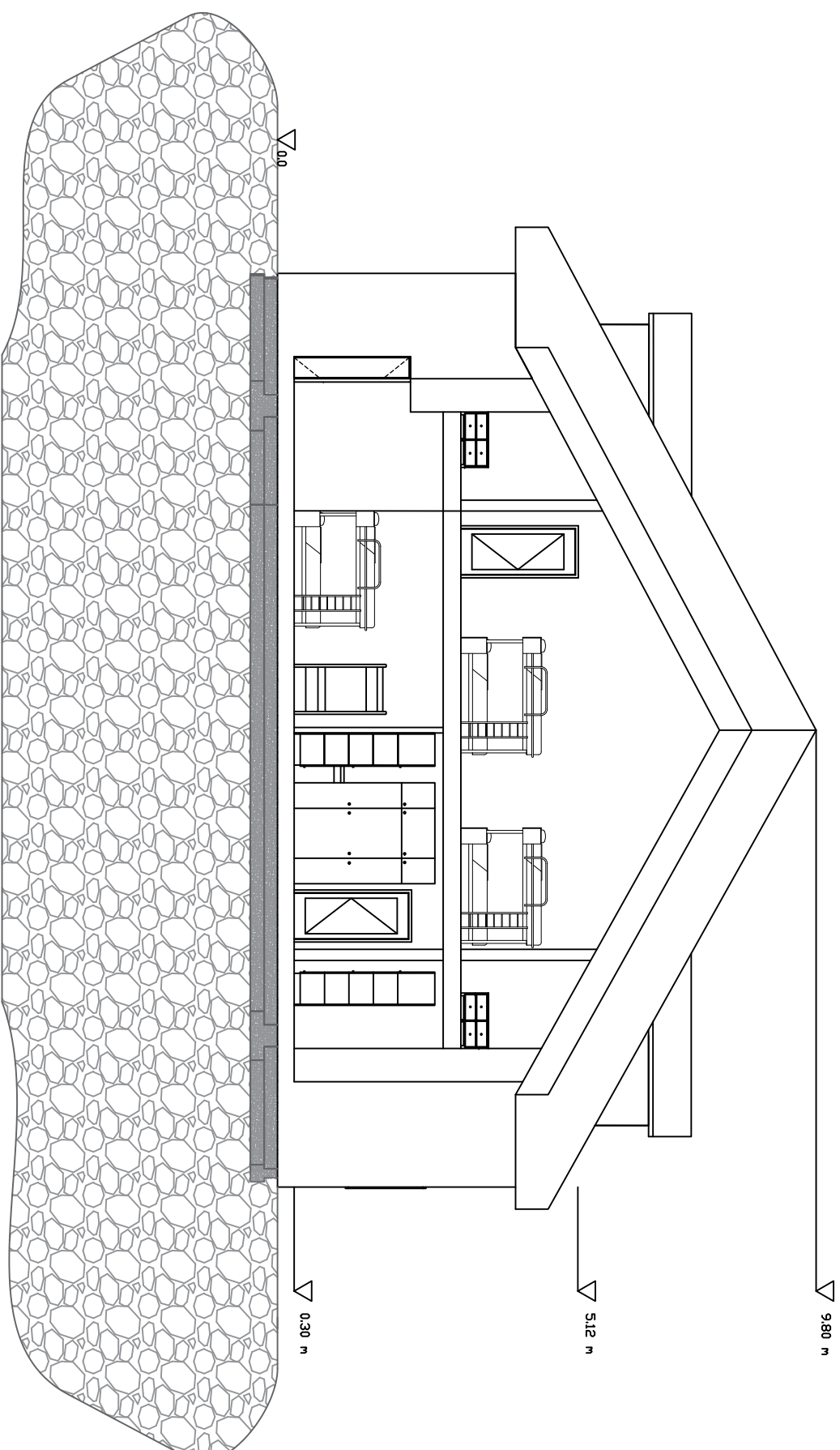


SCALA 1:100

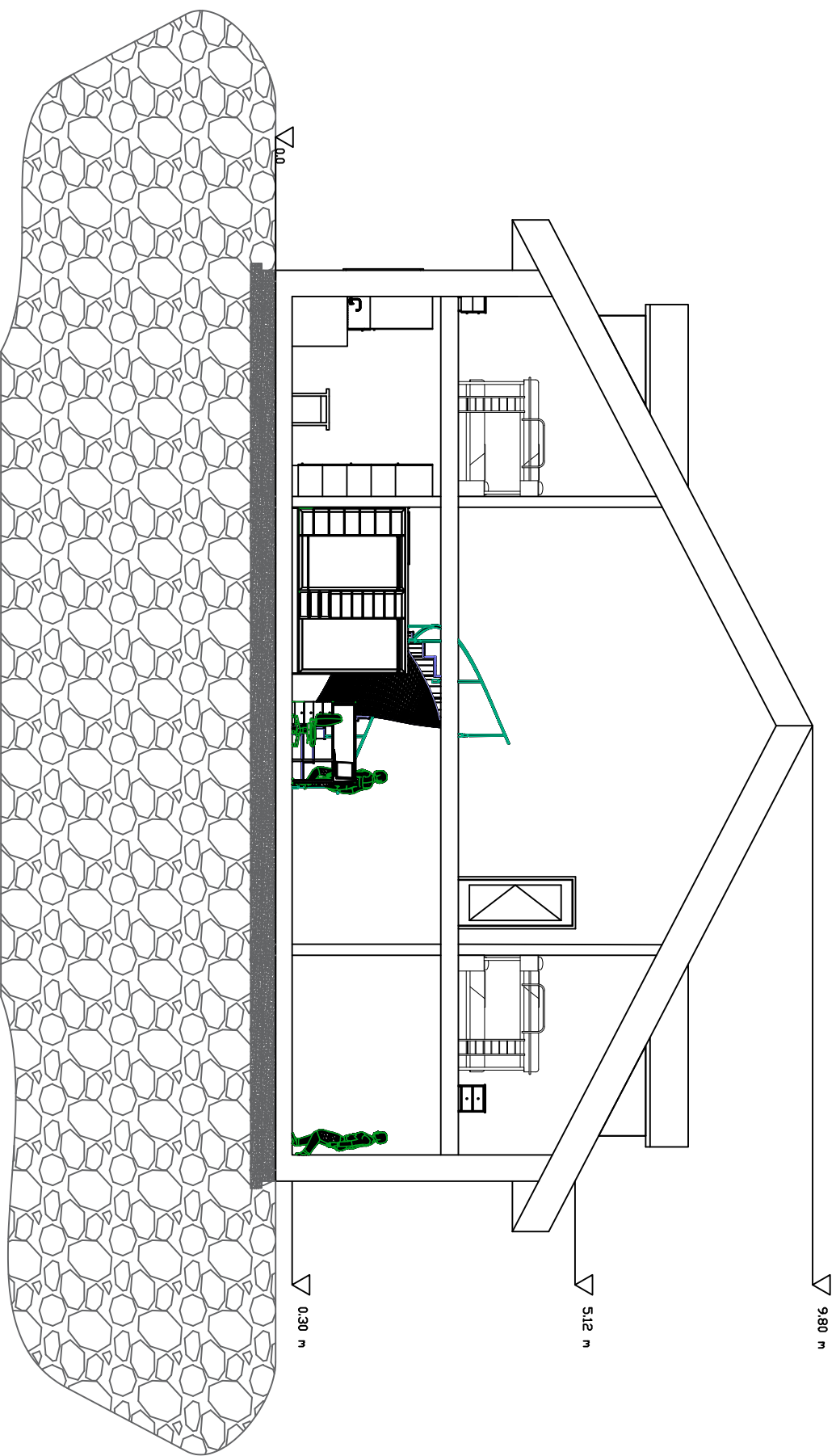
PROSPETTO EST



