



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO
SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN "E. VITTORIA"

CORSO DI LAUREA IN

DESIGN PER L'INNOVAZIONE DIGITALE

TITOLO DELLA TESI

*Progettazione di un dispositivo di presentazione
ad allerta per gli esecutori di oggetti
al servizio di esposizione e fenomeni
temporaleschi*

Laureando/a
Nome *CATERINA DI IUSTO*

Relatore
Nome *LUCA PIERPAOLI*

Firma *Caterina Di Iusto*

Firma *Luca Pierpaoli*

Se presente eventuale Correlatore indicarne nominativo/i

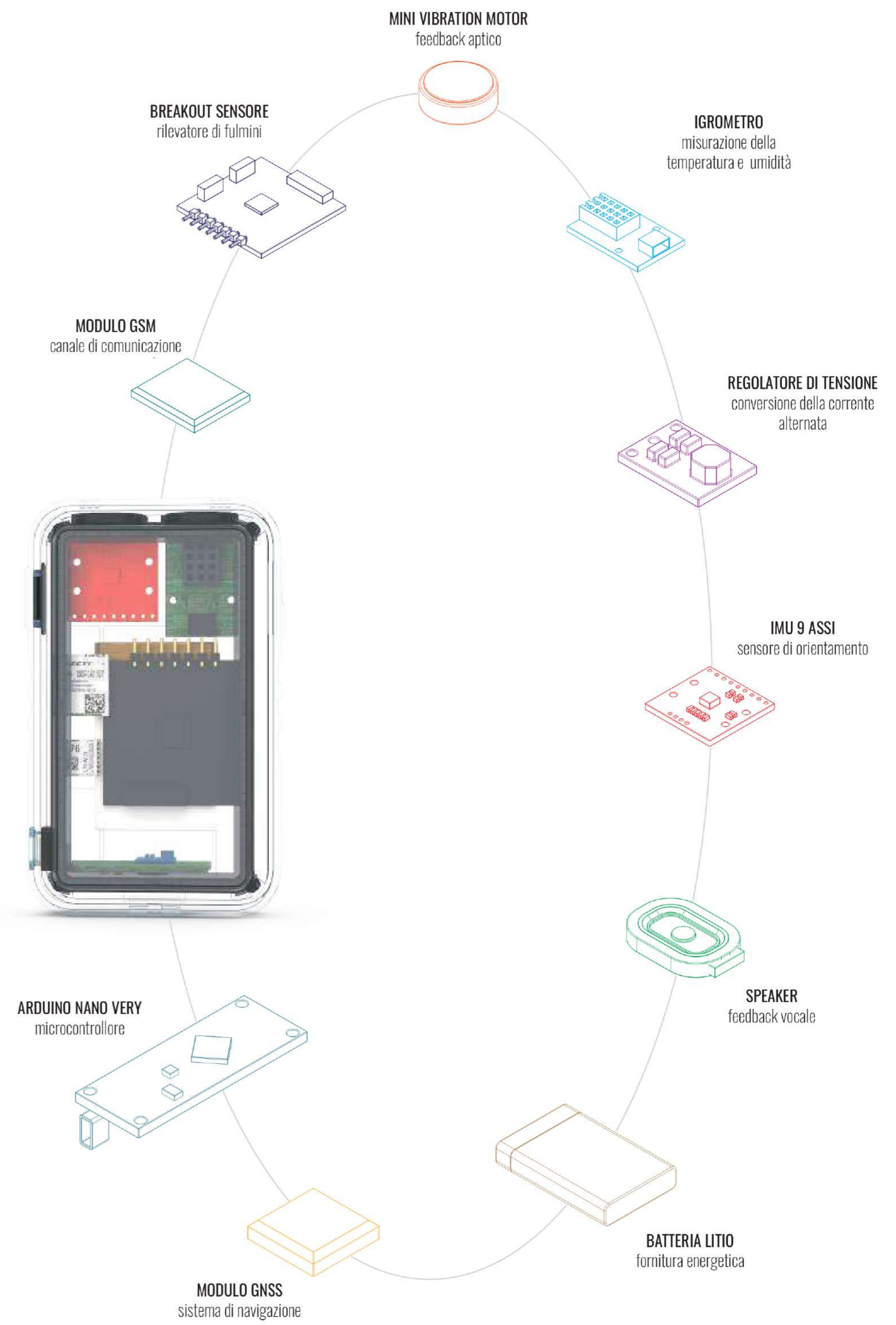
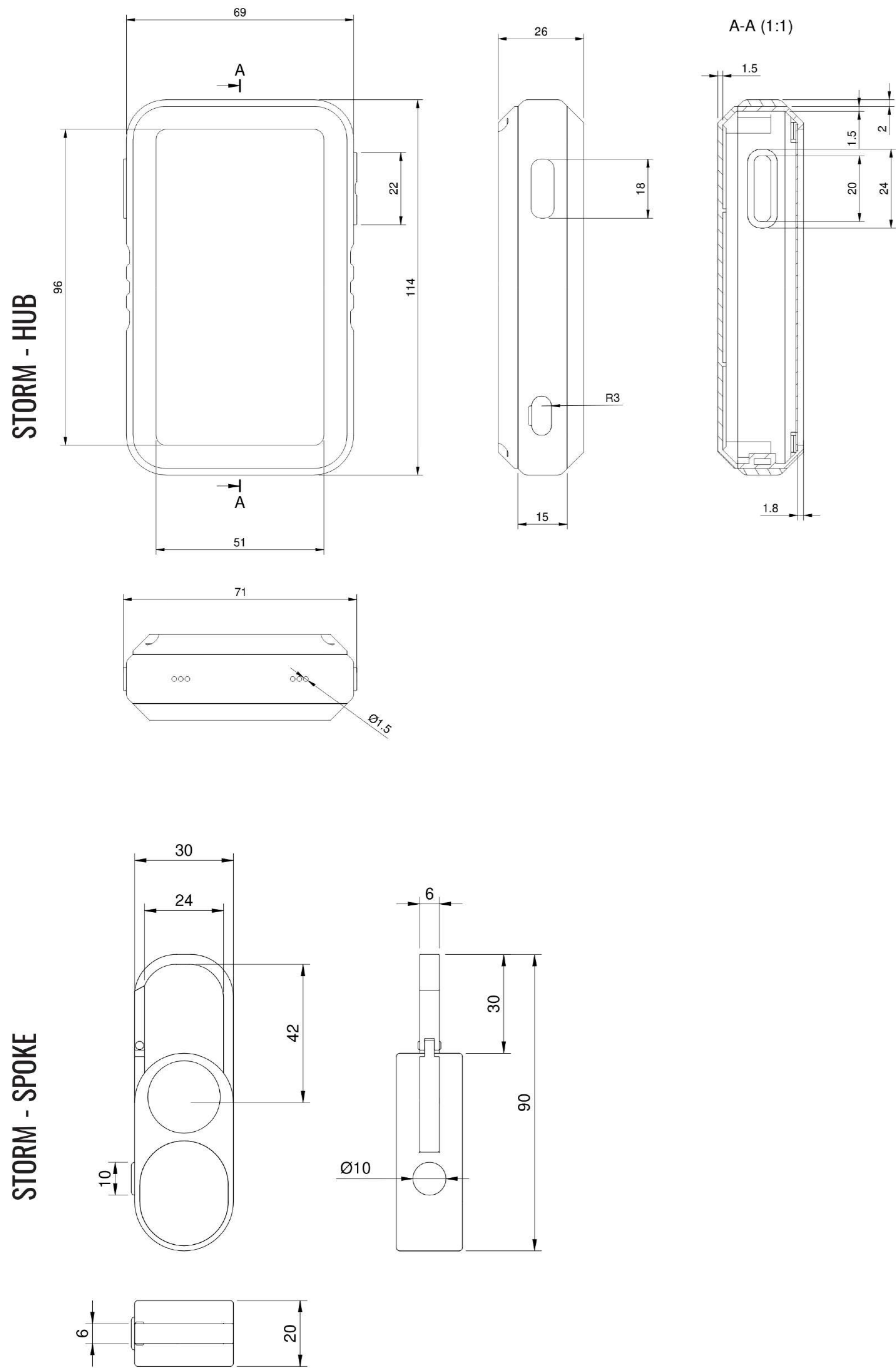
Prof. Pierluigi Antonini

