

FragMont

*Sistema integrato per la gestione della
FRAGilità in MONTagna*

Riccardo Beltramo, Enrica Favaro, Danilo Godone, Enrica Vesce,
Paolo Cantore, Cristina Vari, Enrico Pizzighella, Lisa De Bellis
Università degli studi di Torino

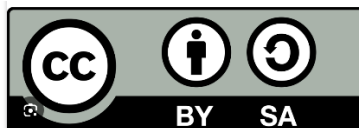


**UNIVERSITÀ
DI TORINO**

Torino, 2023

ISBN: 9788875902643

FragMont - Sistema integrato per la gestione della FRAGilità in MONTagna © 2023
di Riccardo Beltramo, Enrica Favaro, Danilo Godone, Enrica Vesce,
Paolo Cantore, Cristina Vari, Enrico Pizzighella, Lisa De Bellis
è distribuita con Licenza Creative Commons
Attribuzione – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale.

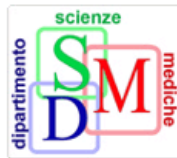


<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.it>

Progetto realizzato con il sostegno di:



Dipartimento Management "Valter Cantino"



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

FRAGMONT

Sistema integrato per la gestione della FRAGilità in MONTagna

casa anziani

consumo elettrico cucina

tempe. Hura Pulsazioni Saturazione

Peso Pressione Glicemia

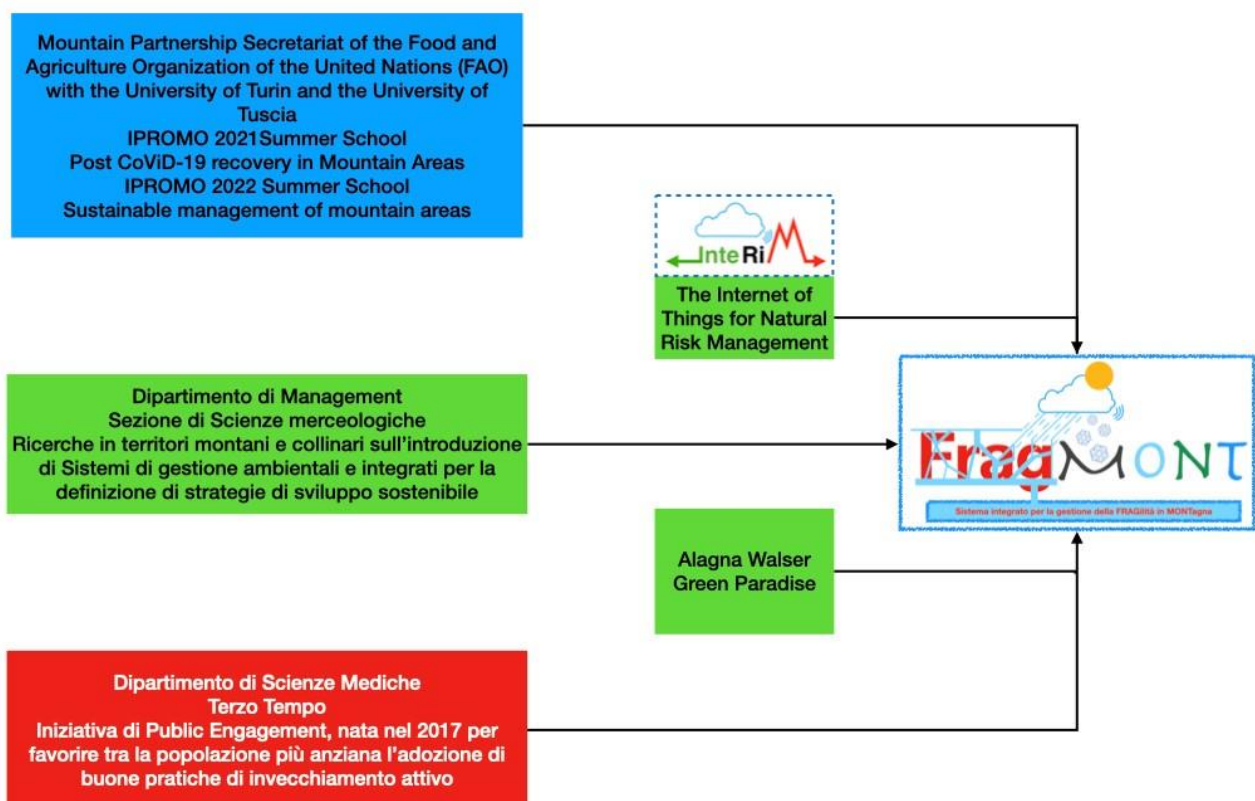
Riccardo Beltramo, Enrica Favaro, Danilo Godone, Enrica Vesce, Paolo Cantore, Cristina Vari, Enrico Pizzighella, Lisa De Bellis



ABSTRACT

FragMont nasce da idee maturate lungo un percorso di attività di ricerca in montagna, tracciato da ricercatori incardinati nelle Scienze merceologiche, e da incontri con altri ricercatori altrettanto interessati a temi legati alla montagna. Lavori svolti in 25 anni in contesti diversi, ma tutti accomunati da alcuni punti: la montagna come luogo unico di sperimentazione, i contatti con i residenti ed i turisti, la varietà di ricercatori incontrati sul posto e in convegni nazionali ed internazionali con professionalità complementari, la volontà di conoscere e contribuire con la propria opera al superamento delle difficoltà di aree considerate, e nei fatti troppo spesso trattate, come marginali.

Nella Sezione di Scienze merceologiche del Dipartimento di Management, a bene vedere, abbiamo sempre operato focalizzando l'attenzione sulla fragilità della montagna. Ci siamo occupati della fragilità ambientale, influenzata dalle interazioni tra le organizzazioni economiche e l'ambiente, individuando percorsi di ricerca che portassero a soluzioni gestionali tali da rendere compatibile l'accoglienza di turisti con gli impatti ambientali generati dalla presenza e dalla permanenza in ecosistemi fragili. Lavorando sul miglioramento della gestione, per una miglior qualificazione ambientale delle organizzazioni economiche, è stato diretto il coinvolgimento delle risorse umane e quindi la definizione di percorsi di formazione. Le soluzioni, tradotte in Linee guida, nel tempo, hanno reso possibile il collegamento in rete di operatori locali, la cui azione consiste nel condividere la conoscenza della montagna per proporre soluzioni di turismo sostenibile.

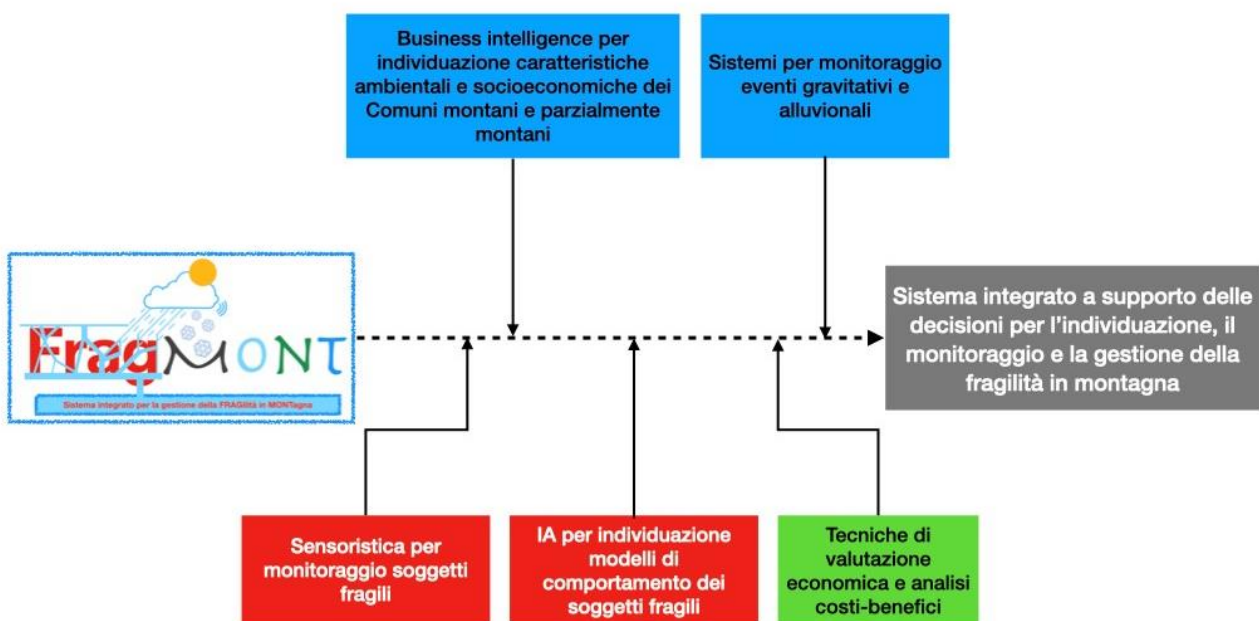


Le ricerche compiute hanno risentito anche del lavoro svolto nell'ambito del Centro Interdipartimentale sui Rischi Naturali in Ambiente Montano e Collinare – NatRisk ed hanno considerato gli spunti derivanti dal dialogo con CIPRA Italia ed UNCEM, autorevoli soggetti che agiscono per mantenere viva l'attenzione sui temi della montagna e delle aree interne e la cui opera di

approfondimento e divulgazione è fondamentale per favorire ed aumentare la consapevolezza della necessità di politiche di sostenibilità.

L'evoluzione compiuta attraverso lo studio dell'Internet degli Oggetti ci ha aperto nuove opportunità, in termini di ricerca, grazie alla progettazione ed alla realizzazione di reti idonee a rilevare parametri per la formulazione di indicatori di sostenibilità ambientale, e in termini di divulgazione, grazie alle possibilità di rappresentazione e condivisione dei dati. Le attività sviluppate nel Progetto Inte.Ri.M., Internet of Things for Natural Risk Management, autofinanziato dal Dipartimento di Management, sono consistite nella sperimentazione di sensori e tecniche per il monitoraggio del dissesto idrogeologico, che hanno subito un'accelerazione in seguito all'incontro con CNR-IRPI, nel quadro di varie edizioni della Summer School Ipromo, promossa dal Mountain Partnership Secretariat della FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations con l'Università di Torino e della Tuscia. La conoscenza acquisita sulla attività di ricerca teorica e sul terreno di CNR-IRPI si è tradotta in un percorso di condivisione e progettazione di cui ha beneficiato FragMont.

La nostra partecipazione nel 2017 al bando #hackUniTO for Ageing, iniziativa lanciata dall'Università degli Studi di Torino per valorizzare la Ricerca di tutte le università e degli organismi di ricerca nazionali dedicata all'*ageing*, ha creato le condizioni per un dialogo col Dipartimento di Scienze Mediche del nostro Ateneo. In particolare, sono state importanti la conoscenza e la partecipazione all'iniziativa di Public Engagement "Terzo Tempo", nata per favorire tra la popolazione più anziana l'adozione di buone pratiche di invecchiamento attivo, che si sono tradotte in una delle linee di ricerca di FragMont.



Fragmont nella fase iniziale di definizione del progetto e delle attività, ovvero per formulare la proposta presentata alla Fondazione CRT, ha beneficiato, quindi, delle idee e dei contributi delle aree territoriale, sanitaria ed economica.

Il progetto è stato ideato per individuare, conoscere e contrastare fragilità complementari a quelle considerate nei progetti della Sezione di Scienze merceologiche ovvero quella connessa al dissesto idrogeologico e quella dovuta alla presenza di persone fragili in montagna ed alle esigenze connesse.

Rappresenta una nuova tappa che abbiamo raggiunto grazie alla collaborazione con ricercatori specializzati nei rispettivi campi scientifici ed orientati a collegare in modo sistemico le proprie competenze per raggiungere un risultato innovativo e utile.

Il tessuto connettivo che ha reso possibile la pianificazione delle attività e l'attuazione del progetto è stato il percorso logico dei sistemi di gestione integrati, applicando il quale ne è derivato un sistema a supporto delle decisioni, elaborato a favore degli Amministratori pubblici che proponiamo, come concetto, in questo rapporto. Lungo il percorso, i ricercatori hanno compiuto varie attività di ricerca, progettazione e sperimentazione che hanno investito sistemi hardware e software e hanno beneficiato dell'applicazione di tecniche tradizionali ed innovative, quali la business intelligence e strumenti di Intelligenza Artificiale. Oltre al contributo specifico, la varietà di metodologie e di know-how, sono stati il dialogo e le applicazioni sul campo ad accrescere la sensibilità dei componenti il gruppo di ricerca verso diversi ambiti della conoscenza e l'attenzione per il contributo che, insieme, possono fornire alla soluzione di problemi reali. Nel nostro percorso abbiamo beneficiato del sostegno economico della Fondazione CRT, che ha permesso di finanziare borse di ricerca dedicate al progetto; anche per FragMont abbiamo avuto utili confronti con UNCEM e CIPRA Italia, enti a cui siamo grati e che rappresentano riferimenti importanti. Ci auguriamo che quanto emergerà possa essere utile ad individuare politiche che rendano possibile generare sviluppo in montagna, valorizzandone e mantenendone le caratteristiche distintive.

Le attività ed i risultati di FragMont attengono allo sviluppo sostenibile ed hanno una relazione diretta con i seguenti obiettivi inclusi nell'agenda 2030 delle Nazioni Unite:

Obiettivo 3: Garantire una vita sana e promuovere il benessere di tutti a tutte le età.

Obiettivo 9: Costruire un'infrastruttura resiliente, promuovere l'industrializzazione inclusiva e sostenibile e sostenere l'innovazione

Obiettivo 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili.

Obiettivo 13: Adottare misure urgenti per combattere i cambiamenti climatici e le loro conseguenze.

Obiettivo 15: Proteggere, ripristinare e promuovere l'uso sostenibile degli ecosistemi terrestri, gestire in modo sostenibile le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e invertire il degrado dei suoli e fermare la perdita di biodiversità.



SOMMARIO

Abstract	4
1 Introduzione	9
2 Fragilità territoriale e fragilità della popolazione	11
3 Comuni montani e marginali, caratteristiche	13
4 Comuni coinvolti	21
4.1 Dati disponibili per i Comuni in esame	24
5 Indagine sulla fragilità territoriale	24
6 Indagine sulla fragilità della popolazione	28
6.1 Popolazione affetta da patologie croniche	31
6.2 Parametri biometrici rilevanti per le principali patologie	37
6.3 Linee guida e telemedicina	39
6.3.1 La Commissione Europea ha attribuito da oltre un decennio una particolare rilevanza al tema della Telemedicina	39
6.3.2 Il Consiglio Superiore di Sanità approva le Linee guida nazionali	39
6.3.3 Dalle Linee di indirizzo alle Indicazioni nazionali	40
6.3.4 Importanza e-health e telemedicina e dispositivi di telemonitoraggio nei pazienti cronici residenti nei contesti dei comuni montani	40
7 Prototipo di un sistema di telemedicina	43
7.1 Monitoraggio dell'ambiente	43
7.2 Monitoraggio della persona	46
7.2.1 Ricerca delle soluzioni presenti sul mercato	47
7.2.2 Sviluppo del prototipo	48
7.2.3 Ricerca sulle soluzioni per il videocollegamento dell'anziano da remoto	52
8 Strumenti di valutazione degli elementi del sistema e metodologie per facilitare le scelte del decisore pubblico	57
8.1 Servizi ecosistemici	58
8.2 Valutazione economica dei servizi ecosistemici	59
8.3 Analisi costi-benefici	61
9 Linee guida applicabili per la gestione territoriale e sanitaria	62
9.1 Finalità connesse alla definizione del sistema di gestione	62
9.2 Finalità progettuali dell'albero delle decisioni	62
9.3 Elaborazione dell'albero delle decisioni	63
9.4 Struttura dell'albero delle decisioni	63
9.4.1 Sezione introduttiva dell'albero delle decisioni	64
9.5 Studio delle caratteristiche geografiche del territorio	66

9.5.1	Fornitura di servizi ecosistemici.	68
9.5.2	Definizione di emergenza territoriale e di emergenza sanitaria.	69
9.5.3	Accessibilità ai nuclei abitati e telemedicina.	70
9.6	Tecnologia di monitoraggio per la parte territoriale.	72
9.7	Studio delle caratteristiche socio-economiche del territorio.	73
9.7.1	Comune Montano e Comune Marginale.	73
9.7.2	Definizione di cittadino fragile.	73
9.7.3	Strutturazione del sistema di telemedicina.	75
9.7.4	Sistema di telemedicina esistente.	77
9.7.5	Sistema di telemedicina prototipale.	78
9.8	Valutazione economica associata agli interventi territoriali e sanitari.	81
9.8.1	Sovrapposizione dei dati economici e territoriali.	81
10	Accessibilità del sistema.	82
11	Conclusioni.	82
	Bibliografia.	85

1 INTRODUZIONE.

Il Progetto FragMont – Sistema integrato per la gestione della FRAGilità in MONTagna – è stato presentato alla Fondazione CRT dal gruppo di ricerca di Scienze merceologiche del Dipartimento di Management dell'Università degli Studi di Torino. Partecipano inoltre all'iniziativa ricercatori del Dipartimento di Scienze mediche, del CNR-IRPI – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, del Centro Interdipartimentale NatRisk – Centro di Ricerca sui Rischi Naturali in Ambiente Montano e Collinare. Il Progetto è stato sviluppato in collaborazione con Enti nazionali (CIPRA ITALIA – UNCEM), regionali (Regione Piemonte e ARPA) e con i Comuni di Alagna Valsesia (VC) e Moncucco Torinese (AT). FragMont mira a mettere in relazione i costi connessi alla prevenzione con quelli derivanti dall'eventuale perdita di servizi ecosistemici che normalmente i territori interessati da questi disastri erogano, tenendo in considerazione le interconnessioni, i diversi tipi di fragilità nonché le criticità legate al possibile isolamento delle persone fragili. La distanza tra le aree montane periferiche e le strutture ospedaliere aggrava tale fragilità, determinando condizioni critiche per l'assistenza sanitaria alla popolazione fragile, identificabile con la condizione degli anziani e di tutte le persone affette da patologie croniche che necessitano di assistenza, i cui numeri sono in aumento, anche per via dell'emergenza CoViD-19.

L'obiettivo del Progetto è stato perseguito tramite lo studio dei rischi di calamità naturali (frane, alluvioni e valanghe), sulla base dell'analisi bibliografica e dello studio dei dati di monitoraggio, tra cui quelli resi disponibili dal Servizio Protezione civile della Regione Piemonte, dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) piemontese e dal CNR - IRPI.

Il principale risultato atteso è la messa a punto di un sistema di gestione mirato al contrasto della fragilità dei territori montani, di supporto all'organizzazione della prevenzione, al coordinamento e alla valutazione delle opere di ripristino, passando per la cura, con stime dei costi e, quindi, dei possibili benefici derivanti dalla diminuzione del rischio stesso. L'esigenza di un sistema di questo tipo si è palesata non solo dall'analisi della letteratura e dei fatti di cronaca degli ultimi anni, ma più direttamente da un confronto del nostro gruppo di ricerca con alcune realtà del territorio, in particolare con la Regione Piemonte – Protezione Civile, l'ARPA ed alcuni Comuni montani, tra i quali quello di Alagna Valsesia, già impegnato in progetti di qualificazione dell'offerta turistica sostenibile.

FragMont ha sviluppato Linee guida applicabili ai Comuni in cui si verificano situazioni di isolamento (analoghi per caratteristiche a quelli identificati come rappresentativi delle situazioni più frequenti), facendo riferimento a situazioni rilevate nei Comuni partecipanti al Progetto e valutando la funzionalità e i costi sostenuti per la prevenzione e il beneficio economico conseguito.

Oltre al Piemonte, anche altre Regioni con caratteristiche territoriali e morfologiche analoghe potrebbero beneficiare dei risultati del Progetto, ossia tutte quelle caratterizzate dalla presenza di territori montani in cui si svolgono attività turistiche di forte rilevanza economica e zone scarsamente popolate, abitate perlopiù da una popolazione anziana. Il Progetto si è concentrato nella valutazione delle azioni volte a scongiurare i disastri in ambito montano e a evitare all'isolamento delle persone, in particolare quelle più fragili. Sovente, infatti, i costi totali delle perdite e del ripristino dovuti a disastri non vengono valutati correttamente né confrontati con i costi reali della prevenzione. Per questo, sta emergendo un senso di urgenza testimoniato dai provvedimenti a diversi livelli istituzionali che motivano gli studi per l'implementazione di un sistema sviluppato con nuove tecnologie e integrato alle valutazioni economiche.

Per rispondere a queste esigenze, espresse in prima linea dalle Regioni dell'arco alpino e della dorsale appenninica, come documentano gli studi di CIPRA ed UNCEM, diviene fondamentale far emergere la sostenibilità economica delle azioni da implementare attraverso l'analisi dei costi sostenuti

per il monitoraggio e la prevenzione, in confronto a quelli evitati (mitigazione, preparazione e risposta all'emergenza). Questo approccio, che include le valutazioni dei servizi ecosistemici, può essere utile a fornire informazioni per stimare costi e benefici delle diverse decisioni, definire scenari futuri, riconoscere ed evitare conseguenze inattese.

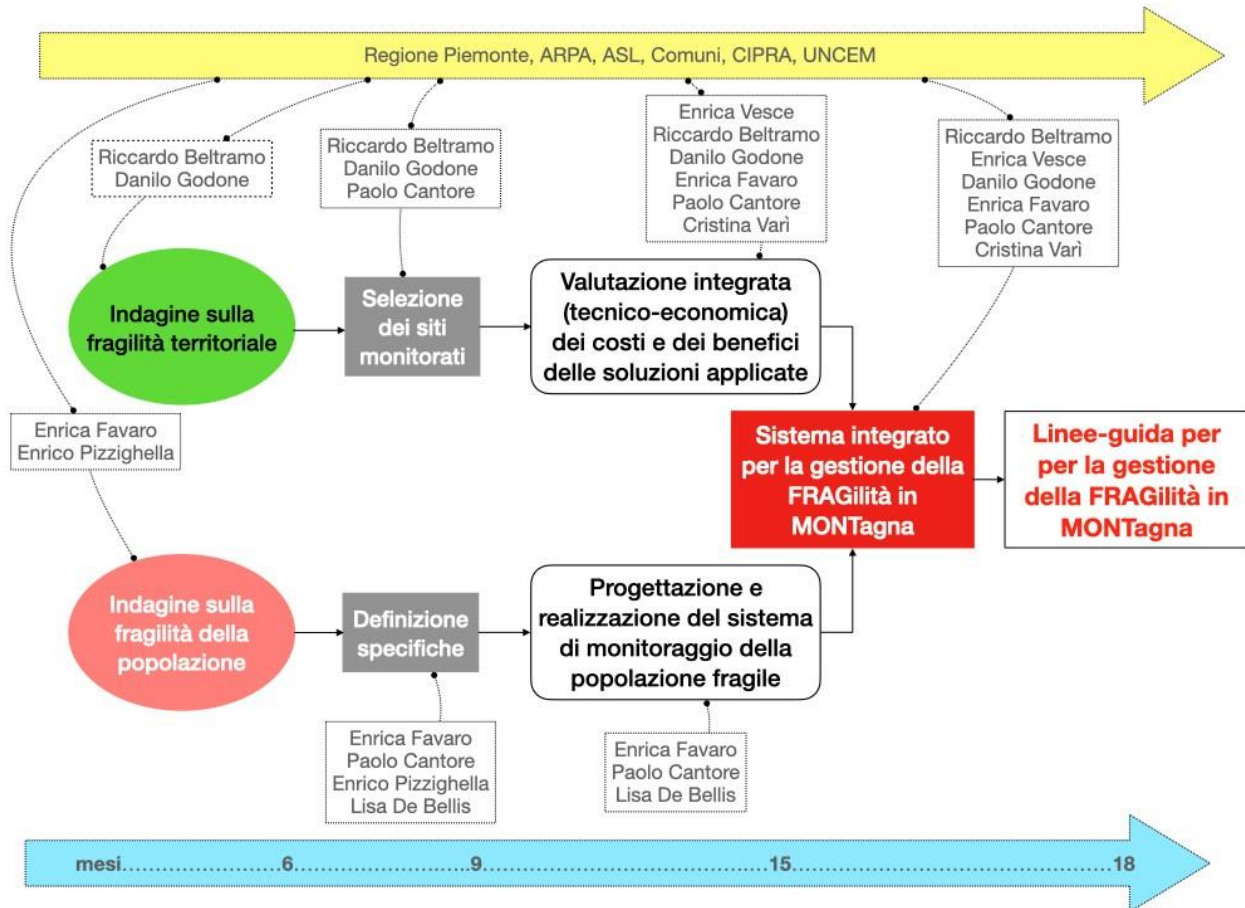


Figura 1 – Diagramma di flusso del Progetto FragMont.

I primi sei mesi di attività sono stati dedicati allo svolgimento di un'approfondita analisi delle fragilità ambientali e della popolazione. Si è trattato di due linee di attività parallele che hanno impegnato altrettanti gruppi di lavoro, uno avente un profilo professionale di carattere gestionale e ambientale e l'altro medico. Lo scopo di questa fase è stato quello di valutare, utilizzando dati forniti da terzi come Regione Piemonte, ARPA e Comuni, le azioni da mettere in atto per il monitoraggio e la difesa dell'ambiente, ad esempio reti para frane, sistemi di rottura delle valanghe e sensori di smottamento del terreno. Gli scenari di rischio individuati sono stati anche la base per la valutazione economica degli interventi preventivi e di quelli, eventuali, di ripristino della normalità in caso del verificarsi degli accadimenti legati ai pericoli specifici del sito che potrebbero generarsi.

Contemporaneamente si è proceduto a valutare le modalità, da inserire nelle Linee guida, con cui stimare le persone potenzialmente isolate e i costi per fornire loro assistenza. Durante la seconda fase si è proceduto, per i Comuni partecipanti e in virtù dell'analisi svolta in precedenza, con l'osservazione dei siti monitorabili da sensori e di quelli dotati di opere preventive. Per questi siti si è cercato di quantificare i costi per il monitoraggio e di identificare le opere messe in atto (ad esempio, da parte di ARPA, Regione o Protezione Civile), oltre che gli attori coinvolti dall'azione esercitata dal sistema.

Un'analisi parallela è stata condotta per definire le caratteristiche del sistema di telemedicina necessarie alla popolazione considerata. Il prototipo permette di misurare e inviare, da remoto, parametri biometrici, come la quantità di ossigeno, la pressione del sangue, i battiti cardiaci e il livello di glicemia. Oltre a ciò, è stata realizzata e testata una rete di monitoraggio dell'abitazione dell'anziano, che permette di osservare vari parametri e fornire indicazioni utili sulla sicurezza e sullo stato di salute della persona.

Allo stesso tempo, è stata impostata anche la valutazione economica sia dei benefici apportati dal sistema di assistenza, che delle opere messe in atto per la prevenzione dei danni ambientali. In quest'ultimo caso non sono stati considerati solo i costi dei mancati interventi emergenziali ma anche gli impatti del danno scongiurato su attività economiche potenzialmente interessate dall'evento ambientale.

Questa valutazione è stata rafforzata dall'analisi dei servizi ecosistemici presenti nell'area di interesse, affinché la stima dei costi e dei benefici risulti essere più esaustiva e completa possibile in un'ottica di salvaguardia del territorio. Rilevato, ad esempio, il pericolo di una valanga, l'intento sarebbe quello di controllarne gli effetti, scongiurando l'interruzione dell'unica strada di accesso ad un comprensorio sciistico che dovrebbe, altrimenti, sospendere l'attività e registrare dei mancati introiti. L'analisi dei servizi ecosistemici permette, altresì, da un punto di vista qualitativo, di considerare il valore intrinseco delle risorse naturali ivi presenti, minacciate dall'accadimento dell'evento in questione al fine di offrire al decisore pubblico un ampio sguardo d'insieme sulla gravità dell'evento in esame, affinché ogni aspetto sia ponderato in modo esaustivo.

2 FRAGILITÀ TERRITORIALE E FRAGILITÀ DELLA POPOLAZIONE.

Lo scopo finale del Progetto FragMont è l'individuazione di strumenti volti al contrasto di situazioni di fragilità, intesa come condizione di vulnerabilità, ossia esposizione a rischi reali che minacciano in modo concreto il mantenimento della vita con riferimento a territori montani e collinari. Si tratta di ambiti nei quali i ricercatori sono impegnati da anni e proprio dalla frequentazione di queste località, sono emerse le domande di ricerca. Per questa ragione le due macroaree su cui si è deciso di focalizzare l'attenzione vertono su fragilità territoriale e fragilità della popolazione.

In Italia, il 43,7% dei Comuni è situato in aree di montagna e di questi il 49,2% si trova in Piemonte. È ormai evidente come in queste zone geografiche la minaccia di disastri naturali sia cresciuta in frequenza e in intensità e i fatti di cronaca degli ultimi anni non fanno che confermare questo preoccupante trend.

“L'Italia è il paese europeo maggiormente interessato da fenomeni franosi, con i 2/3 delle frane censite in Europa (Indagine EuroGeoSurveys del 2015). Le frane sono estremamente diffuse a causa delle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio italiano, che è per il 75% montano-collinare.”¹

¹ https://it.wikipedia.org/wiki/Alluvioni_e_inondazioni_in_Italia

Regione / Provincia autonoma	Area Regione/ Provincia Autonoma (1)	Numero di frane (2)	Numero di eventi franosi principali 2020	Densità delle frane	Area interessata da frane	Indice di Franosità (3)	Indice di Franosità su territorio montano- collinare
	km ²	n.	n.	n./100 km ²	km ²	%	%
Piemonte	25.387	36.781	12	145	2.410	9,5	12,8
Valle d' Aosta	3.261	5.812	3	178	607	18,6	18,6
Lombardia	23.863	142.007	25	595	3.880	16,3	34,2
Bolzano-Bozen (4)	7.398	10.978	1	148	806	10,9	11,1
Trento	6.207	9.397	11	151	888	14,3	14,6
Veneto	18.345	9.445	16	51	232	1,3	3,2
Friuli Venezia Giulia	7.932	5.822	2	73	526	6,6	11,7
Liguria	5.416	13.475	8	249	536	9,9	10,1
Emilia Romagna	22.445	79.893	1	356	2.738	12,2	24,4
Toscana	22.987	115.625	7	503	2.541	11,1	13,1
Umbria	8.464	34.573	3	408	654	7,7	8,7
Marche	9.401	39.833	5	424	1.723	18,3	19,9
Lazio	17.232	10.548	6	61	400	2,3	2,9
Abruzzo	10.831	8.493	4	78	1.242	11,5	11,9
Molise	4.460	23.940	1	537	623	14,0	14,8
Campania	13.671	23.439	7	171	977	7,1	8,8
Puglia	19.541	843	0	4	84	0,4	1,0
Basilicata	10.073	17.673	0	175	774	7,7	8,2
Calabria (5)	15.222	10.100	3	66	885	5,8	6,4
Sicilia	25.833	24.401	3	94	1.238	4,8	5,5
Sardegna	24.099	1.523	4	6	186	0,8	0,9
ITALIA	302.068	624.601	122	207	23.950	7,9	10,6

Figura 2 – Fonte: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/report/html/737

Ciò si traduce in una minaccia reale non solo per la conservazione della biodiversità, elemento non trascurabile in un mondo in sensibile degrado, ma anche per l'incolumità delle persone che vivono questi luoghi o che decidono di trascorrervi periodi di vacanza, all'infuori dei grandi centri urbani. Cambiamenti climatici, uso improprio delle risorse e incuria dei territori sono i fattori che più di tutti intaccano gli equilibri naturali, già di per sé molto fragili.

Agli effetti naturali di questi fenomeni, quali l'alterazione della qualità dell'ambiente e del territorio, si affiancano perdite economiche non trascurabili, soprattutto in virtù del loro impatto sociale, sanitario, culturale sia nell'immediato, sia nel lungo periodo, poiché compromettono in modo significativo l'economia del sistema montano che ne viene colpito.

L'inevitabile effetto di questa vulnerabilità è rappresentato dal costante e inesorabile abbandono delle aree montane da parte dei giovani, che provoca, di conseguenza, un invecchiamento della popolazione ivi residente. I profili demografici dei Comuni montani confermano infatti una presenza di anziani sistematicamente maggiore rispetto a quella delle aree urbane². Se si considera, in aggiunta, la situazione nazionale in epoca pre-pandemica in cui, secondo Eurostat, l'aspettativa di vita media alla nascita in Italia era di 82 anni, questo quadro non può che aggravare la situazione di instabilità che riguarda le zone interne.

Parallelamente, un trend in crescita riguarda il manifestarsi di patologie croniche che interessano quasi il 40% della popolazione italiana: il numero di malati cronici nel 2028 sarà di 25 milioni, mentre quello dei multi-cronici raggiungerà i 14 milioni. Oltre all'invecchiamento della popolazione, anche il problema della cronicità rappresenta una sfida molto importante da gestire non solo a livello locale e nazionale, bensì in un contesto mondiale sempre più critico, e si renderanno necessarie maggiori risorse sanitarie, economiche e sociali.

Date queste premesse, si ritiene che la sproporzione demografica delle aree montane e collinari porti con sé l'intensificarsi di condizioni di fragilità della popolazione, numericamente frammentata,

² https://www.alpconv.org/fileadmin/user_upload/Publications/RSA/RSA5_EN.pdf

e acuite dalla distanza tra i Comuni in esame e le strutture ospedaliere. La conseguenza immediata a questa situazione di disagio, per i più anziani e per le persone bisognose di cure e assistenza, è rappresentata dallo spostamento verso centri di grandi dimensioni e dotati di strutture socio-sanitarie adeguate, con un ulteriore abbandono delle aree interne.