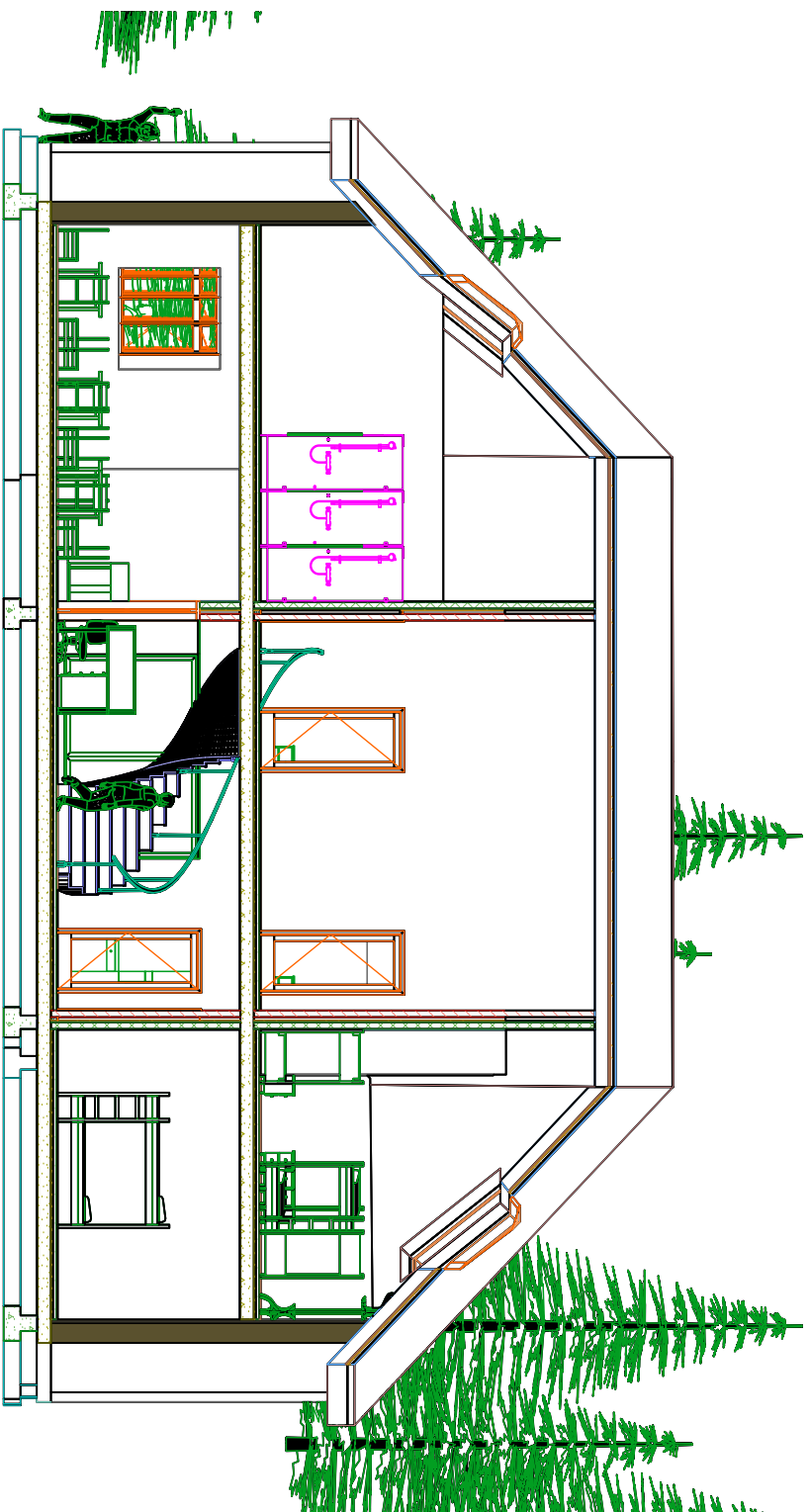
SEZIONE 1



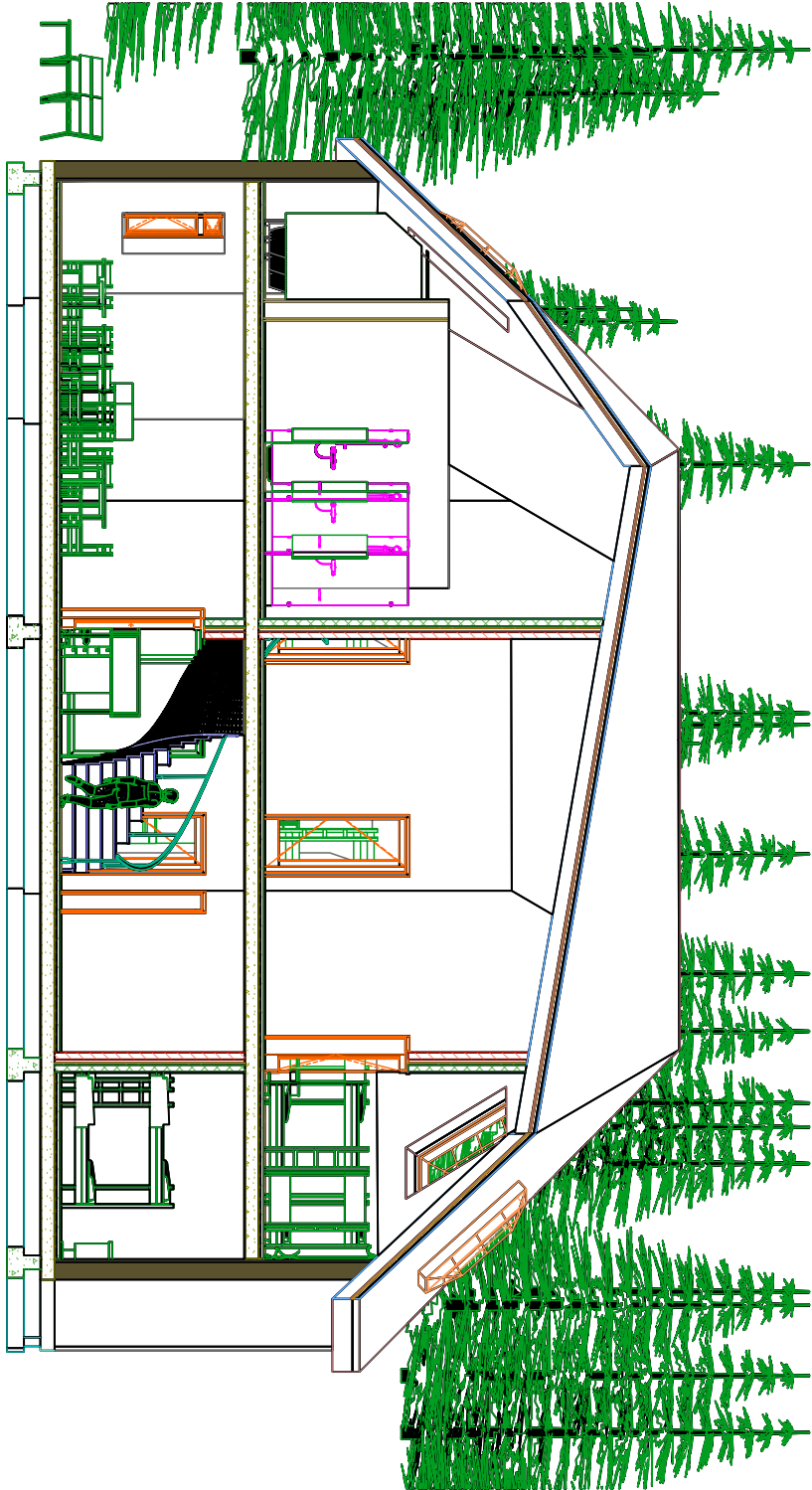
SEZIONE 2



