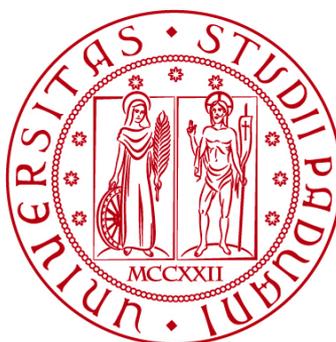


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E
AMBIENTALE

Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Ingegneria Civile



TESI DI LAUREA

**ARCHITETTURA D'ALTA QUOTA:
ANALISI DEI BIVACCHI ALPINI**

Relatore: Ph.D. Prof. LIVIO PETRICCIONE

Correlatore: Ing. GIORGIA DORIGATTI

Laureanda: MARCHI AMBRA, 1192085

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Abstract

Il paesaggio montano, oggi, si caratterizza per la presenza di un gran numero di architetture costruite per soddisfare i bisogni dell'uomo che si avventura alla scoperta delle catene montuose e delle loro cime.

Una tipologia costruttiva di cui si parla poco, ma di rilevante interesse, sono i bivacchi, tipiche costruzioni localizzate a quote molto elevate e non facilmente raggiungibili.

La presente tesi ha inteso analizzare i caratteri architettonici del bivacco, andando in particolare a focalizzarsi sulle esigenze, i requisiti, le prestazioni di questi manufatti e ponendoli a confronto con un altro tipo di costruzione quella dei rifugi montani.

In particolare, i bivacchi vengono esaminati partendo dai primi anni '20 del Novecento, quando furono inventati quelli di tipo fisso, fino ai giorni nostri. Questa disamina parte da un'analisi bibliografica dei principali sistemi costruttivi e si completa con una lettura critica dei manufatti presi in esame.

La tesi in conclusione approfondisce confrontando due casi studio di bivacchi noti e riconosciuti per essere un *unicum* architettonico: il bivacco Gervasutti e quello Skuta.

Indice:

Elenco figure e fonti.....	pag. 7
Introduzione.....	pag. 9
1. Differenza tra rifugio e bivacco alpino.....	pag. 11
2. Nascita dei bivacchi.....	pag. 19
2.1 I bivacchi fissi.....	pag. 19
2.2 L'idea dei bivacchi alpini.....	pag. 21
2.3 Bivacco modello Ravelli.....	pag. 22
2.4 Bivacchi sperimentali.....	pag. 25
2.5 Bivacco modello Apollonio.....	pag. 28
2.6 Analisi.....	pag. 32
3. Bivacchi moderni.....	pag. 35
3.1 La modernizzazione dei bivacchi.....	pag. 35
3.2 Bivacchi anni '70 '80 '90.....	pag. 37
3.3 Bivacchi anni 2000.....	pag. 41
3.4 Analisi.....	pag. 48
4. Bivacco Gervasutti.....	pag. 53
4.1 Scheda tecnica.....	pag. 53
4.2 Progetto e realizzazione.....	pag. 54
4.3 Piante e sezioni.....	pag. 59

5. Bivacco Skuta.....	pag. 61
5.1 Scheda tecnica.....	pag. 61
5.2 Progetto e realizzazione.....	pag. 62
5.3 Piante e sezioni.....	pag. 66
5.4 Confronto tra bivacco Skuta e bivacco Gervasutti.....	pag. 68
Conclusioni.....	pag. 69
Ringraziamenti.....	pag. 71
Bibliografia e sitografia.....	pag. 73

Elenco figure e fonti

Capitolo 1

Figura 1: Figura 1: Panoramica che raffigura il museo (struttura sulla sinistra) e il nuovo rifugio (struttura sulla destra) [Fonte: Club Alpino Italiano sezione di CAVOUR, Il museo dell'Alpetto, http://www.caicavour.it/il_museo_dellalpetto.html]

Figura 2: Interni del museo degli albori dell'Alpinismo [Fonte: Club Alpino Italiano sezione di CAVOUR, Il museo dell'Alpetto, http://www.caicavour.it/il_museo_dellalpetto.html]

Figura 3: Immagini esplicative di un bivacco, Bivacco Bocco. [Fonte: "Club Alpino Italiano, sezione di Dolo, Il bivacco, <https://www.caidolo.it/sezione/il-bivacco/>]

Figura 4.a: Vista in pianta di un bivacco alpino, Città di Clusone, [Fonte: File: Bivacco Città di Clusone.jpg, https://it.wikipedia.org/wiki/File:Bivacco_Città_di_Clusone_pianta.jpg]

Figura 4.b: Vista in pianta di un rifugio alpino, Fulvio Osti, Rifugio Alpino, <http://fulvio-osti.it/en/projects/rifugio-alpino-2015-insediamento-in-alta-quota-nelle-dolomiti-del-brenta-rivolto-alla-ricezione-dell-escursionismo-alpino>]

Capitolo 2

Figura 5.a: Bivacco Col d'Estellete [Fonte: "Hess adolfo (Bivacco) da La Visaille": <https://www.gulliver.it/itinerari/hess-adolfo-bivacco-da-la-visaille/#media>];

Figura 5.b: Bivacco, ormai sostituito, al Frebouze [Fonte: "Bivacco di Fréboudze": https://it.wikipedia.org/wiki/Bivacco_di_Fr%C3%A9boudze]

Figura 6: Fasi di montaggio di un bivacco Revelli [Fonte: Luca Gibello, Cantieri d'alta quota Breve storia della costruzione dei rifugi sulle Alpi, 201, pag. 7]

Figura 7: Particolare interno del bivacco Ravelli, [Fonte: "Hess adolfo (Bivacco) da La Visaille": <https://www.gulliver.it/itinerari/hess-adolfo-bivacco-da-la-visaille/#media>]

Figura 8: Esterno del refuge bivouac sul Mont Joly con Charlotte Perriand. [Fonte: "Hess adolfo (Bivacco) da La Visaille": <https://www.gulliver.it/itinerari/hess-adolfo-bivacco-da-la-visaille/#media>]

Figura 9.a Interno dell'esemplare del "refuge tonneau" di Charlotte Perriand [Fonte: "Rifugio mobile per alpinisti: Refuge Tonneau": <https://www.lavorincasa.it/refuge-tonneau-rifugio-mobile-per-alpinisti/>]

Figura 9.b Esterno dell'esemplare del "refuge tonneau" di Charlotte Perriand ad Alex [Fonte: "Rifugio mobile per alpinisti: Refuge Tonneau": <https://www.lavorincasa.it/refuge-tonneau-rifugio-mobile-per-alpinisti/>]

Figura 10: Bivacco Apollonio sulla vetta di Crozzon di Brenta, [Fonte: Ciputtiblog.it, I bivacchi tipo Apollonico]

Figura 11: Pianta, sezioni e prospetti di un bivacco Apollonio, [Fonte: “BIVACCHI ALPINI: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi by Matteo Ponsetti – issuu”. https://issuu.com/matteoponsetti/docs/tesi_ponsetti_pub]

Figura 12: Bivacco Così prima della distruzione, [Fonte: “Bivacco Così”: <https://www.caiveneto.it/bivacco/cosi>]

Capitolo 3

Figura 13: Trasporto di un bivacco nel luogo designato tramite elicottero [Fonte: Abitare, strutture e case in legno, Sostenibilità in quota, <https://abitarelegno.com/3409-2/>]

Figura 14: Bivacco Grassen in Svizzera [Fonte: Escursionismo.it – Bivacco Am. Grassen, <https://www.escursionismo.it/rifugi-bivacchi/am-grassen-15296>]

Figura 15: Bivacco Dolent [Fonte: Montagne nostre, Bivacco du Dolent – La Maye, <https://www.montagenostre.net/bivacco-du-dolent-la-maye/>]

Figura 16: Bivacco dello Stockhorn [Fonte: Portale escursionismo CAS, Stockhorn biwak SAC, <https://www.sac-cas.ch/it/capanne-e-escursioni/portale-escursionistico-del-cas/stockhornbiwak-sac-2147000258/>]

Figura 17: Bivacco Ferrario della Grignetta [Fonte: Rifugi e foto, Diska DP, Bivacco Ferrario Bruno, <https://www.diska.it/rifferrario.asp>]

Figura 18: Bivacco ad Igloo, Bivacco Pelino [Fonte: Il bivacco Pelino, il Cai e la lotta del movimento wilderness per l'integrità della Maiella, <https://www.notiziedaiparchi.it/il-bivacco-pelino-il-cai-e-la-lotta-del-movimento-wilderness-per-lintegrita-della-maiella/>]

Figura 19: Esterno del bivacco Boarelli [Fonte: <https://lab1interni2012.wordpress.com/2012/03/26/giovanni-abba-bivacco-boarelli-lago-delle-forciolline-modern-minimalist-multifunction-h2o-floating-office-design-first-38s5-barca-a-vela-philippe-starck-barca-a-vela-j105-r-johnstone-circle-p/1giovanni-abba-bivacco-boarelli-lago-delle-forciolline/>]

Figura 20: Interno del bivacco Boarelli [Fonte: Camptocamp, <https://www.camptocamp.org/waypoints/113806/fr/bivacco-delle-forciolline-bivacco-boarelli>]

Figura 21: Esterno del Bivacco Kovoto Saddle [Fonte: Tesi Matteo Ponsetti, Bivacchi: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi, Politecnico di Torino, Anno 2013]

Figura 22: Interno del Bivacco Kovoto Saddle [Fonte: Tesi Matteo Ponsetti, Bivacchi: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi, Politecnico di Torino, Anno 2013]

Figura 23: Esterno del bivacco Chentre-Bionaz [Fonte: Escursionismo valle d'Aosta, <https://www.gulliver.it/itinerari/chentre-carlo-bionaz-ettore-bivacco-da-la-ferrera/>, (Accesso 21 febbraio 2022)]

Figura 24: interno del bivacco Chentre-Bionaz [Fonte: Escursioniso valle d'Aosta, <https://www.gulliver.it/itinerari/chentre-carlo-bionaz-ettore-bivacco-da-la-ferrera/>]

Capitolo 4

Figura 25: Bivacco Gervasutti [Fonte: <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>]

Figura 26: modulo "Living" del bivacco Gervasutti [Fonte: Valle d'Aosta, sito ufficiale del turismo in Valle d'Aosta, <https://www.lovevda.it/it/banca-dati/7/bivacchi/courmayeur/bivacco-gervasutti/2482>]

Figura 27: modulo "Sleeping" del bivacco Gervasutti [Fonte: Valle d'Aosta, sito ufficiale del turismo in Valle d'Aosta, <https://www.lovevda.it/it/banca-dati/7/bivacchi/courmayeur/bivacco-gervasutti/2482>]

Figura 28: Fase di montaggio in quota del bivacco Gervasutti [Fonte: Area intirior, <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>]

Figura 29: Vista panoramica dall'interno del bivacco [Fonte: [Fonte: Area intirior, <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>]

Figura 30: Vista esterna del bivacco [Fonte: [Fonte: Area intirior, <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>]

Figura 31: Pianta del bivacco Gervasutti [Fonte: Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta]

Figura 32: Sezioni del bivacco Gervasutti, a sinistra la sezione che taglia l'ingresso del bivacco, a destra la sezione che taglia lo sbalzo [Fonte: Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta]

Figura 33: Prospetto longitudinale del bivacco Gervasutti [Fonte: Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta]

Figura 34: Sezione longitudinale del bivacco Gervasutti [Fonte: Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta]

Capitolo 5

Figura 35: Bivacco Skuta [Fonte: Un rifugio alpino nelle Alpi di Kamnik in Slovenia, <https://italystonemarble.com/2016/02/25/un-rifugio-alpino-nelle-alpi-di-kamnik-in-slovenia/>]

Figura 36: Suddivisione del bivacco nei tre moduli [Fonte: Rifugio alpino s Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html]

Figura 37: Trasporto dei moduli tramite elicottero [Fonte: Rifugio alpino s Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html]

Figura 38: Vista esterna del bivacco Skuta [Fonte: Rifugio alpino s Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html]

Figura 39: Interno del bivacco Skuta, zona letto [Fonte: Rifugio alpino a Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html]

Figura 40: Esterno del bivacco Skuta, vista longitudinale [Fonte: Rifugio alpino a Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html]

Figura 41: Assonometria del bivacco Skuta con suddivisione nei vari elementi [Fonte: Rifugio Alpino a Skuta https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html]

Figura 42: pianta del bivacco Skuta [Fonte: Alpine Shelter Skuta https://www.ofis.si/eng/projects/public/alpine_shelter_skuta.html]

Figura 43: Sezione longitudinale del bivacco Skuta [Fonte: Alpine Shelter Skuta https://www.ofis.si/eng/projects/public/alpine_shelter_skuta.html]

Figura 44: sezione trasversale del bivacco Skuta [Fonte: Alpine Shelter Skuta https://www.ofis.si/eng/projects/public/alpine_shelter_skuta.html]

Introduzione

La tesi affronta la tematica dell'architettura d'alta quota in epoca moderna soffermandosi soprattutto sulla tipologia costruttiva del bivacco alpino. Il tema viene analizzato fornendo una panoramica dell'evoluzione architettonico costruttiva dei bivacchi alpini, attraverso degli esempi emblematici.

Lo studio bibliografico verrà sviluppato attraverso la consultazione di articoli su riviste specializzate, libri e siti internet, così da poter andare oltre la mera definizione di bivacco alpino e comprenderne l'evoluzione costruttiva.

La prima parte dell'elaborato si sofferma su un confronto tra bivacco e rifugio, utile a comprenderne le sostanziali differenze che spesso portano a confondere i due tipi costruttivi ideati per l'alta montagna.

Si introduce quindi una panoramica delle caratteristiche di entrambe le tipologie costruttive per delineare al meglio le loro differenze.

La seconda parte dell'elaborato si sofferma sull'analisi dei bivacchi realizzati negli anni partendo dai primordi fino ad arrivare alle più recenti costruzioni. Lo studio analizza l'evoluzione costruttiva e tecnologica che queste strutture hanno avuto in quasi un secolo.

La terza parte descrive in modo dettagliato due tipologie di bivacco alpino che suscitano particolare interesse vista la loro "unicità" architettonica, soffermandosi sull'architettura, le tecniche costruttive e i materiali di ultima generazione utilizzati.

All'interno di ogni capitolo si sono analizzati dei possibili sviluppi futuri in termini tecnologici nell'ambito di tali unità abitative "estreme".

Primo Capitolo:

Differenza tra rifugio e bivacco alpino

Prima di parlare di bivacchi alpini è bene introdurre la differenza tra bivacco e rifugio. I termini “bivacco” e “rifugio” hanno origini profondamente diverse e risalgono a periodi storici differenti.

La parola rifugio deriva dal latino *“refugium”* e, dalla Treccani, è definito come *“edificio in legno e muratura costruito in alta montagna in posizione riparata dalla caduta di valanghe e sassi, e anche dal vento, attrezzato per offrire temporaneamente riparo e ospitalità ad alpinisti e a escursionisti”*.¹

Risalgono a un periodo storico abbastanza recente, se confrontato con quello della nascita dell'architettura; i primi rifugi, infatti, sorgono dopo il 1863, anno di fondazione del Club Alpino Italiano (CAI).²

Prima di questa data, l'interesse per la montagna era molto limitato: si preferiva spostarsi in aree più facili da raggiungere, come le pianure, mentre nei monti iniziarono a sorgere i primi ospizi grazie agli ordini monastici.

Successivamente si costruiscono rifugi detti Napoleonici, fatti costruire da Napoleone Bonaparte, per necessità militari con il compito di sorveglianza e non ancora per alcun interesse da parte della popolazione al mondo alpinistico. Queste strutture sono state ubicate a quote “medie” e non si sono mai spinte alla cosiddetta “alta quota”.

Nel corso del XIX secolo, la montagna inizia a non essere più vista come un luogo spaventoso ma come un mondo da scoprire e quindi nascono i primi rifugi così come li intendiamo oggi.

È da questo momento che si iniziano a progettare i rifugi alpini, situati a una quota superiore ai 2000 metri sul livello del mare.

Il primo è il Rifugio Alpetto, costruito nel 1866 a 2268 metri e costituisce un punto d'appoggio nella salita al Monviso dalla Valle Po. Nel 1985, dopo anni di disuso, il CAI di Cavour costruisce un nuovo rifugio e la struttura originaria viene trasformata nel Museo degli albori dell'alpinismo (anni 1850-1860) inaugurata nel 2011.