In ragione di ciò, il fine ultimo del Progetto FragMont è quello di valutare economicamente la realizzazione di interventi preventivi e/o conseguenti a situazioni di rischio ambientale o per la salute dei cittadini, analizzando in maniera approfondita, da un lato, i costi sostenuti e/o evitati e, dall'altro, i ricavi derivanti, per esempio, da un maggior afflusso turistico e insediativo verso località dotate di servizi di telemedicina o di sistemi di supporto alla messa in sicurezza del territorio. Questo tipo di analisi consentirà pertanto la definizione di scenari utili ai processi di pianificazione e gestione del territorio in funzione degli obiettivi di tutela ritenuti prioritari.

3 COMUNI MONTANI E MARGINALI, CARATTERISTICHE.

Una linea di attività della ricerca si è occupata di quantificare i Comuni montani o comunque quelli maggiormente a rischio di isolamento, poiché rispecchiano determinate caratteristiche.

Per individuare quali Comuni siano montani è possibile consultare l'elenco presente sul sistema informativo della montagna (Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, 2010) dove, partendo da dati Istat, i Comuni italiani sono stati suddivisi in "totalmente montani", "parzialmente montani" e "non montani" in base all'art. 1 della legge 991/1952 (Camera dei deputati, 1952).

Un Comune può essere identificato come "totalmente montano" o "parzialmente montano" se il dislivello tra la quota altimetrica inferiore e quella superiore del territorio comunale non sia minore di 600 metri. In aggiunta, affinché un Comune sia considerato come "totalmente montano", occorre che almeno l'80% della sua superficie sia posta al disopra dei 600 metri di altitudine sul livello del mare.

Un altro criterio sulla base del quale individuare e analizzare le aree interessanti ai fini progettuali è stato quello dei Comuni definiti come "marginali o svantaggiati" ovvero quelli contemporaneamente sottoposti a rischio di spopolamento, che soffrono di deprivazione sociale e con un reddito della popolazione inferiore al primo quartile della distribuzione complessiva dei Comuni (Dipartimento per le politiche di coesione, 2020). Questo concetto aiuta a comprendere la vulnerabilità da un punto di vista della popolazione anziana e delle risorse disponibili da impiegare nel sociale e nei servizi.

I due criteri di classificazione hanno dato origine ad altrettanti archivi che sono stati elaborati per originare un database unico.

Partendo da questi due elenchi, è stato realizzato un database che raccoglie e incrocia al proprio interno una serie di informazioni Istat (Istat, 2017) per definire il contesto socio-economico (distribuzione della popolazione per fasce d'età, reddito, istruzione, occupazione, etc.) per ogni singolo Comune italiano presente nei due elenchi precedenti.

Visto il contesto montano in cui opera la ricerca e gli obiettivi del Progetto, si è ritenuto potesse essere utile avere i dati ad un livello di dettaglio maggiore rispetto al singolo Comune basandosi sui dati Istat divisi per località, ovvero mantenendo separate, ad esempio, le informazioni relative a due borgate diverse. Una granularità dell'informazione che è utile a elaborazioni precise costi-benefici e individuazione di priorità che potrebbero interessare l'amministratore pubblico.

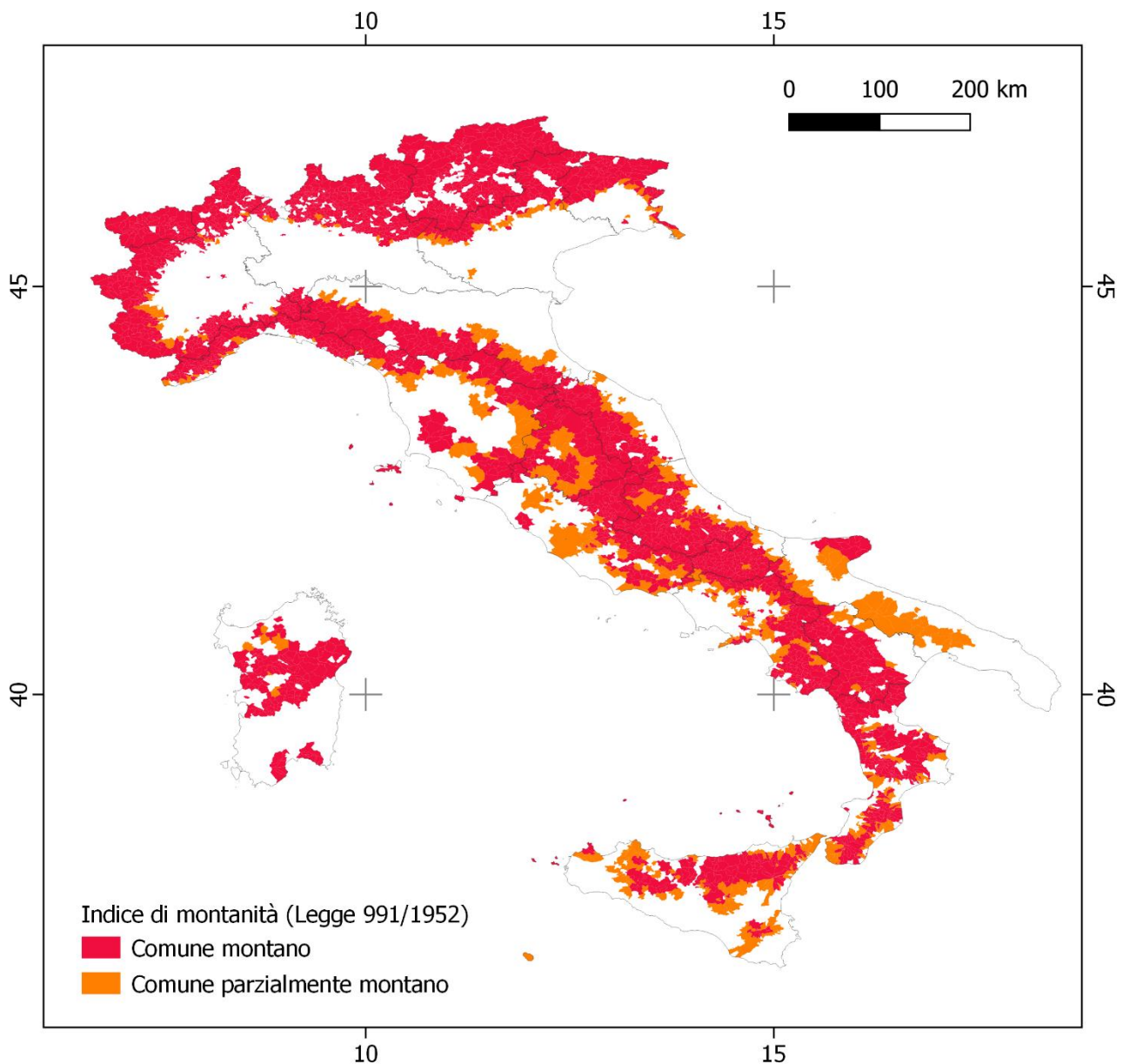


Figura 3 – Collocazione dei comuni montani italiani e parzialmente montani.

Se, da un lato, si avevano elenchi con una bassa cardinalità (4.193 Comuni montani o parzialmente montani e 7.904 Comuni disagiati), dall'altro si aveva una tabella con oltre 65.047 località con ognuna 150 campi tra cui, ad esempio, dati sulla popolazione come la divisione per genere ed età, il livello di scolarizzazione, o la numerosità delle famiglie, piuttosto che dati geografici come l'altitudine o dati catastali come l'età degli edifici costruiti o il loro stato di conservazione.

Oltre all'imponente mole di dati da incrociare, una criticità ha riguardato il fatto che non ci fosse una corrispondenza esatta: un codice d'avviamento postale o un altro campo chiave che fosse univoco e presente per tutti i Comuni. Ad esempio, l'elenco dei Comuni marginali aveva come informazioni per identificare un Comune solamente i campi "Regione" e "Nome Comune" mentre l'elenco di quelli montani solo il nome e la provincia. Inoltre, siccome le tre fonti dei dati sono state realizzate in anni diversi, molti Comuni hanno cambiato nome o non fanno più parte della stessa provincia in cui erano prima della variazione.

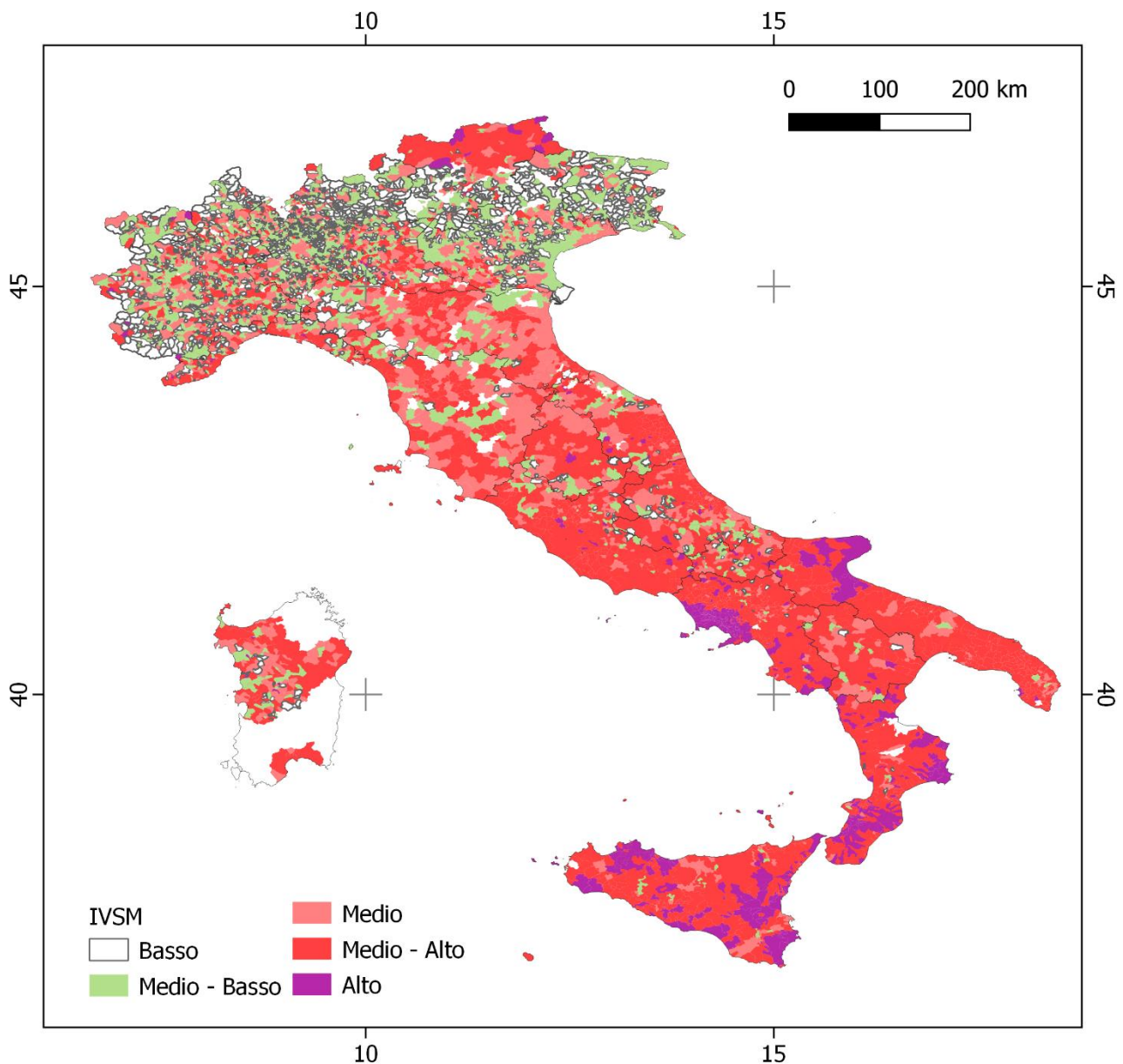


Figura 4 – Collocazione dei comuni marginali sul territorio italiano.

Per superare queste criticità si è scelto di elaborare i dati tramite l'applicativo di Business Intelligence Microsoft Power BI (Microsoft, 2014). Tale software consente di importare dati da fonti diverse, come documenti pdf, pagine HTML, database e fogli Excel, e soprattutto permette di impostare delle regole da applicare su dei campi per effettuare l'unione tra tabelle diverse, impostando delle regole simili a quelle che si definiscono per compiere un'operazione di JOIN su di un database.

Ad esempio, è possibile associare i record di una città chiamata unoDueTrè in una fonte dati con una presente in un'altra origine come unoDueTré, impostando inoltre la regola che l'associazione viene fatta solo se il campo "Provincia" è lo stesso in entrambe le tabelle. Allo stesso modo è possibile stabilire una regola che converta la sigla della vecchia provincia di Forlì-Cesena FO nella nuova FC oppure che un comune appartenente alla provincia di Milano venga correttamente associato ad uno presente in un altro elenco con lo stesso nome, ma sotto la provincia di Monza Brianza.

Per rendere più veloce l'esecuzione dell'algoritmo, si è scelto di eseguirlo in diversi passaggi. Per prima cosa si sono trattati i casi particolari dei Comuni che hanno cambiato regione, risultando

inseriti in regioni diverse a seconda dell'anno di realizzazione della tabella usata come fonte dei dati. In un secondo tempo, è stato eseguito l'algoritmo su porzioni delle tabelle divise per regioni, aggregando i dati solo al termine dell'elaborazione.

Il risultato finale ottenuto è un report con l'elenco comprendente tutti i Comuni montani, parzialmente montani o marginali e tutte le caratteristiche presenti nei censimenti Istat, suddivise per località.

In particolare, i dati considerati sono visibili nella Tabella 1 - Elenco dei campi Istat considerati. Tabella 1.

Tematica	Campo
Dati identificativi località	Codici identificativi Istat per regione, provincia, comune, località
	Denominazione del comune
	Denominazione della località
	Denominazione della provincia
	Denominazione della regione
	Codice numerico che identifica la tipologia della località. Il campo può assumere i seguenti valori: 1. centro abitato 2. nucleo abitato 3. località produttiva 4. case sparse
	Codice numerico che identifica l'ampiezza demografica della località. Il codice può assumere i seguenti valori in base al numero di abitanti della località: 1. 1.000.000 o più abitanti 2. 500.000 - 999.999 abitanti 3. 200.000 - 499.999 abitanti 4. 100.000 - 199.999 abitanti 5. 50.000 - 99.999 abitanti 6. 20.000 - 49.999 abitanti 7. 10.000 - 19.999 abitanti 8. 5.000 - 9.999 abitanti 9. 2.000 - 4.999 abitanti 10. 1.000 - 1.999 abitanti 11. 500 - 999 abitanti 12. 200 - 499 abitanti 13. abitanti < 200
	Codice numerico valorizzato a 1 nel caso di centro capoluogo e a 0 negli altri casi
	Altitudine della località
	Popolazione residente
Maschi	
Femmine	
Celibi/nubili	
Coniugati/e (+ separati/e di fatto)	
Separati/e legalmente	
Vedovi/e	
Divorziati/e	
Maschi celibi	
Maschi coniugati o separati di fatto	
Maschi separati legalmente	
Maschi vedovi	
Maschi divorziati	
Età < 5 anni	
Età 5 - 9 anni	

Età 10 - 14 anni
Età 15 - 19 anni
Età 20 - 24 anni
Età 25 - 29 anni
Età 30 - 34 anni
Età 35 - 39 anni
Età 40 - 44 anni
Età 45 - 49 anni
Età 50 - 54 anni
Età 55 - 59 anni
Età 60 - 64 anni
Età 65 - 69 anni
Età 70 - 74 anni
Età > 74 anni
Maschi - età < 5 anni
Maschi - età 5 - 9 anni
Maschi - età 10 - 14 anni
Maschi - età 15 - 19 anni
Maschi - età 20 - 24 anni
Maschi - età 25 - 29 anni
Maschi - età 30 - 34 anni
Maschi - età 35 - 39 anni
Maschi - età 40 - 44 anni
Maschi - età 45 - 49 anni
Maschi - età 50 - 54 anni
Maschi - età 55 - 59 anni
Maschi - età 60 - 64 anni
Maschi - età 65 - 69 anni
Maschi - età 70 - 74 anni
Maschi - età > 74 anni
Totale di 6 anni e più
Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento
Popolazione residente con diploma di scuola secondaria superiore (maturità + qualifica)
Popolazione residente con media inferiore
Popolazione residente con licenza elementare

	Alfabeti
	Analfabeti
	Maschi di 6 anni e più
	Maschi con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento
	Maschi con diploma di scuola secondaria superiore (maturità + qualifica)
	Maschi con media inferiore
	Maschi con licenza elementare
	Maschi alfabeti
	Maschi analfabeti
	Totale di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro totale
	Totale di 15 anni e più occupata (FL)
	Totale di 15 anni e più disoccupata in cerca nuova occupazione
	Maschi di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro
	Maschi di 15 anni e più occupata (FL)
	Maschi di 15 anni e più disoccupata in cerca nuova occupazione
	Totale di 15 anni e più non appartenente alle forze di lavoro (NFL)
	Maschi di 15 anni e più non appartenente alle forze di lavoro (NFL)
	Totale di 15 anni e più casalinghi/e
	Totale di 15 anni e più studenti
	Totale maschi di 15 anni e più studenti
	Totale di 15 anni e più in altra condizione
	Totale maschi di 15 anni e più in altra condizione
	Popolazione residente che si sposta giornalmente nel comune di dimora abituale
	Popolazione residente che si sposta giornalmente fuori del comune di dimora abituale
	Totale di 15 anni e più percettori di reddito da lavoro o capitale
	Totale maschi di 15 anni e più percettori di reddito da lavoro o capitale
Stranieri	Stranieri e apolidi residenti in Italia - totale
	Stranieri e apolidi residenti in Italia - maschi
	Stranieri e apolidi residenti in Italia - età 0 - 29 anni
	Stranieri e apolidi residenti in Italia - età 30 - 54 anni
	Stranieri e apolidi residenti in Italia - età > 54 anni
	Stranieri e apolidi residenti in Italia - maschi - età 0 - 29 anni
	Stranieri e apolidi residenti in Italia - maschi - età 30 - 54 anni
	Stranieri e apolidi residenti in Italia - maschi - età > 54 anni
	Stranieri residenti in Italia - Europa

	Stranieri residenti in Italia - Africa
	Stranieri residenti in Italia - America
	Stranieri residenti in Italia - Asia
	Stranieri residenti in Italia - Oceania
	Apolidi residenti in Italia
	Stranieri residenti in Italia - totale
Abitazioni	Abitazioni occupate da almeno una persona residente
	Abitazioni vuote e abitazioni occupate solo da persone non residenti
	Altri tipi di alloggio occupati
	Abitazioni vuote
	Abitazioni occupate solo da persone non residenti
	Superficie delle abitazioni occupate da almeno una persona residente
Famiglie	Famiglie in alloggi in affitto
	Famiglie in alloggi di proprietà
	Famiglie che occupano l'alloggio ad altro titolo
	Famiglie residenti - totale
	Famiglie residenti - totale componenti
	Famiglie residenti - 1 componente
	Famiglie residenti - 2 componenti
	Famiglie residenti - 3 componenti
	Famiglie residenti - 4 componenti
	Famiglie residenti - 5 componenti
	Famiglie residenti - 6 e oltre componenti
	Componenti delle famiglie residenti di 6 e oltre componenti
Edifici	Edifici e complessi di edifici - totale
	Edifici e complessi di edifici utilizzati
	Edifici ad uso residenziale
	Edifici e complessi di edifici (utilizzati) ad uso produttivo, commerciale, direzionale/terziario, turistico/ricettivo, servizi, altro
	Edifici ad uso residenziale in muratura portante
	Edifici ad uso residenziale in calcestruzzo armato
	Edifici ad uso residenziale in altro materiale (acciaio, legno, ecc.)
	Edifici ad uso residenziale costruiti prima del 1919
	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1919 al 1945
	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1946 al 1960
	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1961 al 1970

Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1971 al 1980
Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1981 al 1990
Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1991 al 2000
Edifici ad uso residenziale costruiti dal 2001 al 2005
Edifici ad uso residenziale costruiti dopo il 2005
Edifici ad uso residenziale con un piano
Edifici ad uso residenziale con 2 piani
Edifici ad uso residenziale con 3 piani
Edifici ad uso residenziale con 4 piani o più
Edifici ad uso residenziale con un interno
Edifici ad uso residenziale con 2 interni
Edifici ad uso residenziale da 3 a 4 interni
Edifici ad uso residenziale da 5 a 8 interni
Edifici ad uso residenziale da 9 a 15 interni
Edifici ad uso residenziale con 16 interni o più
Totale interni in edifici ad uso residenziale
Edifici ad uso residenziale con stato di conservazione ottimo
Edifici ad uso residenziale con stato di conservazione buono
Edifici ad uso residenziale con stato di conservazione mediocre
Edifici ad uso residenziale con stato di conservazione pessimo

Tabella 1 - Elenco dei campi Istat considerati.

Il sistema permette di effettuare delle selezioni anche senza sapere programmare query in linguaggi come l'SQL ma agendo tramite interfaccia dell'applicazione power BI. Ad esempio, come mostrato in Figura 5, è possibile selezionare i soli Comuni parzialmente montani, filtrandoli successivamente per regione, cliccando direttamente sulla mappa interattiva.

Si è poi provveduto ad estrarre il risultato complessivo in una tabella esportata in modo che sia possibile la consultazione anche al di fuori del software proprietario power BI.

Per facilitare la lettura e la comprensione delle informazioni alla base dell'analisi medico-territoriale che l'amministrazione comunale si predispone a compiere, è stata inserita una legenda di tutte le tipologie di dati contenuti e una breve descrizione della selezione compiuta per "Comuni Montani" e "Comuni Marginali" (Figura 5).

L'apporto dei dati Istat, che considerano dati demografici e geografici di maggior dettaglio, consente di stabilire qual è la situazione relativa agli spostamenti verso e al di fuori dei vari Comuni, in rapporto alla popolazione residente. Queste indicazioni sono importanti sia per comprendere i movimenti necessari verso le strutture ospedaliere, sia per calcolare i costi economici e di tempo necessari perché il personale medico raggiunga gli anziani presso le proprie abitazioni spesso collocate in frazioni non agevolmente raggiungibili. La distribuzione della popolazione per classi d'età è utile, infatti, per avere una stima di quanto le persone possano muoversi facilmente e i dati, elaborati con

quelli relativi alle patologie, permettono di stimare la numerosità delle persone ammalate per area geografica come illustrato nel Capitolo 6. Inoltre, dai dati del territorio si ottengono indicazioni quali, ad esempio, la piovosità, la quantità di neve, le temperature, rilevati ai fini della prevenzione e delle opere da mettere in atto.

Le informazioni contenute nel Database, oltre che essere genericamente utili per fornire indicazioni ad un decisore, sono uno strumento che fornisce dati necessari per l'applicazione delle Linee guida per la gestione territoriale e sanitaria illustrate nel Capitolo 9.

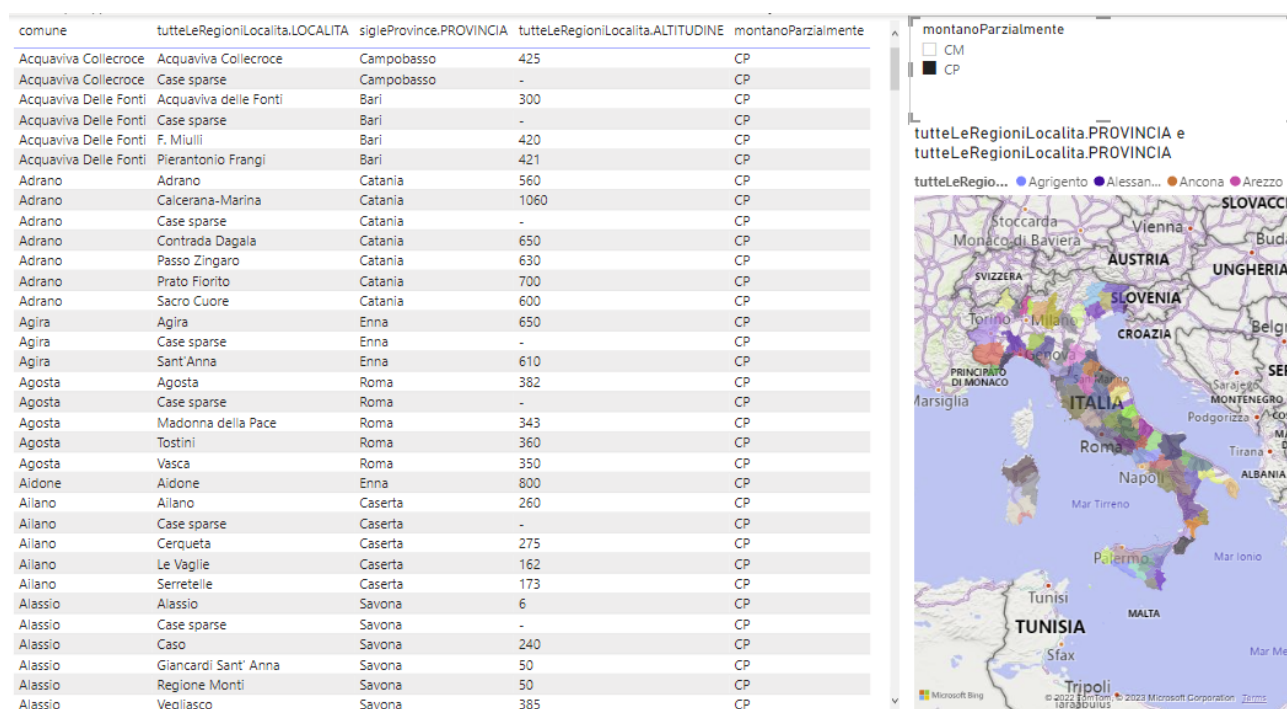


Figura 5 – Esempio di estrazione dati da Microsoft Power BI riguardante i soli comuni parzialmente montani.

4 COMUNI COINVOLTI.

Il Progetto FragMont ha coinvolto come siti pilota e analizzato all'interno del loro contesto regionale e nazionale i Comuni di Moncucco Torinese (AT) e Alagna Valsesia (VC). Questi territori mostrano peculiarità specifiche, molto lontane tra loro e la scelta di queste realtà è dipesa dalla volontà di sviluppare un sistema che rispondesse ad esigenze e situazioni variegate, che definiscono il range di quelle riscontrabili. In futuro, ciò consentirà, infatti, di replicare lo stesso approccio per altri Comuni sui quali si vorrà intervenire.

In particolare, il lavoro d'indagine si è concentrato sulla popolazione anziana, andandone a studiare le principali patologie e gli aspetti inerenti alla fragilità legata al progressivo invecchiamento della popolazione montana. Si sono presi in considerazione, in corso d'opera ed esclusivamente per una verifica preliminare delle condizioni, i Comuni della Valle Varaita.

Moncucco Torinese è un Comune collinare che presenta una situazione meno critica di quella di Alagna Valsesia dal punto di vista del dissesto idrogeologico. Gli eventi naturali che possono interessare l'area di Moncucco Torinese sono infatti frane di piccole dimensioni che, a seguito di piogge, possono formarsi in breve tempo. Diversamente da Alagna Valsesia, l'accessibilità alla località è

favorita dalla presenza di più strade e in virtù di questo aspetto occorre applicare un sistema di monitoraggio che permetta di calcolare in modo efficace i costi connessi alla manutenzione delle strade.

Per giungere ad Alagna Valsesia, invece, esiste una sola via d'accesso, il che può complicare in modo considerevole le eventuali attività di soccorso e il raggiungimento da parte del personale medico-sanitario delle persone fragili che vivono questi territori, specialmente quelli più isolati. Trattandosi di un Comune di montagna, inoltre, il rischio idrogeologico rende molto più vulnerabile il territorio stesso: Alagna Valsesia non solo può essere interessata da eventi franosi di piccole dimensioni, ma anche da valanghe, alluvioni e frane lente ed estese. Si tratta di un territorio particolarmente fragile che richiede una cura costante e attiva, specie se si considera l'importanza turistica che riveste, data la sua prossimità al Monte Rosa.



Figura 7 – Alagna Valsesia.



Figura 6 – Crollo in roccia (e probabile zona di accumulo valanghivo) presso Alagna Valsesia.



Figura 8 - Moncuco Torinese.



Figura 9 - Parete soggetta a crolli di modeste dimensioni sul territorio di Moncuco.

4.1 DATI DISPONIBILI PER I COMUNI IN ESAME.

Il gruppo di ricerca dispone di dati precisi relativi all'area di Alagna Valsesia. Questi dati, presentati all'interno di una relazione geologica, consentono di enumerare i siti in cui si sono verificati danni sul territorio comunale e i conseguenti interventi di ripristino realizzati. Si tratta di un'informazione molto importante, come si apprenderà nel proseguo di questa relazione, perché questi dati consentono di effettuare calcoli in termini di tempo-uomo e tempo-macchina impiegati per il ripristino dei danni successivi al manifestarsi di frane sul territorio comunale.

Da un punto di vista medico, invece, nel caso di Moncucco si dispone della conoscenza della composizione media della popolazione per fasce d'età e della manifestazione media di patologie per fasce d'età. La stessa disponibilità di informazioni è assente per il territorio di Alagna Valsesia. Tuttavia, come si apprenderà in seguito nell'approfondimento sulla parte medica, questi dati potrebbero essere estrapolati dallo studio e dalla mappatura disponibili a livello nazionale.

5 INDAGINE SULLA FRAGILITÀ TERRITORIALE.

Il territorio, in particolare quello italiano, è soggetto a diversi impatti che ne determinano la fragilità. Tale caratteristica si riverbera sull'antroposfera con conseguenze su insediamenti, infrastrutture e, di conseguenza, sulla sicurezza dei cittadini. Le variabili che influenzano maggiormente la fragilità del territorio possono essere, schematicamente, riassunte in due macrocategorie: climatiche e geologiche.



Figura 10 - Pinete abbattute dalla tempesta Vaia nell'autunno 2018.



Figura 11 - Pinete abbattute dalla tempesta Vaia nell'autunno 2018.

Per quanto concerne le prime, eventi meteorici intensi o estremi, o la loro assenza per periodi eccessivamente estesi, comportano l'innescarsi di condizioni di rischio per il territorio. Nel primo caso provocano un impatto diretto sulla stabilità dei pendii o sul superamento della situazione di portata ordinaria nei corsi d'acqua; nel secondo caso, predisponendo il territorio a future instabilità determinate dalla ridotta capacità dei suoli di offrire un'adeguata resistenza a fenomeni erosivi. In occasione di precipitazioni a carattere nevoso, si può verificare un'ulteriore casistica dovuta all'instabilità di accumuli di neve che danno origine a fenomeni di tipo valanghivo. Oltre alle precipitazioni, anche il vento può determinare o predisporre il rischio di instabilità, soprattutto agendo sulla copertura forestale. Un'elevata quantità di alberi sradicati da una tempesta porta alla luce significative porzioni di suolo che possono essere soggetti a fenomeni erosivi o essere punti di ingresso dell'acqua che può agire in profondità e destabilizzare una parte del versante.

Nell'attuale scenario di riscaldamento globale, anche il rialzo termico genera, indirettamente, una condizione di rischio. Il perdurare di condizioni di caldo a quote elevate provoca una degradazione del permafrost sulle pareti rocciose e determina condizioni predisponenti al crollo di ammassi rocciosi. Lo stesso impatto si verifica sui ghiacciai in cui si registra un aumento della velocità di scorrimento ed un aumento di fenomeni di crollo di seracchi.

L'ambito geologico comprende, invece, differenti fenomenologie, impattanti sulla stabilità del territorio. In particolare, i fenomeni franosi, con tutta la loro fenomenologia dovuta, principalmente al tipo di materiale coinvolto (roccia, detrito, terra o combinazione dei precedenti) ed alla velocità di spostamento (Tabella 2).

Ai fenomeni suddetti si aggiungono, per i territori di alta quota, fenomeni valanghivi e crolli di seracchi. In generale, dove tale rischio è di particolare valenza, è inoltre necessario menzionare il rischio sismico.

Classe	Descrizione	Danni osservabili	Velocità	(m/s)
7	Estremamente rapido	Catastrofe di eccezionale violenza. Edifici distrutti per l'impatto del materiale spostato. Molti morti. Fuga impossibile.	5 m/s	5
6	Molto rapido	Perdita di alcune vite umane. Velocità troppo elevata per permettere l'evacuazione delle persone.	3m/min	5 x 10 ⁻²
5	Rapido	Evacuazione possibile. Distruzione di strutture, immobili ed installazioni permanenti.	1.8 m/h	5 x 10 ⁻⁴
4	Moderato	Alcune strutture temporanee o poco danneggiabili possono essere mantenute.	13m/mese	5 x 10 ⁻⁶
3	Lento	Possibilità di intraprendere lavori di rinforzo e restauro durante il movimento. Le strutture meno danneggiabili possono essere mantenute con frequenti lavori di rinforzo se il movimento totale non è troppo grande durante una particolare fase di accelerazione.	1.6 m/anno	5 x 10 ⁻⁸
2	Molto lento	Alcune strutture permanenti possono non essere danneggiate dal movimento.	16 mm/anno	5 x 10 ⁻¹⁰
1	Estremamente lento	Impercettibile senza strumenti di monitoraggio. Costruzione di edifici possibile con precauzioni		

Tabella 2 – Scala di intensità delle frane basata sulla velocità e sul danno prodotto (Cruden, 1996)³.

Al fine di minimizzare gli effetti dei fenomeni descritti e mitigarne gli impatti sul territorio, e conseguentemente sulla popolazione, si possono adottare differenti strategie ma, in ogni caso, per comprendere al meglio le caratteristiche e la loro evoluzione nel tempo, anche in funzione di interventi strutturali, è necessario intraprendere una campagna di monitoraggio.

Il monitoraggio permette, attraverso l'uso di differenti strumentazioni, di perseguire gli obiettivi summenzionati e di fornire dati numerici fondamentali per il corretto studio dei fenomeni oggetto di analisi (Tabella 3). Grazie allo sviluppo tecnologico recente sono disponibili numerosi strumenti/metodi di monitoraggio che, se usati sinergicamente possono dare una descrizione più completa possibile della cinematica, della magnitudo e dell'evoluzione del fenomeno compensando reciprocamente i loro limiti intrinseci, per esempio, l'integrazione di monitoraggi di superficie e profondi (Allasia et al., 2021) o remoti e in situ (Godone et al., 2020).