ANNO ACCADEMICO

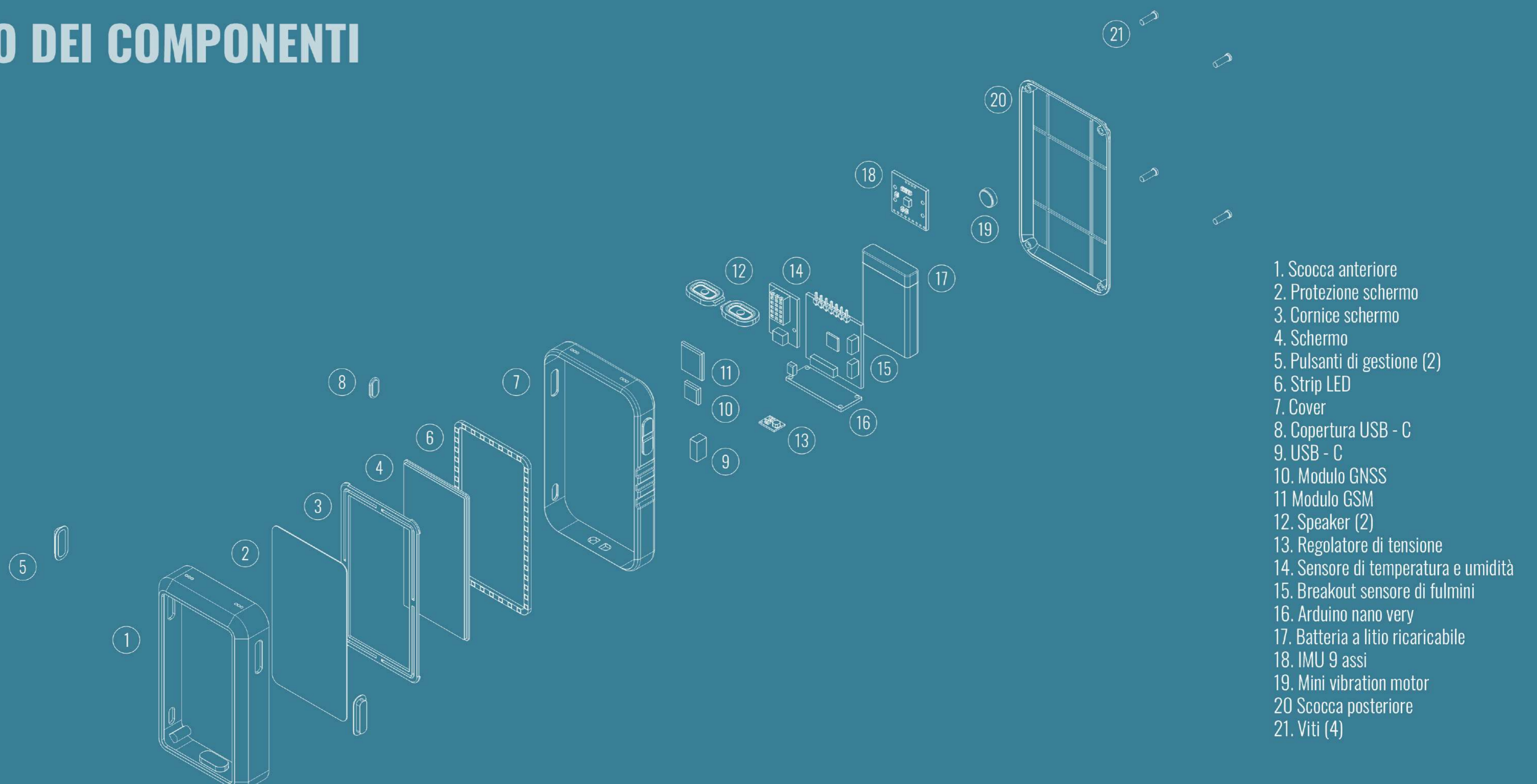
2021/2022

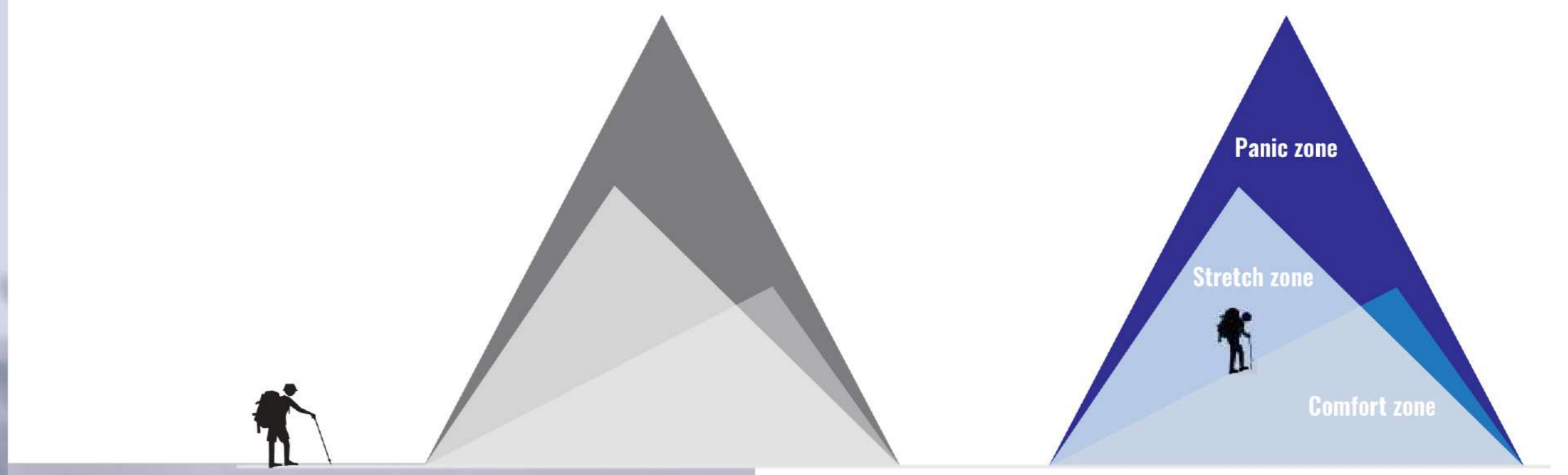
Disegni tecnici

Unità di misura: mm
Scala 1:1



ABACO DEI COMPONENTI





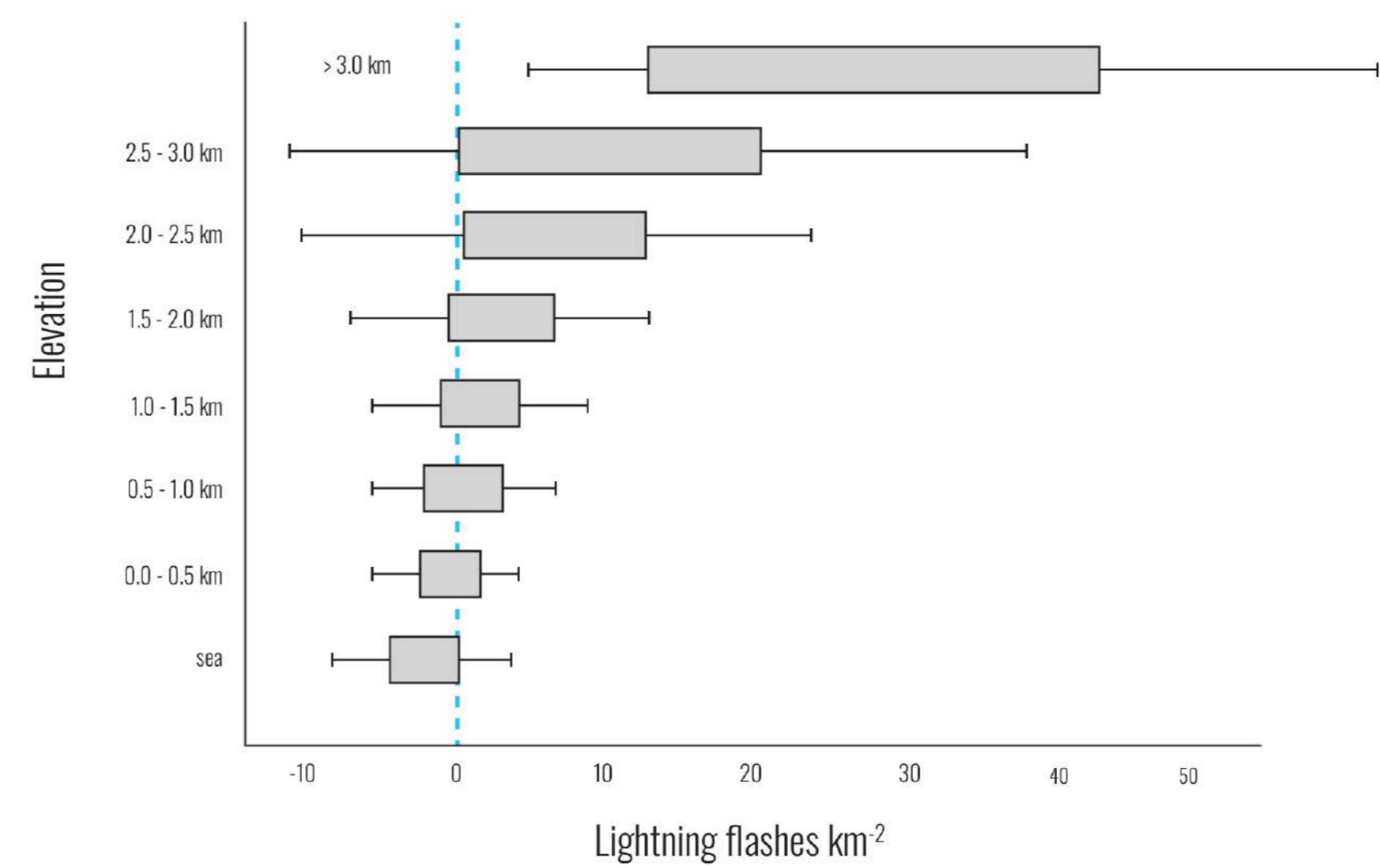
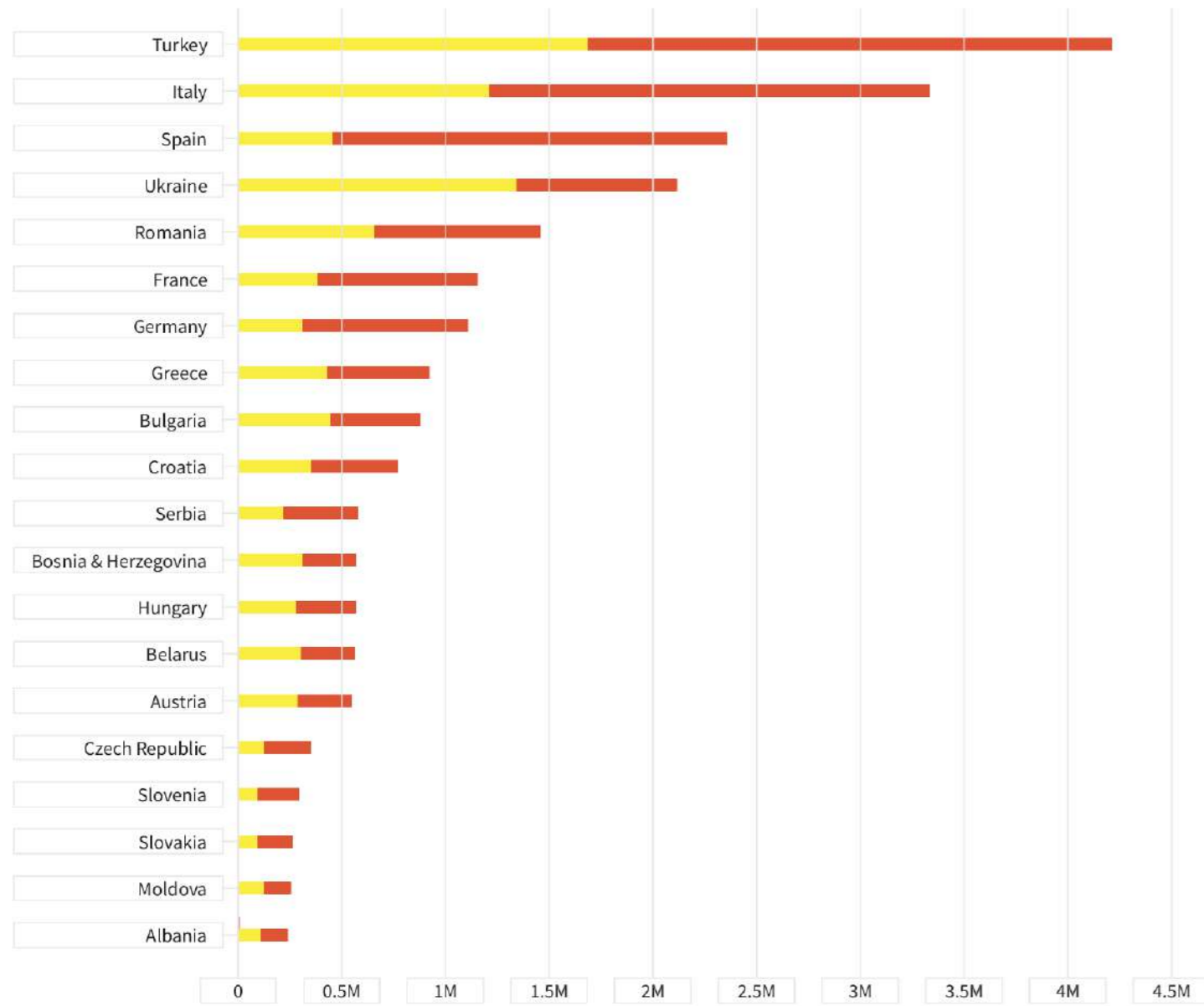
PROBABILI CAUSE DELLA ZONA DI PANICO IN MONTAGNA