¹ “Rifugio - Vocabolario Treccani”: <https://www.treccani.it/vocabolario/bivacco/>

² Club Alpino Italiano: Costituito il 23 ottobre 1863 a Torino, il 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 naturale. [Fonte: Caicarpì, <https://www.caicarpì.it/wp/info/che-cosa-e-il-cai/> (Accesso 5 febbraio 2022)]



Figura 1: Panoramica che raffigura il museo (struttura sulla sinistra) e il nuovo rifugio (struttura sulla destra) [Fonte: Club Alpino Italiano sezione di CAVOUR, Il museo dell'Alpetto, http://www.caicavour.it/il_museo_dellalpetto.html (Accesso 5 febbraio 2022)]

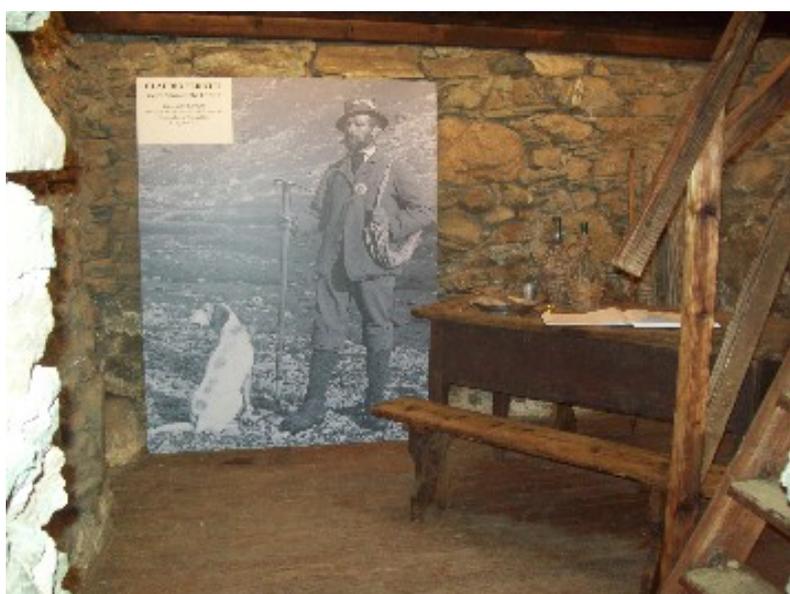


Figura 2: Interni del museo degli albori dell'Alpinismo [Fonte: Club Alpino Italiano sezione di CAVOUR, Il museo dell'Alpetto, http://www.caicavour.it/il_museo_dellalpetto.html (Accesso 5 febbraio 2022)]

Negli anni successivi i rifugi si moltiplicano arrivando, nel 1877, al primo rifugio delle dolomiti, Rifugio Contrin, 2016 metri, piccolo rifugio scavato nella roccia della Marmolada; oggi uno dei più antichi ancora attivi delle Alpi.

I rifugi sono oggi un elemento indispensabile per tutti i frequentatori della montagna, soprattutto nel periodo primaverile/estivo.

Dopo qualche decennio dal primo rifugio nasce una nuova costruzione: il bivacco fisso.

Il termine bivacco deriva dal termine francese *bivouac* che probabilmente deriva dalla parola tedesca *biwacht*, che significa guardia notturna di notte.

In ambito alpino il termine bivacco assume due significati differenti:

il primo, cioè quello più antico, indica la sosta notturna generalmente all'aperto effettuata nel corso di salite o discese alpine che si prolungano per più giorni; il secondo, invece, è

specificato come “bivacco fisso” ed è una costruzione dalle dimensioni e dai servizi molto ridotti, che viene utilizzata come luogo notturno per ascensioni in zone isolate.

Il bivacco fisso è una “piccola costruzione in legno e lamiera con tetto a forma semicircolare o ellittica, fornito di posti letto e di materiale per il pernottamento fino ad un massimo di dieci alpinisti, situato in genere all’attacco di impegnativi itinerari di ascensioni.”³

Prima del cosiddetto bivacco fisso i pochi temerari alpinisti pernottavano durante la notte all’aperto, improvvisando accampamenti su zone montane, delle volte anche molto pericolose.

Il primo bivacco fisso risale solamente al 1925, grazie a dei fondi e alla deliberazione da parte del CAI per la progettazione e costruzione degli stessi.



Figura 3: Immagini esplicative di un bivacco, Bivacco Bocco. [Fonte: “Club Alpino Italiano, sezione di Dolo, Il bivacco, <https://www.caidolo.it/sezione/il-bivacco/>, (Accesso 5 febbraio 2022)]

Con queste premesse il rifugio e il bivacco sembrano essere molto simili e che uno possa sostituire l’altro, ma non è così; sicuramente hanno punti in comune, ma rispondono a esigenze molto diverse.

Queste due tipologie di strutture si differenziano, essenzialmente, per quattro parametri: l’utenza, le dimensioni, la costruzione e il luogo.⁴

Il rifugio è una struttura capace di ospitare un numero di utenti maggiore rispetto a quello del bivacco; il primo riesce a ospitare circa 100-120 persone, mentre il secondo non supera mai i 15-20 ospiti. Questa prima differenza richiede volumi maggiori rispetto al bivacco.

³ “Bivacco - Vocabolario Treccani”: <https://www.treccani.it/vocabolario/bivacco/>

⁴ Cfr: “Il bivacco: nascita ed evoluzione di un particolare edificio montano”: <https://alpinismofiorentino.caifirenze.it/2018/06/il-bivacco-nascita-ed-evoluzione-di-un-particolare-edificio-montano/>

Differenza tra rifugio e bivacco alpino

Il bivacco è ad un piano ed è formato da un'unica stanza, è privo di bagno e di corrente elettrica; mentre il rifugio è sviluppato in più piani, ha i servizi sanitari, cucina, sala da pranzo e camere da letto.

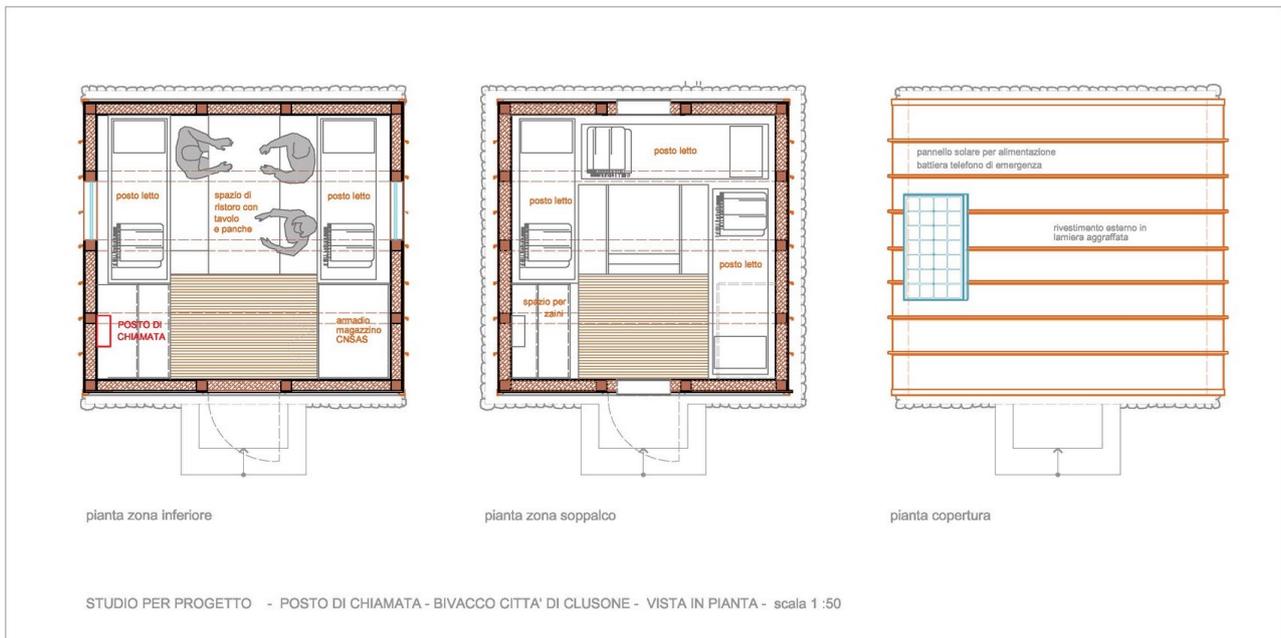


Figura 4: 4.a Vista in pianta di un bivacco alpino, Città di Clusone, [Fonte: File: Bivacco Città di Clusone.jpg, https://it.wikipedia.org/wiki/File:Bivacco_Città_di_Clusone_pianta.jpg, (Accesso 5 febbraio 2022)]; 4.b Vista in pianta di un rifugio alpino, Fulvio Osti, Rifugio Alpino, <http://fulvio-osti.it/en/projects/rifugio-alpino-2015-insediamento-in-alta-quota-nelle-dolomiti-del-brenta-rivolto-alla-ricezione-dell-escursionismo-alpino>, (Accesso 5 febbraio 2022)]

Differenza tra rifugio e bivacco alpino

Le dimensioni maggiori dei rifugi comportano tempi di realizzazione più lunghi, con la necessità di cantieri specializzati in alta quota; mentre la struttura del bivacco, essendo di piccole dimensioni e molto leggera, viene realizzata in stabilimenti e poi trasportata tramite elicottero nel posto designato.

Un'altra differenza importante tra i due è la custodia, il bivacco è una struttura incustodita, sempre aperta e gratuita, per dare riparo agli escursionisti in caso di trekking di più giorni o in caso di maltempo; mentre il rifugio è un edificio custodito dal "rifugista" e tutti i servizi sono a pagamento.

I bivacchi sono ubicati tendenzialmente a quote più elevate dei rifugi, ma alcuni si trovano anche a quote più basse ricavati da baite o malghe, in cui una parte dell'edificio rimane sempre aperta per ospitare gli escursionisti.

L'ultimo parametro è quello della differente collocazione: il bivacco è realizzato in posti spesso isolati e difficili da raggiungere, mentre il rifugio è situato in zone più accessibili e raggiungibili con comodi sentieri o con seggiovie e funivie.

Quindi, dopo questa analisi, il fatto che tutte e due le strutture siano pensate e realizzate per gli escursionisti e ubicate in montagna, non deve trarre in inganno; il bivacco e il rifugio sono due strutture diverse e una non può sostituire l'altro.

Secondo Capitolo:

Nascita dei bivacchi

2.1 Il bivacco fisso

Costruire in alta montagna costituisce uno dei terreni più privilegiati per quanto riguarda le sperimentazioni dell'architettura.

Non considerando i "puristi" i quali ritengono che qualunque costruzione in alta montagna ne privi la bellezza e sia un elemento di disturbo nel paesaggio naturale, ci sono due approcci per costruire in montagna; entrambe tengono conto della sostenibilità e del rispetto verso il territorio.

Un primo approccio è quello di cercare un'armonizzazione tra architettura e paesaggio, realizzando strutture moderne ma al contempo che sembrano parte integrante con la natura; mentre, il secondo, prende le distanze dal paesaggio, realizzando una costruzione ben visibile e che si distingue dal paesaggio circostante.

Qualunque scelta venga adottata è obbligo preservare il paesaggio montano facendo in modo che la struttura costruita, una volta tolta, non lasci segni. Gli edifici sono, infatti, solo appoggiati al terreno con un basamento e non richiedono interventi invasivi nella roccia.

Non bisogna dimenticarsi del vero ruolo del bivacco, quello di protezione, e per questo è necessario che il bivacco sia ben visibile e non nascosto e mimetizzato nell'ambiente.

Il bivacco, oltre a preservare la natura, ha delle esigenze ben precise per quanto riguarda la realizzazione, essendo costruito in luoghi difficili da raggiungere e delle volte pericolosi.

Il peso, il montaggio e la trasportabilità sono caratteristiche fondamentali da considerare per facilitare la costruzione del bivacco.

Il peso dell'intero bivacco non deve essere elevato in quanto incide soprattutto sulla trasportabilità nel luogo designato. In epoche passate era trasportato da muli e da alpinisti, mentre ora da elicotteri, nella sua forma intera oppure smontati e poi montati in loco.

Il montaggio deve essere semplice e veloce, in tutte le tipologie di bivacco viene realizzato prima a valle, così da ridurre le probabilità di errore e verificare il funzionamento globale; permette, inoltre, un lavoro più efficace e più veloce in loco.

Un aspetto fondamentale dopo la messa in opera del bivacco è la manutenzione richiesta dello stesso, i bivacchi devono essere realizzati con materiali che richiedono poca manutenzione negli anni ma che al contempo svolgano nel migliore dei modi le funzioni strutturali e di riparo.

La montagna, come ampiamente detto, è un luogo con molte insidie, prime fra tutte le bassissime temperature che raggiunge, soprattutto nelle stagioni invernali.

Il bivacco, quindi, deve essere sì un riparo dalle intemperie ma anche un posto accogliente e caldo per passare la notte. L'isolamento termico è una componente fondamentale del bivacco: un bivacco senza isolamento risulta essere una struttura limitata, in quanto non può essere posta a quote altimetriche elevate. Come isolamento termico non si pensa solo a materiali super moderni, ma anche semplicemente a materiali come il legno, che garantisce una limitata coibentazione.

Inoltre, la struttura deve avere livelli di comfort ottimali; quindi, oltre all'isolamento termico, deve esserci un'abitabilità interna adeguata, anche con una superficie ridotta, deve avere al suo interno la maggior parte dei servizi come acqua potabile ed elettricità. Queste caratteristiche non sono obbligatorie all'interno del bivacco ma aggiungono delle caratteristiche positive al manufatto.

Ultima caratteristica da tenere conto per la progettazione e costruzione del bivacco è il costo, deve essere il più basso possibile, in quanto le strutture sono a libero accesso e gratuite a tutti.

Durante l'analisi delle varie tipologie di bivacco ci saranno delle tabelle riassuntive che mettono in evidenza le caratteristiche ampliate sopra per ogni tipologia. Ovviamente si tiene conto dell'epoca di realizzazione e quindi delle tecnologie presenti nel periodo di realizzazione del bivacco.

2.2 L'idea dei bivacchi alpini

A Torino, durante una riunione del Caal (Club alpino accademia italiano) nel dicembre del 1923, il dottor Lorenzo Borelli propone la costruzione di bivacchi fissi, da collocare lungo tutte le Alpi, laddove il luogo non permettesse la realizzazione di strutture di notevoli dimensioni. Viene istituita una commissione, composta da Lorenzo Borelli, l'ideatore, Francesco Ravelli, l'artigiano e Adolfo Hess, l'ingegnere, e tutti e tre alpinisti di alto livello. La commissione configura il primo prototipo di bivacco, una "cassa stagna" foderata di zinco o lamiera in grado di raccogliere quattro o cinque persone e provvista di un saccoletto impermeabile, due coperte di lana e un copertone impermeabile che doveva servire da tetto in caso di maltempo¹.

Su suggerimento di Umberto Novarese, il concetto si evolve prendendo a riferimento "le scatole in lamiera ondulata che erano state ottime durante la prima guerra mondiale", come il modello Damioli.² Si verifica quindi un doppio rimando all'ambito militare, ma dai significati invertiti: si trasforma il baraccamento provvisorio della guerra in "fisso"; questo aggettivo, posto a seguito di "bivacco", ne ribalta il significato dell'epoca di "accampamento provvisorio a cielo aperto".

Grazie a una sottoscrizione del 15 dicembre 1924 che fruttava circa 18.000 lire, il Caai delibera la progettazione, costruzione e collocazione delle prime strutture collocate sul Monte Bianco nel 1925. Nell'agosto di quell'anno, infatti, s'inaugurano i primi due bivacchi il bivacco al Col d'Estellette (2958 m) e quello al Frebouze (2550 m), sostituito nel 1948 dal bivacco Garvasutti.

I manufatti provengono dal laboratorio artigiano dei fratelli Ravelli, specializzato nella lavorazione e tornitura in lastra di ogni tipo di metallo.

¹ Cfr: Luca Gibello, Cantieri d'alta quota Breve storia della costruzione dei rifugi sulle Alpi, 2017, pag. 73

² Modello Damioli: baracca prefabbricata usata durante la Prima guerra mondiale con lo scopo di proteggere i soldati accampati in montagna. [Fonte: La grande guerra in Lombardia-Museo della guerra bianca, Esposizione, <https://www.museoguerrabianca.it/index.php/esposizione>, (Accesso: 8 febbraio 2022)]

2.3 Bivacco modello Ravelli

La ditta Ravelli, dopo la collocazione dei primi due manufatti, diventa specializzata nella costruzione e nel montaggio di bivacchi, chiedendo solo 6000 lire occupandosi anche del trasporto in quota.