È bene precisare che ogni fenomeno franoso necessita di differenti tipologie di misura e che alcune di esse sono inadatte per determinati eventi. L'utilizzo di una misura non appropriata, come l'utilizzo di misure inclinometriche per frane a cinematica rapida, comporta infatti l'impossibilità di effettuare un monitoraggio, la raccolta di dati non significativi e l'impiego non razionale di risorse. Oltre alle misure di superficie e profonde sono inoltre indicate le misure meteo-pluviometriche che

³ https://www.afs.enea.it/protprev/www/lineeguida2/2.2analisi_pericolosita.htm

permettono di raccogliere informazioni ancillari utili a migliorare la conoscenza generale del fenomeno e del sito circostante.

Misure di superficie	1 Misure distometriche
	2 Misure estensimetriche
	3 Misure fessurimetriche
	4 Misure inclinometriche a parete
	5 Misure topografiche tradizionali
	6 Misure GPS/GNSS
	7 Misure Lidar
	8 Misure interferometriche da terra
	9 Misure interferometriche da satellite
	10 Misure con radar doppler
	11 Misure per mezzo di droni – UAV
	12 Misure per mezzo di fotomonitoraggio
	13 Misure per colate rapide
	14 Misure con sensori a fibra ottica
Misure profonde	1 Misure inclinometriche
	2 Misure multiparametriche
	3 Misure TDR (Time Domain Reflectometry)
	4 Misure estensimetriche multibase
	5 Misure assestometriche
	6 Misure piezometriche
	7 Misure di suzione
Misure meteo-pluviometriche	1 Misure pluviometriche
	2 Misure anemometriche

Tabella 3 – Attività di misura impiegate nello studio delle frane (Dei Cas L. et al., 2021).

Gli approcci elencati sono anche applicabili al monitoraggio di strutture/infrastrutture direttamente connesse ai fenomeni franosi, tale strategia permette di quantificare gli impatti dei fenomeni su obiettivi sensibili e, in alcuni casi di monitorare indirettamente alcuni fenomeni difficilmente monitorabili, per esempio, crolli in roccia. La comprensione degli impatti sull'ambiente antropico permette inoltre la pianificazione e la quantificazione degli interventi di manutenzione – ordinaria e straordinaria, prevenzione e ripristino (Giordan et al., 2021). Tali strategie sono di fondamentale importanza ai fini della mitigazione della fragilità territoriale e della riduzione della marginalità dei suddetti territori.

In aggiunta ad una corretta progettazione ed esecuzione del monitoraggio è inoltre fondamentale la comunicazione dei risultati nelle forme più adatte a raggiungere i differenti target della popolazione, esperto, poco esperto o non esperto, in modo da assicurare una convivenza informata alla popolazione (Giordan et al., 2019).

Oltre al monitoraggio strumentale è infine necessario richiamare l'importanza del presidio del territorio da parte di personale specializzato (Giordan et al., 2020) in modo da assicurare un controllo estensivo, con eventuali focus dove incrementare l'attenzione durante le ricognizioni, sul territorio ed evidenziare quei fenomeni che per estensione, frequenza o magnitudo non sono facilmente rilevabili o che per i quali non è significativo attivare delle campagne di monitoraggio strumentali.

6 INDAGINE SULLA FRAGILITÀ DELLA POPOLAZIONE.

L'indagine sulla fragilità della popolazione ha più finalità. Da un lato, permette di ricavare dei dati utili ad alimentare l'albero delle decisioni e, più in generale, predisporre delle azioni per la popolazione fragile sia preventive che in risposta al verificarsi di emergenze. Dall'altro, all'interno del Progetto è fondamentale poiché, partendo dai suoi risultati, è possibile stabilire quali sono le variabili di maggiore interesse per la realizzazione del prototipo di telemedicina.

I profili demografici dei Comuni montani confermano una presenza di anziani sistematicamente maggiore rispetto a quella delle aree urbane. La fragilità che contraddistingue naturalmente questa popolazione (maggiore prevalenza di patologie croniche, relativi bisogni assistenziali e di cura, non autosufficienza, disabilità, etc.) vanno a sommarsi alle fragilità del territorio (ridimensionamento e definanziamento dei servizi sanitari locali, distanza tra le aree montane periferiche e le strutture ospedaliere, maggiore incidenza di disastri naturali e conseguenti possibili criticità nella gestione dei problemi di salute). Queste fragilità, come si può capire, sono una delle principali motivazioni allo spostamento verso zone con accesso più immediato alle strutture socio-sanitarie e sono una causa dell'abbandono della Montagna.

Località	Altitudine (M.S.L.M.)	Superficie (Km2)	Abitanti (All'01/01/21)	Densità Abitativa (Ab/Km2)	Popolazione Anziana (Età > 65 Anni)	% Anziani/Tot
Italia	/	302.068,2564	59.236.213	196,10	1.3941.531	23,54%
Piemonte	168,32	25.387,07	4.274.945	168,39	1.112.287	26,02%
Asti (provincia)	280	1.510,19	209.390	138,65	55.946	26,72%
Vercelli (provincia)	378	2.087	165.584	79,82	45.906	27,56%
Torino (provincia)	478	6.830,53	2.219.206	324,90	571.992	25,77%
Moncucco Torinese (AT)	403	14,36	878	61,14	247	28,13%
Alagna Valsesia (VC)	1.191	133,17	725	5,44	168	23,17%

Giaveno (TO)	506	71,97	16.168	224,65	4.397	27,20%
Fenestrelle (TO)	1.154	49,04	483	9,85	159	32,92%
Usseglio (TO)	1.265	98,54	200	2,03	68	34,00%

Tabella 4 – Dati Istat 2022.

Il contesto analizzato è quello Piemontese; alcuni necessari riferimenti saranno effettuati in relazione ai più ampi scenari nazionale ed internazionale.

In Italia, i Comuni localizzati in zone montane sono 3.538 ovvero il 43,7% delle amministrazioni comunali. Sono distribuiti in tutte le Regioni, con una prevalenza nei territori dell'Italia settentrionale. Sebbene la percentuale di Comuni montani sia più alta in altre regioni dell'Italia settentrionale, centrale o meridionale, in Lombardia e Piemonte si trova il maggior numero dei Comuni montani (rispettivamente 527 e 503) (Istituto per la Finanza e l'Economia Locale [IFEL] - ANCI, 2014).

In Piemonte, i Comuni montani rappresentano il 41,5% a fronte dei Comuni non montani 58,5% (IFEL - ANCI, 2017). I numeri possono variare a seconda dei criteri di classificazione adottati (Comuni totalmente o parzialmente montani, Comuni montani in base all'appartenenza a Unioni/Comunità montane, Comuni montani in base alla dislocazione altimetrica prevalente del territorio comunale, etc.); in ogni caso, restituiscono un quadro in cui i territori montano e collinare, nel loro complesso, sono predominanti.

A fronte di questi numeri, se si considera il rapporto tra la superficie territoriale ed il numero della popolazione residente per zona altimetrica, è facile osservare un fenomeno ugualmente consistente; risulta infatti che in Piemonte, a fronte di una superficie montana pari al 43,2% (laddove le superfici collinare e pianeggiante sono rispettivamente del 30,3% e 26,5%), la popolazione ivi residente è solo l'11,1% del totale (30,6% in collina e 58,3% in pianura) (Istituto Nazionale di Statistica [Istat], 2019). Questo dato riflette in realtà una dinamica ormai consolidata, tanto che ormai questo fenomeno è riconosciuto come "spopolamento della Montagna".

Questo trend, come precedentemente accennato, è legato ad una serie di criticità che, nei decenni scorsi, ha spinto sempre più giovani a trasferirsi nelle città della pianura o in contesti abitativi meno isolati. Ciò ha provocato la crescita della quota di anziani in proporzione maggiore rispetto al resto della popolazione. Per completezza, occorre osservare che tale fenomeno appare generalizzato ed in progressivo aumento anche in altre aree geografiche o a differenti altitudini.

L'invecchiamento della popolazione italiana, quale tratto caratteristico della dinamica demografica dei decenni a venire, può essere colto grazie alla lettura di alcuni indicatori molto performanti:

- la popolazione di 65 anni e più, fra il 2015 e il 2065, crescerà dal 21,7% al 32,6%;
- il rapporto tra la popolazione di 65 anni e più e la popolazione in età attiva fra i 15 e i 64 anni (l'indice di dipendenza degli anziani), nel 2015 pari al 33,7%, raggiungerà il 59,7% nel 2065;
- anche l'età media della popolazione, la speranza di vita alla nascita e la speranza di vita a 65 anni, che già hanno raggiunto livelli altissimi, continueranno a crescere ancora nei prossimi cinquanta anni (Istat, 2015).

In montagna, come precedentemente accennato, l'invecchiamento della popolazione è legato anche ai fenomeni dello spopolamento e/o dell'emigrazione che riguardano in buona parte i giovani e gli adulti. Ne consegue che la percentuale di popolazione anziana rispetto al totale risulterà aumentata. In controtendenza parrebbe in atto un fenomeno di ripopolamento, favorito anche da politiche regionali, ma si tratterebbe di casi sporadici non in grado di contrastare l'esodo a cui si è assistito nei decenni passati.

Ai fini del Progetto FragMont, il lavoro di ricerca si è concentrato sulla popolazione anziana, andandone a studiare le principali patologie. L'obiettivo è stato quello di capire cosa comportasse questo fenomeno dell'invecchiamento della popolazione residente in montagna.

Appare chiarificatore, da questo punto di vista, un documento redatto dalla WHO (World Health Organization) relativamente alla cura e assistenza territoriali delle persone anziane: *“Con l'aumento dell'età si verificano numerosi cambiamenti fisiologici e aumentano, per le persone anziane, i rischi di sviluppare malattie croniche e una dipendenza di tipo assistenziale. Dai 60 anni d'età, le principali cause di invalidità e decesso sono legate alla perdita/deficit dell'udito, vista e movimento o condizioni come demenza, malattie cardiache, ictus, patologie respiratorie croniche, diabete e affezioni muscolo-scheletriche come artrosi/artrite e dolore alla schiena”* (World Health Organization [WHO], 2017).

Anche in Italia questa tendenza è confermata. L'Istituto Superiore di Sanità (2021), in un rapporto del 2021, afferma che *“nel periodo precedente la pandemia i dati del sistema di sorveglianza PASSI d'Argento (sul campione 2016-2018 di circa 40 mila ultra sessantacinquenni) mostrano un paese longevo, ma con una quota rilevante di anziani con patologie croniche e policronicità che accresce la loro vulnerabilità a eventi avversi alla salute”*.

Tra i 65 e i 75 anni, *“più della metà delle persone convive con una o più patologie croniche fra quelle indagate e questa quota aumenta con l'età fino a interessare complessivamente i tre quarti degli ultra ottantacinquenni, di cui la metà è affetto da due o più patologie croniche”* (ISS, 2021).

L'Osservatorio Nazionale sulla Salute nelle Regioni Italiane (2019) aveva precedentemente osservato che *“le malattie croniche [nel 2018] hanno interessato quasi il 40% della popolazione del Belpaese, cioè 24 milioni di italiani dei quali 12,5 milioni hanno multi-cronicità. Le proiezioni della cronicità indicano che tra 10 anni, nel 2028, il numero di malati cronici salirà a 25 milioni, mentre i multi-cronici saranno 14 milioni”*. Legate a queste problematiche, tra l'altro, abbiamo anche questioni di ordine economico ed organizzativo gestionale: *“La spesa sanitaria [in Italia] è per il 40% destinata alle persone anziane e molto anziane. Si ricorda che la spesa pubblica sanitaria è inferiore del 10% rispetto alla media europea mentre la percentuale dei costi a carico dei pazienti è la più alta”* (Società Italiana di Gerontologia e Geriatria [SIGG], 2018). L'Osservatorio Nazionale sulla Salute nelle Regioni Italiane dell'Università Cattolica del Sacro Cuore (2019) evidenzia invece che: *“Attualmente nel nostro Paese si stima si spendano complessivamente circa 66,7 miliardi (€) per la cronicità; stando alle proiezioni effettuate sulla base degli scenari demografici futuri elaborati dall'Istituto Nazionale di Statistica (Istat) e ipotizzando una prevalenza stabile nelle diverse classi di età, nel 2028 spenderemo 70,7 miliardi di euro”*.

Appare chiara, dal poco riportato, la criticità di tali fenomeni ed il fatto che essi, molto probabilmente, rappresenteranno una delle maggiori sfide che attende il SSN in futuro. Il problema della cronicità presenta numerose sfaccettature, tra cui alcune riguardano da vicino le realtà considerate

dal nostro Progetto di ricerca. Secondo l'Osservatorio Nazionale sulla Salute nelle Regioni Italiane (2019):

"I Comuni sotto i 2.000 abitanti sono quelli con la quota più elevata di cronicità, quasi il 45%, mentre nelle periferie delle città Metropolitane si riscontra la quota più elevata di persone che soffrono di malattie allergiche, il 12,2% della popolazione residente".

In secondo luogo, come già evidenziato dalle linee guida della WHO (2017), età media e insorgenza di una o più patologie croniche sono fenomeni caratterizzati da una sostanziale diretta proporzionalità, soprattutto a partire dai 55-60 anni di età. Non a caso l'inizio della vecchiaia è stato fatto coincidere convenzionalmente con il compimento dei 65 anni di età; anche se questo dato, in seguito all'aumento della qualità e durata media della vita nei paesi occidentali, è stato ed è sempre più discusso dagli esperti (SIGG, 2018), faremo riferimento ad esso per esigenze analitiche.

6.1 POPOLAZIONE AFFETTA DA PATOLOGIE CRONICHE.

Si è preferito considerare la popolazione Istat al 01/01/2021 anziché al 01/01/2019 (come il dato percentuale della popolazione con ≥ 1 patologie croniche), in quanto il Comune di Alagna Valsesia tra il 2019 e il 2021 è passato da 448 a 725 abitanti (+66% popolazione 0-60 anni; +50% popolazione ≥ 60 anni). Invece, il comune di Moncucco Torinese, più stabile, nello stesso periodo è passato da 891 a 878 abitanti.

Popolazione Istat (01/01/2021)				
Località	Classi Età			
	50-64	65-74	75-84	≥ 85
Italia	13.198.468	6.915.504	4.825.173	2.200.854
Piemonte	971.027	534.834	396.698	180.755
Alagna Valsesia	183	83	64	21
Moncucco Torinese	206	131	88	28

Tabella 5 – Popolazione Istat > 50 anni, affetti da patologie croniche – Italia, Piemonte, Alagna, Moncucco⁴.

Di seguito alcuni dati riguardanti la prevalenza. Essa è la misura di frequenza impiegata in epidemiologia per esprimere il rapporto fra il numero di persone affette da un evento morboso in una data popolazione in un dato intervallo di tempo ed il numero totale degli individui della popolazione nello stesso periodo.

Percentuale popolazione con ≥ 1 patologie croniche (01/01/2019)	
Località	Classi Età

⁴ <https://demo.istat.it/index.php>; <https://www.epicentro.iss.it/coronavirus/pdf/passi/sars-cov-2-flussi-dati-confronto-passi-pda-patologie-croniche.pdf>

	50-64	65-74	75-84	≥ 85
Italia	26%	54%	66%	72%
Piemonte	24%	44%	55%	51%

Tabella 6 – Prevalenza di popolazione con più di una patologia cronica tra gli over 65 (percentuale) – Italia, Piemonte.

Stima popolazione cronici (non istituzionalizzata)				
Località	Classi Età			
	50-64	65-74	50-64	≥ 85
Italia	3.431.602	3.734.372	3.184.614	1584.615
Piemonte	233.046	235.327	218.184	92.185
Alagna Valsesia	44	37	35	11
Moncucco Torinese	49	58	48	14

Tabella 7 – Elaborazione dati ISTA 2019 - Stima popolazione cronici tra gli over 50 anni (numero) non istituzionalizzati.

Prevalenza condizioni cliniche/patologie croniche nella popolazione anziana (≥ 65 anni). Dati in percentuale (2016-18)	
Località	Piemonte
Ipertensione	59%
Cardiopatie	22%
Tumori	14%
Diabete	12%
Malattie respiratorie croniche	10%
Ictus o ischemia cerebrale	6%
Insufficienza renale	4%
Malattie croniche del fegato e/o cirrosi	2%

Tabella 8 - Prevalenza condizioni cliniche/patologie croniche nella popolazione anziana (≥ 65 anni). Dati in percentuale (2016-18).

Stima popolazione cronici (non istituzionalizzata)			
Località	Piemonte	Alagna Valsesia	Moncucco Torinese
Ipertensione	656.24	99	146
Cardiopatie	244.703	37	54
Tumori	155.720	24	35
Diabete	133.474	20	30

Malattie respiratorie croniche	111.229	17	25
Ictus o ischemia cerebrale	66.737	10	15
Insufficienza renale	44.491	7	10
Malattie croniche del fegato e/o cirrosi	22.246	3	5

Tabella 9 – Elaborazione dati ISAT 2019 - Stima popolazione cronici (non istituzionalizzata).

Popolazione Istat (01/01/2021)				
Località	Classi Età			
	65-74	75-84	≥ 85	Totale
Italia	6.915.504	4.825.173	2.200.854	13.941.531
Piemonte	534.834	396.698	180.755	1.112.287
Alagna Valsesia	83	64	21	168
Moncucco Torinese	131	88	28	247

Tabella 10 – Totale popolazione Istat di anziani (quindi > 65 anni) con patologie croniche – Italia, Piemonte, Alagna, Moncucco.

Al fine di reperire dati più precisi e puntuali, sono stati presi contatti con alcuni M.M.G. (in particolare, alcuni operanti nel Comune di Moncucco Torinese) e con l'ASL di Vercelli (ASL di riferimento per un altro comune partner del Progetto, Alagna Valsesia). Con quest'ultima sono stati organizzati una serie di incontri nel corso dei quali è stato loro illustrato il Progetto FragMont e richiesti, in forma anonima, i dati relativi al numero di malati cronici residenti nel Comune di Alagna Valsesia. A tale scopo, si è reso necessario realizzare una convenzione tra la stessa ASL e il Dipartimento di Management dell'Università degli Studi di Torino, tuttora in fase di definizione.

Dall'analisi dei dati ottenuti, oltre quelli riportati nelle tabelle, emergono anche altre patologie croniche invalidanti quali l'artrite/artrosi e l'osteoporosi, che colpiscono soprattutto le donne anziane, ma che appaiono meno suscettibili di gestione a distanza mediante dispositivi atti al telemonitoraggio e trasmissione dei parametri biologici. Nel loro caso andrebbero valutati periodicamente parametri quali dolore, limitazione funzionali e altri effetti esteriori, quali segni di infiammazione in atto, per cui appaiono più appropriati altri servizi quali la tele visita o la telecooperazione sanitaria. In questo contesto pare promettente, o per lo meno degno di approfondimento, un approccio che integri le cure e l'assistenza di tipo tradizionale alla moderna telemedicina. Le Linee guida del Ministero della Salute della Repubblica Italiana (2014) specificano che la telemedicina può avere diverse finalità, alcune delle quali potrebbero interessare le problematiche cui è stato precedentemente accennato:

- prevenzione secondaria: si tratta di servizi dedicati alle categorie di persone già classificate a rischio o persone già affette da patologie, le quali, pur conducendo una vita normale devono sottoporsi a costante monitoraggio di alcuni parametri vitali, al fine di ridurre il rischio di insorgenza di complicazioni;

- diagnosi: si tratta di servizi che hanno come obiettivo quello di muovere le informazioni diagnostiche anziché il paziente. Un iter diagnostico completo è difficilmente eseguibile attraverso l'uso esclusivo di strumenti di telemedicina, ma la telemedicina può costituire un completamento o consentire approfondimenti utili al processo di diagnosi e cura;
- monitoraggio: l'evoluzione in atto della dinamica demografica, e la conseguente modificazione dei bisogni di salute della popolazione, con una quota crescente di anziani e patologie croniche, rendono necessario un ridisegno strutturale ed organizzativo della rete dei servizi, soprattutto nell'ottica di rafforzare l'ambito territoriale di assistenza. A partire da questa impostazione, si struttura il Progetto FragMont e, più nello specifico, la ricerca bibliografica condotta per comprendere lo stato dell'arte a livello nazionale ed internazionale e quali, di conseguenza, le possibili implicazioni a livello pratico.

A seguito dell'indagine bibliografica relativa ad applicazioni e soluzioni di telemedicina/telemonitoraggio, con particolare riferimento a quelle sviluppate in risposta ai bisogni assistenziali e di cura di popolazioni residenti in aree remote, risultano necessarie alcune precisazioni:

- la maggior parte dei trial e studi osservazionali si riferiscono a contesti molto diversi da quello preso in esame dal gruppo di ricerca. La variabilità e le caratteristiche proprie di ciascun contesto dovrebbero essere attentamente valutate prima di procedere nella formulazione di generalizzazioni altrimenti improprie;
- come specificato dalle Linee guida in materia di telemedicina elaborate dal Ministero della Salute (2014) le finalità della telemedicina possono essere diverse o complementari tra loro e prevedono, a seconda dei casi, servizi di prevenzione secondaria, diagnosi, monitoraggio, cura e riabilitazione. Probabilmente, per quanto attiene il Progetto FragMont, i primi tre rappresentano il nucleo d'interesse prevalente. Lo stesso documento classifica i servizi di telemedicina in base ai professionisti sanitari coinvolti e al ruolo che gli stessi, unitamente al paziente, giocano nella relazione assistenziale e di cura. Di seguito un utile sintesi.

Condizione clinica / patologia cronica	Parametri suscettibili di Telemonitoraggio domiciliare	Bibliografia minima di riferimento
Iperensione	PA (misurazione da effettuarsi sull'arteria brachiale/upperarm)	2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH) https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339
Scompenso cardiaco Altre cardiopatie	<ul style="list-style-type: none"> - PA (misurazione da effettuarsi sull'arteria brachiale/ upperarm) - FC - SpO2 - Peso corporeo Altri parametri da considerare: <ul style="list-style-type: none"> - Parametri ECG - Sonno (qualità del) - Passi/24 h - Introito idrico 24 h 	2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz486 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Developed by the Task Force for cardiovascular disease prevention in clinical practice with

	<ul style="list-style-type: none"> - Diuresi/24 h - Dolore 	<p>representatives of the European Society of Cardiology and 12 medical societies with the special contribution of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab484</p>
Tumori	<ul style="list-style-type: none"> - PA (misurazione da effettuarsi sull'arteria brachiale/ upperarm) - FC - SpO2 - Dolore - TC - Peso corporeo + circonferenza addominali - Passi 24/h 	<p>Linee guida "Tumori dell'anziano" dell'Associazione Italiana Oncologia Medica (AIOM) - 2019 https://snlg.iss.it/wp-content/uploads/2020/09/LG-283-Tumori-Anziano.pdf</p>
Diabete	<ul style="list-style-type: none"> - HbA1c - Glicemia - PA (misurazione da effettuarsi sull'arteria brachiale/upper-arm) - Peso corporeo - Circonferenza addominale (correla con l'obesità viscerale; negli anziani indicatore migliore del BMI che sottostima malnutrizione/denutrizione) <p>Altri parametri da considerare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FC - SpO2 - Passi/24 h - Valutazione nutrizionale approfondita (utilizzando il Mini - Nutritional Assessment) - UI insulina (auto-somministrate s.c.) 	<p>2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD: The Task Force for diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD) https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz486 Vedi "Effects of intensified glucose control" (pag. 280).</p> <p>Linea Guida della Società Italiana di Diabetologia (SID) e dell'Associazione dei Medici Diabetologi (AMD) - La terapia del diabete mellito di tipo 2 – 2021. https://snlg.iss.it/wpcontent/uploads/2021/07/LG_379_diabete_2.pdf Vedi "Obiettivi terapeutici" (pag. 30), "Esercizio fisico" (pag. 22), "Terapia educativa" (pag. 23) e "Controllo glicemico" (pag. 29).</p> <p>Standard italiani per la cura del diabete mellito della Società Italiana di Diabetologia (SID) e dell'Associazione dei Medici Diabetologi (AMD) - 2018 https://www.siditalia.it/pdf/Standard%20di%20Cura%20AMD%20-%20SID%202018_protetto2.pdf</p>

<p>Malattie respiratorie croniche (in particolare BCPO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - SpO2 - Valori spirometrici (e.g. VEMS/FEV1, CVF, etc.) - FR - Valutazione attività fisica (test del cammino shuttle, test del cammino dei 6 minuti, passi/24 h?) - Sonno (qualità del) - Peso corporeo + Circonferenza addominale per valutare rischio di malnutrizione - TC - Valutazione della dispnea [questionario modificato del British Medical Research Council (mMRC)] - Valutazione globale dei sintomi [COPD Assessment Test (CAT™)] - Monitoraggio del bilancio idrico <p>Altri parametri da considerare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stato di coscienza - PA - FC - Impedenza toraco-polmonare (tramite FOT) - ECG 	<p>[6B] “Among the parameters monitored, only oxygen saturation could timely identify COPD exacerbations. This reflects the expected high specificity of O2 desaturation: it is very unlikely that a condition other than respiratory exacerbation accounts for this event. However, minor differences in the precritical multiparametric profiles were evident”.</p> <p>[6C] Vedi “Table 1. Main characteristics and description of the technology used in the studies.”. “The most common parameters collected were symptoms (n = 9), oxygen saturation (n = 8), spirometric parameters (n = 6), medication (n = 6), heart rate (n = 5), temperature (n = 3) and weight (n = 3)”.</p> <p>[6F] “The forced oscillation technique (FOT) measures the mechanical properties of the lung during tidal breathing in a way that is simple to perform without supervision or effort, is operator independent, and can be undertaken at home by patients with COPD. FOT can also detect changes in lung mechanics acutely after a bronchodilator and during recovery from an exacerbation, making it a potentially attractive way to objectively define exacerbation events in a telemonitoring program”.</p> <p>Tuttavia “in older patients with COPD and comorbidities, remote monitoring of lung function by forced oscillation technique and cardiac parameters did not change TTFH (time to first hospitalization) and EQ-5D (EuroQoL EQ-5D utility index score).”</p> <p>GOLD pocket guide 2021. Strategia globale per la diagnosi, il trattamento e la prevenzione della BPCO (Revisione 2021) https://goldcopd.it/wp-content/uploads/materiali/2021/GOLD_Pocket_2021.pdf [vedi approfondimento sotto tabella]</p> <p>Fondazione GIMBE - Linee guida per la diagnosi e la terapia della broncopneumopatia cronica ostruttiva negli adulti (2019) https://snlg.iss.it/wp-content/uploads/2019/12/BPCO-negliadulti. Pdf ** [vedi approfondimento sotto tabella]</p> <p>NICE guideline - [NG115] Chronic obstructive pulmonary disease in over 16s: diagnosis and management (Published: 05 December 2018 Last updated: 26 July 2019) https://www.nice.org.uk/guidance/ng115/chapter/Recommendations#managing-stable-copd</p>
<p>Ictus o ischemia cerebrale</p>	<ul style="list-style-type: none"> - PA (misurazione da effettuarsi sull’arteria brachiale/upperarm) - FC - Glicemia (nei pz diabetici) - Sonno (qualità del) - Passi/24 h 	<p>ESO (European Stroke Organisation) Guidelines Directory https://eso-stroke.org/guidelines/eso-guideline-directory/</p> <p>2021 Guideline for the Prevention of Stroke in Patients With Stroke and Transient Ischemic Attack: A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association</p>

	<p>Altri parametri da considerare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SpO2 - Peso corporeo + Circonferenza addominale - Parametri ECG 	<p>https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000375</p> <p>WHO/OMS Guidelines for Management of Stroke - 2012 https://extranet.who.int/ncdccc/Data/MNG_D1_1.%20Clinical%20guideline%20of%20Acute%20Stroke%20.pdf.</p>
Insufficienza renale	<ul style="list-style-type: none"> - PA (misurazione da effettuarsi sull'arteria brachiale/upperarm) - Peso corporeo + Circonferenza addominale - Passi/24 h - Glicemia (nei pazienti diabetici) 	<p>ISS-SNLG. Identificazione, prevenzione e gestione della malattia renale cronica nell'adulto. 2015 https://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_1_1_1.jsp?menu=notizie&id=649</p> <p>Vaidya, S. R., & Aeddula, N. R. (2021). Chronic Renal Failure. In StatPearls. StatPearls Publishing.</p>
Malattie croniche del fegato e/o cirrosi	<ul style="list-style-type: none"> - Peso corporeo + Circonferenza addominale? - Heart rate variability/variabilità cardiaca o variabilità - RR (mediante ECG?) - Stato di coscienza: apatia, letargia, semi-incoscienza? - (Indicatore di overt HE - hepatic encephalopathy) - Orientamento temporale (indicatore di overt HE) - PA (misurazione da effettuarsi sull'arteria brachiale/upperarm) - FC - Glicemia (nei pz diabetici) - Valutazione nutrizionale approfondita <p>Altri parametri da considerare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SpO2 - Motor assessment (should include evaluation of gait and walking and consider the risk of falls) 	<p>American Association for the Study of Liver Diseases, & European Association for the Study of the Liver (2014). Hepatic encephalopathy in chronic liver disease: 2014 practice guideline by the European Association for the Study of the Liver and the American Association for the Study of Liver Diseases. <i>Journal of hepatology</i>, 61(3), 642–659. https://doi.org/10.1016/j.jhep.2014.05.042</p> <p>Montagnese, S., Russo, F. P., Amodio, P., Burra, P., Gasbarini, A., Loguercio, C., Marchesini, G., Merli, M., Ponziani, F. R., Riggio, O., & Scarpignato, C. (2019). Hepatic encephalopathy 2018: A clinical practice guideline by the Italian Association for the Study of the Liver (AISF). <i>Digestive and liver disease: official journal of the Italian Society of Gastroenterology and the Italian Association for the Study of the Liver</i>, 51</p> <p>Stotts, M. J., Grischkan, J. A., & Khungar, V. (2019). Improving cirrhosis care: The potential for telemedicine and mobile health technologies. <i>World journal of gastroenterology</i>, 25(29), 3849–3856. https://doi.org/10.3748/wjg.v25.i29.3849</p> <p>Garcia-Pagan, J. C., Francoz, C., Montagnese, S., Senzolo, M., & Mookerjee, R. P. (2021). Management of the major complications of cirrhosis: Beyond guidelines. <i>Journal of hepatology</i>, 75 Suppl 1, S135–S146. https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.01.027</p>

6.2 PARAMETRI BIOMETRICI RILEVANTI PER LE PRINCIPALI PATOLOGIE

Parametri Vitali: PA (pressione arteriosa sistemica), FC (frequenza cardiaca), SpO2 (saturazione periferica dell'ossigeno, indice della saturazione in ossigeno dell'emoglobina nel sangue arterioso), FR (frequenza respiratoria), TC (temperatura corporea), Stato di coscienza, Dolore.

Altri parametri: Colorito, stato ed integrità della cute, Glicemia, Peso corporeo, Diuresi (solitamente la diuresi/24 h), Valori spirometrici (es. impedenza polmonare), Passi (indice del grado di attività

fisica compiuta nelle 24 h), BMI [peso in kg / (altezza in metri)²], Circonferenza addominale (correla con l'obesità viscerale), etc.

* "Saturimetria ed emogasanalisi arteriosa. La pulsossimetria può essere utilizzata per valutare la saturazione di ossigeno arteriosa del paziente e l'eventuale necessità di ossigenoterapia. La pulsossimetria dovrebbe essere usata per valutare tutti i pazienti con segni clinici suggestivi di insufficienza respiratoria o di scompenso cardiaco destro. Se la saturimetria periferica è inferiore al 92% va eseguita un'emogasanalisi arteriosa o capillare". "La ridotta tolleranza all'esercizio fisico misurata oggettivamente, valutata attraverso la riduzione della distanza del cammino percorsa a passo autogestito o durante un test da sforzo incrementale in laboratorio, è un potente indicatore di compromissione dello stato di salute e predittore della prognosi. [...] I test del cammino sono utili per valutare il grado di invalidità e il rischio di mortalità, e vengono utilizzati per verificare l'efficacia della riabilitazione respiratoria". Diagnosi, classificazione della gravità dell'ostruzione delle vie aeree: valori spirometrici (VEMS/CVF, VEMS), valutazione della dispnea (mMRC), valutazione dei sintomi (CAT™). Trattamento non farmacologico della BPCO stabile: (tra le altre cose) garantire il mantenimento (e, ove possibile, favorire l'aumento) dell'attività fisica e dei programmi di esercizio fisico, di un corretto riposo notturno e di una dieta bilanciata (considerare nutrizione integrativa nei pazienti malnutriti con BPCO); l'educazione all'autogestione, o self-management, e il tutoraggio da parte degli operatori sanitari dovrebbero essere componenti fondamentali del "Modello di Cura della Cronicità"; monitorare/gestire l'aggravamento dei sintomi (dispnea, etc.); infine, per quanto concerne prescrizione e valutazione dell'O₂ tp a lungo termine fondamentali sono alcuni valori emogasanalitici e la SpO₂. Monitoraggio e follow-up: monitorare valori spirometrici, dispnea, sintomi, SpO₂ e gli altri indicatori/parametri sopra descritti. In particolare, a seguito di dimissione a seguito di ricovero ospedaliero, assicurare un piano di gestione delle comorbidità e del follow-up; successivamente (a 1-4 settimane e 12-16 settimane da diagnosi/classificazione gravità) determinare lo stato delle comorbidità eventualmente presenti. Gestione delle riacutizzazioni: le riacutizzazioni sono scatenate soprattutto da infezioni virali delle vie respiratorie, sebbene anche le infezioni batteriche e i fattori ambientali come l'inquinamento e le temperature ambientali possano iniziare e/o amplificare questi eventi (monitorare segni/sintomi di infezione, e.g. TC). Gestione delle riacutizzazioni severe, ma non a rischio di vita: monitorare sempre l'introito idrico. Riassumendo alcuni dei valori/strumenti d'indagine più utili sono: SpO₂, FR, valori spirometrici, TC; Rx torace ed emogasanalisi, invece, non sono gestibili a domicilio dai pz, ma eventualmente eseguibili in un ambulatorio o centro medico territoriale. N.B.: "Secondo la letteratura corrente, l'autogestione completa o i controlli routinari non hanno mostrato benefici a lungo termine in merito allo stato di salute, rispetto allo standard di cura solito per i pazienti con BPCO".