- EQUIPAGGIAMENTO
- AFFIDABILITÀ
- ORIENTAMENTO
- SEPARAZIONE
- COMUNICAZIONE
- IMPREVEDIBILITÀ



COUNTRIES

Cloud-to-Ground flashes In-Cloud flashes



*“Contrasting future lightning stories across Europe” Abdullah Kahraman, Elizabeth J Kendon, Hayley J Fowler and Jonathan M Wilkinson (2022)

CASI STUDIO



GPSMAP® 66i
dispositivo outdoor per la sicurezza



INREACH® MINI 2
dispositivo outdoor per la sicurezza



INO WEATHER PRO
dispositivo outdoor rilevatore fulmini

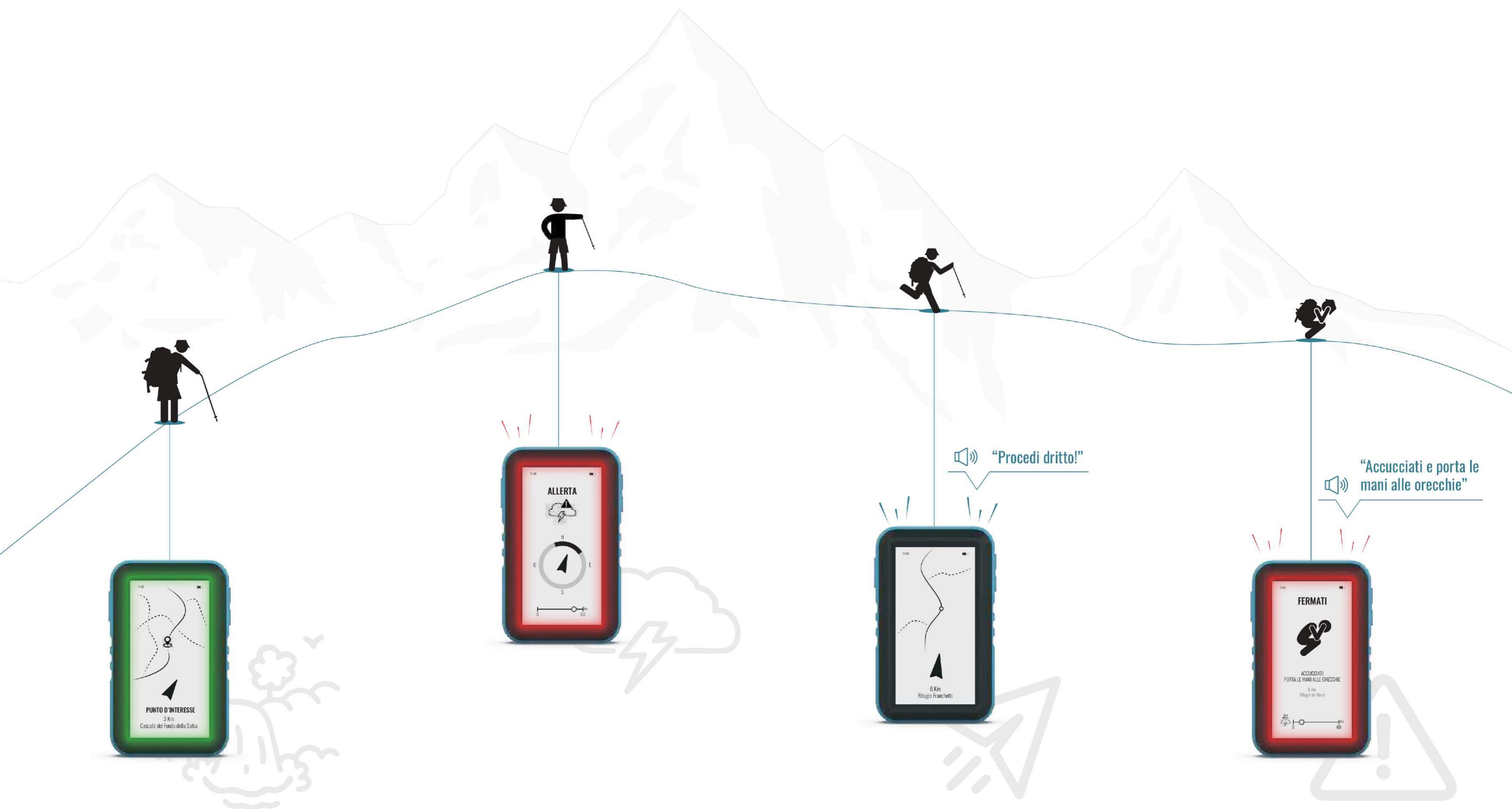


STRIKEALERT HD
dispositivo outdoor rilevatore fulmini

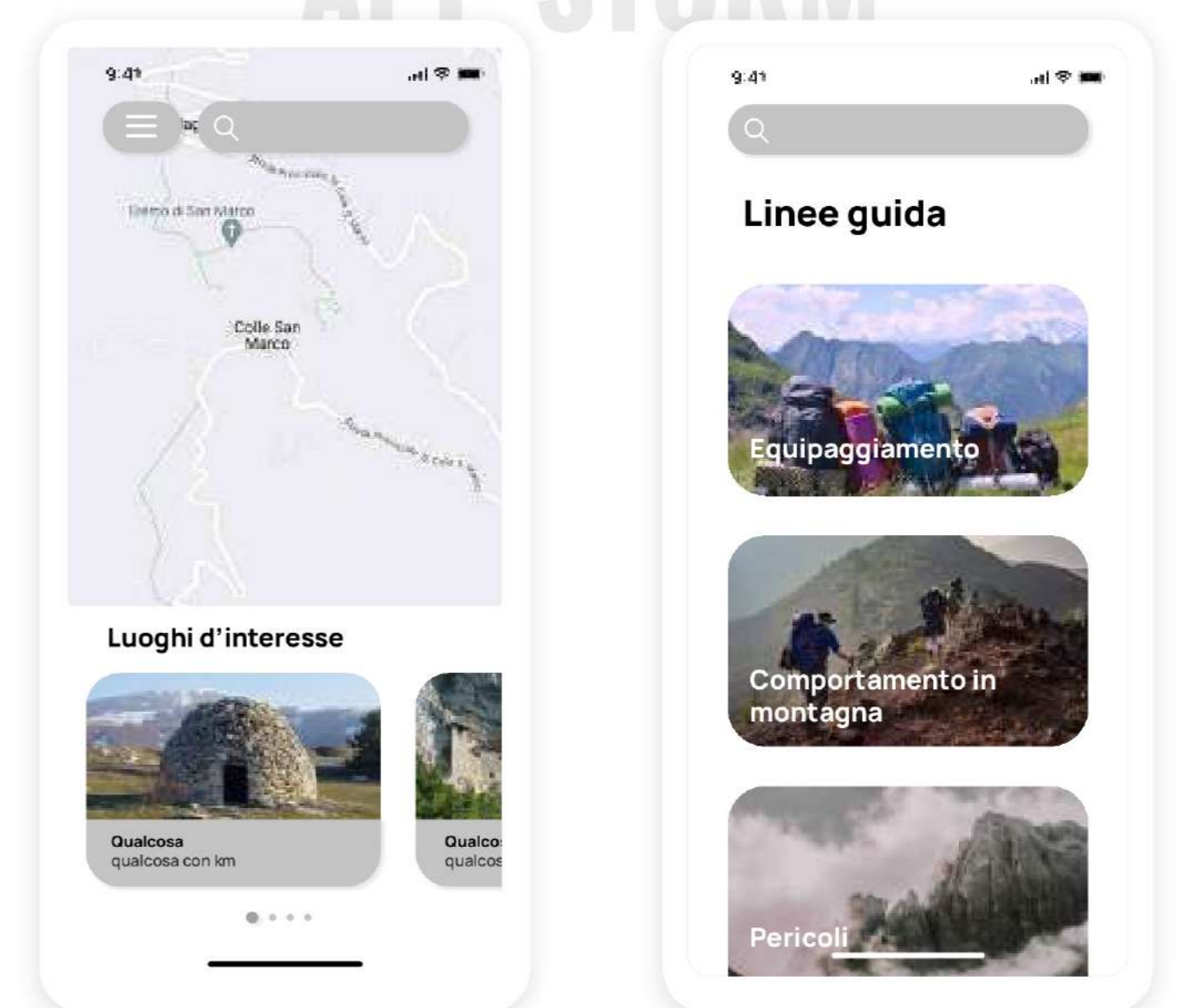
STORM

HUB AND SPOKE

I fenomeni atmosferici temporaleschi ad oggi sono il secondo fenomeno climatico causa di vittime in tutto il mondo. Analizzando i dati dei trends futuri riguardo i cambiamenti climatici si evince come i fenomeni temporaleschi aumenteranno in maniera esponenziale, con scariche elettriche sempre più intense, nelle zone ad alta quota, anche nel territorio europeo. Da questa ricerca nasce l'idea di realizzare un dispositivo di allerta per tutti coloro che praticano attività di escursionismo in montagna, essendo maggiormente soggetti all'improvvisa formazione di temporali con fulmini non sempre prevedibili e segnalati da previsioni meteorologiche.