Figura 5: 5.a Bivacco Col d'Estelle [Fonte: "Hess adolfo (Bivacco) da La Visaille": <https://www.gulliver.it/itinerari/hess-adolfo-bivacco-da-la-visaille/#media>, (Accesso: 1 febbraio 2022)]; 5.b Bivacco, ormai sostituito, al Frebouze [Fonte: "Bivacco di Fréboudze": https://it.wikipedia.org/wiki/Bivacco_di_Fr%C3%A9boudze, (Accesso: 1 febbraio 2022)]

La composizione del modello di bivacco Ravelli consiste in una base costituita da due solidi telai in legno, uniti fra di loro con bulloni passanti e ancorati al terreno, sui quali vengono fissate le due fiancate in legno, di forma semicircolare. Le due fiancate vengono poi unite con degli assi di legno, chiamati longheroni, che formano l'intelaiatura del tetto, rinforzata con lame di ferro. Per coprirlo si usa la perlinatura ricoperta di lamiera di zinco, mentre per il pavimento si propongono delle tavole, coperte di cartone catramato, sul quale si procede all'apertura di una porta, di una finestra e di un foro per il passaggio del tubo di tiraggio della cucinetta ad alcool. All'esterno la costruzione presenta un parafulmine e un cavo di scarico mentre all'interno l'alpinista trova cinque coperte, il bidone per l'acqua, una pentola, una scopa, un'accetta, una pala, un mastello, una lanterna e qualche altro arnese per la pulizia e per la piccola cucina.³

Le dimensioni dei bivacchi sono di 2,25 metri di larghezza, 2 metri di profondità e 1,25 metri di altezza, portata successivamente a 1,50 metri.

³ Cfr. G. Azzoni e P. Mestriener, *Abitare minimo nelle Alpi*, LetteraVentidue, Brescia, 2012, pag.130

L'altezza è molto ridotta in quanto questo bivacco è stato concepito solo per offrire un riparo agli alpinisti durante la notte; non serviva, quindi, una struttura abbastanza alta da far stare in piedi un uomo.

La struttura è interamente smontabile in venti pezzi del peso di 25 chilogrammi ciascuno, peso esiguo considerata l'epoca di realizzazione.



Figura 6: Fasi di montaggio di un bivacco Revelli [Fonte: Luca Gibello, Cantieri d'alta quota Breve storia della costruzione dei rifugi sulle Alpi, 201, pag. 7

A livello edilizio ci sono notevoli vantaggi: la struttura interamente prefabbricata agevola il trasporto e il montaggio (nel luogo designato il lavoro si riduce alla preparazione dello spiazzo), buona resistenza agli agenti atmosferici grazie ai materiali duraturi e alla forma a semi-botte che riduce la presa del vento e la pressione della neve e quindi c'è bisogno di una limitata manutenzione.

Il bivacco è molto piccolo e può essere visto sia come un punto a favore sia come un punto a sfavore in quanto non modifica molto il paesaggio montano però è poco abitabile e funge solo da posto per dormire.

La struttura inizia ad avere notevole successo nel mondo alpinistico, non solo italiano ma anche spagnolo e francese.

Il Caal, dato il grande successo delle prime due costruzioni, stabilisce che la metà delle quote annuali d'iscrizione vadano in un fondo destinato alla realizzazione di lavori alpini, in particolare a quella dei bivacchi e si arriva all'inizio degli anni '30 a otto bivacchi installati.

Adolf Hess raccomanda che la collocazione del bivacco sia lungo il percorso di avvicinamento alla vetta e non lungo la via alpinistica di salita. Questo per non sminuire l'importanza di arrivare in cima.

La struttura, dieci anni dopo la prima installazione, è ormai un modello ampiamente utilizzato grazie all'assenza di guasti e alla poca manutenzione richiesta.

Nascita dei bivacchi



Figura 7: Particolare interno del bivacco Ravelli, [Fonte: "Hess adolfo (Bivacco) da La Visaille": <https://www.gulliver.it/itinerari/hess-adolfo-bivacco-da-la-visaille/#media>, (Accesso: 8 febbraio 2022)]

Caratteristiche	
Trasportabilità	✓
Montaggio	✓
Servizi	x
Abitabilità interna	x
Isolamento termico	x
Peso	✓
Mimetizzazione con l'ambiente	✓
Costo	✓
Manutenzione	✓

Tabella 1: Vantaggi e svantaggi del Bivacco Ravelli

2.4 Bivacchi sperimentali

Negli anni a seguire molti ingegneri e architetti appassionati di montagna realizzano alcuni bivacchi sperimentali e innovativi.

Il concetto di casa minima prende sempre più piede e gli architetti e ingegneri vedono nella progettazione dei bivacchi alpini uno stimolante laboratorio, poi da portare anche a costruzioni a basse quote.

Il vero dialogo tra i frequentatori della montagna, l'architettura e il grande pubblico si tenta nel 1933 quando il Cai partecipa all'Esposizione internazionale di architettura moderna della V Triennale di Milano. Di tre mostre allestite, una è interamente dedicata a un bando di architettura per individuare un progetto di bivacco alpino da adottare come modello replicabile. Su 18 proposte, nessuna viene decretata vincitrice, si segnalano otto proposte per l'impiego di materiali moderni. Questo può sembrare una sconfitta, ma grazie al grande spettro di tecnici affluiti alla Triennale, alcuni iniziano a sperimentare inedite soluzioni di bivacchi alpini.

Il bivacco sperimentale più celebre è, sicuramente, il "*refuge bivouac*", dell'architetto francese Charlotte Perriand⁴ e dell'Ingegnere André Tournon, ideato negli anni '30.

È basato su una struttura a telaio in leggeri tubi di alluminio e pannelli di compensato, sollevato da terra tramite dei "trampoli" costituiti da tubolari conficcati nel terreno ed è facilmente montabile-smontabile in quattro giorni.

Misura 8 metri quadri (4x2) ed è in grado di ospitare, all'interno della cabina, sei persone grazie a tavoli e brande ribaltate.

Gli appoggi per i materassi diventano delle comode panche e la credenza centrale diventa uno spazioso tavolo; un secchio contenente neve e sospeso sopra un apparato per raccoglierne l'acqua, sei sgabelli fungono da contenitori e c'è un apposito spazio adibito a riporre gli sci.⁵

L'elemento che più conferisce comodità e praticità è il tetto inclinato che ha un'altezza al colmo di 2.25 metri e ai lati di 2 metri, altezza mai raggiunta da nessun bivacco costruito prima.

⁴ Charlotte Perriand: Parigi 1903 - Parigi 1999, è stata un architetto e designer francese molto appassionata di montagna. Può essere indicata fra i designer del design contemporaneo. Nel 1927 comincia una collaborazione decennale con Le Corbusier e Pierre Jeanneret presso l'atelier di 35 a Parigi. Nota come la vera artefice dell'elegantissima poltrona-sdraio chaise longue.

⁵ Cfr: Tesi Pietro Piovan, Sistemi abitativi adattivi per le architetture d'alta quota, Università di Udine, Anno accademico 2019/2020

Anche se l'idea è praticabile solo a quote basse e intermedie, per mancanza di isolamento termico e modesta resistenza al vento, si realizzano quattro bivacchi di questo tipo: il più noto è sul Mont Joly, in Alta Savoia (2000m).



Figura 8: Esterno del refuge bivouac sul Mont Joly con Charlotte Perriand molto fiera della sua creazione. [Fonte: "Hess adolfo (Bivacco) da La Visaille": <https://www.gulliver.it/itinerari/hess-adolfo-bivacco-da-la-visaille/#media>, (Accesso 8 febbraio 2022)]

Nel 1938 l'architetto concepisce un'altra soluzione di bivacco alpino, insieme a Pierre Jeanneret, cugino di Le Corbusier, il "*refuge tonneau*", dove la tecnologia e il futuro prevalgono sia nella forma che nei materiali innovativi utilizzati.

Il progetto ricorda vagamente un abitacolo spaziale formato da una capsula prismatica a base poligonale in grado di ospitare otto cuccette, il tetto è rastremato ed è sorretto da terra tramite dei piedini.

L'esterno è realizzato da pannelli di alluminio, materiale leggero ma resistente; gli interni, invece, sono realizzati tutti con legno di abete.

Al posto delle finestre ci sono degli oblò e l'ingresso è unico e formato da una porta stagna. Entrando dalla porta si trova in un piccolo ingresso e solo oltrepassandone un'altra si arriva nella zona abitabile che consiste in un unico ambiente, di 20 metri quadrati, distribuiti su due livelli e perfettamente organizzati.

Molto attenta al tema dell'*Arrangement*, la Perriand trova un posto per tutto.

Nascita dei bivacchi

La stufa centrale in acciaio per riscaldare l'intero ambiente, i letti al piano terra ribaltabili grazie a un sistema di cinghie in cuoio trasformandosi in panchine per il giorno. Nel piano terra c'è una piccola cucina composta da un piano in legno in cui è inserito un lavello in acciaio e accanto appositi contenitori per le vivande, un piano per il fornello da campo, uno spazio adibito al porta zaini e porta sci.

La Perriand sceglie materiali leggeri ma resistenti e adatti a sopportare le condizioni climatiche più rigide.

Il progetto non verrà mai realizzato ma è un precursore di futuri prototipi.

Nel 2010 l'associazione *Art Contemporair Thones et vallées de Thones Expositions* costruisce un esemplare ad Alex (Alta Savoia). Nel febbraio del 2011 una trentina di studenti smontano il tonneau e lo trasportano a piedi ad Annecy, rimontandolo davanti alla Scuola d'Arte. Nella primavera estate del 2011, il tonneau segnala l'ingresso della mostra su Perriand designer e fotografa, allestita al *Petit Palais* di Parigi.



Figura 9: 9.a Interno dell'esemplare del "refuge tonneau" di Charlotte Perriand [Fonte: "Rifugio mobile per alpinisti: Refuge Tonneau": <https://www.lavorincasa.it/refuge-tonneau-rifugio-mobile-per-alpinisti/>, (Accesso 9 febbraio 2022); 9.b Esterno dell'esemplare del "refuge tonneau" di Charlotte Perriand ad Alex [Fonte: "Rifugio mobile per alpinisti: Refuge Tonneau": <https://www.lavorincasa.it/refuge-tonneau-rifugio-mobile-per-alpinisti/> (Accesso 9 febbraio 2022)].

Questi due modelli presentano molte caratteristiche apprezzabili come l'abitabilità interna adeguata, l'altezza che permette all'uomo di stare in posizione eretta all'interno del bivacco e una disposizione dell'arredo molto funzionale e pratico per il poco spazio a disposizione.

Caratteristiche	
Trasportabilità	✓
Montaggio	✓
Servizi	x
Abitabilità interna	✓
Isolamento termico	x
Peso	✓
Mimetizzazione con l'ambiente	x
Costo	✓
Manutenzione	✓

Tabella 2: Vantaggi e svantaggi dei bivacchi di Charlotte Perriand

2.5 Bivacco modello Apollonio/ Fondazione Berti

A cavallo della Seconda guerra mondiale spicca nell'ambito delle costruzioni d'alta quota l'Ingegnere e alpinista Giulio Apollonio.⁶

Giulio Apollonio firma numerosi progetti di costruzione ex novo, di ricostruzione, di trasformazione o ampliamento di rifugi distribuiti sull'intero arco alpino italiano.

Molte opere fanno parte degli interventi previsti dal "Piano quadriennale dei lavori nelle Alpi Occidentali": un'iniziativa finalizzata a migliorare le costruzioni di alta montagna nella catena montuosa occidentale giudicata carente rispetto alle Alpi orientali.

I cantieri, nonostante i fondi e gli sforzi del Cai, risultano molto lenti e spesso privi di un modello da replicare.

Apollonio, quindi, progetta un bivacco nuovo basato sul modello più utilizzato, il modello Ravelli.

L'ingegnere migliora l'abitabilità interna aumentando le dimensioni, 2,29 metri di altezza interna al centro, 2,10 metri di larghezza e 2,63 metri di profondità. Abbandona la forma a semi-botte prediligendo una forma a parallelepipedo, culminante con una copertura, sempre archivoltata, e dotata di ventilazione (formata da una presa d'aria in basso sulla

⁶ Giulio Apollonio: Cortina d'Ampezzo 1896 – Trento 1981. Membro della Sat (di cui è presidente nel 1942-44 e nel 1949-50, oltre che consigliere Cai), dedica l'intera carriera professionale alle costruzioni d'alta quota, dimostrando particolare competenza tecnica. [Fonte: G. Azzoni e P. Mestriener, *Abitare minimo nelle Alpi*, LetteraVentidue, Brescia, 2012, pag.130]

porta e una fuoriuscita da un comignolo in copertura) che permette di avere meno umidità all'interno del bivacco.

La tipologia di bivacco Apollonio è costituita da una struttura metallica leggera sulla quale viene assemblato un sistema di pannelli a sandwich costituiti da due fogli di cemento-amianto di 0,6 mm.

L'ossatura del bivacco è realizzata in legno di abete e tutta la struttura è rivestita esternamente con una lamiera zincata.⁷

Il montaggio richiede 360 ore lavorative, il peso è di 20,66 quintali (16,64 di struttura e 4,02 di arredi). La zona interna del bivacco è studiata per essere più pratica possibile; infatti, durante il giorno, le reti delle sei cuccette dei letti vengono ribaltate per fare spazio a tavolini piegati sotto di esse.



Figura 10: Bivacco Apollonio sulla vetta di Crozzon di Brenta, [Fonte: Ciputtiblog.it, I bivacchi tipo Apollonio, (Accesso 10 febbraio 2022)]

La ricerca dell'efficienza spaziale ed economica e il tentativo di accrescere il comfort, tuttavia, non è vista di buon occhio dagli alpinisti più conservatori; ritengono che il modello più spartano, costituito da costruzioni piccole e basse, sia esclusivamente finalizzato alle necessità alpinistiche mentre il nuovo modello (Apollonio) sia un modello studiato sulla carta e troppo tecnico per gli ambienti montani.

⁷ Cfr: G. Azzoni e P. Mestriener, *Abitare minimo nelle Alpi*, LetteraVentidue, Brescia, 2012, pag.132]

Nascita dei bivacchi

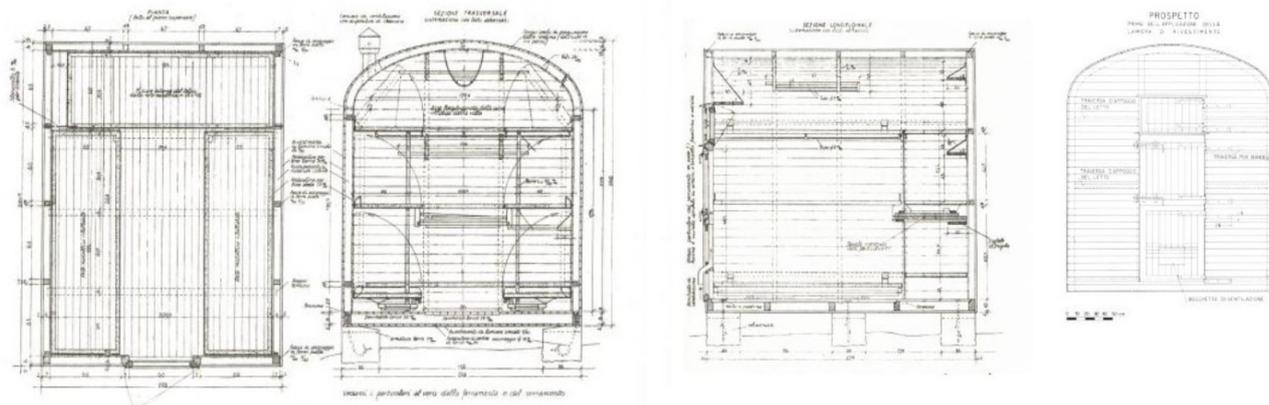


Figura 11: pianta, sezioni e prospetti di un bivacco Apollonio, [Fonte: “BIVACCHI ALPINI: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi by Matteo Ponsetti – issuu”. http://issuu.com/matteoponsetti/docs/tesi_ponsetti_pub (Accesso 10 febbraio 2022)]

Nonostante la visione degli alpinisti, la struttura è stata brevettata dalla Fondazione Berti⁸, dopo aver apportato alcune modifiche.