** Questo articolo sintetizza le più recenti raccomandazioni (2018, vedi sotto) del National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Diagnosi: VEMS/CVF, sintomi e segni.

Fattori prognostici:

- FEV1
- Dispnea (scala MRCa)
- Ipossia cronica e/o cuore polmonare
- Basso valore di BMI
- Severità e frequenza delle riacutizzazioni

- Ricoveri ospedalieri
- Gravità dei sintomi (es. punteggio del CAT test)
- Capacità di esercizio (es. test del cammino di 6 minuti)
- Test di diffusione del monossido di carbonio (TLCO test o DCO test)
- Presenza di criteri per l'ossigenoterapia a lungo termine e/o la ventilazione non invasiva domiciliare
- Multimorbidity
- Fragilità

Monitoraggio della BPCO tramite telemedicina: nella gestione dei pazienti stabili con BPCO non prescrivere un monitoraggio di routine dei parametri fisiologici tramite telemedicina poiché non migliora la qualità di vita, non riduce i ricoveri ospedalieri e aumenta i costi [Raccomandazione basata su evidenze di qualità da bassa ad alta da trial randomizzati controllati e su evidenze di economia sanitaria direttamente applicabili.

6.3 LINEE GUIDA E TELEMEDICINA.

6.3.1 La Commissione Europea ha attribuito da oltre un decennio una particolare rilevanza al tema della Telemedicina.

Con la Comunicazione europea (COM-2008-689) "Telemedicina a beneficio dei pazienti, sistemi sanitari e società", del 4 novembre 2008, sono state individuate, infatti, una serie di azioni che coinvolgono tutti i livelli di governo, sia in ambito comunitario che dei singoli Stati Membri, per favorire una maggiore integrazione dei servizi di Telemedicina nella pratica clinica, rimuovendo le principali barriere che ne ostacolano la piena ed efficace applicazione.

6.3.2 Il Consiglio Superiore di Sanità approva le Linee guida nazionali.

Per un impiego sistematico della telemedicina nell'ambito del Servizio Sanitario Nazionale e per dare attuazione alla Comunicazione europea, presso il Consiglio Superiore di Sanità (CSS) fu istituito il Tavolo tecnico sulla telemedicina, che ha redatto apposite Linee di indirizzo nazionali, per:

- Collocare gli ambiti prioritari di applicazione della telemedicina;
- Analizzare modelli, processi e modalità di integrazione dei servizi di telemedicina nella pratica clinica;
- Definire tassonomie e classificazioni comuni;
- Definire gli aspetti concernenti i profili normativi e regolamentari e la sostenibilità economica dei servizi e delle prestazioni di telemedicina.

Le prime [Linee di indirizzo nazionali sulla Telemedicina](#) sono state approvate dall'Assemblea generale del CSS il 10 luglio 2012.

6.3.3 Dalle Linee di indirizzo alle Indicazioni nazionali.

Facendo seguito all'Intesa Stato-Regioni del 20 febbraio 2014 e ai Rapporti dell'Istituto Superiore di Sanità COVID-19 n. 12/2020 "Indicazioni ad interim per servizi assistenziali di telemedicina durante l'emergenza sanitaria COVID-19" del 13 aprile 2020 e n.60/2020 "Indicazioni ad interim per servizi sanitari di telemedicina in pediatria durante e oltre la pandemia COVID-19" del 10 ottobre 2020, nella riunione della Cabina di regia del NSIS del 28 luglio 2020 il Ministero della salute e le Regioni e Province autonome di Trento e Bolzano, hanno condiviso la necessità di fornire indicazioni uniformi sull'intero territorio nazionale per l'erogazione delle prestazioni a distanza, con particolare riguardo alle attività specialistiche, estendendo la pratica medica e assistenziale oltre gli spazi fisici in cui usualmente si svolge secondo le tradizionali procedure, anche in relazione alle iniziative avviate da alcune regioni nel periodo dell'emergenza Covid.

Il Gruppo di lavoro sulla telemedicina, integrato anche da esperti e da rappresentanti delle federazioni nazionali delle professioni sanitarie (FNOMCeO e FNOPI), ha quindi predisposto il documento "Indicazioni nazionali per l'erogazione di prestazioni di telemedicina" che è stato approvato dalla Cabina di regia del NSIS nella seduta del 28 ottobre 2020 ed è stato adottato con Accordo in Conferenza Stato Regioni del 17 dicembre 2020 (Repertorio atti n.215/CSR).

Questo documento intende fornire le indicazioni da adottare a livello nazionale per l'erogazione di alcune prestazioni di telemedicina quali la televisita, il teleconsulto medico, la teleconsulenza medico-sanitaria, la teleassistenza da parte di professioni sanitarie, la telerefertazione, così che la possibilità di utilizzare le prestazioni di telemedicina (esempio la televisita per le visite di controllo) rappresenti un elemento concreto di innovazione organizzativa nel processo assistenziale⁵.

6.3.4 Importanza e-health e telemedicina e dispositivi di telemonitoraggio nei pazienti cronici residenti nei contesti dei comuni montani.

La telemedicina è una modalità integrativa di erogazione dell'assistenza sanitaria, che utilizza le nuove tecnologie in situazioni in cui il professionista e il paziente si trovano in due luoghi differenti. Si utilizza per integrare le prestazioni sanitarie tradizionali che prevedono un rapporto diretto tra medico e paziente e comporta la trasmissione di dati di carattere medico, necessari per conseguire le seguenti finalità:

- prevenzione secondaria, rivolta a persone con patologie che necessitano di essere monitorate nel tempo;
- diagnosi, attraverso l'uso di strumenti di telemedicina per usufruire delle informazioni diagnostiche senza far muovere il paziente;
- cura, per effettuare scelte terapeutiche quando il quadro diagnostico è già chiaro;
- riabilitazione, ossia interventi riabilitativi effettuati presso il domicilio del paziente o altra struttura assistenziale;

⁵ <https://www.salute.gov.it/portale/ehealth/dettaglioContenutiEHealth.jsp?lingua=italiano&id=5525&area=eHealth&menu=telemedicina> (ultimo aggiornamento 7 marzo 2022)

- monitoraggio, per la gestione del paziente nel tempo attraverso uno scambio di dati tra il paziente e il personale che si occupa della loro interpretazione.

La telemedicina comprende al suo interno:

- telemedicina specialistica, comprensiva di televisita (che prevede un'interazione a distanza tra medico e paziente, a seguito della quale è possibile prescrivere farmaci e cure) e teleconsulto, che consiste in un'attività di consulenza a distanza tra medici e pertanto non prevede la presenza del paziente, nemmeno da remoto;
- telesalute, che si applica principalmente ai pazienti cronici e riguarda tutti i sistemi che permettono loro di essere assistiti a distanza nelle fasi di diagnosi, monitoraggio e gestione stessa della malattia. Essa permette la presa in carico del paziente da parte del medico, il quale non si limita solo a monitorare la situazione (telemonitoraggio), ma lo supporta nella gestione della terapia.
- teleassistenza, che riguarda l'ambito socioassistenziale e prevede una presa in carico del paziente presso il suo domicilio, attraverso una gestione a distanza che preveda, ad esempio, l'attivazione di servizi di emergenza h24, sistemi di allarme e di chiamate di supporto da parte della struttura che eroga il servizio.

La telemedicina si è resa sempre più indispensabile per gestire l'aumento delle malattie croniche.

In Italia sono 24 milioni le persone affette da patologie croniche, quasi il 40% della popolazione tra i 18 e i 75 anni. Di questi, più di 12 milioni presentano una situazione di multi-cronicità e 1 su 6 necessita di assistenza costante, generalmente svolta da familiari e a livello domiciliare.

Le patologie croniche colpiscono in modo particolare gli anziani. Oggi, gli Over 65 rappresentano il 23,2% della popolazione totale (una percentuale in costante aumento: nel 2050 si stima che oltre il 35% della popolazione italiana avrà più di 65 anni). Oltre la metà degli Over 65 soffre di una malattia cronica. Le patologie più diffuse si confermano le stesse rilevate dall'indagine Istat del 2019: l'artrosi, l'ipertensione e altre cardiopatie, le patologie lombari e cervicali e il diabete.

L'aumento delle patologie croniche ha imposto l'esigenza di intensificare l'assistenza domiciliare integrata con quella a distanza, soprattutto nei confronti dei pazienti più fragili. È anche a questo scopo che ha preso forma il Progetto FragMont, rivolto a pazienti anziani con una o più patologie che necessitano di un monitoraggio clinico e di un'assistenza multidisciplinare continuativa, sia sanitaria sia sociale, psicologica e assistenziale e che vivono in comuni montani. È così possibile rispondere ai bisogni complessi dei pazienti cronici complessi fragili, anche attraverso l'utilizzo di strumenti di telemedicina per il monitoraggio a distanza dei parametri vitali e per il teleconsulto, quali sfigmomanometri, saturimetri, elettrocardiografi e glucometri.

Date queste condizioni, la telemedicina può essere particolarmente efficace, poiché tali pazienti hanno necessità di contatti costanti e veloci con il medico di riferimento o con lo specialista. La medicina da remoto consente di ottenere infatti dati aggiornati in tempo reale, analisi costanti e di poter adattare immediatamente cure e terapie. Infatti, la telemedicina si sta rivelando uno strumento di grande supporto nella gestione dei pazienti cronici, favorendo diagnosi precoci, ed interventi rapidi, personalizzati, focalizzati sulle esigenze specifiche della persona. È una soluzione

vantaggiosa sia per medici e pazienti che per lo Stato, poiché permette di ottimizzare i processi sanitari e garantisce una riduzione delle ospedalizzazioni e dei costi pubblici.

Il telemonitoraggio è considerato uno strumento efficace anche dai caregiver, responsabili dell'assistenza ai pazienti cronici. Secondo i dati emersi da una ricerca realizzata dall'Osservatorio Sanità di Uni-Salute oltre il 51% dei caregiver considera il telemonitoraggio uno strumento molto utile per migliorare la qualità di vita dei pazienti affetti da patologie irreversibili e delle persone che si occupano di loro, nonostante sia tutt'oggi presente un gap informativo importante che ne limita la diffusione nelle fasce meno istruite della popolazione.

La telemedicina non mira a scalzare o sostituire integralmente le forme "tradizionali" (anche in virtù di alcuni evidenti ed inevitabili limiti strutturali) che la pratica sanitaria ha assunto nel corso degli scorsi decenni, quanto semmai ad integrarle; in particolare, laddove nuovi strumenti tecnologici potrebbero permettere il superamento di problemi logistici e organizzativi (ad esempio, muovere le informazioni anziché il paziente).

L'ambito della cronicità è qualcosa di molto complesso; la ricerca spesso si concentra su singole patologie o condizioni patologiche, ma, nella realtà, esse sono spesso compresenti (parliamo, infatti, di comorbidità, che possono riguardare due, tre o più patologie presenti contemporaneamente nello stesso soggetto). Laddove i disegni di studio abbiano previsto l'arruolamento di pazienti affetti da singole patologie croniche è possibile che l'età dei soggetti considerati sia stata mediamente inferiore andando ad escludere buona parte degli anziani che sono tra i soggetti più colpiti da comorbidità.

Ulteriori importanti aspetti da considerare riguardano la privacy dei pazienti o la cosiddetta "non compliance tecnologica" dei soggetti più anziani che potrebbe interferire o pregiudicare l'efficacia di alcune soluzioni di telemedicina e telemonitoraggio (rispetto a pazienti più giovani).

Pertanto, la telemedicina applicata alla gestione dei pazienti cronici garantisce:

- comunicazione costante e tempestiva tra medico e paziente;
- abbattimento delle barriere geografiche e l'accessibilità estesa a servizi specifici e consulti con specialisti, indipendentemente dal luogo di residenza del paziente;
- possibilità, per i medici, di ricevere dati in tempo reale, segnalazioni di anomalie e problematiche ed intervenire prontamente, qualora necessario, adattando la terapia;
- miglioramento della comunicazione e dell'interoperabilità tra le diverse professionalità e risorse sanitarie;
- maggiore educazione del paziente e dei caregiver in merito alla specifica patologia e il conseguente miglioramento della qualità della vita.

Tutti questi aspetti consentono una significativa riduzione delle forme gravi nelle patologie croniche, una diminuzione delle ospedalizzazioni, spesso dovute alla mancata aderenza alle terapie prescritte e un conseguente abbassamento dei costi di gestione che gravano sulle spese pubbliche.

7 PROTOTIPO DI UN SISTEMA DI TELEMEDICINA.

Partendo dal lavoro illustrato nel Capitolo 6, si è lavorato per realizzare un sistema di telemedicina che potesse essere di supporto ad una persona anziana che vive isolata. Il sistema porta valore non solo nel caso di un evento catastrofico che impedisce il raggiungimento dell'anziano, ma anche nella quotidianità perché, garantendo l'invio da remoto di dati biometrici, consente al medico o all'infermiere di monitorare lo stato di salute del paziente senza dover per forza recarsi presso l'abitazione dello stesso. In tal modo si ottiene non solo un risparmio in termini economici dovuto al minor spostamento dell'operatore, ma anche un risparmio di tempo e la possibilità di effettuare misurazioni e letture con maggior frequenza. Nel caso di parametri inclusi nella piattaforma, il medico o l'infermiere avranno un quadro continuo circa lo stato del paziente presso il quale dovranno recarsi solo per effettuare cure, controlli non previsti dallo strumento e per mantenere un contatto umano.

Il sistema di sensoristica è stato sviluppato in due parti: una che può funzionare senza richiedere l'intervento attivo del paziente e che monitora lo stato dell'ambiente in cui vive e l'altra relativa al monitoraggio della persona.

7.1 MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE.

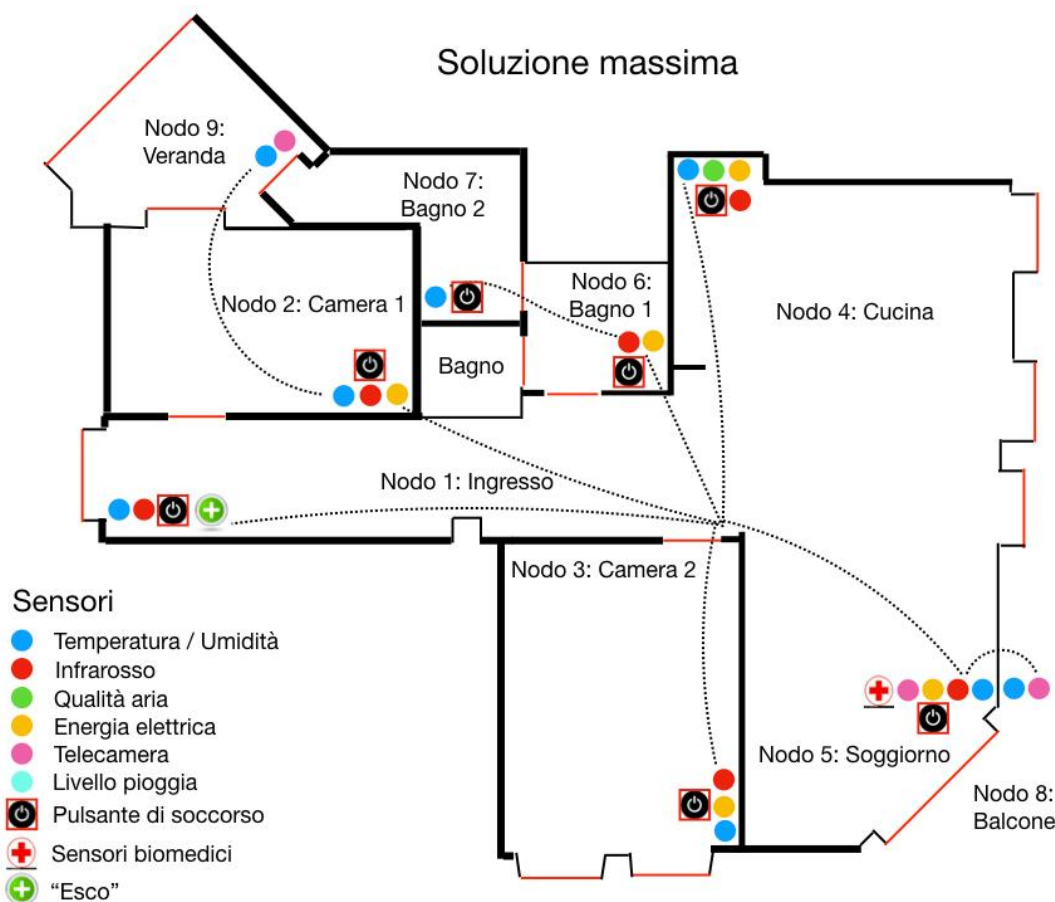


Figura 12 – Un esempio di progetto di installazione di sensori per il monitoraggio dell'ambiente in cui vive l'anziano isolato.

Il monitoraggio dell'ambiente in cui vive l'anziano consente di acquisire informazioni sul suo stato di salute e di benessere in modo completamente automatico, senza che si debba utilizzare il sistema attivamente come nel caso dei parametri biometrici.

La Figura 12 illustra una possibile applicazione di monitoraggio dell'ambiente in cui l'anziano vive. Esempi del contributo che i sensori possono fornire sono, ad esempio, il rilevamento di fughe di gas per migliorare la sicurezza o il monitoraggio di temperatura e umidità per ciò che concerne il comfort e il benessere. L'osservazione del movimento della persona in casa, consente di inviare segnali di allarme nel caso in cui l'anziano non si muovesse per nulla oppure di sospettare che il suo stato di salute stia peggiorando per via della ridotta attività fisica, poiché il soggetto trascorre sempre più tempo seduto o a letto. L'impiego di telecamere può permettere di rilevare, oltre al movimento, anche se l'anziano è caduto e non riesce a rialzarsi.

Nell'ambito della fase conclusasi del Progetto FragMont, si è provveduto a realizzare e ad installare una vera rete di sensori presso l'abitazione di una persona che si è resa disponibile per i test. I sensori hanno rivelato diversi valori che sono stati inviati ad un server, resi consultabili tramite l'interfaccia grafica visibile in Figura 13.

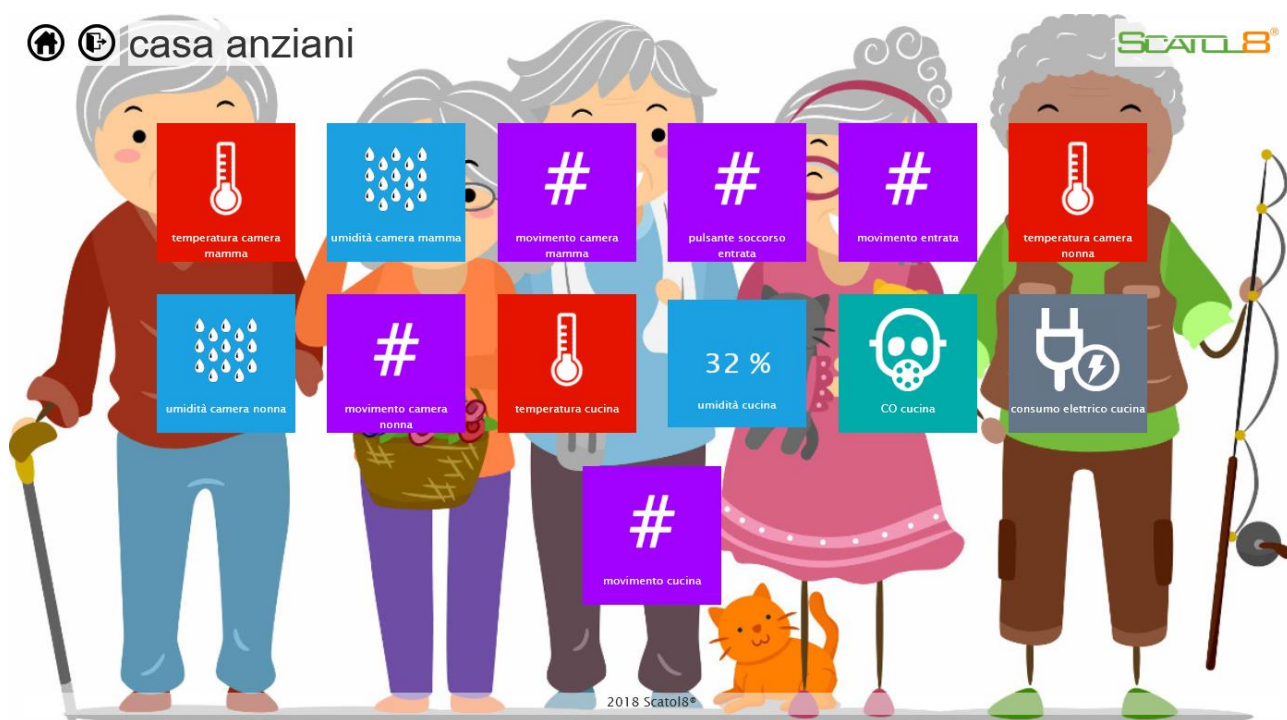


Figura 13 – L'interfaccia grafica per la consultazione dei dati della rete di test.

I test svolti hanno fatto emergere come sia possibile, dopo qualche settimana di apprendimento supervisionato, identificare dei pattern ricorrenti nelle abitudini dell'anziano, come ad esempio alzarsi o guardare la televisione ad uno stesso orario. Lo scostamento da pattern collegati a situazioni di normalità può indurre a presumere situazioni anomale. L'analisi delle abitudini e immediate variazioni in tali comportamenti possono essere indicatori per i famigliari o per il medico di un evento inconsueto. Ad esempio, il grafico in Figura 14 può essere ottenuto andando a monitorare il

consumo elettrico della televisione presente in una cucina. Il fatto che l'apparecchio, normalmente sempre utilizzato allo stesso orario in concomitanza del pranzo e della cena, non venga più acceso dall'oggi al domani, potrebbe far pensare ad un mutamento nelle abitudini che può avere un legame con lo stato di salute, interpretando il dato insieme a quelli provenienti dai sensori di movimento all'interno dell'abitazione. Al contrario un periodico utilizzo durante le ore notturne può fornire indicazioni su un possibile stato di insonnia della persona fragile. L'apprendimento supervisionato consente di collegare la rilevazione dei dati alle situazioni che si verificano, in condizioni normali, all'interno dell'abitazione. L'andamento delle variabili può subire variazioni dipendenti, ad esempio, dalla presenza di una o più persone che in un determinato giorno, sono andate a far visita all'anziano. Questa circostanza può determinare la presenza contemporanea, segnalata dal sistema, in stanze diverse o una maggior frequenza delle presenze in un locale dell'abitazione, senza che questo significhi una situazione anomala. Identificare situazioni-tipo e collegarle a circostanze specifiche, è utile per un efficace apprendimento della rete neurale che presiede il controllo delle attività dell'anziano nel proprio ambiente di vita.

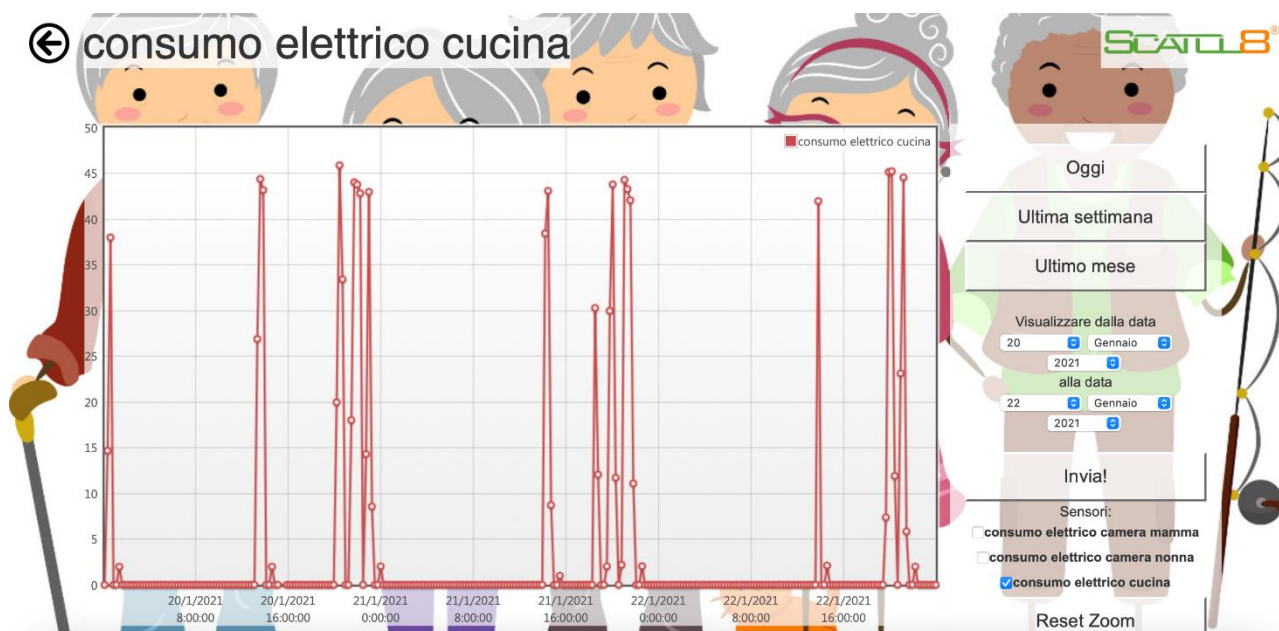


Figura 14 – Anche il consumo elettrico può fornire indicazioni sulle abitudini dell'anziano.

Una soluzione di questo tipo ha diversi vantaggi. In primo luogo, grazie alla sempre maggiore diffusione di algoritmi di intelligenza artificiale, il programma può autonomamente apprendere quali sono i pattern normali e quando si verifica una situazione irregolare è in grado di trasmettere un avvertimento. Rispetto ad una telecamera, sensori come quello del consumo elettrico sono inoltre meno invasivi da un punto di vista della violazione della privacy dell'anziano.

L'utilizzo di sensori di movimento, come quelli ad infrarosso utilizzati negli antifurto, permette di ottenere delle indicazioni sui comportamenti abitudinari dell'anziano per inferire sul suo stato di salute con un costo contenuto e avendo un sistema particolarmente robusto. Anche in questo caso si possono individuare situazioni normali o anomale, magari con riferimento a movimenti notturni, i quali poi vengono tracciati con lo spostamento dalla camera all'entrata dell'appartamento e alla

cucina. La valutazione dei dati in questo caso deve tenere conto di altri fattori esterni, se presenti, come, ad esempio, l'avvicinarsi di una badante o di un parente in visita in un determinato orario.

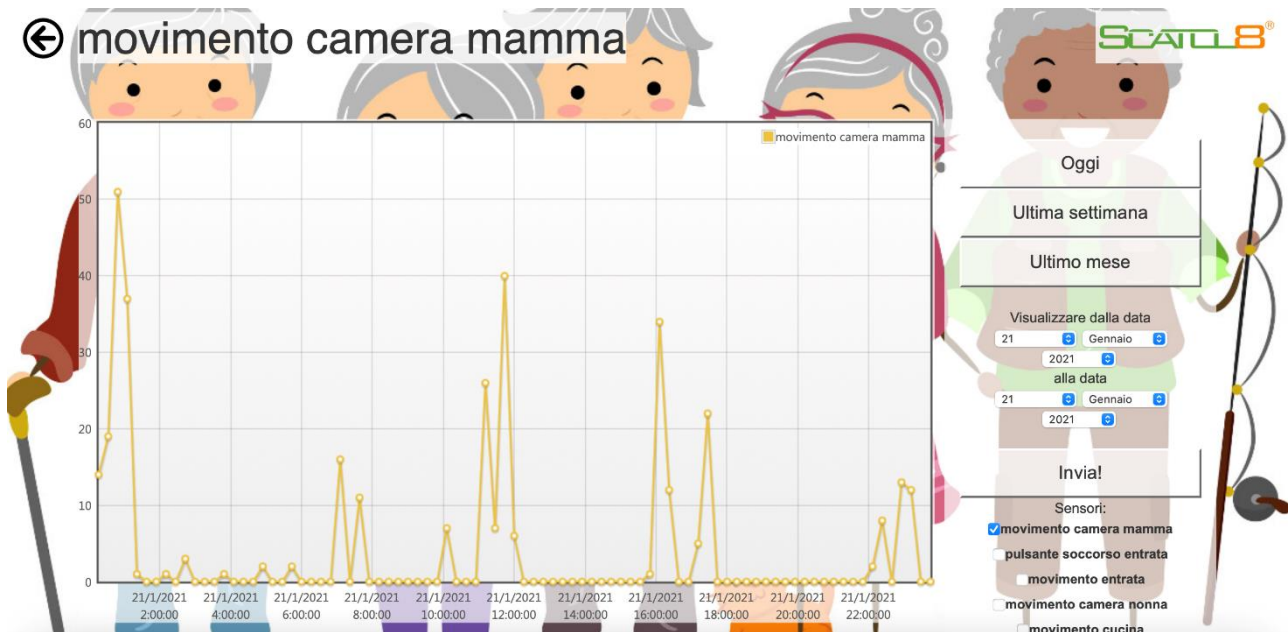


Figura 15 – Un esempio di grafico con i passaggi davanti ad un sensore di movimento.

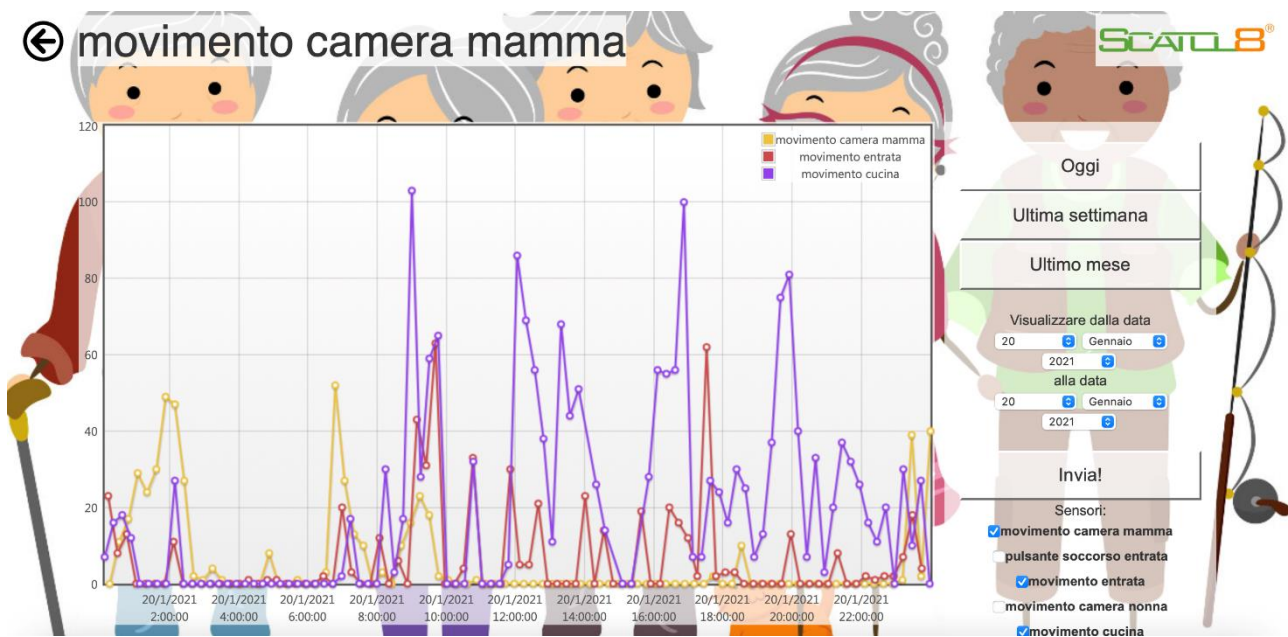


Figura 16 - Il sistema di monitoraggio permette di raffrontare valori relativi allo stesso parametro. In questo caso il raffronto viene fatto sui passaggi della persona nei vari ambienti domestici.

7.2 MONITORAGGIO DELLA PERSONA.

Il monitoraggio della persona da remoto è lo strumento che consente di ridurre i costi, aumentare la frequenza di controllo dei parametri biometrici e controllare lo stato di salute della persona anche

quando questa, a causa di un evento disastroso, risulti essere non raggiungibile dagli operatori sanitari.

Il Progetto FragMont, una volta individuati i parametri di maggiore interesse nelle aree considerate, come spiegato nel Capitolo 6, si è concentrato nell'identificazione di soluzioni esistenti e nello sviluppare un prototipo, fondamentale nell'ambito progettuale, poiché consentirà di verificare quanto realmente lo strumento possa essere, da un lato, fruibile dall'anziano e, dall'altro, utile per i medici e i famigliari.

7.2.1 Ricerca delle soluzioni presenti sul mercato.

Una prima fase del lavoro svolto ha riguardato la ricerca di soluzioni già presenti sul mercato che potessero adattarsi al contesto del Progetto FragMont. Il sistema ideale deve soddisfare più requisiti. Innanzitutto, la piattaforma dovrebbe contemplare il maggior numero dei sensori selezionati secondo i criteri esposti nel Capitolo 6. Inoltre, è necessario che la fruizione sia particolarmente intuitiva e che l'esperienza d'uso consenta l'utilizzo anche a persone con una vista, una manualità e una propensione alle tecnologie ridotte. Il sistema deve avere la possibilità di condividere i dati inviandoli ad un server remoto, poiché ai fini del Progetto FragMont la sola consultazione in loco non è accettabile.