APP STORM



STORM

HUB AND SPOKE



STORM

HUB AND SPOKE

Progettazione di un dispositivo outdoor di prevenzione ed allerta per gli escursionisti soggetti a rischio di esposizione a fenomeni temporaleschi

**Tesi di Laurea in Design per l'Innovazione Digitale LM-12
A.A. 2021/2022**

Relatore: Prof. Lucia Pietroni

Correlatore: Prof. Pierluigi Antonini

Laureanda: Caterina Di Flamminio

Matricola: 117532



S A A D

Scuola di Ateneo
Architettura e Design "Eduardo Vittoria"
Università di Camerino



Progettazione di un dispositivo outdoor di prevenzione ed allerta per gli escursionisti soggetti a rischio di esposizione a fenomeni temporaleschi

**Tesi di Laurea in Design per l'Innovazione Digitale LM-12
A.A. 2021/2022**

Relatore: Prof. Lucia Pietroni

Correlatore: Prof. Pierluigi Antonini

Laureanda: Caterina Di Flamminio

Matricola: 117532



S A A D

Scuola di Ateneo
Architettura e Design "Eduardo Vittoria"
Università di Camerino



Abstract /

I fenomeni atmosferici temporaleschi ad oggi sono il secondo fenomeno climatico causa di vittime in tutto il mondo. Analizzando i dati dei trends futuri riguardo i cambiamenti climatici si evince come i fenomeni temporaleschi aumenteranno in maniera esponenziale, con scariche elettriche sempre più intense, nelle zone ad alta quota, anche nel territorio europeo. Da questa ricerca nasce l'idea di realizzare un dispositivo di allerta per tutti coloro che praticano attività di escursionismo in montagna, essendo maggiormente soggetti all'improvvisa formazione di temporali con fulmini non sempre prevedibili e segnalati da previsioni meteorologiche.

INDICE

Scenario di ricerca

1. Il rischio
2. I fenomeni metereologici
3. Le variabili meteorologiche critiche
4. I temporali
5. I fulmini
 - 5.1 Caratteristiche dei fulmini
 - 5.2 Da cosa sono attratti i fulmini
 - 5.3 Conseguenze fisiche nell'uomo
 - 5.4 Frequenza degli eventi temporaleschi
 - 5.5 Indicatori fenomeni temporaleschi
6. Europe Lightning Report
7. Evoluzione futura del fenomeno dei fulmini
 - 7.1 Climatologia fulminea dell'Europa e il suo cambiamento futuro
 - 7.2 Determinanti fisici dei cambiamenti dei fulmini
 - 7.3 Il cambiamento dei fulmini e l'elevazione
 - 7.4 Cambiamenti locali nella densità dei fulmini
8. Vittime di eventi meteorologici di intensità rilevante
9. Metodi di rilevamento dei fulmini
 - 9.1 Il radar meteorologico
 - 9.2 Variazione del campo elettrostatico
 - 9.3 Il tuono
 - 9.4 Radiazione visibile
 - 9.5 Onde radio
 - 9.6 Time of arrival
 - 9.7 Direction finding
10. La dissipazione dei fulmini
 - 10.1 Tipologia di parafulmini
 - 10.1.1 Attira fulmini a stilo
 - 10.1.2 Gabbia di Faraday
 - 10.1.3 Funi di guardia
 - 10.1.4 Parafulmini laser
 - 10.1.5 Spline ball Ionizer (SBI)
 - 10.1.6 Hemisphere array
11. Interviste
 - 11.1 Paolo Corazon
 - 11.2 Alessandro Marucci

- 11.3 Francesco Sulpizio
- 11.4 Marina Baldi

Contesto applicativo

- 12. La montagna
- 13. Attività praticate in montagna
 - 13.1 Trekking
 - 13.2 Hiking
 - 13.3 Escursionismo
 - 13.4 Differenze
- 14. CAI - Club Alpino Italiano
- 15. I sentieri
- 16. La segnaletica
- 17. Vulnerabilità del sistema
- 18. Statistiche CNSAS
- 19. La zona di panico
- 20. Casi studio
- 21. Sviluppo progettuale
- 22. Bibliografia e Sitografia

Scenario di ricerca

1. Il Rischio

*Disaster Risk = function
(Hazard, Exposure,
Vulnerability)*

La definizione ufficiale dei termini correlati alla stima del rischio delle calamità naturali è stata ufficialmente stabilita alla Conferenza generale dell'UNESCO il 16 novembre 1972 (Unesco, 1972).

Il concetto di “rischio”, secondo la definizione proposta è visto come una funzione della pericolosità (Hazard), dell'esposizione (Exposure) della vulnerabilità (Vulnerability).

Pericolosità

La pericolosità è una delle componenti che determina il rischio. Il termine è noto in inglese come “hazard” e fa riferimento alla probabilità che si produca un determinato evento disastroso, di una certa intensità o magnitudo, in un luogo precisato e per un periodo di tempo futuro prefissato. Nella definizione della pericolosità si deve tenere conto pertanto del ruolo delle diverse componenti ambientali, naturali e della loro interazione con le attività antropiche. Di fatto, la pericolosità esprime uno stato di incertezza futura, incertezza dovuta alle incomplete conoscenze disponibili sul processo fisico presumibilmente responsabile del fenomeno atteso.

Esposizione

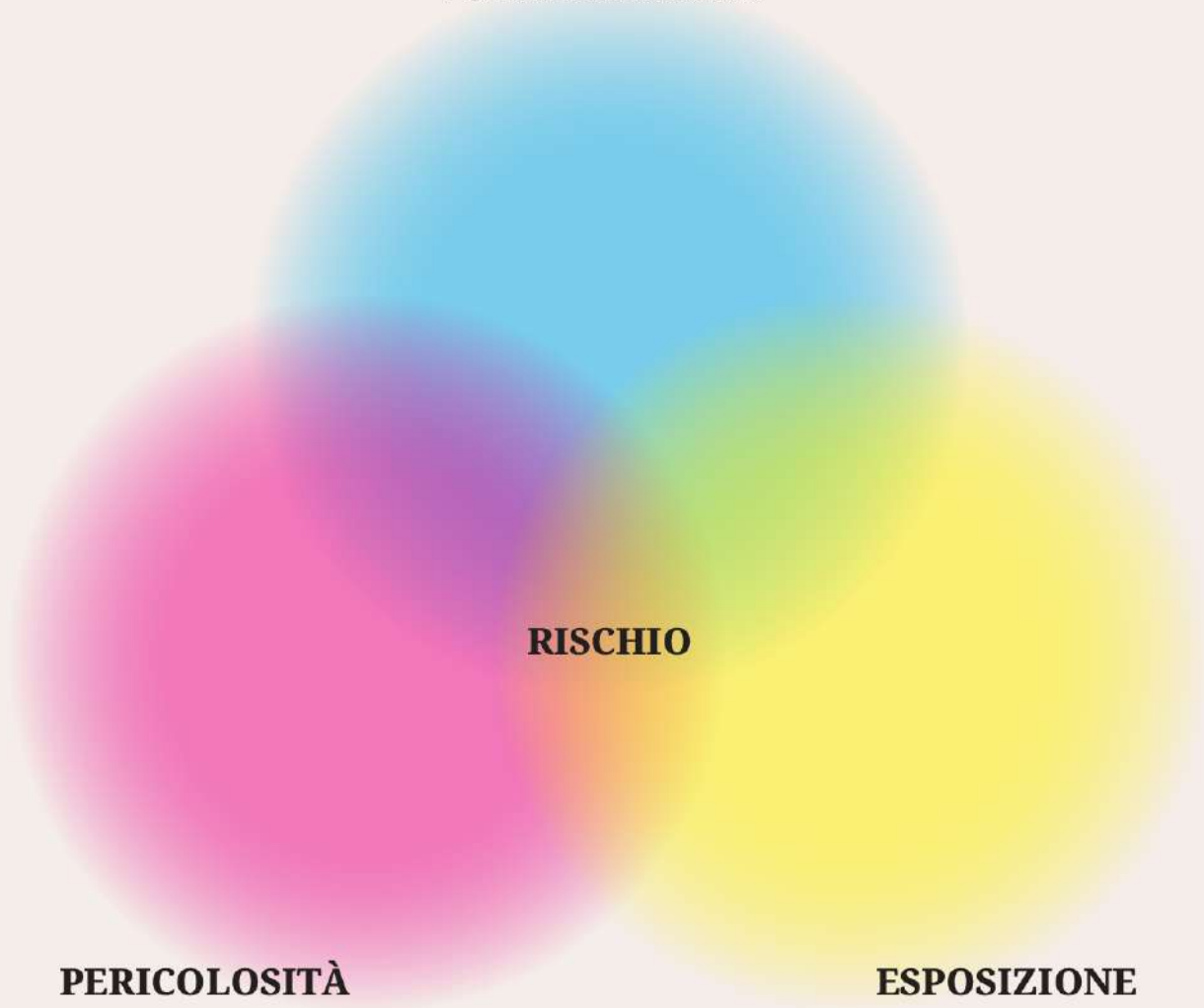
Esposizione o Valore esposto: è il numero di unità (o “valore”) di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area, come le vite umane o gli insediamenti. Le misure di esposizione possono includere il numero di persone o tipi di attività in una determinata zona. Questi possono essere combinati con la specifica vulnerabilità e capacità degli elementi esposti a qualsiasi pericolo particolare per stimare i rischi quantitativi associati a quel pericolo nell'area di interesse.

Vulnerabilità

Il termine vulnerabile deriva dal latino *vulnus*, che letteralmente significa ferita o lesione a cui si aggiunge il suffisso *-bilis*, designante una possibilità. Un primo punto fermo che possiamo desumere dall'etimologia della parola è quindi che questo concetto è legato a tutto ciò che è esposto alla “possibilità” di essere ferito, violato, leso, colpito, danneggiato. In questo senso *vulnus* sembra rinviare non tanto all'azione del ferire quanto ad una sorta di propensione ad essere ferito.

¹ Marotta, N., Zirilli, O., & Tozzi, M. (2015). Disastri E Catastrofi: Rischio, esposizione, vulnerabilità e resilienza. Maggioli.