Il bivacco Berti mantiene la stessa forma, a parte la copertura che utilizza sei piani di diverse inclinazioni e non più archivoltata.

Si inserisce, inoltre, tra un pannello e l'altro di legno, una lastra di polistirolo espanso di 3 cm per migliorare l'isolamento termico e si colora la lamiera zincata esterna di rosso, per renderla ben visibile da lontano.

Il modello “Apollonio” e il modello “Fondazione Berti” risultano essere i modelli più replicati nella storia grazie alla facilità di costruzione, alla gestione interna degli spazi e al poco costo per la realizzazione, tanto da identificarsi con l'immagine collettiva del bivacco alpino.

Il bivacco “Cosi” è il primo bivacco di tipo Apollonio costruito, risale al 1956 e sfortunatamente distrutto da una frana nel 2014.

Realizzato a terra e poi trasportato tramite muli fino alla base del rifugio Galassi e dagli alpini fino alla vetta dell'Antelao a 3264 m, misurava 2,30x2,80 metri ed aveva un'ossatura in legno di larice rivestita di perline e protetta esternamente da un manto di cartone catramato.

Era interamente rivestito con lamiera zincata saldata, aveva una porta a due ante, due finestre per l'illuminazione e altre due per l'aerazione.

⁸ Fondazione Berti: Fondazione costituita nel 1959 in ricordo di Antonio Berti, personaggio di primo piano nell'esplorazione dell'ambiente dolomitico e nella divulgazione della sua conoscenza tramite numerose guide alpine, molto ricercate dai collezionisti.



Figura 12: Bivacco Cosi prima della distruzione, [Fonte: "Bivacco Cosi": <https://www.caiveneto.it/bivacco/cosi>, (Accesso 10 febbraio 2022)]

Caratteristiche	
Trasportabilità	✓
Montaggio	✓
Servizi	x
Abitabilità interna	✓
Isolamento termico	✓
Peso	✓
Mimetizzazione con l'ambiente	x
Costo	✓
Manutenzione	✓

Tabella 3: Vantaggi e svantaggi del Bivacco Apollonio

2.6 Analisi

Questa ultima parte del Ha lo scopo di analizzare un'analisi critica delle diverse tipologie di bivacchi studiati, contestualizzandoli nell'epoca di costruzione.

Partiamo con l'analisi del primo bivacco realizzato, il bivacco Ravelli. Questo manufatto, se realizzato nei giorni nostri, non avrebbe avuto tale successo come nell'epoca di realizzazione. Le caratteristiche "negative" della struttura sono parecchie ma negli anni '20 del Novecento, quando il bivacco era visto solo come pernottamento all'esterno, è stato un punto di svolta.

La forma a semi-botte, all'inizio molto amata dagli alpinisti, con l'andare del tempo inizia a essere criticata in quanto non era possibile nemmeno stare in posizione eretta. Il bivacco inizia a essere visto come una zona anche per il giorno e non solo per dormire.

Per migliorare questa struttura bisognerebbe cambiarla quasi del tutto, soprattutto nella sua forma, ecco perché ora le montagne sono sprovviste di questa tipologia di bivacco, troppo antico per le "esigenze" moderne.

I bivacchi sperimentali dell'Architetto Pierrand iniziano a guardare il bivacco con occhio al futuro.

Ampi e spaziosi, con un'altezza adeguata all'uomo e un'organizzazione perfetta rendono questi bivacchi molto apprezzati. La carenza di un adeguato isolamento termico, però, non li rende ancora sufficientemente confortevoli e efficienti dal punto di vista termico.

Con poche ma sostanziali modifiche questi bivacchi potrebbero soddisfare i livelli minimi di benessere richiesti ai tempi odierni. Con l'aggiunta di uno strato di isolamento ad alte prestazioni e l'integrazione con sistemi tecnologici come pannelli solari e fotovoltaici, questi manufatti potrebbero essere sempre più efficienti e confortevoli.

Infine, l'ultimo bivacco è quello Apollonio. Di questo modello non ci sono caratteristiche molto negative ed è per questo che, come detto in precedenza, è l'unico bivacco a essere stato brevettato e l'unico a essere ancora realizzato, ovviamente migliorandone le caratteristiche e utilizzando materiali moderni.

Il bivacco rimane invariato nella forma e vengono modificati i materiali, utilizzandone di innovativi e che rispettino l'ambiente.

Per il telaio si utilizza sempre il legno ma trattato sia con vernici antidegrado sia con vernici ignifughe, le pareti possono essere realizzate con pannelli di legno lamellare con all'interno un coibentato termico.

Non vengono più utilizzati i pannelli di cemento-amianto perché dannosi per l'uomo e nei bivacchi già realizzati sono stati sostituiti con pareti in legno.

Si possono conferire alla struttura, inoltre, dei comfort moderni come l'elettricità, collocando sopra il tetto dei pannelli fotovoltaici, e la possibilità di avere acqua potabile, sia da bere sia per cucinare, tramite degli apparecchi in grado di depurare le piogge e la neve. Considerando l'epoca di realizzazione e i materiali a disposizione, tutti e quattro i bivacchi sono realizzati in modo tale da rendere la struttura il più leggera possibile, in modo da trasportarla con facilità e montarla velocemente nel luogo designato.

Un altro vantaggio comune che hanno tutti i bivacchi è il costo molto economico, parametro molto importante e assolutamente da non sottovalutare essendo strutture gratuite.

Una particolare osservazione bisogna darla al materiale che accumuna tutte e quattro le strutture: il legno.

Il legno è il materiale più utilizzato per la realizzazione delle strutture dei bivacchi. In epoche passate, con gli anni, a causa degli attacchi biotici perdeva la sua funzione portante.

Questo materiale, tuttavia, continua a essere utilizzato anche ai giorni nostri in quanto, oltre alla resistenza e leggerezza, è il materiale che assorbe meglio le sollecitazioni dovute alle irregolarità del terreno.

Anche per la resistenza al fuoco è ottimo, nonostante il fatto sia un materiale combustibile. Diversamente da quello che si è portati a pensare, il legno brucia lentamente e con la carbonizzazione che procede dall'esterno all'interno a una velocità molto bassa, si crea pian piano uno strato carbonizzato di protezione. Questo si traduce nel fatto che c'è tutto il tempo per poter uscire dalla struttura prima che quest'ultima collassi.

Una caratteristica del legno è il fatto che risponde in maniera differente se sollecitato in direzione parallela o ortogonale rispetto alle fibre. È un materiale eco-sostenibile, infatti, la produzione del legno comporta un bassissimo consumo di energia e allo stesso tempo può essere trasformato in parecchi modi potendosi adeguare a qualsiasi progetto.

Concludendo questa analisi si può dire che il modello Apollonio è il miglior bivacco tra quelli proposti.

Terzo Capitolo:

Bivacchi moderni

3.1 La modernizzazione dei bivacchi

L'evoluzione del bivacco storico si focalizza su quattro punti chiave: sistema costruttivo, divisione netta tra zona notte e zona giorno, materiali ed abitabilità.

Il sistema costruttivo è rimasto lo stesso per cinquant'anni. A partire dagli anni Sessanta, in Francia, l'uso alla prefabbricazione leggera (assemblaggio a secco) o pesante (utilizzando cemento) è una costante dell'edilizia civile in ogni campo e si inizia ad utilizzare anche per le costruzioni d'alta quota.

Le soluzioni a secco permettono di costruire in luoghi dove sarebbe stato impensabile poter ricavare una superficie piana attraverso uno sbancamento del terreno; quindi, si installano piattaforme artificiali a griglia, sospese da puntoni metallici, che reggono l'intera costruzione e sono reversibili; in caso di smantellamento, il luogo ritorna "vergine" e non rimane traccia dell'intervento.¹

Si arriva poi alla prefabbricazione integrale, cioè alla realizzazione in stabilimento dell'intera struttura montata che con l'elicottero viene trasportata nel luogo previsto senza necessità di particolari operazioni di finitura, se non la stabilizzazione a terra.

Nel 1957 viene per la prima volta utilizzato l'elicottero per le operazioni di un cantiere; si tratta della costruzione del rifugio del Soreiller (2730 metri) in Oisans, Francia.

È una vera e propria rivoluzione in quanto, se prima la voce trasporto di materiali incideva per il 20-30% del costo finale, ora è destinata a diventare la voce più preponderante.

L'elicottero consente di accorciare notevolmente i tempi del cantiere e di dare libero sfogo all'estro creativo degli architetti. Grazie alla prefabbricazione e alla facilità di trasporto le costruzioni in alta quota diventano sempre più innovative e a un livello superiore di architettura e di materiali utilizzati.

Il nuovo trasporto permette, inoltre, di costruire in verticale laddove risulta problematico montare impalcature e addirittura impensabile allestire una gru per sollevare pesi.

I due rifugi simbolo del Monte Bianco francese ottengono il primato di prime costruzioni realizzate con l'aiuto dell'elicottero che ha permesso la sperimentazione di avanzate soluzioni industrializzate.

¹ Cfr: G. Azzoni e P. Mestriener, *Abitare minimo nelle alpi*, LetteraVentidue, Brescia, 2012, pag. 96

Questo viene utilizzato per la costruzione dei bivacchi alpini dagli anni Sessanta fino ai giorni nostri; consente, infatti, di costruire bivacchi più pratici e moderni senza la preoccupazione di come costruirli in alta quota.

In questi anni si inizia, inoltre, ad aumentare la superficie interna del bivacco, aumentandone il comfort e a differenziare sempre di più la zona giorno dalla zona notte.

L'abitabilità interna del bivacco migliora notevolmente grazie alle dimensioni aumentate, soprattutto quelle volumetriche. Il rapporto, però, tra numero massimo di ospiti previsti e superficie e cubatura, fa notare un miglioramento discontinuo del comfort interno.

L'ultimo punto importante è l'utilizzo di materiali sempre più innovativi come l'utilizzo dell'isolante all'interno del pacchetto di tamponamento quando la struttura è realizzata in metallo e non in legno, questo a causa della minor resistenza termica del materiale strutturale. Per quanto riguarda le tecnologie un importante progresso è stato l'introduzione della parete ventilata, che permette di controllare il grado di umidità e, quindi, di aumentare notevolmente in comfort interno.



Figura 13: Trasporto di un bivacco nel luogo designato tramite elicottero [Fonte: Abitare, strutture e case in legno, Sostenibilità in quota, <https://abitarelegno.com/3409-2/>, (Accesso: 17 febbraio 2022)]

3.2 Bivacchi anni '70 '80 e '90

Gli anni Settanta e Ottanta sono gli anni del boom economico e della cultura pop e vedono la realizzazione di soluzioni progettuali innovative in alta quota.

Si mettono in discussione i “modelli classici” per realizzare modelli estremamente legati al periodo storico di appartenenza, il benessere economico permette di aumentare notevolmente l'attività costruttiva; infatti, in alta montagna si verifica un aumento notevole di bivacchi e rifugi.

Architetti e designer hanno la possibilità di sperimentare, senza preoccupazioni, le nuove tendenze frutto dell'innovazione tecnologica; nei cantieri iniziano a comparire nuovi materiali, soprattutto di sintesi o di provenienza chimica come polimeri e fibre.

Il bivacco risulta essere la costruzione più affine per sperimentare la creatività dei progettisti in quanto rientrano nella categoria delle unità minime di sopravvivenza in luoghi estremi; risulta quasi automatico la connessione tra questi e le costruzioni futuristiche per la “colonizzazione” dello spazio. Gli architetti si ispirano tanto dalla terra quanto dallo spazio, la cui conquista suscita immaginari futuristici composti da unità abitative ipertecnologiche totalmente estranee all'ambiente circostante.

Le realizzazioni più interessanti si trovano all'estero, soprattutto in Svizzera, dove i bivacchi si diffondono degli anni Sessanta.

Nel 1970 Hans Zumbhul realizza il bivacco Grassen a St. Niklaus (2650 metri): il manufatto ha una struttura intelaiata costituita da 30 tubi in acciaio, montati in opera e tamponati da pannelli di compensato, poi sostituiti dal metallo nel 1983, che formano un poliedro regolare; il principio alla base è quello di creare uno spazio con massimo volume e un minimo di superficie esterna.



Figura 14: Bivacco Grassen in Svizzera [Fonte: Escursionismo.it – Bivacco Am. Grassen, <https://www.escursionismo.it/rifugi-bivacchi/am-grassen-15296> (Accesso: 17 febbraio 2022)]

Con l'avvento dell'elicottero si iniziano a costruire bivacchi di prefabbricazione integrali, il primo risale al 1974 ed è il bivacco del Dolent (2667 metri).

Questo bivacco è innovativo, la scocca è realizzata con un materiale di sintesi: il poliestere rinforzato con vetroresina, sembra più un modulo lunare o una capsula del tempo; anche l'interno sembra progettato per il lancio immediato.

La struttura può ospitare fino a dodici persone ed è una delle prime ad essere dotata di corrente elettrica.

Tuttavia, le due strutture che sono entrate a far parte della storia di questo periodo sono il bivacco dello Stockhorn e il bivacco Ferrario alla Grignetta.

Il bivacco dello Stockhorn del 1974, a un'altezza di 2598 metri, sembra una vera e propria navicella spaziale atterrata sulla terra. Costituito da una cabina metallica sollevata da terra tramite delle gambe, anch'esse metalliche, e dotata di scaletta per l'ingresso. Internamente realizzato in legno e arredato in modo pratico e confortevole, può ospitare massimo diciotto persone e dispone di tutti i comfort ritenuti indispensabili in alta montagna.

Il bivacco Ferrario alla Grignetta è l'unica struttura precoce e innovativa italiana di questi anni. Costruito ad una quota di 2184 metri è punto di arrivo di alcune escursioni, quasi tutte impegnative. Di forma ottagonale ricorda vagamente quella del modulo lunare utilizzato per il viaggio sulla luna dell'Apollo, ha un diametro di tre metri e mezzo, l'interno in legno e sughero e può ospitare 6/8 persone.



Figura 15: Bivaco Dolent [Fonte: Montagne nostre, Bivacco du Dolent – La Maye, <https://www.montagnenostre.net/bivacco-du-dolent-la-maye/> (Accesso 18 febbraio 2022)]

Figura 16: Bivacco dello Stockhorn [Fonte: Portale escursionismo CAS, Stockhorn biwak SAC, <https://www.sac-cas.ch/it/capanne-e-escursioni/portale-escursionistico-del-cas/stockhornbiwak-sac-2147000258/>, (Accesso: 18 febbraio 2018)]



Figura 17: Bivacco Ferrario della Grignetta [Fonte: Rifugi e foto, Diska DP, Bivacco Ferrario Bruno, <https://www.diska.it/rifferrario.asp>, (Accesso: 18 febbraio 2018)]

Caratteristiche	
Trasportabilità	✓
Montaggio	✓
Servizi	x
Abitabilità interna	✓
Isolamento termico	✓
Peso	✓
Mimetizzazione con l'ambiente	x
Costo	✓
Manutenzione	✓

Tabella 4: Vantaggi e svantaggi dei bivacchi ispirati ai moduli lunari

Un'altra tipologia di bivacco da ricordare di questi anni è il bivacco a Igloo, che prende spunto, come si può capire dal nome, dalle strutture abitative dei paesi artici. Anche il materiale che riveste l'intelaiatura in legno proviene dalla Norvegia ed è *Icopal*, poi sostituito nel 2009 da tegole di alluminio.

Alcuni progetti di fine anni '90, sono la capsula di Helmut Ohnmacht e la Skyhouse di Richard Horden. Il primo è un esempio di architettura prefabbricata in moduli componibili ed utilizza materie plastiche in montagna. Il secondo è, invece, una microcasa mobile realizzata con materiali più comuni, capaci di sopportare il peso della neve ma che permettano anche lo spostamento del bivacco.



