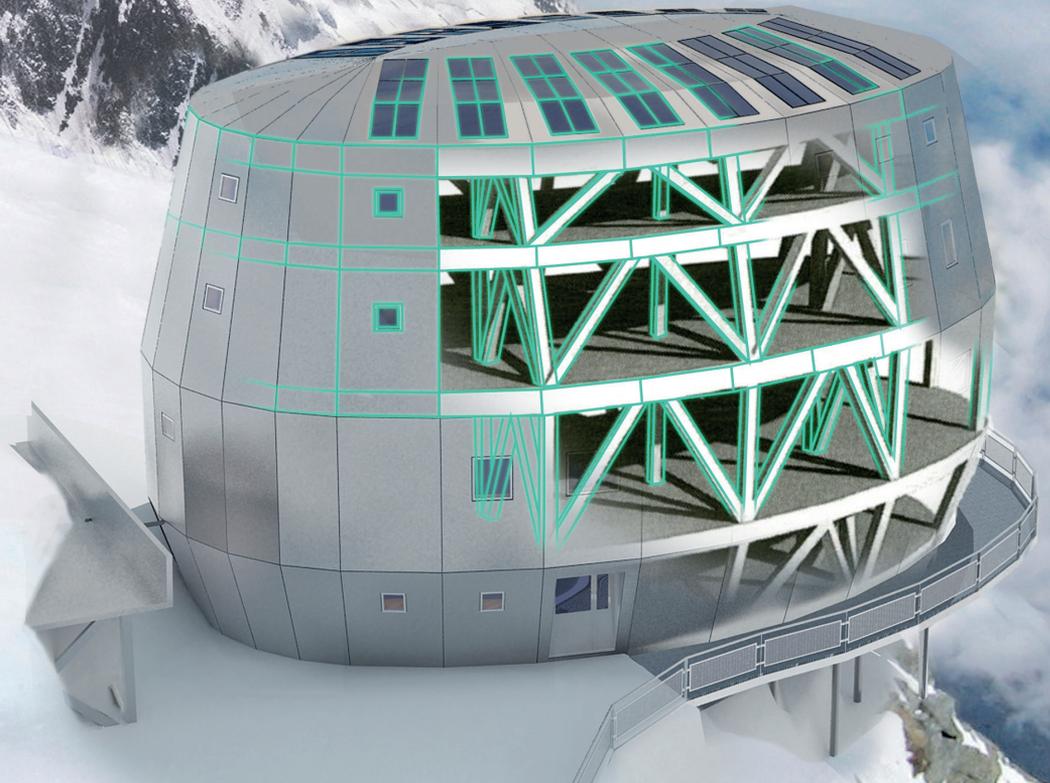


Politecnico di Torino  
Corso di Laurea Magistrale in Design Sistemico  
Anno Accademico 2017 / 2018



## Innovazione nel rifugio alpino

L'utilizzo di nuove tecnologie applicate come alternativa per la manutenzione in ambiente isolato e di alta quota.

Candidato: **Riccardo Trimeloni**  
Relatore: **prof. Fabrizio Valpreda**

Politecnico di Torino  
Corso di Laurea Magistrale in Design Sistemico  
Anno Accademico 2017 / 2018



**POLITECNICO  
DI TORINO**

Dipartimento di architettura e design

## **Innovazione nel rifugio alpino**

L'utilizzo di nuove tecnologie applicate come alternativa per la manutenzione in ambiente isolato e di alta quota.

Candidato: **Riccardo Trimeloni**  
Relatore: **prof. Fabrizio Valpreda**

# INDICE

## CAPITOLO I.

10 Introduzione

## CAPITOLO 1

18. La montagna

21. Gli enti

## CAPITOLO 2

28. Il rifugio alpino

Scopo primario

Gestione

46. Architettura

Ambienti

52. Impianti e tecnologia

Igiene

Rifiuti

Approvvigionamento idrico

60. Flussi - raggiungere il rifugio

Utenti

64. Focus: Flussi

Valori

Sicurezza

Comunicazione

Progettare per la montagna

## CAPITOLO 3

88. Additive Manufacturing

90. La stampa 3D

94. Preparazione di una stampa

96. Tecnologie principali

100. Focus: comparazione stampanti

102. Materiali principali

106. Reverse Engineering

108. Usi maggiori

112. Il movimento maker

- 114. La stampa 3D per casi di difficoltà
- 118. La stampa 4D

## CAPITOLO 4

- 122. Il rifiuto plastico
- 124. La plastica
  - 126. Garbage patches
  - 128. Biodegradabilità
  - 128. Riciclo della plastica
  - 130. Recupero della plastica

## CAPITOLO 5

- 136. Casi studio
  - 139. GeoResQ e Sherpa
  - 140. Life Franca
  - 141. FieldReady e iLab
  - 143. Sistema centralizzato e energia pulita
  - 145. FelFil
  - 147. I rifiuti in montagna (sull'Everest)

## CAPITOLO 6

- 152. Il progetto
- 158. Scenario
  - 162. Manutenzione
  - 163. La logistica per la manutenzione
- 166. Target
- 168. Concept
- 170. Proposta
- 174. Il progetto 3AM
  - 174. Team multidisciplinare
  - 177. Step progettuali
  - 181. Attrezzatura necessaria
  - 183. Possibili problematiche
- 184. I materiali
- 190. Gestione economica
  - 194. SWOT Analysis

- 196. Business Model Canvas
- 198. Analisi dei costi
- 204. Il ruolo del progettista
- 206. Focus: passaggi per la riproduzione

## CAPITOLO 7

- 214. Conclusioni e previsioni future
- 222. Glossario dei termini e degli acronimi
- 224. Bibliografia
  - Sitografia
  - Videografia
  - Fonti immagini
- 227. Ringraziamenti

*Il rifugista è l'ultimo guardiano  
della montagna.*





---

# Introduzione

Questa tesi si colloca come un punto di unione tra due ambienti comunemente molto distaccati. Da una parte troviamo la montagna, classicamente ambiente rilassante ed isolato dal mondo antropizzato e caotico, di stampo essenziale nei modi in cui si fruisce; dall'altra abbiamo l'innovazione tecnologica

---

# 1.1 Introduzione al tema

## approccio e scopo

12.



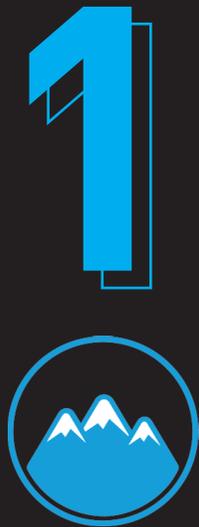
Questa tesi si colloca come un punto di unione tra due ambienti comunemente molto distaccati. Da una parte troviamo la montagna, classicamente ambiente rilassante ed isolato dal mondo antropizzato e caotico, di stampo essenziale nei modi in cui si fruisce; dall'altra abbiamo l'innovazione tecnologica, con le connessioni e i nuovi metodi di produzione veloci. Questi due mondi saranno uniti in questa tesi allo scopo di aumentare la sicurezza e la fruizione dell'ambiente montano e nella gestione delle sue strutture, dando un uso non ancora sviluppato appieno alla tecnologia e cercando di dare uno scambio di valori ad entrambi questi mondi. Questa unione di tradizione e innovazione, isolato e super-connesso deve agire da vettore per un cambiamento nei frequentatori delle terre alte, iniziando con il portare una soluzione alternativa alle modalità di manutenzione delle strutture e portando con questo processo più consapevolezza ed educazione

nei comportamenti verso l'ambiente. L'ambiente montano deve essere fruito in totale sicurezza e rispetto, la tecnologia deve essere versatile e adatta all'uso di tutti.

13.

*Che monotona sarebbe la faccia  
della terra senza le montagne?*





---

## La montagna

La montagna alta delle rocce eterne è da sempre un sinonimo di impervio, inaccessibile e inospitale, casa degli alpinisti che la considerano più ostacolo da superare e luogo di grandi emozioni sportive che entità in sé.

La montagna è di per sé un valore aggiunto grazie alla sua bellezza per i visitatori ma è anche un suo problema, è scollegata da tutto, è un ambiente isolato e fragile.

---

# 1.1 La montagna

## ambiente impervio

18.



Fotografia del Cervino

La montagna alta delle rocce eterne è da sempre un sinonimo di **impervio, inaccessibile e inospitale**, casa degli alpinisti che la considerano più ostacolo da superare e luogo di grandi emozioni sportive che entità in sé.

La montagna è di per sé un valore aggiunto grazie alla sua bellezza per i visitatori ma è anche un suo problema, è scollegata da tutto, è un ambiente isolato e fragile.

**La montagna è quella formazione rocciosa che si innalza per altitudine sopra al suo dintorno** e la sua origine può essere tettonica, formata dal movimento e scontro di zolle terrestri che nel corso del tempo fanno innalzare la sua superficie (come sono le catene montuose delle Alpi o dell'Himalaya), o di origine vulcanica, creata dalla spaccatura della crosta terrestre e dalla conseguente fuoriuscita di magma che solidificandosi da origine ai vulcani (come il Vesuvio in Italia, il Kilimangiaro in Tanzania e il Monte Fuji in

Giappone).

La montagna è quell'area della superficie terrestre che si estende al di sopra del territorio circostante, di norma viene considerata quando la sua altitudine supera i 600 m s.l.m. ed il suo aspetto è almeno parzialmente impervio. Il fattore di difficoltà a raggiungerne la cima, il suo aspetto impervio e la difficile accessibilità dei suoi versanti ne hanno definito storicamente la differenza da colline ed altipiani.

I monti sono formati da vette o cime alla loro sommità nel punto più alto; le anticime sono simili alle vette ma non sono così alte da esserlo; i fianchi o versanti sono le pareti della montagna e la cresta è la parte spigolosa che unisce due fianchi della montagna; il passo è il punto di contatto più basso che permette il passaggio tra due montagne. Infine al fondo troviamo il piede della montagna ovvero il suo punto più basso, dopodiché c'è la valle, formata dal piano che circonda la montagna o la catena montuosa.

L'altezza delle montagne viene considerata comunemente a partire dal livello medio del mare, non considerando la loro base effettiva o la distanza dal centro terrestre che vedrebbe alte cime a detenere il primato che in questo modo va al monte Everest con 8.848 m s.l.m. come più alto del mondo.

I monti sono casa e ambiente naturale di una vasta gamma di animali e piante che variano per il clima in cui si trovano, in base a latitudine e altitudine. Nei casi di montagne molto alte, solitamente oltre 3.000 m si trovano anche ghiacciai perenni, i quali nel corso del tempo modificano la loro forma e scivolano verso valle, modificando ed erodendo la montagna cambiandone la sua morfologia. Questi ghiacciai, insieme alle sorgenti d'acqua sotterranee, sono tra i "serbatoi" principali di acqua dolce del nostro pianeta. Negli ultimi anni stiamo riscontrando un grande problema direttamente collegato al surriscaldamento globale, per il quale i ghiacciai si stanno sciogliendo e arretrando più velocemente del previsto. Da questa sensibilità dei ghiacciai al clima, i climatologi considerano i ghiacciai tra i più importanti indicatori della temperatura media globale.

Alla Conferenza ONU di Rio de Janeiro del 1992 era stato redatto il documento "Agenda 21", un programma d'azione per lo sviluppo sostenibile, all'interno di questa agenda veniva inserita anche una sezione apposita per lo sviluppo delle terre alte nella "Gestione degli ecosistemi fragili: sviluppo sostenibile delle zone montane" in cui l'ecosistema della montagna era posto allo stesso livello dei problemi del surriscaldamento globale, della

1. <http://www.regione.vda.it/gestione/rivivweb/templates/aspx/ambiente.aspx?pkArt=798>

AGENDA 21, United Nations Conference on Environment & Development Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 giugno 1992 si può trovare l'intero documento: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

2. <http://www.unimontagna.it/normativa/agenda-21-sviluppo-della-montagna/>

«Quando uomini e  
montagna si incontrano  
grandi cose accadono»  
William Blake

19.

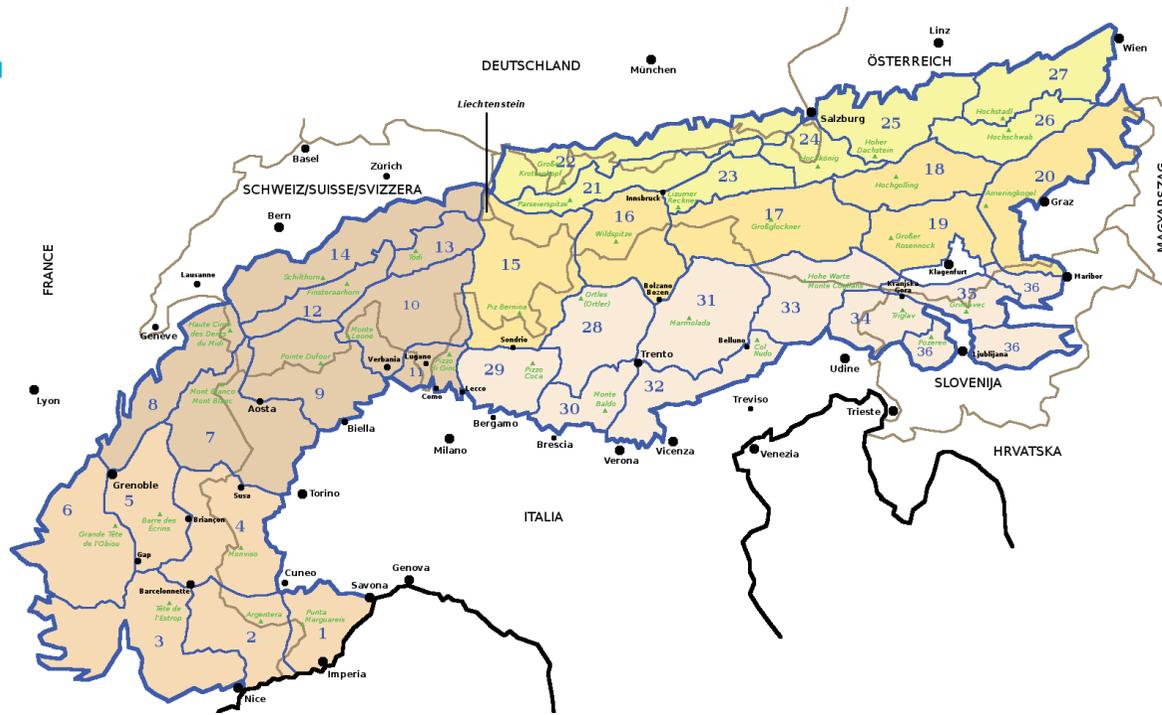
deforestazione e la desertificazione<sup>1</sup>.

**Il 10% della popolazione della Terra vive in zone di montagna**, mentre il 40% occupa zone al disotto dello spartiacque. Occorre prevedere misure adatte alla protezione degli ecosistemi della montagna dalla erosione, dalle frane e dalla perdita di possibilità di sopravvivenza degli animali e delle piante<sup>2</sup>. Dieci anni dopo, il 2002 è stato proclamato dalle Nazioni Unite l'anno internazionale delle montagne per promuovere la consapevolezza degli ecosistemi montani.

*“Vi sono criteri diversi e talvolta contraddittori che fanno del termine montagna una definizione generica, senza render conto di quell'immagine poliedrica e multiforme, variabile oltretutto nel tempo, che c'è dietro ad una sola parola”.*



Scioglimento del ghiacciaio del Monte Bianco



Cartina rappresentante le sezioni SOIUSA

Nelle escursioni montane ci sono vari fattori da tenere a mente, sono da contare soprattutto le capacità personali e la consapevolezza dei percorsi. Una delle cose fondamentali nello sventurato caso in cui succeda un incidente quando si fanno escursioni è di non mettere in pericolo i soccorritori quando arrivano a soccorrere.

## Le Alpi

La catena montuosa delle Alpi è una delle principali d'Europa, con i suoi quasi **1300 km di estensione per 190.000 km<sup>2</sup> di superficie che tocca nove Paesi**, coprendo l'intero confine del Nord Italia,

passando da Francia, Monaco, Svizzera, Liechtenstein, Germania, Austria, Slovenia fino ad arrivare all'Ungheria Occidentale. Lungo questo territorio **trovano abitazione circa 14 milioni di persone**<sup>3</sup>. Dal 2005 il territorio è stato sezionato in 36 parti dal SOIUSA, Suddivisione Orografica Internazionale Unificata del Sistema Alpino dividendo principalmente per Alpi Orientali e Occidentali. Nelle Alpi troviamo le vette più alte d'Europa con il Monte Bianco (4810 m s.l.m.) al primo posto insieme ad un'altra decina di vette con altitudine superiore a 4000 m.

Dalle Alpi nascono vari fiumi di rilevanza

europea, come il Po, il Danubio e il Reno, inoltre sono presenti numerosissimi laghi che in maggior parte sono di origine glaciale. Le alpi sono base per molti parchi naturali, protetti come parchi nazionali, geoparchi, ma anche siti storici o patrimonio dell'umanità UNESCO grazie alla vastissima flora e fauna che ci vive e che, insieme alla bellezza dei paesaggi, contribuisce ad attirare numerosi turisti ogni anno. Il turismo è una delle principali attività nelle Alpi anche grazie alle attività che si possono trovare come arrampicata ed escursioni e tutti gli sport invernali in generale, ma anche per relax o attività culturali.

Mentre il turismo punta ad andare velocemente in una direzione verso località e attività di massa, altri fattori di politiche ambientali o legate alla tradizione dicono di fare attenzione, perché la montagna va fruita in un certo modo, perché l'alpinismo non è un'attività solo economica ma possiede anche un'importante valenza sociologica, e come tale il turismo deve essere adattato per essere goduto appieno.

Le Alpi sono da sempre un laboratorio di sperimentazione di pratiche di adattamento. Il bisogno è quello di adattarsi ai cambiamenti che siano sociali delle nuove frequentazioni, quelli climatici, quelli legati alle urgenze ambientali e governarli tenendo insieme qualità e cultura del limite, tradizione e innovazione.

## Gli enti

**CAI**  
Il Club Alpino Italiano

Il CAI è una libera associazione 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"<sup>4</sup>.

Organizzata in Sezioni coordinate e raggruppate regionalmente (o per provincia nel caso di Trentino e Alto Adige), con più di 310.000 Soci in 507 Sezioni.

Nell'arco alpino e negli Appennini più o meno si contano 1800 strutture appartenenti alle associazioni alpinistiche, tra rifugi del CAI, del CAF, del CAS, rifugi austriaci, tedeschi e sloveni.

Si dimentica una grossa realtà. In Italia la maggior parte delle strutture gestite appartiene a privati o a strutture che non appartengono alle associazioni alpinistiche, per cui arriviamo a circa 2800 realtà e in Italia a non meno di 1500<sup>5</sup>.

Il CAI si è posto l'incarico di **diffondere la frequentazione della montagna e di organizzare attività alpinistiche**,



Logo del CAI, Club Alpino Italiano

3. P. Angelini; M. Emma. *La Convenzione delle Alpi per la popolazione e la cultura alpina*, in *Popolazione e cultura: le Alpi di oggi*. FrancoAngeli, 2015

4. dall'articolo 1, *Regolamento Generale Rifugi*, CAI, 2011

5. intervento di Nilo Pravisano in *Rifugi in divenire. Architettura, funzioni e ambiente. Esperienze alpine a confronto*, 2013



Elicottero del 118 in azione durante un'operazione del Soccorso Alpino in ambiente montano

escursionistiche e speleologiche su tutto il territorio nazionale, oltre ad organizzare corsi di addestramento per le stesse attività alpinistiche, insieme ad iniziative naturalistiche per diffondere una sicura esperienza in montagna.

Il CAI garantisce la gestione e la manutenzione, e in determinati casi la realizzazione, dei rifugi alpini e dei bivacchi in alta quota che al 2016 contavano 749 strutture per 21.426 posti letto, insieme al tracciamento e alla realizzazione di sentieri, opere alpine e attrezzature alpinistiche utili per raggiungere i rifugi e le vette montane. Compito del CAI è anche quello di promuovere attività volte alla didattica e alla ricerca scientifica unite ad una formazione di tipo etico-culturale per una maggiore conoscenza dell'ambiente montano e per poterlo proteggere e valorizzare.

*«Oggi gli elicotteri sono come degli ospedali volanti dove piloti, volontari, medici e infermieri lavorano all'unisono per salvare vite umane»*

Il CAI è membro di importanti Associazioni internazionali di alpinismo, come l'Union Internationale des Associations d'Alpinisme (UIAA), riconoscendo coerenti con le proprie finalità gli specifici obiettivi di incoraggiamento dell'alpinismo, con particolare attenzione ai giovani, e di sviluppo di standard internazionali con riferimento ad una consapevole tutela e valorizzazione dell'ambiente che l'UIAA persegue. L'UIAA comprende 97 associazioni

in 68 paesi differenti che rappresentano oltre 2.5 milioni di Soci e 10 milioni di partecipanti<sup>6</sup>. Il CAI è tra i Soci fondatori del Club Arc Alpin, associazione che promuove un alpinismo responsabile capace di salvaguardare gli interessi dell'intero arco alpino nel campo dell'alpinismo, della protezione della natura e dell'ecosistema alpino.

6. <http://www.theuiaa.org/>

Le tre Commissioni sono:

- Commissione per la protezione della natura e dell'ambiente alpino;
- Commissione Rifugi, sentieri, impianti di arrampicata;
- Commissione per lo sport alpino, formazione, sicurezza.

I rifugi stanno negli ultimi anni diventando sempre più degli "alberghetti", nei quali gli utenti richiedono un servizio sempre più curato e confortevole, in special modo ricercando più spazi privati e maggior igiene, insieme ad una scelta gastronomica più varia.

I rifugi sono nella maggior parte dei casi strutture aperte dal gestore solamente in periodi estivi (da metà giugno a metà settembre) e solamente in casi più sporadici sono aperti ad una ricezione turistica anche in periodi invernali se vicini a località sciistiche o a ragionevole distanza da strada rotabile.

I bivacchi invece sono raggiungibili tutto l'anno, hanno a disposizione lo stretto indispensabile per il pernottamento notturno per chi fa escursioni anche fuori stagione.

Il lavoro per lo staff che deve gestire la struttura stagionalmente è molto intenso, richiedendo un'ottima preparazione multidisciplinare e lunghi orari di lavoro.

Il CAI è comunemente la parte amministrativa dei rifugi, il Club è proprietario delle strutture che vengono prese in concessioni d'affitto per determinati periodi da personale qualificato. Per garantire i servizi di ospitalità e ristorazione la fase di pianificazione meticolosa dei rifornimenti è una delle fasi fondamentali e più influenti dal punto di vista economico e gestionale dell'attività

del rifugista, questa fase viene gestita programmando in anticipo le necessità da soddisfare durante il periodo di apertura, utilizzando il mezzo più adeguato al trasporto in quota dei rifornimenti di cibo e materiale utile e il trasporto a valle dei rifiuti prodotti nel periodo compreso tra i vari viaggi. Quando possibile più rifugi vicini si organizzano per usufruire del servizio aereo nella stessa giornata massimizzando i tempi e costi di volo.

Ogni struttura si sta attrezzando per rendersi più rintracciabile possibile, ma soprattutto per ragioni di sicurezza dispone di telefono e internet per potersi mettere in contatto con i soccorsi in situazioni di emergenza. Attraverso l'installazione di ponti radio e parabole satellitari assicurano una linea diretta con il mondo esterno, sta poi al gestore decidere se fare utilizzare la connessione internet anche agli utenti che visitano il rifugio.

Il compito del rifugista in caso di emergenza è far sì che gli aiuti arrivino il prima possibile chiamando il 118 che interverrà attraverso soccorso alpino o protezione civile, ogni gestore di rifugio segue corsi di soccorso per poter assistere gli utenti in occasioni di necessità.

In casi di emergenze e necessità di soccorso, la risorsa più comunemente richiesta è il Corpo Nazionale Soccorso Alpino Speleologico (CNSAS), struttura operativa del CAI, preparato tecnicamente per vigilanza e prevenzione degli infortuni durante le attività di alpinismo, escursionismo e speleologia, con l'importante compito di soccorrere infortunati e pericolanti in questo tipo di ambiente.

Il Corpo Nazionale Soccorso Alpino Speleologico

Il CNSAS, Sezione Nazionale del Club Alpino Italiano, è una libera associazione senza scopo di lucro che ha il compito di **vigilare e prevenire gli infortuni nelle attività alpinistiche, escursionistiche, speleologiche, soccorrere gli infortunati ed i pericolanti e recuperare i caduti**. È una struttura nazionale operativa del Servizio Nazionale di Protezione Civile.

I volontari del Soccorso Alpino Speleologico sono circa 7000 persone che lavorano su 7-8000 interventi all'anno, principalmente come soccorso alpino di tipo tecnico e sanitario nella zona delle Alpi. Di questi circa 1000 sono i casi di dispersi, i casi più difficili con molte variabili da tenere in considerazione in un ambiente vasto, per questo tipo di ricerca di superficie si trova indispensabile anche l'impiego di unità cinofile, sia su terreno che su neve.

Gli interventi sono mirati per portare il soccorso il più vicino e il più velocemente possibile e recuperare da zone impervie, essi si dividono in:

elisoccorso, utilizzando un elicottero con a bordo un tecnico del servizio medico della sanità (specialmente rianimatori) ed un infermiere, accompagnati da un paio di volontari esperti sono il modo più veloce per raggiungere il luogo dell'incidente soprattutto pensando che fino alla fine degli anni '60 (prima dell'impiego

*« Veloci ma senza panico, sono requisiti essenziali per una efficace richiesta di soccorso in montagna »*

dell'elicottero) ci voleva anche un giorno prima di raggiungere il malcapitato. Questa pratica è limitata però da varie normative e dalla sicurezza in casi di maltempo, forte vento, scarsa visibilità (nebbia) e oscurità (notte).

Nei casi in cui non è possibile arrivare con l'elicottero si attivano le squadre di alpinisti esperti e specializzati a piedi, che raggiungeranno il luogo il prima possibile. Questo significa una movimentazione della squadra con automezzo tradizionale fino a dove possibile e poi a piedi. Può richiedere però varie ore questo tipo d'intervento, in base a dov'è chi necessita di soccorso e alla qualità della comunicazione che esso è riuscito a trasmettere, infatti il problema maggiore per i tecnici del CNSAS è localizzare e individuare chi dev'essere soccorso.

Per emergenze in ambiente speleologico o ipogeo vengono attivate squadre specializzate in speleolo e sub. Questi tipi di intervento in grotta possono richiedere anche vari giorni di operazioni per poter raggiungere il ferito all'interno di una grotta dopo 6-8 ore di cammino e fino a 100 persone, con possibilità

di dover passare un sifone (parte di grotta in cui la volta si abbassa fino sotto il livello dell'acqua, richiede l'utilizzo di apposite attrezzature d'immersione per procedere) portando con sé l'attrezzatura necessaria che arriva a pesare più di 50 chili, senza che si bagni l'attrezzatura medica<sup>7</sup>.



Copertina del documentario Senza possibilità d'errore, proiettato per la prima volta ad aprile 2017 durante l'occasione del Festival della Montagna di Trento.

Nel caso di intervento unificato da parte di diverse organizzazioni di soccorso in ambito alpino, il Soccorso Alpino è quello designato per la sua coordinazione.

Una volta sul luogo il fattore più importante è la sicurezza del team di soccorso.

In Italia è riconosciuto anche il Bergrettungs – Dienst (BRD) dell'Alpenverein Südtirol (AVS) che opera e dirige le operazioni nell'area alpina dell'Alto Adige.

7. Senza possibilità di errore, 2017



*Il rifugio è un luogo di  
essenzialità, dove si ricerca la  
semplicità.*

# 2



---

## Il rifugio alpino

Luogo che offre protezione; riparo r. alpino, costruzione che ospita gli alpinisti.

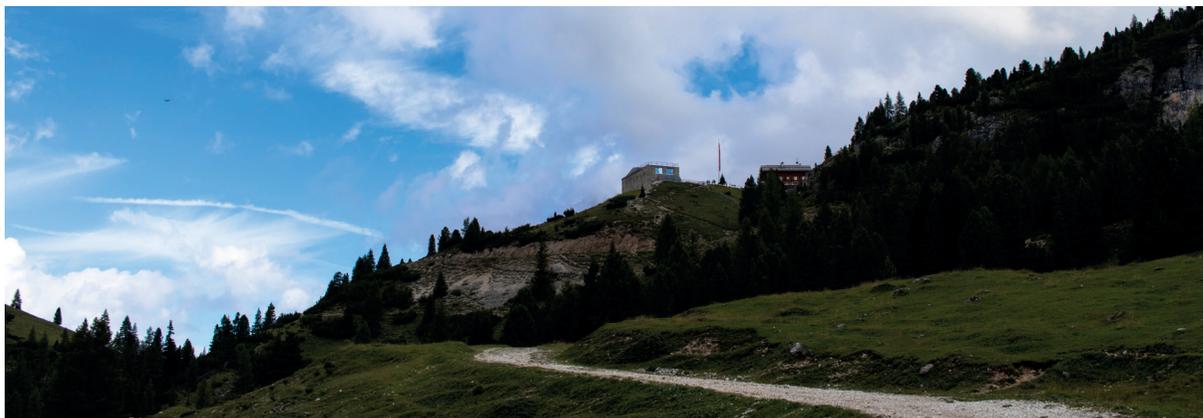
Un rifugio alpino è un edificio collocato in località montane, di solito lontano dai centri abitati, destinato ad ospitare gli alpinisti e gli escursionisti che frequentano la montagna.

---

## 2.1 Scopo primario

### utilizzo e funzione del rifugio

.30



Rifugio Vallandro (2.040 m) a Braies BZ

**P**er poter correttamente sviluppare un progetto volto a migliorare i sistemi di gestione di una struttura è necessario partire da un'analisi dettagliata del luogo in cui si andrà ad agire per creare un ambiente più fruibile e versatile e sicuro sotto ogni punto di vista per gli utenti e per chi in questo luogo ci lavora. Oltre a questo si ricerca più funzionalità a livello culturale, se necessario adoperando miglioramenti tecnologici esplorando ciò che non è ancora stato applicato in questo ambito, non trascurando il valore storico e tradizionale che il rifugio ha nel suo ambiente naturale.

### Scopo primario

**L**uogo che offre protezione; riparo r. alpino, costruzione che ospita gli alpinisti<sup>8</sup>.

Un rifugio alpino è un **edificio collocato in località montane, di solito lontano dai centri abitati, destinato ad ospitare gli alpinisti e gli escursionisti che frequentano la montagna**. Raggiungibile attraverso mulattiere, sentieri, ghiacciai, morene o per periodi limitati anche lungo strade o con altri mezzi di trasporto. Dispone solitamente di servizi di tipo alberghiero di base: sala da pranzo, servizio cucina, camere da letto, bagni. È allo stesso tempo base di appoggio per attività di esplorazione dell'area alpina. Storicamente i rifugi sono nati e si sono evoluti come *“strutture ricettive sorte per rispondere alle esigenze di carattere alpinistico ed escursionistico gestite o custodite ed aperte al pubblico con le modalità stabilite dalla sezione, convenientemente predisposte ed organizzate per dare ospitalità e possibilità*

*di sosta, ristoro, pernottamento e servizi connessi ed attrezzate per il primo intervento di soccorso. Dotate di locali separati ad uso Gestore/Custode e di un locale invernale con accesso indipendente per il pernottamento durante i periodi di chiusura*<sup>9</sup>.

Il rifugio di montagna può essere definito *“una struttura ricettiva, non alberghiera, in quota, che costituisce presidio di pubblica utilità”*<sup>10</sup>. In aggiunta a quanto appena specificato dallo statuto del CAI, per lo Stato esso deve sottostare ad alcune leggi nazionali riguardanti le strutture ricettive perlopiù di tipo di *“imprese turistiche”*, riguardanti la sicurezza e l'igiene, la gestione e la finanza, i sistemi di gestione e i marchi ambientali ed essere iscritte al Registro delle Imprese della Camera di Commercio Provinciale.

*“In relazione alle specifiche caratteristiche costruttive e funzionali connesse alla funzionalità alpinistica, escursionistica, naturalistica e di **presidio del territorio**”*. Nell'articolo 1 del Regolamento Rifugi del 2011 compare in modo esplicito il concetto di *“presidio del territorio”*, già sottinteso nelle direttive del vecchio regolamento ma ora specificato in maniera precisa ed evidente. Il rifugio è anche un simbolo di tipo culturale che si presta come custode di esplorazione e conoscenza in alta quota: dedicandoci la sua vita, il rifugista è colui che può tramandare tali valori. Valori non stabiliti, scritti o entro ideologie comuni, ma concetti reali che si dimostrano con il tempo attraverso l'esperienza della montagna, *“andando a creare le fondamenta dell'idea di sostenibilità, nella sua originaria accezione al di là delle retoriche: dall'ambiente alla socialità, dalla solidarietà alla responsabilità individuale”*<sup>11</sup>.

9. Regolamento Generale Rifugi, CAI, 2011

10. <http://www.cai.it/index.php?id=91>

11. articolo online riguardante i gestori, su Dislivelli <http://www.dislivelli.eu/blog/custodi-della-montagna.html>

« Il rifugio alpino, prima d'essere *“tetto, riparo, ristoro”* è un concetto culturale, è il tentativo di rendere abitabile un luogo che non lo è per destinazione »

Egidio Bonapace

Nel rifugio è esemplificato lo scontro che vede da una parte le richieste avanzate dai frequentatori che aumentano ogni anno e dall'altro l'esigenza di mettere un freno all'eccessiva antropizzazione e al degrado ambientale derivante dai massicci afflussi di turisti.

I rifugi continuano a svolgere una funzione di filtro, per stoppare l'afflusso verso le vette, ambienti ancora più fragili, e sono



Rifugio Boccalatte-Piolti (2.803) a Courmayeur AO

8. Definizione della parola “rifugio” dal dizionario enciclopedico Treccani

31.



Illustrazione del Grands Mulets sul lato francese del Monte Bianco, considerato il primo rifugio edificato nel 1853

per questo investiti da un compito gravoso: quello di diventare, oltre alla testimonianza dell'attività umana in alta quota, anche la **frontiera più avanzata di protezione dell'ambiente e della cultura dell'alpinismo e della montagna.**

Il rifugio deve emozionare, solo così è possibile attrarre e trasmettere cultura e identità della montagna nei nuovi frequentatori.

Bisogna ricordare a questo punto che il rifugio si adagia su un territorio ostile, isolato, in alta quota, e spesso si trova in ambiente transnazionale, un ambiente condiviso da più nazioni che può esserne un pregio o creare delle tensioni.

Rimane comunque una struttura edificata oltre la soglia di accesso all'alta quota e alle eccellenze ambientali.

*« Rifugio è una parola che qui significa un piccolo posto sicuro, in un mondo inquietante. Come un'oasi in un grande deserto o un'isola in un mare in tempesta. »*

*Massimo Manavella*

### Funzioni e storia

Dal 1785 ad oggi sono stati costruiti, fortificati, restaurati o abbandonati numerosissimi edifici in contesti culturali che sono cambiati da punto di appoggio per lo sfruttamento di miniere d'oro, ad "hospitia" dei monaci per pellegrinaggi e spedizioni religiose, diventando per un periodo punti d'appoggio per spedizioni militari, sfruttati molto spesso per scambi commerciali, utilizzati come basi di osservazioni e ricerche scientifiche, spazio in cui ricercare comfort e relax, ecc.

La prima struttura edificata in alta montagna definita rifugio nell'accezione alpinistica

del termine è il Grands Mulets (rappresentato nell'illustrazione) sul Monte Bianco lungo la via da Chamonix nel **1853**, voluto dalle guide di Chamonix e edificato in legno dalle

dimensioni di 2,15 x 4,3 metri<sup>12</sup>.

Dal **1863 il CAI Club Alpino Italiano** viene fondato, "ha per iscopo l'alpinismo in ogni sua manifestazione, la conoscenza e lo studio delle montagne, specialmente di quelle italiane, e la difesa del loro ambiente naturale"<sup>13</sup> e nel **1866** costruisce il Rifugio Alpetto a 2.268 m sul Monviso.

La vicenda della guardiania di un ricovero nasce per necessità specifica di custodia e non per poter fornire un servizio a clienti sempre più esigenti: il primo caso risale infatti alla Svizzera di inizio Novecento, quando il CAS decise di assoldare un custode per proteggere il rifugio dalle devastazioni di bracconieri, ladri e vandali.

Nel 1922 compare il primo bivacco fisso, tipo di rifugio con caratteristiche specifiche, ubicato nelle zone più alte dalle quali iniziare ascensioni impegnative.

Nel 1957 viene utilizzato per la prima volta l'elicottero per portare il materiale sul cantiere del rifugio Soreiller in Oisans, Francia.

Il rifugio è stato per decenni il punto di partenza dei frequentatori della montagna. Oggi si è trasformato nel punto d'arrivo per la maggioranza degli escursionisti. Questo diverso approccio ha modificato nel giro di pochi anni il ruolo e il senso del rifugio.

### Collocazione e cantiere

La collocazione è strettamente collegata agli itinerari più frequentati, spesso individuata per tentativi (perché le vie sono nel tempo cambiate, o in casi meno fortunati valanghe, frane e intemperie hanno distrutto l'originario edificio). La scelta del

12. L. Gibello, *Cantieri d'Alta Quota*, Segnidartos, Biella 2017

13. articolo 1 del *Regolamento Generale Rifugi*, CAI, 2011

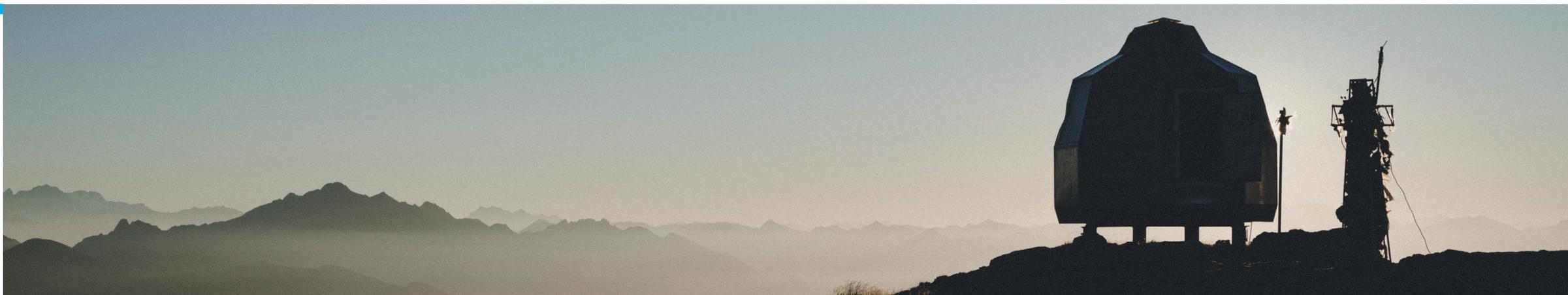


Elicottero sul cantiere per la ristrutturazione del Grands Mulets nel 1958-59

sito sancisce o rivendica un'appartenenza territoriale (SAT, Deutscher e Oesterreicher Alpenverein gareggiano nel costruire strutture che si fronteggiano a pochi passi l'una dall'altra).

Il cantiere per la costruzione dei rifugi diventa estremo con l'alta quota o la grande distanza da strade e mulattiere, con grandi difficoltà di pianificazione, di reperimento materiali e manodopera specializzata, esposto alle difficoltà del clima rigido e ai ritmi di operatività quasi sempre limitata a tre o quattro mesi all'anno.

La semplicità del progetto, spesso inesistente nella concezione in cui è concepita a quota



Bivacco Ferrario (2.178 m s.l.m.), Vetta della Grignetta, LC

più accessibile, caratterizzata nella storia da grande povertà dei mezzi è legata al “saper fare” dei capomastri. Per lo stesso principio sono portate a compimento anche le esperienze, sempre a costo ridotto e in funzione all’impiego ottimizzato di legnami ed elementi metallici, di prefabbricazione, standardizzazione e riduzione di massa e volume per favorire la difficoltosa logistica del caso.

Il progetto del ricovero alpino è un eccellente esercizio sperimentale per differenti ragioni: la struttura deve resistere in condizioni ambientali estreme; calibrare la distribuzione ottimizzando l’uso dello spazio; massimizzare l’efficienza prestazionale dell’involucro, degli impianti e, più in generale, di tutto il funzionamento dell’edificio; razionalizzare la logistica di

cantiere; minimizzare i costi massimizzando i benefici.

### Socialità

**G**li spazi comuni all’interno della struttura permettono solitamente di essere vissuti con un’ampia libertà di movimento individuale. Questo non vuol dire che non ci siano regole da rispettare (come si può leggere dal Regolamento CAI ce ne sono e sono piuttosto chiare e ferree), ma in genere gli utenti sono tenuti ad essere responsabili di se stessi e delle proprie azioni e ad annunciare il proprio

arrivo al custode della struttura. L’esperienza di passare del periodo in un rifugio ha anche una valenza educativa per il rispetto degli spazi e del prossimo. In tali spazi comuni, come la sala da pranzo, è buona norma

*«Il rifugio non è percepito come un non-luogo dove passare il tempo, ma come un luogo denso, esperienziale e di relazione»*

*Luca Calzolari*

socializzare ed avere momenti di scambio, che alla sera diventano quasi un rito, soprattutto tra alpinisti.

Il rifugio è anche un ambiente che permette di ripararsi da pioggia o freddo, di riposarsi e contemplare il panorama senza l’obbligo di dover consumare qualcosa, sia nei suoi locali interni che all’esterno di esso.

Occorre dunque che il progetto della struttura

sappia trasmettere queste caratteristiche proprie, come il senso di condivisione, intimità e convivialità, ma anche spartanità e protezione, in grado di discostarsi dall’omologante modello alberghiero.

Il modello del rifugio è già portatore di valori slow, di sensibilità ecologica, di consapevolezza socio-culturale dell’ambiente che il turismo di massa preferisce in questi ultimi anni.

*«Ci si aspetta di trovare “qualcosa” che non si vive facilmente nella vita quotidiana, in particolare nella città. Questo “qualcosa” è legato all’atmosfera, alla convivialità, alla relazione»*

*Luca Calzolari*



Rifugio Altissimo (2.060) a Brentonico TN

## Classificazioni

I rifugi alpini e escursionistici sono "imprese turistiche" (legge 135/2001)<sup>14</sup> e come tali devono essere iscritte al Registro delle Imprese della Camera di Commercio provinciale.

Da "Regolamento generale rifugi" e per via delle diverse funzionalità, vengono divisi in: Rifugi e Rifugi Alpini: strutture di carattere alpinistico ed escursionistico gestite o custodite, aperte al pubblico stagionalmente. Organizzate per dare possibilità di sosta, fornire ospitalità, ristoro, pernottamento e servizi connessi. Dotate di un locale separato per il gestore/custode e di un locale invernale con accesso indipendente per il ricovero di fortuna.

Punti d'Appoggio: strutture fisse, parzialmente incustodite in posizione intermedia tra fondo valle e i rifugi alpini, al fine di salvaguardare un aspetto del paesaggio tradizionale della montagna  
Bivacchi Fissi: strutture incustodite e aperte in permanenza nelle zone più elevate come

basi per gli attacchi di vie di salita, attrezzate con quanto essenziale per il riparo di fortuna degli alpinisti

Ricoveri: strutture incustodite e aperte in permanenza, senza alcuna attrezzatura. Utilizzate quale sosta di emergenza  
Capanne Sociali: chiuse con le chiavi reperibili presso la Sezione. Vengono considerate quali Sedi sociali estive di una Sezione e possono essere utilizzate per soggiorni di soci o incontri intersezionali.

Le strutture di accoglienza vengono poi classificate in:

Rifugi

A: raggiungibili o in prossimità di strada rotabile

B: raggiungibili con mezzo meccanico di risalita in servizio pubblico (escluse sciovie) o in prossimità allo stesso

### Rifugi alpini

C-D-E: in relazione alla situazione locale con particolare riferimento alla quota, alla

durata e difficoltà d'accesso e all'incidenza del sistema normalmente adottato per i rifornimenti.

Il patrimonio immobiliare "strumentale" del Club Alpino Italiano, considerando la declinazione attuale nel regolamento rifugi CAI è composto da 774 strutture sul territorio

italiano:

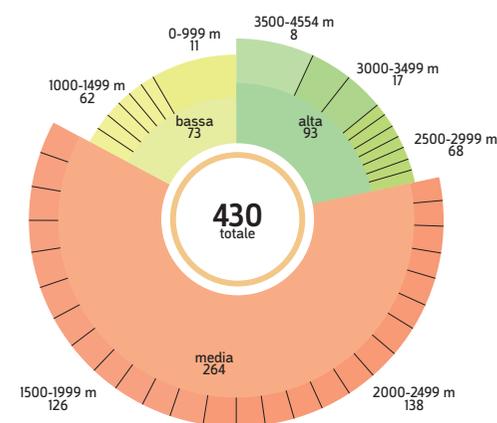
- 430 Rifugi;
- 72 Capanne Sociali;
- 16 Ricoveri;
- 228 Bivacchi;
- 28 Punti di appoggio<sup>15</sup>.

## Distribuzione altimetrica

La distribuzione dei rifugi alpini copre una vasta scala, dal più basso ad 82m s.l.m. del rifugio Premuda in Friuli Venezia Giulia, ai 4554 m s.l.m. della Capanna Osservatorio Regina Margherita in Piemonte<sup>16</sup>.

**La maggioranza dei rifugi è collocata ad altitudini comprese tra i 1500m e i 2500 m s.l.m.**

Per quanto riguarda le capanne sociali e i punti d'appoggio sono solitamente edificati nella bassa montagna, tra i 1000m e i 2000m s.l.m., i bivacchi al contrario coprono principalmente la parte di alta montagna, essendo collocati in maggior numero tra i 2000m e i 3000 m slm.



Distribuzione altimetrica dei rifugi. Divisione in bassa, media e alta montagna e sezionamento per numero di rifugi edificati in ogni intervallo altimetrico

15. Rapporto ISTAT, Osservatorio Nazionale del Turismo, 2011

16. <http://www.cai.it/index.php?id=6&L=0>

14. <http://www.camera.it/parlam/leggi/01135L.htm>

## 2.2 Gestione

### il gestore e i suoi compiti

.38



Franco Perlotto, gestore del Rifugio Boccalatte-Piolti, 2.803 m s.l.m., Courmayeur AO

**L**'attività di gestione di un rifugio alpino si articola in vari processi, indipendenti o collegati fra loro con modalità variabili, che contribuiscono all'erogazione di un servizio il cui livello qualitativo mira a incontrare i desideri degli ospiti. Allora l'insieme diventa sistema, in grado di erogare un servizio di accoglienza turistica, generare reddito e quindi sviluppo, assorbendo e trasformando risorse<sup>17</sup>.

Tutti i rifugi si intendono normalmente custoditi durante i previsti periodi stagionali di apertura, normalmente da metà giugno a metà settembre; negli altri periodi restano agibili e sempre aperti, ove predisposti, i "locali invernali" ovvero camere da letto per un ricovero di emergenza. Per i rifugi che dovessero diventare incustoditi, le Sezioni competenti devono dare tempestiva notizia, diffusa a fondo valle ed anche tramite le pubblicazioni sociali ed altri mezzi ritenuti

idonei.

Le attività ed i servizi offerti, così come le tipologie di cliente si differenziano in modo sostanziale in relazione all'altitudine in cui è locato il rifugio (alta o media montagna), varierà in particolare per quanto riguarda i servizi offerti dalla struttura stessa, oltre al servizio di ristorazione e alla tipologia di assistenza e informazione richiesta dal cliente.

Anche arrivando al rifugio nel pieno della notte, si troverà sempre la porta aperta e si potrà godere del conforto di un riparo senza le pressioni e i problemi burocratici che si incontrano in un albergo cittadino.

In quanto presidio territoriale in quota, il rifugio svolge un servizio di pubblica utilità: dal ricovero d'emergenza al monitoraggio, quando condotto da un esperto ed appassionato guardiano, del meteo, dell'orografia, della geologia della flora e

fauna, dei movimenti di alpinisti, escursionisti e altri frequentatori della montagna.

Dal punto di vista gestionale, i rifugi alpini odierni vengono concepiti come delle vere e proprie macchine al fine di garantire la completa autonomia dal punto di vista energetico e prestazionale.

Un sempre maggior numero di rifugi sta raggiungendo i requisiti per ottenere la certificazione ambientale (standard internazionale ISO 14001) che regola l'introduzione e la progettazione di sistemi di gestione ambientale in attività economiche<sup>18</sup>.

Il rifugio ha bisogno di Bellezza, Funzionalità e Conoscenza (del rifugio e della sua gestione). Parte della progettazione è il rifugista che deve saper trasmettere a chi progetta di che cosa ha bisogno, oltre che trasmettere ai clienti la passione per le montagne ed essere un ottimo manager.

### Gestore

**U**na qualsiasi piccola problematica a valle, in quota si moltiplica."

A conferma di questa affermazione del rifugista del Rifugio Lausen a Velo Veronese Danny Zampiccoli, anche il rifugista Luca Mazzoleni del rifugio Franchetti sul Gran Sasso sostiene che tutti i problemi che possono esserci a valle, a monte sono molto più complicati. Se c'è un problema o una rottura bisogna capire cos'è e sistemarla, non si può semplicemente uscire e andare a prendere il ricambio al supermercato.

Il rifugista è il cuore del rifugio per i clienti e nella gestione, è il primo a dover trasmettere

*«Una qualsiasi piccola problematica a valle, in quota si moltiplica»  
Danny Zampiccoli*

i valori di sobrietà e senso della misura, attraverso comportamenti di corretto utilizzo delle risorse e delle energie disponibili, del senso di responsabilità individuale nell'alta quota. Rifugista e rifugio sono due identità indiscindibili.

Obiettivo del rifugista è quello di crescere come figura arrivando ad essere un buon capo, a saper gestire tutte le necessità e le persone. Deve essere qualcuno che sa programmare e progettare nel tempo per piccoli investimenti verso il futuro.

Per i gestori il rifugio è una macchina complessa che deve funzionare in modo efficiente.



Momento conviviale durante il pranzo al rifugio Lausen, Velo Veronese VR

17. Intervento di Riccardo Beltramo in *Rifugi in Divenire. Architettura, funzioni e ambiente Esperienze alpine a confronto*, 2013

18. L. Gibello; R. Dini; G. Masserano; *Cantieri d'alta quota, Breve storia della costruzione dei rifugi sulle Alpi*, 2011

.39



Mara Lacchia, gestrice ai fornelli del rifugio Pontese (2.217 m s.l.m., Locana TO)

Nel Regolamento Rifugi CAI 2011, in uno specifico articolo vengono elencate tutte le mansioni e le capacità che un gestore è tenuto ad avere per poter compiere il suo lavoro

Art.10 - *Gestione e custodia dei rifugi*

**Gli obblighi che vengono assunti dal Gestore:**

- manutenzione ordinaria dell'immobile e delle attrezzature affidate in uso
- alla costante revisione dei mezzi antincendio in dotazione
- mantenimento delle buone condizioni igienico-sanitarie del complesso
- al trasporto a valle di tutti i rifiuti
- costante controllo ed alla minuta manutenzione delle tratte prefissate dei sentieri di accesso al rifugio
- applicazione dei prezzi fissati
- impegno ad osservare e far osservare il

*«Rifugista e gestore: la parola gestore è aspecifica, pesa meno. Non parla di montagna, di quota, di vento, di fuoco, di minestrone, di tavolata comune, di indumenti da asciugare intorno alla stufa. Di scelta di vita.»*

*Luca Calzolari*

presente Regolamento generale rifugi

- osservanza delle particolari normative in materia emanate dalle Autorità locali competenti ed al rispetto della legislazione a carattere fiscale e di Pubblica Sicurezza
- invito a compilare la scheda contenente l'indicazione della meta all'atto della partenza a chi pernotta nel rifugio
- assistere, consigliare ed informare le diverse tipologie di cliente circa le possibilità escursionistiche, alpinistiche e sportive, e le attrattive del territorio circostante per una migliore fruizione e conoscenza del territorio.
- prevenire i rischi e gestire il primo soccorso
- prevenire le situazioni di potenziale pericolo legate al contesto ambientale
- erogare un primo intervento, in caso di

incidente o malore da parte di uno o più clienti, organizzare il soccorso con i servizi competenti e disponibili sul territorio.