VULNERABILITÀ



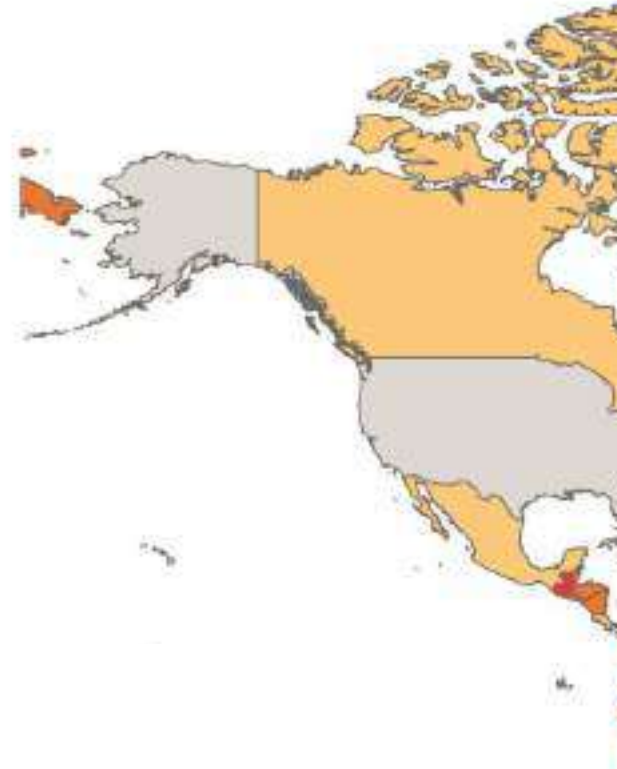
PERICOLOSITÀ

ESPOSIZIONE

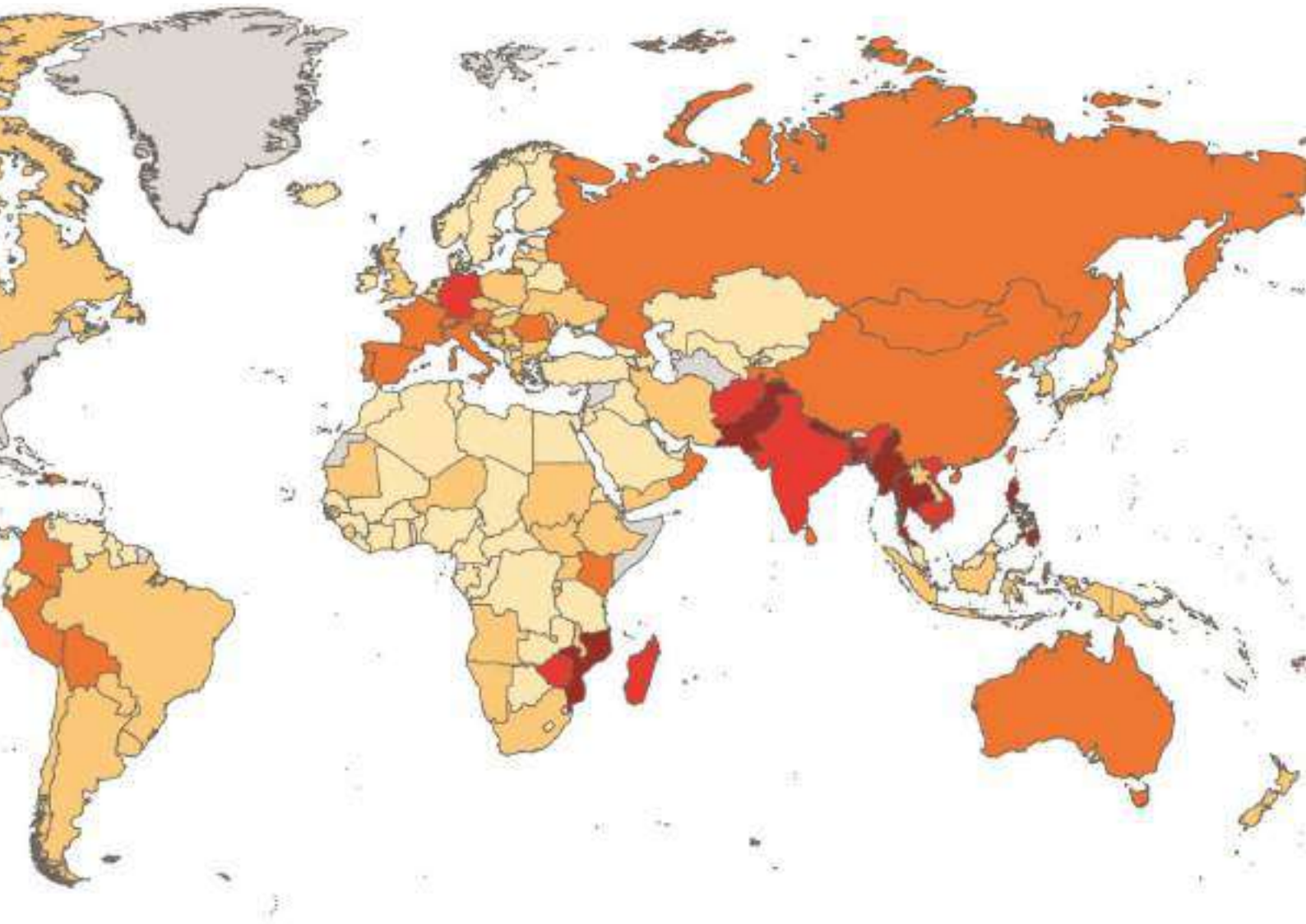
2. I fenomeni meteorologici

Le condizioni meteorologiche sono uno tra gli elementi del sistema territoriale che maggiormente influisce su solo l'ambiente ed il territorio, ma anche in alcuni casi profonde modificazioni, ma anche l'intero complesso di attività sociali e produttive, di insediamenti, infrastrutture, la sua salute, al fine di migliorare i termini, e la sua qualità di vita. Per essere compreso e correttamente interpretato in un sistema di gestione, prevenzione e mitigazione dei rischi naturali, il fattore meteorologico è considerato in relazione agli elementi di vulnerabilità ed esposizione del territorio, nonché in relazione con altri rischi che possono causare un aumento del carico cumulativo.

Una caratteristica importante dei fenomeni meteorologici è la scala spaziale che li contraddistingue, in quanto sottendono diverse possibilità di accadimento che permettono l'applicazione di metodologie integrate di valutazione del rischio fino ad un certo grado di dettaglio e con differente precisione. Dal punto di vista temporale, la scala previsionale a brevissimo termine di un evento meteorologico è fondamentale per la gestione delle operazioni di salvaguardia della sicurezza e, a tal fine, una metodologia che consenta un buon riscontro tra i dati e la capacità interpretativa del sistema è fondamentale.



²Global climate risk index 2021 - World. ReliefWeb. (2021, January 25). <https://reliefweb.int/report/world/global-climate-risk-index-2021>



Climate Risk Index: Ranking 2000 - 2019²





3. Le variabili meteorologiche critiche

Le variabili meteorologiche sono i fattori che influenzano lo strato inferiore dell'atmosfera dove si verificano i fenomeni meteorologici. Alcune di queste variabili sono: temperatura, umidità, nuvolosità, vento, radiazione solare e pressione atmosferica. L'osservazioni di queste variabili servono per ricavare i dati iniziali per le previsioni meteorologiche.

Tra le variabili meteorologiche la precipitazione a carattere piovoso o nevoso, insieme al limite di quota in cui si ha la trasformazione della precipitazione tra i due stati, è senza dubbio la variabile meteorologica che ha il maggiore impatto nella genesi delle situazioni di potenziale pericolo di tipo idrogeologico e nivologi-

co. Le soglie di pericolo risultano differenti per le varie aree morfologicamente omogenee, il carattere orografico è fortemente influente nello sviluppo di fenomeni meteorologici. In una zona in cui le piogge sono frequenti il terreno possiede una maggiore capacità di assorbimento delle precipitazioni e pertanto le soglie di innesco risultano più alte rispetto ad un'area meno interessata da piogge.

Attraverso l'analisi delle situazioni precipitative intense, si è evidenziato come, per un territorio ad orografia complessa, sia importante la presenza di flussi di umidità, in particolare dei flussi perpendicolari all'orografia, che innescano velocità verticali verso l'alto enfatizzate



dall'interazione con i rilievi e pertanto l'aria umida raggiunge più facilmente e più rapidamente le condizioni di saturazione con maggiore probabilità di avere valori elevati di precipitazione.

Viceversa i siti che rispetto al flusso umido si trovano sottovento sono interessati da precipitazioni inferiori, ad eccezione delle località in prossimità degli spartiacque. Le strutture depressionarie aventi un'ampia scala spazio-temporale usualmente determinano episodi di precipitazione diffusi, persistenti e localmente intensi, cui frequentemente sono associati fenomeni di esondazione di una certa rilevanza ed estensione e risultano essere normalmente previste con sufficiente

accuratezza dai modelli meteorologici attualmente utilizzati.

Maggiori difficoltà sono connesse all'analisi e alla previsione dei fenomeni temporaleschi: essi sono infatti caratterizzati da un'intrinseca imprevedibilità, legata alle molteplici cause che ne determinano la genesi e ne influenzano l'evoluzione.

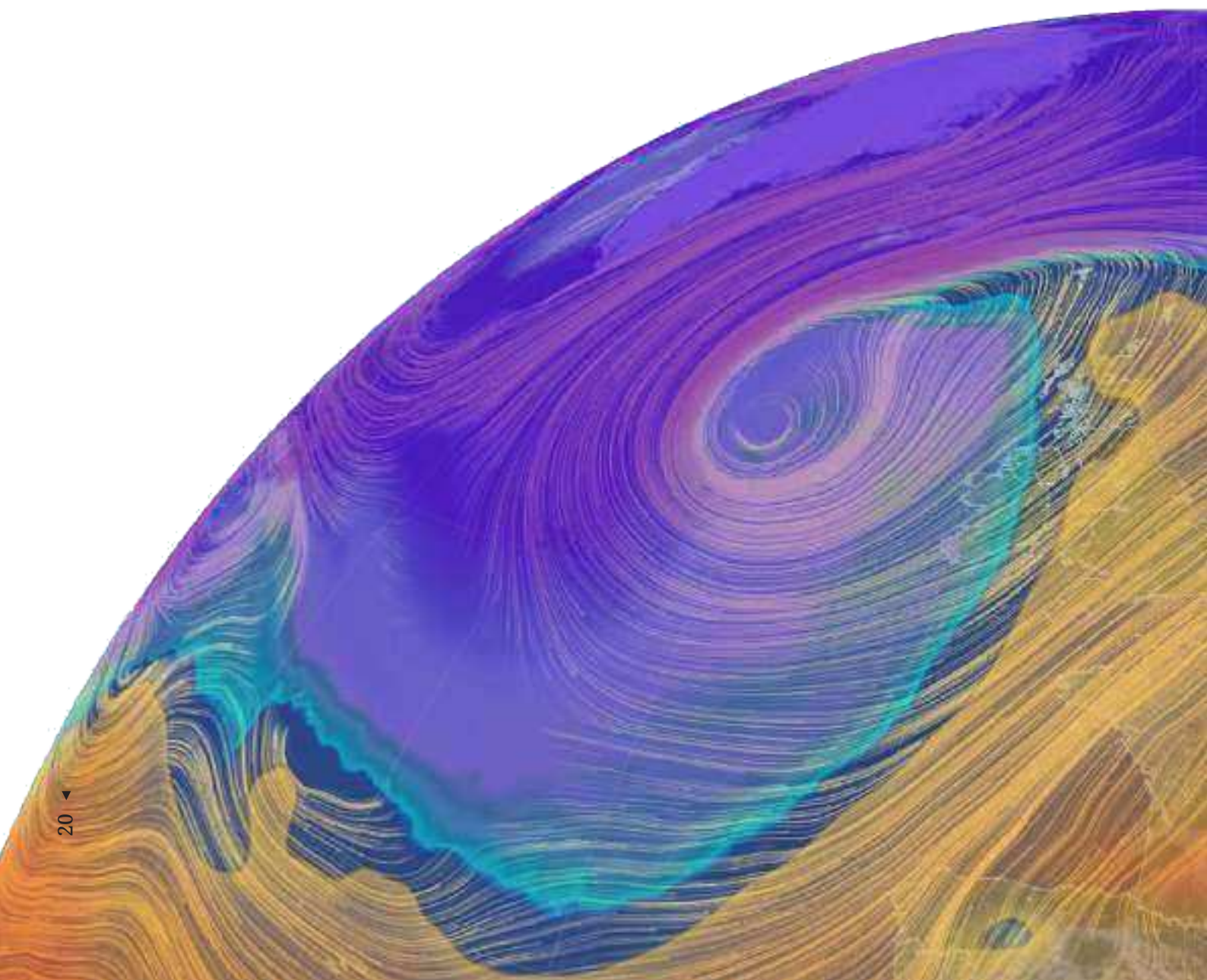
Ad eccezione dei casi in cui il fenomeno non sia ampiamente organizzato in sistemi frontali o linee di groppo (squall lines), il temporale può essere strutturato in supercelle, avere un carattere così locale che anche un modello numerico ad area limitata ad elevata risoluzione spaziale difficilmente riesce a risolvere. È necessario quindi un monitoraggio costante

I fenomeni temporaleschi sono caratterizzati da un'intrinseca imprevedibilità legata alle molteplici cause che ne determinano la genesi e ne influenzano l'evoluzione.

dell'evoluzione generale della circolazione atmosferica basata sulle immagini da satellite e da radar (il cosiddetto nowcasting), sulle carte di analisi e di previsioni, nonché sui più recenti radiosondaggi, in modo da avere delle informazioni quantitative sulla stabilità o instabilità dell'atmosfera.