Figura 18: Bivacco ad Igloo, Bivacco Pelino [Fonte: Il bivacco Pelino, il Cai e la lotta del movimento wilderness per l'integrità della Maiella, <https://www.notiziedaiparchi.it/il-bivacco-pelino-il-cai-e-la-lotta-del-movimento-wilderness-per-lintegrita-della-maiella/>, (Accesso 18 febbraio 2022)]

Caratteristiche	
Trasportabilità	✓
Montaggio	✓
Servizi	x
Abitabilità interna	✓
Isolamento termico	✓
Peso	✓
Mimetizzazione con l'ambiente	x
Costo	✓
Manutenzione	✓

Tabella 5: Vantaggi e svantaggi del bivacco ad Igloo

3.3 Bivacchi anni 2000

Nel nuovo millennio si assiste a un dibattito molto vivace tra alpinismo e architettura; il bivacco, quindi, è il centro di interesse. Iniziano a esserci numerosi concorsi, anche internazionali, per la costruzione di queste strutture.

L'idea è quella di realizzare bivacchi legati ai concetti di sostenibilità e design con una struttura minima, moderni nella tecnica ma che richiamino i modelli storici.

L'alta quota si è confermata come un "laboratorio" per nuove tecnologie, come l'approvvigionamento e la gestione dell'energia, la reversibilità e la sostenibilità economica ambientale.

I bivacchi costruiti negli ultimi anni non seguono un unico modello di forma, ma diversi orientamenti stilistici: alcuni sono manufatti in completa armonia con l'ambiente circostante, mentre altri hanno forme più originali e stravaganti e catturano subito l'attenzione. Ciò che accumuna questi bivacchi è la ricerca accurata per la realizzazione dello spazio abitativo, per l'uso di nuovi materiali e per l'applicazione di nuove tecniche costruttive. La carpenteria metallica e il legno rimangono i materiali più utilizzati come elementi portanti, in quanto sono molto leggeri e allo stesso tempo durevoli; per l'involucro si utilizzano spesso le lamiere ma diventa frequente anche l'utilizzo di materiali sintetici come polimeri e vetroresina.

Tutti i nuovi bivacchi sono autosufficienti dal punto di vista energetico; le tecnologie più utilizzate sono i pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica, micro-pale eoliche e un isolamento della struttura in modo tale da ridurre al minimo le dispersioni di calore. Spesso è presente un sistema di approvvigionamento idrico che permette l'accumulo di pioggia e di neve trasformandolo in acqua potabile utilizzata sia per cucinare sia da bere.

L'ultima fase è la realizzazione del bivacco, fatta interamente a valle, così da ridurre la probabilità di errori, verificare il funzionamento della struttura e permettere un lavoro più efficace e più semplice agli addetti ai lavori. Quando il manufatto è stato realizzato e ben verificato si procede al trasporto, fatto nella maggior parte dei casi in elicottero, nel luogo designato e fissato a terra per contrastare la forza del vento, molto forte a quelle quote.

A volte i bivacchi sono delle vere e proprie opere d'arte che possono offrire gratuitamente un'esperienza memorabile. In seguito, vengono riportati alcuni esempi che stanno scrivendo la storia dei bivacchi di questo periodo, tralasciando il bivacco Gervasutti e il bivacco Skuta in Slovenia che saranno descritti nei capitoli successivi.

Nel 2003 viene costruito il primo bivacco che segna l'inizio di questo periodo, che continua ancora oggi. Si tratta del Bivacco Boarelli, realizzato a Vallone delle Forciolline, Portechianale a 2820 metri. Ha una superficie notevole per essere un bivacco, infatti ha occupa 44,5 metri quadri divisa in sei locali e con 12 posti letto.

Il progetto si basa su tre obiettivi: reversibilità, autonomia e non-contaminazione. Il basamento è realizzato attraverso otto plinti puntuali di pochi centimetri quadrati e solleva la struttura di 60-80 cm dal suolo. La struttura portante è in acciaio rivestita esternamente con una lamiera in lega di zinco-rame-titanio color zinco come le pareti laterali e la parete a monte; mentre la parete a valle è costituita da grandi vetrate. L'interno è rivestito interamente in legno ed è composto da cinque locali: soggiorno con tavoli ribaltabili e 2 posti letto, zona letto con dieci posti letto, il vano WC, il vano per le batterie per l'impianto fotovoltaico, il vano rifiuti e un locale sottotetto.²

Il manufatto è stato interamente realizzato in loco.



Figura 19: Esterno del bivacco Boarelli [Fonte: <https://lab1interni2012.wordpress.com/2012/03/26/giovanni-abba-bivacco-boarelli-lago-delle-forciolline-modern-minimalist-multifunction-h2o-floating-office-design-first-38s5-barca-a-vela-philippe-starck-barca-a-vela-j105-r-johnstone-circle-p/1giovanni-abba-bivacco-boarelli-lago-delle-forciolline/>, (Accesso: 20 febbraio 2022)]

² Cfr: Tesi Matteo Ponsetti, Bivacchi: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi, Politecnico di Torino, Anno 2013



Figura 20: Interno del bivacco Boarelli [Fonte: Camptocamp, <https://www.camptocamp.org/waypoints/113806/fr/bivacco-delle-forciolline-bivacco-boarelli>, (Accesso: 20 febbraio 2022)]

Caratteristiche	
Trasportabilità	x
Montaggio	✓
Servizi	✓
Abitabilità interna	✓
Isolamento termico	✓
Peso	x
Mimetizzazione con l'ambiente	x
Costo	✓
Manutenzione	✓

Tabella 6: Vantaggi e svantaggi bivacco Boarelli

Nel 2004 viene progettato e realizzato il bivacco Kovoto Saddle dal progettista Miha Kajzelj.

Situato nella valle Tamar, su un pavimento roccioso a 2645 metri, ha una superficie di otto metri quadri e può ospitare sei persone. A causa della irregolarità del terreno il bivacco è sollevato da terra e ancorato tramite dei profilati metallici incastonate nella roccia ed è posizionato a ridosso di un grande masso per questioni di protezioni.

È formato da una struttura scatolare a forma trapezoidale in acciaio a cui è stato applicato un pacchetto pre-assemblato, i pannelli *Trimoterm* della Trimo, che funge da rivestimento esterno, interno e isolamento.

Gli interni sono essenziali e realizzati in legno, è costituito da un unico vano dove si trova la cucina e sei posti letto. La struttura è stata elitrasportata e poi costruita in loco.

Questo manufatto è un particolare esempio di bivacco che si mimetizza con l'ambiente circostante. Grazie al colore esterno della struttura sembra una parte in più della roccia a cui è appoggiato.



Figura 21: Esterno del Bivacco Kovoto Saddle [Fonte: Tesi Matteo Ponsetti, Bivacchi: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi, Politecnico di Torino, Anno 2013]



Figura 22: Interno del Bivacco Kovoto Saddle [Fonte: Tesi Matteo Ponsetti, *Bivacchi: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi*, Politecnico di Torino, Anno 2013]

Caratteristiche	
Trasportabilità	✓
Montaggio	✓
Servizi	x
Abitabilità interna	✓
Isolamento termico	✓
Peso	✓
Mimetizzazione con l'ambiente	✓
Costo	✓
Manutenzione	✓

Tabella 6: Vantaggi e svantaggi bivacco Kovoto Saddle

Come ultimo esempio non si può non citare il bivacco Chentre – Bionaz situato a Praz de Dieu a una quota di 2530 metri.

Anche questo bivacco è molto spazioso, infatti ha una superficie di 54 metri quadrati interni con 6,5 metri quadri coperti esterni e può ospitare fino a 16 posti letto.

Il progetto inizia a svilupparsi nel 2005 ma viene costruito solo nel 2010 in quanto voleva mettere d'accordo tutta la comunità locale e i finanziatori dell'opera.

Consiste in un poderoso volume costituito da legno dalla sommità tondeggiante e posto al di sopra di un promontorio richiama il paesaggio circostante sia per i colori sia per la forma; sembra proprio uscire dal terreno.

Il basamento è formato da calcestruzzo gettato in opera, la struttura è realizzata con elementi lignei disposti a telaio, le pareti sono formate da uno strato di isolante ricoperto da tavole di legno, mentre la copertura è rivestita esternamente da lamiere di rame.

L'interno è molto spazioso ed è diviso in due livelli, nella parte alta ci sono grandi vetrate per ammirare il panorama.

È provvista di energia elettrica grazie a un impianto fotovoltaico posizionato nella facciata principale.



Figura 23: Esterno del bivacco Chentre-Bionaz [Fonte: Escursioniso valle d'Aosta, <https://www.gulliver.it/itinerari/chentre-carlo-bionaz-ettore-bivacco-da-la-ferrera/>, (Accesso 21 febbraio 2022)]

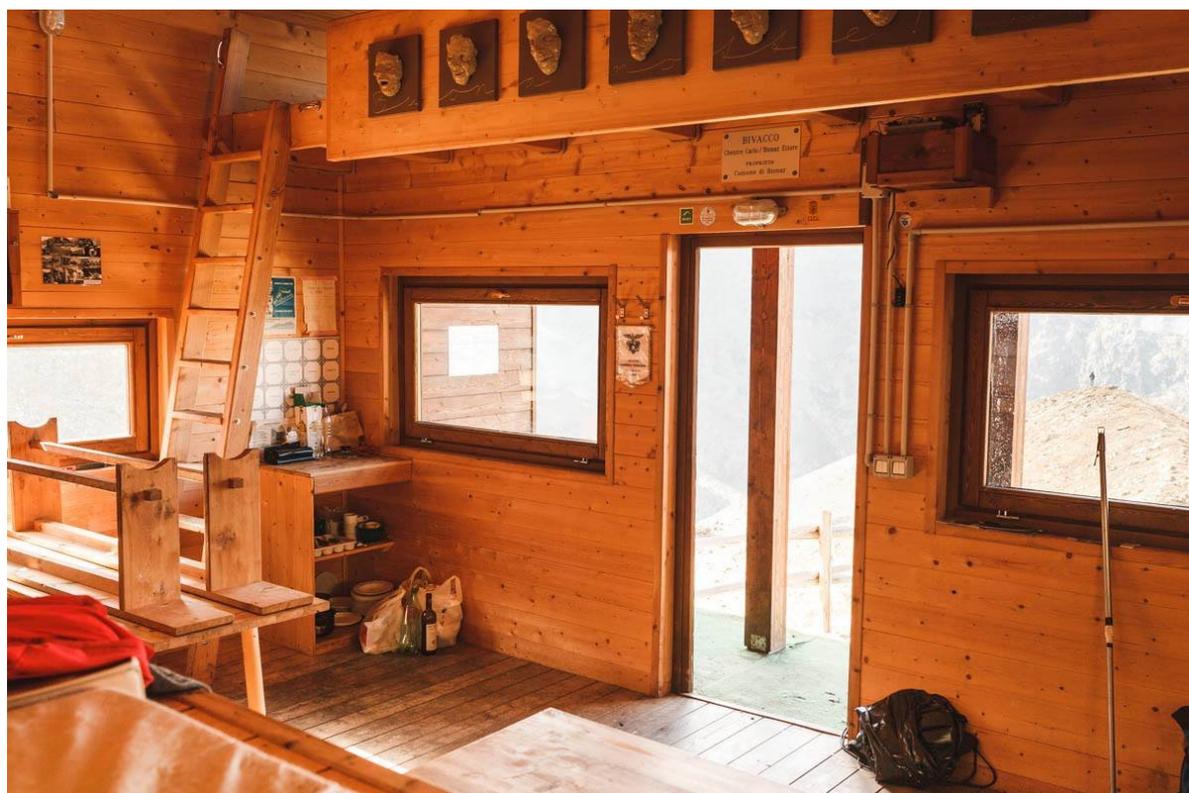


Figura 24: interno del bivacco Chentre-Bionaz [Fonte: Escursioniso valle d'Aosta, <https://www.gulliver.it/itinerari/chentre-carlo-bionaz-ettore-bivacco-da-la-ferrera/> (Accesso 21 febbraio 2022)]

Caratteristiche	
Trasportabilità	x
Montaggio	✓
Servizi	✓
Abitabilità interna	✓
Isolamento termico	✓
Peso	x
Mimetizzazione con l'ambiente	✓
Costo	✓
Manutenzione	✓

Tabella 6: Vantaggi e svantaggi bivacco Chantre-Bionaz

3.4 Analisi

I bivacchi costruiti dopo la Seconda guerra Mondiale non si possono riassumere in modelli come i primi costruiti in quanto ogni bivacco ha una struttura diversa dall'altra.

Come detto, grazie alla tecnologia sempre più avanzata, si iniziano a costruire bivacchi sempre più efficienti e confortevoli.

I primi manufatti studiati si possono categorizzare in due gruppi: i bivacchi ispirati ai moduli lunari e i bivacchi ad igloo.

I bivacchi ispirati ai moduli lunari sono leggeri, realizzabili tutti a valle e trasportabili interamente nel luogo designato tramite elicottero; questo è un vantaggio apprezzabile sia per il montaggio in sito che per il costo che non deve prevedere interventi lunghi in alta quota, molto onerosi. Essendo così minimali i servizi all'interno sono quasi nulli, nessun bivacco, infatti, prevede un angolo cottura con fornelli e uno spazio dedicato al deposito di scarpe, zaini e sci.

L'aggiunta di pannelli solari e di dispositivi per la depurazione della pioggia e della neve renderebbero questi bivacchi più confortevoli.

I bivacchi ad igloo sono molto simili ai bivacchi esposti appena sopra.

La sua forma ad igloo permette alla neve di non depositarsi e quindi di non gravare con ulteriore peso la struttura, però non permette la suddivisione ottimale dello spazio, non prevede, infatti, una zona giorno e una zona notte che renderebbe migliore la permanenza.

Il bivacco nel suo complesso è provvisto di tutto l'essenziale ma non presenta i dispositivi per produrre energia sostenibile e quindi non c'è la possibilità di riscaldamento interno e di illuminazione notturna.

È il primo modello che utilizza materiale plastico in montagna, cosa tuttora non apprezzata per la salvaguardia dell'ambiente.

I bivacchi degli anni 2000, invece, non si possono classificare. In questo elaborato si prendono in esame tre esempi.

Il bivacco Boarelli è il primo con all'interno tutti i servizi base; presenta una zona giorno divisa dalla zona notte, una cucina con il piano cottura, un sistema autonomo per la produzione di energia elettrica e un dispositivo per la depurazione delle acque atmosferiche. Inoltre, presenta anche i servizi igienici, unico bivacco studiato ad averli.

La struttura, anche esternamente, ricorda più una casa comune che un bivacco, non può essere trasportata già costruita in un altro luogo ma deve essere smontata e rimontata.

Non è un bivacco facilmente riproducibile in tutte le zone montane in quanto serve un esteso spazio piano per essere costruito, avendo una superficie elevata.

Essendo efficiente energeticamente, avendo tutti i servizi e non avendo bisogno di manutenzione il Boarelli è un bivacco che non ha bisogno di migliorie ma da spunto per la costruzione dei nuovi bivacchi.

Il bivacco Kovoto Saddle è uno dei bivacchi più particolari finora costruiti. È il classico esempio di una costruzione che si adatta perfettamente e non oscura l'ambiente circostante. Per le esigenze del luogo il bivacco è perfetto, piccolo e compatto.

Essendo così piccolo i servizi all'interno sono essenziali ed è tutto organizzato minuziosamente per utilizzare al meglio lo spazio. Questo è un punto a sfavore del Kovoto Saddle in quanto i comfort sono minimi.

Essendo fatto "su misura", anche questo bivacco non può essere costruito identico in altri luoghi. Per il luogo e il posto questo bivacco non poteva essere costruito diversamente, si potevano però introdurre i dispositivi per la produzione di energia elettrica.

Il bivacco Chentre - Bionaz, infine, è un bivacco unico nel suo genere. È la rappresentazione di cosa vuol dire costruire un bivacco in armonia con il paesaggio montano. Con la sua forma che ricorda una collina e la realizzazione tutta in legno sembra uscire proprio dal promontorio.

Il bivacco è molto esteso, questo comporta un'abilità interna migliore avendo la possibilità di introdurre più comfort, ma anche la difficoltà di montaggio e di trasporto in quota; infatti, non può essere replicato in tutte le zone montane ma solo in quelle che presentano uno spazio piano ampio.

Il Chentre – Bionaz è un bivacco che rispetta l'ambiente grazie ai materiali eco-sostenibili, alla presenza di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica e all'armonia assoluta con il paesaggio.

Quest'analisi vuole, inoltre, soffermarsi sulle tecniche moderne che accomunano questi manufatti.

La prima grande innovazione è la prefabbricazione leggera che ormai è diventata una tecnica da cui è impossibile prescindere.