**Standard Minimi di Competenza:**

- esercitare attività di impresa nella gestione del rifugio alpino
- gestire problemi strutturali e ambientali
- operare nel sistema turistico regionale
- definire obiettivi e risorse
- esercitare attività di impresa nella gestione del rifugio alpino
- sviluppare e promuovere l'offerta del rifugio alpino
- gestire il sistema cliente
- gestire le relazioni con i clienti del rifugio alpino
- gestire la comunicazione e la relazione con turisti, alpinisti ed escursionisti
- fornire i servizi di locazione di camere e posti letto
- fornire il servizio di ristorazione
- gestire la ricettività: pernottamento e ristorazione
- Mantenere le condizioni di igiene e sicurezza
- produrre beni ed erogare servizi
- prevenire i rischi e gestire il primo soccorso in rifugio alpino
- organizzare spazi e risorse del rifugio alpino
- gestire le attività amministrative ordinarie
- gestire i fattori produttivi
- svolgere attività amministrative ordinarie e di valutazione del servizio
- valutare e migliorare la qualità del servizio erogato
- determinare le modalità di applicazione della normativa del settore

- definire le modalità di erogazione del servizio conformemente alla normativa del settore

- interagire con i soggetti del territorio
- relazionare e interagire con amministratori locali, soggetti delegati alla pianificazione del territorio e altri soggetti economici ed associativi
- gestire rapporti interpersonali a monte, in itinere e a valle del processo produttivo (fornitori, clienti, altri soggetti del territorio).
- presidiare la gestione economica
- programmare le scorte sulla base delle previsioni di ospitalità
- effettuare stime previsionali circa i flussi economici in entrata ed in uscita.

**Conoscenze minime:**

- il sistema turistico regionale (quadro legislativo in Italia e in Regione, caratteristiche del mercato turistico, delle politiche turistiche, delle caratteristiche dei soggetti economici e sociali rilevanti ai fini della costruzione di un'offerta turistica adeguata
- il contesto geografico fisico ( principali aspetti morfologici, orografici e geologici del Territorio)
- il contesto naturalistico (principali aspetti botanici, zoologici ed ecologici, con particolare riferimento ai parchi naturali del Territorio)
- il contesto antropico (attività umane legate alla specificità del territorio – agricoltura, allevamento, forestazione, artigianato, enogastronomia, ecc.)
- la cultura alpina ed elementi di storia dell'alpinismo
- conoscenze di base dell' alpinismo.

- 42
- conoscenza della rete escursionistica locale e regionale
  - Modalità di analisi del settore
  - definizione delle caratteristiche dell'offerta.
  - software applicativi e internet per la gestione degli aspetti di comunicazione, promozione e commercializzazione
  - strategia della promozione e commercializzazione del servizio
  - modalità di ottimizzazione delle dotazioni strutturali per migliorare il livello qualitativo dell'offerta
  - modelli teorici di comunicazione finalizzati in particolar modo a trasmettere informazioni al cliente
  - tecniche di problem solving
  - traduttori francesi ed eventualmente inglesi (o altra lingua straniera) dei principali termini di possibile uso corrente nelle modalità di comunicazione con il turista.

Inoltre deve essere la figura e svolgere i compiti di:

- "custode della montagna"<sup>19</sup>
- tenere in ordine l'integrità dell'ambiente, dei suoi percorsi, delle sue strutture, del suo patrimonio storico e culturale in continua evoluzione
- punto di riferimento escursionistico e alpinistico
- primo e più avanzato presidio di sicurezza in alta montagna
- informato sulle condizioni del contesto (meteorologia, orografia, geologia, nivologia)
- monitorare i movimenti da lontano
- servizio di pubblica utilità: modello di vita intelligente e frugale per necessità, ottimo esempio pratico di educazione civica in direzione di una condotta rispettosa

dell'ambiente e del fragile contesto montano, dove le ricadute negative di un contegno scorretto sono immediatamente evidenti sull'ecosistema e sull'uomo stesso

- capacità di adattamento alle sempre diverse condizioni di lavoro e alle difficoltà dovute all'isolamento in un contesto ostile alla vita umana
- punto di riferimento da trovare quando un alpinista entra in un rifugio.

L'abilitazione per l'esercizio della professione di gestore di rifugio alpino si consegue in seguito alla partecipazione ad un corso di formazione e il superamento di un esame scritto e orale.

Il gestore di rifugio alpino si occupa quindi di accoglienza, intrattenimento e cura del soggiorno del turista a cui si unisce, nella maggior parte dei casi, l'attività di accompagnamento nelle escursioni e nelle scalate più impegnative.

Il gestore di un rifugio alpino deve essere persona di sana e robusta costituzione fisica, di buona condotta morale e civile e deve avere conoscenza della zona, delle vie di accesso al rifugio, ai rifugi limitrofi ed ai posti di soccorso più vicini.



Fotografia del Rifugio Boccalatte-Piolti di notte, si può vedere il segnale luminoso acceso, utile per eventuali escursionisti ancora in cammino

### Periodi di apertura

**A**l fine di facilitare l'individuazione del rifugio e quale dimostrazione della sua apertura, il Gestore/Custode ha l'obbligo di esporre dall'alba al tramonto la bandiera nazionale.

Dal tramonto all'alba, oppure in caso di scarsa visibilità avrà cura di tenere accesa all'esterno una apposita luce od opportuni segnali acustici.

I rifugi custoditi sono **in media sempre aperti per circa 5 mesi all'anno durante la stagione estiva**, le strutture sono aperte nei week-end e nei festivi per un totale di 66 giorni all'anno in primavera e autunno e chiudono per 138 giorni all'anno nella stagione invernale.

Ci sono anche rifugi che aprono tutto l'anno e durante il periodo invernale hanno il maggior afflusso, come il rifugio Teodulo che ha ampliato la sala da pranzo nel 2010 in seguito alle necessità e al gran affollamento durante il periodo invernale, insieme ad altri lavori di rinnovamento e "ricarozzatura" integrale in metallo.

La prenotazione per il pernottamenti non è obbligatoria ma è altamente consigliata, il numero di prenotazioni non può coprire l'intero numero di posti letto presente nella struttura e una prenotazione può essere considerata confermata solo se accettata dal gestore.

Le prenotazioni accettate restano valide fino alle ore 18, da quest'ora i letti liberi vengono assegnati in base alla coda di arrivo degli escursionisti.

Resta salvo il diritto di precedenza per il pernottamento, a titolo gratuito, per gli infortunati e per i componenti delle squadre del Corpo nazionale soccorso alpino e speleologico in azione di soccorso.

Nei bivacchi e nei rifugi non custoditi per le loro specifiche caratteristiche di strutture atte al pernottamento e riparo di emergenza è vietata una permanenza prolungata se non motivata da condizioni atmosferiche tali da impedire il prosieguo dell'ascensione o il ritorno a valle.

19. Dini R., *Cantieri d'alta quota*, 6, 2015



Locale invernale al Rifugio Mezzalama

## Comportamento

Dalle ore 22 alle ore 6 il gestore della struttura deve far osservare assoluto silenzio e fare in modo di eliminare qualsiasi rumore e disturbo.

Resta sempre vietato l'accesso ai locali di riposo indossando scarpe pesanti ed utilizzando sistemi di illuminazione e fornelli a fiamma libera.

È inoltre vietato fumare nelle camere e nei locali adibiti alla consumazione dei pasti.

Non si possono comunemente introdurre animali nei rifugi, anche se negli ultimi tempi si stanno cercando alternative per introdurre e in alcuni casi anche fare dormire all'interno gli animali nei casi in cui l'escursionista sia accompagnato dal cane.

Da regolamento all'interno del rifugio e nelle vicinanze non è permesso l'uso di apparecchi radiotelevisivi, giradischi, apparecchi di amplificazione ecc. Solo il gestore

può utilizzare apparecchi radiotelevisivi esclusivamente nei locali a lui riservati.

## Locale invernale

“**L**ocale invernale ad accesso libero, con numero ridotto di posti letto, coperte, materiale da cucina ed illuminazione, agibile quando la capanna è chiusa”<sup>20</sup>.

All'ingresso del locale invernale è installato il telefono disponibile per le chiamate di emergenza<sup>21</sup>.

Il locale invernale è quindi quella sezione di rifugio sempre aperta, posto in un'area limitata facilmente raggiungibile della struttura. A disposizione specifica degli escursionisti che vi accedono per un ricovero d'emergenza durante il periodo in cui la struttura non è gestita ovvero da settembre a marzo solitamente. Durante questa permanenza gli utenti hanno a disposizione solamente il servizio di alloggio con letti con coperte. In alcuni casi dispone di elettricità, in nessun caso dispone di altri servizi come

quello idrico, di riscaldamento, di gas e fornelli o dei servizi igienici. L'accesso al locale invernale sarà molto spesso diverso dall'ingresso principale che si utilizza in estate, studiato appositamente in base alle precipitazioni nevose ed altre condizioni e dovrebbe essere concordato con un referente del CAI o con il gestore dell'edificio.



Locale invernale al Rifugio Mezzalama attrezzatura a disposizione

20. Regolamento del locale invernale del rifugio Gnifetti [http://www.caivarallo.it/rifugi\\_cai\\_varallo/rifugio\\_gnifetti.php](http://www.caivarallo.it/rifugi_cai_varallo/rifugio_gnifetti.php)

21. Dettagli per la sicurezza in inverno nel rifugio Cibrario <http://www.caileini.it/rifugiocibrario/show.asp?display=oggi.html>

## 2.3 Architettura

### storia e metodologie di costruzione

.46



Rifugio Teodulo durante i lavori di ristrutturazione e aggiunta della sala da pranzo (parte in legno) di alcuni anni fa e come si presenta attualmente

I rifugi vennero edificati durante il passare degli anni utilizzando differenti materiali e tecniche, inizialmente come modesti locali in pietra presa sul posto per ricoveri di prima necessità, eretti su vecchie fortificazioni come per esempio è stato il Rifugio Teodulo. In seguito vennero costruiti come locali in legno interamente catramati all'esterno come per la Capanna Gnifetti.

Con il passare degli anni si è voluto cambiare atteggiamento concentrandosi sulla forma, non più essenziale e con materiali del posto ma una forma che deve colpire per il contrasto che crea con la natura o per il suo dialogare simbolicamente con essa. L'edificio deve colpire i visitatori ed essere rappresentativo, un segno forte della presenza umana e delle condizioni estreme.

Per i rifugi sono stati testati e messi in opera nuovi materiali e nuove tecniche di costruzione, in particolare il rifugio Monte Rosa Hütte, gestito dal Club Alpino Svizzero nel territorio di Zermatt, è stato costruito su 5 piani con fondamenta in acciaio affondate nella roccia dotato di una copertura metallica

esterna in alluminio, internamente è formato da elementi strutturali in legno prodotti con macchine a controllo numerico, riuscendo così ad ottimizzare costi di materiali e volumi per i trasporti. Una stima preventiva ha infatti permesso di applicare la logica della sostenibilità anche nell'organizzazione del trasporto, del montaggio e del cantiere generale alla quota di 2.883 m s.l.m. dove è adagiato.

Queste nuove strutture, com'è stata anche la nuova Cabane du Velan (2.643 m s.l.m.) a forma di mandorla che si sviluppa in altezza rivestita di zinco-titanio, diventano dei biglietti da visita e parte del marketing per l'autopromozione della committenza che crea un distacco tra le nuove strutture costruite o restaurate e quelle che ripropongono lo stile tradizionale da baita.

Allo stesso modo bivacchi inizialmente erano costruiti in pietra e legno, poi sostituiti da pareti semiprefabbricate in metallo, rivestite in legno o materiali pressati, fino ad essere assemblati sul posto oppure trasportati dall'elicottero già completi.

47.

Dal punto di vista dello stile costruttivo delle strutture appena descritte, molti dibattiti sono stati fatti e ancora non è stato raggiunto un vero punto d'incontro per sancire se si deve mantenere un rispetto verso la tradizione storica dei materiali e dei suoi significati o se un'innovazione mirata può essere accettata. "La tradizione costruttiva del nostro patrimonio di rifugi potrà essere esaltata iniettando nuove idee nel solco della tradizione. Soltanto in questo modo l'innovazione potrà vivificare la tradizione. Tradizione e innovazione non sono termini opposti o contrapposti. Essi possono aiutare, se correttamente declinati, ad attivare circoli virtuosi in grado di aprire la montagna al futuro e di ricapitalizzare un patrimonio di alto valore materiale e immateriale, reale e simbolico". [intervento di Annibale Salsa, Past President Club Alpino Italiano e presidente del comitato scientifico di Accademia della Montagna del Trentino, in Rifugi in Divenire. Architettura, funzioni e ambiente Esperienze alpine a confronto, 2013]

Il rifugio tende ad omogeneizzarsi all'ambiente e al paesaggio circostante. Anche la componente estetica, insieme ad una rappresentazione romantica storica che si è impadronita in maniera diffusa dell'immaginario degli amanti della montagna, fa pensare al rifugio come a un tutt'uno con la montagna stessa.

Si viene a creare in questo modo una tradizione che contribuisce a esaltare i valori di una presunta "tipicità" paesistica dimenticandosi che il rifugio è, comunque, un corpo estraneo rispetto al tessuto del paesaggio culturale.

Tutte le innovazioni dei rifugi alpini riscontrano principalmente due tipi di risposta, uno dai "duri e puri" e l'altro dai "riformatori". I primi con un atteggiamento negativo verso i cambiamenti e orientati a mantenere le strutture com'erano un tempo, per essere d'uso a chi la montagna la vive con passione e impegno. I secondi accolgono i cambiamenti per un maggior comfort, anche se questo vuol dire mescolare turisti ad alpinisti e snaturare alcuni valori che il rifugio portava. Un distacco tra chi apprezza le nuove strutture di design e chi invece si vuole godere il panorama senza sentirsi prendere dalla vertigine come accade in taluni rifugi di ultima generazione.

Questi cambiamenti nelle strutture sono lo specchio del progresso e dell'adattamento anche in quota dove il rifugio non è più solo ricovero, ma diventa uno spazio luminoso e aperto alle montagne circostanti.

*«La tradizione è  
salvaguardia del fuoco, non  
adorazione della cenere»  
Gustav Mahler*



Sala comune del rifugio Altissimo

## Ambienti

Ogni rifugio non assomiglia a nessun altro, per la sua posizione e per la sua storia, oltre che per chi lo gestisce e per chi lo frequenta. Di norma consiste però negli stessi ambienti, disposti in diverso modo in base al tipo di uso che ne era stato progettato.

Entrando in un rifugio troviamo un ingresso insieme ad un punto d'accoglienza che a volte presenta un'area dove potersi spogliare e lasciare la propria attrezzatura alpinistica, un locale per il pranzo che funge anche da area comune dove poter avere un momento di socialità condivisa con gli altri esploratori e con il gestore o un momento di riposo.

I bagni sono sempre in comune e si trovano interni o esterni all'edificio secondo l'epoca di costruzione dello stesso e le politiche della sua gestione, se posizionati all'interno

*« Il rifugio non deve essere percepito come un non-luogo dove passare il tempo, ma come un luogo denso, esperienziale e di relazione »*

(come nella gran parte dei casi) sono vicini all'ingresso per facilitare i visitatori che utilizzano il rifugio come meta d'arrivo della loro escursione non fermandosi a consumare un pasto o a pernottare la notte, permettendo così di accedervi prima del ritorno a valle.

Al piano superiore troviamo le camerette solitamente con letti a castello, dalla capienza variabile. Alle volte si può trovare una stanza adibita ad essiccatoio, ovvero un locale dove depositare e far asciugare scarponi e vestiti bagnati durante la notte per il giorno successivo.

Come ambienti ulteriori, il cui accesso è riservato solamente allo staff troviamo la cucina che ha dimensioni decisamente variabili secondo altitudine e capienza della struttura, insieme alla zona bar è solitamente collocata al centro della struttura per rendere agevole il lavoro del personale di servizio



Cucina del rifugio Lausen

all'interno dell'edificio; un magazzino per le scorte alimentari e uno per le scorte non alimentari come la legna o l'attrezzatura utile. All'esterno, più o meno vicini al rifugio ci sono la fossa biologica dove vengono contenuti i reflui dei bagni che a in alcuni casi vengono trattati e smaltiti in loco, ed un'area "energia" in cui sono collocati i generatori a diesel o i trasformatori e le batterie collegate ai pannelli fotovoltaici installati sul tetto o in prossimità dell'edificio. In rari casi possiamo avere all'interno del rifugio delle aree particolari come le aree di ricerca scientifica e la biblioteca che troviamo nella Capanna Regina Margherita.

Il rifugio alpino è dotato anche di un'apposita sezione che rimane aperta anche in periodo invernale. Il locale invernale è sempre accessibile e diventa quasi come un bivacco ed è composto da un numero limitato di stanze da letto del rifugio, chiudendone tutto il resto.

## Posti letto

Lo standard di riferimento per la classificazione dei posti letto è costituito da tre tipologie:

- Cuccette: posto letto situato all'interno della struttura in camere da 2 a 25 postazioni dotati di materasso, cuscino e coperte. Sono la tipologia più comune all'interno dei rifugi.
- Tavolato: posto letto situato all'interno della struttura di emergenza organizzato su tavolato, dotato talvolta di materasso e coperta;
- Posto Invernale: posto letto situato all'interno della struttura dedicata a locale invernale, talvolta dotato di materasso e coperta.

Ogni posto letto è messo a disposizione con un cuscino ed una coperta, da qualche anno è stato introdotto l'obbligo di utilizzo del sacco lenzuolo personale per il pernottamento, prodotto dall'ingombro minimo che garantisce uno standard igienico adeguato e si trova comunemente in vendita presso molte strutture ricettive.



Camerata di un rifugio

Al 2016 il CAI contava 749 strutture per 21.426 posti letto. I posti letto all'interno dei 431 rifugi alpini erano 19596 nel 2009.

Per la disposizione dei posti letto si trova nel Regolamento nella sezione "Superfici dei locali di pernottamento dei rifugi escursionistici (art.15)" che è consentito:

sovrapporre ad ogni posto letto un altro letto senza con ciò dover incrementare le dimensioni delle camere, purché sia garantita la cubatura minima di metri cubi 10 a persona; le superfici minime dei locali di pernottamento a uno e due letti sono stabilite rispettivamente a 7 e a 11 metri quadrati e le superficie richiesta per ogni posto letto aggiuntivo è pari a metri quadrati 3.

Durante le ristrutturazioni o le costruzioni

di rifugi negli ultimi anni, sono state seguite accentuate alcune richieste degli utenti per avere maggior privacy, come ad esempio per il Monte Rosa Hutte che è stato progettato con stanze per gli ospiti contengono da 3 a 8 letti e nell'intera area notturna può ospitare fino a 120 -150 persone, così come la sala da pranzo. Durante il periodo invernale rimane aperto il locale invernale non gestito con la capacità di 28 persone.

*« è stato introdotto l'obbligo di utilizzo del sacco lenzuolo personale per il pernottato, dall'ingombro minimo che garantisce uno standard igienico adeguato »*

## 2.4 Impianti e tecnologia

energia e sviluppi

52



Serie di pannelli fotovoltaici

**T**ra le problematiche principali dal punto di vista ambientale e i maggiori sforzi di progettazione si stanno registrando per il corretto sfruttamento e funzionamento delle fonti energetiche, anche perchè le esigenze e gli utenti sono completamente cambiati nell'ultimo decennio.

### Energia elettrica

**L**a corrente elettrica in rifugio alpino è una componente non di facile raggiungimento, comporta difficoltosi lavori e una corretta gestione. A parte circa un quarto delle strutture che ha la fortuna di riuscire ad avere un allacciamento diretto alla rete, tutti gli altri rifugi sono off-grid e devono generarsi l'energia autonomamente per mantenere le attività e i servizi richiesti sul luogo. Nella maggior parte delle strutture troviamo dei generatori definiti come "gruppo elettrogeno", ovvero dei generatori diesel che trasformano l'energia termica del

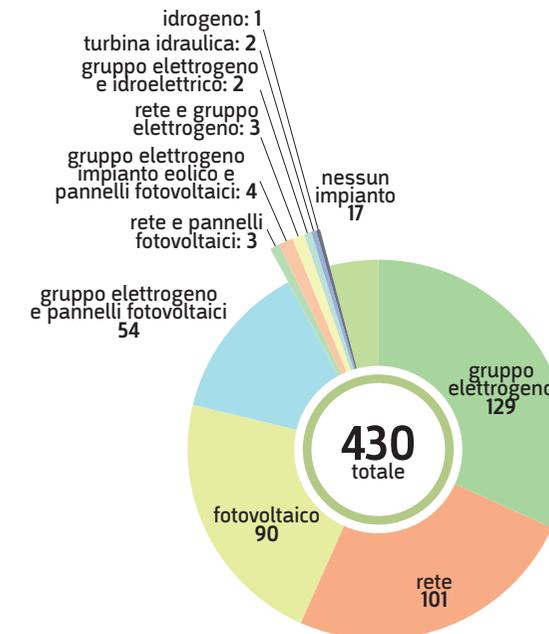
combustibile in energia elettrica. Sempre più frequente è l'installazione di pannelli fotovoltaici che consentono di immagazzinare ed utilizzare energia elettrica trasformata dall'irraggiamento solare che colpisce le celle di questa particolare lastra di materiale. Altri rifugi si affidano ad impianti di altro tipo come turbine idroelettriche che sfruttano la forza di torrenti nelle vicinanze o di turbine microeoliche che vengono azionate dal vento per generare fino a 3 kW di energia. In molti casi troviamo anche un accoppiamento di più tipologie per poter avere una maggiore sicurezza di erogazione elettrica in casi di malfunzionamento di una tipologia.

I sistemi impiegati per la generazione di calore risultano essere per lo più tradizionali, derivanti dalla combustione di legna e derivati dal petrolio o gas naturali e in rari casi da fonti rinnovabili.

Il 60% circa delle strutture risulta dotato di impianto o generatore di calore per il

riscaldamento degli ambienti interni, e di questa frazione il 43% circa è dotato di stufe a legna generalmente poste nella sala comune adibita a spazio ricreativo e ricettivo.

Dal punto di vista dell'efficienza energetica, la sfida sarà quella di ragionare sempre più nell'ottica di una vera e propria strategia di riqualificazione urbanistico-energetica per mettere in relazione lo sfruttamento delle risorse sul territorio (sole, biomasse, acqua, ecc.) misurato in base alla loro effettiva disponibilità e ai fabbisogni locali. L'applicazione di impianti per energia "pulita" risalgono al 1979 in Francia, quando durante la crisi petrolifera installarono i primi pannelli solari al rifugio delle Evettes (2.590 m) per sostituire o essere abbinati ai gruppi



Divisione dei rifugi alpini gestiti dal CAI per tipologia di impianti di produzione di energia elettrica

« Il Monte Rosa Hutte è autosufficiente al 90% a livello energetico grazie all'accumulo di energia solare »

53

elettrogeni a carburante.

La tendenza è quella di andare a diffondere tecnologie favorevoli al risparmio energetico e alla gestione razionale delle risorse.

Il patrimonio architettonico della montagna, per la sua stessa sopravvivenza e per un suo più ambizioso ruolo di risorsa per il territorio, necessita di innovazione, non in chiave tecnicistica ma nello sguardo, nell'approccio, nelle modalità di essere compreso e trattato.

Un modello di innovazione sul piano della sostenibilità e della programmazione dei consumi energetici si può trovare nel Monte Rosa Hütte, il quale è autosufficiente al 90% a livello energetico, è dotato di una serie di tecnologie per il trattamento delle acque sporche e di sistemi per lo sfruttamento e l'accumulo dell'energia solare: un impianto fotovoltaico, un impianto solare termico per produrre Acs (Acqua Calda per uso Sanitario) e un sistema di accumulatori di energia elettrica. Gli 85m2 di pannelli solari permettono l'autosufficienza energetica per l'acqua calda, capaci di permettere il trattamento delle acque sporche, l'illuminazione e l'utilizzo degli elettrodomestici. Il rifugio dispone anche di un sistema di riutilizzo



Monte Rosa Hütte, al suo interno un sistema "intelligente" gestisce gli impianti elettrici, di riscaldamento, ecc.

dell'energia in eccesso, che viene racchiusa in appositi accumulatori per consentire l'erogazione in assenza di luce solare.

Oltre alle fonti energetiche già citate si stanno implementando e provando nuove tecnologie anche in quota, come le pale per un impianto microeolico in grado di generare energia fino a 3 kw per consumo o accumulo in Valcamonica a 2.400 m s.l.m. presso il rifugio Tita Secchi<sup>22</sup>.

Altro caso di innovazione unica nel suo genere è l'adozione di un impianto a idrogeno per accumulo nel rifugio San Giuliano, analizzato nei Casi Studio a pag. X.

## Igiene

Il tema dei servizi igienici e dell'igiene delle aree della struttura sono da anni tra i fattori cruciali per determinare dei cambiamenti, degli ampliamenti e delle sistemazioni nelle strutture. Cambiamenti dettati sia dal buon senso del gestore, che dalla richiesta degli utenti e soprattutto rese indispensabili in

quanto sancite dalla regolamentazione generale dei rifugi.

Tutte le strutture sono dotate di WC interno o esterno accessibile a tutti gli escursionisti, durante il periodo di apertura del rifugio.

Il servizio doccia è presente in un minor numero di rifugi, utilizzabile dai visitatori che pernottano nella struttura. La disponibilità di acqua calda non è garantita, infatti è presente solo in numero inferiore di rifugi (65% circa).

Le pulizie e il mantenimento dell'ordine vengono effettuate con regolarità e a frequenze definite per i vari spazi:

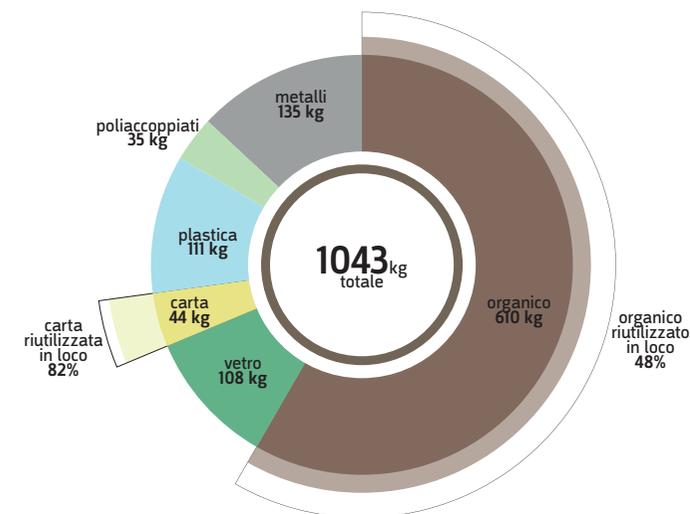
- Cucina: 2 volte al giorno;
- Sale comuni, refettorio, zona bar, ecc: 2 volte al giorno;
- Servizi igienici: 2 volte al giorno;
- Camere da letto: 1 volta al giorno.

Materassi, coperte e cuscini vengono igienizzati con una frequenza non inferiore a 1 volta per anno solare per regolamento, anche se questa frequenza può variare di rifugio in rifugio. Soprattutto negli ultimi anni

sono aumentate le richieste per standard igienici più elevati, per questo motivo le coperte vengono sbattute, igienizzate o lavate più frequentemente.

## Rifiuti

Ogni utente che frequenta la montagna è tenuto a sapere che è buona norma riportare a valle i propri rifiuti, per consentire di diminuire la quantità e quindi la difficoltà per il servizio di raccolta dei prodotti di scarto del rifugio. In ogni caso le strutture montane gestite hanno l'obbligo di occuparsi dello smaltimento dei prodotti di scarto. Per facilitare la gestione di questo tipo di materia viene organizzata la raccolta differenziata per tutti i prodotti dispensati all'interno del rifugio.



Quantità di rifiuti prodotti all'interno del rifugio Pedrotti-Rosetta (2.581 m s.l.m., San Martino di Castrozza, TN) nel periodo estivo, per 80 posti letto

23. Evitare di mettere a disposizione i bidoni per i visitatori è stata stimata una diminuzione del 35% circa del volume dei rifiuti. A. Cemin et.al. *Gestione dei rifiuti in alta quota*. Trento, 2013

Lo spazio all'interno della struttura alpina è contenuto ed essenziale, gestire quindi il rifiuto diventa un fattore molto importante per risparmiare spazio e far funzionare la struttura al meglio.

Per cercare di limitare la produzione di rifiuti la gestione cerca di agire evitando le confezioni monoporzione, tovaglioli e salviette di carta, tutte le confezioni usa e getta, evitando di mettere a disposizione i bidoni per il rifiuto dei visitatori, fornendoli per i rifiuti solo nei bagni<sup>23</sup>.

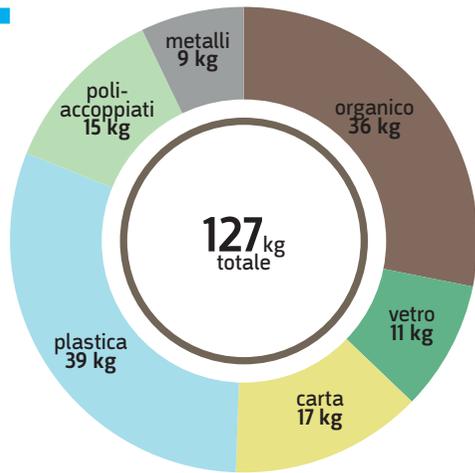
I rifiuti sono principalmente generati dall'attività del rifugio di ristorazione e accoglienza, generando scarti di cucina e avanzi di cibo (organico) in maggior quantità, si producono rifiuti di confezioni in vari materiali, come bottiglie di plastica o vetro, lattine di metallo e contenitori di plastica

o scatoloni di cartone. Ad aggiungersi a questo scarto ci sono anche i rifiuti raccolti dal gestore nei pressi del rifugio lungo i sentieri che vedono al primo posto per quantità oltre 30 kg di plastica in una stagione estiva, seguita subito dai rifiuti organici.

La fase di trasporto del rifiuto verso lo smaltimento è un costo notevole per la gestione, oltre che avere ricadute sull'ambiente per ogni viaggio con mezzo a motore.

Per la totalità dei rifiuti di plastica, vetro, metallo e residuo viene organizzato un viaggio di smaltimento apposito. Parte dei

22. la descrizione del funzionamento del microelettrico: <http://www.gingroup.it/prodotto/micro-eolico-domestico-anemos/>



Quantità di rifiuti raccolti lungo i sentieri adiacenti il rifugio Pedrotti-Rosetta nel periodo estivo

rifiuti però può essere reimpiegata e smaltita all'interno o nell'area circostante al rifugio, come accade per la carta che viene utilizzata come combustibile nel caminetto o il rifiuto organico che può essere compostato in maniera adeguata nell'area limitrofe la struttura.

Per le modalità di smaltimento dei rifiuti le possibilità sono tantissime, il sistema più utilizzato e conveniente resta quello in cui gli escursionisti si riportano i rifiuti a valle.

« Gli impianti in rifugio sono principalmente off-grid »

## Approvvigionamento idrico e gestione acque reflue

L'approvvigionamento idrico esattamente come per le altre utenze avviene prevalentemente *off-grid*, viene gestito sul posto senza le certezze di un collegamento alla rete comune.

Per questo motivo non si possono garantire alcuni servizi se l'acqua utilizzata per le maggiori mansioni è quella convogliata in cisterne di origine piovana quindi non potabile. Si rende altresì necessario servire ai clienti l'acqua imbottigliata in plastica.

L'acqua arriva al rifugio da cisterne posizionate ad un'altitudine maggiore di esso e scende attraverso i tubi, oppure viene pompata da cisterne posizionate più in basso anche di diverse centinaia di metri. Ad altitudini in cui sono presenti ghiacciai o nevai, possono essere sfruttati per ricevere l'acqua che scioglie da essi o attraverso l'utilizzo di appositi macchinari che sciolgono la neve per poterla utilizzare all'interno della struttura.

Un accorgimento da tenere a mente per l'impianto idrico è particolarmente importante quando le temperature iniziano a calare, il congelamento dell'acqua nei tubi causa infatti grandi problematiche.

I servizi dotati di acqua calda sono resi possibile generalmente grazie allo sfruttamento dei pannelli solari o al ricircolo dell'acqua nelle stufe.



Fase di pulizia della fossa settica a poca distanza dal rifugio Sella

Come conferma Samuele Manzotti, presidente Commissione centrale rifugi e opere alpine del CAI, tutti gli sforzi nella gestione dell'attività in ambiente alpino sono indirizzati al mantenimento tecnico-strutturale, migliorando la funzionalità ricettiva imposta dalle nuove esigenze dei visitatori, ma soprattutto tendono a ridurre al massimo i danni al territorio circostante, adottando nuovi impianti di produzione di energie alternative e di depurazione dei reflui. Infatti il dover dotare i rifugi di strumenti per trattare come a bassa quota le acque e i reflui obbliga dei costi economici, ma soprattutto ambientali, veramente alti.

Ad operare la divisione dei reflui solidi da quelli liquidi vengono installate diverse attrezzature. Una grigliatrice rotativa (filtrocolea) provvede alla separazione delle parti solide con dimensioni superiori a 3 mm contenute nei liquami provenienti dall'insediamento ed alla loro compattazione. Un grigliatore filtra le parti liquide da quelle solide. Successivamente è previsto il loro

essiccamento ed il trasferimento a valle per lo smaltimento presso discariche autorizzate.

## Tecnologia

Come abbiamo visto più volte lungo questo capitolo, il tema della tecnologia da utilizzare all'interno di un rifugio alpino è un argomento molto discusso e di difficile soluzione.

Per una facile gestione della struttura si usano **tecnologie facilmente mantenibili**. Le principali differenze di facilità di manutenzione e di accessibilità ai componenti da sistemare sono date dall'altitudine e dall'accessibilità stessa del rifugio, se raggiungibile con un mezzo meccanico sarà più semplice mentre per i rifugi che vengono raggiunti con elicottero la problematica si fa più complessa. A questo si collega il fattore della temperatura, che influenza e limita drasticamente l'uso o meno di materiali e tecnologie.

Riprendendo come esempio il Monte Rosa



Primi tentativi di connessione al rifugio Dorigoni

Hütte, vediamo come una struttura ricettiva non esia in realtà utilizzata solo come struttura turistica ma servirà anche alla ricerca universitaria per esperimenti energetici e di domotica<sup>24</sup>. Questa struttura è stata progettata con componenti altamente tecnologici ed un sistema centralizzato “intelligente” a gestirli per massimizzare i consumi sia della produzione di elettricità, che di calore che dell’impianto idrico.

Dal punto di vista di vari gestori delle strutture, la tecnologia può essere di grande aiuto anche solo in quelle quattro ore di servizio al giorno per essere veloci e organizzati, avere il computer per sveltire. La tecnologia è ormai indispensabile per migliorare la qualità del servizio.

“Il rifugista è infatti un tuttologo che deve saper fare tutto; e il tempo non lo ha, a fine giornata è davvero stremato e se la tecnologia lo aiuta ad avere più risorse, ciò è un bene assoluto.”  
[Angelo Iellici, gestore del rifugio La Rezila]

*« La connessione internet via satellite permette a chi vi lavora non solo di mantenere un costante e fondamentale contatto con il mondo a valle ma offre anche la possibilità di dare ai propri ospiti una serie di informazioni sempre aggiornate in tempo reale »*

Solitamente è il gestore che si fa promotore verso la proprietà di effettuare lavori di ristrutturazione, ampliamento o adeguamento tecnologico. Infatti il gestore ha il dovere di mantenere in efficienza l’edificio, i sistemi impiantistici e gli elementi accessori alla struttura. La manutenzione straordinaria delle strutture è generalmente a carico delle sezioni in

qualità di soggetto proprietario dell’immobile. Il rifugio e le sue attrezzature devono essere

24. <http://www.monterosa4000.it/rifugi/neue-monte-rosa-hutte>

progettate “a prova di stupido”, tutto ciò che si progetta per il suo ambiente deve essere chiaro e facile. Perché alla fine, il rifugio deve esser fatto per entrare a rifugiarsi e deve dare calore.

Esattamente come la scelta di installare o meno elementi tecnologici all’interno delle strutture tipicamente tradizionali, anche la scelta di avere un allacciamento alla rete internet non è ancora oggi un fattore assicurato. Vari rifugi sono stati dotati di una connessione internet satellitare, che insieme al telefono con collegamento diretto alle centrali di soccorso a valle via ponte radio sono indispensabili per poter lavorare serenamente sapendo che in caso di necessità non si è totalmente isolati.

In alcuni casi la connessione ad internet è stata portata all’interno di progetti di sviluppo, come può essere un gruppo di ricerca scientifica che ne ha bisogno e provvede all’installazione o servizi esterni che danno il supporto tecnico in cambio di un servizio come stazioni meteo o installazioni di webcam come è stato accordato tra Alex Torricini del rifugio Brioschi e la società 3bmeteo<sup>25</sup>.

*«eco-innovation is defined as any form of innovation aiming at significant and demonstrable progress towards the goal of sustainable development, through reducing impacts on the environment or achieving a more efficient and responsible use of resources»<sup>26</sup>*

25. Cantieri d’alta quota, N.6, pag. 20-21, dicembre 2015

26. [http://ec.europa.eu/environment/ecoinnovation2012/2nd\\_forum/inspiring\\_0.html](http://ec.europa.eu/environment/ecoinnovation2012/2nd_forum/inspiring_0.html)  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0899>

## 2.5 Flussi

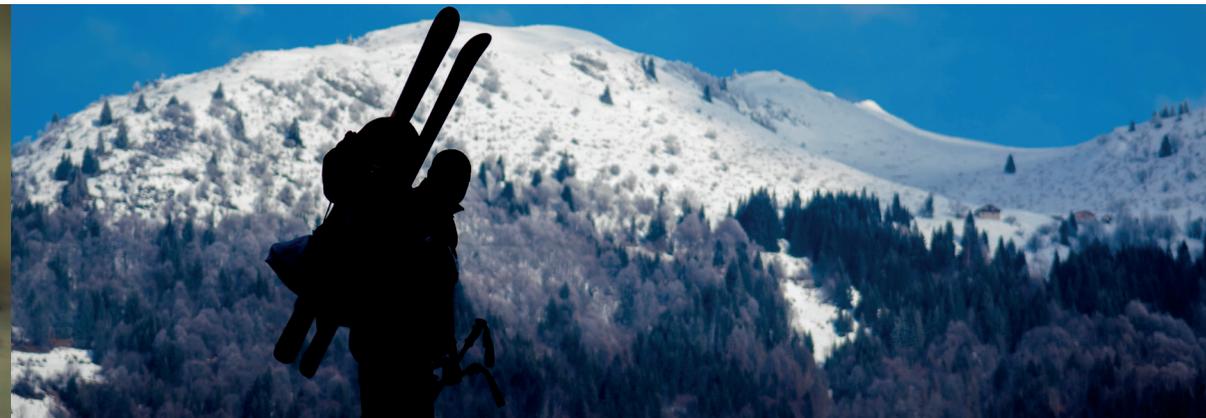
persone e materia verso il rifugio

.60



Afflusso di turisti che passeggiano lungo i sentieri del monte Specie in Valle di Braies, BZ

61.



Uno scialpinista sulle Alpi francesi

### Utenti

**G**li utenti che frequentano la montagna sono vari e sono cambiati molto nel corso del tempo. Negli ultimi anni soprattutto, **la montagna è diventata una meta molto più attraente anche per i turisti non preparati o che si vogliono avvicinare all'ambiente** e alle camminate in quota, per poter prendere una boccata d'aria fresca, godersi il panorama e staccarsi per un breve periodo dalla quotidianità cittadina.

In quanto l'ambiente alpino molto differente da qualsiasi altro luogo, sarebbe consono attrezzarsi adeguatamente per potersi godere la giornata in totale sicurezza e confort.

Ogni utente dovrebbe avere un abbigliamento consono, specifico per poter godere delle attività outdoor con la massima comodità, in totale sicurezza e per evitare di ammalarsi per il freddo. La montagna è un luogo in cui il clima può cambiare molto velocemente, inoltre le strade non sono sempre

pianeggianti e ben tenute, ricordiamo che è un ambiente isolato in cui non si trova riparo facilmente o un bar dove potersi riparare e rifocillare, per questi motivi l'utilizzo di abbigliamento e attrezzatura adeguata è fondamentale.

Ogni visitatore della montagna dovrebbe sempre sapere le caratteristiche del posto in cui sta andando per preparare lo zaino al meglio. Partendo dall'abbigliamento intimo e le calze che saranno sempre a stretto contatto col nostro corpo e non dovranno causare irritazioni o vesciche. Le scarpe sono un'altra parte cruciale, devono essere comode e resistenti, con una suola adatta ai percorsi che si vogliono intraprendere. Una giacca a vento antipioggia è sempre fondamentale, in montagna il clima può variare molto velocemente, e insieme ad un acquazzone anche la temperatura scende drasticamente. Anche la scelta dello zaino dovrebbe tendere alla comodità e alla giusta dimensione per il tipo di trekking che si

sceglie, per non affaticare la schiena. Oltre all'abbigliamento di base, nello zaino dovrebbe sempre esserci un piccolo kit di primo soccorso, una borraccia d'acqua, indumenti di ricambio, coltellino multifunzione, sacchetti per rifiuti o per riporre la biancheria smessa e bagnata (da sudore o pioggia) e una torcia se si dovessero incontrare gallerie o nello sfortunato evento di perdersi o rimanere in cammino dopo il tramonto.

Anche per reintegrare le energie che si bruciano va ricordato di portare con sé degli alimenti facilmente assimilabili, leggeri e che non favoriscano la sete come snack energetici, frutta e biscotti o cioccolata. Può essere utile anche avere dei prodotti molto zuccherini o barrette energetiche, da consumare in caso di svenimento o calo di

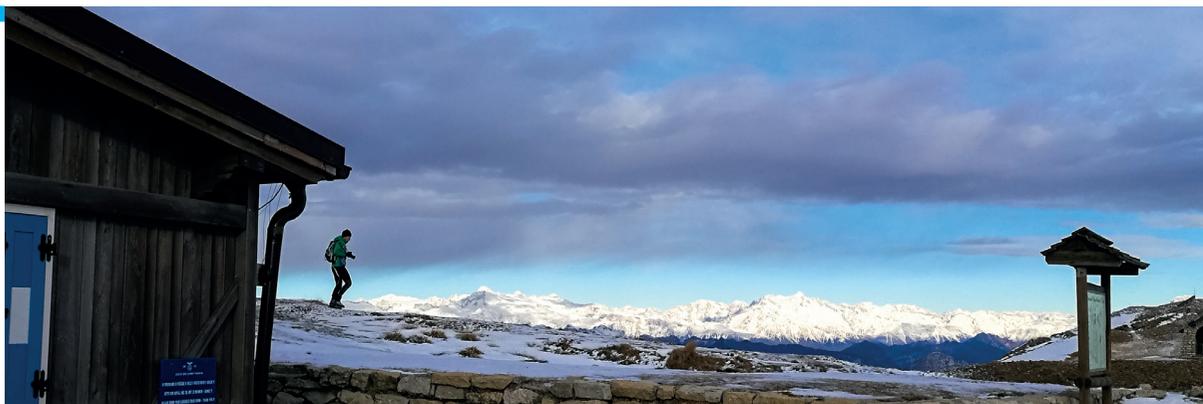
forze.

Anche per gli escursionisti più esperti e gli alpinisti è importante scegliere l'abbigliamento adeguato, per loro è ancora più importante la scelta e il mantenimento dell'attrezzatura idonea e aggiornata, evitando di utilizzare corde e ganci d'epoca perchè ci si è affezionati. Per questo tipo di utenti la gamma di attrezzatura tecnica è molto più ampia, si differenzia in base al tipo di escursione prevista, se su parete rocciosa

o ferrata in periodo estivo, trekking su ghiacciaio o nevaio, scalata su ghiaccio o percorsi di sci alpinismo.

Per gli escursionisti di medio e alto livello entra in gioco anche il fattore di consapevolezza delle proprie potenzialità e dei propri limiti per poter scegliere le vie del

*« Non ci sono materiali o tecnologie in grado di sostituire un comportamento adeguato alle attività che si intraprendono »  
[www.arrampicata.info](http://www.arrampicata.info)*



Testo

proprio livello, cercando di evitare di fare del male a se stessi e agli altri, oltre al possibile caso di mettere in difficoltà il soccorso alpino se dovesse essere necessario.

Tendenzialmente gli utenti sono tutti appassionati di montagna ed si informano sulle condizioni meteorologiche e della percorribilità dei sentieri, molti telefonano al rifugio prima di partire per controllare le condizioni.

## L'alpinista

L'alpinismo ha inizio nel momento in cui l'ascensione di una montagna, di una falesia o di una cima secondaria, diventa pericolosa per la sua struttura o per fattori climatici.

**Sono unicamente il pericolo e la tecnica creata dall'uomo per affrontarlo che costituiscono ciò che chiamiamo comunemente alpinismo** e che, in realtà, è una grande passione umana trasformata in uno sport allo stato puro, in cui il desiderio

di affermazione mette in secondo piano le qualità estetiche un tempo ricercate in un'ascensione.

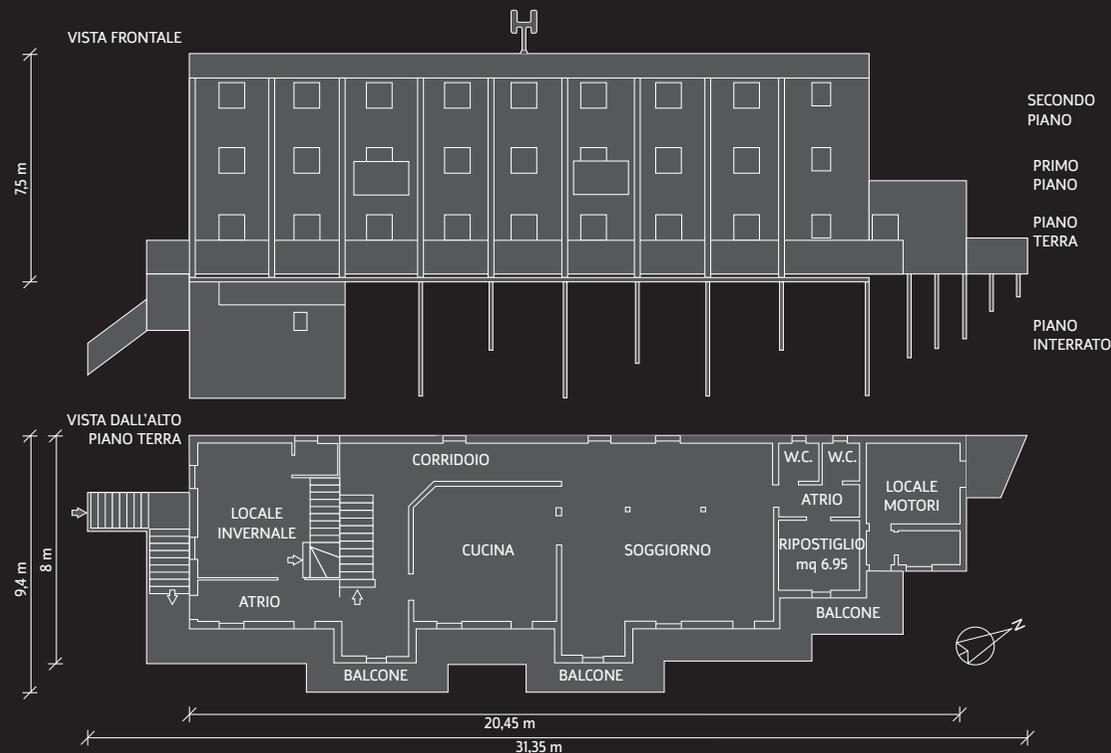
Al contrario del turista che ricerca soprattutto distensione e bellezza, l'alpinista si compiace nel confrontarsi con la difficoltà, nell'affrontare il pericolo, nella lotta appassionata contro gli elementi della natura. È una persona che ricerca in questo modo la purezza dello stile, la performance e l'attenzione del mente.

A parte le emozioni che può trasmettere uno sport del genere, se praticato poco coscientemente può essere causa di gravi problemi, come ha commentato su questo tipo di avventure Danny Zampiccoli *"ci sono escursionisti bravi e fortunati, altri che non sono così bravi o così fortunati. Non è sempre la montagna assassina, ma gli escursionisti folli a decidere di rischiare la vita"*.

# Focus: i flussi

## analisi sulla Capanna Osservatorio Regina Margherita

.64



.65

La Capanna Osservatorio Regina Margherita è stata utilizzata come base per poter vedere, tracciare e capire i movimenti delle persone, dei rifornimenti e dei materiali una volta arrivati in quota al cospetto del rifugio.

Questo rifugio è il più alto d'Europa, resiste a condizioni atmosferiche molto forti ed è in una posizione fortemente impervia. Nonostante questi fattori, uniti alle conseguenze sul corpo umano di causarne mal di montagna, questo rifugio è un'attività come molte altre. Esso deve gestire il flusso di turisti (che difficilmente potrebbero arrivarvi), sportivi, alpinisti e ricercatori, deve programmare quindi rifornimenti, prenotazioni e servizi di accoglienza, insieme allo smaltimento dei materiali di scarto prodotti.

Ai suoi 4.554 m s.l.m. è raggiungibile con 4 o 5 ore di cammino su ghiacciaio, oppure con elicottero per portare rifornimenti o aiuto.

La fase di analisi dell'architettura del rifugio alpino è stata una parte fondamentale della ricerca di tesi, studiando la storia e le funzioni di questo edificio, insieme alla sua struttura è stato possibile trovare i touchpoints fisici dai quali poter partire per migliorare l'ambiente in cui opera il rifugista per dare accoglienza a numerosi utenti che ogni stagione vivono gli spazi in determinati modi. Nello stesso ambiente alcuni utenti accedono anche in stagione di chiusura, questo modifica per forza il modo in cui si accede allo stesso edificio oltre ai servizi di cui si può disporre.

I flussi all'interno del rifugio alpino, o tra un rifugio ed un altro sono cambiati nel corso degli anni, vedendo persone che stazionavano in rifugi mentre cercavano oro, oppure missionari di passaggio, per alcuni anni tenendo occupati i rifugi dai soldati durante i periodi di guerra o l'uso di stanze dell'edificio per ricerche scientifiche fino al "semplice" e sempre praticato alpinismo o hiking (escursione a piedi).

In base ad interviste e colloqui con vari gestori di rifugi oltre a dichiarazioni in articoli e video documentari, sono stati suddivisi gli utenti in due macro categorie: gli esperti e gli inesperti, dei primi possiamo poi dividere in "duri e puri" oppure "innovatori".

Da queste due macrocategorie di utenti avremo due principali tipi di accesso e fruizione della struttura e dei suoi servizi, e dalle due tipologie di alpinisti con opposte mentalità avremo una propensione verso la ricerca di servizi piuttosto che altri.

**D**urante il periodo estivo l'**utente esperto, inteso come alpinista o sportivo**, è un frequentatore di rifugi alpini in due fasce orarie: orari più mattinieri per la colazione prima dell'attacco alla vetta e in seguito in orari di tardo pomeriggio per merenda e per riposarsi, il quale molto probabilmente si ferma a pernottare la notte presso il rifugio per continuare la sua escursione il giorno seguente.

Questo tipo di frequentatore è comunemente conscio del luogo in cui si trova, riesce ad essere autonomo e rispettoso. In cambio però richiede in taluni casi di poter avere i pasti ad orari specifici, come durante notte fonda per potersi poi incamminare verso la vetta con maggiore sicurezza sul ghiacciaio durante la sua fase di ricongelamento notturno.

Gli escursionisti e sportivi, una volta arrivati alla base per la loro escursione

che può raggiungere luoghi e altitudini non raggiungibili dai più a ragione delle vie più lunghe e difficili da percorrere, hanno bisogno di un posto nel quale lasciare la propria attrezzatura e un locale adatto ad asciugare i loro vestiti prima della loro partenza il giorno successivo.