I campi di precipitazione previsti dai mo-

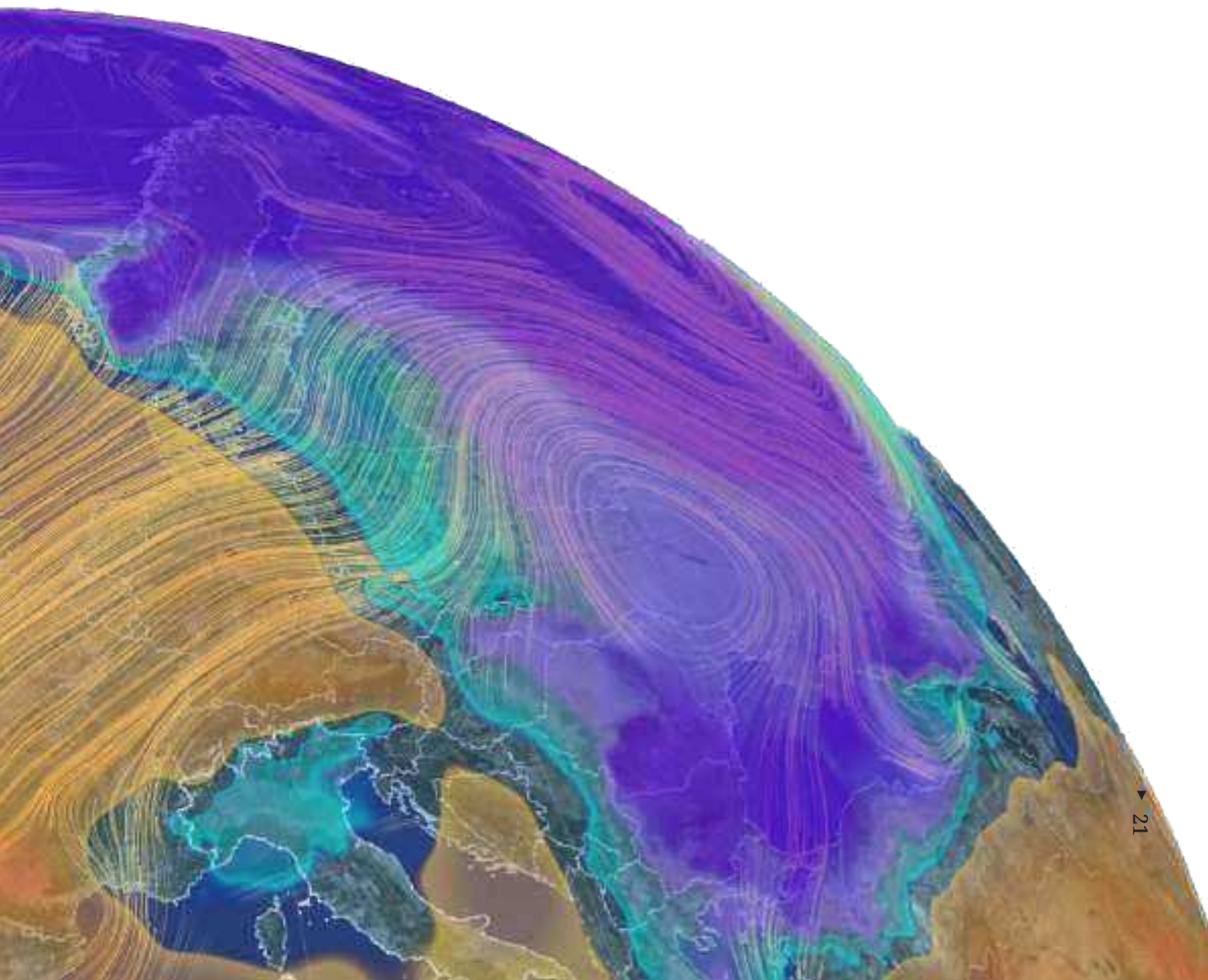
delli risultano infatti poco attendibili nel caso di temporali che, come già accennato, possono risentire dell'influenza di molteplici fattori (instabilità atmosferica, afflussi di temperatura ed umidità ai vari livelli, wind shear, corrente a getto, effetti orografici). È quindi importante che il previsore svolga un esame dettagliato dei vari campi disponibili in output dai



modelli meteorologici, in particolare dai modelli locali, in modo da riconoscere le condizioni favorevoli allo sviluppo dei temporali.

È fondamentale sottolineare inoltre che alla genesi di un fenomeno temporalesco raramente partecipa soltanto una delle cause sopraccitate e la sovrapposizione di più forzanti può aumentare l'impre-

cibilità del temporale ed amplificarne gli effetti potenzialmente pericolosi (pioggia, grandine, fulminazioni, forti venti, trombe d'aria). L'imprevedibilità dei fenomeni è molte volte amplificata dagli errori sistematici dei modelli (anche ad area limitata).



Il temporale è una breve ma intensa perturbazione a carattere per lo più localizzato generata da nubi di tipo torreggiante (cumulonembi) tipiche per la loro forma a “cavolfiore”. Associati ai temporali si hanno forti rovesci di pioggia, grandinate, colpi di vento e soprattutto scariche elettriche (fulmini, lampi). In montagna, anche in estate, non sono rare oltre una certa quota le neviccate, forti quanto improvvise per il repentino abbassamento della temperatura determinato dal temporale stesso.

Il temporale con i fenomeni ad esso associati (soprattutto i fulmini) costituiscono un elemento di rischio marcato per chiunque svolga sport in quota (escursionismo, ferratismo o alpinismo che sia). Essere responsabili significa senz'altro conoscere come ridurre i possibili rischi legati alla loro comparsa cercando di evitare quelle situazioni potenzialmente pericolose che si possono verificare non valutando accuratamente la situazione.

4. I Temporalali

In meteorologia il temporale è un fenomeno atmosferico accompagnato spesso da fulmini, vento e precipitazioni, frequentemente sotto forma di rovescio. Spesso associato a condizioni di marcata instabilità atmosferica, si tratta del fenomeno atmosferico più violento in termini energetici cui possiamo assistere con una certa frequenza alle medie latitudini.

I temporalali secondo la definizione data dalla World Meteorological Organization (WMO), riferimento internazionale in campo meteorologico, sono “scariche elettriche improvvise che si manifestano con un lampo di luce (fulmine) e un suono secco o roboante (tuono). I temporalali sono associati alle nubi convettive (cumulonembi) e sono solitamente accompagnati da precipitazioni in forma di rovescio, grandine ed occasionalmente neve”. Si parla dunque di una pluralità di fenomeni atmosferici, che sono caratterizzati da caratteristiche specifiche quali intensità, rapidità, violenza e sono solitamente riferibili a un’area geografica piuttosto ristretta.

I temporalali sono innescati da precise condizioni atmosferiche, in particolare dalla differenza di temperatura tra suolo e quota. Di fatto il temporale è una bolla di aria calda che si solleva in quanto più leggera dell’aria circostante. Un temporale nasce quindi dai moti convettivi che si innescano quando l’aria calda viene sollevata dal suolo verso l’alto. Questo si verifica per esempio quando in estate si ha un trasferimento di calore all’aria presente nei bassi strati a contatto con il suolo surriscaldato dal sole, oppure quando masse di aria fredda si incuneano sotto masse di aria più calda che vengono quindi spinte verso l’alta atmosfera. In tutti i casi, quando il vapore contenuto nell’aria sospinta verso le alte quote si condensa, si ha la formazione del cosiddetto cumulonem-

bo, ovvero la nube temporalesca.

Possiamo suddividere i temporalali che interessano l’Italia in quattro gruppi fondamentali (in base alla loro genesi):

1) Temporalali di tipo orografico

Si generano quando masse d’aria nei bassi strati sono costrette a sollevarsi per la presenza di un gruppo montuoso (effetto stau*). Se l’instabilità è marcata, l’umidità della massa d’aria in sollevamento condenserà ad una certa quota generando una cella temporalesca.

Per “instabilità” si intende la tendenza delle particelle d’aria ad accelerare verticalmente dopo essere state sollevate dagli strati inferiori dell’atmosfera.

2) Temporalali di calore

Si verificano per riscaldamento degli strati inferiori dell’aria, per cui si manifestano nel pomeriggio delle calde giornate estive. Ad una certa temperatura la massa d’aria riscaldata si dilaterà cominciando nel contempo a salire verso l’alto (colonna ascendente d’aria calda). Questo rende la colonna d’aria instabile sino a generare la nube temporalesca. I temporalali di calore, in genere di durata non superiore ad un’ora, risultano molto frequenti sulle Alpi nella stagione estiva (un giorno su due) mentre in primave-

**Lo Stau (parola tedesca che significa “coda”, “ristagno”) è un vento di risalita che si presenta quando una corrente d’aria, nel superare una catena montuosa, perde parte della propria umidità che condensa in precipitazioni (pioggia, neve o altro). Questo fenomeno favorisce maggiori accumuli pluviometrici nelle località poste in prossimità delle catene montuose, soprattutto in quelle sopravvento, che vanno man mano diminuendo allontanandosi dai rilievi.³*

³Effetto Stau e Föhn. Effetto stau e Föhn | Meteo Marta. (n.d.) <http://www.meteomarta.altervista.org/portale/effetto-stau>

ra, l'innevamento presente sulle cime alpine non permette di raggiungere la temperatura necessaria all'innesco del temporale. In questa stagione i temporali da calore risultano allora più probabili sulle Prealpi in quanto godono di un clima più caldo. I temporali di calore creano un refrigerio solo momentaneo in quanto le condizioni restano anticicloniche e quindi estive: non si ha perciò un cambiamento termico reale nella massa d'aria.