La sua importanza è strettamente connessa alla modularità, che a sua volta agevola il trasporto in quota; infatti, suddividendo il bivacco in moduli in fase di progettazione è possibile prefabbricare la struttura a valle, risparmiando rischi e costi costruttivi.

I moduli sono progettati in maniera tale da poter essere assemblati agevolmente tra loro e grazie alla modularità si possono creare bivacchi diversi con gli stessi moduli di partenza.

Ecco, quindi, un altro vantaggio della modularità: replicare un modello già esistente, che si ritiene soddisfacente in termini di efficienza, e adattarlo a ogni tipo di luogo.

Inoltre, i moduli permettono di ampliare il bivacco senza modificare la struttura già esistente; questo concetto è vincente in quanto si presume che l'affluenza in montagna aumenti notevolmente nei decenni futuri e sostituire tutti i singoli bivacchi con modelli più grandi è una soluzione gravosa sia economicamente sia per l'impatto ambientale.

La prefabbricazione unita all'elitransporto implica la costruzione di strutture leggere e al contempo resistenti. La scelta tecnologica attuale cade su materiali che seguono principi di durabilità nel tempo, leggerezza e di ridotta manutenzione, non sacrificando l'impatto ambientale.

Per quanto riguarda la scelta dei materiali, si ricade in due possibili materiali: la vetroresina e il legno.

Il legno, ampiamente utilizzato in montagna fin dalle prime costruzioni, rimane il materiale principale della costruzione dei bivacchi sia per la parte interna sia per la struttura portante.

Per la struttura portante si utilizzano, generalmente, pannelli di legno lamellare strutturale (X-Lam)³, materiale facilmente lavorabile che offre resistenza, leggerezza e durabilità nel tempo.

Il legno viene anche utilizzato per la realizzazione della parte interna del bivacco in quanto conferisce una sensazione di calore, garantisce un buon isolamento e un'ottima traspirazione assorbendo l'umidità e rilasciandola lentamente.

Il legno, quindi, rimane uno dei pochi elementi che accomunano i bivacchi "moderni" e bivacchi "antichi".

La vetroresina, invece, è un materiale sintetico, realizzato in laboratorio formato da fibre di vetro unite a una miscela di resine liquide (tra cui il poliestere).

³ I pannelli XLAM sono dei materiali da costruzione innovativi e performanti, caratterizzati da un'alta resistenza, flessibilità e robustezza. Hanno il pregio di associare la proprietà portante del legno lamellare con la bidimensionalità e la solidità del compensato.

È un materiale con molteplici proprietà utili per le costruzioni in montagna; è un composto molto leggero, ha una resistenza elevata pur essendo leggera ed è flessibile agli urti.

Una caratteristica fondamentale è la poca manutenzione richiesta che la rende un materiale adatto alla costruzione dei bivacchi e inoltre è molto economica.

Con la vetroresina, però, si utilizzano anche altri materiali per la struttura portante come il legno oppure reticolari in alluminio.

Utilizzando la vetroresina, anche con l'aggiunta di strutture in legno o metalliche, la stratigrafia della parete risulta ridotta rispetto ai bivacchi costruiti con altri materiali. Questo comporta con lo stesso volume esterno di avere un aumento di superficie calpestabile nonché un volume interno maggiore.

La moderna tecnologia offre, inoltre, mezzi e sistemi per la produzione di energia autonoma in sito. L'auto-produzione di energia avviene soprattutto con l'utilizzo di impianti fotovoltaici e impianti eolici che sfruttano fonti energetiche rinnovabili, energia solare ed eolica. La loro efficienza è correlata alla disponibilità delle fonti, che non è continua.

Questi due impianti forniscono energia per avere un minimo di riscaldamento mediante dei radiatori, per la fusione della neve, avendo così disponibilità di acqua potabile, per l'illuminazione artificiale interna durante le ore notturne e per eventuali prese elettriche.

Queste sono le innovazioni che hanno migliorato il bivacco e che lo hanno reso non solo un rifugio spartano ma una vera e proprio "casetta" in miniatura.

Quarto Capitolo: Bivacco Gervasutti

4.1 Scheda Tecnica



Figura 25: Bivacco Gervasutti [Fonte: <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>, (Accesso 23 febbraio 2022)]

POSIZIONE

Località: Ghiacciaio del Frèboudze,

Val Ferret, AO

Quota: 2835 m

Cammino: 430 ore

PROGETTO

Progettista: Luca Gentilcore e
Stefano Testa (LEAP)

Committente: CAI Torino e SUCAI Torino

Anno: 2009-2010

DIMENSIONI

Superficie: 30 metri quadri

Posti letto: 12

Organizzazione spaziale: 3 locali

MATERIALI

Basamento: Calcestruzzo

Struttura: Sandwich composito

Involucro: Sandwich composito

4.2 Progetto e realizzazione

La nuova “Capanna Gervasutti”, commissionata dal CAI di Torino è stata installata nell’ottobre del 2010 a quota 2835 metri sul ghiacciaio del Freboudze, sotto la parete Est delle Grandes Jorasses nel Monte Bianco ed inaugurata nel 2011.

Questo bivacco ha visto ben tre evoluzioni nel corso della sua storia: la prima era una capanna in legno e lamiera, venne realizzata nel 1949 sopra uno spuntone del ghiacciaio del Freboundze ed è a questa a cui danno il nome dell’alpinista torinese Giusto Gervasutti, morto tentando un’arrampicata proprio dove sorge il bivacco. A seguito di alcuni danneggiamenti, il bivacco venne completamente ricostruito nel 1961.

Nel 2010 infine, a 50 anni dall’ultimo rifacimento, si decide di realizzare la nuova struttura, tuttora funzionante.

Il progetto nasce in pianta: uno spazio minimo per dodici posti letto che non richieda trasporti di materiale eccezionali.

Per la realizzazione dell’involucro dopo una prima ipotesi di riutilizzo di un trancio di fusoliera di un aeroplano, non praticabile, si sono utilizzate strutture modulari, per ridurre al minimo le operazioni in quota, create da *LEAPfactory*, società italiana che progetta e realizza strutture modulari con impatto ambientale minimo.

I moduli LEAP sono abitacoli interamente prefabbricati, trasportabili con un elicottero di medie dimensioni e installabili rapidamente senza modificare il suolo naturale con opere permanenti. Sono pensati per funzionare in completa autonomia essendo dotati di impianti di produzione di energia pulita, di sistemi di autodiagnosi e dispositivi sanitari indipendenti.

I moduli che creano l’intero bivacco Gervasutti sono quattro, sono realizzati a valle e trasportati tramite elicottero e infine agganciati a una trave-binario trapezoidale in composito, fissata alla roccia in sei punti distribuiti su metà della lunghezza.

Ogni modulo ha una particolare funzione:

- Il primo modulo denominato “*Entrance module*” regola l’accesso alla struttura e comprende i depositi per zaini, scarpe e attrezzature di montagna e un alloggiamento di emergenza.
- Il secondo modulo denominato “*Living module*” include cucina, area da pranzo e l’unità di controllo degli apparati tecnologici della struttura.
- Gli ultimi due sono i “*Sleeping modules*” che consentono la disposizione delle dodici cuccette per la notte.



Figura 26: modulo “Living” del bivacco Gervasutti [Fonte: Valle d’Aosta, sito ufficiale del turismo in Valle d’Aosta, <https://www.lovevda.it/it/banca-dati/7/bivacchi/courmayeur/bivacco-gervasutti/2482>, (Acesso 24 febbraio 2022)]



Figura 27: modulo “Sleeping” del bivacco Gervasutti [Fonte: Valle d’Aosta, sito ufficiale del turismo in Valle d’Aosta, <https://www.lovevda.it/it/banca-dati/7/bivacchi/courmayeur/bivacco-gervasutti/2482>, (Acesso 24 febbraio 2022)]

I moduli hanno una larghezza di circa 3,5 metri e un peso di 600 kg ciascuno, compreso l’allestimento interno, la superficie totale è di 30 metri quadri e il peso complessivo di 2 tonnellate.

Il Gervusatti ha tutti i comfort, ponendosi a metà tra un bivacco e un rifugio; infatti, per passarci la notte si richiede una quota di 5 euro per gli iscritti al CAI e 10 euro per gli altri.

Il bivacco ha una dotazione tecnologica mai vista in nessun altro bivacco prima, ha un’autonomia energetica grazie ai pannelli fotovoltaici, che producono 2,5 kWh di energia

solare, ed a degli accumulatori con batterie al litio. La cucina, inoltre, è dotata di piastre ad induzione per cucinare.

È attivato sempre un sistema interno di autodiagnosi e di rilevamento di dati ambientali, come il sensore della CO2 e l'estrattore d'aria automatico con scambiatore di calore per il controllo della salubrità dell'aria interna.¹

È dotato infine di un computer con connessione a internet che gestisce la parte tecnologica sia in loco sia da remoto, dove all'interno è inserito anche il "diario di vetta", presente negli altri bivacchi in forma cartacea.

La modularità, quindi, denota un evidente vantaggio: la separazione netta tra zona giorno e zona notte, che consente un miglioramento del comfort.

Lo sbalzo nel vuoto non è solo un azzardo ingegneristico, ma consente di avere meno accumulo di neve sui pannelli solari in quanto essendo posti su una superficie ricurva la neve scivola facilmente.



Figura 28: Fase di montaggio in quota del bivacco Gervasutti [Fonte: Area intirior, <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>, (Accesso 24 febbraio 2022)]

¹ Cfr: Tesi Matteo Ponsetti, Bivacchi: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi, Politecnico di Torino, Anno 2013

L'involucro esterno è realizzato in vetroresina, materiale con un peso modesto e stampato a infusione sottovuoto.

La struttura, realizzata in materiale composito, garantisce sia caratteristiche meccaniche sia isolanti con un'unica soluzione. La forma cilindrica, inoltre, permette una minore dispersione del calore interno.

Gli interni sono in legno e il pavimento è di un colore rosso (per richiamare il rosso della struttura esterna) ed è realizzato con un particolare PVC al 100 % riciclato. Questo particolare PVC è ottenuto tramite pressatura ad alta compressione. Ciò garantisce un isolamento acustico, una resistenza all'impronta di 0,10 mm e un'ottima resistenza ai carichi.² Caratteristiche fondamentali per un bivacco dalle piccole dimensioni e per immergersi nel silenzio della natura.

Il bivacco è dotato di due ingressi con doppia apertura e oblò apribili e una grande chiusura in PMMA³ che permette di ammirare il paesaggio mentre si mangia e si sta nella zona giorno.

Il costo di tutta la realizzazione è stato relativamente modesto, sono stati stimati in totale lavori per circa 200.000 euro, inclusi anche i lavori di smaltimento della vecchia capanna.

Da questo bivacco la prefabbricazione riesce a giungere a un livello altissimo, difficilissimo da superare. Il progetto, inoltre, è flessibile in quanto i moduli potranno essere in futuro sostituiti oppure ampliati, e possono essere utilizzati per la realizzazione di altri bivacchi in altri ambienti.

Fin da subito il progetto è stato proposto per essere un modello replicabile e non solo una soluzione per il Monte Bianco.

“La Capanna Gervasutti è la prima spettacolare applicazione di un prodotto, il LEAP/s1, parte di una serie abitacoli che LEAPfactory ha sviluppato per risolvere più in generale il problema dell'infrastrutturazione ambientale. Le difficoltà legate alle costruzioni in alta montagna, in aree generalmente prive di accessibilità stradale, rende quasi insostituibile il ricorso al trasporto aereo e quindi ad una prefabbricazione spinta. Questo nuovo bivacco sul Monte Bianco rappresenta una delle opzioni possibili per l'architettura d'alta quota: in un contesto non completamente abitabile essere senza alcun radicamento, reversibile e mobile, come una barca o una navicella spaziale.”⁴

² Area bivacco Gervasutti, <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>

³ Materiale simile al Plexiglass

⁴ Cit: Architetto Carlo Calderan



Figura 29: Vista panoramica dall'interno del bivacco [Fonte: [Fonte: Area interior, <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>, (Accesso 24 febbraio 2022)]



Figura 30: Vista esterna del bivacco [Fonte: [Fonte: Area interior, <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>, (Accesso 24 febbraio 2022)]

4.3 Piante e Sezioni

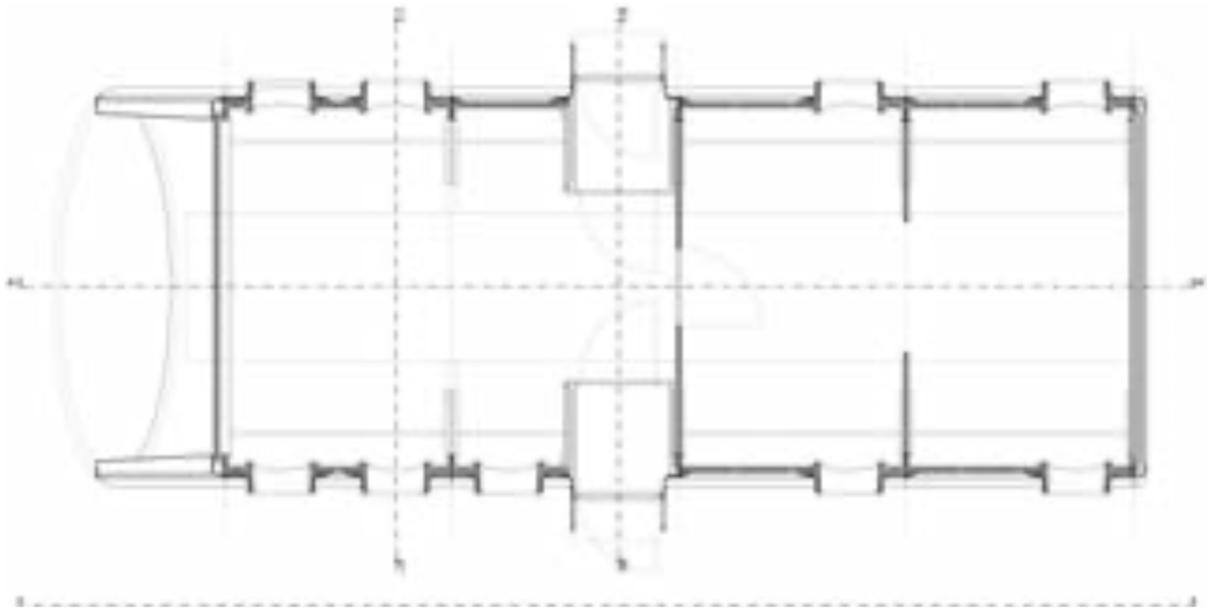


Figura 31: Pianta del bivacco Gervasutti [Fonte: Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta]



Figura 32: Sezioni del bivacco Gervasutti, a sinistra la sezione che taglia l'ingresso del bivacco, a destra la sezione che taglia lo sbalzo [Fonte: Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta]

Bivacco Gervasutti

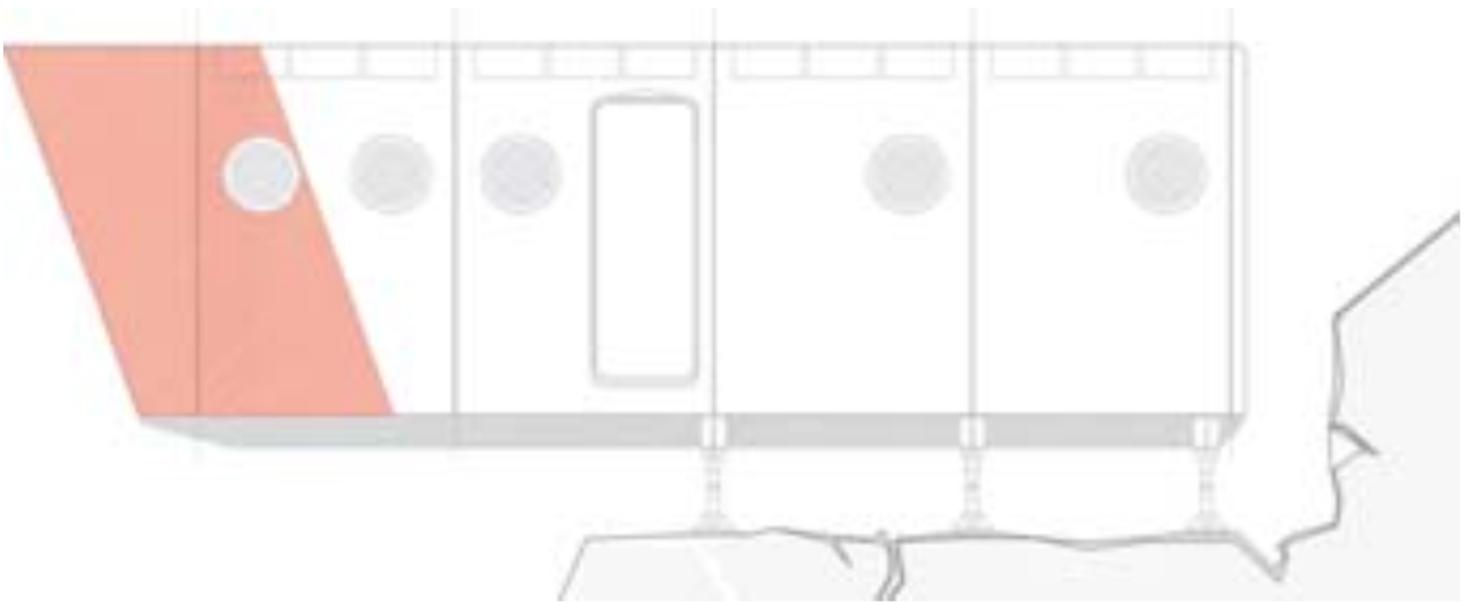


Figura 33: Prospetto longitudinale del bivacco Gervasutti [Fonte: Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta]