L'**utente inesperto** invece, inteso come gruppo famiglia o turisti alle prime esperienze, frequenta il rifugio più facile da raggiungere con sentiero e non troppe ore di cammino, ci arriva principalmente per pranzo e con meno probabilità si fermerà a dormire in quota. Nel caso di pernottamento in rifugio le richieste di questo tipo di utente sono radicalmente differenti da quelle dell'alpinista. Il turista normalmente richiede un servizio più curato e un comfort maggiore di quanto preteso dall'alpinista. Il turista al giorno d'oggi considera il rifugio alpino come un alberghetto in alta quota, ignorando i tanti fattori che lo rendono speciale e di difficile gestione. Per questo motivo, soprattutto negli ultimi anni i gestori di rifugi stanno cercando sempre più di migliorare il servizio, ma in alcuni casi la richiesta del cliente non potrà vedersi soddisfatta. Da qualche tempo, proprio per il maggior afflusso di utenti meno esperti e più pretenziosi, la qualità dei servizi nelle strutture di alta e media montagna è aumentata cercando di garantire WC all'interno del rifugio anziché all'esterno, docce calde, servizio di ristorazione non più con 2 scelte per ogni portata ma con un menù più ampio, e in alcuni casi wifi utilizzabile anche dalla clientela.



Nel periodo invernale si vede una netta diminuzione di attività di ricezione turistiche aperte, limitandosi al fine settimana per alcune o all'apertura continuata solo per quelle posizionate a quote non troppo limitanti o nei fortunati casi in cui la loro collocazione sia al cospetto di impianti sciistici.

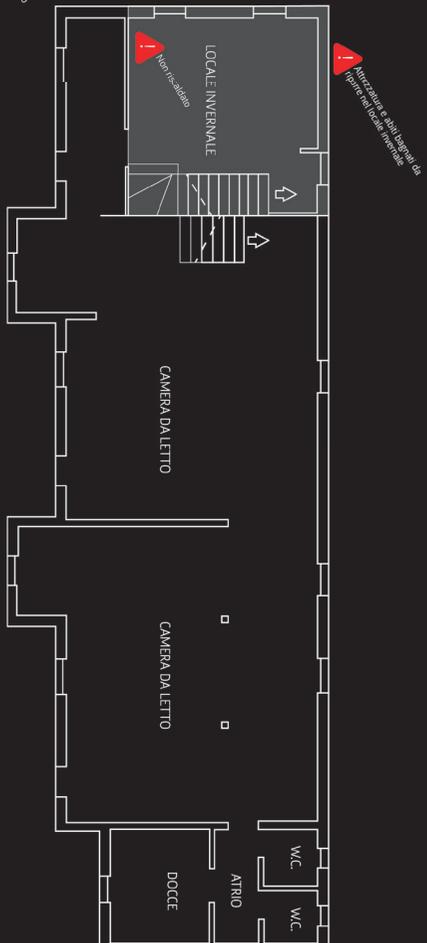
Per gli utenti esperti avventurarsi lungo sentieri e pareti ghiacciate è un'esperienza molto attraente anche in inverno. Gli alpinisti praticano infatti le loro attività durante tutto l'anno, modificando in taluni casi l'abbigliamento e l'attrezzatura propendendo a sci con pelli di foca o ciaspole oltre ai ramponi per raggiungere la vetta. Per le loro escursioni richiedono però delle basi d'appoggio lungo il tragitto, per questo motivo delle zone di ogni rifugio sono sempre aperte e accessibili e sono stati posizionati vari bivacchi in luoghi appositamente studiati.

L'utente poco esperto frequenta la montagna e le sue strutture nel periodo invernale solo se vicine a zone di passaggio o lungo le piste da sci. Per questi casi l'accesso ai rifugi cambia drasticamente rispetto al periodo estivo, avendo masse di turisti che accedono con scarponi da sci ai piedi, neve e attrezzatura sciistica da discesa.

Vediamo nelle prossime pagine come si muovono persone e rifornimenti all'interno del rifugio.



ACCESSO ALLE AREE DEL RIFUGIO ALPINO  
ACCESSO AL RIFUGIO PER GLI UTENTI NEL PERIODO INVERNALE



SPORTIVO



Salire per corsi  
Percorsi  
Percorsi

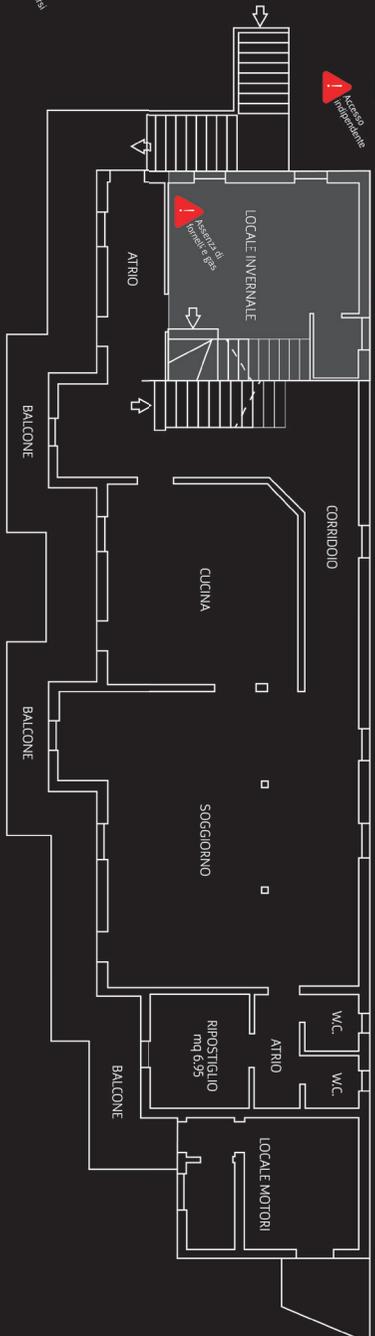
Dare la spina per scendere  
sicuro  
Dare la spina per scendere  
sicuro

Impossibile  
salire in questo senso

Scendere spesso  
senza scivoli per  
comunicare a valle

Escesso  
inquinamento

Non residabile  
sicuro come



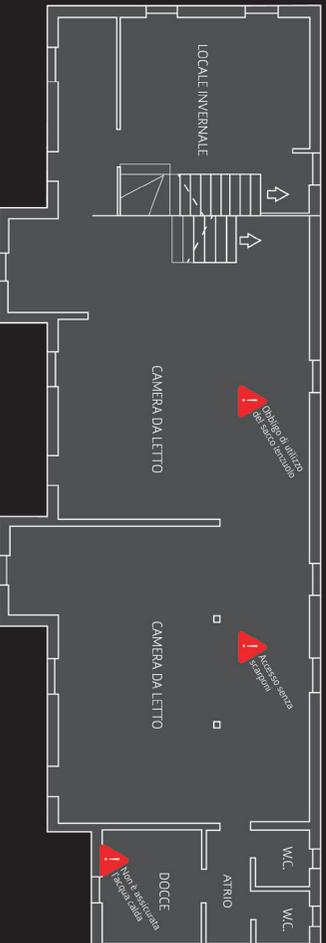
ESCURSIONISTA  
ESPERTO



Esplorazione  
Percorsi  
Percorsi

ACCESSO ALLE AREE DEL RIFUGIO ALPINO  
ACCESSO AL RIFUGIO PER GLI UTENTI NEL PERIODO ESTIVO

TURISTA  
Rivo inhomato

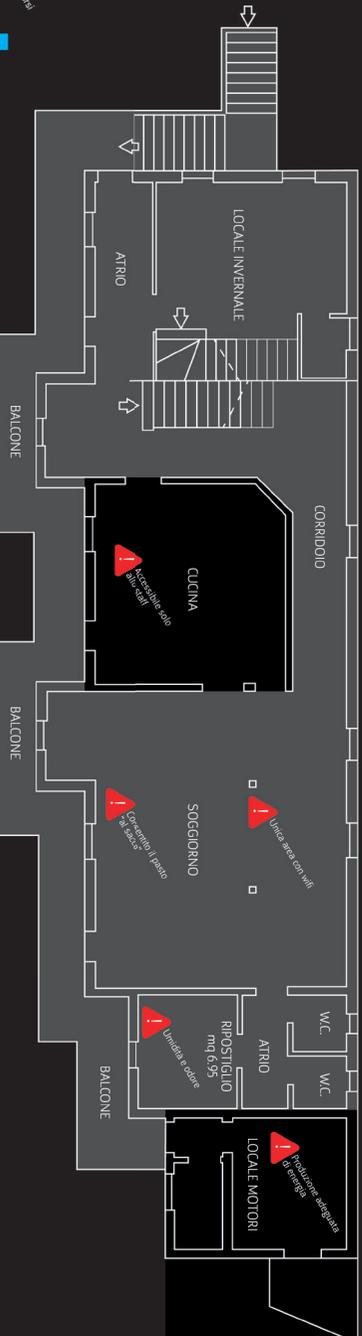


SPORTIVO



Salire per corsi  
Percorsi  
Percorsi

Dare la spina per scendere  
sicuro  
Dare la spina per scendere  
sicuro



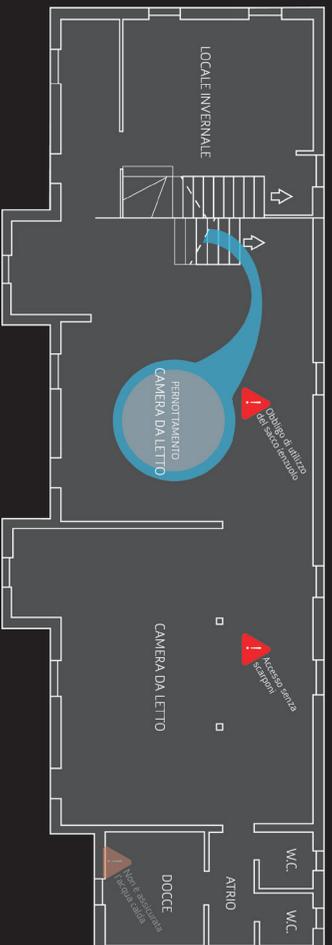
ESCURSIONISTA  
ESPERTO



Esplorazione  
Percorsi  
Percorsi

## FLUSSO ALPINISTI E SPORTIVI

ACCESSO AI SERVIZI DI VITTO E ALLOGGIO  
PERIODO ESTIVO



Ritiglio come tappa

Afflusso: 9-11  
16-18  
Afflusso max giorno nel  
fianco per cena e alloggio  
notturno.



71

SPORTIVO



Esigete percorsi  
pedagogici

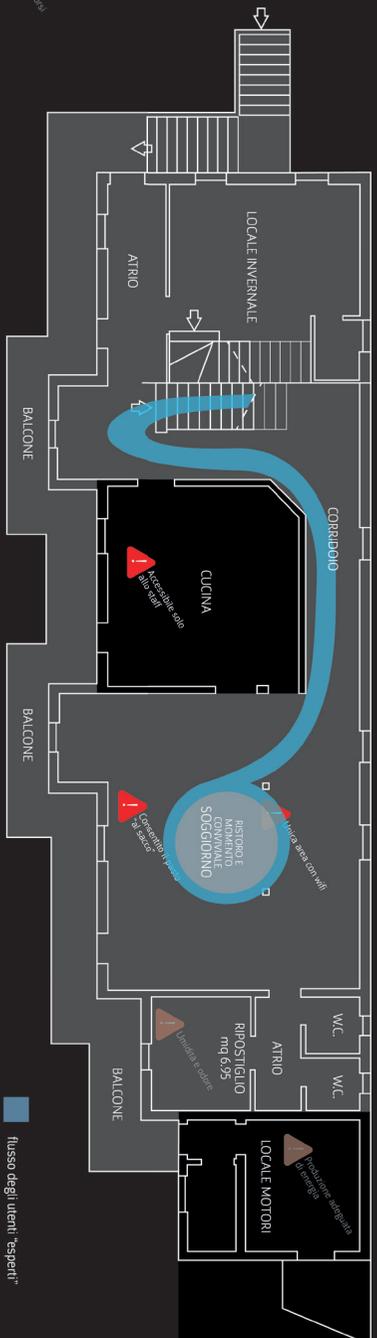
Da qui si apre il itinerario a  
partire dal mulinello

ESCURSIONISTA  
ESPERTO



Esigete percorsi  
pedagogici

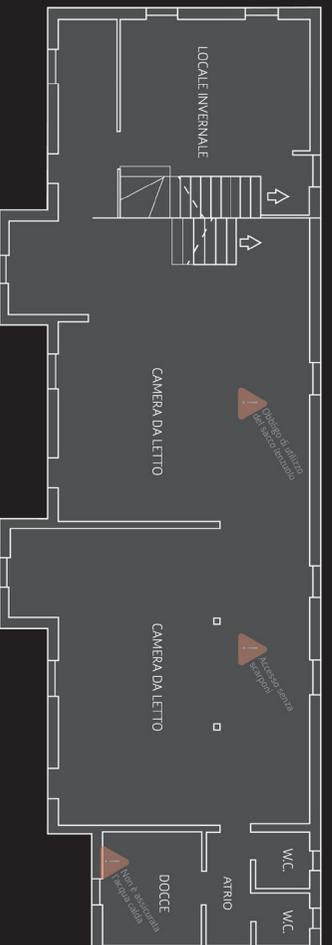
Da qui si apre il itinerario a  
partire dal mulinello



flusso degli utenti "esperti"  
area accessibile agli utenti

## FLUSSO ALPINISTI E SPORTIVI

ACCESSO AL RIFUGIO E AREA RISTORO  
PERIODO ESTIVO



Ritiglio come tappa

Afflusso: 9-11  
16-18  
Afflusso max per colazione  
e merenda.



SPORTIVO



Esigete percorsi  
pedagogici

Da qui si apre il itinerario a  
partire dal mulinello

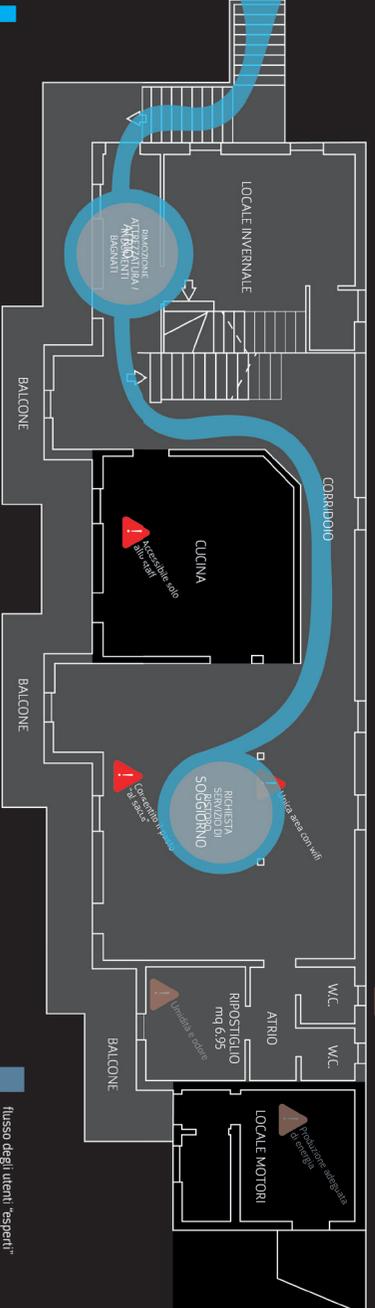
ESCURSIONISTA  
ESPERTO



Esigete percorsi  
pedagogici

Da qui si apre il itinerario a  
partire dal mulinello

70



flusso degli utenti "esperti"  
area accessibile agli utenti



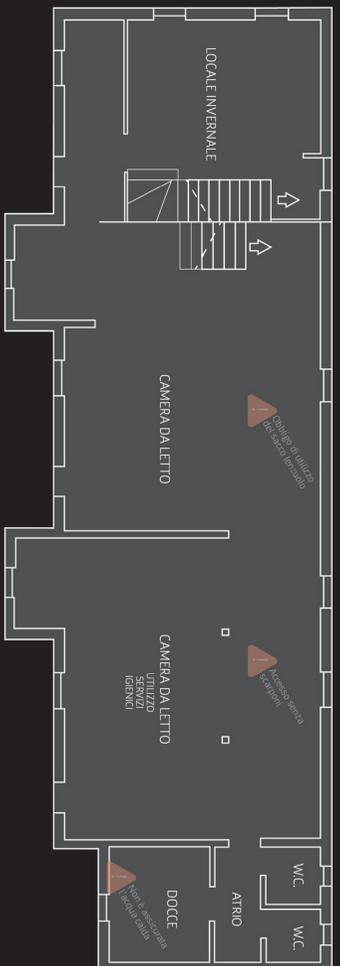


TURISTA

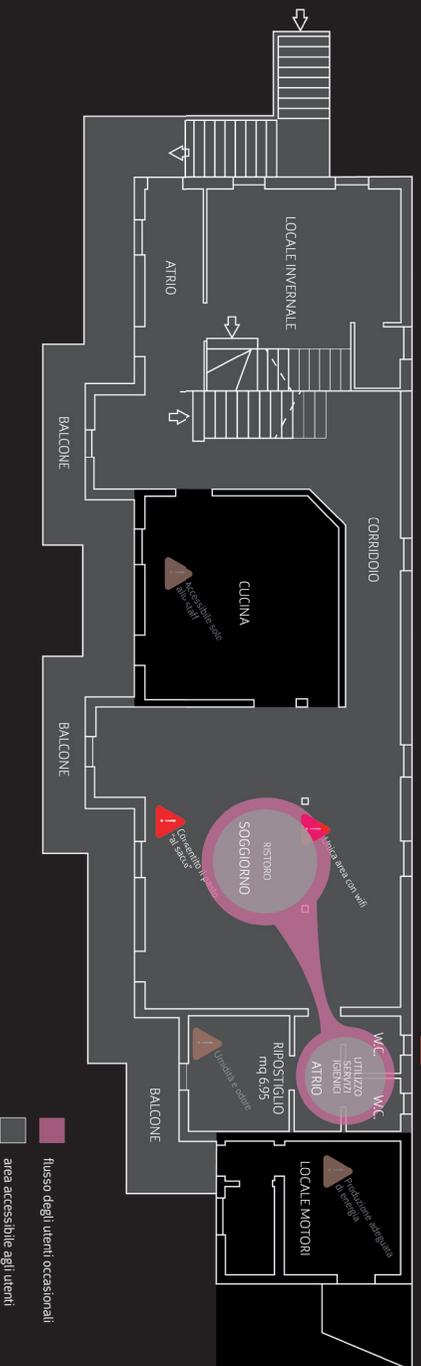


Recupero inform

### FLUSSO TURISTI UTILIZZO SERVIZI IGIENICI PERIODO ESTIVO

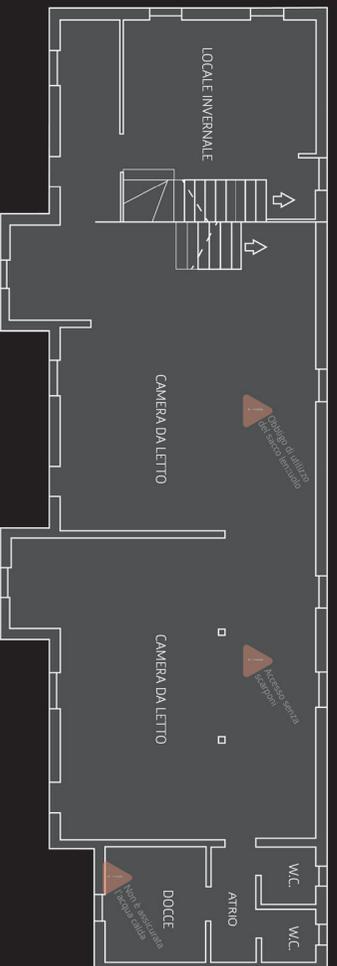


Ritugio come meta  
Afflusso: 11-16  
Afflusso max per pranzo  
o merenda.



flusso degli utenti occasionali  
area accessibile agli utenti

### FLUSSO TURISTI ACCESSO AL RIFUGIO E AREA RISTORO PERIODO ESTIVO



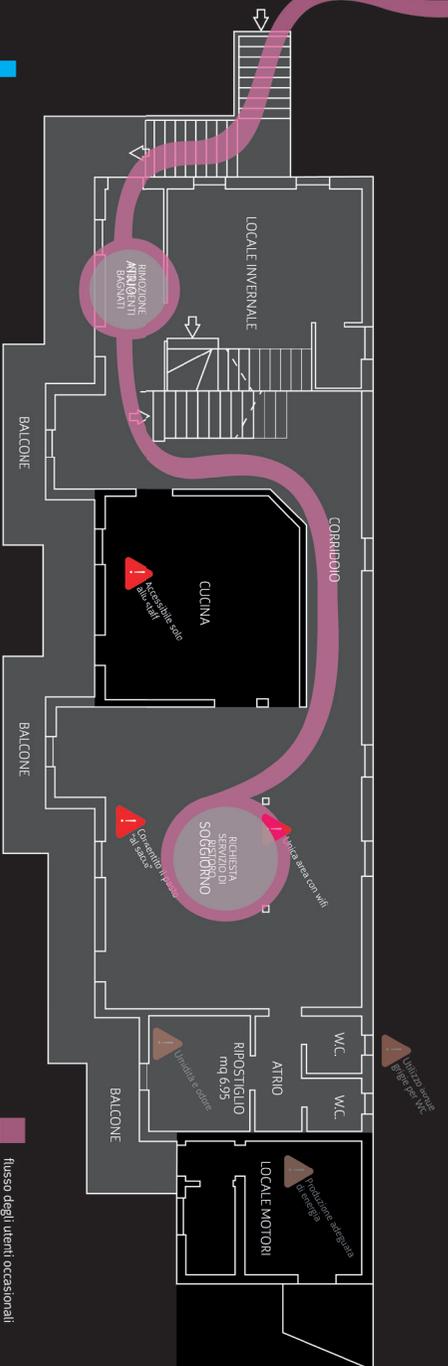
Ritugio come meta  
Afflusso: 11-16  
Afflusso max per pranzo  
o merenda.



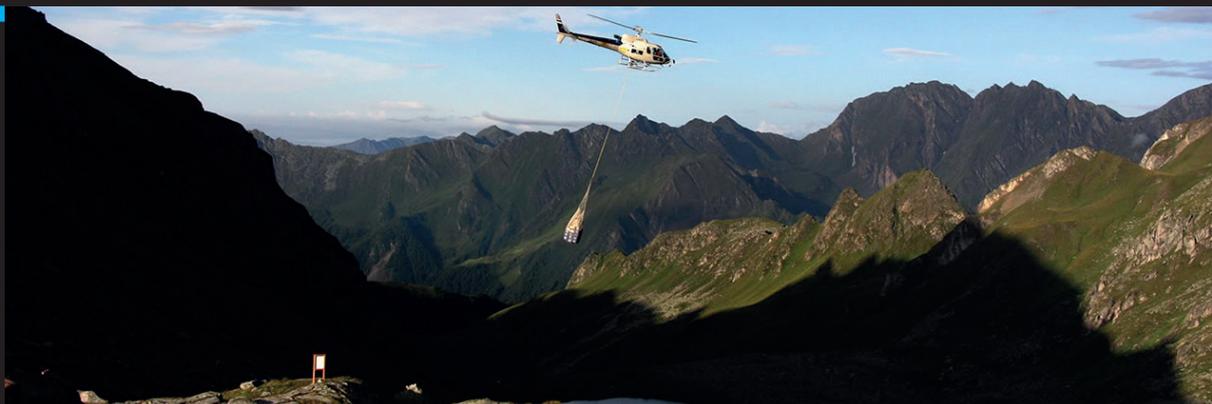
TURISTA



Recupero inform



flusso degli utenti occasionali  
area accessibile agli utenti



Trasporto di rifornimenti con elicottero

### Rifornimenti

L'ottimizzazione delle risorse è il concetto chiave della gestione dei rifugi alpini, la risorsa spazio non è certo messa in secondo piano.

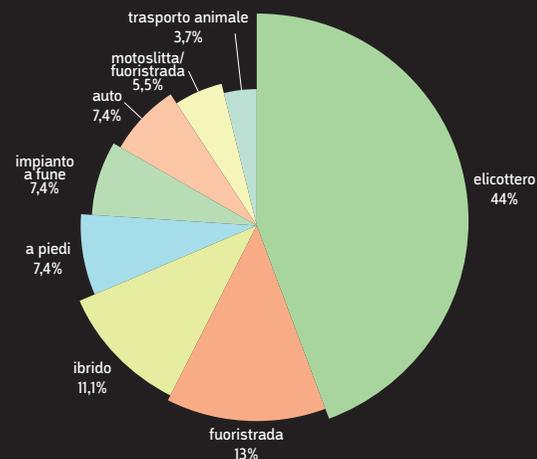
I rifugi alpini sono caratterizzati da spazi essenziali e minimi sia per quanto concerne lo spazio destinato ad uso dei clienti, sia per quanto riguarda quello destinato all'organizzazione per il buon funzionamento della struttura.

Tutte le strutture custodite hanno un locale destinato al mantenimento e conservazione delle scorte alimentari a temperatura non controllata, oltre ai frighi collocati nelle cucine.

Il trasporto delle merci, comprese le sostanze di scarto allontanate dalle strutture custodite comporta notevoli costi da parte dei gestori e soprattutto un'ingente movimentazione di mezzi di trasporto che contribuiscono a causare non pochi danni all'ambiente.

Per i rifornimenti in quota il trasporto di merci avviene in maggioranza con elicottero (45%), in alternativa con fuoristrada e in alcuni casi

in motoslitta nel periodo invernale (13%), trasportato a piedi dal luogo di scarico più vicino o comodamente in auto, con impianto a fune e in rarissimi casi con trasporto animale.



Dati percentuali sulla tipologia di trasporto utilizzata per i rifornimenti in rifugio alpino

Più della metà delle dispense e magazzini per uso alimentare risulta avere a disposizione una superficie a disposizione maggiore o uguale a 10 metri quadrati, quasi tutte le strutture sono dotate di magazzino riservato a scorte non alimentari e di questa porzione meno della metà è di dimensione maggiore o uguale a 10 metri quadrati. Oltre a questo ambiente la maggior parte delle cucine è attrezzata, e soprattutto negli ultimi anni si sta attrezzando per poter rispondere positivamente alle nuove normative igienico-sanitarie, di appositi frigoriferi e congelatori per poter mantenere al meglio i beni alimentari che sempre più spesso vengono richiesti freschi e non confezionati o inscatolati.

Per i motivi descritti sopra, i rifornimenti vengono previsti e programmati non solo per i fattori temporali di copertura delle richieste da parte dei clienti e delle date di scadenza, vengono anche predisposti e migliorati altri dettagli come il tipo di imballaggi, le confezioni e organizzati per tipo di conservazione. Quando possibile i cibi vengono spogliati di più packaging possibile, e in molti casi anche messe grandi quantità dello stesso prodotto in un unico contenitore per risparmiare spazio e inutili rifiuti per ogni piccola confezione.



Trasporto di rifornimenti a spalla







Alpinista in cammino verso la vetta del Monte Rosa

## Valori

**D**a sempre la presenza di un guardiano della montagna e il passaggio di alpinisti che intraprendono imprese di conquista, sono state significative per avere una maggiore conoscenza di un territorio diverso da quello comune. Questi osservatori hanno potuto notare tangibili cambiamenti in molte tematiche: geografiche e geologiche vedendo come anno dopo anno i ghiacciai si stiano ritirando o le stagioni siano più o meno secche; edilizie e tecnologiche per i cambiamenti di materiali e di costituzione degli ambienti e delle attrezzature utilizzate; ma anche sociali e storico-politiche per le classi di visitatori, fino a cambiamenti economici e simbolici con la modalità di interazione degli utenti con il rifugio e il suo gestore.

Gli utenti che popolano le montagne sono **mossi dalla ricerca di avventura e libertà**,

**spinti dalla voglia di conoscere se stessi a livello fisico e soprattutto mentale.**

Chi va in montagna vuole provare un'esperienza diversa, qualcosa che non si può trovare in città, vuole cambiare aria e liberare la mente.

Il rifugio si pone quindi anche come luogo in cui fare amicizia e condividere le uscite con il gruppo. È un luogo in cui bisogna impegnarsi per l'adattamento, l'alta montagna è un posto come un altro, anche se tra i meno adatti all'uomo. E siccome ci si adatta a tutto, è l'adattamento a fare la differenza.

Per i gestori, le guide alpine e gli sportivi in generale, una delle loro missioni quando si ritrovano all'interno della stessa struttura è trasmettere la propria passione.

Come ricorda Andrea Pittavino del rifugio Pagarè il primo anno avevano sbagliato completamente la pianificazione dei trasporti in elicottero, gli è toccato salire una volta a

*« In rifugio non esistono differenze sociali »  
Daniele Pieiller*

settimana con 35 chili sulla schiena. “Quattro ore di marcia, 1200 metri di dislivello. Mossi dalla passione”.

## Sicurezza

**L**a sicurezza in ambiente alpino è una delle situazioni più difficili da garantire. Come visto nel capitolo dedicato al CNSAS, un corpo specializzato lavora costantemente per cercare di mantenere sicuri e controllati i luoghi impervi e nei casi di emergenza agisce per portare soccorso ad essi. Ad aiutarli nel mantenimento dei comportamenti e codici di sicurezza sono i gestori dei rifugi in primo luogo e i sottoscritti al CAI in generale. Queste persone sono formate per operare in primo soccorso e mettersi in contatto con il soccorso tecnico sanitario.

Nel Regolamento Generale CAI 2011 vengono specificare le condizioni da mantenere all'interno della struttura, l'Art.9 recita “Le Sezioni devono dotare i loro rifugi di una cassetta di “Pronto soccorso e medicazione” costantemente aggiornata, nonché di una barella di soccorso e, in caso di apertura invernale, di pale e sonde da valanga. Ciò indipendentemente dalle specifiche attrezzature in dotazione del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico eventualmente affidate in custodia e per le quali, comunque, dovrà essere riservato adeguato spazio.

I rifugi devono disporre, nelle immediate vicinanze, di una piazzola - convenientemente sistemata ed opportunamente segnalata - idonea all'atterraggio di elicotteri in azione di soccorso.

Per i rifugi dotati di apparecchio telefonico di emergenza, durante il periodo di chiusura,

*« La progettazione deve partire dalla funzione e deve mirare a raggiungere una sorta di simbiosi con l'ambiente alpino »  
Helmut Ohnmacht*

il Gestore/Custode dovrà assicurare un costante controllo”.

## Comunicazione

**L**e iniziative di propaganda a favore dei rifugi debbono essere improntate a carattere di massima serietà e di spirito alpinistico.

Uno degli argomenti molto sottovalutati all'interno di questo tipo di strutture è la comunicazione. Vari problemi possono nascere legati ad una scorretta comunicazione, come accaduto per un periodo nel Monte Rosa Hütte utilizzava il recupero dell'acqua grigia della cucina per gli sciacquoni dei bagni, l'acqua aveva un colore effettivamente grigio e veniva percepita dagli utenti come sporca: il risultato è stato un consumo superiore (i visitatori tiravano più volte l'acqua) dato da una mancata comunicazione del suo utilizzo e recupero.

## Progettare per la montagna

**I**n questo capitolo vediamo alcuni approcci progettuali messi in atto nell'arco alpino per rivalutare o implementare un tipo di servizio e per condividere una serie di valori e conoscenze.

Partendo con un progetto d'esempio vediamo cosa si punta a migliorare e a portare in

questi topo d'ambiente negli ultimi anni.

Il progetto Vetta<sup>27</sup> (Valorizzazione delle Esperienze e dei prodotti Turistico Transfrontalieri delle medie ed Alte quote) attivo tra Regione Piemonte e Canton Ticino dal 2007 al 2013 ed allungato fino al 2015 vuole portare innovazione tecnologica all'interno di rifugi alpini per migliorare lo standard di accoglienza dei rifugi e l'esperienza dell'escursionista insieme al controllo ambientale.

Partendo dall'installazione di un sistema di connessione a internet satellitare e di una serie di infopoint aperti agli escursionisti, con un servizio di telerilevamento delle condizioni ambientali dell'interno della struttura per il controllo delle attrezzature ed esterno del rifugio per previsioni e allerte meteo; sono stati installati anche una serie di ecocontatori dei flussi di escursionisti. Da questo servizio i dati vengono elaborati per garantire maggiore sicurezza e migliori servizi agli utenti.

Uniti a questo sono stati migliorati i servizi d'informazione riguardanti i sentieri e i punti d'appoggio disponibili lungo i percorsi insieme a vari servizi ed attività volte all'informazione e all'educazione sul corretto approccio alla montagna in totale sicurezza.

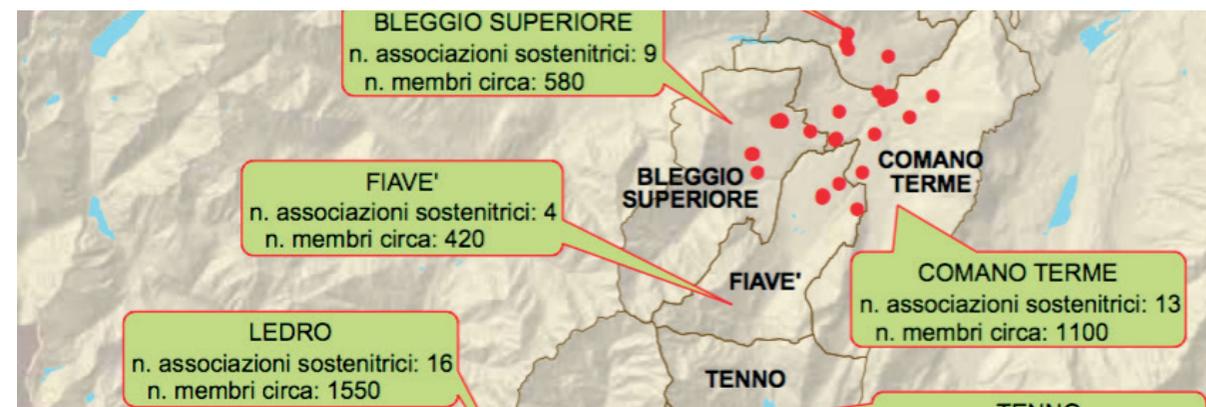
Vediamo che la tendenza è quella di rivalutare il patrimonio insediativo e infrastrutturale già esistente per ritrovare il suo scopo ad esempio mettendolo al servizio delle comunità locali per il suo riutilizzo come servizi di supporto alle attività economiche e produttive che potrebbero essere riportate

nel contesto montano (imprese innovative ricerca, produzioni artigianali, spin off, ecc.) oppure nella trasformazione delle infrastrutture, ad esempio le ferrovie, in modo da renderle sostenibili nella mobilità e nel valore per il turista.

Come abbiamo visto, uno dei fattori fondamentali nella progettazione nell'area alpina è l'importanza dell'unione transfrontaliera e della transcalarità delle pratiche: le pratiche attuali si attuano sempre più andando a collegare più territori e più livelli insieme, come quello politico, economico e culturale insieme. Come può essere d'esempio la Fondazione Dolomiti UNESCO, essa ha il compito di promuovere collaborazione e scambio di informazioni tra gli Enti territoriali. Coordinando anche il sistema delle politiche di gestione e ponendo obiettivi strategici per lo sviluppo sostenibile dell'intero territorio, anche se molto diverso in ogni luogo per la sua storia.

In questo modo, la Fondazione ha definito le strategie di sviluppo del turismo sulle Dolomiti attraverso processi di inclusione e governance territoriale di livello locale e regionale che dialogano direttamente con il livello globale.

L'innovazione territoriale si lega a più elementi: la condizione di "remoteness" che, come sostiene la FAO, indica come i montanari, a fonte dei gap strutturali del territorio e delle difficoltà imposte dal quadro ambientale entro cui vivono, si sono maggiormente adattati nel tempo a trovare soluzioni innovative per la risoluzione dei



Adesioni alla candidatura per il MAB UNESCO delle Alpi Ledrensi e Judicarie

problemi del territorio ("problem solvers")<sup>28</sup>.  
*"Progettare per la montagna insegna in primo luogo a confrontarsi col tema del limite. Limite prima di tutto geografico, altitudinale, ambientale: uno spazio estremo, dove temperature e precipitazioni, vento ed esposizioni giocano un ruolo cruciale, determinando cantieri talvolta proibitivi e quasi eroici. Ma anche come "confini" imposti dalla montagna all'agire umano e alla tecnica, all'impiego di risorse e alla trasformazione dei siti.*

*Un ulteriore insegnamento è quello della responsabilità. In primo luogo individuale. Messo di fronte alle forze della natura, a uno spazio-limite, l'uomo - e il progettista - deve imparare in primo luogo a essere responsabile per se stesso e per gli altri. Solo uomini individualmente responsabili possono infatti dare vita a una comunità di esseri umani realmente libera."* [Antonio De Rossi, ArchAlp, 3, 2012]

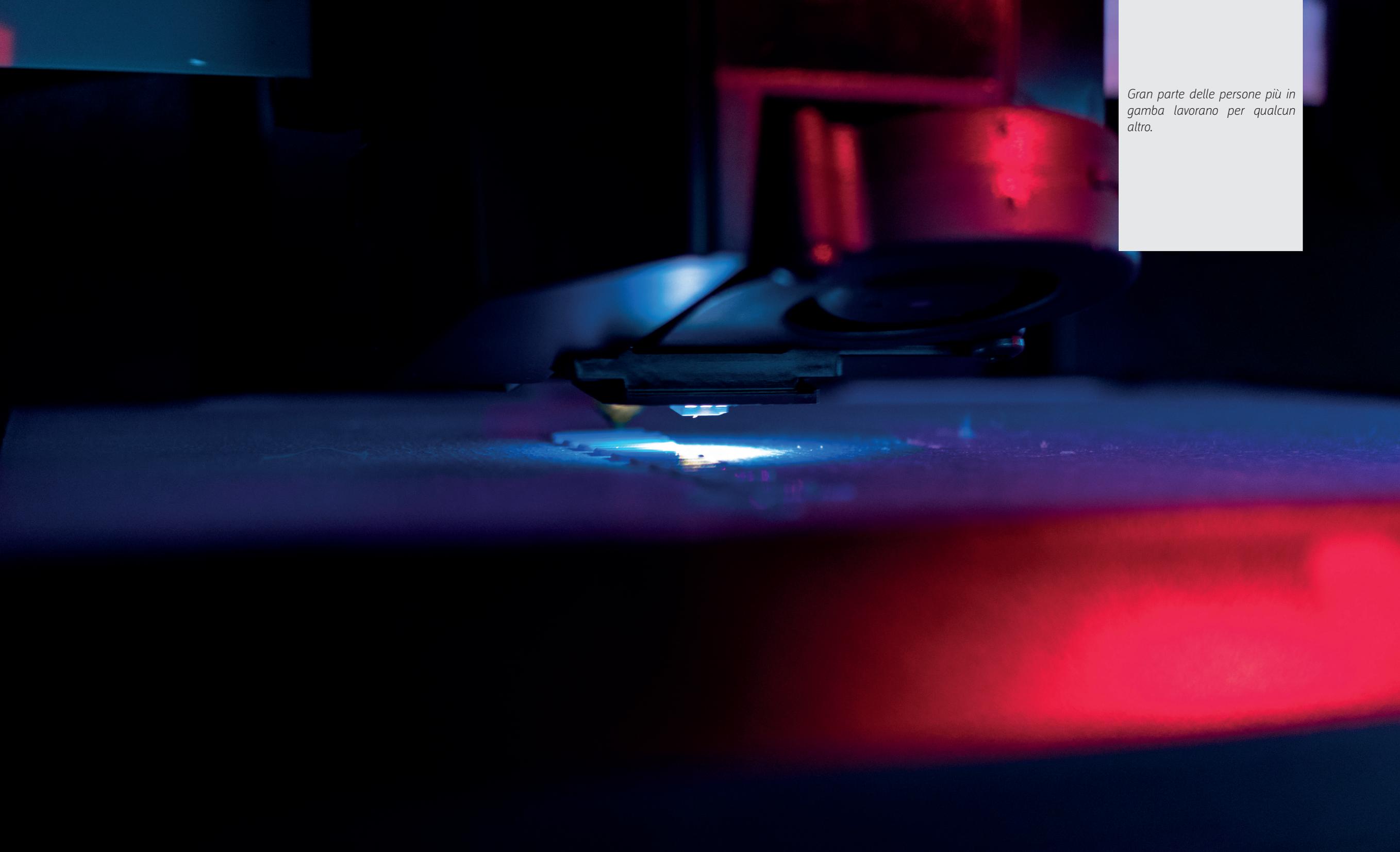
La montagna, più che ogni altro ambiente terrestre, insegna come ogni atto di modifiche

dia origine a ricadute e trasformazioni anche alle scale superiori e inferiori a quelle dell'intervento. In montagna ogni cosa è strettamente legata alle altre. E il progetto, quindi, deve assumersi responsabilità che superano quelle del semplice ambito d'intervento.

Le Alpi rappresentano il campo ideale per realizzare una nuova cultura d'azione che trova il suo scopo in una ridefinizione concettuale dello sviluppo locale. Un laboratorio dove studiare e praticare o riscoprire concretamente nuovi temi di ricerca e di lavoro: l'innovazione tecnologica applicata alla pianificazione del territorio, l'edilizia sostenibile di nuova generazione, lo sviluppo della filiera del legno, l'ingegneria naturalistica, la gestione idrogeologica dei luoghi, la costruzione di infrastrutture a impatto zero. Inutile dire che tutto questo potrebbe avere, nell'incontro tra sostegno pubblico e risorse private, delle ricadute notevoli sull'economia e le popolazioni delle Alpi.

27. <http://www.regione.piemonte.it/retescursionistica/cms/index.php/servizi-e-tecnologia>

28. *Why Invest in Sustainable Mountain Development?* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 2011



*Gran parte delle persone più in gamba lavorano per qualcun altro.*

# 3



---

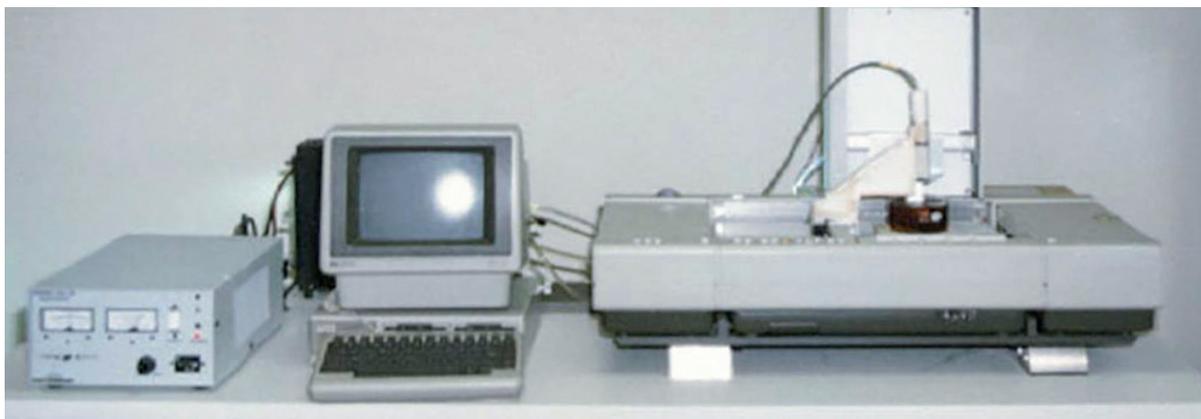
## Additive Manufacturing

Quando si parla di *Additive Manufacturing* si considera la creazione di un oggetto fisico utilizzando la tecnica di produzione additiva di materiale attraverso una apposita macchina partendo da un file digitale. Il file digitale deve contenere i dati geometrici per la creazione del modello tridimensionale e le impostazioni per la metodologia di stampa che consentiranno, una volta esportati nella stampante 3D, di creare il prodotto strato per strato. Altri nomi con cui viene chiamato l' *Additive Manufacturing* sono *3D Printing*, *Rapid Prototyping* e *Direct Digital Manufacturing*.

---

# 3.1 La stampa 3D

## descrizione e storia



Prima stampante 3D inventata, 1984

Vista dal The Economist nel 2011 e da Chris Anderson nel libro Makers del 2012 come precursore della terza rivoluzione industriale, le prime fonti di stampa 3D sono attribuiti al Dr. Kodama per lo sviluppo di una tecnica di prototipazione rapida nel 1980. Fu il primo a descrivere un approccio strato per strato per la produzione, creando un antenato della Stereolitografia (SLA), una resina fotosensibile polimerizzata da una luce UV. Il Dr. Kodama non ha però depositato il brevetto in tempo per la scadenza. Fu il primo a descrivere un approccio strato per strato per la produzione, creando un antenato della Stereolitografia (SLA), una resina fotosensibile polimerizzata da una luce UV. Il Dr. Kodama non ha però depositato il brevetto in tempo per scadenza<sup>29</sup>. Prima di lui Joseph Blather propose un metodo di produzione di mappe topografiche per strati nel 1892, fino al 1972 non ci furono grandi progressi finché

Takeo Mastubara di Mitsubishi Motors propose di indurire i materiali polimerici con l'uso di fasci luminosi e già dal 1860 François Willème rese possibile catturare un oggetto in 3 dimensioni usando le telecamere che circondano il soggetto con il metodo "fotoscultura"<sup>30</sup>.

**La stampa 3D nasce quindi ufficialmente nel 1984** quando vengono eseguiti adattamenti e avanzamenti dal classico concept di stampare a getto d'inchiostro andando a stampare materiale strato per strato, il processo viene diffuso nel 1986 con la pubblicazione del **brevetto di Charles W. Hull** sugli apparati di produzione per stereolitografia di oggetti tridimensionali<sup>31</sup>.

Nel 1991 Stratasy produce la prima stampante **FDM (Fused Deposition Modeling)**, tecnologia che estrude plastica fusa su un letto di stampa.

Nel 1992 nasce la stampa **SLA (Laser-**

29. [www.sculpteo.com/blog/2016/12/14/the-history-of-3d-printing-3d-printing-technologies-from-the-80s-to-today/](http://www.sculpteo.com/blog/2016/12/14/the-history-of-3d-printing-3d-printing-technologies-from-the-80s-to-today/)

30. <http://www.avplastics.co.uk/3d-printing-history>

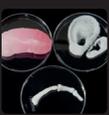
31. Testo completo e informazioni sul brevetto: <https://www.google.com/patents/US4575330>

« Si prospetta un aumento del 27% annuale fino al 2023, passando da una produzione di massa a una customizzazione di massa e verso un accorciamento della filiera produttiva »

based Stereolithographic Apparatus) con il primo macchinario prodotto da 3D System. Il processo coinvolge la fotopolimerizzazione tramite laser UV di fotopolimeri liquidi e viscosi strato dopo strato. Anche se ancora imperfetto, questo processo dimostra che anche parti altamente complesse possono essere prodotte durante la notte. Dal 1999 nuovi avanzamenti dell'utilizzo della stampa 3D si vedono concentrati sull' **ingegnerizzazione di parti organiche** per la medicina. Tecnologia sviluppata al Wake Forest Institute for Regenerative Medicine ha aperto le porte a strategie di ingegnerizzazione di organi, inclusa la loro stampa. Questo ambito permette di stampare un'impalcatura di organo ricoperta dalle cellule di un paziente, che coltivata in laboratorio viene poi impiantata nel paziente. L'anno seguente viene stampato la prima miniatura di un rene, in grado di filtrare sangue e produrre urine in un animale. Questo passaggio consente di "stampare" organi e tessuti con la 3DP. Nel 2005 all'Università di Bath, il dr. Adrian Bowyer fonda **RepRap**, un'iniziativa *open source* che vuole costruire una stampante 3D in grado di stampare la maggior parte dei

- 

**1984**  
**NASCITA DELLA STAMPA 3D**  
Charles Hull inventa la stereolitografia, un processo di stampa che permette di creare un oggetto tridimensionale tangibile partendo da dati digitali.
- 

**1992**  
**COSTRUZIONI STRATO PER STRATO**  
Nasce la stampa SLA. Il processo coinvolge la fotopolimerizzazione tramite laser UV di fotopolimeri liquidi e viscosi strato dopo strato.
- 

**1999**  
**AVANZAMENTI IN MEDICINA**  
Ingegnerizzazione di parti organiche per il campo medico. L'anno seguente viene stampato la prima miniatura di un rene, in grado di filtrare sangue e produrre urine in un animale.
- 

**2005**  
**COLLABORAZIONI OPEN SOURCE**  
Viene fondata RepRap, iniziativa open source per costruire una stampante 3D che può stampare la maggior parte dei suoi stessi componenti democratizzando la produzione.
- 

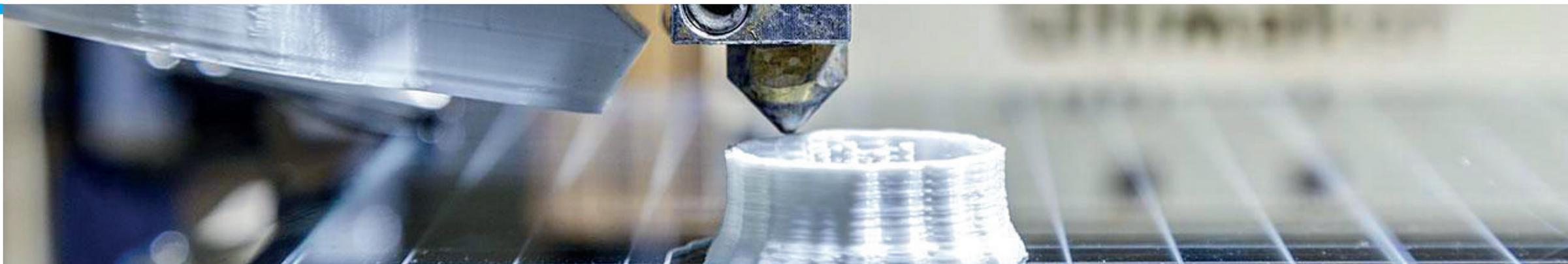
**2006**  
**LA SLS PORTA ALLA CUSTOMIZZAZIONE DI MASSA**  
La tecnologia SLS diventa praticabile. Fondamentale per aprire alla customizzazione on-demand. Nello stesso anno viene creata una macchina in grado di stampare più materiali, tra cui polimeri e elastomeri.
- 

**2008**  
**SERVIZI DI CO-CREAZIONE DIY**  
Shapeways lancia un progetto di co-creazione di servizi e comunità permettendo agli utenti di produrre i propri progetti 3D in oggetti fisici economicamente.
- 

**2009**  
**PRIMO KIT DIY DI STAMPANTE 3D SUL MERCATO**  
Nel 2009 il brevetto sulla stereolitografia scade, diventa possibile abbassare i prezzi e rendere economicamente accessibili queste tecnologie.
- 

**2010**  
**AVANZAMENTI IN VARI SETTORI**  
Da questo momento in poi questa tecnologia viene implementata ed applicata in vari ambiti, come l'aeronautica e l'automotive, oltre che stampare in nuovi materiali e migliorare significativamente nelle applicazioni medicali e di materia biologica o smart.
- 

**2012**  
**STAMPA 4D**  
Nel 2009 il brevetto sulla stereolitografia scade, diventa possibile abbassare i prezzi e rendere economicamente accessibili queste tecnologie.



Stampa FDM

suoi stessi componenti, verrà poi prodotta e commercializzata dal 2007.

Sempre nel 2005 avviene il lancio della rivista **Make** pubblicata da O'Reilly, punto di partenza della comunità maker.

Il 2006 è stato anche l'anno in cui la tecnologia SLS (*Selective Laser Sintering*)

diventa praticabile. Questo tipo di macchina usa un laser per fondere materiali in prodotti 3D. Passaggio fondamentale per aprire alla customizzazione on-demand di parti industriali e in seguito protesi.

Nello stesso anno Objet crea **una macchina in grado di stampare più materiali**, tra cui polimeri e elastomeri. Questo permette a singole parti di essere prodotte con densità e proprietà variabili.

Nel **2008** vengono lanciati servizi e comunità di co-creazione, che permettono ad architetti, designer o artisti di stampare i loro progetti 3D a basso costo, primo tra tutti **Shapeways**.