La Tabella 11 illustra alcune delle soluzioni trovate sul mercato.

Nome	Sito internet	Caratteristiche	Considerazioni
Bewell Connect	http://www.adi-techsrl.it/healthcare/salute-connessa/bewellconnect	App mobile per cellulare con sensori proprietari. Include termometro, saturimetro, misuratore di pressione, bilancia, elettrocardiografo.	I dati raccolti possono essere condivisi esportandoli manualmente su pdf. L'interfaccia non è adatta ad un anziano.
Libelium e-Health Sensor platform	https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical.html	Non è un prodotto finito ma una piattaforma hardware di prototipazione altamente personalizzabile. Include sensori come pulsazioni, ossigeno nel sangue, temperatura corporea, pressione del sangue, caduta, respiro, ECG e risposta galvanica	Alcuni sensori, come quello per i battiti, portano ad avere risultati talvolta sbagliati. In generale sarebbe un'ottima base di partenza ma purtroppo il sistema non è più in produzione
Omron connect	https://www.omron-healthcare.it/it/omronconnect.html	Sensori abbinabili via bluetooth all'applicazione utilizzabile da cellulare. I valori misurabili sono temperatura, peso corporeo, pressione sanguigna, frequenza cardiaca e saturazione d'ossigeno nel sangue	La piattaforma funziona bene ma il fatto che sia chiusa non consente l'inoltro al medico. Inoltre l'interfaccia è difficilmente fruibile da un anziano.
iHealth	https://ihealthlabs.eu/it/	Sensori abbinabili via bluetooth all'applicazione utilizzabile da cellulare. I valori misurabili sono temperatura, quantità di glucosio nel sangue, peso corporeo, pressione sanguigna, frequenza cardiaca e saturazione d'ossigeno nel sangue	La piattaforma funziona bene ma il fatto che sia chiusa non consente l'inoltro al medico. Inoltre l'interfaccia è difficilmente fruibile da un anziano.

Beurer	https://www.beurer.com/web/it/prodotti-medical/prodotti-in-rete.php	Sensori abbinabili via bluetooth all'applicazione utilizzabile da cellulare. I valori misurabili sono temperatura, peso corporeo, fertilità, ritmo cardiaco, pressione sanguigna, frequenza cardiaca e saturazione d'ossigeno nel sangue	La piattaforma funziona bene ma il fatto che sia chiusa non consente l'inoltro al medico. Inoltre l'interfaccia è difficilmente fruibile da un anziano.
Viatom	https://www.viatom-tech.com/remote-solution	Il dispositivo invia in internet i dati senza che l'anziano debba usare un app. Sono misurabili ossigeno nel sangue, pulsazioni e indice di perfusione con il linker remoto. Temperatura, ECG, pressione sangue da applicazione per telefono.	Il "linker remoto" è appositamente pensato per inoltrare i dati al medico o ad un parente.

Tabella 11 – Soluzioni pronte all'uso per il monitoraggio di parametri biometrici.

Quasi tutte le soluzioni presenti sul mercato consentono di misurare alcuni parametri biometrici e di trasmettere i valori via bluetooth ad una app su di un telefono Android o IOS, permettendo, quasi sempre, l'inoltro dall'app ad un server proprietario del produttore. Purtroppo, le app per cellulare non hanno un'interfaccia adatta ad un anziano non avvezzo alla tecnologia e, nel caso di alcuni dispositivi testati, l'accoppiamento tra dispositivo di misurazione e app è risultato macchinoso perfino per utenti evoluti in fatto di tecnologia.

Due soluzioni che si discostano sono quelle di Viatom e di Libelium. La prima prevede un dispositivo chiamato "linker remoto" che fa da convertitore bluetooth-WiFi consentendo di inoltrare su internet valori rilevati tramite un pulsossimetro. In questo caso la soluzione è facilmente utilizzabile da un anziano senza utilizzare un'applicazione per cellulare. Purtroppo, allo stato attuale, tutti gli altri sensori Viatom non sono utilizzabili con il linker remoto, ma richiedono un'applicazione mobile. La soluzione di Libelium consiste invece in una piattaforma di prototipazione, dove vengono forniti sensori e librerie software, lasciando all'acquirente la flessibilità di sviluppare l'interfaccia utente.

Oltre ai sistemi di rilevazione di parametri biometrici, il mercato offre molteplici sistemi che possono comunque concorrere alla sicurezza dell'anziano come pulsanti con l'inoltro di allarmi da usare in caso di malore (MobileHelp, 2023) o sistemi per il rilevamento automatico della caduta (Vebiro S.R.L.C.R, 2023).

7.2.2 Sviluppo del prototipo.

Partendo dalla considerazione che non è stato reperito sul mercato un prodotto unico, avente tutte le caratteristiche ritenute importanti, una parte del Progetto si è concentrata nello sviluppo di un prototipo, integrando diversi sensori con un unico applicativo, la cui esperienza utente fosse adatta ad una persona anziana.

Il lavoro si è sviluppato nelle seguenti fasi:

- ricerca di sensori interfacciabili;
- interfacciamento dei sensori tramite microcontrollore o bluetooth;

- sviluppo di un'applicazione fruibile da un anziano;
- backend di test per la raccolta dati da remoto.

La fase di ricerca dei sensori si è concentrata sui parametri biometrici individuati nel paragrafo 6.2 ovvero peso, pressione sanguigna, battiti cardiaci, quantità di ossigeno nel sangue, temperatura e glicemia.

La base di partenza per lo sviluppo del prototipo è stata la piattaforma e-health di Libelium introdotta nel paragrafo precedente. In particolare, il sistema è composto da una scheda elettronica compatibile con la diffusissima piattaforma di prototipazione Arduino, che ne espande le funzionalità permettendo di collegare diversi sensori biometrici (Figura 17).

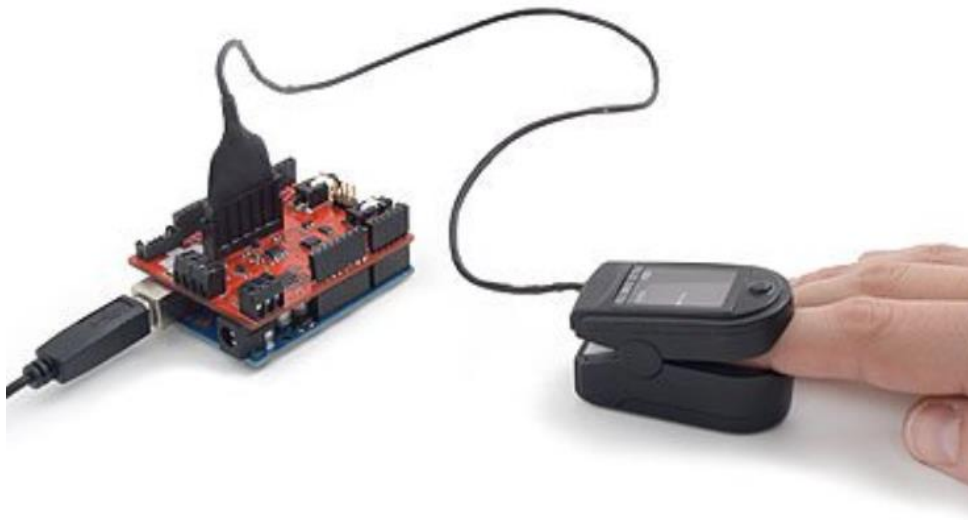


Figura 17 – La piattaforma di prototipazione e-health di Libelium con un pulsossimetro collegato.

Abbiamo effettuato numerosi test sulla piattaforma, ritenendola particolarmente adatta ai nostri scopi. L'esito delle prove non è stato totalmente positivo per varie ragioni. Per ciò che riguarda la frequenza cardiaca e la saturazione dell'ossigeno, si sono ottenute delle letture di valori non sempre corrette. La motivazione tecnica di ciò è il fatto che il processamento del dato avviene intercettando i segnali che vanno al display a sette segmenti del pulsossimetro. Il dato viene analizzato con una temporizzazione fissata, mentre i valori impiegano un tempo diverso ad essere scritti sul display in base al numero di segmenti da accendere per comporre il valore rilevato. Per ciò che concerne la pressione arteriosa vengono letti valori corretti, ma il dispositivo scelto da Libelium ovvero il KODEA KD-202F richiede un'interazione con l'utente abbastanza complicata per inviare e cancellare i dati dalla propria memoria, rendendolo poco sfruttabile, specialmente da un anziano. Oltre a queste criticità la soluzione di Libelium è stata scartata poiché tolta dal mercato dal produttore.

La piattaforma di prototipazione Arduino si è comunque rilevata un ottimo strumento per l'interfacciamento di sensori cablati con un computer utilizzabile per l'interfaccia utente del prototipo. Ad

esempio, per la temperatura corporea è stato usato un sensore DS18B20, collegato ad un microcontrollore che ne effettua la lettura e invia il dato ad un computer tramite collegamento USB.



Figura 18 – Il sensore di temperatura corporea collegato alla piattaforma di prototipazione Arduino.

Nella ricerca dei sensori si sono privilegiate le scelte con interfacciamento cablato perché non richiedono di sostituire o ricaricare una batteria sul sensore e possono non necessitare di un'interazione con il sensore oltre che con l'applicativo sul sistema totem. Per i sensori di peso, pressione e ossigeno del sangue, pulsazioni e glicemia non sono stati reperiti sensori cablati adatti, pertanto si è provveduto ad acquistare le soluzioni bluetooth elencate in Tabella 12, attualmente in fase di test.

Variabile	Sensore
Peso	OMRON VIVA
Peso	iHealth Fit
Pressione sanguigna	OMRON M4
Pressione sanguigna	iHealth track
Battiti e quantità di ossigeno nel sangue	OMRON P300 IT
Battiti e quantità di ossigeno nel sangue	iHealth Air
Glucosio nel sangue	iHealth BG5

Tabella 12 – I sensori bluetooth attualmente in fase di test.

In parallelo alla ricerca dei sensori, il Progetto ha previsto la realizzazione di un'applicazione in grado di permettere all'anziano di effettuare la misurazione nel modo più semplice possibile. La Figura 19 mostra la schermata principale dalla quale si effettua la scelta della variabile da misurare. I tasti

sono organizzati in modo tale da occupare un sesto dell'intero schermo per agevolare la corretta lettura delle scritte, il riconoscimento delle icone e da facilitarne la pressione.



Figura 19 – La schermata principale dell'applicazione per il rilevamento dei parametri biometrici.

Successivamente si accede alla schermata visibile in Figura 20, relativa al singolo sensore e dalla quale è possibile effettuare una nuova misurazione premendo sul relativo tasto, piuttosto che consultare l'elenco dei valori misurati o tornare alla pagina principale per scegliere sensori differenti.

L'applicazione permette, appena conclusasi l'operazione di misura, di vedere sullo schermo il valore acquisito, così come di accedere ad un elenco delle varie registrazioni. Come anticipato, l'utilità dello strumento non è quella di un semplice registratore di dati in locale, ma consiste nell'invio delle misurazioni da remoto per condividerle con un medico, un infermiere o dei famigliari. In questa fase progettuale non sono state considerate le problematiche relative alla proprietà del dato e alla sua condivisione poiché l'obiettivo è quello di testare la reale facilità di utilizzo dello strumento da parte dell'anziano e l'utilità che ha per i sanitari.

I dati vengono inviati dal computer, dove è eseguita l'interfaccia utente, tipicamente tramite collegamento wi-fi o ethernet. Poiché l'applicazione è una app Windows, il Progetto rimane indipendente dal sistema di trasmissione dati che, visto il contesto montano, potrebbe essere diverso da quelli sopra citati, facendo uso di collegamenti alla rete cellulare, WIMAX, satellitare, etc. I dati

attraverso la rete internet arrivano al backend che è stato sviluppato in HTML, PHP, javascript e SQL e che permette di memorizzare le informazioni su un database MYSQL, così come di consultarli attraverso l'interfaccia grafica visibile in Figura 21.

TEMPERATURA Ultimo valore misurato: 24.19°C



Figura 20 – La schermata per la misurazione e la consultazione dei valori del singolo sensore.

Le fasi successive all'interno del Progetto prevedono l'integrazione dei nuovi sensori bluetooth che vanno a sostituire quelli cablati che hanno manifestato limiti di precisione come spiegato in precedenza, e la successiva installazione del sistema presso l'abitazione di uno o più anziani per testare la facilità di uso dello strumento.

7.2.3 Ricerca sulle soluzioni per il videocollegamento dell'anziano da remoto.

All'interno del Progetto FragMont, ci si è interrogati su come operare per dare alle persone anziane, con particolare riferimento a quelle che vivono da sole in luoghi isolati, un supporto medico e psicologico tramite un collegamento da remoto. Il dispositivo in questione deve permettere all'anziano di fare videochiamate e di riceverle in modo chiaro e semplice, senza che l'utente debba eseguire complicati passaggi intermedi che richiedono conoscenze informatiche.

La soluzione deve prevedere un'accoppiata hardware e software in grado di gestire le videochiamate così come, per la parte biometrica, di inviare direttamente i dati delle misure al medico in maniera del tutto trasparente all'utente finale. L'interfaccia è basata su uno schermo touch screen che, all'accensione, mostri sul display direttamente le opzioni disponibili senza richiedere password o accessi ad account in una modalità che viene normalmente indicata come chiosco.

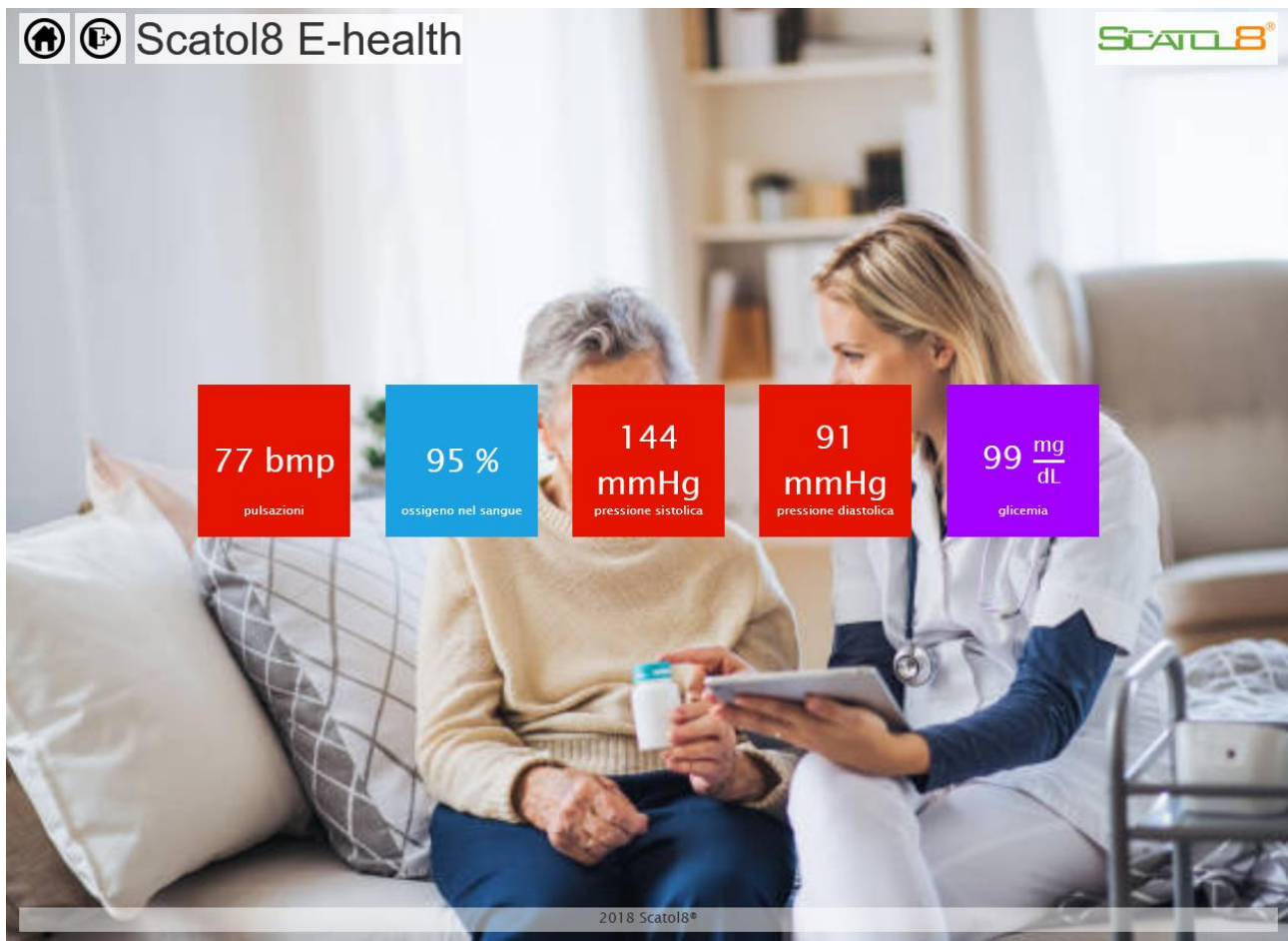


Figura 21 – La schermata per la consultazione dei dati da remoto.

Nella sezione che segue verranno trattate le diverse soluzioni HW/SW, considerando dapprima le soluzioni già esistenti, per passare ai sistemi operativi principali che permettono l'utilizzo del dispositivo in modalità chiosco e che possano interfacciarsi con i sensori dedicati alle misure; si proseguirà ad una comparazione tra i servizi disponibili per gestire videochiamate. Il lavoro svolto nell'ambito del Progetto si è sviluppato cercando le varie soluzioni senza però poterle acquistare e provare per ragioni di budget e, in parte, di mancata disponibilità del prodotto sul mercato italiano.

7.2.3.1 Soluzioni pronte all'uso.

La Tabella 13 indica alcune delle soluzioni ready to use che permettono all'anziano di comunicare facilmente con un'altra persona; alcune non consentono di chiamare per primo, ma solamente di poter rispondere a video chiamate in entrata.

Prodotto	Sito internet	Breve descrizione
No isolation komp	https://www.noisolation.com/uk/komp	Costa 700€ in UK, non disponibile in Italia. L'anziano può solo rispondere alle videochiamate. È presente solo un bottone fisico per accendere o spegnere.

Ily	https://www.ily.co/app	Simile ad un tablet che permette di chiamare e rispondere famigliari con la stessa app installata. Il progetto non è ancora finito dal 2016.
ElliQ	https://elliq.com/	ElliQ quello con la forma strana da più di 1000€
Oscarsenior	www.oscarsenior.com/	Pensato per strutture tipo case di riposo permette di effettuare chiamate da dispositivi come tablet e pc generici. Non sembra di utilizzo facilissimo.
Viewclix	https://www.viewclix.com/	Tablet specifico per chiamate in sola ricezione e vedere foto. App per parenti. Costo 300\$.
Grandpad	https://www.grandpad.net/	780\$ all'anno forniscono il tablet per l'anziano i mentre parenti possono chiamare da app mobile. In vendita solo negli stati uniti o per grandi ordini.
Konnekt	https://www.konnekt.com.au/it/	Particolarmente facile da usare permette di chiamare anche telefoni e di impostare una risposta automatica. Formule di acquisto e abbonamento o noleggio.
Amigoclub	https://www.amigo-club.me/it/	È un tablet con un'interfaccia semplificata per essere utilizzata da un anziano. Rimane comunque un dispositivo non immediato. Acquisto CHF295 + CHF29 al mese di abbonamento per due utenti che vogliono chiamare.
Alexa care hub	https://www.amazon.com/Alexa-Together	Alexa Care Hub è installabile su amazon Echo Show e permette, oltre ad effettuare videochiamate, di controllare l'interazione dell'anziano con il dispositivo e lanciare richieste al malato in caso di inattività. Il prezzo dell'hardware dipende dalla versione di Echo show mentre il canone è di 19.99\$ al mese

Tabella 13 – Alcune soluzioni complete per la comunicazione fra l'anziano e una persona remota. (Le immagini sono tratte dai siti dei rispettivi produttori).

7.2.3.2 Sistemi operativi che supportano il caricamento di applicazioni chiosco.

Oltre alle soluzioni complete, la ricerca si è concentrata anche sui sistemi operativi che permettono di sviluppare applicazioni chiosco. La scelta di affidarsi ad una soluzione non proprietaria, ma sviluppabile in proprio, potrebbe consentire infatti di integrare nello stesso chiosco il sistema di rilevamento dei parametri biometrici e il sistema di chiamata.

- Windows

Windows offre ottime possibilità per lo sviluppo di interfacce grafiche attraverso il software Visual Studio che permette di sviluppare applicazioni UWP e Win32 in linguaggio di programmazione C#.

Inoltre, le versioni Enterprise e Professional di windows 10 permettono di far partire applicazioni in modalità chiosco direttamente dal pannello di controllo, senza l'utilizzo di tools di terze parti.

Come hardware la scheda di sviluppo LattePanda si adatta bene a questo scenario, offrendo tutte le versioni di Windows 10; integrato all'interno c'è anche un microcontrollore Arduino, soluzione

che viene incontro al problema dell'interfacciamento con i sensori esterni di misura. Il costo della scheda base con Windows Enterprise è di 182.84€.

- **Linux**

Su Linux si può utilizzare Qt per lo sviluppo di interfacce grafiche, una libreria multiplatforma sviluppata in C++; a differenza delle applicazioni UWP, gli elementi grafici di Qt sono meno pensati per applicativi touch, rendendo più difficile il loro utilizzo in un contesto come questo.

Inoltre, la documentazione sulla modalità chiosco è limitata all'uso di webApp che sono sconsigliate in progetti come questo, in quanto non permettono un'adeguata interazione con la parte hardware e di applicazioni Python, anch'esse poco supportate per interfacce touch screen.

A livello di hardware, Raspberry è sicuramente un ottimo compromesso tra costo d'acquisto, prestazioni e funzionalità offerte. Utilizza come sistema operativo dedicato Raspbian, basato sul kernel Linux. Il prezzo varia dai 40€ fino ai 60€ a seconda del modello.

- **Android**

Le applicazioni Android hanno avuto grande diffusione negli ultimi anni. Come software di sviluppo si può utilizzare Android Studio, basato su linguaggio di programmazione kotlin che recentemente ha sostituito java. Supporta comunque ancora quest'ultimo linguaggio e anche C++; In alternativa si può utilizzare Xamarin che utilizza C# ed è supportato da Visual Studio.

Android può essere installato su Raspberry PI 3B grazie ad Emteria, un servizio a pagamento che, tra le altre caratteristiche, permette lo sviluppo di applicazioni chiosco nella versione business; il prezzo per questa versione non è specificato. Per quanto riguarda Raspberry PI 4, Emteria non lo supporta ancora e i metodi trovati per l'installazione non sono ufficiali. Un'alternativa è la scheda UDOO che supporta direttamente Android in diverse versioni; la soluzione più economica, con Android Marshmallow 6.0.1, è UDOO neo basic al costo di circa 45€.

Un altro servizio a pagamento per creare un'applicazione in modalità chiosco è Hexnode, interessante per il fatto che è supportata anche da qualsiasi versione di Windows che, quindi, non necessiterebbe del pacchetto Enterprise. Hexnode offre vari pacchetti, mediamente il costo di questi si aggira intorno ai 6€ al mese.

7.2.3.3 Sistemi di videochiamata.

Le normali applicazioni per effettuare videochiamate necessitano di un account personale da utilizzare per accedere all'interno del sistema. Ciò di cui si necessita, in un contesto come questo, è un'applicazione che sia richiamabile in modo trasparente, utilizzando dei sistemi, possibilmente open source, che mettano a disposizione le librerie per effettuare una videochiamata.

- **Skype**

Skype è il sistema multiplatforma per telefonia IP gratuita più utilizzato. Permette videochiamate singole, di gruppo e anche un servizio di messaggistica istantanea. Purtroppo, il servizio non è open source e la libreria disponibile SkypeNet è obsoleta e non più aggiornata da anni. Skype può essere

comunque un punto di partenza per la ricerca di librerie con caratteristiche simili a SkypeNet nel caso dovessero uscirne in futuro.

- **Jitsi meet**

Jitsi è un servizio facile da usare, si accede dal web e non richiede registrazioni. È scritto in javascript ed è open source. Non ci sono però librerie compatibili per progetti in C# o C++, rendendo quindi inutilizzabili le soluzioni UWP e quelle sviluppate con Qt. Jitsi però dà la possibilità di incorporare sé stessa in un'applicazione, utilizzando opportune API. Un'altra alternativa potrebbe essere quella di usare uno script python che apre direttamente la pagina web di Jitsi ed acceda all'interno dell'applicazione, come già effettuato con successo in altri progetti (Hackster, 2023).

- **Tox**

Tox è una piattaforma decentralizzata open source crittografata con funzionalità di videochiamata, chiamate vocali, condivisione schermo e condivisione di file. Non nasce come progetto creato da una compagnia o organizzazione, bensì da un gruppo di sviluppatori volontari. Esistono client per tutte le piattaforme desktop come Windows, Linux e Android. È scritto in linguaggio C, è disponibile in più linguaggi di programmazione come C#, C++, Java, e Python, anche se non tutti sono ancora pienamente supportati.

- **RocketChat**

RocketChat è una piattaforma di comunicazione in tempo reale pensata per i team, è open source, ed è costruita con Meteor javascript. Esistono librerie C# per applicazioni Xamarin, mentre per quanto riguarda l'utilizzo del C++ la documentazione non risulta aggiornata. L'utilizzo in Windows è sconsigliato, prediligendo l'uso di Linux. Esistono versioni gratuite e a pagamento che differiscono per funzionalità.

- **Linphone**

Linphone è una soluzione aziendale e commerciale open source per le chiamate video e vocali. Sono disponibili applicazioni native mobili per Android e client desktop per Windows e Linux. L'interfaccia utente per Windows e Linux è sviluppata utilizzando Qt/QML. Linphone è basato sulla libreria Liblinphone che ne implementa tutte le funzionalità. Quest'ultima e tutte le sue dipendenze sono scritte in C e C++. Esistono inoltre librerie wrapper per Java e C#. Permette anche di scaricare un package in Visual Studio per lo sviluppo di applicazioni UWP. Esiste, infine, una versione per Android che, tra quelle elencate è la meglio documentata.

- **MixedReality Web-RTC**

Il progetto consiste in una raccolta di componenti per aiutare gli sviluppatori di applicazioni ad integrare la comunicazione in tempo reale di audio e video. I componenti si basano sul protocollo webRTC per la comunicazione in tempo reale che è supportata dalla maggior parte dei browser web moderni. Il progetto, di Microsoft, comprende librerie scritte in C++ e in C#, pensate per l'utilizzo in ambiente Visual Studio per la creazione di app desktop e UWP. MixedReality Web-RTC è attualmente deprecato e non più supportato.

- **PJSIP**

PJSIP è una libreria di comunicazione multimediale gratuita e open source che implementa protocolli basati su diversi standard. Combina il protocollo di segnalazione SIP con il framework multimediale in un API di comunicazione multimediale di alto livello portatile e adatta a quasi tutti i sistemi che vanno da desktop, sistemi integrati e telefoni cellulare. La documentazione non è aggiornata, anche se l'ultima versione di PJSIP è recente e quindi il progetto non è abbandonato.

La Tabella 14 riassume le principali caratteristiche delle librerie software open source individuate per realizzare un sistema di comunicazione tramite rete internet.

Libreria	Linguaggio di programmazione con cui è sviluppata	Piattaforme disponibili	Linguaggi nei quali le librerie sono disponibili
Jitsi Meet	Javascript	Windows, Linux, Android	Librerie Javascript API per integrare Jitsi in applicazioni
Tox	C	Windows, Linux, Android	Python3 per il client Toxigen C++ per il client qTox C per il client uTox
RocketChat	Meteor Javascript	Windows, Linux, Android	C# per xamarin Kotlin per android
Linphone	C, C++	Windows, Linux, Android	C++ library C# wrapper Linphone per Android
MixedReality- WebRTC	C#	Windows	Librerie per c# e C++
PJSIP	C	Windows, Linux, Android	Wrapper per il mondo Microsoft.NET C++ wrapper Libreria per Android

Tabella 14 – Le principali caratteristiche delle librerie open source per realizzare un sistema di videochiamate.

8 STRUMENTI DI VALUTAZIONE DEGLI ELEMENTI DEL SISTEMA E METODOLOGIE PER FACILITARE LE SCELTE DEL DECISORE PUBBLICO.

La fattibilità di un progetto o la comparazione di diversi progetti tra loro può essere valutata attraverso tecniche quantitative, basate su valori oggettivi, o attraverso tecniche maggiormente qualitative che, a parte il grande difetto legato alla necessità di interpretazione, hanno il pregio di risultare, almeno nel caso in analisi, più veloci e facilmente applicabili.

In questo lavoro viene proposto un sistema integrato nel quale diversi elementi sono messi in relazione per facilitare i processi decisionali di enti pubblici, in caso di valutazioni relative a progetti di salvaguardia del territorio e/o di implementazione di un sistema di monitoraggio medico a distanza. Gli elementi di cui è costituito il sistema integrato sono diversi (aree e risorse naturali, abitanti delle stesse, ma anche sensoristica e strumentazione medica, etc.) e difficilmente confrontabili tra loro.

Nel caso di utilizzo di tecniche quantitative è necessario trovare un fattore comune sul quale basare l'analisi per poter individuare una metodologia che permetta di collegare quantitativamente una

determinata azione con gli effetti (espressi in termini di costi e benefici) che essa abbia nei confronti di tutti i membri della collettività. Seguendo la logica del “si può controllare solo ciò che si misura” (Sukhdev, 2011), si dovrebbe poter ragionare su cifre e, quindi, su valori economici anche per beni che normalmente non sono valutati in tal senso. Si inserisce a questo proposito la valutazione di beni e servizi che non hanno un mercato, dal momento che per quelli che ce l’hanno può essere utilizzato il prezzo, che comunque non è scevro da critiche in quanto sovente strumento imperfetto.

Nel caso concreto, numerosi elementi del sistema di gestione integrato hanno un prezzo: ad esempio, la sensoristica per il monitoraggio del territorio, la sensoristica per il monitoraggio medico a distanza dei pazienti e il relativo costo del controllo a distanza legato alle variazioni dei parametri, il costo degli spostamenti (che può essere anche visto come beneficio dei non spostamenti nel caso di implementazione di un servizio di telemedicina, etc.). Tuttavia, altri elementi come i servizi ecosistemici dell’analisi territoriale, l’attesa (quindi un parametro di benessere e non lo spostamento, pertanto monetizzabile) per la necessità di raggiungere centri medici attrezzati, non li hanno.

8.1 SERVIZI ECOSISTEMICI

Secondo la definizione del *Millennium Ecosystem Assessment* (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) i servizi ecosistemici sono “i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano”, ovvero l’insieme di beni e servizi che i sistemi naturali offrono agli esseri umani. Questo studio mostra un’analisi sistematica dei servizi ecosistemici e della loro capacità di reagire all’impatto umano e sottolinea come negli ultimi sessant’anni gli ecosistemi siano stati modificati in maniera sempre più rapida dall’uomo, provocando così una perdita naturale irreversibile. A ciò si collega un aumento netto dei costi ecosistemici che provoca nel tempo una perdita progressiva di benessere.

I servizi ecosistemici si suddividono in quattro categorie:

- *supporting services*: formazione del suolo, ciclo dei nutrienti, etc. Permettono la vita sulla Terra garantendo la fornitura di altri servizi ecosistemici;
- *provisioning services*: fornitura di cibo, acqua, materie prime, etc. Riguardano la produzione di beni e servizi da cui dipendono gli esseri viventi e che per loro natura possono essere governati e gestiti;
- *regulating services*: regolazione del clima, della qualità dell’aria, decomposizione dei rifiuti, etc. Svolgono una funzione di controllo sui processi naturali;
- *cultural services*: sono tutti quei beni immateriali e paesaggistici che assumono per gli esseri umani un significato educativo, religioso e culturale.

Tra i vari benefici che il Progetto FragMont intende considerare nell’analisi costi-benefici, una posizione rilevante è assunta proprio da quelli connessi ai servizi ecosistemici. Tuttavia, prima di illustrare come questi elementi vengono considerati nella valutazione economica, è doveroso fare una premessa circa l’estensione spaziale dei benefici prodotti.

Quando si considerano i servizi ecosistemici forniti da un determinato territorio, un elemento rilevante da ponderare è la scala spaziale dei benefici prodotti (Gibson et al., 2000). La classificazione

offerta dal *Millennium Ecosystem Assessment* racchiude in sé un ventaglio di servizi ecosistemici molto ampio, con ricadute sul genere umano nettamente differenti.

Da un lato, i *supporting* e i *regulating services*, sono generati grazie a dinamiche chimico-fisiche e biologiche che avvengono su larga scala e i cui effetti si ripercuotono non solo sull'area di interesse, ma sull'intero ambiente naturale. Basti pensare ad esempio dal sequestro di anidride carbonica che può compiere un bosco della Val Sesia: gli effetti di questo processo si manifestano a livello locale ma fanno parte di un processo molto più ampio e complesso che avviene a scala globale, producendo benefici per l'intero Pianeta. Dall'altro lato, i *provisioning* e i *cultural services* producono benefici più circoscritti e puntuali, oltre che tangibili e nettamente più quantificabili, anche a livello locale. Sempre considerando l'esempio del bosco della Val Sesia, la produzione di legname che da esso può derivare, oltre che essere accertata con precisione, può generare un beneficio diretto per la comunità che trae il proprio sostentamento grazie all'estrazione di questa risorsa (Banerjee et al., 2013). In sintesi, ciò significa che nonostante la fornitura di servizi ecosistemici avvenga a livello locale, l'entità dei benefici connessi ad essi dipende fortemente dal tipo di servizio ecosistemico in questione (den Uyl and Driessen, 2015). Diventa quindi utile mappare e riconoscere le tipologie e i confini degli ecosistemi su base ecologica e socio-economica, ma se questo aspetto non viene gestito correttamente, il rischio in cui si incorre è quello di condurre l'analisi verso valutazioni errate.