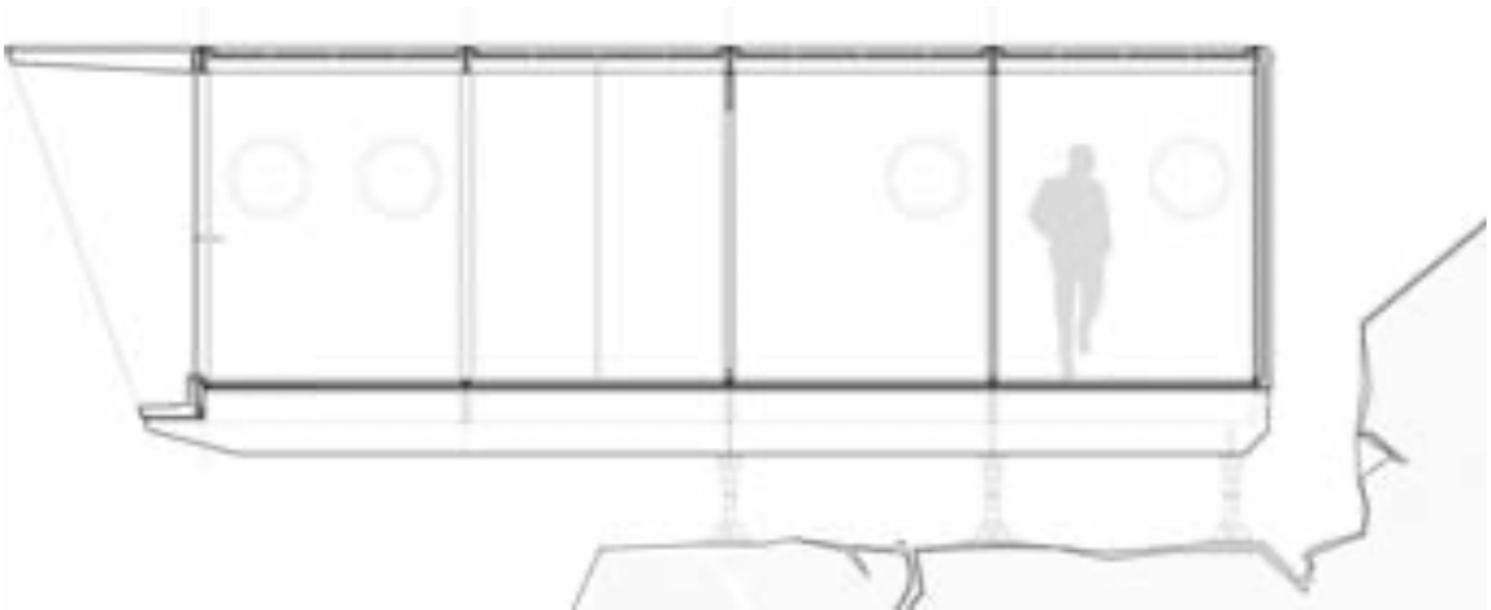


Figura 34: Sezione longitudinale del bivacco Gervasutti [Fonte: Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta]

Quinto Capitolo:

Bivacco Skuta

5.1 Scheda Tecnica



Figura 35: Bivacco Skuta [Fonte: Un rifugio alpino nelle Alpi di Kamnik in Slovenia, <https://italystonemarble.com/2016/02/25/un-rifugio-alpino-nelle-alpi-di-kamnik-in-slovenia/>, (Accesso: 26 febbraio 2022)]

POSIZIONE

Località: Montagna Skuta, Slovenia

Quota: 2045 m

Cammino: 3-4 ore

PROGETTO

Progettista: Studio di Ljubljana OFIS Architects in collaborazione con gli ingegneri strutturali londinesi della AKT II e gli studenti della Harvard Graduate School of Design.

Committente: Associazione alpina della Slovenia

Anno: 2015

DIMENSIONI

Posti letto: 8

Organizzazione spaziale: 3 locali

MATERIALI

Struttura: legno e vetro

5.2 Progetto e realizzazione

Il Bivacco Skuta viene denominato bivacco, ma in realtà non assomiglia minimamente a quelli che siamo abituati a trovare in montagna.

Il progetto nasce in un laboratorio di architettura presso la *Harvard Graduate School of Design*, sotto la guida di Rok Oman e Spela Videcnik di OFIS.

Tredici studenti di sono sfidati in una gara di progettazione di un rifugio di montagna innovativo e pratico e hanno presentato dodici proposte che tenessero conto delle varie caratteristiche del sito e utilizzando materiali tecnologici.

Tra tutti i progetti proposti è stata selezionata l'idea degli studenti Frederick Kim, Katie MacDonald ed Erin Pellegrino. Dopo la fine del semestre universitario, lo studio di architettura OFIS Architects e gli ingegneri strutturali AKT II hanno continuato a sviluppare il progetto, adattandolo ancora di più al sito grazie all'aiuto di alpinisti esperti.

Il bivacco nel 2015 viene posizionato sostituendo il vecchio bivacco, presente da oltre 50 anni.

Il progetto è costituito da tre moduli: il primo modulo comprende l'ingresso, un ripostiglio e una piccola cucina, il secondo offre una zona dove socializzare e dormire mentre il terzo è adibito per la zona notte con le cuccette per dormire.

Su entrambi i lati le pareti sono interamente finestrate e offrono una vista spettacolare sulla valle e sulla Skuta Mountain.

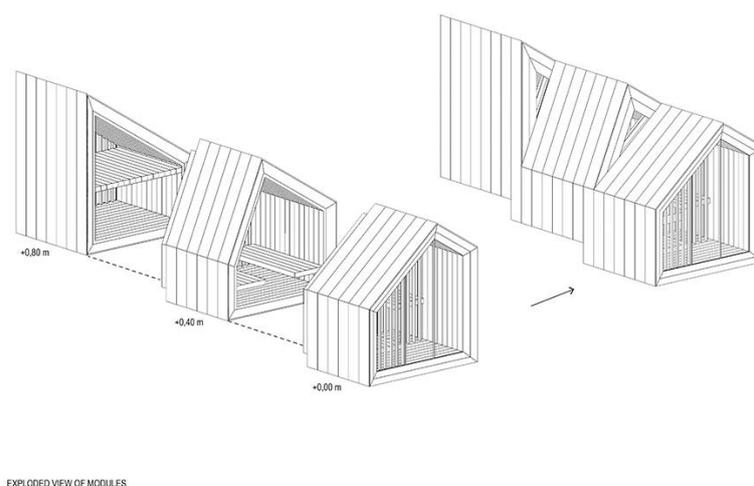


Figura 36: Suddivisione del bivacco nei tre moduli [Fonte: Rifugio alpino s Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]

Il bivacco è stato progettato a moduli per facilitare il processo di installazione in loco e per trasportarlo a pezzi.

I moduli sono stati progettati tutti in officina, sono una serie di telai robusti da poter assemblare poi nel luogo designato.

Superati i 2000 metri è importante progettare bivacchi in grado di resistere alle dure condizioni date dal vento, neve, frane e terreno instabile. Inoltre, il luogo incontaminato richiede un'accortezza maggiore per quanto riguarda il rispetto del paesaggio.

La costruzione, quindi, è stata ancorata al terreno, garantendo un impatto ambientale minimo, i moduli sono stati fissati su supporti posizionati strategicamente, che hanno la funzione anche di fondazioni.



Figura 37: Trasporto dei moduli tramite elicottero [Fonte: Rifugio alpino s Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]

La parte esterna è realizzata con uno strato di metallo e grazie ad elementi sottili in calcestruzzo in fibra di vetro si è potuto realizzare un bivacco con un'estetica moderna e che resista alle intemperie. Si è utilizzata una particolare fibra di vetro e calcestruzzo realizzata dalla ditta Rieder.

Nelle due pareti trasversali il bivacco ha una vetrata dal pavimento fino al soffitto che permette di godere di una vista strepitosa sulle Alpi. I vetri dei serramenti sono a tripla camera e sono stati progettati per resistere alle forti raffiche di vento e di neve.

Bivacco Skuta

Le pareti sono realizzate con un materiale della ditta Rockwool e consiste in un pannello che garantisce livelli di comfort alti, anche a strutture non riscaldate, mentre fuori ci sono condizioni climatiche estreme. Il materiale è molto leggero, non igroscopico, in grado di resistere alla condensa e ai ponti termici ed è facile da installare. La lana di roccia inserita all'interno garantisce un comfort termico in qualsiasi condizione e funziona anche da barriera per il fuoco.¹

Gli interni sono minimali e sono realizzati in legno di abete.

L'installazione è stata realizzata da PD Lubiana Matica sotto la direzione di Marevz Jerman, trasportato in elicottero dalle forze armate slovene e una squadra di soccorso alpino.

Nonostante la piccola scala del bivacco, il progetto è stato molto impegnativo, ha richiesto la partecipazione di oltre sessanta persone. Non è stata un'impresa meno impegnativa di qualsiasi altra grande costruzione.

La sfida era quella di mettere il panorama al primo posto e decisamente è stata superata.



Figura 38: Vista esterna del bivacco Skuta [Fonte: Rifugio alpino s Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]

¹ Informazioni tratte da sito ufficiale Rockwool: <https://www.rockwool.com/it/consigli-formazione/case-studies/skuta-alpine-shelter/>

Bivacco Skuta



Figura 39: Interno del bivacco Skuta, zona letto [Fonte: Rifugio alpino a Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]



Figura 40: Esterno del bivacco Skuta, vista longitudinale [Fonte: Rifugio alpino a Skuta: https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]

Per raggiungere questo spettacolare bivacco si parte dalla valle del Kamniška Bistrica, una quarantina di chilometri a nord di Lubiana e si percorre un sentiero che dura circa 3-4 ore, gli ultimi dieci minuti bisogna allontanarsi dal sentiero tracciato.

Per fermarsi a cenare e dormire non c'è bisogno di prenotazioni o di chiavi, basta lasciare tutto pulito come lo si è trovato, come qualsiasi altro bivacco.

5.3 Piante e sezioni

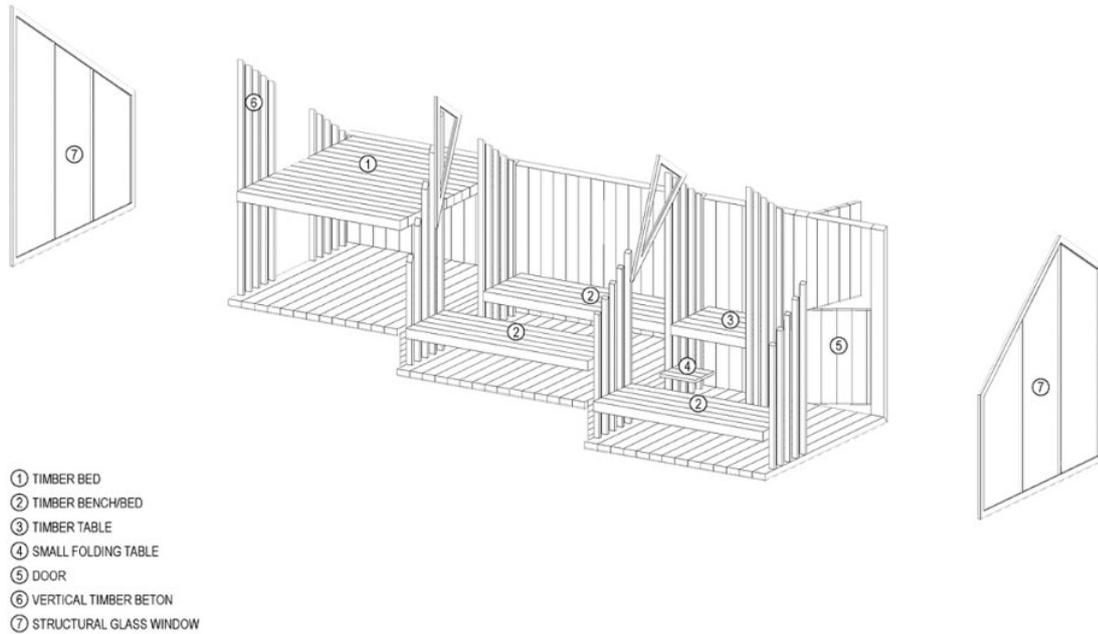


Figura 41: Assonometria del bivacco Skuta con suddivisione nei vari elementi [Fonte: Rifugio Alpino a Skuta

https://www.domusweb.it/it/architettura/2015/09/16/ofis_architects_e_akt_ii_alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]

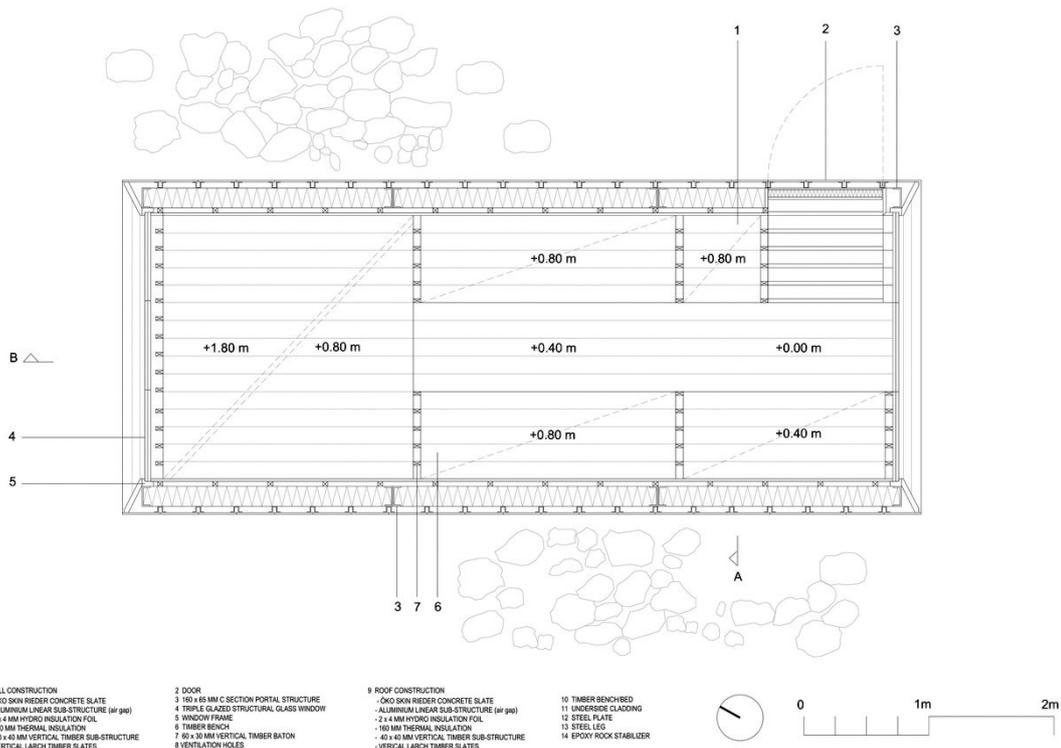


Figura 42: pianta del bivacco Skuta [Fonte: Alpine Shelter Skuta

https://www.ofis.si/eng/projects/public/alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]