*« che la stampa 3D è una della più veloci aree in crescita nel settore della manifattura dei giorni nostri »*

Nello stesso anno viene stampata da Bespoke Innovations nell'ambito medicale, azienda già attiva da quasi 10 anni, la prima protesi di gamba realizzata in una singola struttura complessa senza bisogno di assemblaggio.

Dal **2009 il brevetto sulla stereolitografia è scaduto**, da questo momento è stato possibile abbassare i prezzi e rendere economicamente accessibili queste tecnologie, entra quindi in commercio la MakerBot Industries con le sue stampanti open source e inizia a vendere kit *do-it-yourself* (DIY).

Dal **2010** in poi **questa tecnologia viene implementata ed applicata in vari ambiti**, come l'aeronautica o l'automotive, oltre che stampare in nuovi materiali e metalli preziosi e migliorare significativamente nelle applicazioni mediche.

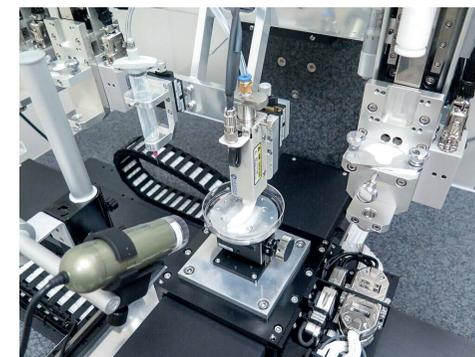
Nel novembre **2014**, il Jet Propulsion

Laboratory della NASA ha installato **parti stampate in 3D su uno dei suoi satelliti destinati allo spazio esterno**<sup>32</sup>.

Per meglio capire lo sviluppo delle varie tecnologie nella storia della stampa 3D possiamo anche estrarre alcuni passaggi: la prima fase ha consentito il controllo sulla **forma** del prodotto stampato, la seconda parte sta avvenendo in questi anni ed è sul controllo della sua **composizione** come unione di più materiali e caratteristiche meccaniche. Il terzo passaggio in un breve futuro sarà l'emergenza della **materia programmabile**, sono già stati fatti i primi tentativi di materiale conduttivo capace di condurre segnali elettrici da sensori di tocco, la ricerca tenderà a stampare parti elettroniche, sensori, batterie o processori e materiali smart capaci di attivarsi per determinate funzionalità.

Da un recente report di analisti d'industria,

MarketsandMarkets conferma che la stampa 3D è una delle più veloci aree in crescita nel settore della manifattura dei giorni nostri. Si prospetta un aumento del 27% annuale fino al 2023, passando da una produzione di massa a una customizzazione di massa e verso un accorciamento della filiera produttiva<sup>33</sup>.



Stampa di materiale biologico

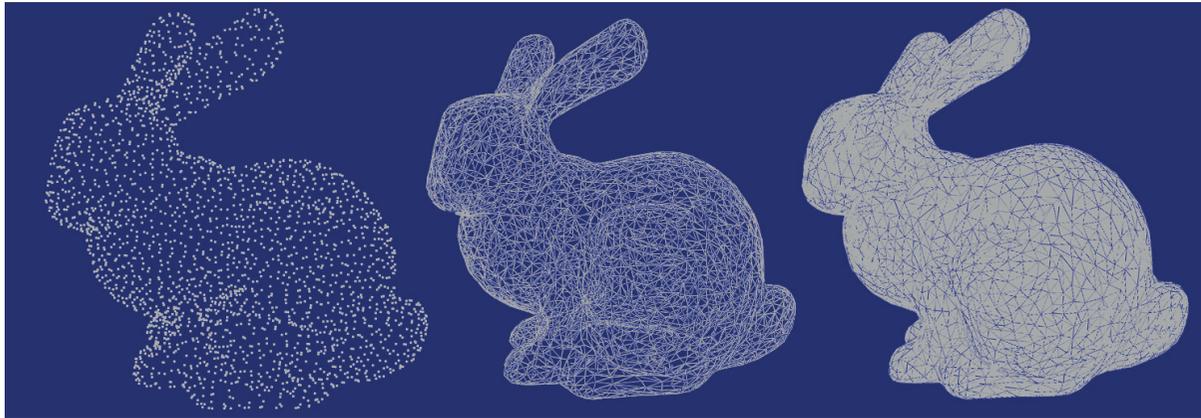
32. H. Lipson. *3D Printing, Now and Beyond. Disruptive Principles And Development Episodes*. Stratasys

33. *3D Printing Market by Offering, Global Forecast to 2023*. Markets and Markets 2017

## 3.2 Preparazione di una stampa

### passaggi chiave

94



Modello di un coniglio in nuvola di punti, superfici triangolari e solido volumetrico

Per la stampa di un manufatto tridimensionale è necessaria la realizzazione del modello 3D in formato STL (Stereolithography) e per la stampa diretta del salvataggio delle impostazioni di stampa in linguaggio G-code. Il primo passaggio è la sua creazione all'interno di un software CAD (Computer-Aided Design) del modello 3D. I software per la rappresentazione digitale del modello tridimensionale si dividono per la gestione delle geometrie in 3 tipologie:

- *wireframe* / modello in fil di ferro, ovvero vengono rappresentati solamente i bordi dell'oggetto, questo può essere il risultato del processo di RE o comunemente usato nei software di computer grafica. Non contiene informazioni su superfici e manca di solidità.
- *surface* / superficie, crea complesse superfici per solidi, ha punti di controllo ed è calcolato matematicamente. Non ha dati sulle proprietà interne. Esempi di software che modellano per superfici sono Blender o

Rinoceros.

- *solid* / solido, contiene descrizioni e proprietà volumetriche e può essere di vario tipo, tra cui per Boundary Representation (B-Rep, oggetto rappresentato per mezzo delle facce delimitate che lo racchiudono) o Constructive Solid Geometry (CSG, oggetto rappresentato da un ordinato albero di operazioni booleane, come unioni regolarizzare, intersezioni o differenze di semplici solidi primitivi). Contiene le informazioni di massa, volume, superfici e proprietà del solido. Un software che lavora con questa tipologia di calcolo è Solid Works<sup>34</sup>.

Il file CAD deve essere convertito da file numerico a poligonale in formato STL (sono compatibili anche i formati VRML - Virtual Reality Modeling Language e AMF - Additive Manufacturing File Format che includono i dati dei colori dell'oggetto e OBJ - Object file che codifica i dati di colori e texture per la stampa), da qui va esportato e controllato.

34. Kamrani, A. K. Nasr, E. Aboue. *Engineering Design and Rapid Prototyping*. 2010

Viene quindi importato in un software di slicing (che nel caso di stampanti FDM può essere Cura di Ultimaker) che calcolerà i singoli passaggi che la stampante dovrà eseguire, questo vuol dire sezionare il modello strato per strato prevedendo come verrà realmente creato secondo le impostazioni selezionate in base al materiale utilizzato e alla tipologia di stampante su cui si opera ed esporterà il Gcode che verrà letto dalla stampante. In questo momento si deve anche pensare all'eventuale aggiunta automatica da parte del software di supporti per la produzione del pezzo da stampare, se non già progettati manualmente durante la modellazione. C'è infatti la necessità di creare dei supporti per la stampa per sostenere strutture con archi e altre strutture vuote al loro interno, questi supporti saranno prodotti con lo stesso materiale o per alcuni casi in cui la stampante dispone di due estrusori possono essere estrusi con materiale differente più facile da rimuovere in maniera meccanica o chimica all'interno di un di un liquido. Una volta prodotto il modello, si devono rimuovere i supporti presenti (a mano o in bagni chimici appositi) e in base alla tecnologia utilizzata applicare dei passaggi di post-processo al modello per finiture o trattamenti superficiali.

Questa tecnologia sta evolvendo velocemente seguendo la "legge di Moore"<sup>35</sup>, e riscontra ottimi risultati per i suoi utilizzi specialmente per le sue caratteristiche:

- Possibilità di produrre piccoli lotti di produzione economicamente.
- Possibilità di modificare rapidamente il

35. Previsione statistica secondo cui «La complessità di un microcircuito, misurata ad esempio tramite il numero di transistori per chip, raddoppia ogni 18 mesi (e quadruplica quindi ogni 3 anni)» Gordon Moore, 1965

36. S.H. Khajavi, et al., *Additive manufacturing in the spare parts supply chain*, Comput. Industry, 2013

95.

«La capacità di produrre oggetti di diverse forme e dimensioni sullo stesso sistema sposta la produzione da un paradigma di "economia di scala" a quello di una "economia di scopo"»  
Hod Lipson, Stratasys

design.

- Ottimizzazione del prodotto per la funzione.
- Non c'è bisogno di strumenti (non esistono economie di scala, che rendono possibili personalizzazioni e revisioni di progettazione).
- Produzione di prodotti personalizzati più economici (lotto di uno) oltre alla capacità di produrre geometrie complesse.
- Potenziale di supply chain più semplici con tempi di consegna più brevi e scorte inferiori<sup>36</sup>.
- Produzione di forme irrealizzabili con le tecniche tradizionali.
- Maggiore efficienza nell'uso dei materiali.
- Riduzione del numero di pezzi e eliminazione delle fasi di assemblaggio.
- Non è richiesta un'esperienza specializzata per l'utilizzo delle macchine.
- Libertà di design: il processo di progettazione può focalizzarsi sulla funzione avendo meno vincoli sulla fattibilità.

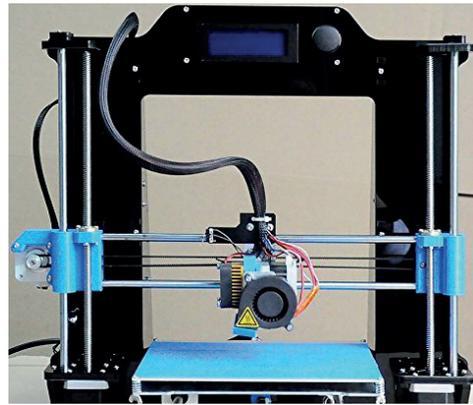
## 3.3 Tipologie di stampanti

### tecnologie di manifattura additiva

96

Esistono varie tipologie di stampanti 3D, si possono dividere tra quelle che estrudono un materiale o che lo induriscono. Possiamo trovare tecnologie che per depositare e polimerizzare il materiale fanno muovere base di stampa e/o estrusore sui 3 assi cartesiani X, Y e Z oppure lavorano per Delta andando a controllare numericamente il movimento di 3 bracci che muovono l'estrusore. Si trovano negli ultimi anni anche stampanti a 5 assi, soprattutto per stampe di metalli, dotate di fresa per ultimare anche le finiture in fase di stampa.

L'aggiunta di supporti nel modello tridimensionale non è uguale per tutte le tipologie di stampa, per alcune può essere il materiale non polimerizzato a sorreggere la struttura, in alcuni casi si può utilizzare un materiale differente che viene eliminato in post-produzione o in altri casi si deve prevedere un modo per trattare i supporti meno facili da rimuovere.



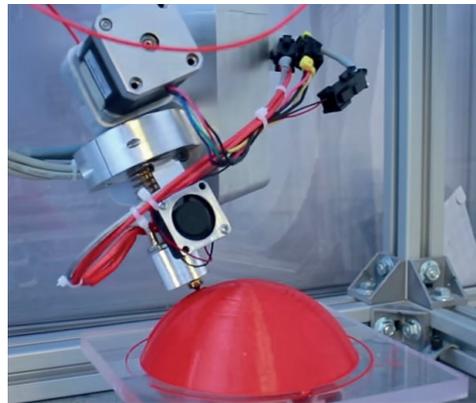
Stampante FDM

#### FDM Fused Deposition Modeling

Partendo dalle più comuni ed economiche troviamo le stampanti **FDM** (*Fused Deposition Modeling* / Modellazione per deposizione fusa) che creano il prodotto con la tecnica della **modellazione a deposizione fusa di materie a base polimerica**, attraverso un ugello estrusore riscaldato viene fuso il filamento di materiale che indurisce immediatamente depositato sul letto di stampa per formare gli strati del modello. Risoluzione layer da 100 a 200 micron.

Si trovano sul mercato molti esemplari, dalle più comuni *Makerbot 3* per 2.999€, *Ultimaker Replicator+* o *2x* ad un prezzo di 2.499 \$ (2.075€); oppure kit per costruirsi da soli la propria stampante partendo da un prezzo di 210 € per *Prusa I3 Pro DIY kit* o 799€ per *Kentstrapper Galileo Smart*.

Le bobine di filamento hanno un costo che parte da 20 € per 1 kg.



Stampante FDM a 5 assi



Stampante SLA FormLab

#### SLA StereoLithographic Apparatus

La tecnologia **SLA** (*laser-based StereoLithographic Apparatus* / Apparato StereoLitografico) produce parti *layer-by-layer* usando la **fotopolimerizzazione di resine**, processo in cui un fascio laser fa sì che catene di molecole vengono unite formando polimeri portando la materia da liquida a solida. Funziona in maniera simile il **DLP** (*Digital Light Processing*) che differisce nell'uso di una luce proiettata al posto del laser. Contrariamente al metodo di produzione FDM che deposita il materiale sul piatto di stampa, è il piatto di stampa che si abbassa al livello del materiale liquido nella vasca che lo contiene, e lì viene sinterizzata la resina a contatto del piatto di stampa che andrà ad alzarsi strato dopo strato. Risoluzioni da 25 a 100 micron.

Esempio di questa tipologia è *Formlab Form 2* - 3.992€, le sue Resine sono acquistabili da 160 €/litro.

97

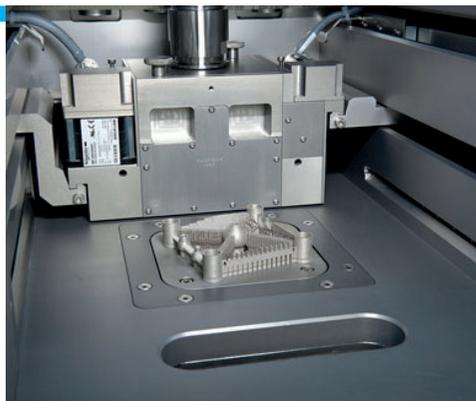


Rimozione e pulizia di un prodotto stampato con SLS di polveri

#### SLS Selective Laser Sintering

Un'altra tipologia è la **SLS** (*Selective Laser Sintering* / Sinterizzazione Laser Selettiva), la quale **sinterizza polveri polimeriche, metalliche** (DMLS - *Direct Metal Laser Sintering* / Sinterizzazione laser diretta di metallo) o **silicee strato dopo strato** fino alla creazione del modello finale in un letto granulare. Il letto di stampa viene coperto da un sottile strato di polvere, irradiato da un laser, ricoperto da un altro strato di polvere e ripetuto il processo fino alla fine della produzione. Questo processo non richiede l'uso di supporti in quanto la polvere sorregge la struttura, una volta finita la stampa tutta la polvere non trattata può essere aspirata ed utilizzata per la stampa successiva.

Una volta estratto il prodotto dalla stampante necessita un'operazione di post-produzione del materiale.



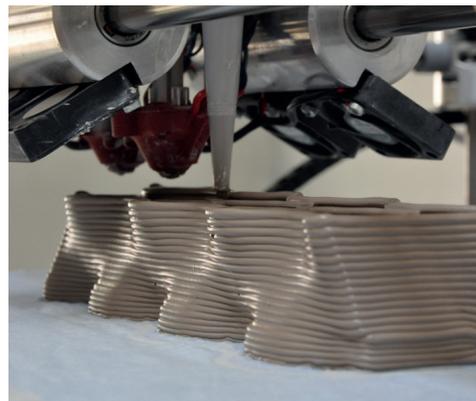
Interno del letto di stampa di un macchinario SLM

### SLM Selective Laser Melting

Il tipo di stampa per **SLM** (*Selective Laser Melting* / fusione laser selettiva) non utilizza la sinterizzazione per i granuli di polvere come nella DMLS, ma **fonderà completamente la polvere utilizzando un laser ad alta energia** per creare materiali completamente densi con proprietà meccaniche simili a quelle dei metalli prodotti convenzionalmente.

La stampa di metalli per **EBM** (*Electron Beam Melting* / Fusione con fascio elettronico) funziona in maniera simile al SLM per stampe in leghe di titanio.

Le stampanti in grado di produrre manufatti in metallo sono attualmente tra le più costose sul mercato, le aziende leader *EOS* o *Stratasys*, le vengono ad una fascia di prezzo compresa tra 10.000 € e 500.000 €, si può arrivare fino a circa 1.200.000 € per stampanti come *Lasertec 65 3D DMG Mori*, che può stampare leghe di più metalli ed ha una fresa a 5 assi.

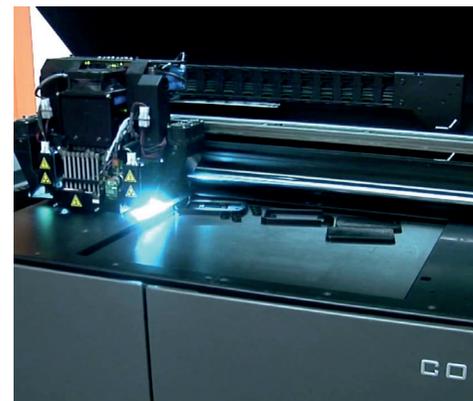


Stampa di ceramica con LDM di WASP

### LDM Liquid Deposition Modeling

Stampa di ceramica, **LDM** (*Liquid Deposition Modeling* / modellazione per deposizione liquida) **estrude vari materiali crudi e non riscaldati** (argilla e cemento) strato per strato pressando la materia attraverso l'estrusore. Se il prodotto sarà in argilla sarà da cuocere in seguito alla stampa per indurire, mentre per altri materiali come il cemento basterà del tempo per asciugare ed acquisire la sua forma finale.

Un "Kit estrusore Argilla 2.0 LDM" di WASP può essere acquistato per 650 € ed installato su macchinari di stampa appositi o adattati. Alternativamente esistono stampanti dedicate e progetti speciali come BigDelta WASP dalla grandezza di 12 m in altezza stampa un mix di terra e paglia o materiali cementizi con vetro soffiato o argilla espansa per costruire edifici.



Stampante PolyJet con Stratasys Connex500

### PolyJet

È anche possibile avere risultati in **multimateriali**, per il momento possibile solo con la tecnologia **PolyJet** (che polimerizza i materiali strato per strato con luce UV), mescolando diverse materie prime per avere una più vasta selezione per proprietà e comportamento del materiale risultante, oltre che per il colore a cui si può attribuire. Grazie all'utilizzo di più materiali è possibile rimuovere facilmente i supporti prodotti una volta conclusa la stampa, immergendo il prodotto in una soluzione liquida.

Questo tipo di stampanti sono attualmente in grado di stampare con dimensioni massime di 1000 x 800 x 500 mm in più materiali per prezzi che superano i 300.000 €.

Ognuna di queste tecnologie viene adottata in base alle necessità del lavoro richiesto e alla disponibilità economica, in quanto ogni tecnologia ha i suoi punti di forza e i suoi limiti che ne influenzano l'utilizzo e le potenzialità.

Come accennato nelle tipologie di stampanti, è possibile al giorno d'oggi dare forma ai manufatti con vari tipi di materiali: plastiche, metalli, resine, prodotti edibili, prodotti biologici, e più in generale tutto quello che può essere ridotto a polvere o unito in maniera omogenea ed estruso.

Le differenti tipologie di stampanti differiscono, oltre che per le capacità di trattare un determinato numero di materiali in un certo modo, nella dimensione massima di stampa e nella qualità di questi trattamenti, ovvero nella precisione di stampa e nella velocità. Il gap di prezzo si spiega quindi piuttosto semplicemente, vedendo i risultati ottenibili da un macchinario "desktop" di bassa gamma in commercio per la prototipazione rapida rispetto ad uno di gamma industriale e professionale per la produzione di piccole serie.

Non per questo però una stampante è meglio di un'altra in assoluto, il tipo di servizio richiesto dal suo utilizzatore sarà la componente che determina l'acquisto di una stampante piuttosto che un'altra. Nel caso di un hobbista non avrebbe senso investire per una stampante PolyJet, esattamente come per una compagnia che produce motori sarebbe la scelta peggiore investire in macchinari, seppure al top di gamma per i materiali che tratta, non adatti alle caratteristiche che deve avere il prodotto finale.

# Focus: comparazione stampanti

prestazioni e prezzi per categoria

.100

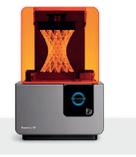
Budget				
FDM			 <b>NEW</b> tecnologia CFF	
modello	BQ Hephestos	Ultimaker 3	Markforged Mark Two	3DPlatform 3DP
prezzo stampante	€ 579,90	€ 2.995	€ 14.500	€ 41.760
prezzo materiale	da € 15 a € 150 al kg			
volume di stampa	da € 15 a € 150 al kg	215x215x200 mm	320-132-154 mm	1.000x1.000x500 mm
velocità di stampa	80mm/s	<24mm <sup>3</sup> /s	-	70-175 mm <sup>3</sup> /s
materiali stampabili	PLA, Filaflex	PLA, ABS, CPE, PVA, TPU, PC, PP, Nylon	Plastica Onyx, fibre di vetro, carbonio, Kevlar	plastiche
definizione sull'asse Z	60-300 micron	20-600 micron	100 micron	70 micron
estrusori	1	2	2	2
temperatura estrusore	-	180-280°C	-	<295°C

Una mappatura per poter comparare le stampanti al giorno d'oggi sul mercato è utile per avere un'idea sulla tecnologia disponibile, per confrontare le caratteristiche e poter scegliere quella adeguata in base alle proprie necessità.

Da un tool di questo tipo si possono estrarre le informazioni di base riguardanti le caratteristiche prestazionali dei macchinari, e in questo modo scegliere consapevolmente la stampante 3D più adatta al proprio utilizzo.

La maggior parte delle caratteristiche e dei prezzi dei macchinari professionali sono stati presi dal sito <https://manufat.com/> insieme ad un controllo sui siti ufficiali delle aziende produttrici.  
Per le stampanti "desktop" il riferimento è il sito ufficiale della casa produttrice.

.101

Budget				
SLA				
modello	Formlabs Form 2	DIGITALWAX 029J+	ProJet MJP 2500	ProJet 5500X
prezzo stampante	€ 3.992	€ 89.000	€ 43.000	€ 218.000
prezzo materiale	da € 160 al l		-	
volume di stampa	145x145x175 mm	150x150x100 mm	295x211x142 mm	533x381x300 mm
velocità di stampa	-	6640 mm/sec	-	-
materiali stampabili	resine	resine	resine	resine
definizione sull'asse Z	25-100 micron	10-100 micron	32 micron	32 micron
stampante	laser UV	laser UV	2 cartucce	4+4 cartucce
temperatura estrusore	-	-	-	-

Budget				
SLM	 <b>NEW</b> tecnologia ADAM			
modello	Markforged MetalX	3D Systems ProX 100	3D Systems ProX 320	LASERTEC 65 3D DMG Mori
prezzo stampante	< € 100.000	€ 194.000	€ 576.000	€ 1.200.000
prezzo materiale	-	-		
volume di stampa	250x220x200 mm	100x100x80 mm	275x275x420 mm	735x650x560 mm
velocità di stampa	-	-	-	-
materiali stampabili	metalli cartucce di polvere	metalli e ceramica	metalli e ceramica	metalli 3 serbatoi
definizione sull'asse Z	0,5 micron	10-50 micron	5-100 micron	0,6 micron
stampante	fascio laser 50W	fascio laser 50W	fascio laser 500W	fascio laser 2.000W
temperatura estrusore	-	-	-	-

## 3.4 I materiali

### usi e proprietà

102



Bobine di materiali polimerici per stampanti FDM

**P**er la stampa 3D viene spesso utilizzato un piano riscaldato su cui estrudere eccitamento questo permette di far aderire il materiale alla superficie la quale spesso viene anche riscaldata per consentire appunto il materiale una corretta aderenza. I principali materiali<sup>37</sup> che si trovano in commercio per essere utilizzati da stampanti FDM sono:

**PLA**, Acido Polilattico - polimero a base di risorse rinnovabili dall'amido di mais (ma anche di grano, barbabietola e tapioca o zucchero di canna), leggermente flessibile, uno dei materiali più utilizzati dagli hobbysti, solitamente per progetti di dimensioni contenute. La temperatura di stampa ideale per il PLA è compresa tra i 180°C e i 220°C, si consiglia di riscaldare il piatto di stampa a 50°C e di ricoprirlo di nastro "blue painter", uno tra i più facili da stampare, meno facile è il trattamento in seguito alla stampa per

rimuovere i supporti. Si può trovare in diversi colori e combinato con percentuali di vari altri materiali come fibre di legno, polvere di metallo o pigmenti fotoluminescenti.

**ABS**, Acrilnitrile Butadiene Stirene - un polimero termoplastico rigido e molto leggero derivato dal petrolio, molto resistente anche ad alte temperature e dal costo molto contenuto. È uno dei materiali più utilizzati in questo campo soprattutto dai makers, grazie alle sue proprietà meccaniche resistenti e alla vasta gamma di colori disponibili. Per la stampa dell'ABS si consiglia una temperatura dell'estrusore compresa tra 220°C e 250°C e di avere il piatto di stampa riscaldato a 50°C - 100°C ricoperto di nastro di Kapton. Di contro l'ABS è un materiale tossico non biodegradabile che rilascia fumi tossici ad alte temperature e ha un odore terribile.

37. <https://3dprinting.com/materials/>

**Nylon**, o poliammide - materiale semitrasparente e flessibile che produce prodotti di grande durabilità e resistenza. A suo vantaggio ha anche una grande resistenza a UV e agenti chimici, però tende ad assorbire molta umidità che tende a rovinarlo. La sua temperatura di estrusione è tra 230°C e 265°C, con piatto riscaldato a 30°C - 65°C (non necessario).

**PP**, PoliPropilene - è una plastica impiegata per vari scopi diversi come tessuti, corde e articoli di cancelleria, è resistente a molteplici prodotti chimici e solventi un ottimo aspetto del polipropilene è che, essendo ampiamente utilizzato, può essere facilmente riciclato per un nuovo filamento. Anche se può essere relativamente costoso, la sua riciclabilità lo rende un po' più conveniente. Questo materiale risulta però difficile da stampare per le sue proprietà fisiche, anche se funzionerebbe a basse temperature, inoltre risente dei raggi UV.

La temperatura di stampa dev'essere impostata tra 220°C e 240°C, il piatto di stampa va riscaldato a 110°C per il primo strato per poi raffreddare e inserire il raffreddamento con la ventola.

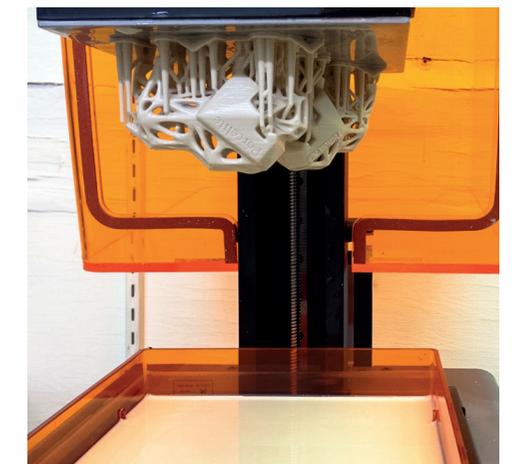
**PC**, PoliCarbonato - termoplastico conosciuto anche come Lexan, comunemente leggero e trasparente. Resiste ad alte temperature ed ha grande flessibilità, ha densità e resistenza alla trazione maggiori di PLA e ABS. Ottimo per produrre oggetti forti ma flessibili. Da tenere sotto controllo la temperatura di stampa e dell'ambiente che non sia troppo freddo, potrebbe rovinare la stampa. La temperatura di estrusione dev'essere compresa tra 270°C e 300°C, non necessario

il riscaldamento del piatto di stampa se coperto da nastro adesivo apposto, in alternativa va riscaldato a 50°C - 60°C.

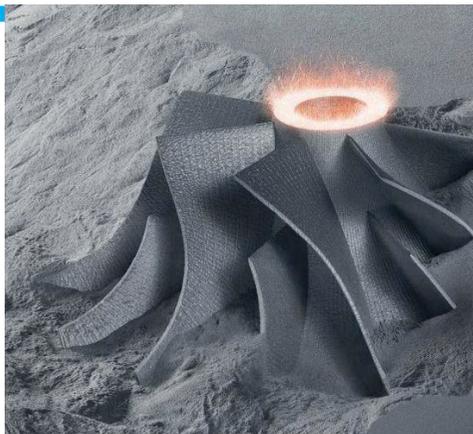
103

**Elastomeri**, TPU, NinjaFlex - elastomeri termoplastici, sono flessibili. Sono materiali più difficili da stampare, si deve ridurre la velocità di stampa e mantenere la temperatura dell'estrusore costante. Sono materiali piuttosto resistenti ad agenti chimici e ad abrasioni e ammaccature. Altri materiali utilizzati per l'additive manufacturing in stampanti di altre tipologie in cui non avviene la fusione di un filamento ma la polimerizzazione, la fusione tramite laser o l'estrusione a pressione sono:

**Resina / acrilico** - le resine acriliche coprono una vasta gamma di materiali plastici con diverse proprietà, vengono utilizzate nelle stampe SLA. Non è un materiale tossico, questo la rende utilizzabile anche per stampanti desktop e per la sua versatilità di proprietà può essere utilizzata in molti campi.



Stampa per fotopolimerizzazione di resine



Stampa per fusione di polveri metalliche

**Metalli**, - al momento sono tra i materiali più difficili da stampare. Produce oggetti resistenti e duraturi. Polveri pure vengono utilizzate solamente a livello professionale e industriale, piccole parti si possono trovare in leghe di PLA per migliorarne le prestazioni. I metalli più utilizzati e compatibili sono Titanio, Nickel, Alluminio, Cromo-Cobalto e acciaio inossidabile.



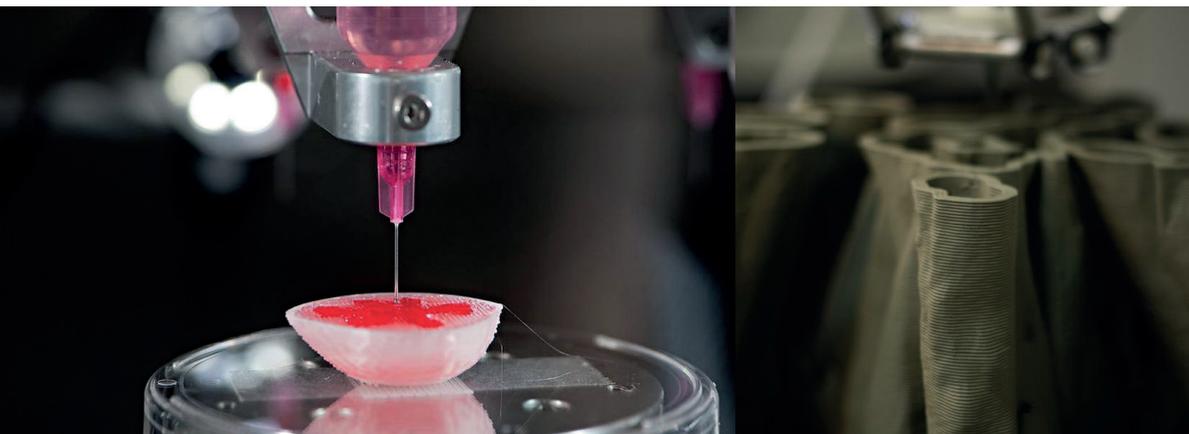
Stampa di cibo presso il Ristorante YOURS di Barcellona

**Cibo** - in maniera simile alla stampa dell'argilla anche le stampanti di materiale edibile estrudono del materiale edibile strato per strato, dando la possibilità di utilizzare più capsule per poter creare la ricetta che si vuole. In seguito il piatto stampato va cucinato.

Nell'ultimo anno è stato sviluppato al MIT un tipo di pasta stampato in 4D, in questo modo il prodotto sarebbe piatto all'interno del packaging risparmiando fino al 67% di spazio, per poi prendere le sue sembianze classiche durante la cottura<sup>38</sup>.

Macchinari per la stampa di prodotti edibili si trovano con Focus di ByFlow per 3.300 € oppure Foodini di Natural Machines, 4.000 \$.

38. gli ultimi studi sulla stampa 4D applicati a materiale edibile, condotti dal MIT Tangible Media Group sono descritti <http://news.mit.edu/2017/researchers-engineer-shape-shifting-noodles-0525>



Stampa della struttura di un rene presso il Wake Forest Institute for Regenerative Medicine

**Parti organiche**<sup>39</sup> - viene stampata in 3D l'impalcatura sulla quale avviene l'inseminazione di cellule organiche da far crescere oppure vengono stampati tessuti organici da estrusori in maniera simile alla tecnologia inkjet classica per stampe 2D. Le stampe sono a base di idrogel, silicone, idrossipatite, titanio, chitosano.

Estrusione di argilla con una stampante WASP

**Argilla**, - questo materiale viene utilizzato per produrre manufatti tipo vasi ma anche per stampe di grandi dimensioni, appositamente mescolate ad altri additivi per costruire edifici.

Per le stampe con argilla classica si necessita un passaggio di cottura nel forno per rendere il materiale terracotta / ceramica / porcellana. Per le grandi stampe si utilizzano materiali che cementificano o solidificano prima che lo strato successivo venga depositato su di essi.

39. S. Leckart. *How 3D Printing Body Parts will Revolutionize Medicine*. Popular Science. 2013

## 3.5 Reverse engineering

portare un modello reale in digitale

106



Scansione 3D manuale con VIU Scan, scanner non-contact a Structured Light Triangulation

Il processo di ingegnerizzazione inversa consiste nell'acquisire digitalmente un prodotto materiale, allo scopo di poterlo modificare e riprodurre in seguito non partendo da disegni, documenti o modelli al computer.

Per poterlo fare si necessita di uno scanner 3D che serve a catturare dei volumi sostanziali e convertirli in dati digitali in forma di nuvola di punti. Lo scanner si può trovare di diversi livelli e collegato a software di diverse categorie in base all'utilizzo finale che se ne vuole fare, con accoppiato il proprio software open source o a pagamento.

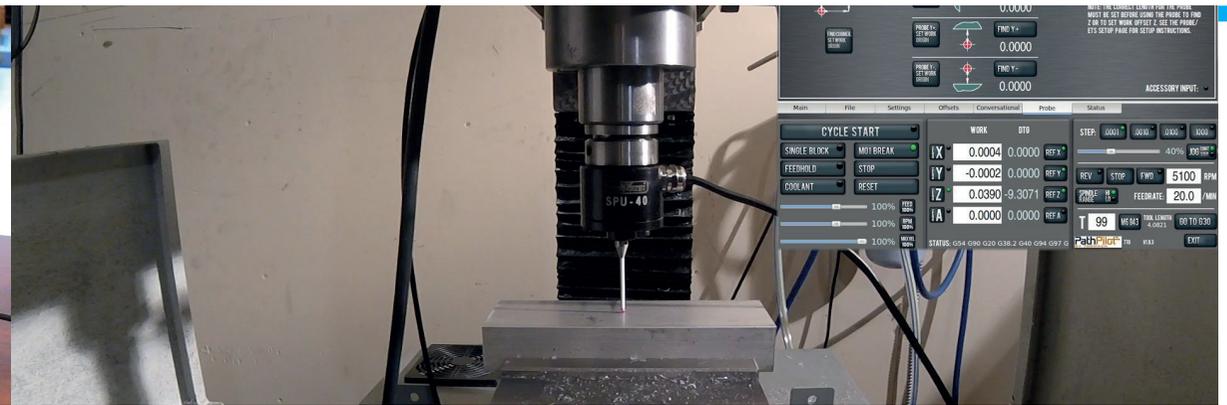
Gli scanner si dividono per tipologia principalmente in:  
- **contact**, sonde CMM (*Coordinate Measuring Machines* / macchina a misurazione di coordinate), talvolta montate su macchine

CNC seguono automaticamente i contorni di una superficie fisica e ne riportano i dati ad un software, tecnologia molto accurata ma lenta, inoltre poco consigliata per materiali molli o fragili che possono cambiare aspetto e dimensione al tocco, fino a rovinarsi o rompersi;

*« È il processo di duplicazione di un oggetto reale nelle sue funzioni e nelle sue dimensioni attraverso un'analisi fisica e la misura delle sue parti, ottenendo i dati tecnici richiesti per la lavorazione»  
Massimo Martorelli*

- **non-contact**, laser, ottiche e sensori CCD (*Charge-Coupled Device* / dispositivo ad accoppiamento di carica) catturano i dati dei punti sulle superfici scansionate, questa tecnologia è meno accurata ma più veloce. Questa seconda tipologia con assenza di contatto racchiude varie tecniche, dal *Shape from Stereo* che utilizza la combinazione di due o più immagini (utilizzata nella più semplice *Shape from Shading*) per creare un recupero della forma tridimensionale basata

107



Scansione 3D automatizzata su macchinario CNC con sonda installata nello stesso innesto delle frese

sulle ombre. Per la stereovisione si può lavorare utilizzando apposite fotocamere accoppiate che lavorano in maniera simile all'occhio umano in maniera passiva, ovvero le camere non si basano su forme di illuminazione attiva specifica creata dallo scanner.

In caso contrario si lavora in maniera attiva, con l'*Active Illumination 3D Stereo*, sostituendo una delle camere stereo con una definita fonte di luce (fascio laser) per controllare l'illuminazione in maniera intelligente per semplificare la corrispondenza dei punti sul soggetto. Alternative di questo genere si trovano utilizzando macchinari che lavorano per Continuous Wave Modulation (modulazione di onde luminose continue), Time of Flight Estimation (tempo di volo stimato) di un raggio laser per raggiungere e tornare dall'oggetto oppure *Structured-Light Triangulation* (triangolazione di luce strutturata) che calcola la profondità attraverso la triangolazione geometrica della luce. Altre tecnologie vedono anche l'utilizzo di radar a microonde per le scansioni

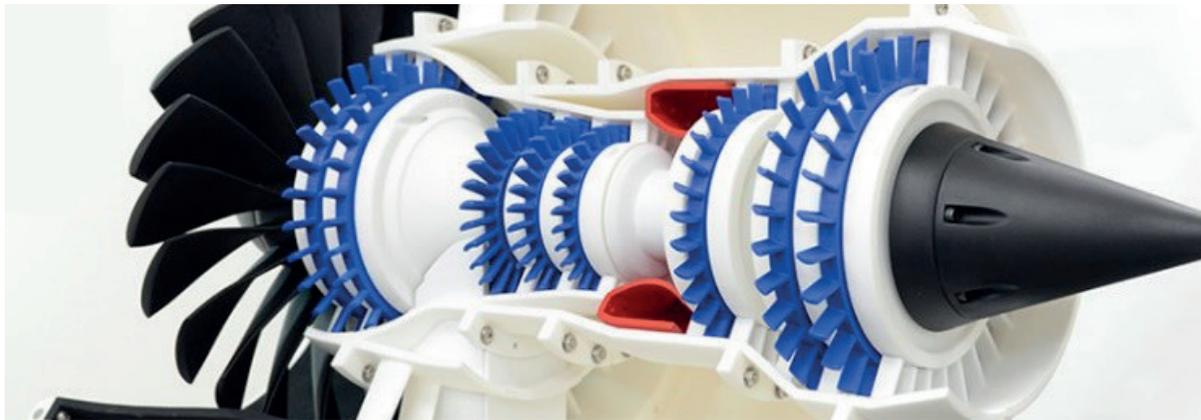
subacquee, MRI (*Magnetic Resonance Imaging* / imaging o tomografia a risonanza magnetica) e CT (*Computerized Tomography* / tomografia computerizzata) per scansioni medicali di parti in terne al corpo umano simili a raggi-X, la prima non utilizza radiazioni sul corpo umano.

Una volta scansionato l'oggetto, con un sensore CCD si avrà una riproduzione eseguita in maniera manuale di un **solido a colori** del soggetto inquadrato e un modello tridimensionale di buona qualità da sistemare in software CAD. Utilizzando uno scanner a laser viene ricreato il modello con precisione assoluta come **nuvola di punti** bidimensionali a sezione trasversale, richiedendo tempo per essere processato e trasformarlo in modello tridimensionale. Oltre alla precisione, anche le dimensioni dell'oggetto da scansionare saranno decisive quando si decide quale scanner utilizzare, se uno fisso in ambiente chiuso o uno a mano per oggetti di grandi dimensioni.

## 3.6 Usi maggiori

### applicazioni e dibattiti

108



Stampa 3D di una turbina funzionante di Boeing

I principali usi della stampa 3D a livello professionale sono per la creazione di prototipi in tempi “rapidi” (da qui *Rapid Prototyping*), per testare la fattibilità di un prodotto. Il suo utilizzo si è spostato anche sul **campo applicativo industriale di prodotti finiti per il mercato di qualsiasi livello**, fino ad arrivare a produrre componenti per usi professionali nei settori **aerospaziale e automobilistico, nell’elettronica, nel campo medicale, accademico e dell’educazione, nella moda, oltre che nella riproduzione di reperti storici e archeologici**, fino ad arrivare alla costruzione di abitazioni o estrarre prodotti edibili.

Ad esempio dell’utilizzo di questa tecnologia da parte di grandi aziende, in Svezia l’azienda Siemens ha adottato la stampa 3D per le operazioni di manifattura di componenti consentendo di utilizzare il 50% del materiale che veniva utilizzato col metodo di produzione precedente, generando il 90%

in meno di scarto, con conseguente riduzione del costo di produzione e benefici sulla sostenibilità del processo. Con questo nuovo metodo di produzione hanno anche dato una svolta all’efficienza guadagnando tempo sul mercato<sup>40</sup> e allo stesso modo stanno operando altre compagnie in tutto il mondo come circa 60 aziende di aeromobili che ha già installato più di 20.000 componenti fabbricati in AM.

Alternativamente, questa nuova tecnologia ha dato la possibilità alla comunità DIY di unire persone per creare, modificare o riparare oggetti senza l’aiuto di un professionista. Questo tipo di libertà può essere visto come un punto a favore per la stampa 3D, che riesce a raggiungere le case dei privati e consente di produrre manufatti in maniera semplice e personalizzata.

Non sempre però si considerano i lati negativi di questo aspetto. L’additive manufacturing ha aperto varie discussioni



Fucile stampato in 3D, il modello era disponibile su Piratebay.com

in quanto consente di infrangere i diritti su brevetti e i diritti intellettuali nel momento in cui si scaricano i file digitali di prodotti e progetti esistenti per riprodurli saltando il passaggio dell’acquisto<sup>41</sup>.

Altro aspetto è l’uso illecito di questa tecnologia è per la stampa di oggetti di uso illegale, improprio o nocivo, come è stato possibile scaricare un file digitale pronto da stampare di una pistola funzionante chiamata “Liberator”. Inizialmente condivisa da Defense Distributed nel maggio 2013, dopo pochi giorni con già più di 100.000 download è stata bloccata e rimossa dalla rete, è però stata ricondivisa sul sito web Pirate Bay pochi attimi dopo, nell’apposita sezione che solo un anno prima aveva aperto per modelli 3D Physible.

Per il futuro si prevede un’ulteriore crescita di questa tecnologia con l’arrivo e lo sviluppo di stampanti utilizzabili sempre più in casi domestici a prezzi abbordabili.

Per raggiungibile questo risultato bisogna

41. D. Davis. *Downloading Infringement: Patent Law As A Roadblock To The 3d Printing Revolution*; Harvard Journal of Law & Technology, Volume 26, 2012

42. [https://www.pcworld.com/article/248682/pirate\\_bay\\_launches\\_3d\\_printed\\_physibles\\_downloads.html](https://www.pcworld.com/article/248682/pirate_bay_launches_3d_printed_physibles_downloads.html)

40. Tune in, Print out. *How a 3D Revolution is Reshaping Industry*. Business Sweden, 2017

attendere ancora qualche tempo per sviluppi che potranno fornire più opzioni e varietà agli acquirenti quindi agli utilizzatori finali.

Con questa tecnologia si può puntare ad una produzione non più localizzata in grandi paesi esteri, grazie a questo si può evitare gran parte della logistica quindi tutto il passaggio il trasporto che ne deriva a parte i costi soprattutto per il fattore ambientale e le emissioni di CO<sub>2</sub>.

### Software

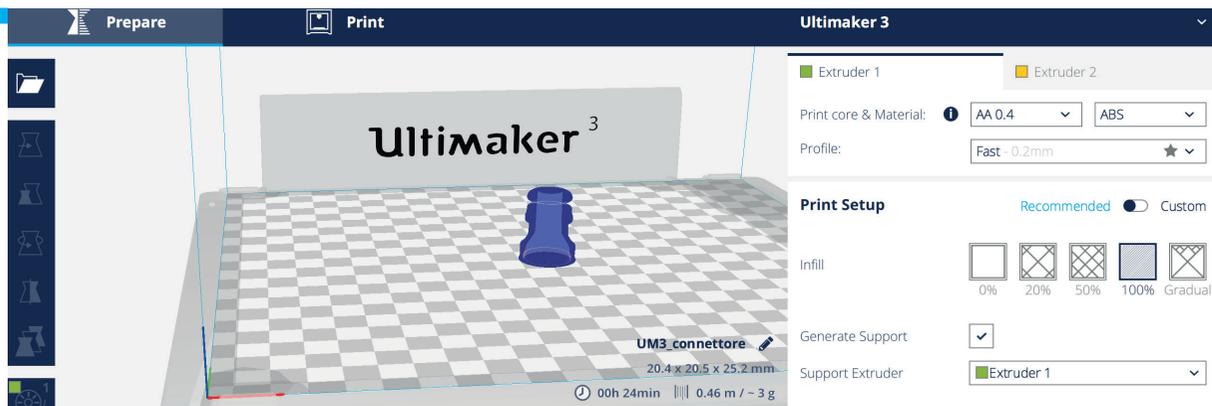
#### Per la modellazione

Il software open source per la modellazione di utilizzo più comune è Blender, permette di modellare, creare animazioni e renderizzare immagini tridimensionali. È disponibile gratuitamente per tutti i principali sistemi operativi, scaricabile on-line dal loro sito ufficiale con licenza GNU. È attualmente in circolazione da circa trent’anni ma solo da vent’anni è stato reso disponibile gratuitamente quando tutto il codice è stato condiviso su piattaforma. Altri programmi molto utilizzati sono Rhinoceros, 3D Studio Max, Maya, AutoCAD o SolidWorks tutti questi disponibili come versioni commerciali. La vasta scelta di software è dovuta alle diverse tipologia di modellazione, modellare un personaggio per un videogame deve essere gestito in maniera differente dalla precisione e dai flussi di lavori richiesti per la modellazione di componenti aerospaziali o dell’automotive.

#### Per lo slicing

La fase di preparazione e di settaggio

109



Schermata del software Cura di Ultimaker

delle impostazioni di stampa può essere eseguito tramite un apposito programma che permette di aggiungere informazioni al modello tridimensionale per permettere alla stampante di essere letto e di produrne il volume in maniera corretta. Nel software di slicing si selezionano tutti i dettagli di temperatura di stampa, precisione e velocità di estrusione, altezza degli strati, larghezza delle pareti e di densità di riempimento.

Questi software possono aiutare l'utente con impostazioni programmate in maniera automatica per le stampanti e i materiali che si intendono utilizzare.

Tra questa tipologia di programmi troviamo Slic3r e Cura. Entrambi open source, il primo nato all'interno del progetto RepRap ed in continua espansione coi suoi numerosissimi utenti attivi e il secondo reso disponibile da Ultimaker alla sua comunità di utilizzatori, permettono entrambi in maniera semplice ed intuitiva di impostare nelle condizioni desiderate i propri modelli tridimensionali per essere esportati in gcode o essere inviati

direttamente in stampa.

Per gli utenti più esperti che vogliono avere maggiore controllo e maggiori funzionalità possono utilizzare Repetier, sempre open source, che permette di aggiungere plugin, impostare estrusori multipli e diversi e persino controllare la propria stampante da accesso remoto<sup>43</sup>.

#### Per il reverse engineering

Come per i software per lo slicing, anche per l'acquisizione di dati digitali partendo da un prodotto reale, anche i programmi per questa azione si possono trovare proprietari dell'azienda che mette a disposizione l'hardware per la scansione oppure software esterni e talvolta gratuiti. Tra tali software si poteva trovare fino a poco tempo fa 123D Catch di Autodesk, disponibile per dispositivi mobile Apple e Android, il quale consentiva di scattare una serie di fotografie ad un oggetto, caricarle nel cloud Autodesk ed avere come risultato un modello tridimensionale sul proprio device. Attualmente sembra non

esserci più tale servizio, ma solo un suo upgrade a pagamento chiamato ReCap (Reality Capture) compatibile anche con immagini aeree di oggetti dalle grandi dimensioni provenienti da droni<sup>44</sup>. Il funzionamento di questa tecnologia viene applicato da molte aziende per molti servizi, uno di essi è fornita dall'italiana 3Dflow che processa dati derivanti da scanner al laser, dati da immagini e video. I software per il processo di RE riescono a calcolare dalle immagini bidimensionali anche misurazioni di distanze, aree e volumi, e permettono di esportare nuvole di punti, mesh e texture. Questa tipologia di scan aereo è risultata molto importante e utile in Nepal in seguito al terremoto del 2015 per mappare le aree colpite, cercare e soccorrere eventuali superstiti.

#### Servizi disponibili

Per gli utenti che non vogliono sostenere la spesa dell'acquisto di una stampante 3D o che non ne hanno necessità, sono nati diversi servizi che consentono di caricare il proprio modello digitale online e farselo recapitare via posta, uno di questi servizi è *Shapeways*.

Per quanto riguarda gli utenti non pratici di modellazione tridimensionale che vogliono stampare dei prodotti, ci sono piattaforme come lo stesso *Shapeways* già citato o *Thingiverse* che permettono di scaricare, anche gratuitamente, i file digitali CAD creati da qualcun altro pronti per essere stampati.

#### Alternative all'additive manufacturing

Precedentemente o alternativamente all'*additive manufacturing* si può operare per manifattura sottrattiva. Questo procedimento, più classico storicamente prevede di partire da un blocco di materiale e andare ad eliminare ciò che è di troppo fino al raggiungimento del prodotto finale. Questa tecnica è ancora utilizzata, può in alcuni casi essere integrata alla manifattura additiva.

La stampa 3D si è dimostrata in alcuni casi superiore a questa tecnologia non solo per il risparmio di tempo e materiale utilizzato, ma anche per la possibilità di poter creare forme che in altro modo non sarebbe stato possibile ottenere, per poter utilizzare materiali e composizioni di strutture più leggeri o anche materiali biologici, biodegradabili o riciclati e per poter produrre prodotti personalizzati evitando la catena di produzione industriale standardizzata.

43. <https://all3dp.com/1/best-3d-slicer-software-3d-printer/>

44. <http://blogs.autodesk.com/recap/introducing-recap-photo/>

## 3.7 Il movimento maker

### makers e FabLab

112



Prima copertina della rivista Make del 2005

**Il movimento dei makers** è partito con la democratizzazione del web e dei mezzi digitali in prima battuta, e con l'accesso a tool e metodi di produzione a prezzi accessibili come la RepRap in secondo momento.

Questo movimento è diventato una vera e propria sub-cultura, la quale enfatizza i fattori di imparare attraverso il fare e di autorealizzazione di ciò che si vuole produrre, all'interno di un contesto sociale informale, connesso e condiviso tra le persone.

Il maker è un tipo di persona che fa parte di un movimento culturale contemporaneo che si colloca pienamente nello spirito DIY. Un movimento in cui si trovano delle persone chiamate anche artigiani digitali perchè creano e mettono mano alle cose, innovatori che abilitati dalle tecnologie di *rapid prototyping* decidono di produrre manufatti in prima persona e grazie alla loro energia e creatività possono reinventare la manifattura. Con la filosofia DIY molte persone hanno deciso di mettersi alla prova per realizzare

le proprie idee e risolvere determinati problemi. Tutto questo processo è stato aiutato dall'**approccio open di "cocreazione"** e condivisione online dei metodi da utilizzare e dal nascere di **"makerspace" chiamati anche FabLab (Fabrication Laboratories)** sul territorio che facilitano lo svolgimento di queste attività di innovazione mettendo a disposizione oltre ai macchinari a controllo numerico come stampanti 3D, macchine per il taglio al laser, torni e frese CNC, anche i tradizionali attrezzi utili per lavorare il legno, i metalli e altri materiali in maniera artigianale.