3) Temporali da avvezione

L'ascensione di masse d'aria verso l'alto è generata dal sopraggiungere di aria fredda su un cuscino più caldo. Sono tipici a questo riguardo i temporali delle zone costiere nel bel mezzo della notte quando la superficie del mare resta molto più calda rispetto alla terra. E' l'unica tipologia di temporale a non interessare le catene montuose.

4) Temporali di tipo frontale

Si formano sul bordo avanzante di un sistema frontale per lo più di tipo freddo. Un fronte freddo nel suo avanzare solleva vigorosamente verso l'alto l'aria più calda stagnante in quanto quest'ultima risulta naturalmente più leggera del cuneo freddo avanzante. Il risultato è un'instabilizzazione dell'aria con conseguente formazione di una linea

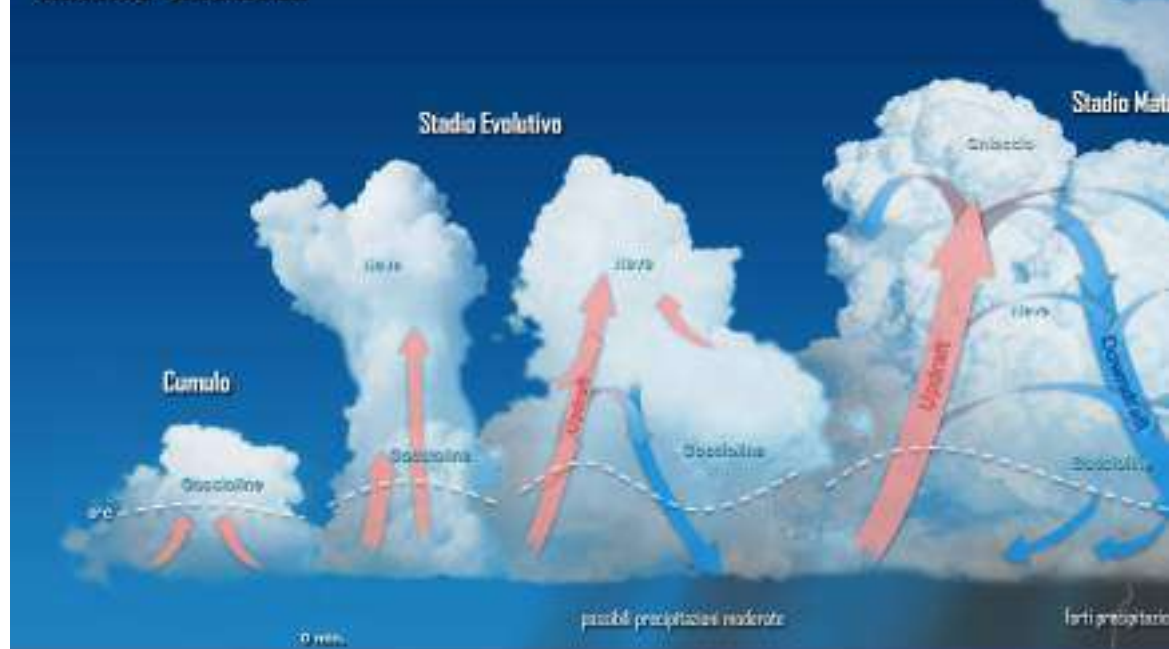
temporalesca avanzante di solito parallela (temporali prefrontali) o coincidente all'ingresso del fronte stesso. I temporali da fronte freddo, diversamente dalle altre tipologie di temporale, interessano vaste aree determinando forte maltempo e una marcata diminuzione delle temperature. Sono preceduti, specie in pianura, da atmosfera calda e opprimente (afa) per la presenza di un'elevata umidità relativa. Al loro seguito, il rovesciamento dell'aria fredda presente in quota negli strati inferiori genera ottime condizioni di visibilità, il tutto associato ad un consistente raffreddamento e ad un brusco aumento della pressione. Ancora una volta i temporali più consistenti si avranno d'estate tuttavia temporali di tipo frontale si possono verificare in tutte le stagioni dell'anno, addirittura d'inverno originando i pochi casi di "temporale nevoso" in zone non montuose. Si possono avere a tutte le ore, anche durante la notte.

Temporali di tipo frontale possono essere determinati, sebbene con minor frequenza, da un fronte di tipo caldo. In questo caso aria calda e leggera ascende al di sopra di una massa più fresca presente negli strati inferiori.

Se l'atmosfera è sufficientemente instabile, anche in queste condizioni può generarsi un temporale. Soprattutto sulle Alpi Orientali (Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia) una delle più frequenti cause di temporale è la presenza di una cosiddetta "goccia d'aria fredda"

Tipico ciclo di una singola Cella Temporalesca

Antonio Ciccolella



o “cut-off” in quota. In questi casi, nelle ore più calde il suolo del fondo valle si riscalda al sole estivo mentre in quota sono presenti temperature inferiori al normale.

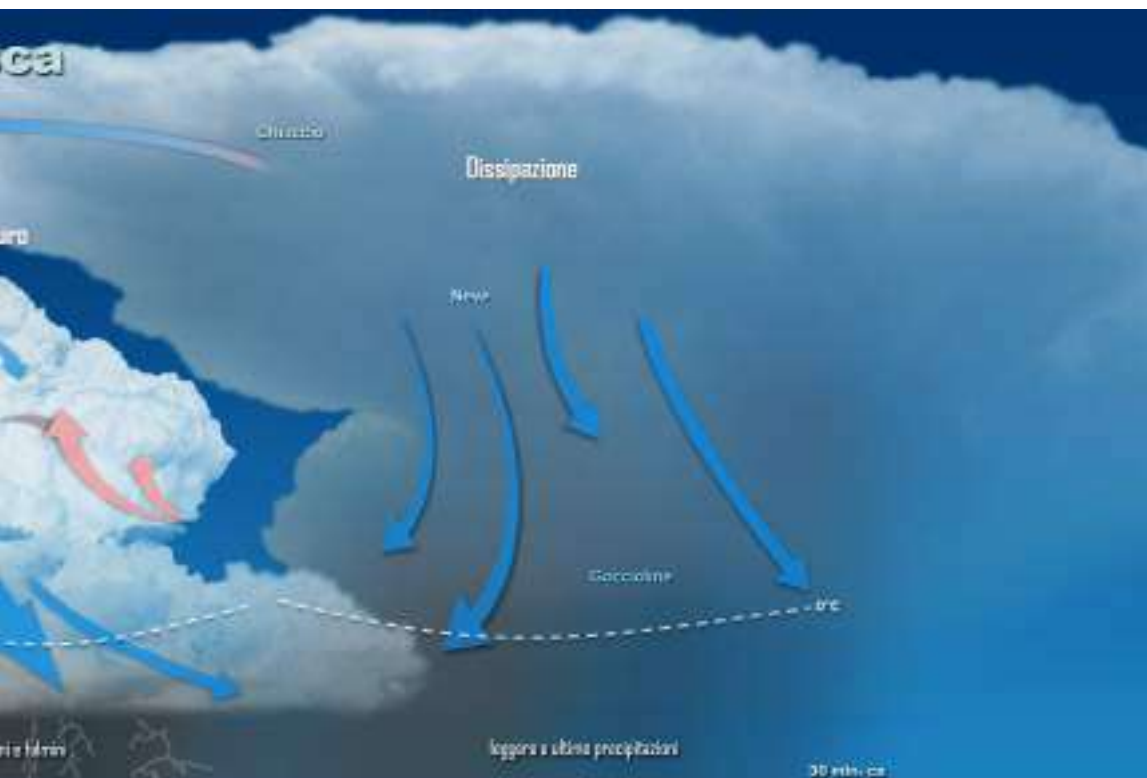
Questa marcata escursione termica a quote differenti agevola la salita verso l’alto delle masse d’aria calda con la formazione di un’improvvisa e diffusa attività temporalesca. Una cosa analoga si verifica quando aria fredda affluisce nei bassi strati dal nord Europa. In un primo tempo le Alpi riescono a frenare parzialmente l’avanzata del fronte freddo: questo avviene nei bassi strati ma non ad alta quota. Il forte raffreddamento in quota, contrastando con il suolo caldo in quanto non ancora raggiunto dal fronte è ancora una volta all’origine dei temporali.

Il temporale è costituito da un’insieme di cellule temporalesche il cui diametro non

supera i 10 km, ciascuna delle quali ha un proprio ciclo di vita le cui fasi possono essere così riassunte:

1. Fase di cumulo (o di formazione): per la presenza di forti correnti ascensionali (10-15m/sec) un cumulo si trasforma in cumulonembo che assume la caratteristica forma “a cavolfiore”.

Le intense correnti ascensionali mantengono in sospensione, all’interno della nube, le gocce di acqua ed i cristalli di ghiaccio che si sono formati. In questa fase sono presenti solo moti ascensionali che in circa 10-15 minuti fanno raggiungere alla sommità della nube la quota di 7-9km. Le goccioline di acqua in sospensione aumentano sempre di più le loro dimensioni fino a quando il loro peso supera la spinta verso l’alto della corrente ascendente e cominciano a precipitare dando luogo alla seconda fase.



2. Fase di pioggia(o di massimo sviluppo): le goccioline di acqua cadendo danno luogo a correnti discensionali fredde che colpiscono il suolo e divergono. Le precipitazioni relative sono a carattere di rovescio accompagnate da lampi, tuoni e a volte grandine se il temporale è particolarmente intenso.

Nella parte iniziale di questa fase sia le precipitazioni che le correnti discensionali interessano la parte bassa e centrale della nube e gradualmente si estendono a tutta la nube eliminando i moti ascensionali. Le correnti ascendenti raggiungono valori dell'ordine di 30m/sec. La durata di questa fase è mediamente di 30minuti e la nube raggiunge fino a 12km di altezze.

3. Fase di dissipazione: in questa fase sono presenti solo moti ascendenti che trasportavano aria calda e umida verso la

nube stessa, si dissolve a cominciare dalla parte superiore che tende a mescolarsi con l'aria circostante facendole assumere la classica forma ad "incudine" dai contorni sfilacciati. Le precipitazioni perdono il carattere di rovescio e la temperatura della nube tende ad assumere lo stesso valore dell'aria circostante.