Bivacco Skuta

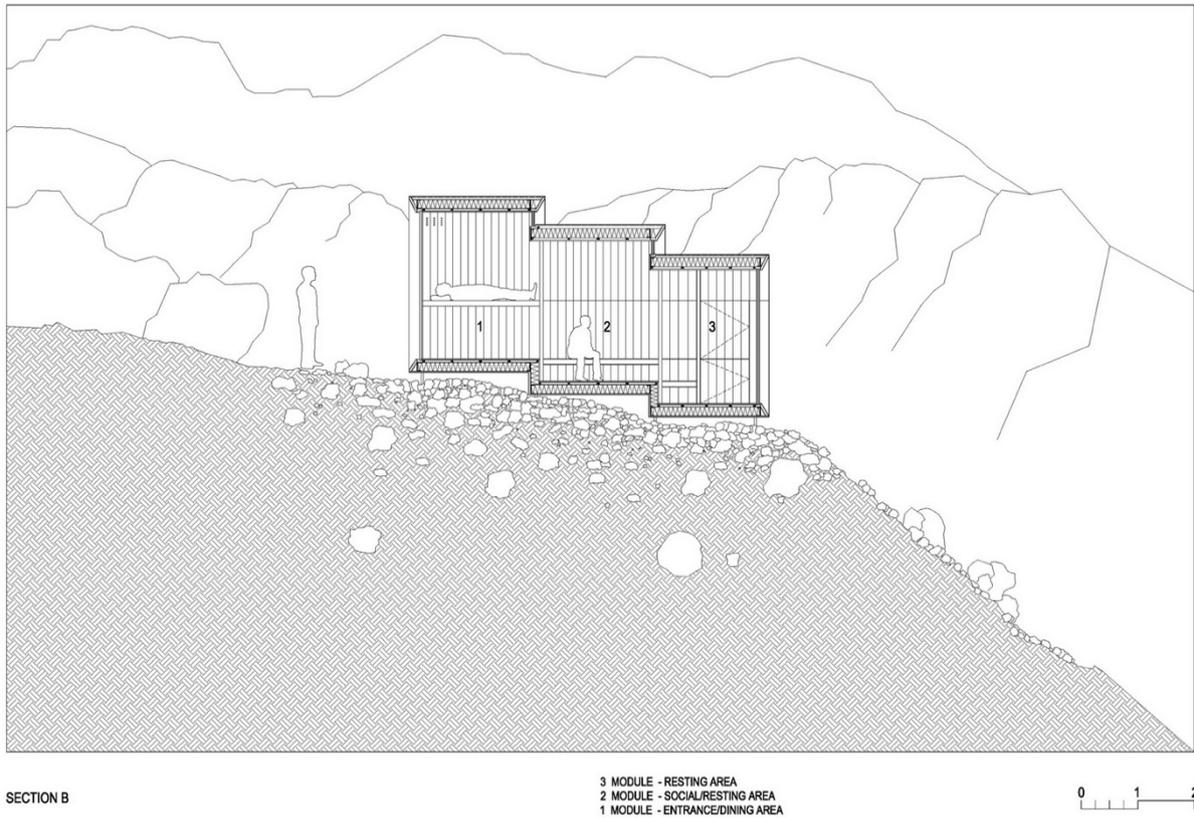


Figura 43: Sezione longitudinale del bivacco Skuta [Fonte: Alpine Shelter Skuta https://www.ofis.si/eng/projects/public/alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]



Figura 44: sezione trasversale del bivacco Skuta [Fonte: Alpine Shelter Skuta https://www.ofis.si/eng/projects/public/alpine_shelter_skuta.html, (Accesso: 28 febbraio 2022)]

5.4 Confronto tra bivacco Skuta e bivacco Gervasutti

Il bivacco Gervasutti e il bivacco Skuta, apparentemente, sembrano due strutture completamente diverse ma, invece, per molti aspetti si somigliano.

Si svolge l'analisi confrontando le caratteristiche basilari dei due bivacchi, quindi trasportabilità, montaggio, abitabilità interna, isolamento termico, manutenzione, servizi e mimetizzazione con l'ambiente.

Le strutture hanno una forma totalmente diversa, ma l'abitabilità interna è confortevole in entrambe, essendo formate da diversi moduli la superficie risulta essere divisa per zone di utilizzo, zona giorno e zona notte. Il bivacco Skuta ha più metri quadri e quindi a parità di ospiti risulta essere più accogliente.

Come detto, entrambe le strutture sono realizzate per moduli, trasportati tramite elicottero nel posto designato e assemblati poi in loco; quindi, la trasportabilità e il montaggio sono simili e non richiedono tante ore in alta quota. I materiali utilizzati sono diversi, il Gervasutti è realizzato con pannelli interni di legno ed esterni di vetroresina, mentre lo Skuta è realizzato interamente con materiale ligneo lamellare. I due materiali hanno caratteristiche simili e non comportano grandi differenze tra uno e l'altro. Grazie al pannello in legno del Gervasutti e le pareti lignee dello Skuta l'isolamento termico di entrambi i bivacchi è efficiente.

La manutenzione non richiede particolari interventi per entrambi in quanto sono realizzati con materiali durevoli e che resistono alle intemperie dell'alta montagna.

Per quanto riguarda i servizi il bivacco Gervasutti non ha paragoni con il bivacco Skuta; infatti, è del tutto autonomo con la produzione di energia elettrica, tramite i pannelli fotovoltaici, che serve sia per l'illuminazione notturna che per la cucina ad induzione e il computer di bordo.

Con i tre moduli che simulano tre cime montane ed essendo realizzato interamente in legno, il bivacco Skuta risulta essere più armonioso con il paesaggio circostante rispetto al bivacco Gervasutti che, invece, cattura subito l'attenzione con la sua forma particolare e il colore rosso intenso.

I due bivacchi, infine, sono stati progettati cercando di mettere il panorama al primo posto, infatti, hanno entrambi grandi vetrate che permettono di godere del meraviglioso paesaggio.

Il bivacco Skuta e il bivacco Gervasutti sono due capolavori ingegneristici e architettonici in alta montagna e uno non è migliore dell'altro, infatti, si equivalgono in quasi tutti i punti.

Conclusioni

L'alta montagna, da sempre ritenuta un luogo per i più coraggiosi e temerari, sta diventando più accessibile grazie ai fenomeni di antropizzazione del territorio.

La storia dell'architettura dei manufatti in alta quota è ricca di sperimentazioni ed evoluzioni sociali ed etiche, una storia in costante evoluzione, dove la montagna viene sempre più popolata da costruzioni, di diverse forme ma con lo stesso intento: riuscire a raggiungere e costruire un riparo nelle zone più ostili e remote del pianeta.

I bivacchi alpini incarnano proprio questa necessità, unendo l'abitare minimo con la qualità costruttiva e l'efficienza.

La qualità e l'efficienza sono state ricercate fin dai primi bivacchi alpini costruiti in legno massiccio e lamiera, solo che le esigenze di fondo sono cambiate nel tempo; nell'epoca moderna il termine qualità non può essere slegato ai termini di sostenibilità e di comodità.

In conclusione, la tesi ha inteso analizzare la storia e le tipologie dei bivacchi alpini, andando a ricercare le soluzioni qualitativamente migliori che sono emerse nei bivacchi modulari e prefabbricati con le seguenti caratteristiche: piccoli come dimensioni e possibilmente ampliabili, costruiti in legno e autosufficienti energeticamente.

I bivacchi devono avere una forma essenziale, minimale e devono avere un impatto minimizzato per tutelare i valori paesaggistici dell'ambiente montano; penso però che queste caratteristiche rendano l'esperienza in bivacco sicuramente più confortevole ma non eliminando, la parte "selvaggia" dell'uscita in montagna.

Grazie alla ricerca sviluppata per la presente tesi ho avuto la possibilità di studiare un tipo di architettura a me fino ad ora sconosciuta, permettendomi di scoprire che, anche in alta montagna, viste le condizioni estreme, l'architettura e le tecniche costruttive sono sempre in continua evoluzione e sperimentazione.

Ringraziamenti

Vorrei dedicare questo spazio a chi, con pazienza e dedizione, ha contribuito e reso possibile la realizzazione di questo elaborato.

Un ringraziamento particolare va al mio relatore Arch. Livio Petriccione che mi ha seguito in questi mesi di realizzazione dell'elaborato fin dalla scelta dell'argomento, mostrandosi sempre molto disponibile.

Grazie anche alla mia correlatrice Ing. Giorgia Dorigatti per i suoi preziosi consigli riguardanti il tema e avermi suggerito le giuste modifiche della tesi.

Ringrazio infinitamente i miei genitori, che con grande sostegno, economico e morale, mi hanno dato la possibilità di conseguire questo titolo.

Ringrazio il mio fidanzato Matteo per avermi supportato e aiutato in questi anni di studio. Grazie perché ci sei sempre stato.

Infine, ringrazio le mie amiche e anche compagne di università Beatrice, Giulia e Ruzbba che con pazienza hanno ascoltato i miei sfoghi e mi hanno sempre spronato a dare il meglio di me.

Bibliografia e sitografia

Capitolo 1

1. "Bivacco- Vocabolario Treccani": <https://www.treccani.it/vocabolario/bivacco/>
2. "Sali in vetta, I rifugi alpini, storia delle dimore in quota":
<https://www.saliinvetta.com/culture-e-tradizioni/1226-i-rifugi-alpini-storia-delle-dimore-in-quota>
3. "Rifugio San Giuliano, Cos'è il rifugio alpino e qual è la sua storia ed entità?":
<https://www.rifugiosangiuliano.it/D/354587/cose-il-rifugio-alpino-e-qual-e-la-sua-storia-ed-entita.php>
4. "Rifugio Alpetto: https://it.wikipedia.org/wiki/Rifugio_Alpetto
5. Club Alpino Italiano sezione di CAVOUR, Il museo dell'Alpetto,
http://www.caicavour.it/il_museo_dellalpetto.html
6. "Cai carpi, Che cos'è il CAI, <https://www.caicarpi.it/wp/info/che-cosa-e-il-cai/>
7. "Rifugio - Vocabolario Treccani": <https://www.treccani.it/vocabolario/rifugio/>
8. "Redazione, Differenza tra rifugio e bivacco, malga e baita":
<https://www.ilovevaldinon.it/differenza-tra-rifugio-bivacco-malga-baita>
9. "Il bivacco: nascita ed evoluzione di un particolare edificio montano":
<https://alpinismofiorentino.caifirenze.it/2018/06/il-bivacco-nascita-ed-evoluzione-di-un-particolare-edificio-montano/>
10. "Club Alpino Italiano, Sezione di Dolo (VE), Il Bivacco":
<https://www.caidolo.it/sezione/il-bivacco/>
11. "Fulvio Osti, Rifugio Alpino": <http://fulvio-osti.it/en/projects/rifugio-alpino-2015-insediamento-in-alta-quota-nelle-dolomiti-del-brenta-rivolto-alla-ricezione-dell-escursionismo-alpino>

Capitolo 2

1. Luca Gibello, Cantieri d'alta quota Breve storia della costruzione dei rifugi sulle Alpi, Lineasaria editore, 2011
2. La grande guerra in Lombardia-Museo della guerra bianca, Esposizione,
<https://www.museoguerrabianca.it/index.php/esposizione>
3. "Bivacco di Fréboudze": https://it.wikipedia.org/wiki/Bivacco_di_Fr%C3%A9boudze

4. “Hess adolfo (Bivacco) da La Visaille”: <https://www.gulliver.it/itinerari/hess-adolfo-bivacco-da-la-visaille/#media>
5. “I bivacchi di montagna e la loro storia dalle origini all’attualità”: <https://www.saliinvetta.com/culture-e-tradizioni/2146-i-bivacchi-di-montagna-e-la-loro-storia-dalle-origine-all-attualita>
6. “Il bivacco: nascita ed evoluzione di un particolare edificio montano”: <https://alpinismofiorentino.caifirenze.it/2018/06/il-bivacco-nascita-ed-evoluzione-di-un-particolare-edificio-montano/>
7. “The designer projectlab – Refuge Bivouac Mont Joly”: <http://thedesignprojectlab.blogspot.com/2012/08/193637-refuge-bivouac-mont-joly.html>
8. “BIVACCHI ALPINI: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi by Matteo Ponsetti – issuu”. https://issuu.com/matteoponsetti/docs/tesi_ponsetti_pub
9. “Cortinaoutdoor – Dolomites local guide”: <http://www.cortinaoutdoor.com/blog/il-bivacco>
10. “Rifugio mobile per alpinisti: Refuge Tonneau”: <https://www.lavorincasa.it/refuge-tonneau-rifugio-mobile-per-alpinisti/>
11. “Charlotte Perreand – Cassina”: <https://www.cassina.com/it/it/maestri/charlotte-perriand.html>
12. “I bivacchi di tipo Apollonio”: <https://cipputipblog.blogspot.com/2012/01/i-bivacchi-tipo-apollonio.html>
13. “Giulio Apollonio: alpinista, progettista e protagonista del turismo ampezzano”: <http://ramecrodes.blogspot.com/2018/07/giulio-apollonio-alpinista-progettista.html>
14. “Il portale amatoriale sulla Valle d’Aosta”: <http://www.theflintstones.it/montagna/escursionismo/bivacchi.aspx?Cod=12&RIF=bivacco-hess>
15. G. Azzoni e P. Mestriener, Abitare minimo nelle alpi, LetteraVentidue, Brescia, 2012
16. “Bivacco Così”: <https://www.caiveneto.it/bivacco/cosi>
17. Tesi Pietro Piovan, Sistemi abitativi adattivi per le architetture d’alta quota, Università di Udine, Anno accademico 2019/2020

Capitolo 3

1. G. Azzoni e P. Mestriener, Abitare minimo nelle alpi, LetteraVentidue, Brescia, 2012, pag. 96

2. Abitare, strutture e case in legno, Sostenibilità in quota, <https://abitarelegno.com/3409-2/>
3. G. Azzoni e P. Mestriener, Abitare minimo nelle alpi, LetteraVentidue, Brescia, 2012
4. *Escursionismo.it – Bivacco Am. Grassen*, <https://www.escursionismo.it/rifugi-bivacchi/am-grassen-15296>
5. *Montagne nostre, Bivacco du Dolent – La Maye*, <https://www.montagenostre.net/bivacco-du-dolent-la-maye/>
6. *Portale escursionismo CAS, Stockhorn biwak SAC*, <https://www.sac-cas.ch/it/capanne-e-escursioni/portale-escursionistico-del-cas/stockhornbiwak-sac-2147000258/>
7. *Rifugi e foto, Diska DP, Bivacco Ferrario Bruno*, <https://www.diska.it/rifferrario.asp>
8. Tesi Matteo Ponsetti, Bivacchi: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi, Politecnico di Torino, Anno 2013

Capitolo 4

1. Gentilcore, Testa - 2013 - Nuova Capanna Gervasutti, Ghiacciaio di Freboudze, Monte Bianco, Cormayeur, Aosta
2. Cai Torino, Bivacco Gervasutti, <https://www.caitorino.it/rifugi/gervasutti/>
3. Domus, imparare dal vuoto, <https://www.domusweb.it/it/architettura/2011/11/23/imparare-dal-vuoto.html>
4. Area interior, <https://www.area-arch.it/bivacco-gervasutti/>
5. Cai Torino, Sucai, <https://www.sucal.it/bivaccogervasutti/>
6. Tesi Matteo Ponsetti, Bivacchi: storia, attualità, futuro di unità abitative minime delle Alpi, Politecnico di Torino, Anno 2013

Capitolo 5

1. Bate, design e panorama mozzafiato... D'estate rifugiamoci in montagna, <https://www.iodonna.it/lifestyle/viaggi/2017/07/22/baite-design-e-panorama-mozzafiato-destate-rifugiamoci-montagna/>
2. Alpine shelter Skuta, <https://www.area-arch.it/alpine-shelter-skuta/>
3. Domus, rifugio alpino a Skuta, <https://www.area-arch.it/alpine-shelter-skuta/>
4. Rockwool, Alpine Shelter Skuta, <https://www.rockwool.com/it/consigli-formazione/case-studies/skuta-alpine-shelter/>
5. Architettura in legno: il bivacco in legno e vetro sul monte Skuta, <https://attiliocossiosrl.wordpress.com/2017/08/24/architettura-in-legno-il-bivacco-in-vetro-e-legno-sul-monte-skuta/>