Luoghi di collaborazione ed aggregazione che hanno iniziato la loro diffusione dai primi anni 2000 all'interno del MIT, in questi luoghi si possono incontrare appassionati ed esperti di ogni ambito collegato alla stampa 3D, alla robotica, all'informatica o alla progettazione più in generale. Tutti accomunati da una voglia di realizzare con le proprie mani un progetto che hanno in mente

e di condividere con altri le proprie idee e le proprie conoscenze.

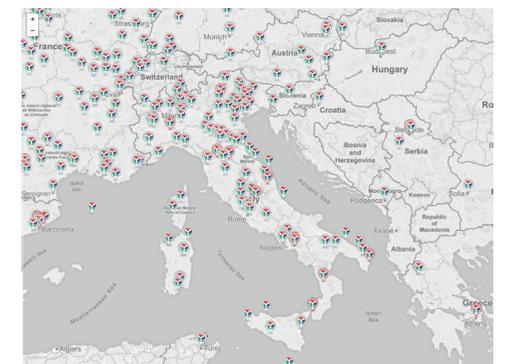
Al giorno d'oggi i FabLab presenti al mondo sono 1.222 , con 134 di essi sul territorio italiano che si posiziona per numero dopo a Stati Uniti e Francia<sup>45</sup>. Ogni anno vengono organizzati appositi eventi chiamati *Maker Faire* per favorire questo scambio di idee e conoscenze e per fare dimostrazioni dei nuovi lavori e progetti in corso.

Tutto questo è **stato reso possibile democratizzando i mezzi utilizzati**, dal sistema di unione di questo network via internet, ai software che si utilizzano per disegnare i propri progetti al proprio personal computer che possono poi essere prodotti con macchinari desktop "open hardware", ovvero costituiti da componenti elettronici rilasciati con la stessa politica open source. Grazie alla possibilità di condivisione online è da questo momento possibile produrre ovunque il prodotto disegnato da qualcun altro, con la possibilità di modificarne il design a piacimento utilizzando gli appositi software.

Questo movimento ha dato il via ad un'innovazione nella produzione stravolgendo i tempi e i costi di manifattura, dando la possibilità di personalizzare i propri prodotti e di poterli produrre in qualsiasi luogo, il tutto consentendo l'accessibilità a più persone possibile secondo la filosofia *open source*.

113.

«La grande opportunità offerta dal Movimento Makers è quella di essere contemporaneamente piccoli e globali. Artigiani e innovatori. High tech e low-cost.»  
Chris Anderson, Makers



Mappa dei FabLab sul territorio italiano aggiornata a inizio febbraio 2018

45. Dati da <https://www.fablabs.io/labs> aggiornato a inizio febbraio 2018

## 3.8 La stampa 3D in casi di difficoltà

utilizzi per disastri naturali e scopo umanitario

114



Il team Field Ready produce dei componenti per tubi dell'acqua con una stampante 3D alimentata dalla jeep in una valle de Nepal in seguito al terremoto del 2015

Come abbiamo potuto notare nella sezione dedicata agli usi della stampa 3D, i suoi campi d'azione sono veramente molto vasti. Tra questi possiamo ritrovare l'utilizzo di *additive manufacturing* anche in casi di emergenza in seguito a disastro naturale o emergenza umanitaria. Nel capitolo 3 verrà analizzato in maniera più specifica un caso studio riguardante questo impiego, vediamo subito come e per quali altri impieghi può essere sfruttata.

Argomento di attualità anche dal punto di vista governativo, nel 2015 è stato redatto un report ufficiale del OCHA (*Office for the Coordination of Humanitarian Affairs*) delle Nazioni Unite in cui si vanno a studiare i processi di aiuto in caso di emergenza ambientale e umanitaria e le soluzioni già attuate o attuabili per una pronta risposta a questo tipo di evento. Considerando che **dal 60 all'80 per cento dei costi vengono spesi nella logistica**, la catena di distribuzione presenta molte problematiche tra cui

**spedizioni standardizzate e perdite di materiale**, e spesso risulta molto difficoltoso raggiungere i luoghi.

Si presenta così un'opportunità per nuove tecnologie o strategie per ridurre simultaneamente la dipendenza da catene di fornitura internazionali complesse, potenziare i mercati locali e **fornire beni su misura e prodotti producendoli a livello "iperlocale"**. Per rendere più agevole questo progresso non ancora sfruttato a pieno, la comunità umanitaria dovrebbe incoraggiare un programma di ricerca più ampio sulla produzione iperlocale, come la stampa 3D. Espandere il sostegno all'innovazione attraverso maggiori finanziamenti e assistenza tecnica per aiutare a ridimensionare i progetti e favorire collaborazioni all'interno e all'esterno della comunità umanitaria attraverso reti specializzate, social media e librerie di design open source porterebbe ulteriori sviluppi a questo approccio.

C'è la convinzione che la produzione iperlocale e in particolare la stampa 3D abbiano il potenziale per rivoluzionare lo sforzo umanitario. È probabile che siamo attualmente solo al punto di flessione della crescita esponenziale che renderà questi strumenti più facili da usare, poco costosi e ampiamente disponibili<sup>5</sup>.

In seguito ad un esperimento dell'Esercito degli Stati Uniti di collocare strutture mobili di rapid prototyping sul territorio, al FabLab di Tulsa (Oklahoma) sono state proposte questioni e domande essenziali sul ruolo delle città nello sviluppo e nella diffusione di tecnologie di *rapid prototyping* per aiutare nel soccorso e recupero da condizioni di emergenza nelle città.

Per capire se la prototipazione rapida in casi di disastro è plausibile si devono tenere in considerazione tre questioni: **l'utilità del prodotto, la scalabilità e la**

115. *«La produzione iperlocale e in particolare la stampa 3D hanno il potenziale per rivoluzionare lo sforzo umanitario. È probabile che siamo solo al punto di flessione della crescita esponenziale che renderà questi strumenti più facili da usare, poco costosi e ampiamente disponibili»*

**distribuzione.** La prima questione cerca di capire se l'oggetto prodotto deve essere utile per chi aiuta o chi è stato colpito da disastri. Il fatto della scalabilità cerca di capire se un prodotto disegnato per un determinato utilizzo può essere scalato ed utilizzato per emergenze di tipo maggiore. L'ultima questione deve analizzare gli attori coinvolti nelle operazioni, in che modo questi potrebbero fare uso in maniera efficiente del servizio. La progettazione del prodotto per una risposta appropriata deve incontrare le necessità critiche dei soccorritori e delle vittime, capendo le circostanze dell'accaduto comprendendo il tempo, gli strumenti, l'energia, la durabilità e la riciclabilità. Da questi fattori si capiscono la funzione e l'impegno richiesto per la produzione dell'oggetto.

Vengono anche analizzate le ragioni per cui si dovrebbe considerare la distribuzione



Un otoscopio stampato appositamente per un ospedale in Nepal

46. James, Eric; Gilman, Daniel. *Shrinking the Supply Chain: Hyperlocal Manufacturing and 3D printing in Humanitarian Response*. OCHA Policy and Studies Series, 2015



Utilizzo di una stampante 3D alimentata dalla batteria di un Range Rover in Nepal

di prototipazione rapida in situazioni di disastro, e vedono il piano economico e quello umanitario per capire se il *rapid prototyping* può avere dei vantaggi in questi campi per costo e tempo d'azione.

La ragione ambientale confronta il ciclo vita di un prodotto stampato per additive manufacturing sul posto piuttosto che prodotti del mercato di massa spediti, oltre che vedere se i prodotti sono progettati per il loro utilizzo di breve o lungo periodo.

Infine considerano le ragioni del servizio pubblico, ovvero se il governo locale è disposto a distribuire mezzi di *rapid prototyping* anche per altri scopi<sup>47</sup>.

In maniera analoga al caso precedente, in un'analisi di casi studio svolta da ricercatori universitari vengono discussi i benefici e le sfide dell'utilizzo della stampa 3D a supporto logistico delle risposte a disastri naturali ed emergenze complesse.

Questo argomento viene trattato perché le conseguenze di un disastro o di

un'emergenza complessa di qualsiasi importanza richiedono lo sviluppo di una rete di approvvigionamento unica che sostituirà o migliorerà i mezzi preesistenti per fornire alla popolazione colpita cibo, acqua, alloggio, medicinali, ecc.

Lo studio conclude che la 3DP ha molti vantaggi che includono la velocità, soprattutto se comparata alle tempistiche di rifornimento convenzionali, e la capacità di utilizzare un singolo materiale di base da cui è possibile creare o personalizzare più articoli per soddisfare le differenti circostanze operative.

La sfida della logistica umanitaria rispecchia l'incertezza sulla tempistica di un disastro e il numero di persone colpite, i bisogni specifici della popolazione (siano questi culturali, religiosi o correlati all'impatto del clima attuale e futuro) e l'accessibilità alla posizione in cui il materiale deve essere trasportato.

La proposta di adozione della tecnologia



Utilizzo di una stampante 3D in seguito al disastro di Haiti nel 2010

a FDM è stata considerata in quanto è una tecnologia portatile dalle dimensioni contenute, ha un basso capitale d'investimento e un relativo basso costo di funzionamento, è facile da utilizzare e mantenere. In questo caso come nel precedente la stampa 3D è vista come un beneficio per la logistica, grazie alla produzione di un componente in luogo o il più vicino possibile ad esso, salvando significativamente tempo e introducendo il concept di "posposizione" in cui si aggiunge uno stage di ritardo nella produzione finché non è stata ben identificata la domanda<sup>48</sup>.

«*“Design for impermanence”  
descrive bene la loro sfida  
di individuare i bisogni e  
passare da una situazione  
di emergenza a una a lungo  
termine, che quindi necessita  
di decisioni strutturali»*

*A. Napolitano*

47. M. Norris; N. Pritchett. *Fab Labs, Cities and Disaster Relief*. Barcellona 2014

48. P. Tatham, J. Loy, U. Peretti. *3D Printing (3DP): A humanitarian logistic game changer?*, 2014

## 3.9 La stampa 4D

### l'evoluzione della stampa 3D

.118



Cubo stampato spiegato in piano, composto da smart materials in grado di piegare la struttura per prendere la finale una volta inserito in acqua

La stampa 4D è una particolare sezione della stampa 3D, infatti si riferisce alla **produzione di un prodotto attraverso additive manufacturing** (solitamente multimateriale), **che in seguito a determinati stimoli esterni modificherà la sua composizione**. Le strutture stampate con questa metodologia non sono più statiche ma sono attive e si possono trasformare indipendentemente.

Skylar Tibbits è stato il pioniere della stampa 4D, testando e sviluppando materiali, tecniche e software per l'auto assemblaggio di prototipi. Questo processo è partito nel **2012** all'interno del **Self-Assembly Lab del MIT di Boston**, il quale aveva come scopo lo sviluppo di materiali auto-assemblanti, programmabili e con tecnologie adattabili per applicazioni industriali nell'ambiente costruito. Il processo è stato portato avanti con Stratasys, azienda leader nel settore della stampa multi-materiale PolyJet, per lo sviluppo di 4D finalizzato all'ottimizzazione

dei sistemi di materiali stampati multifunzionali.

Per rendere possibile questo procedimento sono necessari particolari materiali, la macchina per la stampa e le impostazioni di software insieme ad una progettazione mirata per lo scopo anche del modello 3D che si andrà a stampare. Il primo materiale dinamico utilizzato è un polimero idrofilico che espande del 150% quando entra in contatto con l'acqua.

Il software utilizzato era Autodesk Project Cyborg, non ancora disponibile sul mercato, il quale permette di posizionare e programmare i cambiamenti di stato del materiale all'interno della sua struttura oltre ad ottimizzare i vincoli di progettazione e simulare le reazioni di cambiamento della struttura.

La stampa 4D prevedeva di creare prodotti personali e responsivi che si adattino alle domande e alle condizioni d'uso, partendo da una struttura stampata che occupa

il minor volume possibile per le fasi di trasporto prima di essere attivata. Una volta divenuti obsoleti, questi prodotti si disassemblerebbero da soli, rompendo le loro componenti fondamentali per essere ricostituiti come nuovi prodotti con funzionalità simili in futuro<sup>49</sup>.

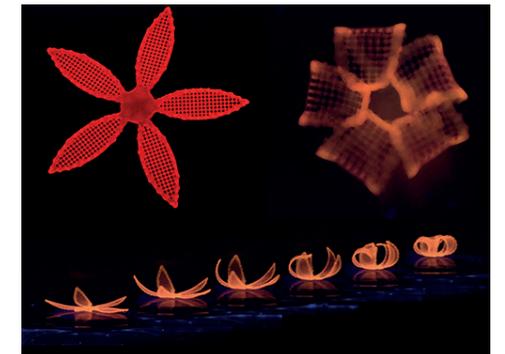
Un altro campo molto in via di sviluppo per quanto riguarda la stampa tridimensionale è quello del fashion design e tutto ciò che riguarda il design degli oggetti da indossare. Parte di questa tecnologia viene studiata e considerata anche per un altro tipo di stampa 4D. In questo caso la stampa va a creare una texture stampabile nel minor volume possibile che una volta rimosso dal macchinario può essere dispiegato manualmente ed indossato come capo d'abbigliamento. L'innovazione non sta quindi nei materiali utilizzati ma nel processo di modellazione per un risparmio di volume.

Con la stampa 4D si punta anche ad utilizzare materiali smart che si adattino ai movimenti dell'intera struttura, come ad esempio per l'aerodinamicità della scocca di un'automobile e verso **materiali "auto-guarenti"** capaci di rigenerare parte del componente in caso di urti o rotture.

Di questa tecnica di produzione sono state portate avanti ricerche in varie università per ampliare la gamma di materiali, rezioni e utilizzi, passando dalle strutture polimeriche iniziali a materiali organici per il campo medico fino a materiale edibile come la pasta.

«La stampa 4D è un' area di ricerca relativamente nuova e presenta molte sfide future. Queste sfide possono essere classificate in tre aree: limitazione tecnologica, limitazione del materiale e limitazione del progetto»<sup>50</sup>

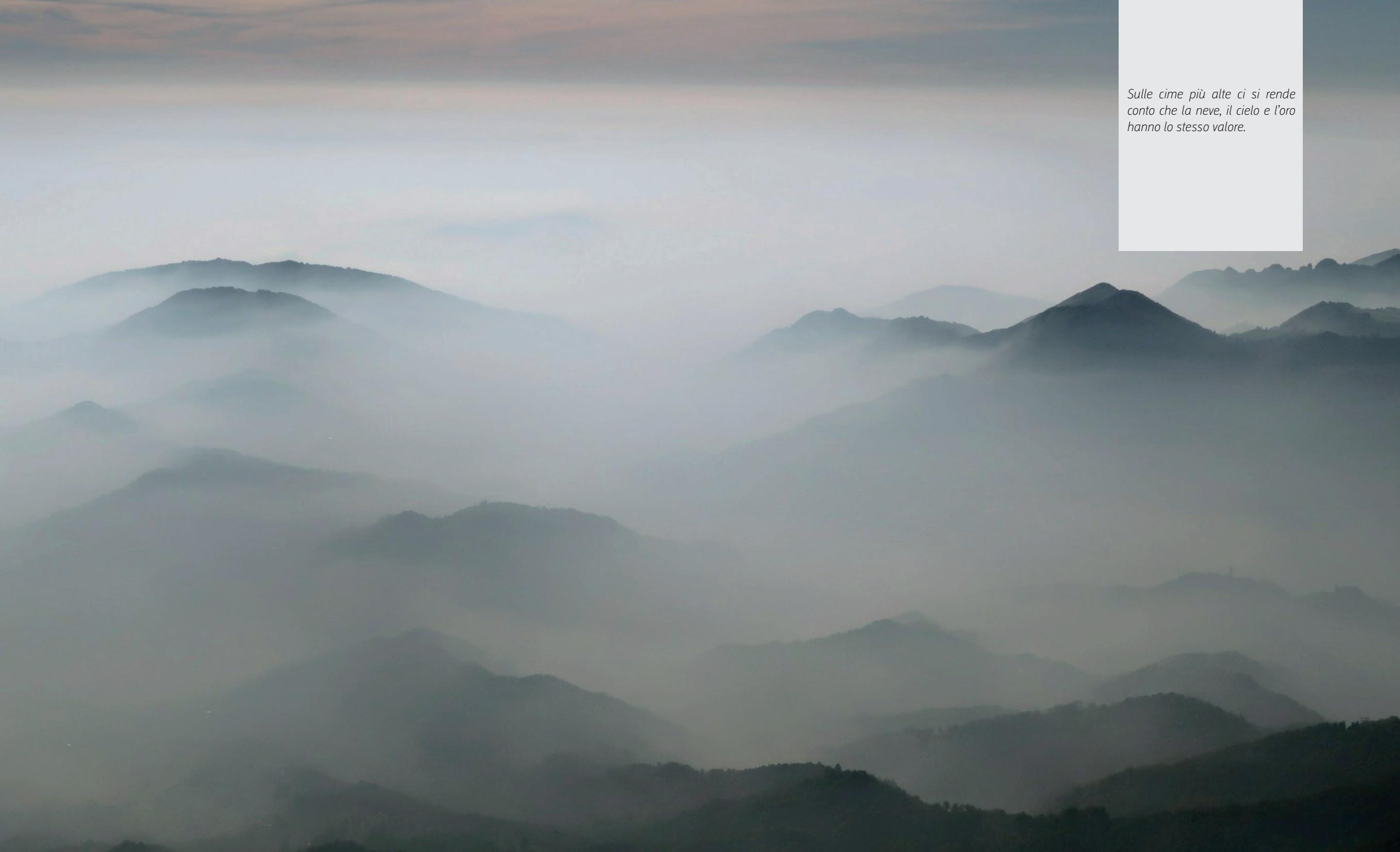
.119



Stampa 4D di materiale organico che si ripiega con il calore

49. S. Tibbits, *4D Printing, Multi-Material Shape Change*, MIT, 2014

50. Z. X. Khoo, et.al. *3D printing of smart materials: A review on recent progresses in 4D printing, Virtual and Physical Prototyping*, 2015



*Sulle cime più alte ci si rende conto che la neve, il cielo e l'oro hanno lo stesso valore.*

# 4



---

## Il rifiuto plastico

Secondo i dati di Consultic del 2014, un terzo della plastica veniva riciclata, più di un terzo convertita in energia e circa il 30% rimanente destinato a discariche, questi dati stanno però diminuendo la percentuale verso la discarica anno dopo anno grazie a politiche orientate al riciclo.

---

## 4.1 La plastica

### descrizione

124



Pellet di plastica

Vengono definiti plastica tutti quei materiali a base di macromolecole polimeriche che vengono unite, queste molecole definiscono le qualità del materiale finale.

Questo tipo di materiale è costituito da una vasta gamma di composti organici sintetici o semisintetici che sono malleabili e quindi possono essere modellati in oggetti solidi.

La plastica è comunemente formata da polimeri organici sintetici derivati dal petrolio, ma troviamo anche plastiche derivate da materiali rinnovabili come l'acido polilattico contenuto nella pianta del mais. I nuovi membri di questa ampia famiglia chiamata "bio-plastiche" includono in realtà due concetti diversi:

Materie plastiche biodegradabili che sono materiali che vengono degradati dai microorganismi in acqua, anidride carbonica (o metano) e biomassa in determinate condizioni e possono essere ottenuti da risorse biologiche e / o fossili.

Materie plastiche a base biologica: materiali realizzati con risorse biologiche e rinnovabili come cereali, mais, patate, zucchero di barbabietola, canna da zucchero o oli vegetali.

Nei paesi sviluppati, **circa un terzo della plastica è utilizzata negli imballaggi**, un po' meno negli edifici in applicazioni quali tubazioni, impianti idraulici o rivestimenti in vinile. Altri usi includono automobili, oggetti elettrici ed elettronici e infine per l'agricoltura. *I tipi di plastiche che coprono la maggioranza degli usi quotidiani sono il PP (PoliPropilene) che viene utilizzato per packaging di alimenti, flaconi per detersivi e detergenti, paraurti delle auto, contenitori di cibo adatti al microonde, banconote e altro come prodotti d'arredo o mobili da giardino;*

al secondo posto troviamo il PE (PoliEtilene) che si divide tra pellicole per alimenti, buste riutilizzabili, contenitori e vassoi a base LDPE / PE-LD (PoliEtilene a bassa densità) e PE-LLD (PoliEtilene a bassa densità lineare), in

quantità inferiore ci sono i prodotti in HDPE / PE-HD (PoliEtilene alta densità) utilizzati per bottiglie del latte o detersivi e shampoo, la maggior parte dei tappi di bottiglie e contenitori e per tubazioni, si usa il PE-MD (PoliEtilene Media Densità) per giocattoli. Solo il 7% delle plastiche si trova in prodotti di PET, materiale classico delle bottiglie d'acqua ed altre bevande insieme a contenitori di detersivi, oltre a fibre sintetiche per abbigliamento.

Abbiamo anche una buona percentuale di plastiche come ABS, PC, PTFE che sono utilizzate per cerchi di automobili, fibre ottiche, lenti di occhiali, fogli di copertura dei tetti, rivestimenti di cavi per telecomunicazioni mentre altre categorie di plastica che troviamo comunemente nelle nostre case sono formate da PVC (cloruro di polivinile) che viene utilizzato per i contenitori delle uova, pellicola trasparente, tubi e viene utilizzato anche per componenti di varie dimensioni in porte e finestre; infine tra le categorie più comuni nell'uso domestico c'è il PS, polistirene o polistirolo utilizzato per le vaschette per la conservazione degli alimenti, per posate, piatti, bicchieri monouso ed un composto simile, il HIPS, High Impact PolyStyrene o polistirene antiurto è un composto termoplastico costituito da Polistirene e gomma Stirene-Butadiene (SBR). Si può trovare in imballaggi (come le confezioni dei CD), giocattoli o elementi elettronici ed elettrodomestici.

Con il 14,3% (6,8 milioni di tonnellate), la domanda di plastica in Italia è al 2° posto sulla scala europea, subito dopo alla Germania.

In seguito al successo della plastica a partire dall'inizio del XX secolo sono nate

125.

*«Riduci, Riusa, Ricicla, Recupera, quell'insieme di politiche, azioni, processi che mettiamo in gioco per minimizzare e trattare la spazzatura del nostro mondo»*

preoccupazioni ambientali per quanto riguarda la sua lenta decomposizione dopo essere stata scartata come spazzatura a causa della sua composizione di grandi molecole. Verso la fine del secolo, un approccio a questo problema è stato affrontato con ampi sforzi verso il riciclaggio. Secondo i dati di Consultic del 2014, un terzo della plastica veniva riciclata, più di un terzo convertita in energia e circa il 30% rimanente destinato a discariche, questi dati stanno però diminuendo la percentuale verso la discarica anno dopo anno grazie a politiche orientate al riciclo e a vari ban nazionali dello



Bottiglie di plastica in PET lungo la linea produttiva di bevande



Un ragazzino raccoglie gli scarti di plastica tra i rifiuti di una discarica

smaltimento di plastica in discarica puntando ad azzerare le quantità per il 2025<sup>51</sup>.

La plastica viene utilizzata per i packaging in quanto è più leggera degli altri materiali, permette quindi di risparmiare energia, ridurre le emissioni e risparmiare risorse. Permette di ridurre lo spreco alimentare conservando i cibi, e per il suo peso ridotto fa risparmiare volume e peso nei trasporti, diminuendo così anche i consumi e le emissioni.

La plastica può essere riciclata in due modi: meccanicamente tritutando, lavando, separando o rigranulando il materiale per ottenere un prodotto riutilizzabile per nuovi prodotti in plastica; chimicamente separando i monomeri di base per reinserirli nella filiera produttiva, in maniera simile a quanto avviene per vetro, carta e metallo.

I rifiuti plastici che non potranno essere recuperati, andranno utilizzati per creare energia, generando circa 300 TWh all'anno<sup>52</sup>.

### Garbage patches

Nell'Oceano Pacifico c'è un'incredibile quantità di rifiuti, in maggior quantità di plastica. Come bottiglie, buste e bidoni, reti da pesca e tanto altro di dimensioni che arrivano ad essere minuscole in seguito alla fotodegradazione. Una grandissima quantità di plastica che galleggia radunata dalle correnti in punti specifici o dispersa sott'acqua chiamate garbage patches, dalle dimensioni della superficie stimata che varia tra oltre 700.000 km<sup>2</sup> (un'area potenzialmente più vasta della Turchia / Spagna e Portogallo / Texas) fino a 15 milioni di km<sup>2</sup> (come 2 volte l'Australia) - un range che varia tra lo 0,4% e l'8% dell'Oceano Pacifico. Allo stesso modo anche negli altri oceani e nei mari si trovano alte concentrazioni di plastica galleggiante. Questo tipo di chiazze di rifiuti erano state previste già dalla NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) nel 1988 confermata qualche anno più tardi. Al giorno d'oggi abbiamo un rapporto di 1:5 tra plastica

e pesci nei nostri mari secondo il Plastic Europe<sup>53</sup>.

I rifiuti in generale e il rifiuto di materiale plastico in particolare sono uno dei molti problemi che l'umanità sta riscontrando in questi ultimi anni, con oceani inquinati da isole galleggianti fatte di plastica, borse e bottiglie gettate lungo strade e percorsi ecc. La plastica è anche il pericolo maggiore per il delicatissimo ecosistema del polo nord, il materiale inquinante arriva trasportato dalla corrente oceanica e viene depositata lungo le coste o a galleggiare nell'acqua. Con la lunga esposizione alla luce solare e gli scontri con altro materiale si frantumano e galleggiano come micro o nanoplastiche che vengono scambiate per plancton o piccoli pesci e vengono ingeriti dagli animali marini, che poi faranno parte della catena alimentare. Insieme alla plastica gli animali ingeriscono anche elementi inquinanti ad essa attaccati, questo mix attacca l'organismo. Se noi mangiamo carne di animali che hanno assunto queste sostanze, rischiamo noi

stessi di assimilarne una buona parte.

Dal 2011, 65 associazioni in 34 Paesi hanno aderito alla Global Declaration for Solutions on Marine Litter (Dichiarazione Globale per Soluzioni sull'Inquinamento Marino) e 260 progetti sono in corso, pianificati o completati attraverso sei campi d'intervento: istruzione, ricerca, politiche pubbliche, condivisione delle best practice, riciclaggio/recupero della plastica e contenimento del pellet di plastica. Solo nel 2015 circa 800.000 volontari hanno raccolto una quantità maggiore a 8 milioni di chili di plastica dalle coste<sup>54</sup>.

### Biodegradabilità

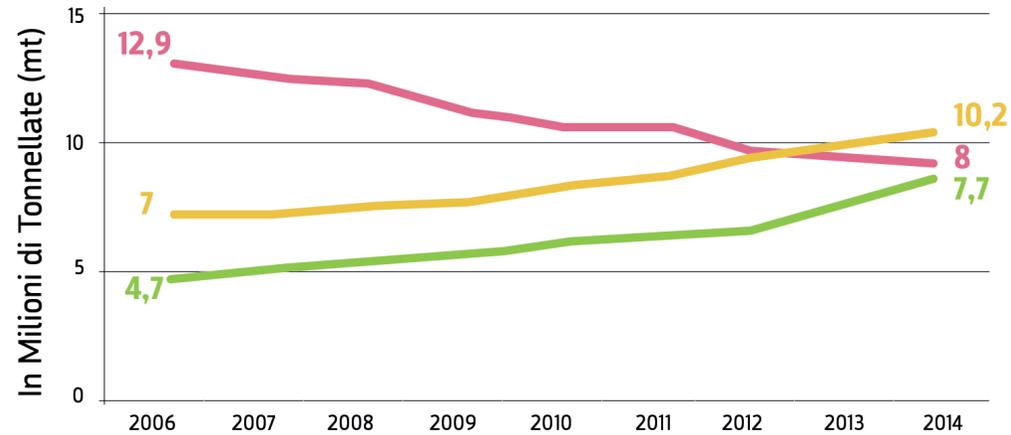
La base con cui sono fatte le plastiche determinano anche la loro maggiore, minore o assente biodegradabilità. Le lunghe catene polimeriche consentono di dare le caratteristiche all'oggetto che compongono, esse risentono però delle condizioni ambientali in cui si dovrebbero

51. <http://www.corepla.it/>

52. <http://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=regione>

53. <http://www.plasticseurope.it/>

54. <https://www.marinelittersolutions.com/about-marine-litter/what-is-being-done/>



Gestione dei rifiuti di plastica 2006 - 2014

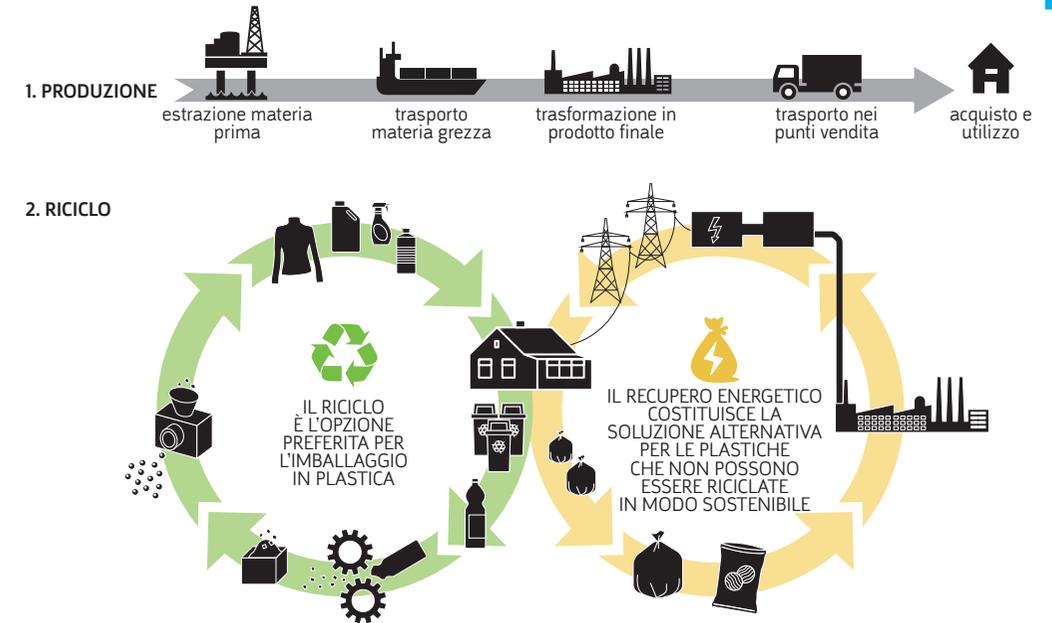
biodegradare. Un sacchetto della spesa biodegradabile può degradarsi fino a rompere i suoi legami e ritornare ai componenti iniziali in tempi ragionevoli con una temperatura di 50°C, mentre una bottiglia in materiale sintetico come il PET richiede un tempo molto più prolungato, quasi infinito, perchè ci vorrebbero 3400°C per degradarla. Per questo non è corretto indicare “biodegradabile” ma bisognerebbe precisarne un livello.

## Riciclo della plastica

**S**i definiscono le materie prime seconde quei materiali derivati dal recupero e dal riciclaggio dei rifiuti o da residui di lavorazione delle materie prime. La plastica,

così come vetro e alluminio possono essere opportunamente riciclati per essere riutilizzati e trasformati nuovamente in prodotti. Questa plastica di tipo di materia prima seconda ha un valore compreso tra 298 e 369 €/tonnellata rispetto a circa 800 €/tonnellata della plastica nuova (PET)<sup>55</sup>.

Le principali categorie di plastica che troviamo comunemente nelle nostre case e che vengono eliminate come rifiuto sono provenienti da: PE, polietilene poi diviso in due categorie (HDPE e LDPE) che da vita a sacchetti, flaconi per detersivi, giocattoli, pellicole trasparenti per alimenti e altri imballaggi; PP, polipropilene, con usi che variano da prodotti d'arredo e mobili da giardino, a contenitori per alimenti, o flaconi



Schema del riciclo della plastica a livello industriale

per detersivi e detersivi; il PVC, cloruro di polivinile viene utilizzato per i contenitori delle uova, film, tubi e viene utilizzato anche per componenti di varie dimensioni in porte e finestre; il PET, polietilentereftalato è il materiale polimerico più utilizzato per le bottiglie contenenti bevande, oltre a fibre sintetiche per abbigliamento; infine tra le categorie più comuni c'è il PS, polistirene o polistirolo utilizzato per le vaschette per la conservazione degli alimenti, per posate, piatti, bicchieri monouso. Il processo di riciclaggio della plastica inizia con una fase di separazione meccanica tramite vaglio rotante per categorizzare per dimensione, seguito da lettura ottica

che divide i pezzi per famiglia di materiale o colorazione, principalmente si lavora con PET diviso in tre colori e PE diviso in alta e bassa densità, da queste aggregazioni per tipologia avviene una compressione per poi stoccare il materiale. Questo materiale viene poi trattato in maniera meccanica sminuzzandolo in granuli oppure in maniera chimica spezzando le molecole per riportare il materiale alle sue forme originali di monomeri.

Per le plastiche non adatte a questi tipi di trattamenti, l'alternativa è l'incenerimento, che permette di sfruttarne la generazione d'energia oppure un apposito trattamento che consente di utilizzarla come combustibile alternativo.

**R**ecuperare la plastica per poterla riutilizzare come filamento per nuove stampe tridimensionali è possibile, ed è una pratica comune da alcuni anni sia a livello industriale con macchinari veloci ed efficienti che a livello domestico con macchinari che possono richiedere di ripetere alcuni passaggi più volte ed essere azionati manualmente per arrivare al risultato voluto. Possono essere utilizzati gli scarti e gli errori di altre stampe oppure si possono utilizzare rifiuti plastici non inerenti al mondo dell'additive manufacturing, prodotti di uso comune come bottiglie, tappi, packaging e quant altro.

Per riciclare la plastica ad uso "domestico" bisogna seguire quattro passaggi principali: la pulizia del materiale e la seguente fase di asciugatura; lo sminuzzamento in piccoli pezzi della plastica, controllando di avere pezzi delle giuste dimensioni e non troppo grossi; la fase di estrusione del materiale triturato e il suo arrotolamento in bobina; infine la progettazione e stampa di un nuovo componente.

Durante questi passaggi è importante mantenere il materiale delle dimensioni ottimali sia nelle fasi di sminuzzamento che soprattutto nell'estrusione per garantire una consistenza del peso della sua struttura che eviteranno problemi durante la stampa nel passaggio finale. Anche il diametro di estrusione deve essere adatto al tipo di stampante che si utilizza per non incorrere

*« non mischiare materiali diversi insieme, questo potrebbe causare disagi durante la stampa »*

in problematiche di pescaggio da parte dell'ugello o di estrusione sul piatto di stampa.

Da tenere sempre in considerazione anche il fatto di non mischiare materiali diversi insieme, questo potrebbe causare disagi durante la stampa per via delle risposte dei materiali ad una incorretta temperatura di estrusione, oltre che alla mescola con altre sostanze di per sé.

I materiali scelti devono essere asciutti per evitare possibili bolle date dall'evaporazione dell'acqua durante il riscaldamento del materiale in fase di estrusione e devono essere della tipologia più simile possibile. Anche due oggetti indicati come dello stesso materiale potrebbero essere stati prodotti con tecnologie e processi diversi dando caratteristiche differenti al materiale.

#### **Plastic Shredder**

Per recuperare la plastica utilizzata e non più in uso il primo passaggio da fare, subito dopo aver lavato ed asciugato il pezzo, è quello di dare in pasto il pezzo ad appositi macchinari ad ingranaggi a rotazione

inversa in grado di sminuzzare il prodotto in piccoli pezzetti, possibilmente dalle dimensioni più simili possibili tra di loro.

Più i pezzi che si vanno ad inserire nell'estrusore sono ugualmente dimensionati più sarà coerente per struttura, resistenza e caratteristiche il filamento che ne uscirà.

Un prodotto di dimensioni contenute per uso "casalingo" in grado di sminuzzare la plastica si può trovare facilmente nel



Macchinari per il recupero della plastica, progettati in maniera DIY e condivisi in maniera Open da Precious Plastic project

mondo DIY, adattando altri macchinari come quello disegnato per tritare la carta. In alternativa si può trovare Frieco<sup>56</sup> (per poco meno di 900€), vero e proprio tritarifiuti domestico in grado di sminuzzare oltre alle plastiche anche vetro e lattine consentendo di risparmiare spazio nello stoccaggio dei rifiuti.

#### **Plastic extruder**

estrusore di plastiche, come funziona, con che materiali estrusori professionali, DIY o totalmente home-made

Il materiale triturato o il pellet vengono immessi in una "tramoggia" che è sostanzialmente la bocca della macchina. Poi cadono in una vite che li fa girare in avanti e passa il materiale oltre gli elementi riscaldanti che sciolgono la plastica. Dopo che la plastica è sufficientemente sciolta, viene pressata attraverso un ugello che, se

tutto è stato correttamente impostato, lo preme in una perfetta stringa di filamenti. Un esempio di estrusore DIY tutto italiano è FelFil<sup>57</sup> (analizzato nei casi studio).

Sul mercato sono già presenti prodotti in grado di eseguire le due azioni in un singolo prodotto, sminuzzare ed estrudere il nuovo filamento in un'unica macchina.

Uno di questi è ProtoCycler<sup>58</sup> che in un volume contenuto di 35 x 30 x 25 cm permette di frantumare e sminuzzare a manovella la plastica per poi estruderla direttamente su una bobina impostando il diametro desiderato per il filamento, tutto questo per un costo di 1.299 USD (circa 1.165 €).

Un caso particolare di utilizzo di questa combinazione di tecnologie è stato applicato da Project Seafood<sup>59</sup>, in cui la coppia fondatrice del progetto viaggia lungo il Mar Mediterraneo ripulendo le sue spiagge dai

56. <http://www.frieco.it>

57. <https://felfil.com/it/>

58. <http://www.redetec.com/>



*Fase di triturazione della plastica manualmente durante il progetto Seafood*

rifiuti, principalmente di HDPE polietilene alta densità di classe 2 normalmente usato per i tappi delle bottiglie. Il materiale deve essere per prima cosa lavato e lasciato ad asciugare, poi va tritato attraverso una macchina azionata manualmente e si ripete il passaggio più volte finché tutti i pezzi non sono delle dimensioni ottimali e passano da un setaccio, a quel punto i pezzettini sono pronti per essere estrusi in nuovo filamento che verrà in seguito utilizzato per la stampa 3d con una Ultimaker Original. I risultati dopo un primo periodo di prove sono soddisfacenti, nonostante le condizioni in cui lavorano (tra sabbia e ambiente salino) e si muovono con tutta l'attrezzatura in un furgone.

*Noi viviamo in una cultura del "remix": tutto è ispirato da qualcosa che è venuto prima, e la creatività si vede nella reinterpretazione di opere preesistenti non meno che negli originali.*



# 5



---

## Casi studio

Un'analisi dei progetti e degli eventi messi in atto in passato in altri luoghi possono essere presi d'esempio per capire diversi approcci a determinate problematiche, e ispirandosi ad essi adattare le situazioni per risolvere nuove problematiche.

---

## 5.1 Casi studio

### descrizione

.138



Vista dall'interno del Bivacco Gervasutti

**N**el vasto argomento di progettazione di sicurezza e logistica in area alpina, impervia ed isolata sono stati analizzati diversi casi studio.

Per avere una visione più ampia e completa possibile sono state tenute a mente iniziative e progetti che potrebbero sembrare totalmente slegati all'ambito progettuale riguardante questa tesi. Infatti andrò a riassumere in seguito delle adozioni avvenute o previste di tecnologie avanzate per i sistemi del rifugio in ambiente alpino (strettamente collegato all'ambito di intervento), ma si spazierà analizzando e spiegando anche come progetti di stampa 3D in seguito a disastri naturali siano rilevanti per l'ambiente in cui si va ad agire, anche se all'apparenza potrebbe sembrare poco correlato.

.139



Pubblicità dell'app GeoresQ

### GeoresQ e Sherpa

I primi due casi studio che prendiamo in considerazione sono di stampo italiano, utilizzati dal gruppo dei soccorritori del servizio alpino e servono nel momento in cui un escursionista si perde o subisce un infortunio durante un'escursione per rilevare la sua posizione ed andarlo a soccorrere.

Il primo nominato è un'app che va installata sul proprio smartphone e serve a tracciare la propria escursione con l'uso del GPS per poi poter rivedere i dati da casa, è possibile lasciare l'accesso alla propria famiglia facendo in modo che sappiano sempre dove si è e nel caso in cui l'utente non è ancora tornato a casa o arrivato in rifugio per l'orario previsto, si possono contattare i soccorsi, che anch'essi vedranno la posizione GPS dell'utente, ed attivare i soccorsi per portare in salvo l'escursionista. Il secondo servizio nominato,

« La parte più difficile nelle operazioni di S&R sono la localizzazione dei dispersi e dei feriti »

Giulio Frangioni

analogamente, serve a localizzare e soccorrere gli escursionisti dispersi o infortunati. In questo caso il servizio avviene con l'utilizzo di un drone. Questo progetto deve però sottostare a varie e ferree normative riguardanti l'utilizzo dei droni e degli spazi aerei e le conformità delle condizioni di visibilità per il volo, rendendo tutto il processo piuttosto complesso e non sempre funzionale allo scopo.

Questi primi casi studio servono a comprendere l'impegno che viene messo in atto per poter garantire la sicurezza in questo tipo di ambiente, in cui le condizioni cambiano molto velocemente, mettendo anche a repentaglio la vita dei suoi visitatori. Alcune delle stesse problematiche possono avvenire ...??



Cartellone del servizio di comunicazione Life Franca

## Life Franca

(Flood Risk ANTicipation and Communication in the Alps) e altri bollettini e allerte

**A** titolo informativo per gli escursionisti sono stati creati diversi siti web dedicati alla rilevazione, previsione e aggiornamenti riguardo meteo e pericolo valanghe. Questo tipo di servizio è sempre più numeroso e di utilità primaria per programmare le proprie vacanze e le proprie escursioni per poterne godere a fondo e in maniera sicura.

Un progetto europeo che promuove la cultura della prevenzione dei rischi ambientali nelle Alpi per migliorare la sicurezza dei visitatori e dell'ambiente è LifeFranca. Progetto finanziato da LIFE, strumento finanziario dell'Unione Europea che supporta la conservazione e la protezione dell'ambiente e di mitigazione del cambiamento climatico, che si concentra sulla conoscenza e prevenzione di rischi alluvionali e di valanghe. IL suo obiettivo è quello di far

crescere la cultura di anticipazione e prevenzione degli eventi alluvionali sull'arco alpino, cercando di educare i comportamenti delle persone quando si interfacciano con i rischi del proprio territorio. Attivo da luglio 2016 a dicembre 2019 nelle aree circostanti la città di Trento e il fiume Adige, il paese di Borgo Valsugana e il fiume Brenta, la Val Rendena e il torrente Sarca.

Prevedere e conoscere il meteo è importante sia per i visitatori che per i gestori di strutture alpine, i quali devono prevedere e predisporre i rifornimenti in base all'afflusso e mantenere attivo il servizio con ogni condizione avversa che può capitare a rendere più difficoltoso questo compito.



Dara Dotz di Field Ready sistema una stampante 3D ad Haiti

## Field Ready e iLab

**D**a alcuni anni sono attivi dei gruppi di aiuto e supporto organizzati e altamente specializzati, uno dei maggiori è Field Ready, che in casi di disastri naturali arrivano sul posto ad aiutare la comunità. Questi gruppi però non lo fanno come di consueto (portando cibo, acqua, vestiti, ecc.), oltre ai beni di prima necessità portano sul luogo colpito i tools e un metodo per poter dare alla popolazione che abita quel posto ciò di cui ha bisogno per poter far ripartire la propria vita. iLab si insedia quindi in strutture di Comunità creando piccoli FabLab/workspace, accessibili alla gente del posto per poter imparare ad utilizzare le stampanti 3D e gli altri strumenti che tipicamente si trovano in un FabLab per poter sistemare, progettare e creare ciò che serve. Questo progetto prevede l'accompagnamento sul luogo di uno staff preparato che aiuta ed organizza workshop per un periodo di tempo che varia



in base alla velocità di apprendimento di chi frequenta la struttura, per poi lasciare struttura e attrezzatura in mano alla popolazione locale per poter continuare a produrre e progettare.

Caso specialmente di spicco è quello del Nepal. In questo caso, oltre ad una struttura FabLab fissa, venne portata in giro per i paesi più remoti e isolati una stampante 3D che veniva alimentata alla batteria del Land Rover con cui i volontari si muovevano per poter stampare oggetti di varia utilità, specificamente utili in quei determinati villaggi e che non sarebbero stati disponibili prima di diversi mesi aspettando i rifornimenti dagli aiuti internazionali.

Si sta parlando di pezzi di ricambio per tubi da giardino (connettori, snodi, ecc.) inizialmente, poi in base alle richieste vennero stampate attrezzature ospedaliera poco complessa (come un otoscopio per fare visite alle orecchie) e di componenti

per sostituire e fare lavori di manutenzione ad attrezzature che si erano rotte o rovinate durante i violenti terremoti del 2015. Tuttora lo staff Field Ready è attivo sul territorio e continua a viaggiare di paese in paese per controllare se serve sostituire o stampare altri componenti necessari.

A supporto di questi progetti ci sono anche molti volontari che supportano da casa, progettando insieme su piattaforme online sia strategie che modelli 3D di oggetti da stampare sul luogo che li necessita. Uno di questi gruppi si chiama Humanitarian Makers<sup>57</sup>, si organizza attraverso Google+ per ogni emergenza e cercano soluzioni e piani d'azione che condividono con associazioni come Field Ready.

Da questo caso studio si è capito che avere un FabLab mobile con specialisti del design per l'impermanenza a disposizione in aree isolate e dalle difficoltose fonti energetiche non è solo possibile ma è anche riproducibile per poter semplificare la vita e avvicinare tutti quei luoghi isolati alle possibilità che si hanno nell'ambiente antropizzato.



*Un otoscopio stampato in un ospedale di un paese remoto ed isolato nelle valli colpite dal terremoto del 2015 in Nepal*

57. <https://www.humanitarianmakers.org/>



*Computer fisso del Bivacco Gervasutti, a 2.835 m s.l.m. sul Monte Bianco, Courmayeur AO*

### Sistema centralizzato e energia pulita

Il rifugio alpino Monte Rosa Hütte, uno dei più avveniristici e straordinari rifugi dell'arco alpino, è diventato famoso dalla sua realizzazione oltre che per la forma a poliedrico cristallo glaciale, anche per il sistema interno che gestisce le risorse elettriche e di riscaldamento in base all'afflusso previsto di visitatori. I pannelli solari installati sulle sue facciate garantiscono il 90% del fabbisogno energetico dell'edificio, il restante 10% è coperto dal gas che viene utilizzato per la cucina. Quest'opera rimane difficilmente imitabile per il suo costo di oltre 4 milioni di euro.

Una sfida ancora in corso d'azione sta avvenendo al Rifugio San Giuliano, a 1960 metri in val Rendena, da qualche mese ha in funzione un cogeneratore a idrogeno. L'obiettivo è quello di rendere indipendente

*« L'obiettivo è quello di rendere indipendente il rifugio dal generatore e dai combustibili fossili in generale »*

il rifugio dal generatore e dai combustibili fossili in generale. Questo cogeneratore viene sfruttato per l'energia elettrica e anche per il riscaldamento dell'acqua calda. Questa soluzione è stata scelta in alternativa alla più comune accoppiata di pannelli fotovoltaici sul tetto abbinati ad una mini turbina idroelettrica allacciata al lago sottostante il rifugio, che non garantisce sufficiente energia durante i picchi. La produzione di energia elettrica da idrogeno funziona così: di notte quando la richiesta di corrente è praticamente assente, l'elettricità prodotta dalla turbina viene utilizzata per separare ossigeno e idrogeno dall'acqua attraverso l'elettrolisi. L'idrogeno viene poi conservato in serbatoi a bassa pressione e quando richiesto è pronto ad essere ricombinato all'ossigeno per produrre corrente elettrica.

Per garantire la sicurezza che la camera combustibile non superi i 70°C la si raffredda con la stessa acqua che viene



Vista aerea del Bivacco Gervasutti, uno dei bivacchi più innovativi, dotato di pannelli solari, connessione satellitare e computer di bordo

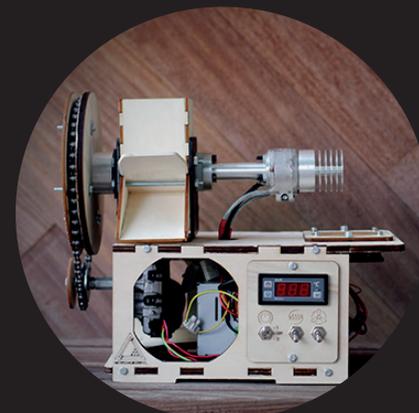
utilizzata per i sanitari<sup>58</sup>.

Il Bivacco Gervasutti è un altro chiaro esempio dell'ingegno umano impiegato per la costruzione di una struttura posizionata in alta quota, ai suoi 2835 m s.l.m. dispone di 4 ambienti con ingresso, locale per il pranzo e due camere da letto per un totale di 12 posti letto. Progettato in maniera modulare e con materiali e tecniche che ne limitano il peso per essere facilmente componibile a valle ed essere trasportato con l'elicottero sul posto, allo stesso modo per scomponibile nel momento in cui si vorrà dismettere senza lasciare traccia della sua esistenza sul territorio. Internamente è dotato di energia elettrica generata da 24 pannelli fotovoltaici con celle cristalline ad alta efficienza accumulata nei generatori e permette il funzionamento di fornelli elettrici installati al suo interno. Dispone di un punto di chiamata di soccorso, di computer collegato a internet

58. <https://www.avvenire.it/agora/pagine/energia-pulita-in-montagna>

59. <https://www.caitorino.it/rifugi/gervasutti/>

e di un'unità di autodiagnosi e di rilevamento dei dati dell'ambiente interno ed esterno<sup>59</sup>. Questi tre esempi sono la dimostrazioni che l'innovazione viene accolta ed imitata, anche se inizialmente screditata e considerata inutile per il mantenimento della tradizione. Progettare per questo specifico ambiente si è dimostrato difficoltoso e molto specifico, deve infatti semplificare la vita nella sua gestione per renderlo più facilmente fruibile ed aiutare nello stesso tempo il mantenimento dell'ecosistema consumando meno energia possibile.



Primo modello di FelFil prodotto

## FelFil

Da un punto di vista tecnologico, un fattore da considerare quando si produce qualcosa, è il reperimento e lo smaltimento del materiale. Questa startup torinese ha sviluppato un sistema in grado di dare una nuova vita alla plastica utilizzata, che attraverso l'apparecchio viene fusa e recuperata come filamento polimerico per le stampanti 3D. Considerando che la stampa 3D necessita di stampare una base e dei supporti per ogni modello stampato ed è ancora soggetta ad errori di stampa, questo metodo di recupero della plastica è un'ottima soluzione per evitare totalmente lo scarto di materiale durante la stampa. Si presenta al giorno d'oggi con il modello FelFil Evo, con due diametri di ugelli per estrudere. Le sue dimensioni sono di 47 x 30 x 12 cm e si può avere in diverse colorazioni.

Questo apparecchio può trattare plastica di

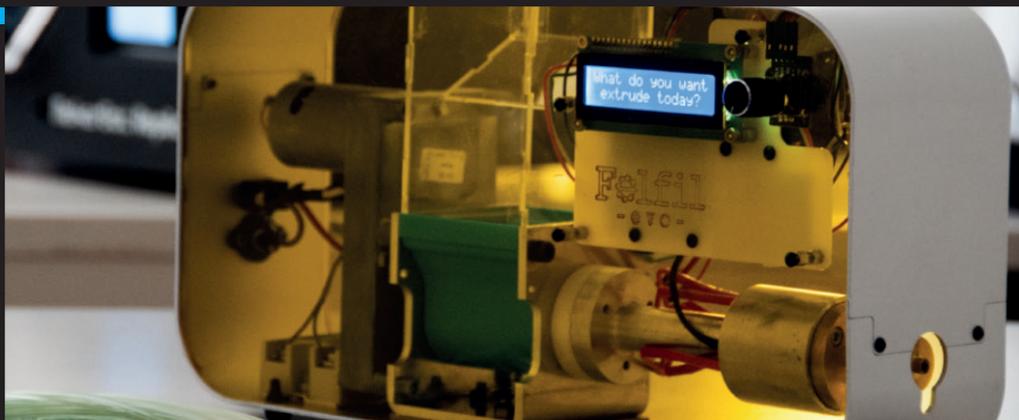
« La stampa 3D ha bisogno di un filamento omogeneo »

PLA, PE, ABS, HIPS e TPU senza problemi, trasformando i pellet di plastica in filamento che può essere riavvolto in bobine. In questo modo si evita di acquistare nuove bobine di filamento riutilizzando le plastiche già utilizzate per altre stampe o riciclando plastiche di altri utilizzi.