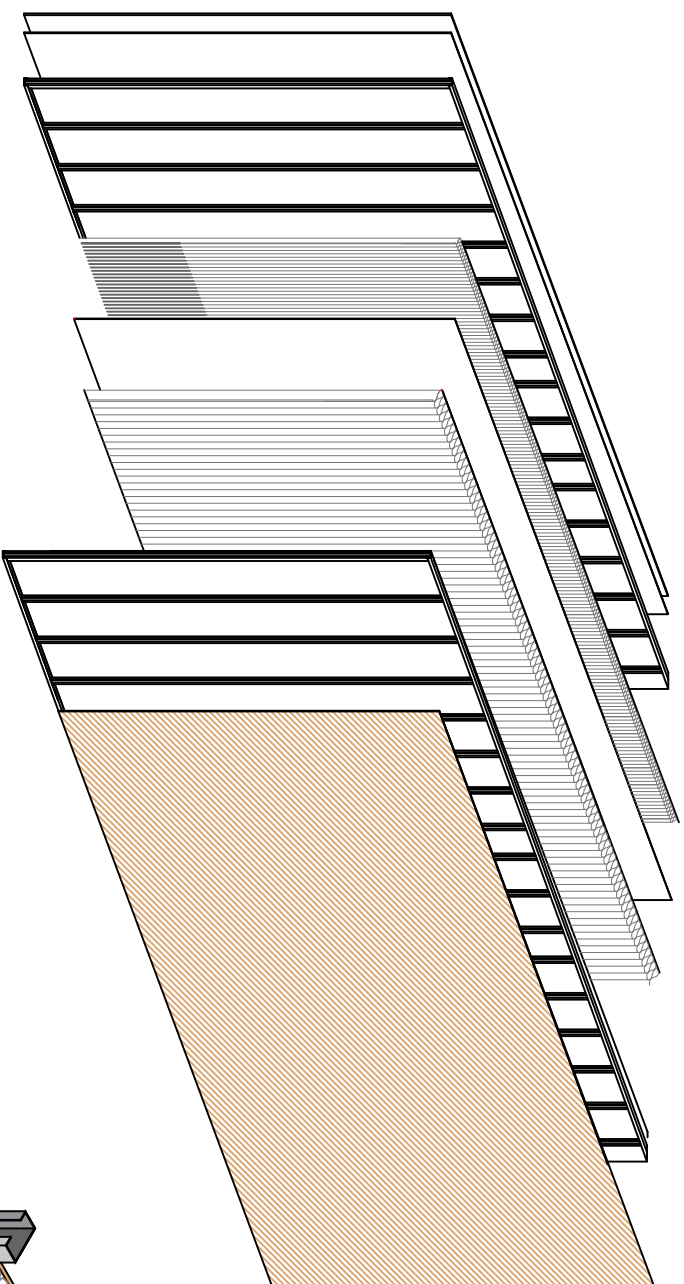
SEZIONE 3



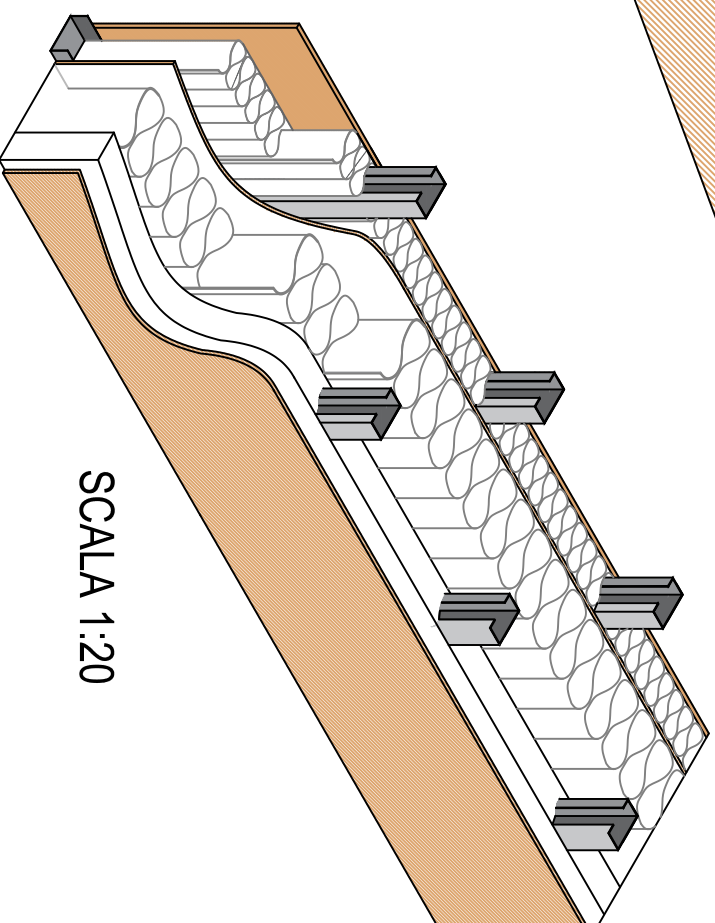
SEZIONE 4



DETTAGLIO STRATIGRAFIA PARETE