8.2 VALUTAZIONE ECONOMICA DEI SERVIZI ECOSISTEMICI.

L'importanza di valutare i servizi ecosistemici da un punto di vista economico è strettamente collegata al fatto che anche questi possano venire integrati e confrontati con i medesimi valori di altri beni, permettendone quindi l'integrazione nei processi decisionali. Nel momento in cui le diverse componenti abbiano, pur con tutti i distinguo e le ipotesi del caso, un valore economico (nella valutazione dei costi ma soprattutto nella valutazione dei benefici le diverse tecniche hanno dei margini di incertezza), sarà necessario individuare e utilizzare una metodologia che permetta di fare una scelta tra diversi progetti, compresa l'ipotesi del progetto nullo (non si pone in atto alcuna strategia né a livello territoriale, né a livello sanitario).

La stima del valore dei servizi ecosistemici può essere compiuta seguendo tre differenti approcci di analisi, ossia qualitativo, quantitativo e monetario (ten Brink, 2011); è quest'ultimo l'approccio maggiormente impiegato e che, più di tutti, garantisce un dialogo efficace con le istituzioni pubbliche (Christie et al., 2012).

Le finalità poste dal Progetto FragMont richiedono di mettere in relazione i costi connessi alla prevenzione con quelli derivanti dall'eventuale perdita di servizi ecosistemici a seguito dell'accadimento di un evento naturale, tenendo conto anche delle criticità legate al possibile isolamento delle persone fragili. Data questa premessa, la scelta del metodo di valutazione economica dei servizi ecosistemici avrà ricadute sull'analisi costi-benefici finale, che vedrà coinvolti, appunto, costi sanitari, costi legati al monitoraggio e alla prevenzione del territorio e costi correlati alla perdita di servizi ecosistemici.

Ci si è interrogati durante lo sviluppo del Progetto su quale possa essere l'approccio più consono all'integrazione del valore legato ai servizi ecosistemici all'interno dell'analisi costi-benefici, ma soprattutto su quale tipo di servizi ecosistemici concentrare l'attenzione. Infatti, il sistema di gestione che FragMont propone è rivolto ad amministrazioni comunali interessate a individuare soluzioni ottimali per il proprio territorio. In un contesto di questo tipo, è utile privilegiare un approccio pragmatico, che tenga conto dei servizi ecosistemici più tangibili e quantificabili per il territorio in esame, ossia i *provisioning services*. In alcuni casi, infatti, un'analisi del valore economico dei servizi ecosistemici non conforme alle specifiche necessità dell'amministrazione, rischierebbe di rendere fuorvianti le scelte da compiere a supporto della tutela del territorio di pertinenza, generando potenziali ripercussioni negative anche su altri servizi ecosistemici.

Partendo dal presupposto che i benefici che gli esseri umani possono trarre dai servizi ecosistemici sono suddivisibili in "valori d'uso" e "valori di non uso" e che i valori d'uso possono essere distinti in "diretti", "indiretti" e "d'opzione", gli approcci valutativi dei *provisioning services* possono essere individuati all'interno di queste classificazioni (Isabel Mendes, 2012). Nel contesto del Progetto, le amministrazioni dovrebbero implementare un approccio tale da garantire il massimo beneficio, non solo ecologico, ma anche economico e sociale.

Date queste premesse si può sostenere che nella valutazione economica dei *provisioning services*, i valori più rilevanti da considerare siano quelli d'uso diretto e d'opzione, riconducibili cioè al vantaggio dato dal potenziale utilizzo futuro delle risorse naturali presenti sul territorio comunale. Tornando all'esempio del bosco della Val Sesia, quindi, il valore che ai fini del Progetto FragMont è utile includere nell'analisi costi-benefici è quello direttamente connesso al consumo diretto delle risorse in questione: il valore economico relativo al legname, alle sorgenti d'acqua, alla presenza di cibo, etc., che può essere consumato nell'immediato o custodito per un uso futuro. Quindi, la stima dei benefici in questione può essere compiuta partendo dai prezzi di mercato relativi a queste risorse e alla loro attualizzazione nel tempo.

Tuttavia, nel corso dei vari confronti che si sono succeduti con lo scopo di comprendere quale strumento potesse supportare meglio le amministrazioni nella quantificazione di tali valori, è stata considerata l'ipotesi di accompagnare la quantificazione monetaria del valore ecosistemico delle varie risorse naturali con una rappresentazione visiva e qualitativa della loro entità.

Come apparirà più chiaramente nella sezione dedicata all'argomentazione dell'albero delle decisioni, e più precisamente nel paragrafo 9.5.1, l'idea alla base di questo approccio è quella di definire, grazie all'interazione con il decisore pubblico, una mappatura dell'area comunale per aree fragili da un punto di vista territoriale, alla quale accompagnare l'individuazione delle risorse naturali che ricadono all'interno della definizione di *provisioning services*. Ciò consentirà pertanto di sovrapporre due *layer* geografici e mostrare così dove, in base alla pericolosità territoriale, la presenza di risorse naturali particolarmente importanti per il sostentamento della comunità, possano essere minacciate dall'accadimento di un evento estremo.

La presenza di servizi ecosistemici più o meno a rischio sarà quindi evidenziata da una scala di colori che va dal verde al rosso e che permetterà in maniera immediata e intuitiva di comprendere l'entità del danno che l'accadimento di un evento naturale può avere da un punto di vista sociale,

economico ed ecologico. Sarà così possibile valutare la presenza di servizi ecosistemici da un punto di vista geografico-territoriale e di comprendere la loro importanza ecosistemica in precise aree puntuali.

8.3 ANALISI COSTI-BENEFICI.

Per quanto riguarda il confronto tra valori monetizzati, spesso viene utilizzata l'analisi costi-benefici. Si tratta di una metodologia nata negli anni Trenta, quando da parte del governo degli Stati Uniti emerse la necessità di individuare specifiche linee guida di riferimento per indirizzare le scelte delle opere pubbliche da realizzare.

In Italia, l'analisi costi-benefici ha iniziato ad essere usata dagli anni Ottanta, con l'istituzione del Fondo per gli Investimenti e l'Occupazione (FIO) nel 1988, attraverso la legge 181/82 in base alla quale, per usufruire dei finanziamenti del FIO, le amministrazioni pubbliche centrali e regionali dovevano presentare la proposta di investimento corredata di un'ACB al Nucleo di Valutazione degli investimenti pubblici (sotto il Segretario della Programmazione Economica). Il Nucleo esprimeva poi il proprio giudizio sul valore economico e tecnico delle proposte e sui loro costi e benefici basandosi sui risultati emersi dall'ACB presentata.

L'obiettivo dell'analisi costi e benefici consiste nell'individuare il migliore fra più progetti o, in caso di alternativa unica, di verificare che i costi siano inferiori ai benefici. Come si può desumere dalla parte storica, tale metodologia è nata in ambito pubblico per massimizzare l'utilità di una collettività ed essenzialmente per far fronte ai cosiddetti "fallimenti del mercato", ossia alla presenza di esternalità, beni pubblici, assenza di mercati e prezzi imperfetti che imponevano uno strumento diverso rispetto ai tradizionali utilizzabili per il settore privato.

La valutazione della convenienza nell'esecuzione del Progetto può avvenire da parte di due grandi soggetti economici: l'operatore privato e quello pubblico. Il primo mette a confronto costi e ricavi derivanti dall'esecuzione del progetto e quindi pone l'accento sull'aspetto finanziario, il secondo sull'aspetto economico, che vuole massimizzare il benessere sociale. Pertanto, un progetto è tanto più conveniente quanto maggiore è il beneficio netto che si ottiene dalla differenza tra benefici e costi.

Ci sono almeno due aspetti che rendono complesso questo ragionamento che punta a mettere in ordine di convenienza economica diverse alternative. Il primo riguarda il fatto che è necessario determinare e valutare (spesso in assenza di mercato e/o con prezzi distorti) costi e benefici di soggetti diversi e il secondo riguarda il fatto che è necessario individuare un orizzonte temporale e attualizzare ad oggi diversi flussi futuri.

Dal punto di vista operativo è necessario procedere con l'individuazione del criterio da utilizzare per determinare se e quanto il progetto sia vantaggioso. Per arrivare a questo risultato dovremo utilizzare le medesime metodologie adottate nella valutazione di un qualsiasi investimento privato dello stesso tipo: ossia il valore attuale netto, il tasso interno di rendimento o il payback period.

Nel caso dei valori di nostro interesse, tuttavia, il ragionamento di attribuzione dei valori monetari non è del tutto possibile, o meglio, non è possibile senza una grande alea di incertezza legata ai numerosi passaggi di stima di valori a beni che non hanno un mercato e pertanto alla necessità di affidare tutta la costruzione teorica a numerose ipotesi. Questo aspetto ci porta a impostare l'analisi su un ragionamento semi-quantitativo.

9 LINEE GUIDA APPLICABILI PER LA GESTIONE TERRITORIALE E SANITARIA.

9.1 FINALITÀ CONNESSE ALLA DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE.

Il Progetto FragMont consente di definire i requisiti per un sistema di gestione integrato, tecnico ed economico, supportato da dati, tale da individuare gli elementi necessari a governare situazioni di fragilità delle zone montane e a migliorarne, al contempo, la prevenzione e la gestione. Tali fragilità sono condizionate, da un lato, dall'esposizione dei territori al rischio idrogeologico e, dall'altro, dalle condizioni della popolazione. Ciò intende fornire alle amministrazioni comunali argomenti per formulare le proprie istanze e di conseguenza assumere decisioni in modo informato, definire piani e programmi articolati in azioni da implementare nei territori di propria competenza, sulla base di un ordine di priorità.

Un requisito del sistema consiste nell'applicabilità a più realtà, anche molto diverse tra loro. Pertanto, l'architettura dell'albero delle decisioni posto alla base del sistema è stata sviluppata con l'obiettivo di garantire all'amministrazione comunale la possibilità di vagliare una serie di situazioni in cui il territorio e la popolazione locale possano effettivamente identificarsi.

Il sistema di gestione, infatti, deve essere strutturato in maniera tale da indicare, una volta individuata una o più situazioni di criticità, quali siano le pratiche migliori da mettere in campo per risolvere o attenuare le problematiche riscontrate o per non affrontarle scientemente.

Il valore aggiunto che rende questo sistema di gestione innovativo ed efficace, è rappresentato dal supporto di un'analisi dei costi e dei benefici connessi a ciascuna alternativa esaminata con l'ausilio dell'albero delle decisioni, che di conseguenza guiderà i decisori pubblici nell'individuazione della soluzione ottimale non solo da un punto di vista territoriale e sociale, ma anche economico.

Particolare importanza in questo contesto è acquisita dalle nuove tecnologie open source, soprattutto dai dispositivi IoT, per il monitoraggio di situazioni di dissesto idrogeologico e per valutare come ridurre l'isolamento di persone in ambienti difficilmente raggiungibili, come ad esempio il monitoraggio da remoto di parametri medici o delle abitudini e attività di anziani o persone fragili, anche in un'ottica di riduzione dei costi connessi agli spostamenti del personale sanitario.

9.2 FINALITÀ PROGETTUALI DELL'ALBERO DELLE DECISIONI.

Per giungere alla realizzazione sistema di gestione integrato, si è resa necessaria la definizione di un albero delle decisioni tale da contemplare l'ampia varietà di situazioni di fronte alle quali si può

trovare un'amministrazione. Questa struttura pone a sistema ogni possibile scelta in cui il Sindaco potrebbe imbattersi nel suo percorso decisionale. Nella fase attuativa del Progetto in cui questa relazione è stata redatta, l'albero delle decisioni appare sotto forma di mappa concettuale.

Gli sviluppi futuri di questo sistema prevedono la creazione di uno strumento interattivo da mettere a servizio delle amministrazioni che intendono implementare questo tipo di analisi sul proprio territorio comunale. Affinché sia possibile ottenere dal prodotto in questione feedback reali a supporto del processo decisionale, si renderà necessaria l'elaborazione di un sistema informatico che metta in comunicazione le informazioni di cui dispone l'amministrazione comunale con dati ufficiali di natura statistica.

Queste informazioni, contenute nel Database, assumeranno un'importanza centrale nel garantire la reale operatività dell'albero delle decisioni.

9.3 ELABORAZIONE DELL'ALBERO DELLE DECISIONI.

Il lavoro è stato incentrato sull'elaborazione di un albero delle decisioni che mettesse a sistema tutte le variabili da considerare, in base a quanto previsto dal Progetto FragMont, sia per quanto concerne la parte territoriale, che per la parte medica del Progetto stesso.

L'albero delle decisioni è stato oggetto di più revisioni, caratterizzate di volta in volta da riflessioni sempre più dettagliate e specifiche che hanno consentito un'articolazione complessa ma lineare di tutte le ipotesi e situazioni in cui il decisore pubblico potrebbe imbattersi nella definizione di una scala di priorità degli interventi da compiere sul proprio territorio comunale. In tutto sono state elaborate quattro differenti versioni dell'albero delle decisioni di cui è stato mantenuto uno storico e che sono rese accessibili per chiarire eventuali dubbi circa la stesura della versione definitiva.

Nel corso di questa relazione verranno argomentate quindi le scelte progettuali che sono state compiute, in modo da contestualizzare di volta in volta le riflessioni che hanno condotto alla struttura finale dell'albero delle decisioni e per offrire spunti di riflessione per eventuali adattamenti futuri. Questi ultimi potrebbero consistere nell'individuare le condizioni per l'interoperabilità con altri strumenti, già esistenti o in corso di sviluppo in altri progetti, per migliorare l'efficienza del sistema.

9.4 STRUTTURA DELL'ALBERO DELLE DECISIONI.

La struttura dell'albero delle decisioni è stata progettata in modo da separare le due aree di interesse (territoriale e medica), affinché lo studio delle caratteristiche geografiche da un lato, e socio-economiche dall'altro, non si sovrapponesse, permettendo al decisore pubblico di procedere nelle valutazioni relative ai due ambiti, concomitanti ma autonome. Questa considerazione è anche utile per individuare fonti di finanziamento per la concretizzazione dei programmi, le quali provengono da ambiti distinti.

Come sarà illustrato e argomentato meglio in seguito, in alcune sezioni connesse alla valutazione territoriale, saranno considerati aspetti legati alla telemedicina, per quanto concerne l'analisi della

viabilità in alcuni siti presenti sul territorio comunale. Ciononostante, lo studio delle due aree di interesse si manterrà separato e di facile interpretazione.

La sezione medica dell'albero delle decisioni non è incentrata solo sull'analisi dello stato di salute della popolazione fragile, anziana e/o affetta da patologie croniche, ma è volta ad approfondire tutta una serie di aspetti socio-economici legati al territorio comunale, tali da garantire una visione completa del contesto in cui il decisore pubblico può definire le proprie scelte di intervento. Tra le informazioni da indagare vi sono infatti:

- la distribuzione della popolazione per età;
- la distribuzione della popolazione per patologie;
- il numero di ambulatori attivi nel Comune;
- il rapporto medici/abitanti;
- il rapporto densità abitativa del Comune/area comunale;
- Il rapporto turisti/abitanti.

Avere un quadro completo del contesto nel quale l'amministrazione opera le sue scelte può incidere in modo significativo sul processo decisionale, tenendo conto delle specificità del territorio. Ciò permetterebbe di ponderare in modo esaustivo ogni situazione specifica, propria del Comune in esame, evitando la replicabilità di interventi identici su più territori, slegati dal contesto in cui si inseriscono.

La sezione dedicata all'analisi delle caratteristiche geografiche del territorio, ha come obiettivo la valutazione di tutti gli interventi, realizzati e potenzialmente attuabili, che possono interessare le zone più vulnerabili dell'area comunale. Nelle prime versioni, lo studio veniva proposto in maniera identica per eventi franosi, valanghivi e alluvionali. A seguito di un riesame della struttura dell'albero delle decisioni, la decisione è stata quella di accorpare le sezioni relative a frane e valanghe in un unico insieme, definito come "evento gravitativo". In questo modo anche la costruzione e l'interpretazione dell'albero delle decisioni sono state semplificate e snellite.

Nel corso delle diverse fasi di revisione, è stata più volte considerata l'ipotesi di suddividere la struttura in due parti, al fine di migliorarne lettura e comprensione. Tuttavia, la scelta finale è stata quella di mantenere la struttura originaria, tale da comprendere all'interno dell'albero delle decisioni, i due campi di indagine, territoriale e medico.

9.4.1 Sezione introduttiva dell'albero delle decisioni.

L'interazione tra albero delle decisioni e Database appare chiara e comprensibile fin dal primo passaggio in cui ci si imbatte nella lettura dell'albero delle decisioni. Indicando, il nome del Comune all'interno della prima casella, la versione definitiva del sistema prevede che si avvii un percorso interattivo tale da estrarre dal Database tutte le informazioni utili e riportarle all'interno dell'albero delle decisioni, secondo i dati disponibili sul Comune in esame.

Il passaggio successivo assume una natura per lo più territoriale e richiede al decisore pubblico di attivarsi per reperire tutta la documentazione necessaria per uno studio corretto del territorio. Nonostante questo passaggio si sia concentrato per lo più su una sola delle aree di interesse, potrebbe essere previsto, in futuro, di affiancare a questa documentazione anche quella inerente ad aspetti

di natura sociale, indispensabili per inquadrare la situazione di partenza in cui opera il Comune. In tal modo si disporrebbe di tutti gli indicatori utili a caratterizzare il Comune, per le variabili di interesse. Gli stessi dati potrebbero essere rappresentati in cruscotti dedicati, con soluzioni cromatiche atte a far risaltare aspetti critici, o meritevoli di attenzione o positivi.

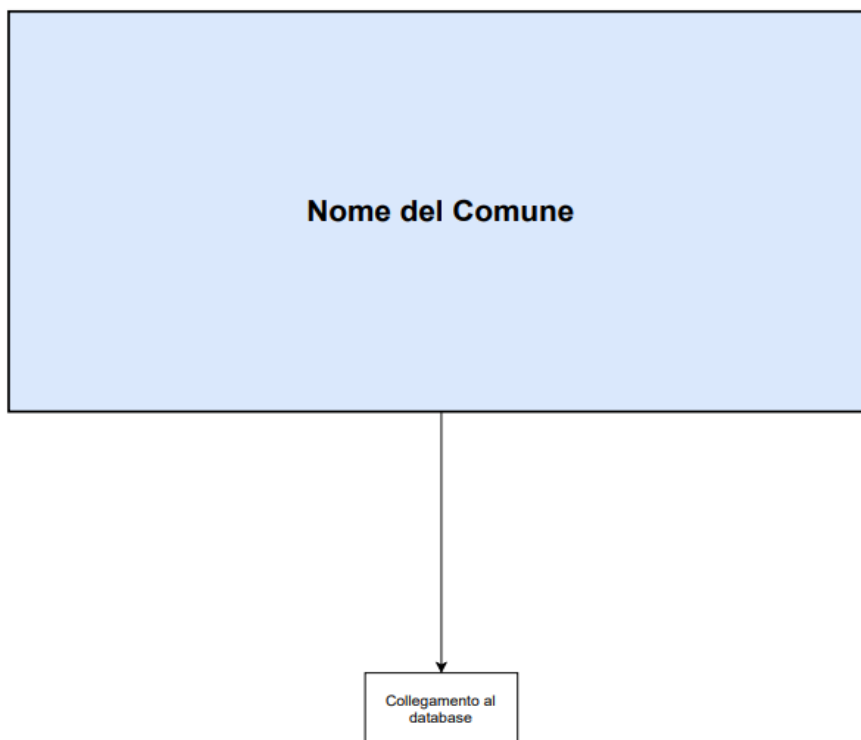


Figura 22 – Sezione iniziale dell'albero delle decisioni.

Per facilitare questa fase è stato inserito al margine dell'albero delle decisioni un elenco di tutti i documenti che l'amministrazione può consultare al fine di individuare tutta la documentazione di cui dovrebbe disporre. Nella fattispecie si tratta di documenti che il Comune per legge deve aver redatto, ma non necessariamente ciò significa che queste relazioni siano sufficienti per comprendere le dinamiche in atto. Questo passaggio, assimilabile alla verifica della conformità normativa, in un'analisi ambientale iniziale ex ISO 14001, costituisce, di per sé, un valore aggiuntivo. L'amministrazione può individuare con precisione eventuali non conformità ed attivarsi per porvi rimedio.

Affinché la padronanza del territorio sia esaustiva e in linea con gli obiettivi del Progetto FragMont, i documenti in questione devono essere temporalmente aggiornati ed effettivamente osservati dalle amministrazioni che li hanno redatti. Altro elemento basilare da conoscere riguarda i provvedimenti presi in seguito al verificarsi di eventi in passato, in modo da poter costruire una visione d'insieme ampia e ben strutturata. Occorre dunque capire se ai documenti corrispondano delle effettive applicazioni e degli eventuali aggiornamenti (sistemi di monitoraggio, piani di evacuazione, piani di protezione civile); anche tra questi documenti ve ne sono alcuni previsti per legge, ma possono anche essere stati elaborati prima dell'accadimento di un evento, attraverso il mero monitoraggio del territorio. Quindi, una volta reperita tale documentazione, anche sulla base del suo grado

di dettaglio e adeguamento, questa andrà a determinare la base di analisi per lo studio del territorio del Comune.

Nel caso in cui alcuni di questi documenti fossero mancanti o non conformi alle esigenze del Progetto FragMont, il Comune sarebbe invitato a controllare nuovamente il materiale di cui dispone, aggiornarlo e, a quel punto, procedere con una valutazione adeguata degli obiettivi previsti grazie alla fruizione di questo strumento.

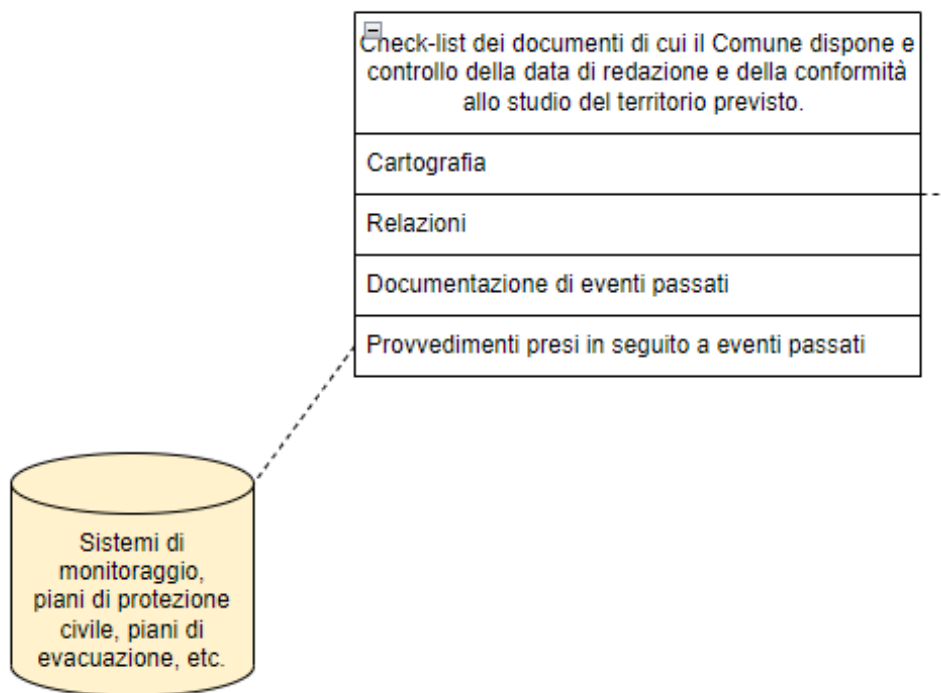


Figura 23 – Reperimento documentazione richiesta per studio corretto del territorio.

9.5 STUDIO DELLE CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE DEL TERRITORIO.

Come sottolineato in precedenza, le tipologie di eventi considerati nella sezione territoriale dell'albero delle decisioni sono due: evento gravitativo ed evento alluvionale. La scelta di considerare queste tipologie di fenomeni è stata assunta in fase di elaborazione del Progetto. Ciò non toglie, tuttavia, la possibilità di includere tra gli scenari di ampliamento degli eventi considerati anche quelli incendiari che, come documentano gli episodi sempre più frequenti registrati nel periodo estivo, minacciano in modo preoccupante l'equilibrio naturale e sociale non solo delle aree montane italiane, caratterizzate da vaste coperture vegetative, ma di tutto il territorio nazionale.

Per ciascun tipo di evento, al decisore è richiesto di rispondere a una serie di domande che accompagni nella comprensione sia dello stato attuale delle opere realizzate in passato, sia del potenziale spazio di intervento futuro, per agire sul territorio a rischio. La quantità e la struttura delle domande non è rimasta invariata in ogni versione dell'albero delle decisioni. Infatti, la struttura finale appare sensibilmente più articolata e complessa rispetto alle versioni precedenti, grazie all'apporto di

conoscenze via via più approfondite sviluppate nel corso delle discussioni del gruppo di ricerca, che hanno consentito di vagliare ogni aspetto ritenuto utile a una conoscenza esaustiva del territorio.

- Sono state realizzate opere di mitigazione ex-post?
- Sono stati affrontati interventi di prevenzione ex-ante?

Questi interrogativi sono stati introdotti, rispettivamente, nella quarta e nella terza versione dell'albero delle decisioni. Il loro obiettivo è di definire lo status quo all'interno del quale il decisore pubblico si trova a intervenire. La scelta di comprendere questi aspetti, all'interno dell'albero delle decisioni, è maturata nel tempo, in risposta alla necessità di ponderare le scelte dell'amministrazione in un quadro che fosse il più esaustivo possibile.

A tali domande seguono altri quesiti più mirati, di natura prettamente geografica (coordinate GPS) ed economica, riguardanti i costi sostenuti per la realizzazione degli interventi considerati. In questo modo, per entrambe le tipologie di realizzazioni, si otterranno degli archivi riferiti ai siti precedentemente soggetti a valutazioni e opere di messa in stato di sicurezza. Questi archivi, quindi, conterranno informazioni relative ai costi e ai benefici legati a ciascun intervento vagliato, dando modo di pesare e confrontare le varie attività e di definire una scala di priorità in merito a ciò che già è stato posto in essere. In definitiva, si tratta di valutare l'efficacia degli interventi attuati.

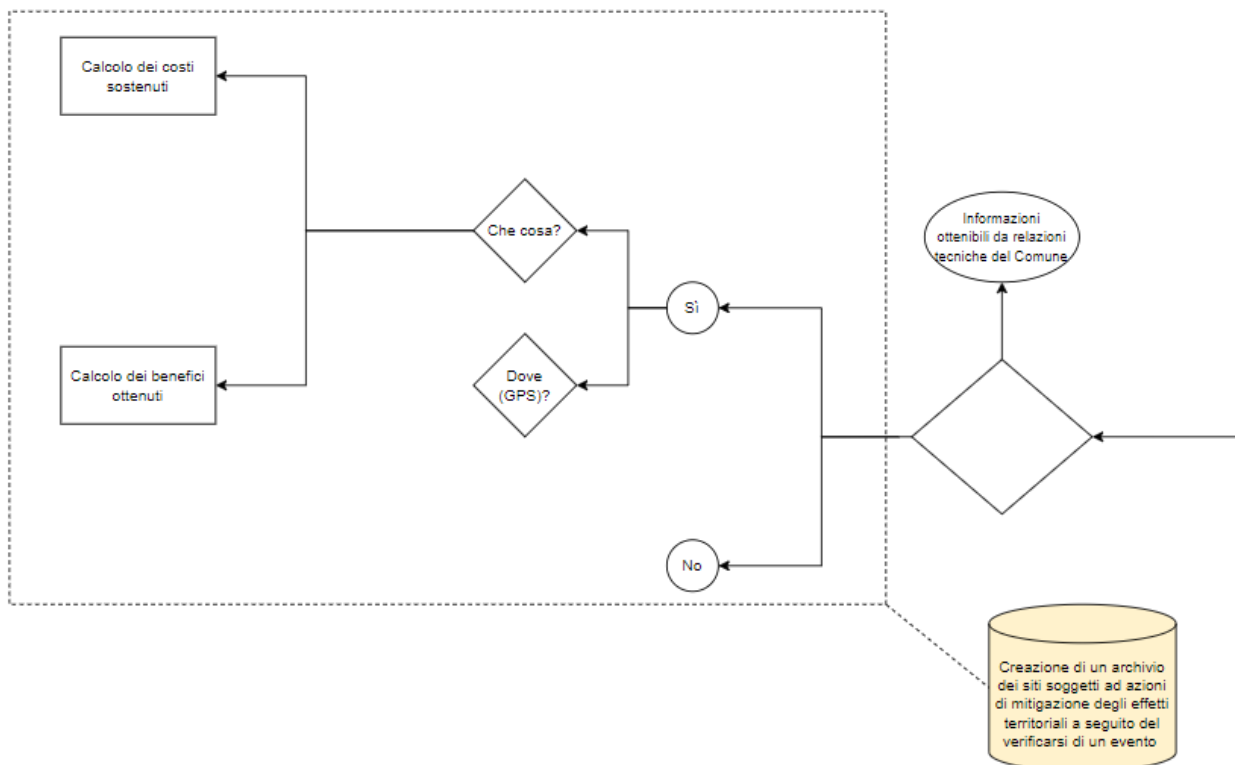


Figura 24 – Creazione di archivi di coordinate geografiche.

Una simile raccolta dati sarà effettuata per la parte medica, dove saranno elaborati archivi relativi alle situazioni di fragilità medica e sanitaria presenti sul territorio comunale. Come verrà

argomentato meglio in seguito, lo scopo di tali archivi sarà quello di favorire l'amministrazione nella fase di analisi integrata tra dati territoriali e dati medici sul suolo comunale.

Il secondo quesito, nella quarta versione, si affianca alla seguente domanda, già presente ma riadattata nelle versioni precedenti:

- Si possono attuare *altre* azioni di prevenzione?

La sua rielaborazione, nel corso dell'aggiornamento dell'albero delle decisioni, mostra quanto la struttura sia stata affinata e migliorata nel corso del tempo, al fine di tener conto di ogni situazione specifica riscontrabile da parte dell'amministrazione.

Seguendo con le altre domande a cui il decisore pubblico deve rispondere, all'interno della struttura dell'albero delle decisioni, ci si imbatte in quesiti di questo genere:

- Si possono attuare azioni di monitoraggio ex-ante?
- Si possono attuare *altre* opere di mitigazione?

Mentre il primo quesito è presente nell'albero delle decisioni fin dalle sue versioni iniziali, il secondo è stato introdotto nella quarta versione. In generale, si può ritenere che il concetto di mitigazione degli eventi estremi sia emerso nel corso dello sviluppo di questo studio, affiancando quello di adattamento, preponderante all'interno del Progetto FragMont. Ciò a cui il gruppo di ricerca mira è l'elaborazione di un quadro esaustivo di soluzioni, attive e passive, antecedenti e successive al verificarsi dell'evento naturale, tali per cui le possibilità di scelta dell'amministrazione siano realmente basate sulla comprensione di qualsiasi scenario in cui sia possibile imbattersi.

Diversamente dalle domande precedenti, questi interrogativi supportano la comprensione della concreta fattibilità di opere di monitoraggio e di mitigazione sul territorio comunale. In entrambi i casi, l'obiettivo finale a cui si intende giungere è, come in parte avvenuto per la sezione precedente, una loro valutazione economica, sotto forma di stima, inclusa tra un valore minimo e uno massimo.

Per semplificare e migliorare la lettura della sezione territoriale dell'albero delle decisioni, nel corso delle varie revisioni, è stata presa in considerazione l'ipotesi di suddividere la struttura del grafico in due parti: una dedicata alla raccolta di tutte le informazioni per ottenere una conoscenza completa sulle opere pregresse e un'altra dedicata a vagliare tutte le ipotesi di intervento possibili. Tuttavia, nonostante la sua complessità, l'albero delle decisioni è stato mantenuto nella sua forma originaria poiché la sua interpretazione risulta essere lineare e comprensibile.

Nella sezione territoriale dell'albero delle decisioni, particolare attenzione è stata focalizzata sull'incidenza dell'evento naturale in esame su due aspetti centrali all'interno del Progetto FragMont: fornitura di servizi ecosistemici e accessibilità ai nuclei abitati.

9.5.1 Fornitura di servizi ecosistemici.

La scelta di concentrare l'attenzione all'interno dell'albero delle decisioni solo sui *provisioning services* è stata trasposta in termini concettuali nella creazione di un collegamento ipertestuale come argomentato in riferimento al caso della documentazione che il Comune dovrebbe reperire per una corretta analisi del territorio (Figura 25).

Questo elenco pone l'amministrazione nella condizione di indicare le tipologie di risorse compromesse dall'accadimento dell'evento naturale, anche in assenza di conoscenze e competenze specifiche volte all'identificazione e alla traslazione del valore degli elementi naturali in termini di servizi ecosistemici. In tal modo il sistema semplificherebbe l'estrapolazione delle informazioni utili alla valutazione economica della perdita dei servizi ecosistemici attraverso il supporto del decisore pubblico, non necessariamente esperto in questo campo. Sarà infatti il sistema, in un secondo momento, incaricato di rielaborare e processare queste informazioni, anche in una chiave visiva, offrendo una base per l'analisi economica correlata. Ciò consentirà quindi di valutare i prezzi di mercato connessi alle risorse e di estrapolare una mappa visiva della diffusione territoriale di queste risorse, che, come già argomentato, si sovrapporrà con una mappatura areale del Comune, suddiviso per zone fragili da un punto di vista territoriale.