Uno dei materiali più comuni che ancora non è possibile estrudere è il PET, la plastica che compone buona parte delle bottiglie di plastica per le bevande. Questo materiale non viene estruso in maniera ottimale rimanendo sostanzialmente liquido una volta estruso. A questo problema ci stanno comunque lavorando e aziende come B-Pet<sup>60</sup> vendono bobine di filamento PET riciclato, rendendo chiaro che questo processo è possibile.

Per il momento si può lavorare con il PETG, dalle simili caratteristiche del PET ma meno comune da trovare nei prodotti plastici in commercio.

60. <https://bpetfilament.com/>



Il nuovo modello FelFil Evo

FelFil si colloca in una filiera del recupero della plastica in seconda posizione, dopo ad una fase in cui bisogna recuperare e sminuzzare il rifiuto plastico. In questo momento si può utilizzare FelFil inserendo il materiale nel suo serbatoio, da lì una vite senza fine appositamente realizzata lo spinge attraverso una camera riscaldata alla temperatura appropriata al materiale dove viene sciolto e alla fine esce da un ugello sotto forma di filamento che solidifica. Questo filamento può essere così utilizzato in una qualunque stampante 3D a tecnologia FDM al pari di una bobina di materiale nuovo. Il sistema FelFil è open source e sta continuamente migliorando con il passare del tempo, anche aiutato dalle idee e collaborazioni dei makers che lo utilizzano.

Partendo da un progetto che vuole ridurre gli scarti di plastica, vediamo come sia possibile continuare a migliorarlo ed

implementare le sue capacità grazie anche alla collaborazione del network che si crea attorno ad esso grazie alla condivisione open delle idee.



Vista del campo base dell'Everest

« Il monte Everest non detiene solo il primato di montagna più alta del mondo, ma anche quello di montagna più inquinata »

## I rifiuti in montagna

### (sull'Everest)

Esempi del cattivo comportamento in relazione ai rifiuti lo troviamo anche in alta quota, luogo in cui agire per riparare agli errori diventa molto più complesso di ogni altro ambiente.

Il monte che raggiunge la maggior altitudine sul nostro pianeta è l'Everest, ma non è il suo unico record. Infatti sulla sua superficie si stima ci siano all'incirca 12 tonnellate di rifiuti facendogli guadagnare anche il titolo di monte più inquinato al mondo. A comporre questo tipo di rifiuti c'è un po' di tutto, dagli involucri di plastica e scatolette del cibo, a volte con del cibo ancora al loro interno, a corde, ganci e picchetti, fino alle bombole d'ossigeno. L'associazione alpinistica Nepal Mountaineering Association ha stimato che ogni escursionista che scala

questa montagna produce in media 8 chili di rifiuti, per questo motivo ad ogni alpinista è richiesto di riportare i propri rifiuti a valle dove vengono pesati. Questa quantità è dovuta al periodo necessario per raggiungere la vetta che è di circa due mesi<sup>61</sup>.

Anche per monti meno alti e gettonati da parte degli alpinisti troviamo problemi simili, e iniziative che volgono lo sguardo ad un modo per poter ripulire l'area interessata. D'esempio è il rifugio Casati & Guasti a 3269 al Passo Cevedale in Valfurva (Lombardia). Questo progetto del 2017 è partito in seguito a segnalazioni della presenza di rifiuti vetrosi e metallici in due aree in prossimità del rifugio, probabilmente abbandonati dopo lavori di manutenzione avvenuti anni prima, dimenticati sepolti dalla neve e dal ghiaccio. Il progetto in questione ha quindi previsto di invitare i volontari ad aiutare a

61. A. Viola, P. Martin; Trash.Tutto quello che dovrete sapere sui rifiuti. Torino, 2017



*Una persona raccoglie i rifiuti lasciati dai tanti escursionisti che passano e li abbandonano*

trasportare i rifiuti, accumularli in big bag e farli agganciare da un elicottero che porterà a smaltire tutto a valle, il tutto entro un paio di giorni per evitare ulteriori danneggiamenti all'ambiente ed evitare che gli animali autoctoni passino a rosicchiare le big bag.

Risulta chiaro che il problema dei rifiuti è reale e consistente anche in alta quota, dove si dimostra ancora più difficoltosa la parte del suo smaltimento. Molto importante è quindi trovare il modo di ridurre ulteriormente i volumi di scarto generato, e soprattutto di disperderlo nell'ambiente.

*Quando uomini e montagne  
si incontrano, grandi cose  
accadono.*



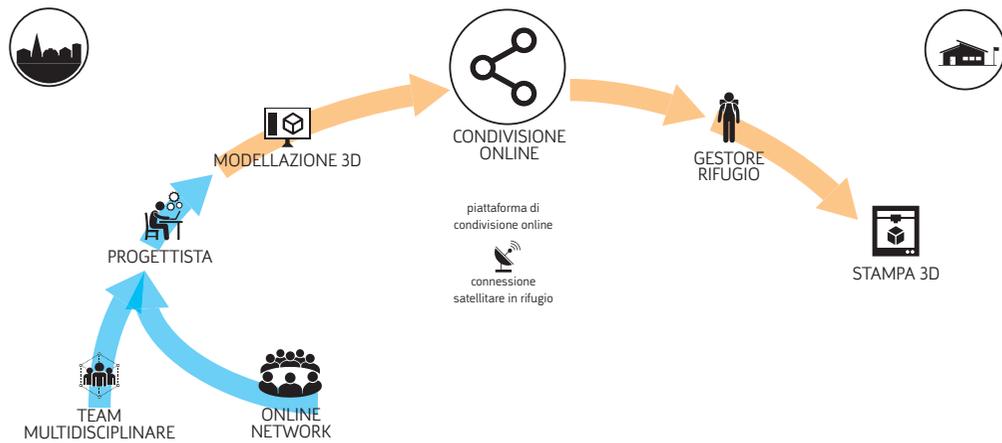


---

## Il progetto

Questa tesi si colloca come un punto di unione tra due ambienti comunemente molto distaccati. Da una parte troviamo la montagna, classicamente ambiente rilassante ed isolato dal mondo antropizzato e caotico, di stampo essenziale nei modi in cui si fruisce; dall'altra abbiamo l'innovazione tecnologica

---



Questo progetto nasce in seguito ad una ricerca sui bisogni non efficacemente risolti finora nell'ambiente alpino, unito alla curiosità per una sperimentazione nel mettere a disposizione un metodo innovativo basato sulla tecnologia in un ambiente che comunemente è totalmente scollegato con il resto del mondo ma che in casi sporadici sta iniziando ad avvicinarsi a sistemi innovativi.

L'analisi dei problemi principali che si riscontrano in montagna, insieme alla ricerca sullo stato dell'arte delle tecnologie utilizzabili ha portato allo sviluppo di un progetto volto ad una migliore gestione della struttura che è diretto di conseguenza alla sicurezza e ad una piacevole fruizione dei visitatori nell'ambiente alpino.

La metodologia utilizzata per questo progetto è il risultato di un percorso iniziato dall'analisi analitica di pubblicazioni scientifiche su piattaforme di ricerca di varie tipologie principalmente come database universitari. Dall'ingegneria dei materiali alla storia della montagna e dell'alpinismo, unito ai report

dei salvataggi in alta montagna da parte di squadre specializzate fino all'emergenza umanitaria più generale, indagando anche la logistica per il rifornimento di materiale verso ambienti e condizioni comuni e per casi di ambienti fragili o isolati sono stati considerati i punti cardine per il successo o il fallimento di tali processi.

La selezione delle fonti bibliografiche ha anche diverse provenienze geografiche, dall'Italia al Nepal, Stati Uniti e Singapore per poter avere una gamma di casi studio, le metodologie e i know-how utilizzati più ampi possibile. Questa ampia gamma di contenuti è stata una fase d'analisi necessari per avere una buona base tecnica e metodologica delle filiere e dei processi che vengono messi in pratica al giorno d'oggi.

In seguito sono stati ricercati ampliamenti e ulteriori notizie su vari siti web o social network ufficiali dei gruppi di ricerca o delle aziende maggiormente impegnate in quel determinato settore, per avere un aggiornamento sullo stato dell'arte, attività, su progetti o aggiornamenti non ancora

pubblicati rispetto agli stessi progetti inizialmente analizzati.

Il passaggio seguente, una volta definito lo scenario e deciso l'ambito d'intervento, è stato quello di verificare i dati e le ricerche attraverso vari incontri faccia a faccia, email e chiamate al telefono con addetti ai lavori come i responsabili delle organizzazioni o di progetti come CAI, CNSAS o Communitere, con alpinisti e frequentatori della montagna sulle loro esperienze e richieste, fino ai diretti interessati che gestiscono i rifugi con esperienze e background di diversa tipologia per poter convalidare o trovare nuove problematiche a necessità irrisolte in questo ambiente di lavoro.

In seguito all'analisi olistica del rifugio alpino da più punti di vista possibile è stato possibile definire i problemi principali sui quali focalizzare l'attenzione per poter creare una leva per il cambiamento del contesto alpino.

Una fase di visita del luogo in cui agire è stato molto importante per mettere mano ai materiali, agli usi e ai tempi che si vivono in rifugio alpino.

Un ambiente familiare, che deve trasmettere calore, in cui gli escursionisti si godono un momento di tranquillità e il personale che gestisce la struttura deve correre tutto il giorno per garantire un servizio di qualità alla clientela si presenta come ottima palestra in cui provare ad implementare l'uso di tecnologia per l'additive manufacturing laddove non si ha del tempo per lasciare la struttura ed andare ad acquistare un componente da sostituire. Oltre a questo gli spazi del rifugio sono importanti, riuscire a diminuire gli ingombri di materiale non

necessario nel magazzino è un fattore di prim'ordine. Andando ad eliminare dei componenti replicabili solo nel momento in cui sono richiesti andrebbe a risolvere questo problema. Inoltre la possibilità di ridurre i volumi di rifiuto di plastica sembra un fattore piuttosto allettante per la gestione della struttura, che dovrà curare meno questo ingombro potendo invece gestire la materia per un suo uso direttamente sul luogo.

Il processo che si va a descrivere è puramente esplicativo, ma può essere ampliato per maggior aiuto nei confronti di chi svolge questo duro lavoro. Infatti deve essere ampliata la gamma di possibilità per chi vive in ambienti isolati. Grazie alle connessioni internet e alla volontà di molti utenti di condividere i propri modelli è possibile avere a disposizione in ogni luogo ciò che è necessario. Questa ulteriore possibilità di poter produrre ciò che serve viene proposta ed incoraggiata, ma non analizzata come proposta per nuovi elementi puramente stilistici e non necessari alla struttura, come potrebbero essere sottobicchieri, copri bottiglie, elementi per proteggere le serrature esterne dalla neve, fino a plafoniere dei pulsanti di accensione della luce in materiale fluorescente, tutti prodotti che potrebbero avere un buon livello di utilità e risoluzione di determinati problemi insieme alla possibilità di riutilizzare la plastica riciclata per questi.

**Il progetto di questa tesi sarà quindi riguardante la produzione rapida digitale di prodotti utili alla manutenzione del rifugio alpino, applicato come alternativa alla logistica classica di reperimento dei materiali.**

## 6.1 Scenario

### descrizione

.156



L'area d'interesse del progetto è stata definita nel **rifugio alpino**, base per alpinisti edificata in alta montagna. **Luogo isolato raggiungibile lungo sentieri impervi**, che richiede un grande dispendio di energie per essere raggiunto e un'attenzione particolare per essere gestito e messo a disposizione ai clienti ad un livello ottimale. Il rifugio alpino si colloca come frontiera ultima prima di una vetta, in modo da consentire il riposo agli alpinisti prima dell'attacco alla vetta stessa o per consigliare vie alternative e altre attività da svolgere sul territorio.

Il rifugio si erge in un luogo isolato, rendendo inevitabilmente necessario attrezzarlo per un autosostentamento quanto più completo possibile. Necessita di attrezzatura sicura e versatile, oltre che facile da utilizzare e il più compatta possibile. Il personale che lavora all'interno della struttura, che si considera già come esperto nel settore e con la passione per la vita alpina, deve essere agevolato per quanto possibile nella gestione dell'attività d'accoglienza agli escursionisti e della struttura stessa.

Per poter mettere a disposizione un sistema di supporto alle attività del gestore sono state analizzate le **problematiche più ricorrenti** delle strutture d'accoglienza d'alta quota e possono essere suddivise in varie

macro categorie: riguardo le **dotazioni della struttura, le sue normative e la gestione, la gestione dei rifiuti**, considerando anche il controllo e la **sicurezza** fino all'**educazione dei clienti** che ricevono un servizio.

Iniziando dalle dotazioni, intese come l'attrezzatura tecnica che consente il corretto svolgimento della vita in rifugio, si sottolineano vari fattori che possono compromettere il corretto funzionamento della struttura andando di conseguenza ad interferire sulla qualità del rifugio e dei suoi servizi.

Considerando inizialmente gli impianti elettrico, idrico e di riscaldamento, in caso di rottura di un componente il primo problema è quello di trovare il punto di rottura. Una volta trovata la causa del problema, il rifugista dovrebbe passare alla fase di manutenzione, che per casi di danni "straordinari" (non di piccole parti, delle quali si hanno scorte in loco), richiede del tempo e un investimento sostanzioso per poter richiedere una sostituzione apposita da fondo valle con materiale e lavoro da parte di personale specializzato.

Gli stessi impianti devono essere mantenuti in funzione durante tutto il periodo di apertura che per alcuni rifugi comprende l'intero arco dell'anno, in luoghi in cui la temperatura può arrivare molto sotto gli

0°C con la neve che copre l'apparecchiatura. Per ovviare quanto possibile a questo problema vengono utilizzati degli appositi sistemi di riscaldamento sulle superfici delle attrezzature per sciogliere la neve (ad esempio sui pannelli solari per poterli avere in funzione) o impedire il congelamento di tubi. All'interno dei rifugi non gestiti nel periodo invernale possiamo trovare il locale invernale appositamente adibito per il ricovero di emergenza, in questi casi però nessuna delle attrezzature è lasciata in funzione ed i tubi e le cisterne vengono preventivamente svuotate per evitare rotture in situazioni non controllate.

Le apparecchiature utilizzate richiedono anche costanti rifornimenti o smaltimenti, in primo luogo il generatore ha bisogno di essere rifornito di diesel, il quale va correttamente immagazzinato fino al suo impiego. Anche per quanto riguarda le cisterne d'acqua vanno sempre controllate e riempite, allo stesso modo il sistema fognario e di fossa biologica va mantenuto e smaltito correttamente per evitare dispersioni nell'ecosistema.

Alcune problematiche derivano dalle normative sulla sicurezza, sull'igiene e sulla gestione. Iniziando dal fatto che l'elicottero, mezzo con cui avvengono più frequentemente i rifornimenti in alta montagna, non può volare con determinate condizioni atmosferiche come scarsa visibilità e maltempo, causando possibili disagi alle persone in rifugio. Questa problematica non avviene solo ritardando le consegne di provviste, ma colpisce anche gli operatori del Soccorso Alpino che dovranno attuare un'altra strategia per raggiungere un eventuale luogo d'incidente.

Dal punto di vista normativo all'interno del rifugio, negli ultimi anni sono stati necessari

alcuni interventi per mettere a norma le strutture. Questo ha in alcuni casi creato **dibattiti sullo scopo del rifugio e sulla figura che deve dare**, cercando di capire se un ampliamento architettonico dovesse essere tecnologicamente avanzato e riconoscibile o cercare di mimetizzarsi e mantenere una tradizione più storica. In ogni caso questo tipo di cambiamenti modifica anche la tipologia di servizi offerti in rifugio, insieme ad una maggiore attenzione verso nuovi dettagli che precedentemente non venivano considerati perchè il luogo era apprezzato come "spartano", costringendo la gestione della struttura ad aumentare l'impegno verso il comfort, l'igiene e la cura degli spazi e della scelta gastronomica oltre a tutte le altre attività che svolgeva per escursionisti che in questo modo ricevono (e richiedono) servizi sempre più curati.

Un punto di interesse per il gestore è quello di riuscire ad adattare se stesso e il rifugio in base alle necessità degli utenti che frequentano la struttura. Come visto nel capitolo degli Utenti (pag. 58), ognuno di essi ha diverse necessità di orari e diverse richieste di tipo di vitto e alloggio richiedendo pasti più o meno ricercati ad

.157



Capanna Corno Gries, 2.338 m s.l.m., Bedretto, Svizzera

## CONTROLLO E SICUREZZA

- ! Non è possibile controllare l'arrivo degli escursionisti
- ! Non è possibile controllare le condizioni giornaliere
- ! Sportivi e alpinisti sono sempre alla ricerca di nuove emozioni, spesso pericolose

## NORMATIVE E GESTIONE

- ! Nuove leggi richiedono adeguamenti architettonici
- ! L'elicottero non può volare con determinate condizioni atmosferiche
- ! adattare gli orari dei pasti e organizzare le stanze per diverse necessità
- ! adattare gli eventi e i tipi di besande al tipo di clientela

## DOTAZIONI

- ! Senza gas, acqua e WC nel locale invernale
- ! Rifornimento gasolio
- ! Pannelli solari coperti dalla neve in inverno
- ! La disponibilità d'acqua dipende da clima e stagione
- ! Copertura telefonica e internet non cesa a tutti i rifugi
- ! Difficile trovare la rottura negli impianti
- ! La temperatura non controllata non consente la conservazione migliore del cibo
- ! La bassa temperatura compromette il corretto funzionamento dell'attrezzatura

## EDUCAZIONE CLIENTI

- ! I clienti si aspettano gli stessi servizi di un albergo, a basso prezzo
- ! Standard più elevati = maggiori costi di gestione
- ! Non più pasti energetici, scelte ricercate
- ! Turista generalmente poco informato e consapevole
- ! Turista spesso poco preparato e non correttamente attrezzato
- ! L'escursionista non è sempre consapevole anche se ben attrezzato
- ! L'alpinista ha consapevolezza dei propri limiti e potenzialità
- ! L'alpinista utilizza attrezzatura obsoleta e poco sicura

## RIFIUTI

- ! Molto influenti nei costi di gestione (trasporto a valle)
- ! Molto influenti nella gestione degli spazi
- ! Gli escursionisti abbandonano i rifiuti lungo il tragitto

## Raggruppamento problematiche per area tematica

orari differenti, obbligando il personale della struttura a lavorare per orari prolungati per poter accontentare tutte le diverse richieste dei visitatori, confermando i racconti dei rifugisti sul loro impegno e sul duro lavoro nell'essere gli ultimi ad andare a dormire e i primi a svegliarsi per poter garantire a tutti ciò che richiedono.

Il problema dei rifiuti è una questione molto delicata, soprattutto in un luogo fragile come la montagna. Popolata da escursionisti poco attenti e consapevoli, capita che abbandonino i loro rifiuti lungo i sentieri o utilizzino i bidoni presenti in rifugio (qualora presenti) anziché riportare i rifiuti a valle come sarebbe opportuno fare. Questo tipo di atteggiamento, unito alla produzione di rifiuti dell'attività di rifugio, va a creare una considerevole quantità di materia che va correttamente stoccata in un luogo adatto finché non verrà portata a valle e smaltita. Per risolvere parte di questo problema i gestori cercano solitamente di trasportare in quota i prodotti con meno packaging

possibile avendo meno volume da gestire sia negli spazi di magazzino che poi nel trasporto a valle. Solo una minima parte di questi rifiuti può essere reimpiegata in loco, ovvero la carta per le stufe che in questi luoghi sono accese anche nelle serate estive, oppure parte di rifiuto organico può essere compostato ed utilizzato come fertilizzante se la struttura coltiva anche un orto e riesce ad averne cura.

Un'ultima categoria di problematiche riguardano il cliente, in parte nella sua educazione e nelle sue richieste e in parte nella sua sicurezza. Gestendo una struttura con servizi che vengono curati quanto più possibile, ma comunque in alta quota, non è sempre possibile rispondere positivamente alle loro richieste. Inoltre delle problematiche sorgono in base alla loro consapevolezza del luogo in cui sono, dell'attrezzatura da utilizzare, del comportamento da mantenere e delle proprie capacità fisiche e mentali per affrontare un'escursione. Questi fattori giocano un ruolo importante anche per la loro sicurezza, insieme a quella dei

soccorritori che dovranno arrivare in aiuto in casi d'emergenza.

Per risolvere alcune di queste problematiche possiamo rivolgere il nostro sguardo altrove e vedere come sono state gestite situazioni che potrebbero avere gli stessi svolti evolutivi d'azione. Come abbiamo visto nell'uso della stampa 3D in situazioni di emergenza umanitaria e nello specifico caso studio di *FieldReady* in Nepal, riuscire a portare una stampante 3D sul posto in cui è richiesta della manutenzione può aiutare in gran modo chi ci vive evitando i tempi e i costi della logistica, insieme al fatto di poter creare il prodotto customizzato su misura per la specifica necessità e averne in quantità che effettivamente occorre senza stock o prodotti delle dimensioni sbagliate e quindi non utilizzabili.

L'importanza del fattore tempo nel caso del rifugio alpino, così come per i villaggi in aree isolate è una condizione di cui sono abituati e rassegnati, l'abitudine e la forza di volontà, legate alla tradizione di questa metodologia

d'azione spinge queste persone a continuare in questa maniera.

Esattamente come l'impegno del personale del rifugio per l'accoglienza si è visto tendenzialmente invariato per molti anni fino ad un paio di decenni fa in cui le richieste dei clienti, la tipologia di fruizione, il tipo di servizio richiesto e offerto sono cambiati, anche la logistica può e dovrebbe cambiare. **Un cambiamento che faciliti la vita a chi lavora in alta quota, che permetta di pensare meno al rifornimento e di più al servizio alla clientela e ai rapporti con loro, per riprendere un rapporto più umano anziché dover correre a reperire materiale e controllare la struttura. Un sistema che renda la struttura più autosostenibile e connessa e cancelli parte del problema di questo isolamento e questa distanza** quando si necessita di qualsiasi qualcosa da fuori, lasciando solo i lati positivi per godersi il paesaggio e la natura e il suo relax.

Il rifugio alpino rimane in ogni caso in un ambiente isolato e difficilmente accessibile,

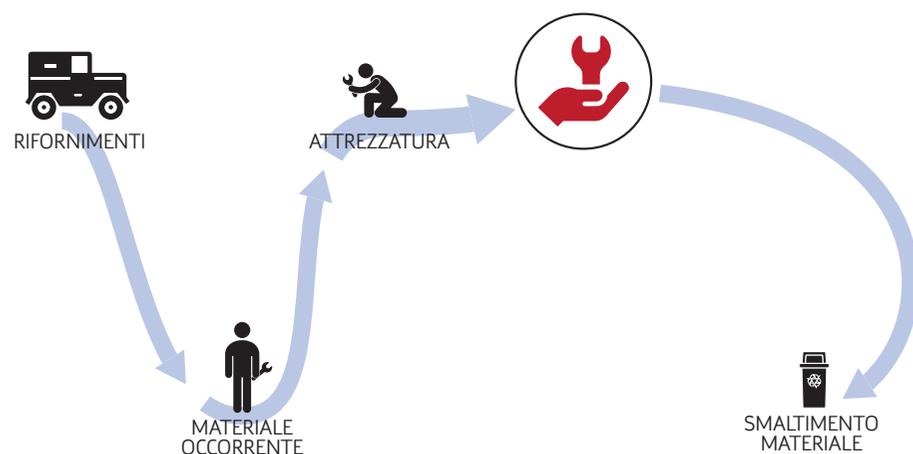


*Prati di Prato Piazza, Braies BZ*

anche se collegato alla rete internet o a pochi minuti di elicottero dalla città più vicina. Il viaggio che si deve intraprendere per lasciare il rifugio e tornarci richiede un gran dispendio di tempo ed energie in ogni caso, può significare anche un grande esborso di denaro per l'utilizzo dell'elicottero o dei mezzi più convenzionali come il fuoristrada o la motoslitte, ed a questo si aggiunge il fattore temporale in cui una persona che è solitamente il gestore del rifugio non sarà presente nella struttura. Questa assenza in un periodo di bassa affluenza turistica può essere piuttosto irrilevante, la mancanza di una persona per una giornata non fa veramente la differenza in questo caso, ma quando si è in alta stagione e il manager della struttura si deve assentare, l'intero staff deve riuscire a coprire le mansioni che si vanno a lasciare libere.

Oltre a questo, i lavori di manutenzione richiedono grande manualità e conoscenza della struttura. Grande attenzione nel trovare i problemi e nel sapere come trattarli. Ovviamente questo va a rubare del

tempo all'attività di gestione ordinaria e di accoglienza per spostare l'attenzione sul problema e sul modo per risolverlo.



## Manutenzione

Dalla fase di analisi del rifugio era emersa la responsabilità del gestore di occuparsi della manutenzione ordinaria della struttura alpina e dei sentieri ad esso limitrofi, ma nello specifico non era stato specificato nessun tipo di vincolo, consiglio o tempo per svolgere questo tipo di attività.

Gli incontri e i dialoghi con chi lavora in queste strutture ha fatto un po' di chiarezza a riguardo, anche se per loro conto considerano questo passaggio come una parte puramente naturale delle mansioni del rifugista, e per questo si percepiva la loro abitudine a trattare questo tipo di problematiche. Nonostante ciò, si sono dimostrati aperti e positivi verso una possibile alternativa per poter semplificare questi passaggi.

Come descritto nel regolamento dei rifugi del CAI e confermato dai lavoratori in alta quota, in ogni rifugio **il gestore si occupa personalmente della manutenzione ordinaria sul luogo**, dal tubo che perde alla sedia rotta, mentre per casi straordinari vengono chiamati professionisti da valle per

eseguire i lavori.

Nel magazzino del rifugio hanno sempre una scorta di pezzi e attrezzature d'emergenza, necessarie alle lavorazioni più frequenti. Se il pezzo non dovesse essere presente il rifugio, il gestore lo va a cercare in un negozio a valle.

Per i casi di rifugi in aree non particolarmente isolate (come differenziato nel capitolo Rifugi la differenza tra rifugio e rifugio alpino), meglio collegati a strade e ai centri abitati non è un particolare problema in quanto un addetto del personale può scendere comunque molto frequentemente, anche una volta a settimana per i rifornimenti in inverno e quasi tutti i giorni per le provviste in estate, se dovesse essere un pezzo particolarmente importante il gestore lascerà il rifugio per andare a reperire il componente.

In ogni caso il rifugio non resta mai non gestito, in rifugio ci sono sempre altri 3 o 4 dipendenti durante tutto il periodo di apertura, che in base alle dimensioni e alla portata del rifugio possono arrivare fino a 10 come a 25 in periodo estivo.

## La logistica per la manutenzione

Questa fase di analisi riguardante la parte di logistica e processi coinvolti nella manutenzione ordinaria e straordinaria del rifugio alpino risultano quantomeno necessarie per poter avere un'idea chiara del funzionamento del rifugio nel suo complesso. Dalle ricerche e dalle interviste intraprese i risultati erano vaghi sul tema della manutenzione, definendo a carico del rifugista i lavori ordinari di piccole riparazioni e a carico del CAI processi più impegnativi.

Principalmente il gestore del rifugio conosce la struttura e i suoi impianti e sa come fare le riparazioni, conosce i punti deboli ed è preparato in casi di rotture di piccola entità.

Per casi straordinari in cui l'intero sistema non funziona più sono costretti a far intervenire degli addetti esperti, che essi siano un idraulico o un tecnico di impianti termici, appositamente chiamati da valle per sistemare o sostituire l'impianto.

Per i casi di manutenzioni è importante capire se è stato preventivamente acquistato e, in tal caso, cosa viene tenuto come stock in magazzino per poter agire nell'immediato momento che segue una rottura, o in caso contrario se è necessario reperire il pezzo o l'attrezzo necessario per il lavoro nel momento seguente la rottura. In questo caso comunemente il gestore stesso o qualcuno dello staff è incaricato di reperire il necessario e portarlo in rifugio, l'incaricato deve abbandonare la struttura per reperirlo da fondovalle nel momento più idoneo in base alle necessità che ci sono in quel momento in rifugio e all'urgenza di aggiustare il componente non funzionante.

In alcuni casi questo può voler dire scendere dalla montagna, reperire il materiale occorrente e risalire il più velocemente possibile durante gli orari con meno afflusso di persone, oppure aspettare i giorni meno affollati (magari durante la settimana) o perfino un determinato periodo dell'anno come potrebbe essere a fine stagione per svolgere tutti i lavori di manutenzione di componenti non critici e fondamentali per l'andamento dell'attività e il comfort degli utenti in una volta sola.

In ogni caso il rifugio non rimane mai senza gestione, anche nelle stagioni meno affollate resta sempre qualcuno a garantire i servizi classici.

Come abbiamo visto nel capitolo dedicato al rifugio alpino, nella sezione dei rifornimenti è stato visto come e quando devono essere programmati e avvengono per garantire la quantità di risorse necessarie a svolgere le attività di ristorazione e accoglienza agli escursionisti, ovvero rifornimenti alimentari di provviste di cibo sia a lunga conservazione che prodotti freschi e bevande, e del materiale utile al pernottamento notturno come coperte, cuscini e sacchi lenzuolo quando vengono portati a lavare in città.

Ricapitolando in breve i passaggi per i rifornimenti ordinari di materiale avvengono secondo questi passaggi:

gli articoli vengono acquistati da un magazzino grossista o ordinati online e ritirati presso il punto vendita più comodo, trasportati in furgone verso il magazzino del rifugio a valle e scaricati sul posto; dal magazzino del rifugista viene caricata la jeep e portato il carico il più vicino possibile al rifugio.

Se il rifornimento è destinato ad un rifugio di alta quota non raggiungibile da mezzi rotabili, raggiunta una specifica destinazione viene scaricata la jeep e i rifornimenti vengono caricati su motocarriola per portarli ad un impianto a fune o all'elicottero che porterà i rifornimenti in quota verso il rifugio. Arrivati nei pressi del rifugio il materiale viene scaricato e caricato su una motocarriola, con la quale si portano le provviste nel magazzino del rifugio, e da lì si smistano in cucina, bar, frigo, ecc.

In maniera simile per la manutenzione funziona secondo questi passaggi:

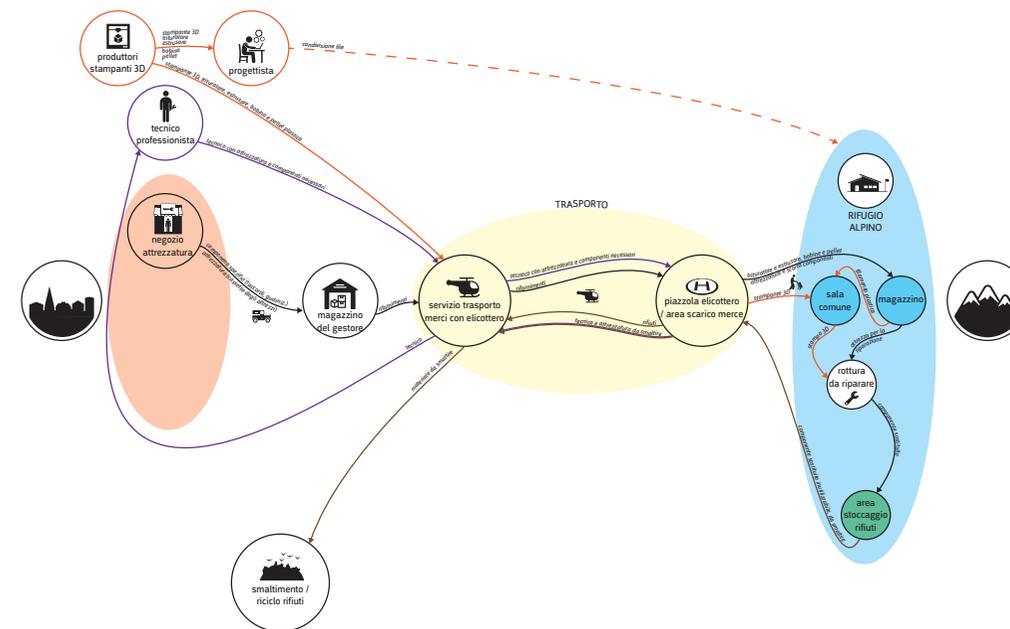
ad inizio stagione il gestore acquista presso un grossista degli elementi standard in previsione a possibili rotture o malfunzionamenti, principalmente per apparecchi ed impianti critici al funzionamento della "macchina-rifugio" come possono essere viti e bulloni, guarnizioni per i tubi e tutto quel materiale che può servire ad aggiustare precariamente una rottura finché non si sostituisce il pezzo danneggiato, come nastro isolante, colla. Questo materiale viene incluso nel "pacco" con i rifornimenti ordinari, segue lo stesso percorso per poi essere smistato nel magazzino del rifugio verso il luogo che più si addice a questa tipologia di merce, in concomitanza dell'attrezzatura presente in rifugio ed eventuali rifornimenti avanzati dalla stagione precedente.

Per la manutenzione si può aggiungere però il viaggio non programmato per reperire il materiale. Se questa necessità avviene in un momento in cui i rifornimenti sono previsti entro un breve periodo, la routine

sarà piuttosto ordinaria. Il gestore, o chi per lui, nel momento in cui va a ritirare il materiale andrà a procurarsi anche il pezzo richiesto sfruttando un singolo viaggio per i rifornimenti ordinari e il recupero del pezzo di scorta e manutenzione.

Nel meno fortunato caso in cui i rifornimenti sono previsti per un periodo non vicino al momento della rottura ed il pezzo è critico per il funzionamento di un determinato impianto della struttura, il gestore dell'attività si deve attivare per rintracciare il componente. In questo caso lascerà la struttura nel momento più opportuno secondo l'andamento dei flussi di clienti per scendere a valle, acquistare il necessario e tornare in rifugio. Per questi casi chi lavora in rifugio ha spesso a disposizione jeep e motoslitte per poter raggiungere la strada più vicina nel minor tempo possibile. Per rifugi in ambienti più isolati il gestore dovrà prendere il tempo e l'impegno di scendere e poi risalire a piedi investendo parecchie ore ed energie, l'unica alternativa è richiedere un rifornimento straordinario con l'elicottero che significherebbe un grande esborso economico che solitamente avviene solo per casi di manutenzione straordinaria di pezzi critici di primaria importanza.

Arrivato alla parte applicativa del progetto ho voluto provare io stesso a reperire del materiale utile alla manutenzione in rifugio. Per fare questo mi sono recato in 3 ferramenta e un grande magazzino per reperire dei campioni da riprodurre digitalmente. Per quanto riguarda i componenti base come guarnizioni, viti e bulloni non ci sono stati problemi, ma chiedendo pezzi meno



standard e comuni come un raccordo a baionetta (di due tipi come connettore per bombole del gas, fusti della birra o per impianti a pressione) non è stato facile reperirli. Questo problema di reperimento del componente si andrebbe ad aggiungere al già impegnativo fatto di dover lasciare il rifugio per reperire il materiale o chiedere a qualcuno un determinato pezzo per farselo poi portare nel minor tempo possibile.

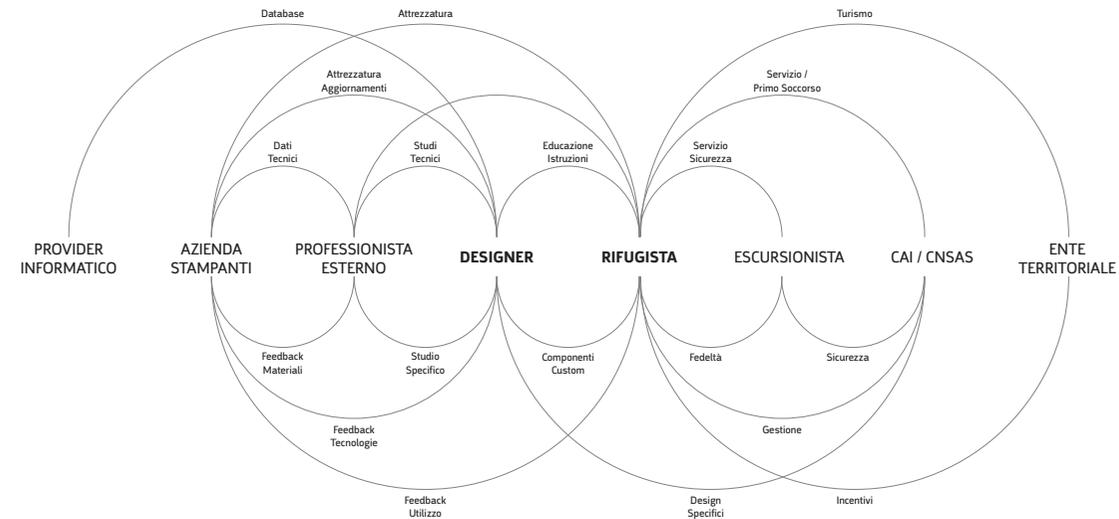
Abbiamo visto quindi come la richiesta anche del più semplice pezzo per una sostituzione possa creare un grande **problema di tempo, logistica, risorse e denaro** per poter rispondere efficientemente, andando a spostare l'attenzione di chi lavora su problematiche non previste e costringendo

parte del personale a occuparsi di mansioni che sono comunemente gestite dal rifugista nel momento in cui dovrà assentarsi per il reperimento del materiale, così come nel momento in cui dovrà eseguire l'effettivo lavoro di manutenzione.

## 6.2 Target

### attori coinvolti

.166



167.

Il target di progetto è focalizzato sul gestore di rifugio alpino, aperto all'innovazione e con la voglia di portare un nuovo metodo all'interno della propria attività.

Con una breve "lezione" gli si insegna ad utilizzare i macchinari, scelti per il loro facile utilizzo, e a richiedere eventuali pezzi mancanti al designer e al network di supporto nel modo corretto.

I rifugi che maggiormente possono trarre beneficio da questo metodo sono quelli più isolati geograficamente e scollegati dall'ambiente antropizzato, e possono in questo modo evitare di farsi portare i pezzi da sostituire o scendere a trovarli in negozio, risparmiando del tempo e dei costi che possono arrivare a cifre importanti. Per i rifugi allacciati alla rete elettrica la soluzione è particolarmente facile da attuare, per quelli

alimentati a energia solare o generatori diesel le stampe vanno ponderate in base alle possibilità degli impianti.

## 6.3 Concept

.168



Il progetto si propone come **alternativa al sistema logistico classico dell'ambiente d'alta quota da attuare in caso di manutenzione di componenti replicabili**. Si vuole portare innovazione all'interno del rifugio alpino inserendo i processi di prototipazione rapida al fine di agevolare la gestione e la fruibilità della struttura, aiutando a garantire i servizi anche in casi di problemi più o meno complessi legati alla struttura senza che il gestore abbandoni l'edificio per sistemare il problema.

Attraverso la collaborazione di un progettista aiutato da un team multidisciplinare esperto **si porta una metodologia che va ad unirsi all'esperienza del gestore del rifugio alpino** si da un'opzione ulteriore alla risoluzione di problemi in cui si può incorrere nella gestione della struttura e dell'accoglienza degli utenti. Questo metodo vuole dare la possibilità di **aumentare l'autosostentamento** della struttura d'accoglienza in alta quota, **un metodo da utilizzare per produrre sul posto i componenti essenziali** al lavoro di manutenzione.

A fronte delle possibili necessità viene preparato un database di prodotti pronti per la stampa, che in ogni situazione emergente può essere ampliato con nuovi modelli tridimensionali da un progettista per forme complesse che si adattino alla richiesta e alle necessità e con il coinvolgimento di makers, modellatori e ingegneri per la creazione di modelli standard.

Questo vuol dire **mettere a disposizione un modello produttivo (strategie, strumenti e tecnologie) da utilizzare sul luogo per garantire una fruibilità sicura**, consentendo al personale di poter svolgere con più facilità le operazioni classiche anche in casi di emergenza, potendosi concentrare sui servizi e sulla comunicazione con i clienti mentre il macchinario di stampa 3D produce il componente da sostituire.

Questo sistema deve anche creare una catena di valore aggiunto attraverso l'utilizzo della tecnologia di *rapid prototyping* più adatta a questo ambiente sfruttando quindi sinergie di ricerca, formazione e innovazione unendo il know-how del gestore della

struttura, il migliore modello stampabile in base alle funzioni che deve svolgere, la scelta corretta dei materiali e la ripresa della coscienza dell'ambiente in cui si lavora. L'intero processo porta vantaggi a chi lavora in ambiente alpino garantendo maggiori sicurezza, ma anche a gran parte degli attori coinvolti nel settore dell'*additive manufacturing*, avendo di fronte nuove sfide per il futuro, nuovi materiali e nuove tecnologie da implementare per poter applicare in un futuro prossimo.

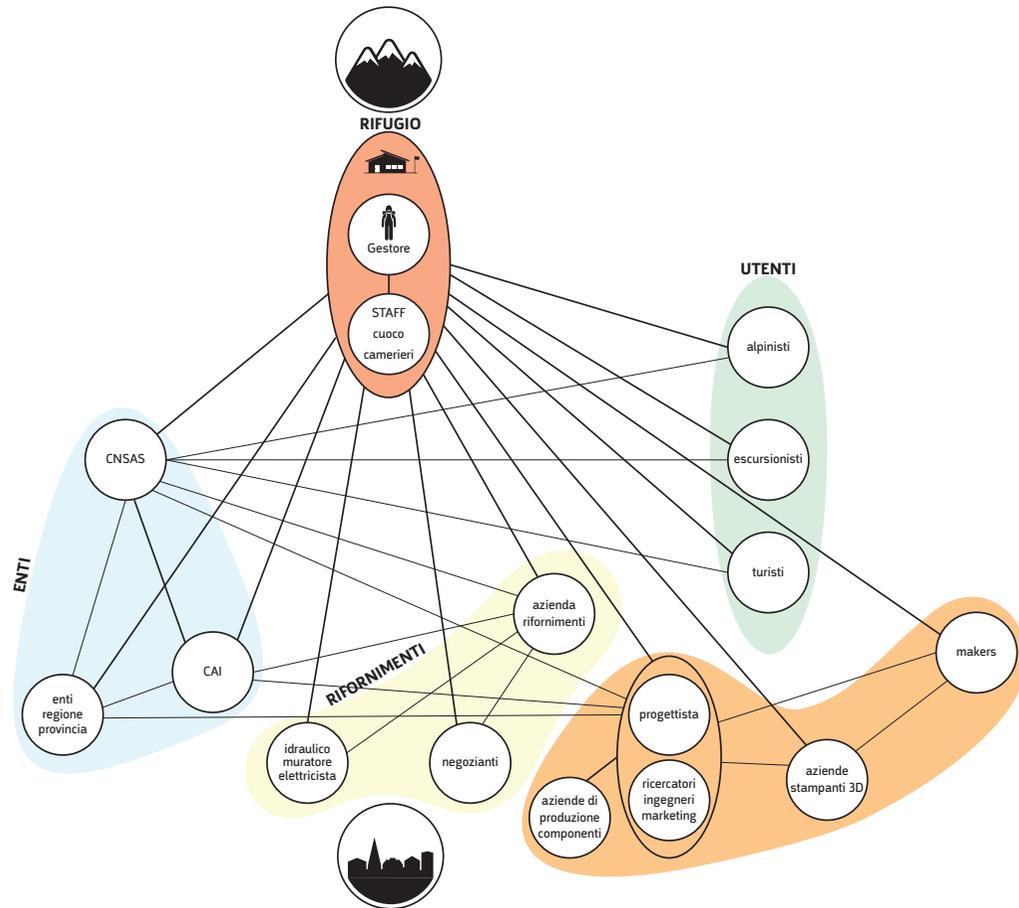
.169

*« Si mette a disposizione un modello produttivo (strategie, strumenti e tecnologie) che unito all'esperienza del gestore viene utilizzato sul luogo per garantire una fruibilità sicura »*

## 6.4 Proposta

### sviluppo progettuale

170



La fase di proposta di progetto è stata sviluppata in collaborazione con alcuni gestori di rifugi per analizzare gli specifici impianti presenti nelle strutture e lo storico della loro manutenzione, con l'intento di prototipare e testare in loco i componenti appositamente disegnati per l'esigenza di un determinato rifugio.

Proprio come è successo nella situazione

del rifugio Teodulo che all'inizio del mese di gennaio è rimasto vittima di forti nevicate che hanno isolato maggiormente la struttura e tutti gli accessi ad esso penso sia importante **avere a disposizione una metodologia per poter contrastare possibili inconvenienti non legati alla quotidianità**. In questa situazione particolare la clientela era assente ed il rifugio chiuso, ma la sua

gestione interna deve continuare ad essere mantenuta attiva. Questa struttura edificata a 3300 m s.l.m. è particolare per la fortuna di essere collegata alla rete elettrica centrale attraverso la funivia che si trova a poche centinaia di metri da esso, ma trovandosi a tale altitudine e con condizioni come quelle attuali non può avere a disposizione nessun tipo di supporto dal mondo esterno finché la situazione non migliora.

Qualsiasi cosa accada in questo momento in rifugio, deve essere gestita in maniera autonoma con ciò che è già presente.

La stampante scelta per la produzione di manufatti è prevista per una di tipologia FDM per via della sua accessibilità economica di fascia medio-bassa ma con caratteristiche tecniche e gradi di precisione nella stampa accettabili per gli utilizzi previsti con un costo che si aggira attorno a € 3.000, grazie alla sua facilità di preparazione, di utilizzo ed il suo buon rapporto con la scelta di materiali da poter utilizzare.

Il macchinario occupa uno spazio contenuto, di circa 34x 50x 60 cm, dev'essere posizionato all'interno di una stanza che mantenga una temperatura non inferiore ai 10°C quando in funzione per poter consentire il corretto funzionamento dell'estrusore del filamento plastico della stampante 3D e per consentire una corretta aderenza del filamento estruso al piatto di stampa. Viene eliminata l'opzione di tenere questi macchinari in funzione in una zona di magazzino non riscaldata ma piuttosto propendere per una posizione nella sala comune dove la temperatura è maggiore e stabile. In questo modo è possibile per ogni visitatore vedere il funzionamento di tali tecnologie, potenzialmente interagire con esse e se interessati chiedere allo

171.  
« La condivisione avviene attraverso internet, quella cosa che cliccando ti porta dovunque »

staff del rifugio informazioni riguardo il funzionamento e il progetto.

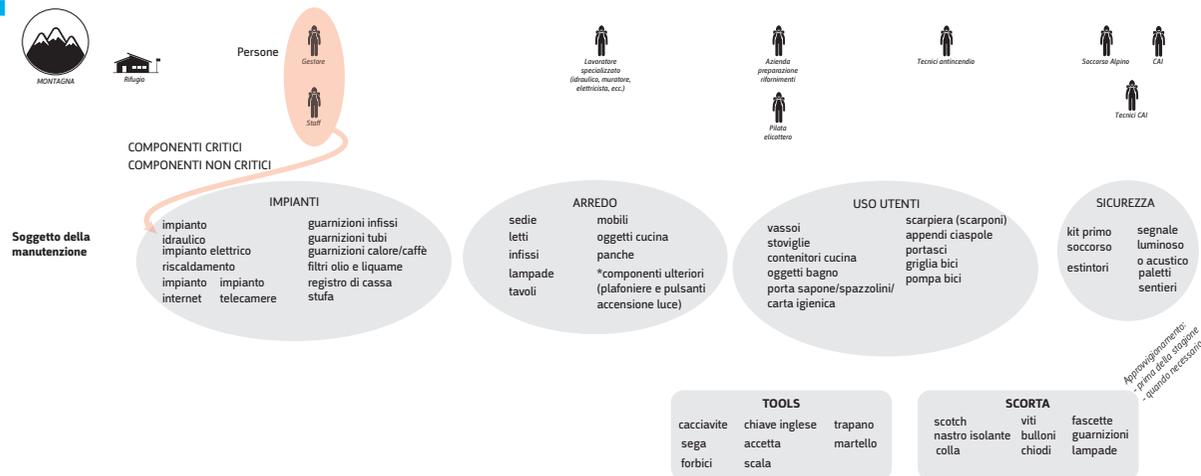
Grazie all'esperienza nella gestione di una struttura alpina dei rifugisti con cui ho avuto modo di interagire è stato deciso di replicare digitalmente alcuni componenti che hanno più propensione a necessitare di manutenzione o particolari componenti non standard che si reperiscono meno facilmente sul mercato.

Tre classi di componenti critiche sono state inizialmente individuate:

- raccordi e snodi di impianti idrici.

In particolare le parti con attacchi non standard come possono essere quelli a baionetta, per questo caso i limiti tecnici attuali dei materiali stampabili con tecnologie FDM ne impediscono la fabbricazione digitale, non garantendo capacità meccaniche adeguate sotto il grande sforzo di pressione che si va ad esercitare su di essi, prodotti che potrebbero essere stampati con macchinari SLM che risulta poco logico installare in questo tipo di ambiente per il suo elevato costo che non spiegherebbe la stampa di alcuni componenti in metallo per la manutenzione della struttura e per l'ingombro importante della struttura del macchinario, oltre al consumo energetico decisamente eccessivo per l'ambiente in cui operiamo.

Raccordi e snodi standard che non devono



sopportare forti pressioni possono essere replicati con il filamento plastico più adeguato, garantendo il vantaggio di non dover pensare a reperire il materiale in precedenza e non averlo in magazzino inutilmente per molto tempo.

- guarnizioni, una delle componenti che più facilmente si usurano. Si trovano in molte parti di impianti, tra cui negli stessi raccordi tra tubazioni idriche, agli innesti di bombole a gas sia per la cucina che per i fusti di birra, per le macchine del caffè.

- pezzi non standard, ovvero tutti quei pezzi che possono essere soggetti a rotture e non sono componenti che si reperiscono singolarmente. Con questo si intende per esempio solo un particolare di un mobile o di un attrezzo, da un pezzo di gamba o schienale di una sedia all'impugnatura di una pala per la neve. Stampando e sostituendo solamente il pezzo danneggiato si evita così di dover buttare l'intero prodotto e doverlo riacquistare o eseguire un lavoro

manuale di adattamento di un altro pezzo o del materiale grezzo.

Per queste classi di componenti abbiamo principalmente due modi per agire:

per i pezzi standard avviene una fase di *reverse engineering* in cui tutti questi componenti vengono digitalizzati, adattati e salvati con le impostazioni migliori per la stampa per poi essere pronti in caso di necessità.

Il secondo caso per i pezzi che subiscono danneggiamenti richiede una digitalizzazione *on demand*, specifica per il pezzo. Si possono modellare inizialmente alcuni pezzi, e alla necessità del gestore si va a sezionare digitalmente la parte che serve riprodurre.

In aggiunta a questi componenti è sempre possibile replicare prodotti più classici e meno critici come viti, bulloni non strutturali o particolari pezzi per sostituire apparecchi che si sono danneggiati ricordando che il materiale che si utilizza (plastica) non può

garantire le stesse resistenze del materiale metallico originale.

Anche altre categorie di prodotti sono state indagate per la manutenzione in rifugio, come l'arredamento e i prodotti d'uso quotidiano sia da parte degli escursionisti che dallo staff considerando quindi dai letti alle sedie, le stoviglie e gli attrezzi da cucina. Anche i supporti per il materiale tecnico da montagna sono stati considerati, come possono essere i portasci o le griglie dove appoggiare le mountain bike all'esterno della struttura, tutto materiale che può essere potenzialmente modellato e prodotto sul posto, ma del quale non ci occupiamo in questo momento.