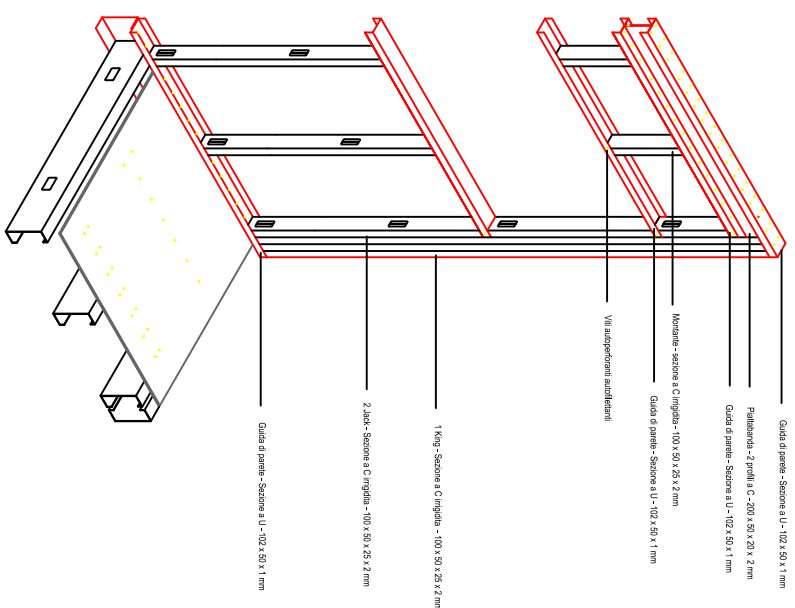
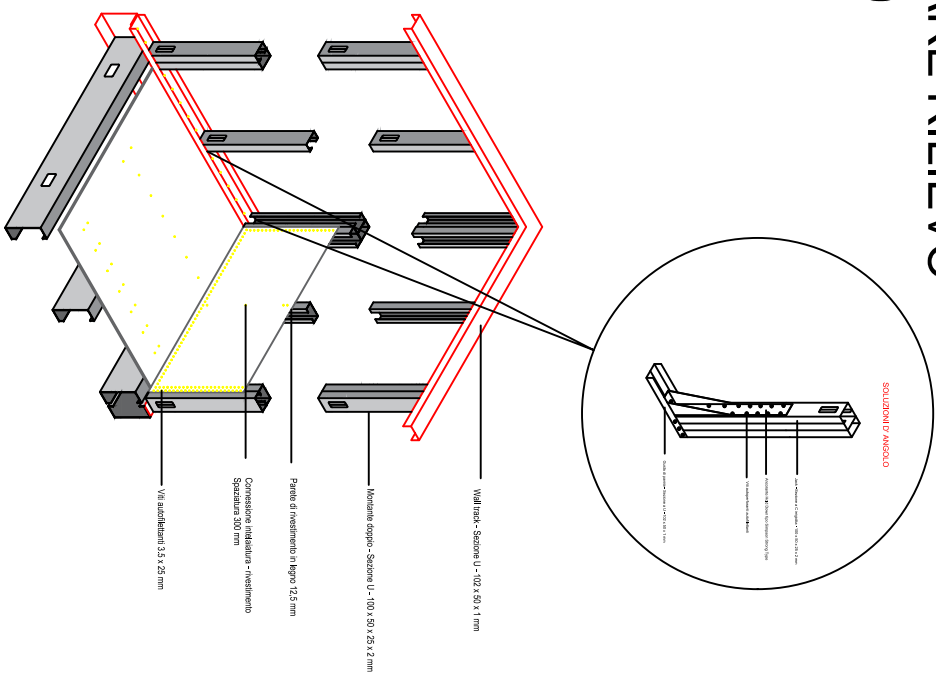


SCALA 1:100



SCALA 1:20

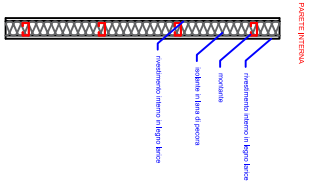
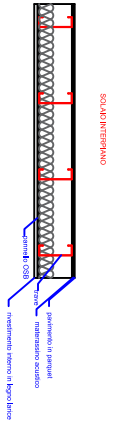
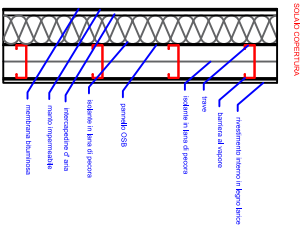
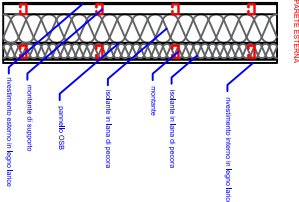
ASSONOMETRIA PARETE
CON INDIVIDUAZIONE DI DETTAGLI
DI PARTICOLARE RILIEVO
SCALA 1:50