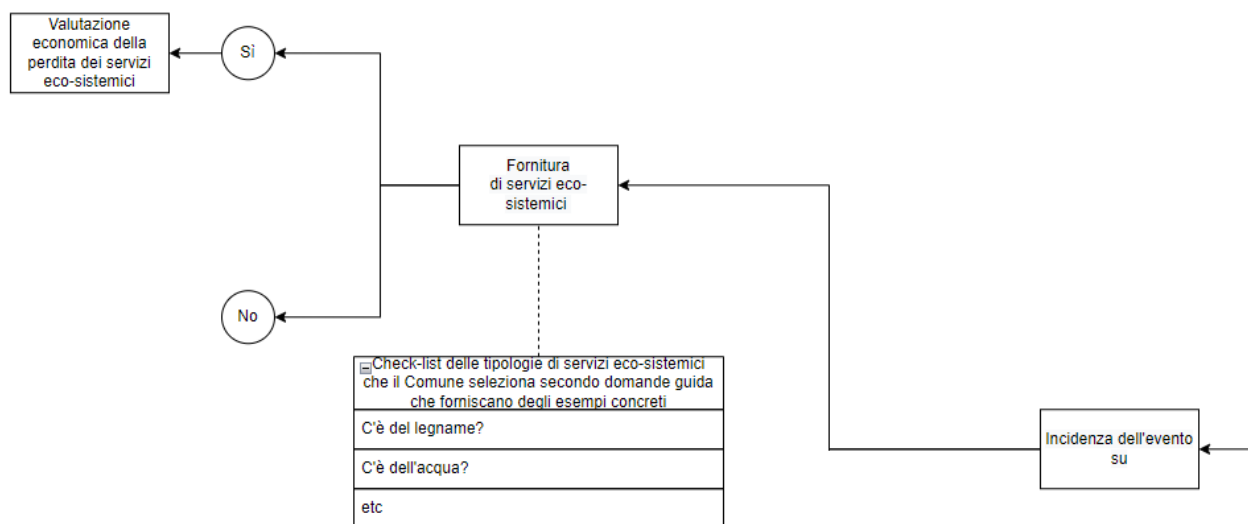


Figura 25 – Analisi dei provisioning services coinvolti dall'accadimento dell'evento naturale.

9.5.2 Definizione di emergenza territoriale e di emergenza sanitaria.

In più momenti, durante la revisione dell'albero delle decisioni, un aspetto dibattuto è stato il concetto di "emergenza". Spesso è apparso poco chiaro a cosa facesse riferimento questo termine. Quando si parla di emergenza *per il territorio*, si considera la situazione di accadimento dell'evento naturale, che genera una serie di effetti negativi con ripercussioni sull'ambiente e sulla vita della popolazione. Con emergenza *per il soggetto fragile*, si fa riferimento invece a una condizione propria del singolo come, ad esempio, la riacutizzazione di una patologia pregressa, l'incidenza di fattori di rischio per l'anziano o la sensibile variazione dei parametri monitorati.

Il sistema di telemedicina è uno strumento autonomo posizionato presso l'abitazione del paziente fragile, che serve a monitorare l'evoluzione ordinaria di una patologia. L'apparecchio non è condizionato dal concetto di emergenza, perché il suo funzionamento rimane invariato in qualsiasi

circostanza: che operi in situazioni ordinarie o emergenziali, non viene in alcun modo intaccato da condizioni esogene, quali il verificarsi di un evento meteorologico avverso.

In condizioni di emergenza territoriale, che nel caso di FragMont viene ipotizzata come l'interruzione di vie di accesso a siti in cui vivono persone fragili, il valore del sistema di telemedicina si rafforza, poiché diventa un obbligo acquisire i parametri del paziente da remoto: il monitoraggio del soggetto fragile, che avverrebbe abitualmente in condizioni territoriali ordinarie, in una situazione di emergenza continuerebbe ad essere gestito senza ripercussioni per il soggetto isolato. In assenza di questo sistema, invece, con molta probabilità il paziente rischierebbe di sperimentare contraccolpi anche gravi in seguito al manifestarsi dell'evento, per via dell'impossibilità di trasferimento da un sito all'altro, sia per il soggetto coinvolto sia per il personale medico-sanitario.

Il gruppo di ricerca è giunto alla conclusione che l'uso del sistema di telemedicina può essere giustificato nell'ordinario da variabili esogene, quali la mancanza di medici sul territorio e la distanza dei siti dai centri urbani; in caso di emergenza, il valore di questo sistema si irrobustisce, perché garantisce una comunicazione stabile e sicura, a prescindere dal quadro clinico del paziente. Date queste considerazioni, si può ritenere che la telemedicina sia uno strumento da implementare indipendentemente dall'accadimento di un'emergenza territoriale.

9.5.3 Accessibilità ai nuclei abitati e telemedicina.

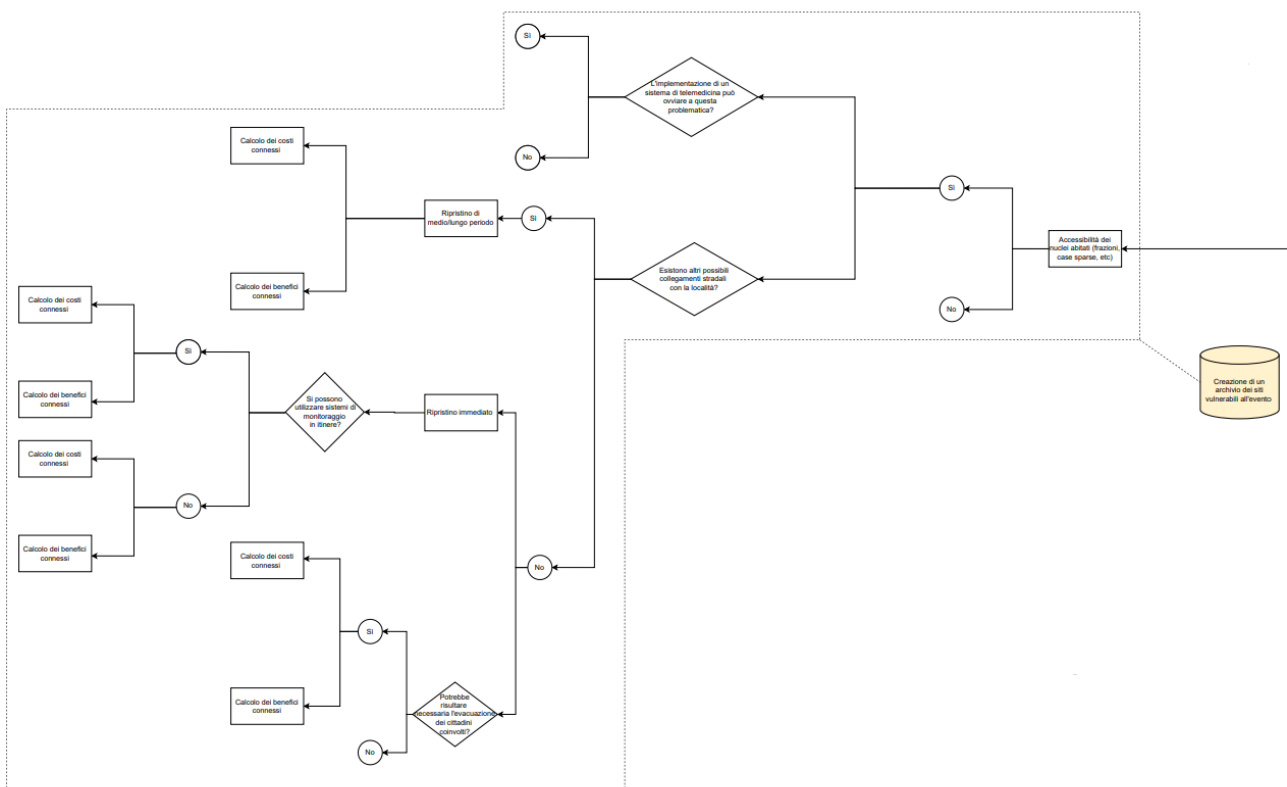


Figura 26 – Creazione di archivi dei siti più vulnerabili da un punto di vista idrogeologico.

Sulla base di quanto appena argomentato, questo paragrafo riveste un ruolo centrale per il Progetto FragMont, in virtù del fatto che l'isolamento delle persone e l'accessibilità dei luoghi più remoti sul territorio dei Comuni di montagna rappresentano gli elementi sostanziali per questo studio.

Anche in questo caso, sulla base della documentazione inizialmente reperita e approfondita e della conoscenza del territorio, propria delle amministrazioni locali, si è optato per la creazione di un archivio di siti potenzialmente suscettibili all'accadimento dell'evento naturale in esame (gravitativo o alluvionale).

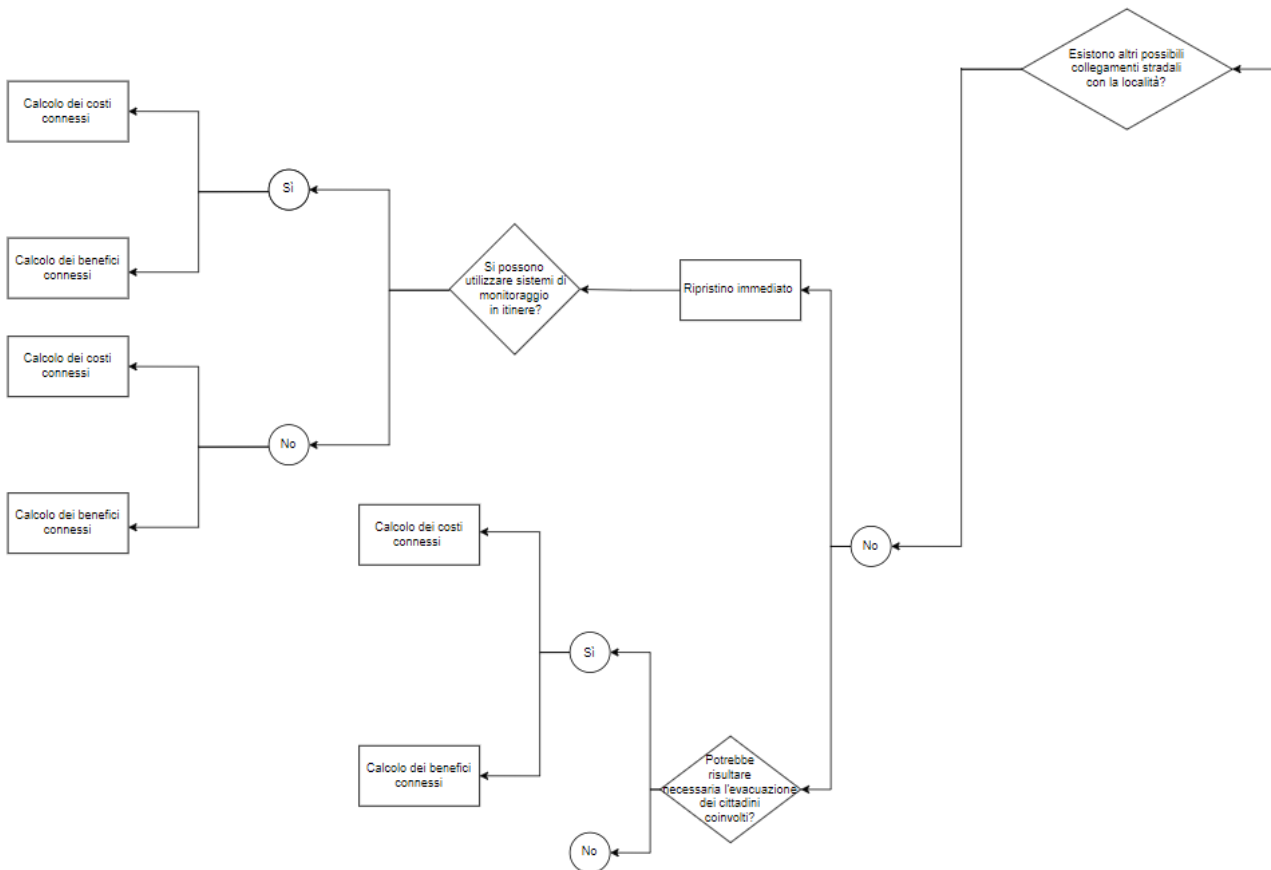


Figura 27 – Sezione di Figura 28.

Diversamente dal caso precedente, sarebbe preferibile all'individuazione puntuale di questi siti una mappatura di aree vulnerabili, poiché ai luoghi a cui si fa riferimento, infatti, non devono essere collegati eventi già avvenuti e/o opere realizzate in passato. Nella programmazione dello strumento interattivo da offrire al decisore pubblico, questo archivio acquisirà particolare rilievo, poiché andrà ad interagire con un archivio simile per la parte medica, in cui sarà registrata la localizzazione delle persone fragili, residenti sul territorio comunale.

All'interno di questo archivio, particolare attenzione è indirizzata ai siti raggiungibili da una sola strada. A seconda di come l'amministrazione risponderà alla domanda "Esistono altri possibili collegamenti stradali con la località?", lo scenario che si prospetta cambierà in modo drastico. La risposta affermativa prevede un ripristino della situazione di medio/lungo periodo, con un conseguente dispendio di energie e risorse, da modulare in base alla situazione e alle disponibilità economiche del

Comune. Nel caso in cui invece la risposta fosse negativa, ossia suggerisca l'impossibilità di raggiungere l'area con strade alternative, si creerebbe la situazione di emergenza territoriale sopra descritta.

9.6 TECNOLOGIA DI MONITORAGGIO PER LA PARTE TERRITORIALE.

Al fine di testare i sensori di cui si dispone per l'osservazione dell'evento calamitoso, è stata presa in considerazione l'ipotesi di simulare una frana presso Moncuco Torinese e di monitorarne l'andamento, anche se in una forma speditiva. L'individuazione della frana avverrebbe tramite l'analisi di immagini (Digital Image Correlation, Change Detection, etc.) acquisite con webcam o fotocamera commerciali, resa possibile da una tecnologia già sviluppata per due diversi progetti da parte del CNR-IRPI, che ne ha quindi già riscontrato il funzionamento (Dematteis et al., 2021; Guenzi et al., 2022). Il sistema in questione è composto da un estensimetro integrato a webcam; questa tecnologia consente di monitorare in continuo la deformazione del versante e, in caso di evento, scattarebbe immediatamente la segnalazione all'ente di riferimento. Nel caso di Moncuco, trattandosi di scarpate in terra, l'estensimetro non sarà installato e si procederà unicamente con il monitoraggio tramite webcam ed analisi di immagine.

Nel caso di specie, il monitoraggio del fenomeno gravitativo non richiede un dettaglio eccessivo dell'immagine e pertanto si è optato per intercettare una variazione di colori, preferibile rispetto alla valutazione di un cambiamento di geometrie per individuare l'innescarsi del fenomeno. Se alla variazione del colore registrata si riuscisse anche ad associare un dato pluviometrico, diventerebbe ancora più efficace individuare l'evento e/o monitorarne lo sviluppo. Il cross check strumentale consentirebbe infatti al software di analisi di minimizzare i falsi positivi.

Il tipo di dissesto che si vuole monitorare è rapido e di piccola dimensione, ma tale comunque da bloccare una strada. Il suo verificarsi risulta essere molto frequente, per cui è decisamente complicato avere un controllo esteso del territorio. Questa considerazione deve portare alla consapevolezza che il controllo del territorio non può essere totale, ma richiede una selezione di aree di analisi specifiche.

Prima di procedere con il monitoraggio di questo tipo di evento, sarebbe necessaria quindi un'analisi di suscettibilità del bacino idrografico, supportata da analisi statistica (Cignetti et al., 2021, 2019). Inoltre, perché lo studio sia compiuto in maniera ottimale, servirebbe anche un presidio umano per tenere sotto controllo tutte le zone fuori dal monitoraggio tramite sensori, ma che potrebbero essere gestite con facilità.

In alternativa, un'altra ipotesi di monitoraggio sarebbe quella di acquisire dei dati dell'area di studio da satellite, reperibili gratuitamente dal sito <https://egms.land.copernicus.eu/>, curato dall'Agenzia europea dell'ambiente. Questa tecnologia, tuttavia, non sarebbe idonea al tipo di frana che si sta valutando per il territorio di Moncuco Torinese per le ragioni sopra argomentate. L'osservazione da satellite è preferibile, ad esempio, per frane estese e lente, oltre che per valanghe, perché consente di comprendere anche il decorso dell'evento nel tempo, grazie all'analisi di serie storiche (Cignetti et al., 2020). Per questa ragione, l'analisi di dati satellitari è più adatta nel caso di Alagna Valsesia e non in quello di Moncuco Torinese.

9.7 STUDIO DELLE CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE DEL TERRITORIO.

In analogia con l'analisi di dettaglio della sezione territoriale dell'albero delle decisioni appena svolta, questa sezione sarà dedicata all'approfondimento della parte sanitaria della struttura alla base del sistema di gestione del Progetto FragMont.

Questa sezione, come nel caso territoriale, fa riferimento alle informazioni contenute nel Database e alle analisi compiute in ambito medico. Nel caso specifico, è stato realizzato un lavoro di ricerca con l'obiettivo di individuare le patologie presenti sull'arco alpino italiano. Questo studio, integrato con i dati contenuti nel Database, consentirebbe di definire cosa si intende per "soggetto fragile" e, più in generale, quali sono le caratteristiche socio-economiche del territorio, come, ad esempio, la densità abitativa dell'area comunale in esame o il rapporto tra quest'ultima e la presenza di presidi ospedalieri nell'area in cui il Comune è inserito.

Questa attività di ricerca vuole fornire al Comune tutti gli strumenti necessari a stabilire, sulla base della distribuzione delle patologie sul territorio, il costo totale di un sistema modulare di telemedicina, ossia la convenienza economica relativa all'adozione del sistema di telemedicina, senza che l'aspetto strettamente territoriale e geografico incida su tali valutazioni.

Già da un primo sguardo appare evidente come la sezione medica risulti essere più complessa rispetto alla quella geografica, poiché la varietà di situazioni considerate in funzione del soggetto e delle condizioni proprie del sistema di telemedicina possono variare sensibilmente. I paragrafi che seguono serviranno per analizzare nello specifico ogni passaggio da svolgere nella lettura dell'albero delle decisioni per la parte medica.

9.7.1 Comune Montano e Comune Marginale.

Come già approfondito, la definizione di "Comune Montano" contenuta all'interno del Database, assume un ruolo fondamentale all'interno del Progetto FragMont, perché consente, grazie a un incrocio di dati esistenti, l'individuazione del numero di soggetti fragili residenti sul territorio comunale. Questa informazione è basilare per procedere con le valutazioni successive, mirate a definire le caratteristiche proprie del soggetto fragile, anziano e/o malato cronico. Nella strutturazione dell'albero delle decisioni è stato pensato quindi di inserire un collegamento tra queste due aree di indagine, affinché sia resa possibile una comunicazione tra questi due ambiti.

9.7.2 Definizione di cittadino fragile.

Come nella parte territoriale dell'albero delle decisioni, una volta selezionato il nome del Comune oggetto di studio (Figura 22), il Database consentirà di estrapolare in modo automatico tutte le informazioni socio-economiche che possono servire a definire e conoscere nel dettaglio e in maniera esaustiva il contesto nel quale il decisore pubblico assume le proprie scelte in riferimento all'attuazione di un sistema di telemedicina. Infatti, ancor prima di definire le caratteristiche del soggetto fragile, l'albero delle decisioni procede con lo studio delle caratteristiche dell'intera popolazione del Comune.

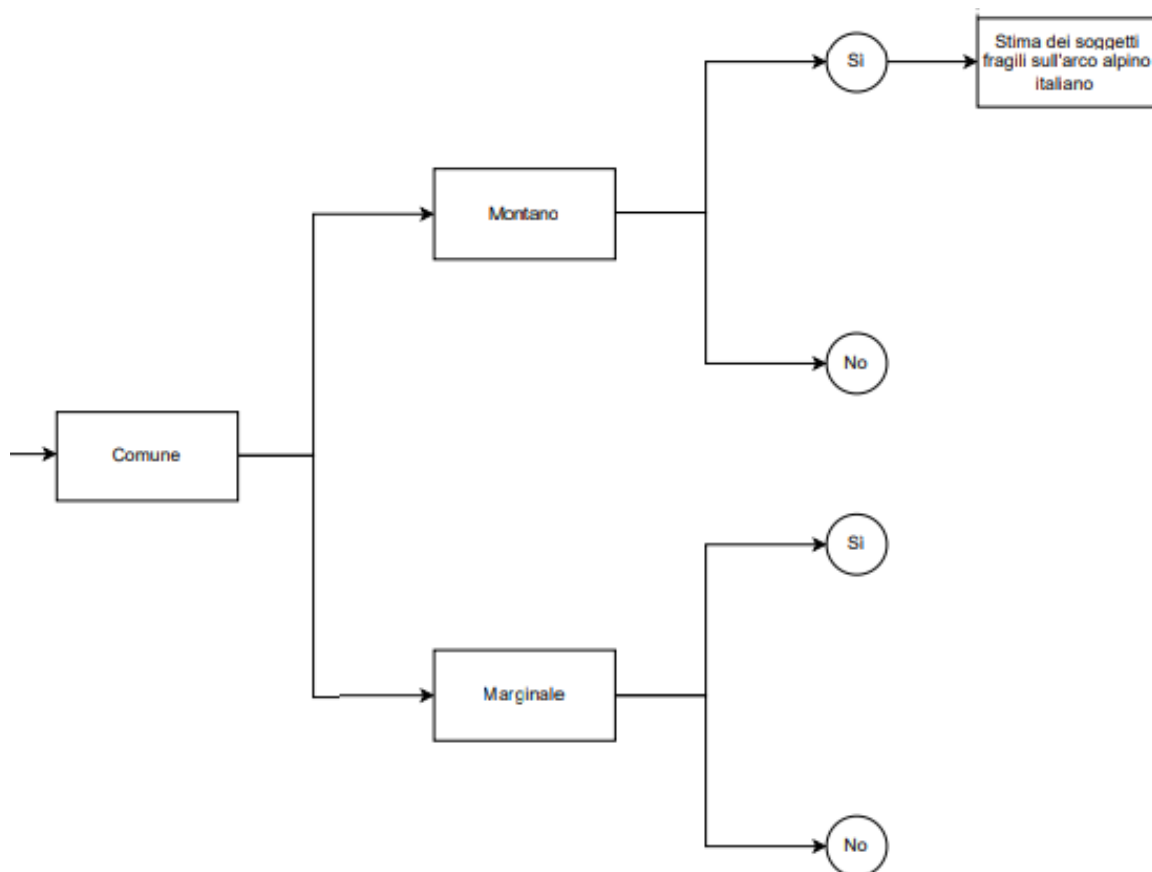


Figura 28 – Definizione di Comune Montano e Comune Marginale.

Una volta stabilito l'ambito d'azione, l'amministrazione procederà per il territorio comunale con la compilazione di due distinti archivi relativi alla residenza della popolazione anziana, da un lato, e di quella affetta da patologie croniche, dall'altro. Questo elemento geografico, in parallelo a quanto già studiato per il contesto territoriale, consentirà, come obiettivo nella parte finale di FragMont, la sovrapposizione delle informazioni ottenute e la definizione delle aree di rischio/vulnerabilità all'interno del Comune. Tali informazioni, accompagnate dal dato economico, supporteranno la valutazione, grazie all'analisi costi-benefici, di scale di priorità in merito agli interventi da realizzare.

Per guidare il decisore pubblico nell'individuazione dei soggetti fragili all'interno del Comune, i due archivi richiedono, per ciascun soggetto selezionato, di rispondere ad alcune domande volte a definirne innanzitutto la condizione socio-abitativa:

- Il paziente vive solo?
- Il paziente è assistito da un familiare o da personale qualificato?
- Il paziente può essere assistito con un sistema di telemedicina?
- Se no, vi sono degli impedimenti medici infrastrutturali e/o tecnologici?

In questo modo è possibile inquadrare la condizione di maggiore o minore vulnerabilità all'interno della quale il soggetto vive e sulla base di ciò definire i costi e i benefici associati da integrare nella valutazione economica finale. A questa valutazione andrà collegato il quadro clinico del paziente, informazione fondamentale per il medico, volta a considerare l'avanzamento delle patologie del

paziente: se di recente insorgenza, se presenti da diverso tempo, se in fase di stabilità o di riacutizzazione, etc.

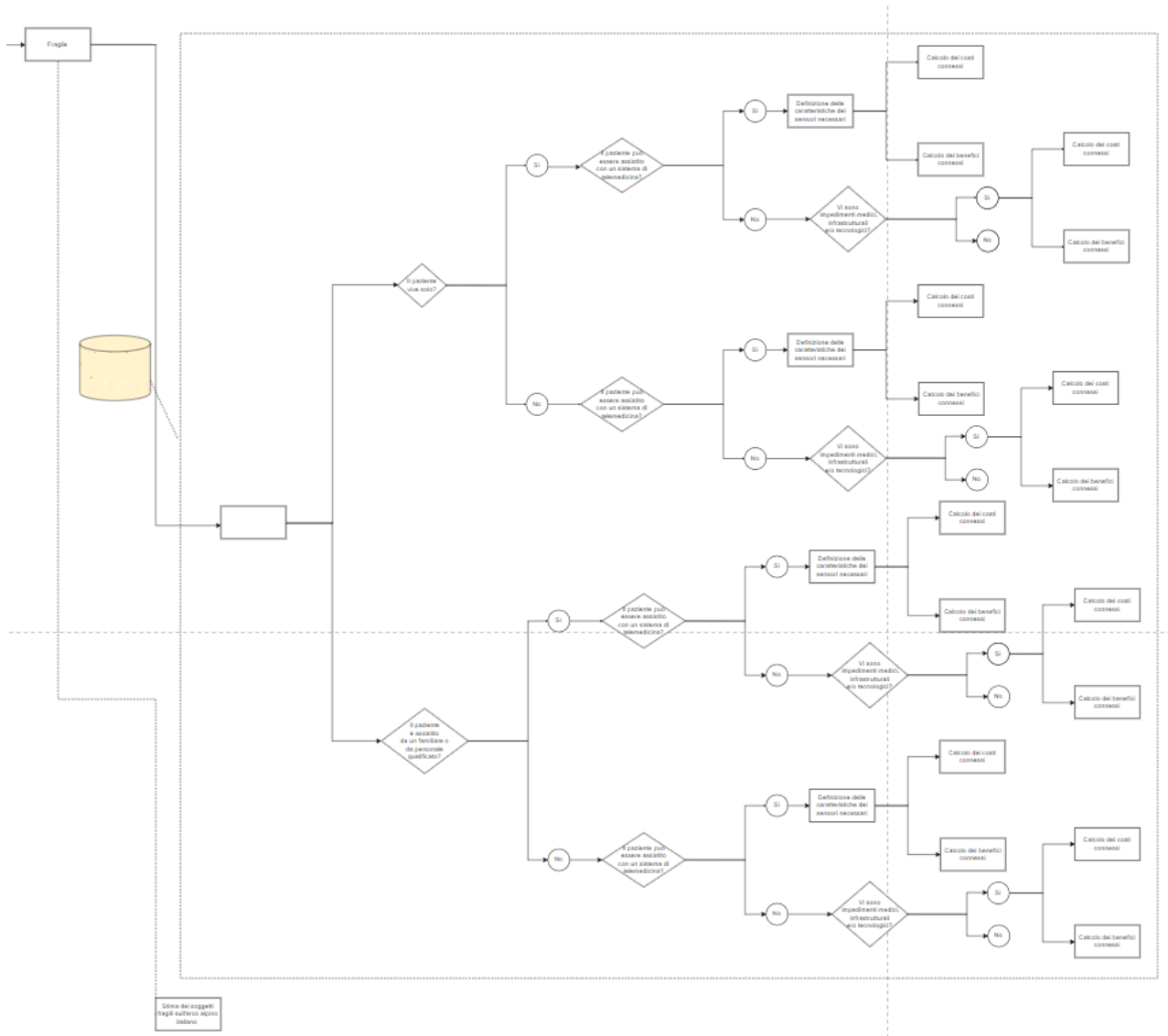


Figura 29 – Creazione di archivi delle residenze dei soggetti fragili che vivono sul territorio comunale.

9.7.3 Strutturazione del sistema di telemedicina.

Partendo dalle analisi sullo stato di salute della popolazione e delle relative patologie, è stato svolto un lavoro di ricerca e di reperimento di sensori necessari a sviluppare il sistema di telemedicina, messo a punto in questa fase del Progetto. Questi sensori sono stati scelti per monitorare sei parametri medici generali, che sono:

- temperatura corporea;
- saturazione di ossigeno;
- pressione del sangue;
- peso corporeo;
- glicemia;

- frequenza cardiaca.

Al sistema di telemedicina si affianca un altro sistema di monitoraggio e sorveglianza della persona anziana, già esistente e funzionante e di cui si conoscono tutti i costi in dettaglio, sviluppato per verificare la regolarità con cui l'anziano non affetto da particolari patologie compie le azioni quotidiane presso la propria abitazione. Il sistema considera parametri quali la qualità dell'aria e la temperatura all'interno dell'abitazione e li valuta in relazione alle abitudini di vita delle persone anziane, ad esempio, quanto tempo i soggetti considerati passano distesi sul divano. La sua utilità è quella di rilevare anomalie interne all'abitazione dell'anziano che vive solo e quindi di allertare chi di dovere in caso si verificano situazioni di irregolarità. Il Progetto FragMont, intende mettere in comunicazione queste due analisi, al fine di garantire un monitoraggio efficace e completo del soggetto in questione.

Nella definizione modulare del sistema di telemedicina, occorre tener conto di due limiti non trascurabili: la disponibilità economica di cui il Comune che vuole acquisire il sistema dispone e le abilità tecnologiche della popolazione, per lo più anziana, a cui è rivolto l'uso del sistema di telemedicina. Per quest'ultima ragione la progettazione del sistema dovrà avere un'interfaccia user-friendly tale da consentire il salvataggio dei dati in locale. Sulla base di queste premesse, è stato quindi selezionato un sottoinsieme di sensori che, insieme, andranno a comporre il totem.

Durante la fase di selezione e reperimento dei sensori, sono stati acquistati più dispositivi con caratteristiche diverse tra loro, ma dedicati al monitoraggio dei medesimi parametri. Questa scelta è stata guidata dalla volontà di costruire più sistemi di telemedicina contemporaneamente, al fine di collocare dal lato pratico più unità sul campo e ottenere un'applicazione reale ed efficace del sistema e, quindi, più feedback.

Così come per l'ambito territoriale, anche in quello medico si terranno simulazioni, test e verifiche del sistema. Nell'ipotesi di un proseguo del Progetto FragMont, si auspica di individuare, per i due Comuni pilota, un gruppo di soggetti fragili disposti a posizionare sistemi di sensoristica presso le loro abitazioni per un certo periodo di tempo. Ciò consentirà di controllare i parametri sopraelencati e di comunicarli al medico di base con una frequenza regolare nel tempo. L'utilità del sistema di telemedicina sarà riscontrata nella sua capacità di gestire situazioni ordinarie da remoto in località marginali, senza per questo richiedere lo spostamento fisico di medici e infermieri. Quindi, dal lato economico, questo aspetto sarà analizzato con il confronto dei costi evitati relativi ai mancati spostamenti fisici da un sito all'altro, rispetto al beneficio offerto dal monitoraggio dei parametri tramite sensoristica. A tal fine sarà richiesta una maggiore collaborazione da parte delle ASL, per definire quante volte, in situazioni ordinarie, il singolo paziente si reca fisicamente presso lo studio del medico di base, per poi effettuare un confronto dei costi che si sarebbero dovuti sostenere se la persona fosse stata monitorata da remoto.

I benefici connessi alla telemedicina sono dati da un monitoraggio continuo dei pazienti anche in assenza di medici, che si traduce in una riduzione di costi per gli spostamenti che il personale sanitario che opera su aree molto vaste deve compiere. Quest'eventualità può manifestarsi in contesti di montagna, dove i medici presidiano più territori comunali in contemporanea. Gli spostamenti da una località all'altra tolgono tempo ed energie da dedicare alle visite dei pazienti a domicilio e/o in ambulatorio. Inoltre, il valore aggiunto proprio del sistema di telemedicina risiede nella creazione di un canale di comunicazione con l'anziano che altrimenti sarebbe stato difficile, se non impossibile, da costruire, evitandone così un potenziale peggioramento sanitario dovuto alla sua condizione di

persona sola e isolata, non assistita da famigliari o personale qualificato. Il disagio dovuto dalle distanze dai centri urbani non vincola infatti solo il personale sanitario, poiché obbliga anche il paziente e la sua famiglia a spostarsi tutti i giorni, provocando un dispendio economico e di tempo non trascurabile.

Il Progetto FragMont intende quindi sviluppare strumenti di telemedicina con l'intento di offrire un supporto ai medici e ai pazienti in un contesto ordinario, senza considerare l'eventualità dell'accadimento di eventi estremi e le ripercussioni che questi potrebbero esercitare sull'osservazione costante dei pazienti fragili. L'emergenza in contesto montano è da intendersi come la mancanza di medici in zone di montagna, indipendentemente dal rischio di accadimento di un evento naturale e del rischio idrogeologico connessi, per cui il sistema di telemedicina si integra al sistema di sensoristica per monitorare lo sviluppo della stabilità territoriale da un punto di vista economico, ma resta comunque indipendente da esso.

Il costo del sistema di telemedicina, d'altra parte, non riguarda meramente la spesa sostenuta per l'acquisto dei sensori, ma anche tutti i costi di progettazione del software e del sistema stesso, oltre che il tempo impiegato e la professionalità di chi ha lavorato alla realizzazione del sistema.