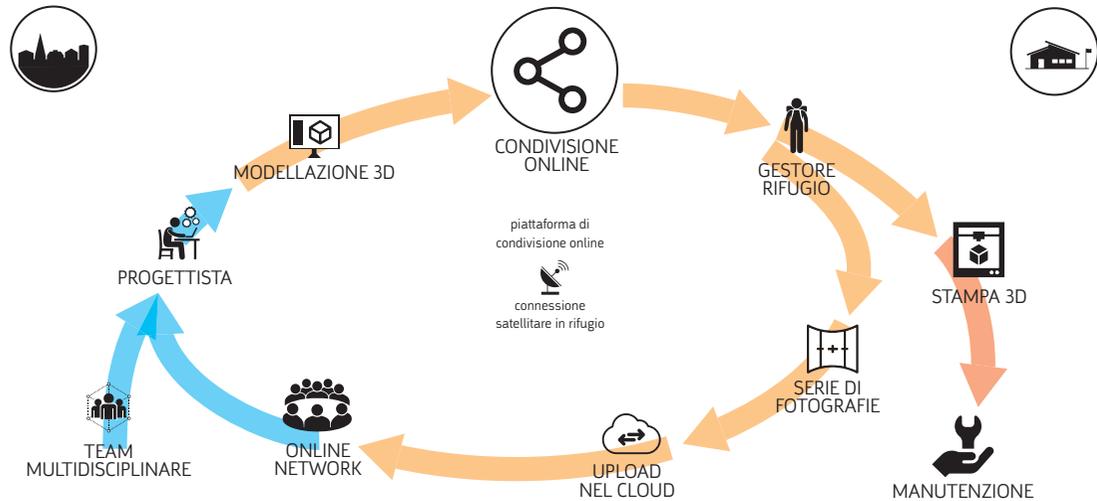
Questo tipo di intervento deve mirare anche ad utilizzare il materiale più appropriato possibile al suo utilizzo per non creare ulteriori problemi nella gestione della struttura.

Tutto il processo viene seguito a distanza tra rifugista e progettista, una parte importante del processo è anche il fatto di non dover far spostare e investire del tempo al progettista per raggiungere il rifugio così come il rifugista non scenderà più a valle inutilmente per reperire il materiale. Grazie alla connessione internet e alla condivisione corretta dei dati e delle informazioni sarà possibile comunicare e scambiare *bit* per poterli riportare in atomi.

# 6.5 Progetto 3AM

## Advanced Automated Additive Manufacturing in Mountain Maintenance

174



**A**desso vediamo le fasi applicative per poter mettere in pratica quanto analizzato.

Partendo da cosa devono fare gli attori interessati nel progetto, per poi vedere come preparare ed utilizzare i materiali ed i macchinari, fino ad arrivare a dettagli su diversi casi e alle ricadute previste da questa metodologia.

### Team multidisciplinare

**P**er un esaustivo svolgimento di tutte le mansioni necessarie al compimento e al proseguimento del processo di preparazione alla produzione, è fondamentale **formare un gruppo di persone altamente preparate riguardo a temi legati all'ambito progettuale.**

Nello specifico si riuniranno esperti di materiali e tecnologie di stampa per assicurare che i prodotti stampati

siano chimicamente, staticamente e meccanicamente stabili e adeguati al loro utilizzo.

Per poter produrre una massa critica accettabile si richiede anche l'aiuto di modellatori esperti, capaci di riportare in digitale i prodotti reali con grande precisione, e di modellare anche eventuali supporti in modo tale da ridurre il materiale utilizzato e semplificare la fase di rimozione di tali supporti.

All'interno del team la presenza di una persona con esperienza nel campo economico è allo stesso modo importante, per poter aiutare e accompagnare i gestori dei rifugi all'acquisto e agli investimenti di materiale in base ai propri obiettivi e ai guadagni del proprio rifugio.

L'esternalizzazione di parte del lavoro a makers per il continuo sviluppo ed implemento di dettagli sia nel modello che

nelle impostazioni di stampa è anche una componente che si considera nel processo, che in seguito deve essere approvato dal progettista prima della condivisione con l'utilizzatore finale.

Un'ulteriore figura esterna da consultare è quella di un esperto in legge, utile per sapere cosa poter stampare in totale sicurezza qualora ci fossero normative da rispettare e canoni da considerare (come per parti di impianti elettrici o idrici e per la sicurezza alimentare), insieme al fatto di sapere se e in quali termini replicare i componenti esistenti che potrebbero essere coperti da brevetti.

### Preparazione da parte del designer

**1.** Istruzioni dettagliate su impostazioni, materiali e applicazioni.

Il progettista predispose l'intero campo applicativo per il progetto, definendo le linee guida da seguire per raggiungere il miglior risultato atteso. Si definisce quindi dove e come reperire i modelli da replicare, come replicarli digitalmente per avere a disposizione dei file dal peso più basso possibile e dalla qualità migliore per la stampa. Si decide come salvare i file e le impostazioni di stampa per rendere il lavoro in alta quota il più semplice ed automatizzato possibile.

**2.** Modelli open e software utilizzabili. I modelli creati in digitale vengono messi a disposizione su un'apposita piattaforma, nominati in maniera chiara. I file vengono caricati in formato *.stl* e *.gcode* pronti per la stampa, accompagnati da un file immagine *.jpg* che rappresenta lo stesso per fare in modo di avere un'anteprima di ciò che è contenuto, ed un file CAD visionabile

e modificabile nel caso in cui ci fosse un determinato bisogno e qualcuno dello staff in rifugio abbia delle basi di modellazione per poterci mettere mano.

Si indicano anche i tempi dei vari passaggi, il tipo di impegno richiesto e il risultato atteso per rendere possibile a chi utilizza questo metodo di potersi organizzare ed agire in base alle proprie occupazioni ed essere sicuro di aver raggiunto il risultato ottimale.

La scelta della stampante non è una condizione troppo determinante per il risultato del progetto, qualora si resti su una scelta di un macchinario con tecnologia FDM dalla fascia di prezzo medio-bassa come possono essere gli ultimi modelli prodotti da Ultimaker. Per buona parte dei casi di macchinari a questa fascia di prezzo, (se comparato a Makerbot o Sharebot) funzionano con gli stessi materiali e il processo di preparazione alla stampa è lo stesso, anche i software per il loro controllo sono gratuiti e abbastanza completi ed intuitivi per gestire ciò che serve. Chi utilizza più spesso questa tipologia di macchinari predilige Ultimaker rispetto a Makerbot per affidabilità e qualità, insieme al suo "open hardware" che permette di analizzare ed individuare eventuali problematiche insieme al network che condivide informazioni e soluzioni a problemi. Oltre a questo l'ingombro di Ultimaker è inferiore per un volume di stampa lievemente maggiore, fattore comunque considerevole per un macchinario da posizionare in un luogo già abbastanza essenziale.

Si descrive chiaramente come ricalibrare il macchinario qualora fosse necessario e come sostituire il filamento ogni volta che

175

**.176** si stampa un componente che richiede un materiale differente da quello caricato.

Nella preparazione del processo si indica chi ha il compito di impostare la stampa, a cosa deve fare caso per essere sicuro che il modello sia giusto e le impostazioni di stampa siano corrette. In seguito a questa parte si spiega anche come rimuovere i sostegni dal modello, che essi siano sotto la struttura o al suo interno per sostenere parti cave o superiori ad un'inclinazione di 45°.

Una volta concordati e decisi i componenti necessari da avere sempre a disposizione in formato digitale all'interno di un database pronto ad ogni evenienza, si è passati all'effettiva realizzazione dei pezzi.

La modellazione dei pezzi in digitale avviene consultando cataloghi di componenti standard industrializzati, sempre presenti nella maggior parte delle strutture, unito a questo possono essere replicate parti con base fotografica, disegni tecnici, modelli tridimensionali già esistenti o pezzi reali replicandone le misure manualmente o digitalmente insieme all'aspetto attraverso reverse engineering.

Adesso possiamo passare a vedere come cambiano i processi di gestione e di movimento di persone e materiale all'interno del rifugio adottando questa metodologia per la risoluzione di problemi di manutenzione ordinaria.



DOWNLOAD



STAMPA 3D



MANUTENZIONE

## Step progettuali

.177.

### SERVIZI RIFUGIO

**A**d inizio stagione il rifugio apre al pubblico, deve garantire i servizi classici di accoglienza e ristoro, più altri servizi ordinari come bar, servizi igienici, informazioni, primo soccorso, ecc.

### PREPARAZIONE

il gestore entrerà in contatto con il progetto ed in seguito all'iscrizione, riceverà delle lezioni base, l'installazione dei macchinari e l'accesso alla piattaforma online per la ricezione dei file.

### Fase di MANUTENZIONE

Nonostante l'impiego di forze e tempo per eseguire la riparazione di un danno, il servizio in rifugio deve continuare il più regolarmente possibile. Avendo a disposizione i file pronti per la stampa e il materiale in bobina di filamento nuovo non deve dispendere tempo ed energie nel reperimento del materiale, potendo dedicare questi fattori alle attività ordinarie.

Nella fase preliminare della manutenzione si seleziona il materiale più adatto al compito da riprodurre (già indicato nelle istruzioni date dal progettista inizialmente, per avere un prodotto finale sicuro e garantito), che rispecchia e garantisce funzionalità e prestazioni allo stesso livello del pezzo industriale.

Per iniziare la stampa, il filamento di materiale va correttamente inserito all'interno del motorino che lo trasporta all'ugello che andrà ad estrarre il filamento riscaldato, la procedura simile avviene nel momento in cui può essere necessario cambiare il filamento per la produzione di un prodotto composto da due



SCAN 3D



MODELLAZIONE 3D



SLICING



STAMPA 3D

CONDIVISIONE  
ONLINE

materiali, come può avvenire per la stampa del corpo principale e di una guarnizione del rubinetto per l'impianto idraulico.

Una volta accesa la stampante, caricata la bobina del materiale da utilizzare, si passa alla selezione del modello CAD da stampare per produrre il componente da sostituire. Dopo un breve momento di riscaldamento di estrusore e piatto di stampa, il processo di estrusione del filamento partirà automaticamente.

Da questo momento fino a che il pezzo non è completamente stampato, chi si occupa della stampa può tornare ad occuparsi delle proprie attività consuete.

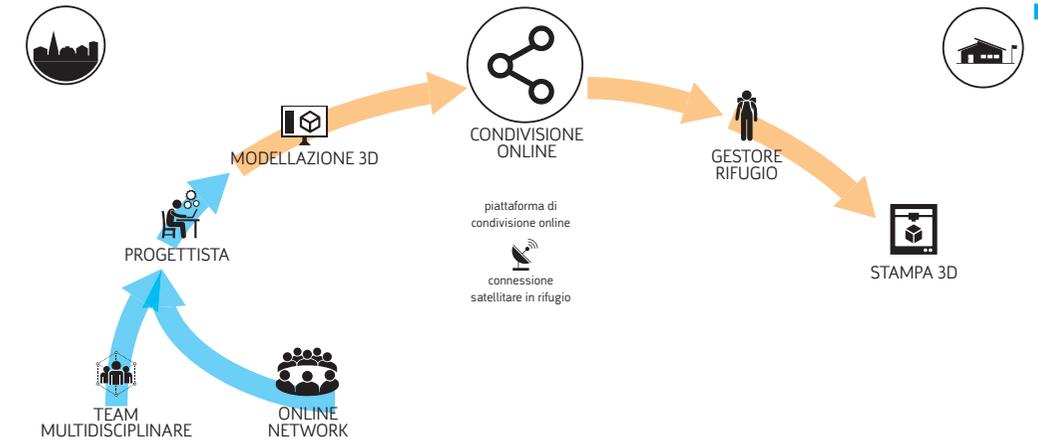
In seguito all'attesa per il tempo necessario alla stampa, bisogna togliere il modello dal piatto di stampa e rimuoverne i supporti. Per questo processo si può agire in maniera manuale, rimuovendoli a mano o con delle pinze o pinzette, facendo attenzione ad eseguire il lavoro minuziosamente nei punti cruciali per l'eventuale contatto con l'impianto in cui vanno ad inserirsi (filetti, attacchi, fori, ecc.).

#### RIPRESA SERVIZI

A fine lavoro di manutenzione il rifugio può riprendere a fornire i servizi ordinari come di consueto, con tutto il personale organizzato con le proprie attività avendo ogni parte del sistema rifugio nuovamente funzionante.

#### STEP PROGETTISTA:

Il responsabile del progetto è un professionista esterno all'attività del rifugio alpino. È un progettista inteso come designer, ingegnere, modellatore 3D in grado di analizzare, capire e replicare i componenti utili nella struttura di



ricezione d'alta quota.

A supporto di questa figura principale ci può essere anche qualcuno in grado di modellare con software CAD per condividere nuovi pezzi e rendere più veloce il processo di digitalizzazione dell'inventario.

Un compito molto importante è quello della stesura di istruzioni precise, puntuali e semplici da seguire dal rifugista per la corretta stampa dei modelli tridimensionali. Al rifugista non deve essere richiesto un carico cognitivo elevato per la riproduzione dei componenti, il progetto si pone come obiettivo la semplificazione della gestione da parte del gestore, per questo non lo si deve mettere in difficoltà obbligandolo ad utilizzare una nuova tecnologia difficile da azionare, ma dovrà eseguire i semplici passaggi chiave e il resto deve avvenire in maniera automatizzata dalle macchine.

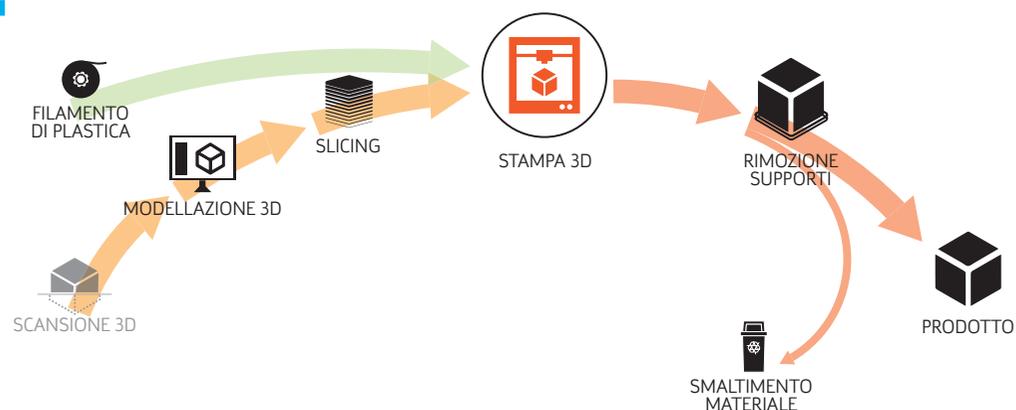
Nel momento di mettere in pratica quanto detto nel primo punto, avviene lo studio dei componenti che fanno parte delle

strutture classiche del rifugio alpino, tramite il reperimento di cataloghi dei leader dei settori industriali, da progetti, fotografie o prodotti fisici standard si deve passare alla loro riproduzione in digitale.

Per la modellazione dei componenti abbiamo quindi varie possibilità:

- con base di componenti reali prendendo le misure manualmente
- con base di fotografie, disegni tecnici e misure
- con base di componenti reali tramite *reverse engineering*, seguito dalla manipolazione e conversione da point cloud a mesh
- utilizzando e adattando file esistenti di modelli CAD, possibili da reperire online dai siti delle case produttrici dei componenti industrializzati o da siti di condivisione dei file come *Thingiverse* o *Shapeways*.

Per tutti i modelli avviene il salvataggio dei *G-code*, salvando i movimenti che dovrà eseguire la macchina per la produzione del modello insieme alle impostazioni di temperatura, velocità e precisione di



estrusione per il materiale da utilizzare, insieme al riempimento della struttura interna più adatto.

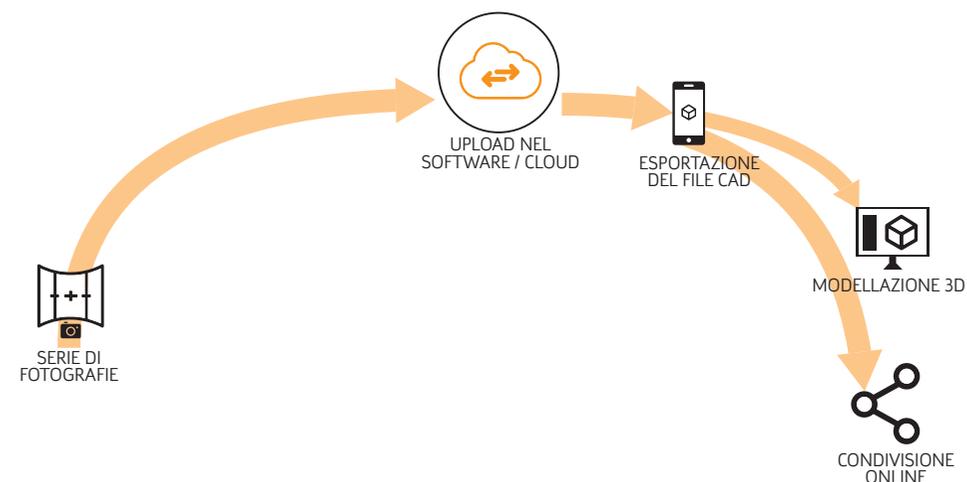
Prima di caricare i modelli digitali sulla piattaforma, si deve passare per una stampa di prova per testare fattibilità e funzionamento di ogni modello, onde evitare che in rifugio venga stampato un prodotto non funzionante o dalle dimensioni sbagliate, causando una perdita di tempo, materiale, energie del gestore ed energia elettrica.

Dopo aver confermato la qualità dei modelli avviene il caricamento dei file CAD su un apposito *database* online, dal quale è possibile scaricare i modelli pronti per la stampa in formato *.stl*, insieme ad essi saranno allegati anche file *open* per la libera personalizzazione per coloro che hanno almeno minime capacità di modellazione con Blender. Incluso nel pacchetto ci sarà anche un'immagine in *.jpg* per vedere in anteprima il componente inserito nel modello CAD, in modo da poter avere un riscontro durante la fase di ricerca tra le cartelle oltre ai nomi dei singoli pezzi.

Nei casi di manutenzione "straordinaria" di pezzi non critici, ovvero che non influenzano in maniera preponderante l'andamento dell'attività in rifugio, il gestore della struttura invierà una serie di informazioni, dettagli volumetrici (misurazioni) e fotografie per rappresentare più viste possibili con spiegazione del tipo di danno e di utilizzo previsto per la modellazione di un nuovo pezzo non preventivamente modellato in quanto "non standard", come potrebbe essere un componente in legno che si rompe. In questo caso non si tratta dell'intero oggetto da sostituire ma solo di una parte da adattare su richiesta.

A risposta di questa richiesta avviene la modellazione del pezzo danneggiato, che sia un intero componente di un prodotto o parte di esso. Deve essere adattato correttamente per forma e dimensioni per essere reinstallato al posto di quello danneggiato.

Esattamente come avviene per i prodotti standard, si passa al caricamento dei file CAD su un apposito database online, dal



quale è possibile scaricare i modelli pronti per la stampa.

### Verifiche tecniche

**A**l fine di provare in prima persona l'intero processo per la produzione sono stati modellati e stampati due componenti di possibile utilizzo all'interno del nostro ambiente d'intervento.

Per il caso della riproduzione di un elemento seriale, il modello tridimensionale deve essere gestito in maniera differente alla sua forma reale, esso deve mantenere la stessa funzione pur modificandone la forma per assecondare le caratteristiche meccaniche (per esempio per un tubo in plastica) e le resistenze sulla sua filettatura o sui raccordi tra pezzo stampato e impianto pre-esistente. Nell'altro caso stampo in 3D il componente per risparmiare tempo sul processo di formatura del prodotto (come può avvenire per un oggetto in legno), oltre che evitare gli sprechi di materiale rimosso per arrivare

alla forma desiderata, all'attrezzatura, agli spazi e all'impegno necessari. Inoltre non si richiede più ulteriore spazio come un'area adeguata al lavoro per taglio e raccolta polveri e trucioli del legno, uniti al fatto di poter utilizzare un materiale che appena uscito dalla stampante può essere esposto e rispondere ad intemperie, UV e sforzi in maniera migliore rispetto al materiale che veniva usato classicamente (ovvero il legno).

### Attrezzatura necessaria

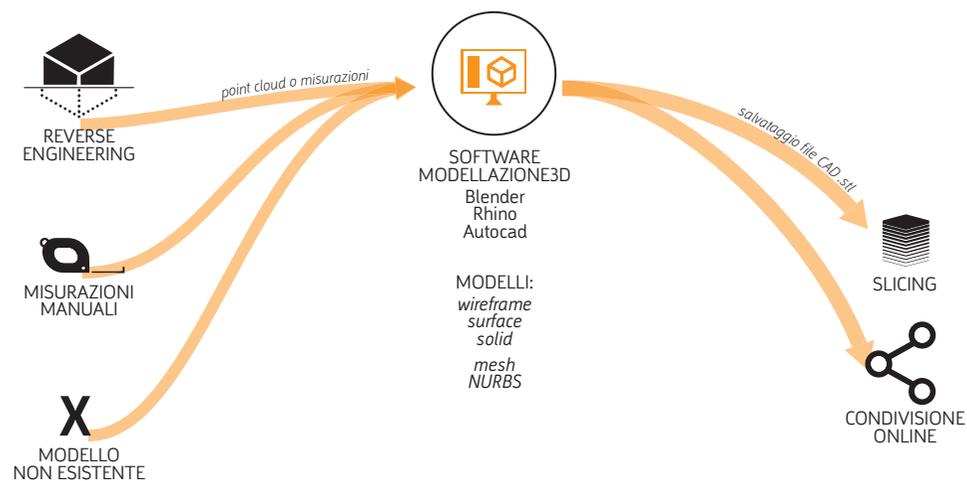
#### IN RIFUGIO

**C**riteri di scelta:

- spazio adeguato per temperatura, rumore e disturbo causati
- impegno / facilità d'uso dei macchinari per un neofita
- autonomia / automazione per il minor impegno richiesto possibile

#### Computer e connessione a internet

già presente in rifugio per gestire



prenotazioni, rifornimenti, info meteo e condivisioni attività/eventi

### Stampante 3D

macchinario per il *digital manufacturing*, FDM in base a costi/ utilizzi/ benefici

### Fotocamera e strumento di misurazione

fotocamera (anche di smartphone o tablet) per avere un'immagine del componente da sostituire, strumento di misurazione (metro, righello, calibro) per trasmettere i dettagli nel miglior modo

### Mouse

consigliato in caso si voglia intervenire e modificare il design

### \*Software scansione 3D

software per la scansione di elementi tridimensionali fisici per inviare al progettista un modello di base, contenente informazioni e dettagli da sistemare e adattare

### \*Software modellazione 3D

software per la modellazione e il salvataggio del *G-code*.

### PER IL PROGETTISTA

I macchinari, le tecnologie e i software utilizzati sono stati azionati in base a questi criteri:

- la precisione delle stampanti e le possibilità dei materiali può lavorare
- per lo sviluppo portato finora e le previsioni future di crescita di questa tecnologia
- la possibilità di condividere i modelli, le idee e i processi con il destinatario finale quindi colui che utilizza il macchinario in rifugio, allo stesso modo la comunicazione e la condivisione con il team di supporto al progettista e tutta la comunità *maker* in grado di poter migliorare e sviluppare un determinato progetto.

Un'altra parte importante nel processo è la fase di test ovvero la parte di prototipazione e di produzione da parte del progettista con gli stessi macchinari che andrà ad utilizzare

il rifugista, per poter analizzare e studiare il pezzo è il componente prima di andare a stamparlo sul luogo, potendo così analizzare eventuali malfunzionamenti e modificare le scelte di materiali e forme.

**Computer, mouse e connessione a internet** necessari per modellare digitalmente i prodotti e condividerli sul portale

### Scanner 3D

utile per riprodurre digitalmente i componenti. Si può scegliere tra contact e non-contact. Si consiglia l'utilizzo di un *device* non-contact, capace di scansionare componenti di dimensioni contenute con un'alta precisione grazie alla tecnologia a luce attiva.

### Fotocamera e strumenti di misurazione

fotocamera per avere un'immagine del componente da modellare. strumenti di misurazione per disegnare i prodotti con precisione

### Software modellazione 3D

software per la modellazione e il salvataggio dei file Cad e G-code

## Possibili problematiche

Un possibile problema in cui ci si può imbattere procedendo con questa metodologia, in special modo per la seconda tipologia di applicazione (il rimpiazzo del componente in legno) è il fattore dimensione del componente, che se di una sedia, di un tavolo o di un mobile può richiedere un prodotto di dimensioni maggiori rispetto all'area di stampa della stampante 3D a disposizione. Per rispondere a questo problema si possono pensare a semplici incastri, grazie alla notevole precisione dei macchinari di AM, per rendere facile assemblare il pezzo richiesto attraverso il sezionamento del pezzo per averlo tramite design per assemblaggio ed assicurarlo con colle.

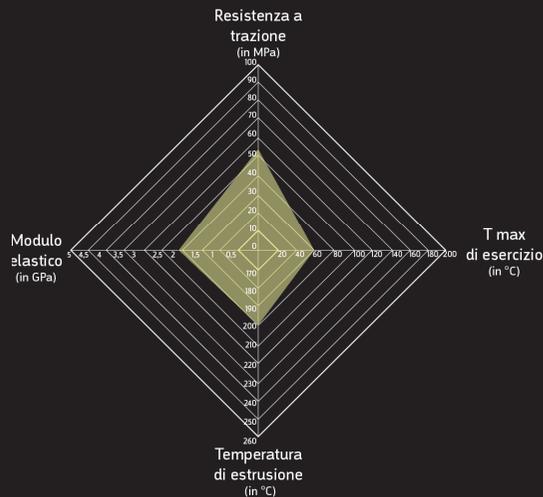
Un altro dubbio riguardante soprattutto le stampe di prodotti dalle dimensioni piuttosto importanti è indubbiamente il tempo di stampa e il fattore di sicurezza di avere il componente stampato in maniera precisa a fine processo. Per questi dettagli, purtroppo, non ci si può fare molto se non fare attenzione alle impostazioni di stampa inizialmente, alle condizioni ambientali (temperatura e umidità della stanza) che rimangano il più invariate possibile e della disponibilità del materiale nella bobina per fare in modo che non finisca e non si incastrano durante la stampa.

# 6.6 I materiali

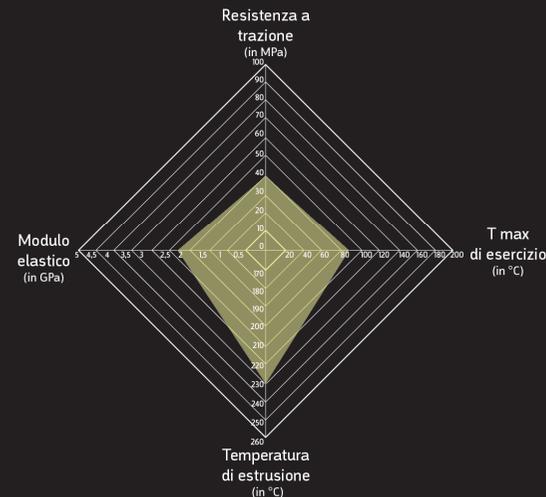
## comparazione delle resistenze meccaniche

.184

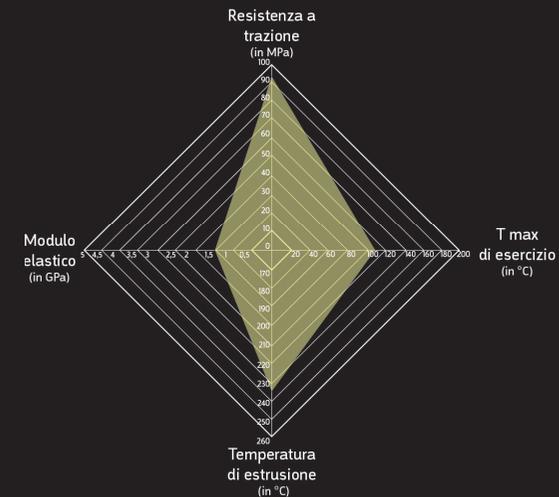
PLA	
Resistenza a trazione	54 MPa
Modulo elastico	1.669 GPa
temperatura massima di esercizio	60°C
T di estrusione	185-215°C
T piatto di stampa	non necessario /30-50°C
Sicurezza alimentare	si



ABS	
Resistenza a trazione	35-45 MPa
Modulo elastico	1.4 - 3.1 GPa
Temperatura massima di esercizio	90°C
T di estrusione	210-250°C
T piatto di stampa	90-95°C
Tossicità	fumi tossici
Sicurezza alimentare	si, no scaldare no microonde

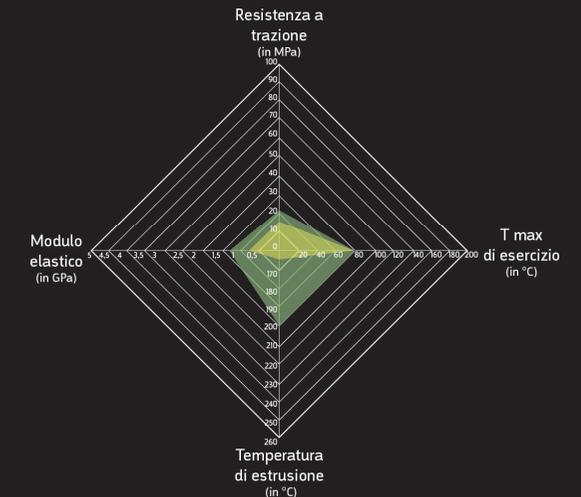


HIPS	
Resistenza a trazione	62-95 MPa
Modulo elastico	1.55-1.9 GPa
Temperatura massima di esercizio	110°C
T di estrusione	235°C
T piatto di stampa	110-115°C



.185

	HDPE	LDPE
Resistenza a trazione	20-25.9 MPa	8.3-21 MPa
Modulo elastico	0.88 MPa	0.16-0.44 MPa
Temperatura massima di esercizio	-70/+80°C	-70/+80°C
T di estrusione	185-215°C	80°C
T piatto di stampa	non neces. 30-50°C	non neces. 30-50°C



Per poter correttamente svolgere il progetto, soprattutto nella fase della sua realizzazione da parte dell'utente finale, è stato necessario ricercare e confrontare i vari materiali più comunemente utilizzati nei componenti industrializzati a quelli che vengono utilizzati con la stampa 3D FDM. Al fine di rendere il progetto completo, l'intervento di uno specialista di materiali è di forte aiuto per stilare e confermare tutti i dati completi ed arricchiti riguardanti i materiali, le loro caratteristiche e applicazioni.

I parametri meccanici da considerare per utilizzare un materiale sono stati vari e diversificati per lo scopo progettato per macro categorie di componenti<sup>65</sup>.

Iniziando con la comparazione di materiali utilizzati per la produzione di un prodotto classico e quelli da utilizzare per la stampa 3D con proprietà meccaniche adeguate al loro utilizzo come guarnizioni:  
- modulo elastico

- resistenza a trazione
- coefficiente d'attrito e aderenza
- resistenza a cicli termici
- temperatura massima di utilizzo

Passando ad un confronto delle caratteristiche richieste per materiali che costituiscono tubi e raccordi:  
Con la stampa 3D possiamo utilizzare ABS o HIPS per le loro caratteristiche meccaniche simili tra loro e idonee alla funzione.  
L'ABS lo troviamo "utile nella produzione di prodotti come sistemi di tubi di scarico-sfiato-

rifiuto (drain-waste-vent DWV), strumenti musicali (registratori, clarinetti di plastica e movimenti di pianoforti), teste di mazze da golf (a causa della sua buona capacità di assorbimento degli urti), componenti di finiture automobilistiche, barre paraurti automobilistiche, dispositivi medici per l'accesso del sangue, custodie per gruppi elettrici ed elettronici, copricapo di protezione, canoe d'acqua dolce, bordi tampone per mobili e pannelli di raccordo, valigie e protezioni per per trasporto bagagli, piccoli elettrodomestici da cucina e giocattoli, compresi mattoncini

65. dati sulle caratteristiche meccaniche <http://www.matweb.com/>

## Plastiche riciclabili e stampabili

Resistenza a trazione	35-45 MPa 986 MPa	54 MPa 1.669 GPa	22 MPa 0.8 MPa	20-26 MPa 0.88 MPa	8.3-21 MPa 0.16-0.44 MPa	62-95 MPa 1.55-1.9 GPa	50 MPa 2 GPa
Modulo Elastico	1.4 - 3.1 GPa						
Temperatura massima di esercizio	-35/90°C	60°C	-100/+80°C	-70/+80°C	-70/+80°C	110°C	65°C
T di estrusione	210-250°C	185-215°C	185-215°C	185-215°C	80°C	235°C	230-250°C
T piatto di stampa	90-95°C	non neces 30-50°C	non neces 30-50°C	non neces. 30-50°C	non neces. 30-50°C	110-115°C	non neces 80-90°C
Tossicità	fumi tossici						
Sicurezza alimentare	si, no scaldare no microonde	si					si

## Plastiche non riciclabili e stampabili

Resistenza a trazione	52-62 MPa	28-36 MPa	55 MPa	50-55 MPa	45-90 MPa
Modulo Elastico	2.6 GPa	1.4-2 GPa	2-2.7 GPa	2.4-4.1 GPa	2-4 GPa
Temperatura massima di esercizio	100°C	0/100°C	55°C	0/+60°C	100°C
T di estrusione	250-270°C	220-240°C	220-255°C	180-210°C	245°C
T piatto di stampa	80°C	1°strato 110°C poi 90,65,40	consigl 80°C	non neces 30-65°C	
Tossicità					
Sicurezza alimentare			si	si	

*Lego e Kre-O. Beni domestici, elettrodomestici, televisori, stereo, giocattoli, mobili di computer, e tastiere dei computer sono anche in ABS*<sup>66</sup> oltre che nei componenti di impianti idrici ad utilizzo esterno, come i rubinetti per le pompe dell'acqua.

La plastica ABS è vantaggiosa in una vasta gamma di industrie; tuttavia, alcune limitazioni fisiche limitano l'utilizzo dei materiali in determinati prodotti e applicazioni. Queste carenze includono:

- weatherability (danneggiato dalla luce solare)
- resistenza ai solventi
- pericoloso quando bruciato
- usi limitati in associazione con l'industria alimentare
- prezzo più alto del polistirene o del polietilene.

A supporto delle stampe, con l'utilizzo di

questo processo si consiglia una scorta di fascette (quelle in metallo da chiudere con una vite) che si devono acquistare per sopperire al possibile problema della precisione non sufficientemente adeguata e alla resistenza del materiale. Con maggiore precisione delle stampanti e l'utilizzo di materiali corretti sarà possibile affidarsi completamente alla stampa senza bisogno di ulteriori componenti.

La stampante 3D ha bisogno di un filamento omogeneo, unito al fatto che non abbiamo grandi quantità di plastica idonea (ABS o HIPS) da riciclare in rifugio, viene da questa analisi eliminata l'opzione di inserire una filiera per il recupero della plastica all'interno del rifugio e rendere tutto il processo più autosostenibile e autopoiatico.

Dal punto di vista della realizzazione pratica è impegnativo produrre i termoplastici, per

66. <https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-abs-plastic>

<http://www.plasticextrusiontech.net/resources/what-is-abs-material/> e <http://designinsite.dk/htmsider/m0007.htm>

## Polimeri per guarnizioni

Resistenza a trazione  
Modulo elastico  
coefficiente d'attrito e aderenza  
resistenza a cicli termici

T di estrusione  
T piatto di stampa

EPDM	PTFE - teflon	TPU - elastomero poliuretano	Ninjaflex	Poliflex
60 MPa 8 MPa 0,50 μ -50°C/+150°C	30-39 MPa 0.4 GPa 0,07 / 0,14 -200/260°C	40 MPa 29-55 MPa -35°C/+120°C	4 MPa 12-15 MPa -24°C/+216°C	1,2 MPa -40°C/+90°C
	320-380°C 140°C	235°C 30-50°C non neces.	210-225°C 50°C raccomand.	220-235°C 60-70°C non nec.
		*riciclabile e ristampabile		

## Legno

Resistenza a compressione assiale  
Modulo Elastico

Abete	Castagno	Rovere
22-60 MPa 8,3-11,7 GPa	24-63 MPa 6,8-9 GPa	42-73 MPa 9,8-13 GPa
0,45 kg/dm <sup>3</sup>	0,60 kg/dm <sup>3</sup>	0,80 kg/dm <sup>3</sup>

il mix di materiali, temperature e condizioni ambientali da mantenere non è quindi una via percorribile.

Per confermare l'utilizzo plausibile, oltre che funzionale di questa tecnologia bisogna indagare capire i tempi, i costi, il volume del materiale per la produzione 3D per l'accrescimento del prodotto (cm<sup>3</sup> all'ora).

Per la comparazione di stampanti ed estrusori vengono considerate: velocità, volume di lavoro, quantità di materiali adatti, possibilità di mescolare materiali.

Insieme a questo viene valutato il lato economico, tenendo a mente che questa tecnologia deve inserirsi in un contesto di utilizzo che non punta alla produzione come primo focus, ma alla stampa "occasionale" di

componenti utili.

Una comparazione si può trovare nel capitolo relativo alla Stampa 3D, alle pagine 98-99.

Nei casi in cui si debba andare a sostituire un componente in legno vediamo quali caratteristiche valutare per poter al meglio eseguire la lavorazione.

Plastica vs legno:

la plastica non è così igroscopica, non è soggetta a tarli, termiti. il legno ha però una buona resistenza al fuoco, pur essendo un materiale combustibile.

Proprietà meccaniche del legno:

resistenza, pur con differenze discrete tra i diversi tipi, presenta:

- resistenza a trazione discreta lungo le fibre, minore trasversalmente a esse;



Testo

- resistenza a compressione discreta, che anche in questo caso è superiore lungo le fibre;
- resistenza a taglio modesta trasversalmente alle fibre, pessima lungo le fibre;
- resistenza a flessione buona trasversalmente alle fibre;
- durezza molto variabile tra i diversi tipi di legno.

L'intera lista comparativa sarà consultabile sia dal progettista che dal rifugista, per qualsiasi tipo di intervento questo sarà utile al fine di poter confrontare.

Caratteristiche del materiale originale iniziale sembra sostituire con le caratteristiche del filamento da utilizzare per questo motivo sarà utilizzabile. Questa la lista con tutti dettagli per conoscere quali materiali

Link per caratteristiche:

<https://www.makeitfrom.com/>

<http://schedetecniche.stampiamo3d.com/>

<http://shop.easy3d.it/30-filamenti3d>

<https://filaments.ca/pages/temperature-guide>

<https://www.sharemind.eu/wordpress/hips-ingiustamente-trascurato/> HIPS

utilizzare su quali stampante.

Limiti nell'applicazione:

- Precisione stampanti (0,5 mm per le FDM di basso livello professionale, come una Ultimaker 3 o una Sharebot 42): per i filetti e per renderlo stagno
- Necessario disegnare oggetti sostitutivi che possano avere la stessa funzione con uno sforzo minore
- Impossibile con questa tecnologia replicare oggetti metallici.

## 6.7 Gestione economica

### descrizione

.190



Land Rover, uno dei fuoristrada più utilizzati dai rifugisti per le sue caratteristiche

La gestione economica del progetto basato sull'approccio definito nei capitoli precedente fa riferimento a alcuni punti fondamentali.

Nonostante i costi di questi macchinari non siano elevati, indubbiamente va spiegata la ragione per cui è necessario il loro acquisto. Innanzitutto possiamo dichiarare che **la scelta di adottare l'utilizzo di questa tecnologia avviene più che altro una convenienza decisionale più che economica** questo per avere meno tempo perso, più semplicità di azione e più sicurezza nelle azioni del rifugio.

Questa scelta avviene grazie al **bilanciamento di costi / opportunità** ovvero ciò che vado a spendere per il mio macchinario deve essere uguale o maggiore a ciò che vado a risparmiare qualora debba lasciare la struttura prendere il mio mezzo privato raggiungere il punto vendita più vicino recuperare il materiale.

Considerando il rifugio alpino una struttura in ambiente impervio ed isolato il tempo perso potrebbe essere oltre alle due ore di cammino più dalla mezz'ora all'ora di automobile per raggiungere il più vicino negozio dove acquistare l'occorrente, e lo stesso tempo per ritornare al rifugio.

Oltre ai consumi di carburante si deve considerare anche il costo effettivo del prodotto che si va ad acquistare. Esso può essere un componente semplice con un costo base di 5 € fino a 20-30 € per i componenti dalle dimensioni maggiori o dagli utilizzi specifici che troviamo in ambiente domestico. Il costo che può creare andare a reperire materiale per la manutenzione in momento immediato può essere calcolato attraverso il consumo di carburante normalmente su una Land Rover 4x4 per circa 20 km di strada montana fino a raggiungere con altri 10 km di strada il paese o centro commerciale più vicino.

Nei casi peggiori, come accade per la maggior

parte dei rifugi alpini raggiungere la propria vettura richiede un'ulteriore tempo che può variare dall'ora alle tre ore di cammino. Per questo motivo quando si necessita di componenti molto importanti è necessario richiedere il rifornimento con elicottero anticipato, quindi una volta previsto per una determinata data si richiede di anticiparlo per questo tipo di motivi gestionali. Come detto il costo di un rifornimento in elicottero è molto elevato insieme al fatto di dover movimentare un grosso carico di rifornimenti alimentari può questo compromettere molte fasi della gestione rifugio.

A questi prezzi si deve aggiungere il tempo impiegato per il viaggio fino a valle e ritorno del gestore del rifugio, ad aggiungersi anche il tempo per l'effettiva lavorazione del pezzo la sua sostituzione e suo smaltimento. Nei casi di manutenzione di prodotti in legno si deve infatti trattare il materiale e sistemarlo prima di poterlo raccordare con l'eventuale sostituzione.

I casi di manutenzione in rifugio possono venire in qualsiasi momento, non ci sono dati statistici nè quantomeno puntuali su un numero effettivo di rotture e malfunzionamenti. Parlando con i rifugisti questo può accadere dalle due alle cinque volte a stagione per apparecchiature non critiche per il rifugio, si rende comunque necessario un provvidenziale viaggio per recuperare l'elemento necessario per poter conferire al rifugio l'intero servizio che deve garantire. Allo stesso modo, recandosi in rifugio senza intoppi, i clienti del rifugio potranno essere soddisfatti del servizio ricevuto tornando in seguito al rifugio.

Rimane il fatto che questa tipologia di

« la scelta di adottare l'utilizzo di questa tecnologia avviene più che altro una convenienza decisionale più che economica questo per avere meno tempo perso »

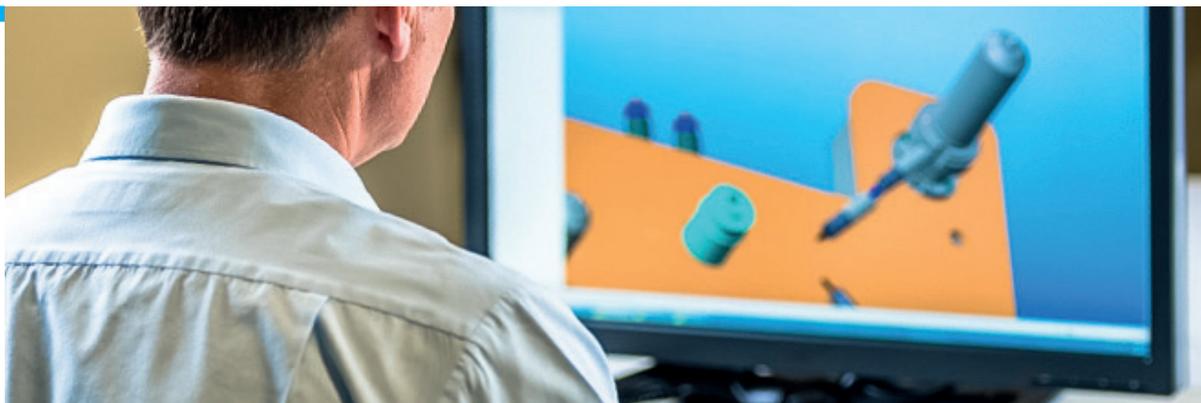
.191

approccio non riesce ancora ad includere tutti quei componenti ed impianti non riproducibili con la stampante 3D, in quanto complessi e dal grande formato come possono essere impianto di riscaldamento impianto elettrico, che a proposito devono anche sottostare a determinate leggi e certificazioni europee per la sanità e per la sicurezza.

Il progetto vuole quindi apportare un tipo di innovazione negli approvvigionamenti, come lo definiva Schumpeter, portando nuove materie prime e nuova organizzazione della *supply chain*, grazie a dell'innovazione di processo.

Questo processo è partito come nuovo metodo di produzione *technology-push*, con l'intervento del progettista in prima persona ad analizzare e trovare possibili campi applicativi per una tecnologia che in quell'ambiente ancora non era stata utilizzata.

A supporto del metodo, come descritto precedentemente, sarà creato un apposito gruppo di persone altamente specializzate in determinati settori, questo per poter creare un team di ricerca e sviluppo in grado di



apportare miglioramenti a problematiche in continuo mutamento.

Con questo nuovo processo si punta quindi a gestire il flusso di ricerca e lavoro fino ad arrivare al prodotto finale nel seguente modo: 1. ricerca di base, studio di libri e *paper*; 2. ricerca applicata, comparazione dei dati e riscontri con l'applicabilità effettiva; 3. sviluppo del progetto in maniera completa, esaustiva e chiara; 4. prototipazione dei modelli da stampare in rifugio; 5. condivisione dei file come passaggio finale al consumatore.

Per l'innovazione servono anche delle interazioni sistemiche costanti tra ricerca, produzione e marketing, per avere scambi di informazioni tra le aziende e l'ambiente esterno, per considerare novità tecnologiche e nuovi spunti progettuali per le aziende.

Le fasi del *project management* vengono modificate ed allargate ad un numero maggiore di persone per poter raggiungere un grado elevato del servizio, con la condivisione delle informazioni e l'*outsourcing* di parte del lavoro.

L'intero approccio alla progettazione avviene in maniera di Open Innovation, in cui le conoscenze e le competenze non stanno solamente all'interno dell'azienda ma provengono anche dall'esterno, come avviene con la collaborazione dei makers.

L'organizzazione aziendale comprende a questo punto un gruppo di persone specializzate, le tecnologie utilizzate e una buona quantità di conoscenze riguardo ai processi produttivi, ai materiali, ai decreti sulla sicurezza e riguardanti il sistema montano in sè, considerando e dando valore anche a collaborazioni con, e per gli enti che hanno base sulle montagne come CAI e CNSAS.

La produzione di manufatti con questo processo, in questo particolare luogo, da una svolta al modello produttivo passando dal paradigma fordista e un modello tayloristico di un'organizzazione scientifica del flusso di lavoro ad una *lean production*, attraverso i 6 zeri con cui raggiungere risultati di alto livello (efficienza, flessibilità, prezzi) con un livello

minimo di scorte, tecnologie e risorse umane, portando la *just in time production* ad un livello di delocalizzazione e dematerializzazione, si passa dalla produzione materiale ad un'economia di "beni intangibili", per tornare a produrre effettivamente in un luogo lontano al posto di progettazione.

Un altro fattore molto importante di questo processo progettuale è la volontà di trasmettere la conoscenza: il valore aggiunto è generato principalmente dall'innovazione, dal nuovo processo che stiamo dando all'utente, non l'introduzione della tecnologia in sè.

Si deve lavorare in stretta collaborazione con gli enti che già lavorano da anni in questo ambiente, questo per poter creare il giusto network e i legami solidi per una comunicazione costante e corretta. Il processo di diffusione dell'innovazione presuppone resistenze o impossibilità di cambiamento dati dalle decisioni e dalla mentalità di altri attori coinvolti, bisogna quindi agire con strategie di disseminazione di vantaggio promesso. Si promette un cambiamento in rapporto a significati culturali e linguistici, a condizioni sociali, culturali ed economiche, a modelli e a mezzi di comunicazione. La diffusione dell'innovazione si configura come un processo sociale, in cui entrano in gioco le valutazioni soggettive degli imprenditori, ovvero del gestore del rifugio.

Vediamo adesso quali sono i punti di forza e di debolezza di questo ambiente e processo, insieme ai valori che vogliamo trasmettere mettendo in opera il progetto.

## SWOT Analysis dell'ambiente montano

194

### STRENGTHS

**Ambiente** - l'ambiente alpino, incontaminato, grande varietà di flora e fauna, aria fresca, spazi aperti, libertà di movimento, sport

**Enti ed istituzioni** - presenza di persone, istituzioni e gruppi a difesa e promozione dell'ambiente alpino

**Turismo** - una buona affluenza porta movimento, lavoro, guadagni

**Educazione** - scoprire l'ecosistema, ammirare i paesaggi e gli animali che lo popolano

**Fruibilità e sicurezza** - rendere l'ambiente alpino accessibile in maniera coscienziosa, dando tutte le informazioni e i mezzi necessari per farlo in sicurezza durante tutto l'arco dell'anno

**Maggiore affluenza** - valorizzare i paesaggi e le strutture esistenti per favorire un aumento dell'affluenza, organizzando eventi sportivi o serie tv, ecc.

### OPPORTUNITIES

### WEAKNESSES

**Isolato e impervio** - aree difficili da raggiungere, sentieri ripidi, sconnessi. Strade difficili da percorrere, sentieri e mulattiere

**Clima** - il clima varia molto rapidamente, freddo e pioggia possono essere molto problematici

**Difficoltà di accesso** - scarso utilizzo dei mezzi alternativi all'auto privata, anche se presenti i mezzi sostenibili vengono poco utilizzati

**Perdita delle tradizioni e pretesa di servizi e comfort** - una clientela che sta cambiando negli anni pretende sempre di più, causando disagi ai gestori ed eliminando parte dei valori legati alla montagna e al rifugio alpino

**Eccessiva antropizzazione** - un'elevata affluenza potrebbe compromettere l'ecosistema. Il passaggio dei turisti, le emissioni dei mezzi per raggiungere questi luoghi e l'abbandono dei rifiuti lungo i sentieri portano ad un degrado qualitativo dell'ambiente

### THREATS

## SWOT Analysis del progetto

195

### STRENGTHS

**Tempestività** - è attuabile nel momento immediatamente seguente alla rottura

**Risparmio di tempo e risorse** - si evita un dispendio di tempo per viaggio e acquisto di componenti in un momento precedente o in seguito all'evento di rottura.