STUDIO DELLE APERTURE DI PARETE
SCALA 1:50

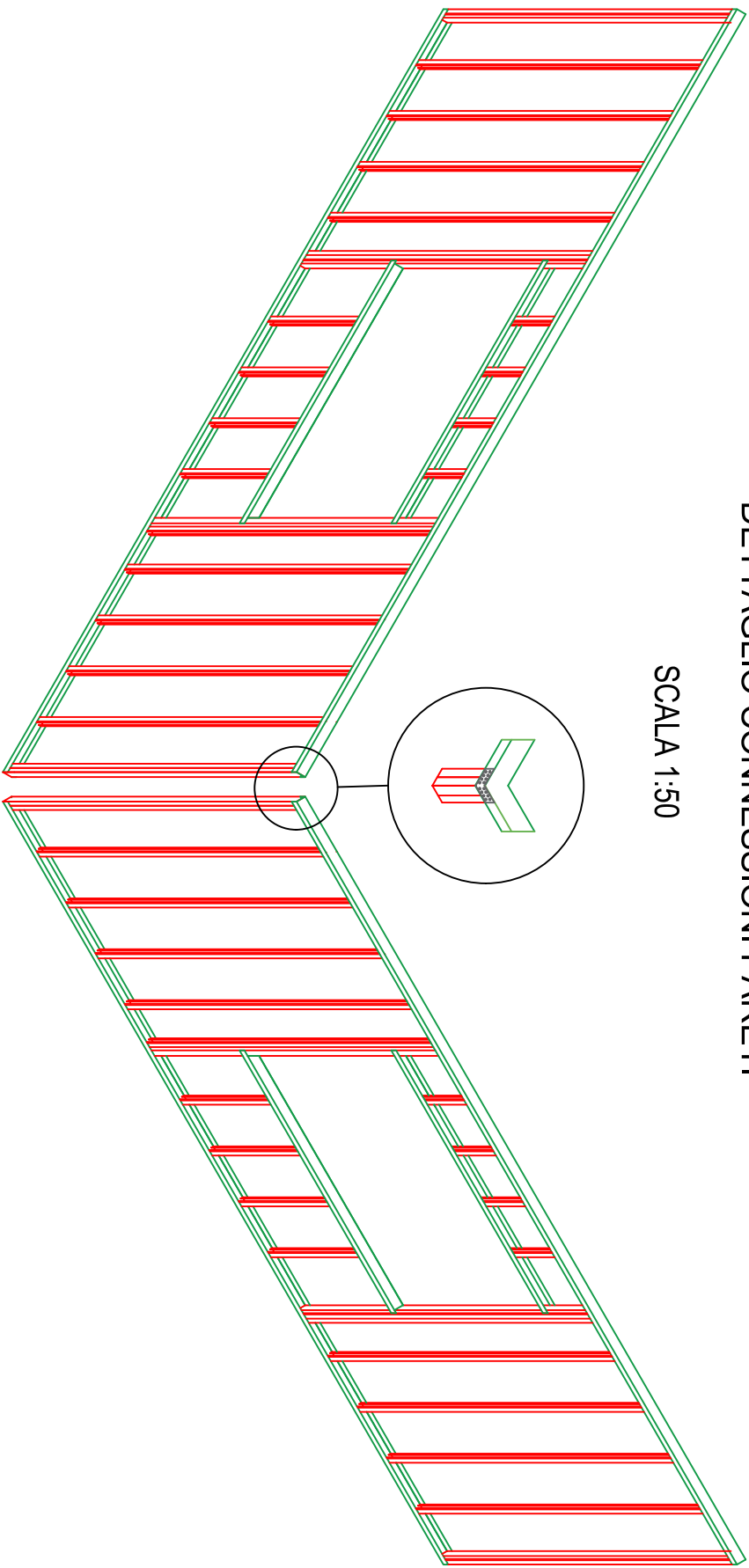
DETTAGLIO PARETI

SCALA 1:50



DETTAGLIO CONNESSIONI PARETI

SCALA 1:50



DETTAGLIO STRUTTURALE

SCALA 1:50