9.7.4 Sistema di telemedicina esistente.

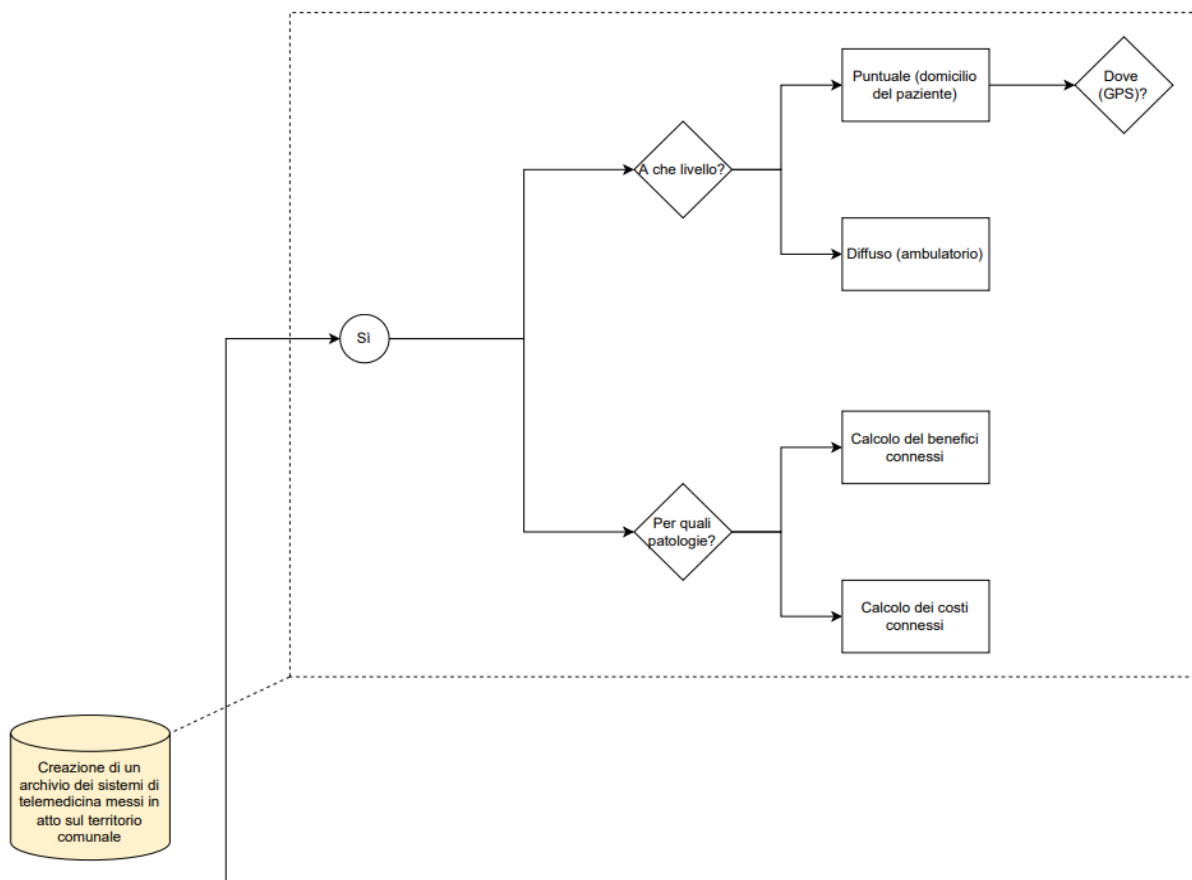


Figura 30 – Creazione di archivi delle residenze dei soggetti fragili per i quali sono stati implementati sistemi di telemedicina

Tornando all'analisi dell'albero delle decisioni, gran parte della sezione socio-economica è volta a investigare le condizioni che consentirebbero di implementare un sistema di telemedicina. Affinché ciò avvenga in modo corretto, anche in questo contesto, è stato utile indagare sulle opere realizzate all'interno del territorio comunale. Analogamente al caso territoriale, nell'ambito dei confini comunali potrebbero già essere installati strumenti riconducibili alla telemedicina.

Al fine di mappare situazioni di rischio e vulnerabilità dei soggetti fragili, è indispensabile procedere alla costruzione di archivi relativi a tali situazioni di criticità, che offrano uno sguardo d'insieme sullo stato dell'arte in cui versa la gestione sanitaria della popolazione residente.

9.7.5 Sistema di telemedicina prototipale.

Procedendo con un'indagine volta a comprendere il potenziale spazio di azione per il decisore pubblico, questa sezione dell'albero delle decisioni assume una forma piuttosto articolata, che conduce alla valutazione economica dei costi e dei benefici connessi agli strumenti da impiegare per la telemedicina in qualsiasi situazione oggetto di esame. In relazione a questo archivio infatti viene posta un'altra domanda all'amministrazione, ossia "Conviene potenziare il sistema di telemedicina?".

La costruzione dell'archivio argomentata sopra non rappresenta una terminazione dell'albero delle decisioni a cui è connessa una valutazione economica, bensì la base per ulteriori considerazioni da svolgere. Qualora invece non fossero stati impiegati strumenti di questo genere, la domanda a cui occorre rispondere sarebbe "Conviene implementare un sistema di telemedicina?".

La struttura dell'albero delle decisioni che risponde ai due quesiti assume una forma pressoché identica. In entrambi i casi, l'analisi costi-benefici ha lo scopo di vagliare ogni situazione possibile ed è per questo motivo che all'interno dell'albero delle decisioni si suddivide l'interpretazione del sistema di telemedicina in rapporto alle condizioni ordinarie e di emergenza del paziente.

Successivamente, per entrambe le ipotesi, vengono posti altri due interrogativi, di natura completamente diversa tra loro, ma che possono dare indicazioni utili per completare il mosaico di informazioni di cui si necessita. La prima domanda, volta all'amministrazione, è "Il sistema può essere condizionato dall'accadimento di un evento estremo?". Come già argomentato ampiamente sopra, la telemedicina, per garantire un vantaggio alla popolazione, deve poter sussistere anche in condizioni di dissesto idrogeologico gravi. Tuttavia, è bene contemplare anche l'ipotesi in cui l'evento vada a interferire con il sistema di telemedicina, affinché siano conosciuti in modo chiaro tutti i costi connessi.

Il secondo quesito cambia completamente approccio e interroga il decisore pubblico sulla possibilità di implementare un sistema ibrido di telemedicina, o meglio un "sistema di telemedicina diffuso": tra le varie ipotesi da proporre e che l'amministrazione potrebbe contemplare, c'è quella di non fornire un'assistenza totale ai pazienti isolati e fragili che necessitano di essere sorvegliati per mezzo della telemedicina, ma di organizzare un sistema a "rotazione" gestito e preso in carico dall'infermiere di comunità.

Ciò consentirebbe di valutare ogni possibile situazione, ovvero:

- assenza totale di sistemi di telemedicina;
- presenza totale di sistemi di telemedicina;

- assistenza parziale grazie all'ausilio di sistemi di telemedicina.

Quest'ultima opzione riveste un ruolo decisivo, perché si pone come alternativa concreta in mancanza di fondi adeguati all'implementazione di un sistema di telemedicina vero e proprio. Il servizio di telemedicina diffuso permetterebbe di alleggerire la spesa sul bilancio del Comune, consentendo al contempo l'erogazione di un servizio fondamentale per le comunità di montagna.

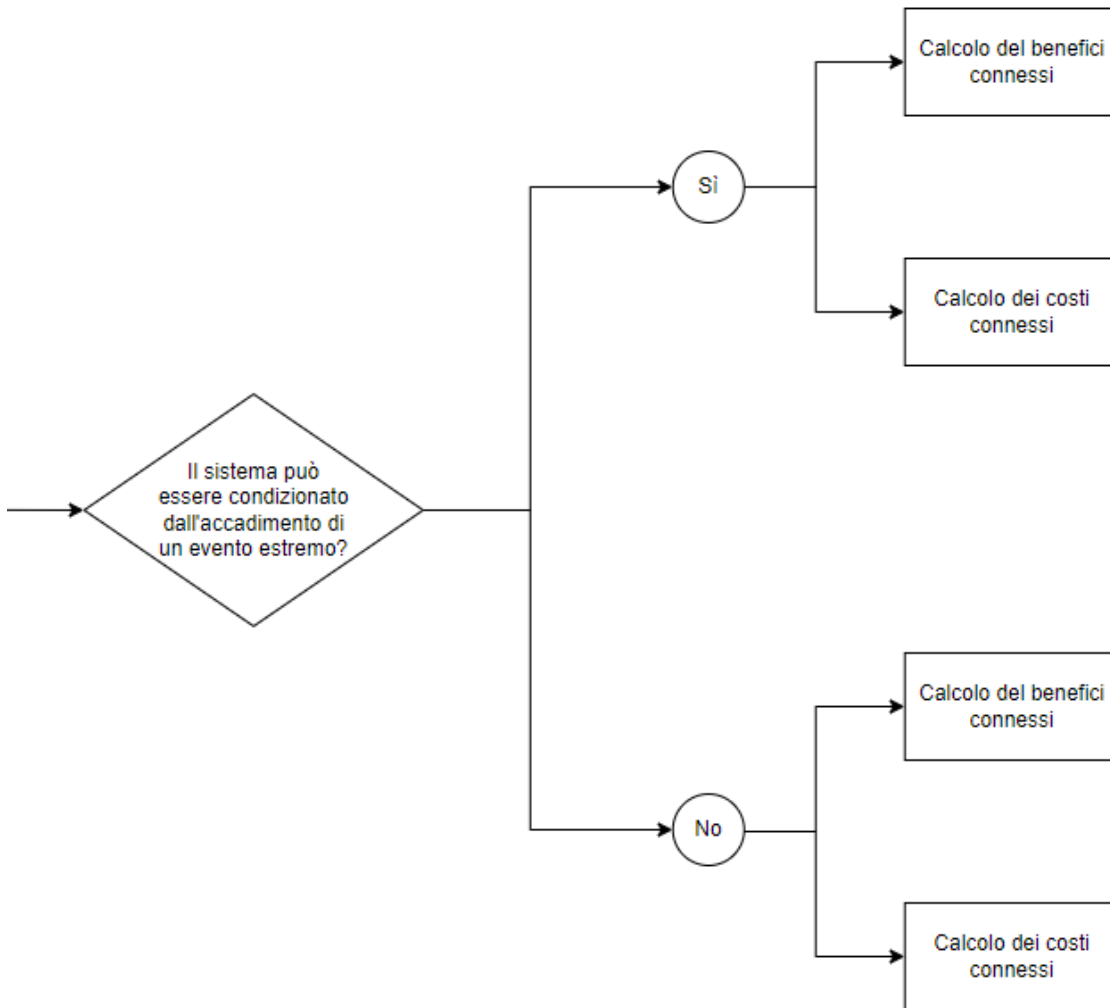


Figura 31 – Valutazione dell'influenza dell'accadimento di eventi naturali sulla telemedicina.

In questa ipotesi assistenziale, l'infermiere di comunità avrebbe la possibilità di seguire contemporaneamente un numero maggiore pazienti, anche distanti tra loro. L'elemento decisivo nella scelta di questa alternativa è rappresentato dunque dall'estensione territoriale del Comune in esame: se le distanze sono tali da non consentire un'assistenza continua da parte dell'infermiere, pur essendo quest'ultimo in grado di prendere le misurazioni e di comunicarle al medico, diventa utile uno strumento di supporto per ridurre le perdite economiche e di tempo connesse. In tal modo, le stesse energie potrebbero essere impiegate per seguire e visitare altri pazienti, magari meno fragili ma che necessiterebbero di uguale assistenza.

Date queste premesse, si potrebbe contestare l'utilità del sistema di telemedicina, poiché l'infermiere di comunità non dovrebbe necessitare di quest'ulteriore supporto tecnologico per misurare e comunicare i parametri del paziente al curante. Infatti, il sistema di telemedicina dovrebbe servire nel momento in cui il paziente non disponesse di mezzi propri per comunicare con il medico e per farlo necessiterebbe del supporto di figure professionali qualificate. Sulla base di questo ragionamento, si prospetterebbe in maniera chiara l'ipotesi di non acquisire una strumentazione di questo tipo da parte dell'amministrazione.

D'altro canto, l'implementazione di un sistema di telemedicina diffuso potrebbe rappresentare un'interessante ipotesi di marketing per i Comuni situati in località turistiche, come nel caso, appunto, di Alagna Valsesia. Grazie a un sistema di questo tipo, il Comune potrebbe offrire un servizio aggiuntivo per il turista anziano che avrebbe la possibilità, qualora fosse necessario, di monitorare e comunicare i propri parametri al medico di riferimento, operante in aree anche molto distanti dal sito in questione. Pertanto, anche il rapporto tra flussi turistici e popolazione residente all'interno del Comune diventano fattori decisivi da considerare nella scelta di implementare o meno un sistema di telemedicina.

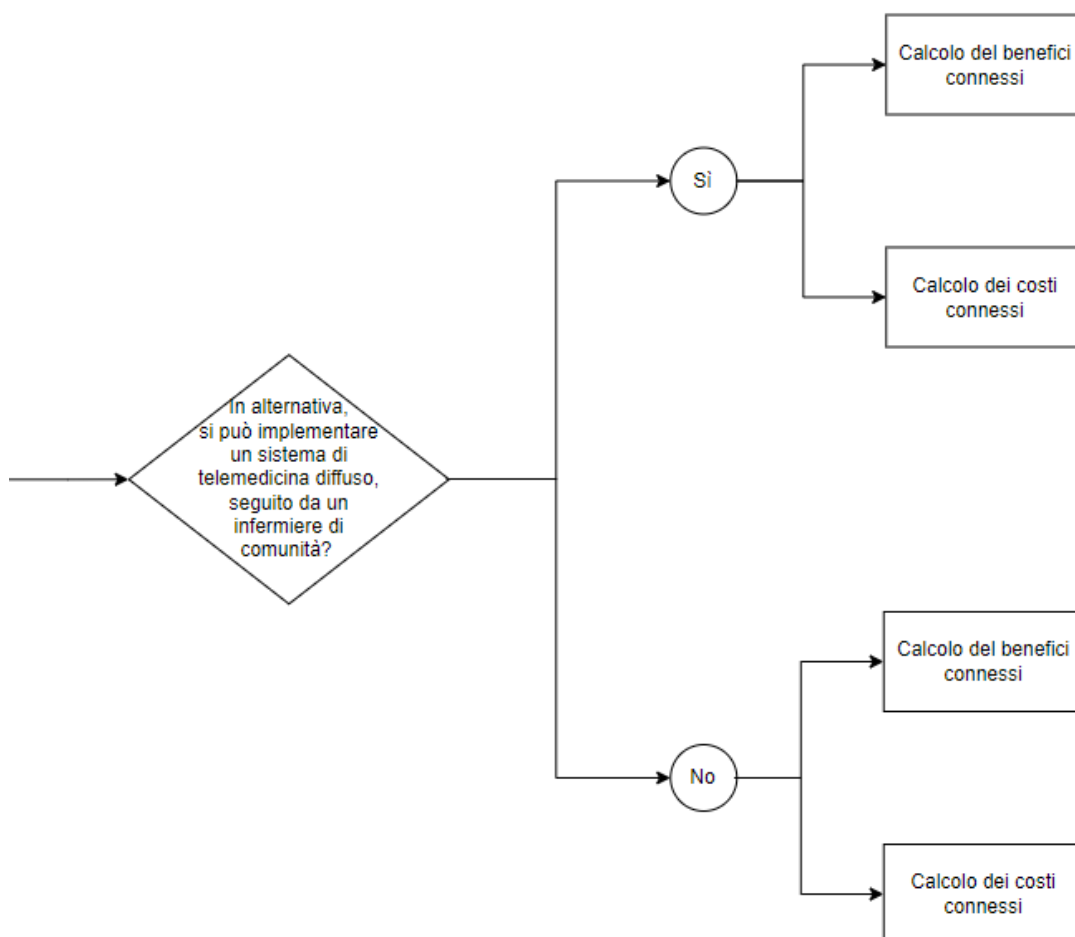


Figura 32 – Valutazione della possibilità di implementare un sistema di telemedicina diffuso.

9.8 VALUTAZIONE ECONOMICA ASSOCIATA AGLI INTERVENTI TERRITORIALI E SANITARI.

La trattazione svolta fino a questo punto ha descritto in dettaglio l'utilità associata all'implementazione di un sistema di telemedicina e di sensori per il monitoraggio del territorio comunale, volti a contrastare gli effetti dovuti all'accadimento di fenomeni naturali estremi. L'aspetto su cui occorre concentrarsi ora riguarda la valutazione economica di questi strumenti, ossia l'analisi costi-benefici associata alla loro attivazione per mitigare le fragilità del territorio.

Il linguaggio economico, infatti, è l'unico in grado di supportare l'amministrazione comunale nella definizione di una scala di priorità relativa agli investimenti da compiere all'interno del proprio territorio, siano essi legati a esigenze sanitarie o connessi alla prevenzione dal dissesto idrogeologico.

Per questa ragione, la struttura dell'albero delle decisioni è stata architettata in modo da far confluire le due linee di attività verso una valutazione integrata tecnico-economica del sistema di monitoraggio della popolazione e delle soluzioni applicate per la fragilità territoriale. Queste valutazioni convergeranno successivamente in un sistema di gestione integrato per la fragilità in ambito montano come previsto inizialmente dal Progetto FragMont.

9.8.1 Sovrapposizione dei dati economici e territoriali.

Come è emerso nel corso della revisione dell'albero delle decisioni e in merito a ciò che è stato argomentato nel corso di questa relazione, anche le coordinate geografiche associate a qualsiasi luogo potenzialmente vulnerabile da un punto di vista territoriale e/o connesso a situazioni di fragilità per la popolazione ivi residente appaiono decisive nella selezione delle scelte che l'amministrazione comunale può compiere per stilare una classifica di priorità in merito agli investimenti da realizzare sul proprio territorio.

Con ciò si evidenzia la necessità di integrare la valutazione economica degli interventi da compiere con la localizzazione delle persone fragili e delle vulnerabilità territoriali: nel caso in cui esistesse ad esempio una sola strada per raggiungere una località in cui vive una persona affetta da patologie gravi, diventerebbe prioritaria la risoluzione del problema qualora dovesse manifestarsi l'interruzione della strada a seguito di una frana; se invece il luogo fosse raggiungibile da più vie, la risoluzione del problema sarebbe meno impegnativa e urgente e potrebbe dipendere dalla valutazione di più opzioni anche molto diverse tra loro.

In quest'ottica acquisiscono un'importanza centrale gli archivi relativi alle fragilità della salute che il Comune deve produrre, con annessi i relativi costi e benefici, nonché le coordinate GPS della residenza dei soggetti fragili: la sovrapposizione delle coordinate geografiche dei siti in cui vivono persone fragili con quelle delle aree suscettibili di eventi naturali estremi permette di confrontare i costi da sostenere in quel luogo specifico per prevenire i rischi territoriali insieme ai costi da affrontare per seguire il cittadino fragile.

Durante le fasi di revisione dell'albero delle decisioni, un'idea emersa per rendere visibile e facilmente comprensibile l'integrazione di questi dati geografici sarebbe l'elaborazione di una mappatura GIS del territorio comunale che potrebbe mostrare immediatamente la sovrapposizione di aree soggette a criticità naturale con i luoghi in cui risiedono persone fragili. Questo strumento di agevole

lettura sarebbe un valido supporto per il processo decisionale che il decisore pubblico dovrebbe portare avanti.

Il collegamento tra ambito territoriale e ambito medico sarà poi stabilito in ultima battuta dalla valutazione economica, relativa alle spese da sostenere per l'amministrazione comunale, rappresentate dalla sintesi di tutte le voci di costo analizzate nel corso della stesura dell'albero delle decisioni in entrambe le sezioni.

10 ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA

Le due linee di attività, rappresentate dal diagramma ad albero, possono essere rappresentate variamente dal punto di vista grafico, attraverso una serie di videate che propongono le situazioni (domande e risposte) da affrontare in successione. L'utente-tipo potrebbe essere il funzionario di un Comune, quindi un soggetto che ha familiarità con dispositivi informatici. Lo strumento fornito, a supporto delle decisioni, è improntato all'operatività, quindi, almeno nella fase prototipale, vengono ridotti gli aspetti grafici, puramente estetici.

Il modello di telemedicina, installato presso l'abitazione degli anziani, necessita di notevole attenzione per quanto riguarda gli aspetti grafici e operativi. In questo caso, il tema dell'accessibilità al sistema è prioritario. Il concetto di user-friendliness va esplorato con attenzione specifica alle difficoltà in termini sensoriali e motorie che potrebbero manifestare gli utenti anziani.

Varie riflessioni sono state condotte a questo proposito nella costruzione del prototipo, e l'attenzione è stata dedicata alla leggibilità dei comandi ed alla facilità di comprensione, ma è evidente che in una fase di affinamento del prototipo per la preindustrializzazione occorrerebbe affrontare e risolvere aspetti cruciali, considerando le situazioni più frequenti ed indagando sulle modalità con le quali sono state risolte.

Inoltre, anche le diverse situazioni (paziente da solo o con assistenza) potrebbero condurre ad altrettante diverse specifiche. Nella proposta derivante dal progetto ci si è posti nella condizione potenzialmente più critica, ovvero quella del paziente fragile che debba accedere e operare da solo. Tuttavia, nella maggioranza dei casi, i pazienti fragili godono di assistenza, anche continuativa, da parte di personale qualificato e/o familiari. Cionondimeno, un sistema facilmente accessibile, in termini di facilità d'uso, potrebbe comunque accelerare la condivisione di una situazione di emergenza e l'intervento di soggetti preposti.

11 CONCLUSIONI.

Il progetto FragMont è stato ideato sulla base dell'esperienza maturata nei territori montani da ricercatori di diversi ambiti scientifici ed operanti in enti di ricerca di diversa natura. Le modalità di svolgimento delle attività, improntate alla multidisciplinarietà che, fin dall'inizio, è stata una cifra distintiva del progetto, hanno condotto ad un Decision Support System che riguarda temi attuali, il cui interesse si è rafforzato per le opportunità offerte dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. La denuncia dell'esposizione del territorio ai pericoli determinati dal dissesto idrogeologico è praticamente quasi quotidiana.

Si tratta di un problema che investe ampie porzioni dell'Italia, colpisce le popolazioni e interferisce con lo sviluppo territoriale; trova spazio nell'Internet e in trasmissione radiotelevisive, alimenta convegni e dibattiti. Lo spopolamento delle aree montane e la conseguente marginalità, sono tematiche seguite con continuità e rilevanza di contributi da parte di CIPRA e UNCEM. CIPRA da anni svolge un'intensa attività, articolata in progetti nazionali ed internazionali e sostenuta da evidenze scientifiche, volta a porre le aree marginali al centro delle azioni politiche. UNCEM è intervenuta sempre con tempestività per orientare le strategie politiche, reclamando la necessaria attenzione per la Montagna e le aree interne.

Il Sistema integrato a supporto delle decisioni, risultato del progetto FragMont, è stato definito nella struttura, nei contenuti e, per alcuni aspetti, convalidato in ambienti circoscritti. Siamo consapevoli che lo sviluppo orientato ad accrescere il Technology Readiness Level (TRL) necessita di risorse economiche.

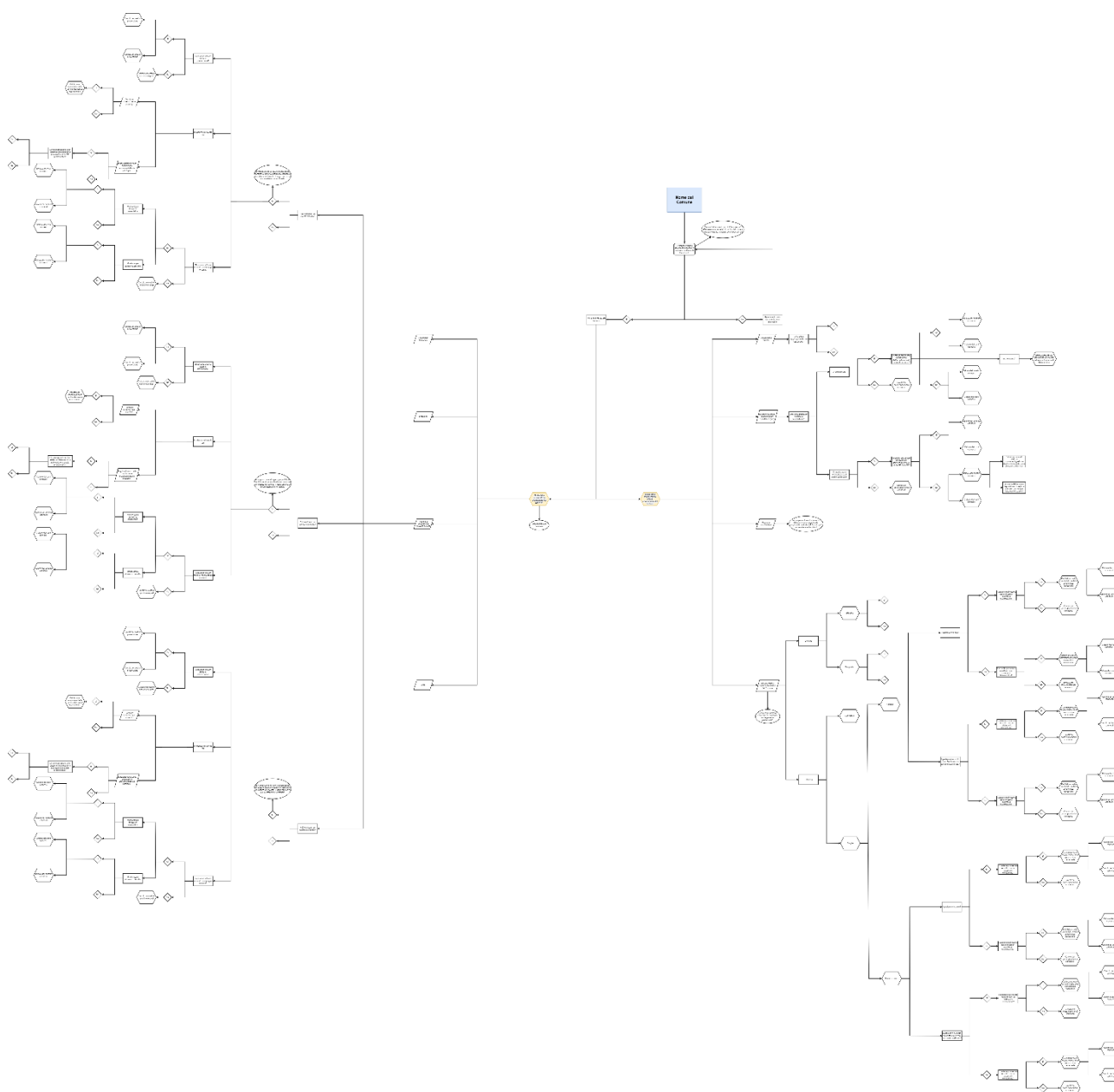


Figura 33 – Struttura dell'albero delle decisioni.

Affinché il loro reperimento sia possibile, in questo momento storico, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza può essere un riferimento, anche se non l'unico.

Il progetto NODES - Nord Ovest Digitale E Sostenibile, l'ecosistema dell'innovazione finanziato dal MUR nell'ambito del PNRR (D.D. n.1054 del 23 giugno 2022) di cui l'Università di Torino è partner fondatore, determina la creazione di filiere di ricerca e industriali in sette settori (Spoke). Tra questi, i settori **Montagna digitale e sostenibile ed Industria della Salute e silver economy**, sembrano essere quelli più pertinenti per l'evoluzione di FragMont. L'apertura dei bandi per la presentazione di proposte per Proof of Concept Industriali ed Accademici rappresenta un'opportunità per le imprese che vogliono proporre progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, ma anche per Ricercatori che presentino proposte coerenti con i temi di ricerca e innovazione dei vari spoke. Nello **Spoke 4**, la rigenerazione partecipata dei territori montani nell'ambito del turismo, la protezione ambientale e la gestione dei rischi climatici sono temi toccati dalla parte territoriale di FragMont. Nello **Spoke 5**, la gestione della medicina territoriale e l'ambito preventivo, diagnostico, terapeutico e riabilitativo attengono alla parte medica di FragMont.

Si ritiene che sia la collaborazione con le imprese, sia l'impegno diretto dei ricercatori di FragMont rappresentino campi da esplorare per rendere il Sistema Integrato a Supporto delle Decisioni funzionale a tradurre sul piano della concretezza le strategie di sviluppo sostenibile e ci auguriamo che il nostro Ateneo possa sostenere l'evoluzione del progetto, insieme ai qualificati Enti che hanno collaborato al risultato finale.

BIBLIOGRAFIA

1. Allasia, P., Baldo, M., Faccini, F., Godone, D., Notti, D., Poggi, F., 2021. The Role of Measure of Deep-Seated BibliograDisplacements in the Monitoring Networks on Large-Scale Landslide, in: Casagli, N., Tofani, V., Sassa, K., Bobrowsky, P.T., Takara, K. (Eds.), *Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk: Volume 3 Monitoring and Early Warning*. Springer International Publishing, Cham, pp. 49–57. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60311-3_4
2. Banerjee, S., Secchi, S., Fargione, J., Polasky, S., Kraft, S., 2013. How to sell ecosystem services: a guide for designing new markets. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11, 297–304. <https://doi.org/10.1890/120044>
3. Camera dei deputati, 1952. Provvedimenti in favore dei territori montani.
4. Christie, M., Fazey, I., Cooper, R., Hyde, T., Kenter, J.O., 2012. An evaluation of monetary and non-monetary techniques for assessing the importance of biodiversity and ecosystem services to people in countries with developing economies. *Ecological Economics* 83, 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.012>
5. Cignetti, M., Godone, D., Bertolo, D., Paganone, M., Thuegaz, P., Giordan, D., 2021. Rockfall susceptibility along the regional road network of Aosta Valley Region (northwestern Italy). *Journal of Maps* 17, 54–64. <https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1850534>
6. Cignetti, M., Godone, D., Giordan, D., 2019. Shallow landslide susceptibility, Rupinaro catchment, Liguria (northwestern Italy). *Journal of Maps* 15, 333–345. <https://doi.org/10.1080/17445647.2019.1593252>
7. Cignetti, M., Godone, D., Zucca, F., Bertolo, D., Giordan, D., 2020. Impact of Deep-seated Gravitational Slope Deformation on urban areas and large infrastructures in the Italian Western Alps. *Science of The Total Environment* 740, 140360. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140360>
8. Cruden, D., 1996. Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, *Landslide Types and Processes*, Transportation Research Board, U.S. National Academy of Sciences, Special Report, 247: 36-75. Special Report - National Research Council, Transportation Research Board 247, 36–57.
9. Dei Cas L., Trigila A., Iadanza C., 2021. Linee Guida per il monitoraggio delle frane. Linee Guida SNPA 32/2021.
10. Dematteis, N., Giordan, D., Troilo, F., Wrzesniak, A., Godone, D., 2021. Ten-Year Monitoring of the Grandes Jorasses Glaciers Kinematics. Limits, Potentialities, and Possible Applications of Different Monitoring Systems. *Remote Sensing* 13. <https://doi.org/10.3390/rs13153005>
11. den Uyl, R.M., Driessen, P.P.J., 2015. Evaluating governance for sustainable development – Insights from experiences in the Dutch fen landscape. *Journal of Environmental Management* 163, 186–203. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.022>
12. Dipartimento per le politiche di coesione, 2020. Comuni marginali [WWW Document]. Dipartimento per le politiche di coesione. URL <http://politichecoesione.governo.it/it/strategie-tematiche-e-territoriali/strategie-territoriali/comuni-marginali/> (accessed 1.13.23).
13. Gibson, C.C., Ostrom, E., Ahn, T.K., 2000. The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey. *Ecological Economics* 32, 217–239. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00092-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00092-0)

14. Giordan, D., Cignetti, M., Godone, D., Bertolo, D., Paganone, M., 2021. Definition of an Operative Methodology for the Management of Rockfalls along with the Road Network. *Sustainability* 13. <https://doi.org/10.3390/su13147669>
15. Giordan, D., Cignetti, M., Godone, D., Peruccacci, S., Raso, E., Pepe, G., Calcaterra, D., Cevasco, A., Firpo, M., Scarpellini, P., Gnone, M., 2020. A New Procedure for an Effective Management of Geo-Hydrological Risks across the “Sentiero Verde-Azzurro” Trail, Cinque Terre National Park, Liguria (North-Western Italy). *Sustainability* 12. <https://doi.org/10.3390/su12020561>
16. Giordan, D., Wrzesniak, A., Allasia, P., 2019. The Importance of a Dedicated Monitoring Solution and Communication Strategy for an Effective Management of Complex Active Landslides in Urbanized Areas. *Sustainability* 11. <https://doi.org/10.3390/su11040946>
17. Godone, D., Allasia, P., Borrelli, L., Gullà, G., 2020. UAV and Structure from Motion Approach to Monitor the Maierato Landslide Evolution. *Remote Sensing* 12. <https://doi.org/10.3390/rs12061039>
18. Guenzi, D., Godone, D., Allasia, P., Fazio, N.L., Perrotti, M., Lollino, P., 2022. Brief communication: Monitoring a soft-rock coastal cliff using webcams and strain sensors. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 22, 207–212. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-207-2022>
19. Hackster, 2023. Smart Doorbell / Video Intercom System [WWW Document]. Hackster.io. URL <https://www.hackster.io/hackershack/smart-doorbell-video-intercom-system-e5aa61> (accessed 2.15.23).
20. Isabel Mendes, 2012. Economic Valuation as a Framework Incentive to Enforce Conservation, in: Barbara Sladonja (Ed.), *Protected Area Management*. IntechOpen, Rijeka, p. Ch. 10. <https://doi.org/10.5772/50063>
21. Istat, 2017. Basi territoriali e variabili censuarie [WWW Document]. Istituto Nazionale di Statistica. URL <https://www.istat.it/it/archivio/104317> (accessed 2.17.23).
22. Microsoft, 2014. Microsoft Power BI.
23. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystem and human well-being: synthesis*, Island.
24. Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, 2010. I comuni montani e parzialmente montani [WWW Document]. Sistema Informativo della Montagna. URL <http://www.simontagna.it/portalesim/comunimontani.html> (accessed 1.13.23).
25. MobileHelp, 2023. Medical Alert Systems | Monitoring Devices From MobileHelp [WWW Document]. URL <https://www.mobilehelp.com/> (accessed 2.15.23).
26. ten Brink, B., 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*. Routledge, London.
27. Vebiro S.R.L.C.R, 2023. Vebiro. URL <http://www.vebiro.eu/> (accessed 2.15.23).