**O stock** - non sarà necessario avere a disposizione molti componenti in magazzino, solo un materiale base utile per la stampa di buona parte dei componenti insieme al recupero della plastica che passa da rifiuto a nuovo materiale utile

**Connessione** - questo servizio permette di avvicinare, almeno in modo virtuale, i servizi e le sicurezze della città all'ambiente alpino

**Ridurre le difficoltà nella gestione** - più tempo per il personale del rifugio per occuparsi delle mansioni ordinarie  
Riduzione dello scarto di plastica - riducendo i volumi di stock e di trasporto a smaltimento

**Agevolazioni fiscali** - vengono stanziati incentivi statali per l'acquisto di macchinari operanti nell'Industria 4.0, tra cui le stampanti 3D per un "Iper ammortamento" del 250%

**Utilizzo per altri scopi** - possibilità di utilizzo per altri scopi oltre alla manutenzione, adatto a chiunque con l'interesse verso l'apprendimento della modellazione. Reso proprio ed utilizzato come tool per migliorare il servizio

### OPPORTUNITIES

### WEAKNESSES

**Limiti dei materiali** - la stampa 3D FDM non permette di stampare materiali che non siano a base polimerica o di gomma, per questo tutto ciò che richiede una resistenza meccanica o chimica più elevata non è possibile riprodurre al momento

**Tradizione** - l'inserimento di una tecnologia di questo tipo non è sempre vista di buon occhio dai gestori e dai frequentatori della montagna, nello specifico i tradizionalisti che vivono la montagna nella sua forma più pura evitando il più possibile ogni comfort e prodotto tecnologico

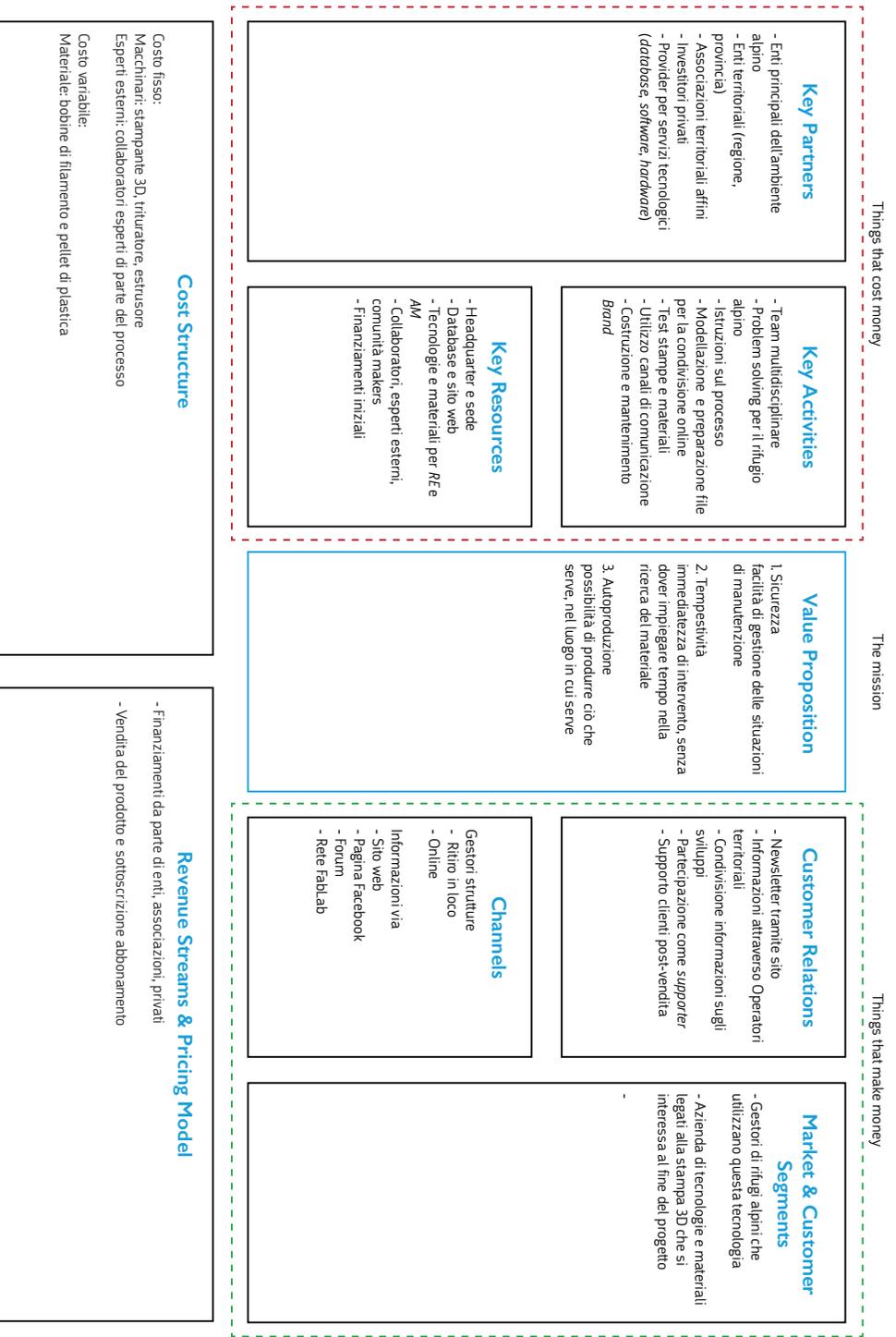
**Design specifici** - per adattamenti e modelli di componenti non standard o pezzi di oggetti da aggiustare, si possono avere difficoltà nel raggiungere le corrette dimensioni e incastri se la modellazione avviene in maniera telematica

**Cattiva gestione del processo** - il materiale e le stampe non vengono controllate correttamente e il risultato porta ad ulteriori problemi

**Inutilizzo** - seppur dal costo contenuto, l'acquisto di macchinari poco utilizzati e che non producono un valore tangibile possono causare disagi

### THREATS

## Business model canvas



Per poter analizzare i costi dei rifornimenti per i casi di manutenzione non previsti in rifugio possiamo analizzare vari fattori, in base ai racconti dei rifugisti che ho incontrato e che mi hanno fornito alcuni valori indicativi.

Per il trasporto merce con elicottero fino a 1.400 kg i costi variano da 30 a 50 euro al minuto, questo in condizioni di rifornimenti programmati ad inizio stagione<sup>67</sup>.

Questo prezzo sembra ragionevole anche considerando i prezzi per l'elisoccorso i quali variano tra i 110 e i 140 euro al minuto nei casi di chiamata per illeso<sup>68</sup>, si deve considerare però che a bordo ci sono 3 o 4 membri dell'equipaggio, tecnici esperti e che l'elicottero è attrezzato in maniera diversa.

Da vari articoli su riviste specializzate di montagna e siti web dedicati, è stato possibile confermare che viaggi non previsti causino grandi problemi legati ai prezzi di trasporto del materiale in rifugio, costringendo il gestore a trasportare a spalla i rifornimenti se pianificato in maniera errata il programma di rifornimenti per la stagione<sup>69</sup>.

Sul bilancio dei rifugi dobbiamo tenere in conto che sono strutture prese in affitto, ognuna ha un valore diverso in base alla posizione, alla sua grandezza e alla tipologia di passaggio di clienti, nel caso dell'Alto Adige i prezzi hanno una forbice di prezzi

piuttosto notevole “i canoni di concessione sono i più vari e vanno da un minimo di 1.630 euro a un massimo di 41.400. Ciò, ovviamente, a seconda della lunghezza della stagione praticabile, che dipende dalla quota, della distanza dal fondovalle o dagli impianti di risalita, e quindi dalla presenza o assenza di grandi flussi e cioè di grandi guadagni, dell'eventuale apertura invernale eccetera”<sup>70</sup>.

I costi vanno divisi per il periodo di locazione del contratto dal minimo di (per l'Alto Adige 3) 6 anni, poi rinnovabile per la stessa durata. Prendendo come caso concreto per farci un'idea sui costi il rifugio Quintino Sella al Monviso, nei pressi di Crissolo CN, a 2.640 m s.l.m. con 83 posti letto e aperto con gestione solamente durante il periodo estivo (metà giugno - fine settembre) è stato dato in concessione con affitto di € 6.000 annui da pagare in 2 rate semestrali. Contratto da 1/1/2009 a 31/12/2014. Il rifugio è dotato di energia elettrica proveniente da una centralina idraulica nel lago Grande di Viso adiacente, è dotato di docce e servizi igienici, internet satellitare dal 2007 e webcam dell'area.

Ritornando in Alto Adige possiamo vedere come l'impegno e l'importanza attribuita all'ambiente alpino sia forte e di supporto anche da parte degli enti territoriali come è stato dichiarato durante una conferenza per la disposizione di fondi:

«I nostri rifugi – ha detto Kompatscher – sono

il simbolo dello strettissimo legame che c'è fra l'Alto Adige e l'alta montagna, e rappresentano uno dei nostri principali biglietti da visita nel settore del turismo. È dunque fondamentale che i rifugi possano non solo sopravvivere, ma che riescano a diventare sempre più punto di riferimento per escursionisti di tutto il mondo: la crescita dei turisti appassionati di montagna che ogni anno arrivano in Alto Adige conferma che la strada intrapresa è quella giusta».

Nelle stesse circostanze è stato aggiunto che “lo svolgimento dei lavori è fondamentale - ha spiegato il presidente del CAI Claudio Sartori - soprattutto per alcuni rifugi che ospitano sino a 10 mila persone ogni anno”. Queste dichiarazioni sono state date come spiegazione quando è stato dato il via al programma di investimenti per la manutenzione ordinaria e straordinaria con un budget di 4,8 milioni di euro per il periodo 2016-2019 per le 26 strutture.

Aggiungono anche che “i rifugi alpini sono una dei biglietti da visita del nostro territorio. Ogni volta che visito una di queste strutture, mi rendo conto personalmente di quanto duro lavoro richieda questa attività, svolta in condizioni che in alcuni casi sono addirittura estreme, e per questo motivo mi sento di ringraziare i gestori in maniera particolare per quello che fanno. Il turismo di alta montagna è in una fase di crescita - ha proseguito il Landeshauptmann - e ciò conferma che la strategia di puntare con forza sugli investimenti nelle infrastrutture porta effetti positivi non solo al settore del turismo, ma a tutto il sistema economico delle zone rurali”. All'evento ha partecipato anche Reinhold Messner in cui nel suo intervento ha definito i rifugi “parte fondante della cultura alpina”, una cultura che si è evoluta a tal punto da

trasformare i rifugi stessi non più (o non solo) in punti di partenza per le scalate, ma in vere e proprie strutture turistiche a 360 gradi.

67. <https://www.elimast.it/it/servizi-elicottero/trasporto-merci-e-carichi-appesi.html>

68. [https://www.ecodibergamo.it/stories/Cronaca/imprudenza-in-montagnail-costo-dell'elisoccorso-si-paga\\_1109400\\_11/](https://www.ecodibergamo.it/stories/Cronaca/imprudenza-in-montagnail-costo-dell'elisoccorso-si-paga_1109400_11/) rincarico max 50% per chiamata immotivata dell'elisoccorso

69. <http://dottorfranchising.it/gestione-di-un-rifugio-montano-una-scelta-di-vita/> questione di passione più che guadagno <http://www.skiforum.it/forum/showthread.php?t=39468> forum con fattori da considerare spiegati da gestori

70. [www.giornale.trentino.it/cronaca/trento/rifugio-marchetti-il-gestore-lascia-la-sat-vuole-un-affitto-esagerato-1.586950](http://www.giornale.trentino.it/cronaca/trento/rifugio-marchetti-il-gestore-lascia-la-sat-vuole-un-affitto-esagerato-1.586950)



<b>A valle</b>		
scanner 3D	ScanInaBox	€ 2.700
stampante 3D	Ultimaker 3/	€ 2.995
bobina materiale	ABS, Ninjaflex	€ 25+30
software reverse engineering		incluso
software modellazione 3D	Blender	free
Tot.		€ 5.750
<b>In rifugio</b>		
stampante 3D	Ultimaker 3	€ 2.995
bobina materiale	ABS, Ninjaflex	€ 25+30
software	Cura	free
	123D Catch	free
	Blender	free
Tot.		€ 3.050

Calcolo costi dei macchinari essenziali

## Analisi delle aree tematiche

Le possibilità di questa innovazione: in un progetto *open* è molto importante dare la possibilità a chiunque di modificare rendere ancora più facile completa il modello dell'accessibilità ai dati di questo tipo.

- Auto-miglioramento continuo accessibilità e condivisione rendono possibile il continuo miglioramento sia dall'esterno che da parte di chi sta sviluppando questo tipo di lavoro sia a livello di tecnologie che a livello di modello in sé.

- Aumento del bacino di utenza potenziale grazie alla condivisione libera dei progetti si può raggiungere un maggior numero di persone.

- Possibilità di profitto anche condividendo in maniera libera e gratuita progetti e file, è comunque possibile trarre guadagno che esso sia grazie la creazione di imprese o di altri progetti volti a fornire un servizio

- Assenza di stoccaggio con l'autoproduzione non si ha la necessità di avere un magazzino di componenti, ogni componente verrà creato solamente nel momento in cui questo viene richiesto, in questo modo ci si ricollega alla *lean production* in cui c'è zero magazzino ovviamente questo si collega alla piccola serie ovvero viene creato solo il numero necessario di prodotti quanto richiesto.

- La semplicità è importante per creare prodotti più semplici possibile per utilizzare minor numero di macchinari, di attrezzi e di energia in ogni situazione per riparazioni o creazione di prodotti nuovi.

- Unicità e customizzazione per l'utente, è possibile creare pezzi unici o commissionari al progettista.

Esercizio	Listino + 150%	Quota Ammortamento	Ammortamento Fiscale	Fondo Ammortamento Iniziale	Fondo Ammortamento Finale	Valore Netto Contabile	Deduzione (24%)
2018	€7.487,50	20,00%	€1.497,50	---	€1.497,50	€5.990,00	€359,40
2019	€7.487,50	20,00%	€1.497,50	€1.497,50	€2.995,00	€4.492,50	€359,40
2020	€7.487,50	20,00%	€1.497,50	€2.995,00	€4.492,50	€2.995,00	€359,40
2021	€7.487,50	20,00%	€1.497,50	€4.492,50	€5.990,00	€1.497,50	€359,40
2022	€7.487,50	20,00%	€1.497,50	€5.990,00	€7.487,50	0	€359,40
TOT.			€7.487,50			Totale Deduzione	€1.797,00

Calcolo dell'Iper Ammortamento su una stampante 3D Ultimaker 3

## Iper Ammortamento dalla legge di Stabilità, 250%

**A** nostro favore durante l'acquisto dell'attrezzatura necessaria alla produzione di manufatti con la tecnologia di rapid prototyping, possiamo sfruttare delle agevolazioni fiscali, bandite dallo stato italiano, esse sono "agevolazioni riservate alle aziende operanti nell'Industria 4.0, in settori quali la stampa 3d, taglio laser, manifattura, meccatronica, robotica, big data, sicurezza informatica, nanotecnologie, sviluppo di materiali intelligenti, stampa 3D, internet delle cose. Avviabile quindi per l'acquisto di stampanti 3d, laser-cut, scanner 3d", per poter

usufruire di questa agevolazione bisogna produrre un'autocertificazione ai sensi del Dpr 445/2000<sup>75</sup>.

Per l'acquisto di una stampante 3D FDM Ultimaker 3, da una spesa di € 2.995 per il macchinario grazie all'ammortamento annuo maggiorato al 250%, la deduzione fiscale del 24% (aliquota Ires) su quel bene ammonta a €1.797. In questo modo abbiamo quindi acquistato il bene per € 1.198, ovvero al 40% del suo valore di mercato. Questa stampante avrà quindi un peso economico sul nostro bilancio aziendale di € 239,60 annui per i 5 anni considerati per il suo utilizzo prima dell'obsolescenza<sup>76</sup>.

75. <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1989/02/02/088A0017/sg> gazzettino ufficiale con i coefficienti di ammortamento

76. <http://www.3dproennepiesse.com/esempi-iper-ammortamento-al-250-per-le-stampanti-3d/>

e <https://manufat.com/blog/17250-iperammortamento-stampanti-3d-al-250-nel-2017/> spiegano il funzionamento e portano esempi con grafici pratici degli ammortamenti (anche di Ultimaker 3)

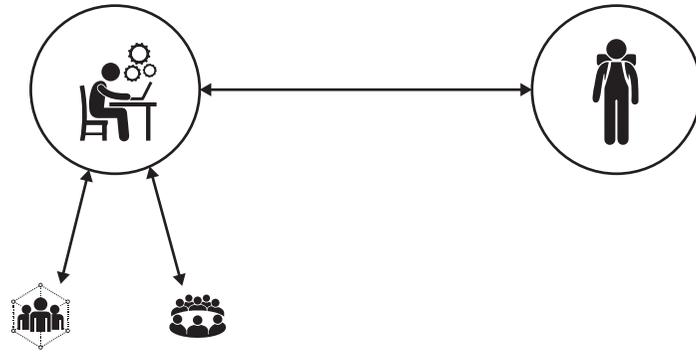
Dal punto di vista economico possiamo considerare che la spesa di poco più di € 200 annui sia molto ragionevole su un affitto di oltre € 6.000 I costi di gestione della manutenzione classica questa spesa risulta portare benefici soprattutto dal punto di vista psicologico per il carico cognitivo del gestore. Ulteriore vantaggio di questa tecnologia al prezzo definito hai fatto di non dover abbandonare la struttura di non dover muovere mezzi nè persone.

Ovviamente questi prezzi possono variare in quanto il nostro processo sviluppato è solo un'indicazione al rifugista rispetto alle tecnologie e agli approcci da attuare fa il rifugio è sufficientemente grande ed aperto l'intero anno ci può anche predisporre una tecnologia di livello superiore del prezzo maggiore. Bisogna sempre ricordare di considerare la facilità di utilizzo del macchinario in quanto il primo punto cardine che consideriamo è la facilitazione del lavoro del gestore e dello staff del rifugio.

## 6.8 Il ruolo del progettista

### impostazione del flusso di lavoro

.204



205.

Il ruolo del progettista a capo di questo processo produttivo è quello di **organizzare il processo, trovare i collaboratori per migliorarlo**. Gestire i compiti per trovare la tecnologia appropriata, sempre in aggiornamento.

Ma soprattutto il suo compito è quello di guidare ed indirizzare l'utilizzatore finale: il rifugista.

Il progettista si trova nella situazione delicata in cui dover interagire con persone che non sono sempre aperte al cambiamento e che lavorano con una certa metodologia da tutta la vita, in un ambiente che è casa loro e come tale non la vogliono deturpare o non ne vogliono distorcere i valori che deve comunicare.

Per questo motivo il progettista deve riuscire a instaurare un rapporto con gli enti e le persone, e mettere a disposizione questo nuovo approccio insieme alle sue tecnologie e connessioni per poter avvicinare i due mondi delle terre alte e di valle.

In pratica il designer deve analizzare le necessità del rifugista, gli aspetti tecnici

della struttura in cui opera per poter creare modelli adatti al posto, attraverso uno studio dei materiali e delle condizioni in cui il rifugio vive lungo l'intero arco dell'anno si deve prevedere il tipo di intervento da attuare. Inizialmente il progettista deve creare i file virtuali e testare la loro funzionalità ed efficacia con stampe di prova, per controllare che i materiali siano resistenti, stagni e che siano adatti agli attacchi utilizzati nelle misure e nelle tenute meccaniche.

Il designer, in caso aiutato dalla comunità online e maker, deve essere in grado di saper rispondere ad altre necessità che si possono presentare e risolverle per quanto possibile, il prima possibile per fornire al rifugio il componente adeguato a sistemare una problematica.

# Focus: passaggi per la riproduzione

CASO STUDIO 1: MANUTENZIONE DI UN COMPONENTE SERIALE (connettore tubo dell'acqua)  
PROCESSO CLASSICO

.206

TIMELINE



## Dettagli passaggi: MATERIALI

- Rottura** momento in cui un componente non funziona più regolarmente, in questo caso avviene la rottura di una presa del rubinetto, che connette l'impianto idrico della struttura al tubo dell'acqua
- Rilevamento problema** il pezzo che connette l'attacco all'impianto idrico al tubo risulta danneggiato, il pezzo perde molta acqua invece che farla passare all'interno del tubo.
- Individuazione problema e ricerca cause** analisi della struttura che presenta il problema, si considera l'entità del danno, la necessità dell'utilizzo di quel pezzo e in che momento andare a reperire lo stesso pezzo nuovo
- Reperimento materiale da sostituire** ricerca dello stesso pezzo nel magazzino. In caso non si trovasse il pezzo, è necessario acquistarlo in negozio oppure online, in entrambi i casi si necessita di un viaggio a valle per recuperare il pezzo e tempo per ordinarlo e ritirarlo.
- Selezione attrezzi da utilizzare per la manutenzione** conosciuto il tipo di problema e il pezzo da sostituire o aggiustare, si devono trovare i giusti attrezzi per poter smontare il componente da sostituire e montare il nuovo pezzo, e con esso i giusti componenti aggiuntivi per poterlo correttamente fissare: una chiave inglese o a pappagallo potrebbero essere utili per smontare il pezzo non funzionante e fissare il nuovo componente
- Lavoro di manutenzione** il pezzo danneggiato viene sostituito con quello nuovo. Il pezzo sostituito viene smaltito come rifiuto



CASO STUDIO 1: MANUTENZIONE DI UN COMPONENTE SERIALE (connettore tubo dell'acqua)  
PROCESSO CON STAMPA 3D

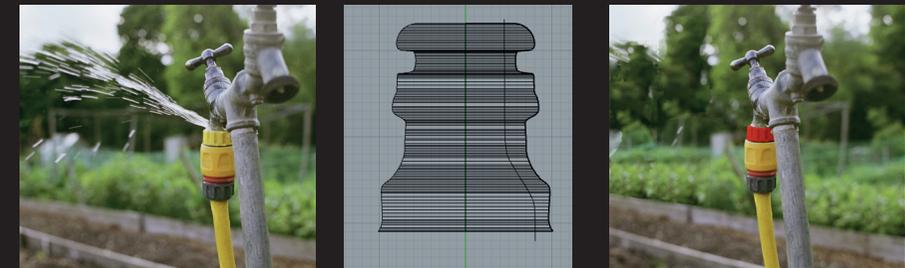
.207

TIMELINE



## Dettagli passaggi: MATERIALI

- Rottura** momento in cui un componente non funziona più regolarmente, in questo caso avviene la rottura di una presa del rubinetto, che connette l'impianto idrico della struttura al tubo dell'acqua
- Rilevamento problema** il pezzo che connette l'attacco all'impianto idrico al tubo risulta danneggiato, il pezzo perde molta acqua invece che farla passare all'interno del tubo.
- Individuazione problema e ricerca cause** analisi della struttura che presenta il problema, si considera l'entità del danno, la necessità dell'utilizzo di quel pezzo
- Reperimento materiale da sostituire** ricerca dello stesso pezzo personalizzato nel database. scelta dei materiali indicati come più adatti per la stampa del pezzo. Si noti che in questo caso le stampe necessarie sono 2: una per il pezzo principale e una per l'o-ring posto per garantire la tenuta durante l'allaccio
- Selezione attrezzi da utilizzare per la manutenzione** viene utilizzata la stampante in 3D per riprodurre il pezzo necessario a sostituire il connettore danneggiato.
- Lavoro di manutenzione** stampa 3D del componente da sostituire. il pezzo danneggiato viene sostituito con quello modellato digitalmente.



TIMELINE



Dettagli passaggi: MATERIALI

- 1. Rottura** momento in cui un componente non funziona più regolarmente, in questo caso avviene la rottura di una componente di sostegno ad arco posta nella zona frontale sotto alla seduta
- 2. Rilevamento problema** un cliente comunica al personale del rifugio che la sedia ha subito un colpo involontario con gli scarponi da sci e si è rotto un pezzo di legno che aiuta a sostenere la struttura della sedia
- 3. Individuazione problema e ricerca cause** analisi della struttura che presenta il problema in seguito all'urto ricevuto, si pensa quindi al miglior processo per agire nella manutenzione
- 4. Reperimento materiale da sostituire** ricerca di un pezzo simile per forma e materiale dal magazzino; oppure di materiale simile, adattabile con lavorazioni per sostituire il componente che ha subito danneggiamenti. In caso non si trovasse il pezzo, la sedia sarebbe probabilmente accantonata per essere smaltita o per eseguire una lavorazione di manutenzione a fine stagione procurandosi il necessario.
- 5. Selezione attrezzi da utilizzare per la manutenzione** conosciuto il tipo di problema e il pezzo da sostituire o aggiustare, si devono trovare i giusti attrezzi per poter smontare il componente da sostituire e montare il nuovo pezzo, e con esso i giusti componenti aggiuntivi per poterlo correttamente fissare:
  - strumenti per smontare e fissare: un cacciavite a testa piatta per rimuovere le viti che tengono il componente e per poter fissare il pezzo nuovamente a fine manutenzione
  - strumenti per lavorazioni (come sega, pinze, carta vetrata, ecc.) per aggiustare il pezzo e unirlo a del materiale o ad un pezzo di componente che si trova in magazzino, insieme a della colla
- 6. Lavoro di manutenzione** il legno della sedia rotta e del componente da adattare per questa lavorazione deve essere tagliato, limato e poi incollato per essere riposizionato al suo posto e fissato nuovamente con le sue viti.



TIMELINE



Dettagli passaggi: MATERIALI

- 1. Rottura** momento in cui un componente non funziona più regolarmente, in questo caso avviene la rottura di una componente di sostegno ad arco posta nella zona frontale sotto alla seduta
- 2. Rilevamento problema** un cliente comunica al personale del rifugio che la sedia ha subito un colpo involontario con gli scarponi da sci e si è rotto un pezzo di legno che aiuta a sostenere la struttura della sedia
- 3. Individuazione problema e ricerca cause** analisi della struttura che presenta il problema in seguito all'urto ricevuto, si pensa quindi al miglior processo per agire nella manutenzione
- 4. Reperimento materiale da sostituire** modellazione dei componenti delle strutture più delicate presenti in rifugio; il legno può essere sostituito da plastica riciclata (con l'apposita filiera che tritura, estrude e stampa in 3D)
- 5. Selezione attrezzi da utilizzare per la manutenzione** viene utilizzata la stampante in 3D per riprodurre il pezzo necessario a sostituire il pezzo di legno rotto. per il pezzo di legno della sedia che non è stato rotto si devono usare degli attrezzi per renderlo il più dritto possibile, per essere poi accoppiato al pezzo in nuovo materiale.
- 6. Lavoro di manutenzione** il pezzo di legno va limato ed adattato il più possibile per far combaciare la struttura esistente e il pezzo stampato in 3D. Alla fine della stampa 3D, dal prodotto stampato vengono rimossi i supporti e il pezzo viene accostato alla parte pre-esistente in legno. I due componenti uniti possono essere riposizionati in posizione e fissato nuovamente con le viti.



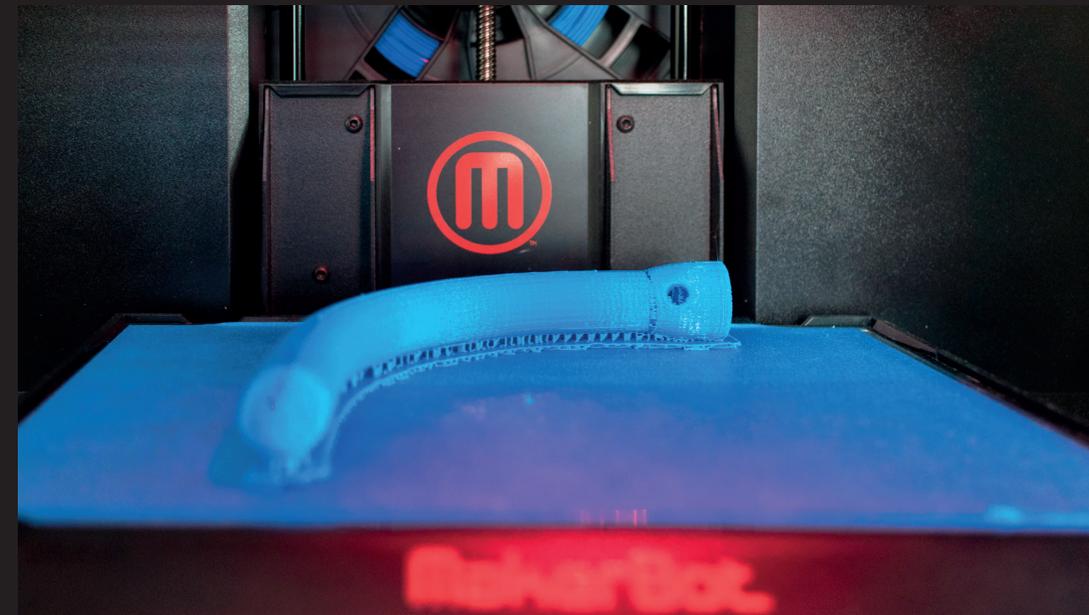
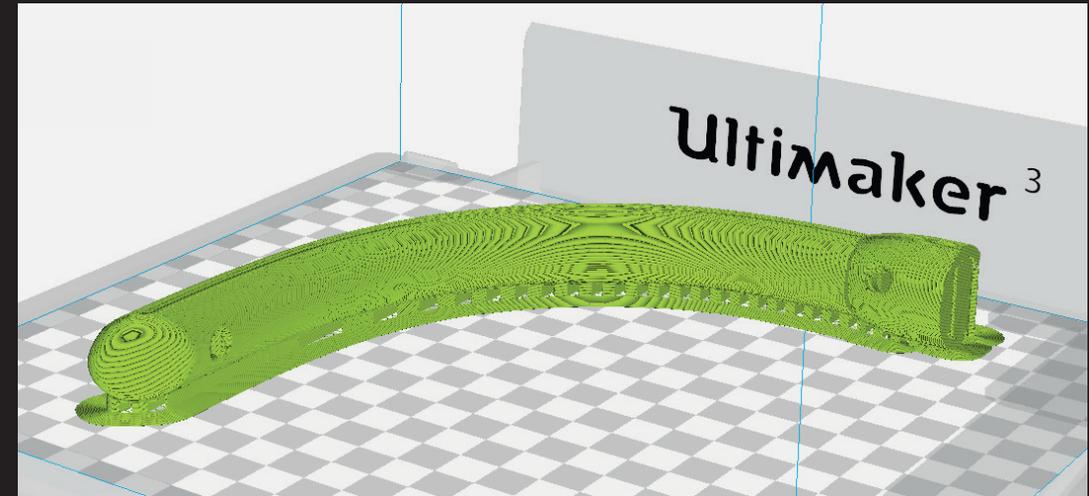


### Verifiche tecniche

Un modello di una porzione di supporto di una sedia è stato stampato su una MakerBot disponibile in università per fare delle **verifiche tecniche su tempi, facilità di stampa e di lavoro per l'effettiva sistemazione del pezzo.**

Le impostazioni erano di 220°C T di stampa, 10% di infill, creazione di supporti automatici. la stampa è stata completata in 2 ore e 36 minuti. La stampante ha estruso circa 22 grammi di PLA per la realizzazione del componente.

Il lavoro di sistemazione del pezzo di legno ha impiegato circa mezz'ora utilizzando solamente carta vetrata per adattare l'innesto del legno nel pezzo in plastica.





*Per realizzare grandi cose, non dobbiamo solo agire, ma anche sognare; non solo progettare ma anche credere.*

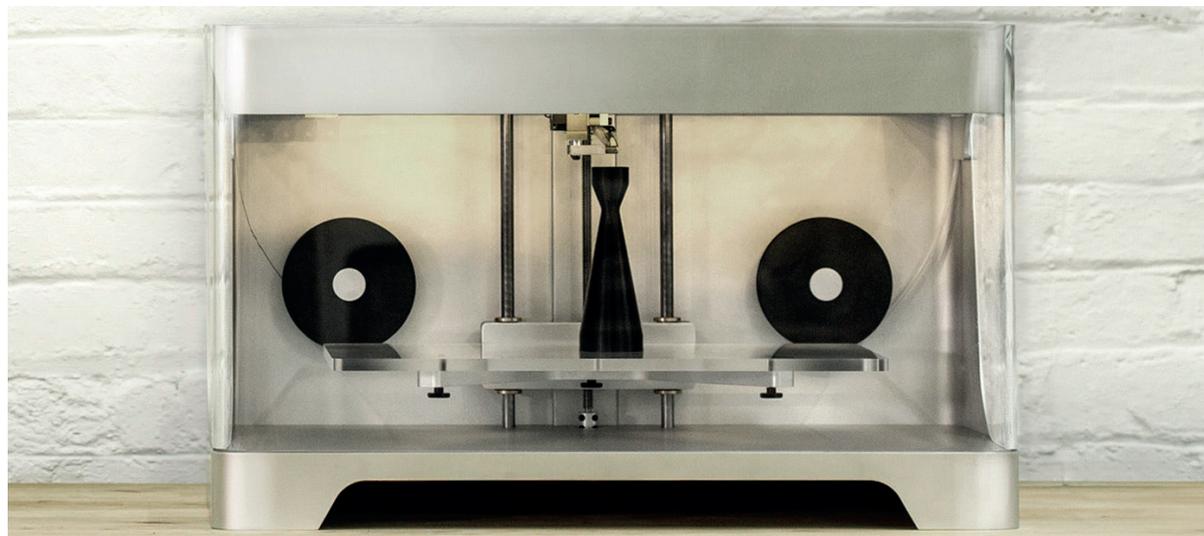
# 7

---

## Conclusioni

Una fase di analisi finale dei raggiungimenti degli obiettivi preposti ed uno sguardo verso il futuro, per poter migliorare e sviluppare nuovi processi

---



Stampante CFF Markforged Mark Two

**Q**uesta metodologia di approccio alla produzione si dimostra teoricamente applicabile e utile in ambiente isolato per la facilità di azione e gestione, per la semplificazione di determinate azioni e per il fatto di non dover abbandonare la struttura per reperire il materiale.

Nonostante i buoni prospetti descritti, **al giorno d'oggi questo processo è ancora limitato** da vari fattori tra cui quello dei materiali e dei macchinari utilizzati, ed il lato economico di macchinari capaci di produrre pezzi più adeguati.

Nel prossimo futuro possiamo sperare per un ulteriore abbassamento dei prezzi della tecnologia, grazie al continuo sviluppo da parte dei produttori e al costante studio e test da parte di ricercatori per materiali e tecnologie avanzati e complessi e da

*makers* a livelli di attrezzatura reperibile più economicamente vedremo con gli anni un continuo miglioramento prestazionale rispetto alle possibilità.

Oltre a questo le dimensioni delle stampanti continuano a puntare ad essere "desktop", che sta avvenendo anche per il caso di quelle che trattano metalli.

Un fattore su cui si era posta l'attenzione durante lo svolgimento di questa tesi era anche riguardante l'intento di creare una filiera di riciclo della plastica: puntare ad una divisione delle plastiche insieme ad una matrice contenete i dettagli di dove si trova maggiormente un determinato materiale nei prodotti comuni.

**Compito del progettista sarebbe stato anche impostare la filiera per il recupero della plastica**, partendo dalla classificazione delle categorie maggiori di rifiuto plastico per poterle dividere già inizialmente in appositi contenitori / cestini in rifugio. Va specificata la differenziazione di questi prodotti tramite una lista esemplificativa ed esplicativa che indichi come individuare il materiale di ogni prodotto e comunemente quale polimero compone un determinato prodotto. Ad esempio una bottiglia di plastica per bevande indica sulla sua etichetta la tipologia di plastica di cui è composta, alla sua base presenta normalmente un numero che anch'esso indica l'appartenenza ad una categoria di materiale e viene indicato il materiale che comunemente compone questa categoria merceologica.

Per la preparazione dei prodotti ad essere recuperati si passa per la prima fase di lavaggio e asciugatura, essa viene specificata come un'azione a carico del personale in rifugio, utilizzando a proprio piacere lavastoviglie se disponibile oppure lavaggio a mano, segnalando l'importanza di avere i prodotti asciutti e puliti alla fine di questo passaggio.

La seguente fase di triturazione prevede di predisporre un macchinario apposito ed un setaccio, che servirà per setacciare e ripassare nel macchinario la plastica triturata che ne esce troppo grossolanamente. Da

questo passaggio è molto importante avere il triturato delle dimensioni più simili possibile per ottenere un risultato finale ottimale nella fase successiva.

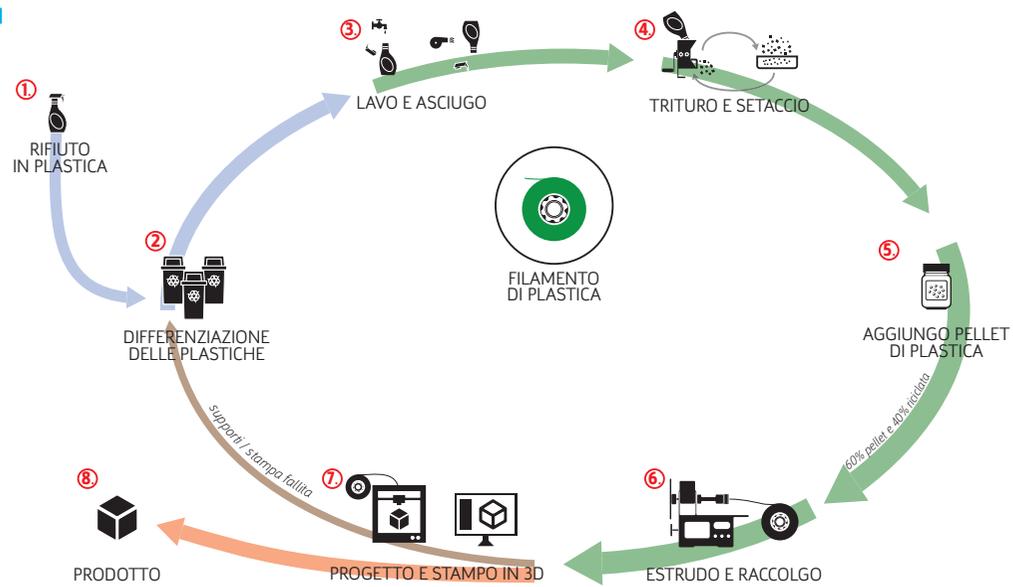
La fase di estrusione della plastica viene impostata, anche in questo caso per categorie. Si devono impostare correttamente temperatura e qualità di estrusione, insieme all'installazione iniziale del corretto estrusore del diametro identico a quello installato sulla stampante 3D per poter avere le bobine di filamento correttamente utilizzabili da FelFil.

Inizialmente bisogna predisporre di un metodo per facilitare la divisione delle plastiche utilizzabili con la stampante 3D, che sia chiaro per il personale che deve dividere lo scarto prodotto dalla struttura e anche per la clientela nel momento in cui viene coinvolta al giusto riciclo mirato dei propri scarti.

La fase di lavaggio e asciugatura è un passaggio necessario per rimuovere i depositi di materiale non adatto e coerente con il processo di fusione del composto polimerico in seguito, questo creerebbe un composto polimerico non puro e ne conferirebbe una qualità più bassa oltre che possibili bolle d'aria all'interno della sua struttura date dall'evaporazione delle gocce d'acqua durante il processo di fusione per l'estrusione.

Durante la fase di triturazione si ripetono i passaggi di triturazione e setaccio della plastica finché è omogenea nelle dimensioni.

Per la trasformazione del triturato di plastica in nuovo filamento pronto per essere impiegato in una stampa, si versa il pellet



plastico nella tramoggia del macchinario acceso e impostato secondo le impostazioni adeguate e avvolgo il filamento che ne esce su una bobina.

### Riciclo di un pezzo danneggiato

Seguendo questo processo teorico si sarebbe potuto applicare alla fase di manutenzione in rifugio. Una volta smontato il componente non funzionante ed installato il pezzo nuovo, si può passare alla consultazione delle istruzioni fornite dal progettista riguardanti i materiali dei pezzi originali, se il componente sostituito era in un materiale idoneo alla stampa 3D, può essere trattato insieme agli altri scarti di plastica della stessa categoria quindi riciclato e immesso nel processo di triturazione, estrusione e stampa per un nuovo prodotto.

Con la stampa 3D, nel caso particolare collegata alla filiera per il recupero della plastica, possiamo utilizzare ABS o HIPS, per le loro caratteristiche meccaniche simili tra loro e idonee alla funzione.

Questo processo aggiuntivo non risulta però praticabile per quanto analizzato nel capitolo relativo alle caratteristiche tecniche dei materiali.

Correlato all'argomento di limiti tecnici e tecnologici, nell'ultimo anno un'azienda in particolare, Markforged, ha sviluppato due nuove tecniche di stampa che sono andate ad abbassare drasticamente i costi di macchinari e produzione. Un macchinario già in commercio è per l'innovativo CFF (Continuous Fiber Fabrication), mentre una tecnologia ancora in fase di sviluppo ma che arriverà a breve è la ADAM (Atomic Diffusion Additive Manufacturing), che permetterà di

produrre elementi in metallo con macchinari dalle dimensioni e dai prezzi ridotti fino a 10 volte rispetto a quelli utilizzabili fino ad un anno fa.

La tecnologia CFF opera in questo modo: la stampante utilizza due estrusori di stampa. Un ugello funziona come un tipico processo di estrusione, depone un filamento di plastica che forma il guscio esterno e la matrice interna del componente. Il secondo ugello deposita un filamento continuo di fibra composita (fatto con fibra di carbonio, vetro o Kevlar) su ogni strato. Questo continuo filamento di fibre compositi all'interno di parti stampate in 3D aggiunge forza all'oggetto costruito che è paragonabile a parti in metallo<sup>77</sup>.

ADAM "consente la creazione di parti metalliche con velocità e precisione. È un metodo di stampa industriale in metallo, a prima vista sembra ingannevolmente simile alla tecnologia FDM. Tuttavia, questo è solo perché utilizza polveri di metallo racchiuse in leganti di plastica. Quando la plastica viene sciolta all'interno di fornaci, le polveri metalliche possono essere disposte in forme apposite, la plastica si dissolve e il metallo viene sinterizzato in un disegno. Il processo funziona strato dopo strato quando i cristalli metallici passano attraverso i legami degli strati stampati. Ciò consente di creare un'intera parte senza soluzione di continuità con un'immensa durabilità strutturale"<sup>78</sup>.

77. <https://www.makepartsfast.com/continuous-fiber-fabrication-cff/>

78. <https://3dprinting.com/metal/atomic-diffusion-additive-manufacturing-game-changer/>

Previsioni e speranze future positive però ci portano a pensare che presto sarà possibile trattare materiali *smart* con stampanti desktop reperibili a prezzi accessibili, con metodologie di stampa e approccio simile alla stampa 4D. Questo ci consentirà di salvare ancora più spazio di magazzino e di avere a disposizione materiali funzionanti e funzionali ad ogni nostra esigenza.

**La speranza è quella di aver dato il giusto input verso ulteriori studi e analisi riguardo un ambiente che ha ancora molte possibilità e molte vie di sviluppo, con l'attenzione di enti aperti all'innovazione e di rifugisti coinvolti nelle decisioni.**

*L'alpinismo porta con sé dei rischi, ma anche tutta la bellezza che si nasconde nell'avventura dell'affrontare l'impossibile.*



# Glossario

## dei termini e degli acronimi

222

<b>3D :</b>	tridimensionale
<b>3DP :</b>	3D Printing / stampa 3D
<b>4D :</b>	“quadridimensionale”, stampa tridimensionale che modifica la sua struttura nel tempo
<b>ABS :</b>	Acrilnitrile-Butadiene-Stirene
<b>ACS :</b>	Acqua Calda per uso Sanitario
<b>AM :</b>	Additive Manufacturing / manifattura additiva
<b>AMF :</b>	Additive Manufacturing File / file di manifattura additiva
<b>AVS :</b>	Alpenverein Südtirol / club alpino Sud Tirolo
<b>BRD :</b>	Bergrettungs Dienst / servizio di soccorso alpino austriaco
<b>B-Rep :</b>	Boundary Representation / rappresentazione di contorno
<b>CAD :</b>	Computer Aided Design / progettazione assistita da computer
<b>CAF :</b>	Club Alpin Français / club alpino francese
<b>CAI :</b>	Club Alpino Italiano
<b>CAM :</b>	Computer Aided Manufacturing / produzione assistita da computer
<b>CAS :</b>	Club Alpino Svizzero
<b>CCD :</b>	Charge-Coupled Device / - dispositivo ad accoppiamento di carica. Una carica elettrica viene convertita in segnale analogico
<b>CNC :</b>	Computer Numerical Control / macchine a controllo numerico (MCN)
<b>CNSAS :</b>	Corpo Nazionale Soccorso Alpino Speleologico
<b>CMM :</b>	Coordinate Measuring Machines / macchina di misurazione a coordinate
<b>CSG :</b>	Constructive Solid Geometry / geometria solida costruttiva
<b>CT :</b>	Computerized Tomography / tomografia computerizzata (a raggi X)
<b>DDM :</b>	Direct Digital Manufacturing / manifattura digitale diretta
<b>Delta :</b>	uso di parallelogrammi con restrizioni del movimento a pure traslazioni della piattaforma finale, cioè solamente movimenti lungo gli assi X,Y e Z senza rotazioni
<b>DIY :</b>	Do-It-Yourself / fai da te
<b>DMLS :</b>	Direct Metal Laser Sintering / sinterizzazione diretta dei metalli
<b>FDM :</b>	Fused Deposition Modeling / modellazione a deposizione fusa
<b>G-Code :</b>	linguaggio di programmazione di controllo numerico, utilizzato principalmente per le macchine di produzione a controllo numerico, tra le quali le stampanti 3D
<b>GPS :</b>	Global Positioning System / sistema di posizionamento globale
<b>HDPE :</b>	polietilene ad alta densità
<b>HIPS :</b>	High Impact PolyStyrene / polistirolo antiurto
<b>Hütte :</b>	“rifugio” in tedesco
<b>LOM :</b>	Laminated Object Manufacturing / produzione di oggetti laminati

223

<b>MIT :</b>	Massachusetts Institute of Technology, università prestigiosa a Cambridge
<b>MJM :</b>	Multijet Modeling / modellazione multijet
<b>MRI :</b>	Magnetic Resonance Imaging / imaging a risonanza magnetica
<b>OCHA :</b>	Office for the Coordination of Humanitarian Affairs / Ufficio per la coordinazione degli affari umanitari delle Nazioni Unite
<b>Off-grid :</b>	non connesso alla rete, che sia elettrica, idrica, fognaria o internet
<b>Open Hardware :</b>	parte della filosofia Open Source in cui il progetto e i suoi componenti sono aperti e liberi a tutti
<b>Open Source :</b>	approccio di sviluppo software che incoraggia la collaborazione aperta
<b>PE :</b>	polietilene
<b>PE-HD :</b>	polietilene alta densità
<b>PE-LD :</b>	polietilene bassa densità
<b>PE-LLD :</b>	polietilene bassa densità lineare
<b>PE-MD :</b>	polietilene media densità
<b>PET :</b>	polietilene tereftalato
<b>PETG :</b>	polietilene tereftalato modificato con glicole
<b>PLA :</b>	acido polilattico
<b>Physible :</b>	oggetti dati che gli utenti possono trasformare da digitale a fisico tramite stampanti 3D
<b>RE :</b>	Reverse Engineering / ingegneria inversa
<b>RP :</b>	Rapid Prototyping / prototipazione rapida
<b>SGC :</b>	Solid Ground Curing / polimerizzazione del terreno solido
<b>SLA :</b>	StereoLithographic Apparatus / apparato stereolitografico
<b>Sherpa :</b>	gruppo etnico del Nepal, tipiche guide e portatori di spedizioni himalayane
<b>SLM :</b>	Selective Laser Melting / fusione laser selettiva
<b>s.l.m. :</b>	sul livello del mare, indica l'altitudine media del livello marino
<b>SLS :</b>	Selective Laser Sintering / sinterizzazione laser selettiva
<b>STL :</b>	Standard Triangulation Language o STereo Lithography Interface Format / linguaggio di triangolazione standard o formato di interfaccia stereolitografica
<b>TPU :</b>	Poliuretano (PU) Termoplastico
<b>UV :</b>	Ultra Violetti
<b>X :</b>	asse delle ascisse
<b>Y :</b>	asse delle ordinate
<b>Z :</b>	asse numerico verticale

# Bibliografia

## note bibliografiche dei testi consultati

224

Comitato Centrale di Indirizzo e Controllo del C.A.I.  
*Regolamento generale rifugi.*  
Milano, 2011

Zanni, Marco; rel. Morena, Marzia.  
*L'evoluzione dei rifugi alpini:  
Analisi di modelli gestionali del patrimonio immobiliare in alta quota.*  
Politecnico di Milano: 2011

Del Curto, Davide; Dini, Roberto; Menini, Giacomo.  
*Alpi e architettura: patrimonio, progetto, sviluppo locale.*  
Mimesis Milano, 2016

Alberto Bonansea; rel. Moncalvo, Enrico; Dini, Roberto.  
*Progetto d'alta quota:  
il rifugio Vittorio Emanuele II al Gran Paradiso: dove il futuro incontra il passato.*  
Politecnico di Torino: febbraio 2015.

De Rossi, Antonio; Dini, Roberto.  
*Architettura alpina contemporanea.*  
Quaderni della fondazione Courmayeur; 2013

Frison-Roche, Roger; Jouty, Sylvain.  
*Storia dell'alpinismo.*  
Corbaccio, 1996 tradotto in italiano (Francia, 1964)

Gibello, Luca; Dini, Roberto; Masserano, Giorgio.  
*Cantieri d'alta quota, Breve storia della costruzione dei rifugi sulle Alpi.*  
Segnidartos Edizioni, Biella, 2017

*Rifugi in divenire. Architettura, funzioni e ambiente. Esperienze alpine a confronto.*  
Atti del convegno, Trento, 22-23 marzo 2013. Associazione Cantieri D'Alta Quota, Trento 2013

Anderson, Chris.  
*Makers. Il ritorno dei produttori. Per una nuova rivoluzione industriale.*  
Rizzoli Etas, Milano, 2013

225

Ali K. Kamrani, Emad Abouel Nasr.  
*Engineering Design and Rapid Prototyping.*  
Springer, 2010

## Videografia

Barbieri, Mario.  
Senza possibilità di errore, CNSAS, 2017

## Immagini

Le fotografie di introduzione ai capitoli originali di proprietà dell'autore della tesi e scaricate gratuitamente dal sito Unsplash.com

Copertina - modifica del render di progetto per il nuovo rifugio all'Aiguille du Goûter nel Monte Bianco (3.817 m), di Groupe H e Charpente Concept

Cap. I. - proprietà dell'autore, presso Prato Piazza di Braies, BZ

Cap. 1 - Pietro De Grandi, presso Alpe di Siusi, Compaccio, BZ

Cap. 2 - Stefan Stefancik, presso Téryho chata, Vysoké Tatry, Slovakia

Cap. 3 - proprietà dell'autore, presso il Politecnico di Torino

Cap. 4 - Giacomo Gobbo, presso Pian Delle Fugazze, VI-TN

Cap. 5 - proprietà dell'autore, presso Braies, BZ

Cap. 6 - Stephan Wieser, presso Sonnenalm Kampenwand, Aschau im Chiemgau, Germania

Cap. 7 - Eberhard Grossgasteiger, presso Parco naturale Vedrette di Ries-Aurina, BZ

Cap. Glossario - Karsten Wurth, presso, Castelrotto, Alpe di Siusi BZ

## Un grazie a:

Il professor **Fabrizio Valpreda**, per avermi accompagnato ed indicato la via in questo impervio percorso di tesi come relatore.

Il professor **Roberto Dini**, per avermi fornito la letteratura necessaria a comprendere lo scenario dell'ambiente alpino nel suo complesso.

Il professor **Stefano Mauro**, che mi ha indicato la giusta direzione prima di intraprendere progetti non perseguibili.

La professoressa **Marina Bravi**, per la consulenza economica.

**Florian Fink e Sebastian Mayrgündter** dell'IDM Sudtiroil che hanno avuto il tempo di ascoltarmi e consigliarmi un processo di sviluppo progettuale.

**Giulio Frangioni**, Segretario Generale Soccorso Alpino per una spiegazione dettagliata del lavoro che svolgono le forze del CNSAS.

**Danny Zampiccoli**, rifugista del Rifugio Lausen, che mi ha accolto all'interno del suo nuovo rifugio, di un ambiente caldo e amichevole. Grazie perchè mi ha istruito sul magnifico mondo della montagna e del rifugio in una giornata fredda e piovosa, per la sua esperienza e la sua visione sull'innovazione in montagna. Anche in una giornata colma di impegni con gli assessori non è mancato il tempo per una grappa e per festeggiare il suo compleanno.

**Michele Berti**, rifugista di Malga Valli per le risposte alle mie costanti domande sulla gestione dei problemi in rifugio, sempre con ottimismo e col sorriso.

**Eleonora Orlandi**, rifugista del Rifugio Altissimo per avermi fatto svegliare prima dell'alba, partire dall'inizio del sentiero prima dell'alba, ed una volta arrivato in rifugio non poter vedere l'alba per il maltempo. Grazie comunque per avermi spiegato com'è prendere in mano un rifugio ed iniziare questa carriera, capire che tipi di problemi si possono riscontrare e come andare avanti, oltre ad avermi dato un punto di vista decisamente opposto rispetto all'utilizzo delle nuove tecnologie.

**Massimo Manavella**, rifugista Rifugio Sellaries e **Lucio Trucco**, rifugista Rifugio Teodulo per avermi raccontato come gestiscono le loro strutture.

**La mia famiglia**, che mi è sempre stata vicina e mi ha supportato lungo questi lunghi anni di studi.

**I miei amici**, che da vicino o lontano ci sono per tirarmi su il morale e disturbarmi mentre cerco di studiare.

**I miei coinquilini**, con cui ho condiviso molti momenti di studio e festa, Raffaele per aver scambiato pareri e revisioni improvvisate mentre cercava di avvelenarmi con la gastronomia molecolare.