Le cellule temporalesche si presentano in successione; se c'è aria calda e umida nei bassi strati ogni nuova cellula si presenta davanti alla prima e si sviluppa quando quest'ultima è nella fase di pioggia. Lo sviluppo della nuova cellula temporalesca è innescato dall'aria fredda discendente della cellula già attiva. Questa corrente d'aria fredda si incunea sotto l'aria calda sollevandola e innescando il processo temporalesco. Le cellule temporalesche sono localizzate lungo la direzione del vento e la linea ideale lungo la quale si sviluppano è detta linea temporalesca.

5. I Fulmini

In meteorologia il fulmine è il prodotto di una scarica elettrica che avviene nell'atmosfera, affinché un fulmine venga generato occorre che si crei una differenza di potenziale elettrico tra una nuvola e il suolo o all'interno di una nuvola.

I fulmini sono fenomeni atmosferici molto comuni ma da sempre molto complessi nella comprensione e nello studio a causa della rapidità con cui si manifestano. Sin dai tempi antichi a causa della violenza con cui si abbattono su cose e persone sono sempre stati temuti dall'uomo che in essi vedeva l'azione degli dei, a cui venivano associati in molte civiltà. Solo dalla metà del '700 si è riconosciuta la natura elettrica dei fulmini e da allora si è cominciato a studiarne le proprietà fisiche, utilizzando strumentazioni sempre più efficienti.

Studiando la caratteristica delle scariche atmosferiche si è evidenziata pian piano l'esistenza di una correlazione tra fulmini e la struttura interna del temporale che li genera e con tutta una serie di altri fenomeni che si verificano in concomitanza con essi all'interno del temporale stesso, dalla semplice precipitazione ai più violenti tornado.

Con la continua estensione delle aree abitate è divenuto inoltre sempre più importante non solo conoscere i fulmini dal punto di vista scientifico ma anche avere modo di monitorarli in maniera costante al fine di proteggersi dai rischi che ne derivano, sia quelli dovuti alla scarica stessa che quelli dovuti agli effetti secondari della scarica, in particolare incendi e lesioni alle persone. Per poter effettuare questo tipo di monitoraggio sono state sviluppate negli ultimi decenni moltissime reti in grado di localizzare i fulmini anche a

grandi distanze sfruttando le emissioni di radiazione da parte del canale di scarica, sia nel visibile che nelle onde radio.

I fulmini sono delle scariche elettriche improvvise e violente che si verificano tra due nubi oppure tra una nube e la superficie terrestre a causa di differenze di potenziale molto elevate nell'ambito dell'atmosfera. Il fenomeno si manifesta con un effetto luminoso (lampo) ed uno sonoro (tuono) che non vengono percepiti simultaneamente dall'osservatore a causa delle diverse velocità di propagazione della luce (300.000 Km/s) e del suono (340 m/s). Il lampo viene visto pertanto quasi istantaneamente, mentre il tuono viene udito dopo un intervallo di tempo tanto più grande quanto più è distante il fulmine.

Normalmente un fulmine è composto da un ramo principale e da molti rami secondari, con il caratteristico aspetto a zig-zag, determinato dalla ricerca del percorso di minor resistenza elettrica. La lunghezza può raggiungere i 2-3 Km, con punte di 5 Km; quando si verificano tra nubi, i percorsi possono anche raggiungere i 10-15 Km.

Per spiegare la nascita dell'evento del fenomeno atmosferico dei fulmini attingiamo da un esempio del mondo scientifico. Dalla fisica è noto che se si caricano elettricamente due corpi conduttori con cariche di segno opposto, non c'è passaggio



di corrente elettrica se essi sono separati da un materiale isolante. Aumentando il numero delle cariche, l'intensità del campo elettrico aumenta proporzionalmente fino ad un certo limite, caratteristico di ogni isolante, oltre il quale il materiale cede istantaneamente con un passaggio violento di corrente fra i conduttori.

La scarica produce la perforazione del materiale ed il valore limite del campo elettrico, oltre il quale si ha tale fenomeno, è noto come rigidità dielettrica. Nel caso dell'aria pulita e asciutta il valore del campo è di circa 30 KV/cm, che scende notevolmente, a valori inferiori a 3-4 KV/cm, in presenza di umidità, di pulviscolo atmosferico o di altre impurità.

Il fulmine è l'equivalente atmosferico del fenomeno precedentemente descritto; in tal caso l'isolante è l'aria ed i due corpi conduttori sono la nube ed il suolo oppure due diverse nubi o due diverse parti di una stessa nube.

E' ormai accertato che le grosse nubi temporalesche (cumulonembi) sono caricate positivamente nella parte più alta e negativamente in quella più bassa; esistono diverse teorie che cercano di giustificare tale situazione, una di esse, abbastanza attendibile, è che le separazioni delle cariche abbiano origine dalle collisioni fra i vari elementi di nube rappresentati dalle piccole gocce di acqua o dai piccoli cristallini di ghiaccio, formati in seguito alla condensazione o alla sublimazione del vapore acqueo. All'interno delle nubi

temporalesche esistono forti correnti ascensionali e precipitazioni che innescano complessi procedimenti di crescita e di interazione dei vari elementi, determinando le collisioni sopracitate.

Si è ritenuto che le più piccole particelle tendano ad acquisire cariche negative, mentre le più grandi acquisiscano cariche positive. Queste particelle tendono a separarsi per effetto delle correnti ascensionali e della forza di gravità, fino a che la nube non assume lo stato elettrico precedentemente descritto (positivo in alto e negativo in basso). La suddetta separazione produce enormi differenze di potenziale sia all'interno della nube che fra la nube e la terra, che per induzione tende a caricarsi positivamente.

Le differenze di potenziale possono raggiungere le centinaia o migliaia di milioni di volt, causando il superamento della rigidità dielettrica dell'aria: in tale istante scocca il fulmine. Il meccanismo della scarica è tuttavia alquanto complesso e si manifesta in due tempi:

Inizialmente dalla nube scende verso il suolo una scarica debole ed invisibile composta da particelle cariche negativamente, essa è detta scarica pilota (o scarica guida o stepped leader) ed avanza verso il basso con una velocità relativamente piccola (circa 100 Km/s) e con percorsi successivi di breve lunghezza (circa 50 m). Lungo tale percorso a zig-zag si crea un'intensa ionizzazione che predispone alla seconda fase.

Quando la scarica pilota si avvicina al suolo, da quest'ultimo parte una scarica "di ritorno" diretta verso l'alto e composta da un flusso di cariche positive presenti sulla superficie terrestre. Quando le due scariche si incontrano, esse segnano nell'aria una specie di scia di congiunzione tra cielo e terra; lungo tale traccia risale verso la nube una fortissima corrente elettrica ad una velocità stimata in circa un terzo di quella della luce.

La scarica di ritorno (return stroke) può durare tra qualche decina e qualche centinaia di microsecondi e libera una quantità enorme di energia di tipo termico, ottico (lampe), acustico (tuono) ed elettromagnetico.

Il canale conduttore, creato dalla scarica guida, può ramificarsi in parecchie branche, lungo le quali si possono avere diverse scariche di ritorno giustificando così l'aspetto tutto ramificato del fulmine, simile alle radici di una pianta. Spesso lungo il canale conduttore, dopo la prima scarica, si può avere un'altra scarica guida verso il basso, che innesca un secondo fulmine. Questo può verificarsi più volte in uno o due secondi, causando l'effetto tremolante nella luce del lampo.

La formazione delle cariche nelle nuvole temporalesche dipende dai moti convettivi all'interno delle nuvole che spostano verso l'alto l'aria umida e verso il basso quella fredda; d'altro canto la temperatura, più bassa negli strati più alti dell'at-

mosfera, fa congelare le gocce d'acqua. Si creano così dei flussi convettivi che portano in alto gocce d'acqua e verso il basso particelle di ghiaccio. Questo origina uno sfregamento continuo di acqua e ghiaccio, permettendone il caricamento elettrostatico.

Le particelle cariche tenderanno a disporsi secondo uno schema bi- o tri-polare, con le cariche negative nella parte bassa della nube e quelle positive nella parte alta.

Il cumulonembo assume così l'aspetto di un grosso dipolo, essendo le regioni cariche di qualche km di diametro. Alcune sacche minori di cariche positive si possono trovare nella zona inferiore della nube.

Tra queste regioni di carica opposta possono crearsi vari tipi di scarica, appunto i fulmini.

Nella prima fase c'è un primo sollevamento di aria calda e umida che genera una nuvola a forma di cumulo. Il cielo intorno ad esso è sgombro da altre nuvole rilevanti e il soleggiamento del terreno è quindi intenso; questo favorisce l'instabilità. La nube continua ad inglobare aria calda e umida dal basso. Sollevandosi l'aria si espande, si raffredda e fa condensare il vapore che contiene; la condensazione rilascia calore, per cui di solito la nuvola resta più calda e più leggera dell'aria circostante e continua a salire, mantenendo attivo il processo.

Nella fase intermedia, quella del pieno sviluppo del temporale, cominciano a formarsi al suo interno anche delle correnti discendenti. Nelle zone dove l'aria sale, lo zero termico è a quote più elevate; in quelle dove scende, è a quote più basse. Si forma il cumulonembo. Al suolo possono verificarsi anche forti colpi di vento.

Nella fase finale, quella della dissipazione, viene meno il "carburante" del temporale, cioè l'aria calda e umida; mancando non vi sono neanche più correnti ascendenti e rimangono solo quelle discendenti, con precipitazioni residue. Tutti i fenomeni tendono gradualmente a diminuire d'intensità e il temporale a poco a poco si esaurisce.

Tipi comuni di fulmini

Esistono molti tipi diversi di fulmini. Tuttavia, **i tipi più comuni di fulmini sono quelli che viaggiano tra le nuvole e quelli che viaggiano dalle nuvole al suolo.** Il fulmine che viaggia tra le nuvole è chiamato cloud flash, mentre il fulmine che viaggia tra la nuvola e il suolo è chiamato cloud-to-ground o ground-to-cloud flash a seconda della direzione in cui viaggia il fulmine.

I fulmini nuvola-terra e terra-nuvola differiscono in termini di come si verificano. Per i tipi cloud-to-ground, si verifica

naturalmente a causa della normale elettrificazione nell'ambiente e viaggia dalla nuvola al suolo. Possono avere una carica negativa o positiva. Il fulmine caricato negativamente è abbreviato come -CG mentre il fulmine caricato positivamente è abbreviato come +CG. I CG negativi sono più comunemente osservati durante un temporale e possono essere distinti dalla loro forma ramificata verso il basso. I CG positivi, d'altra parte, sono meno comuni e possono essere identificati visivamente dalla loro mancanza di ramificazione nell'ictus.

I tipi ground-to-cloud vengono attivati artificialmente e viaggiano dal suolo al cloud. Ciò si verifica quando un colpo verso l'alto da un oggetto a terra salta verso le nuvole temporalesche caricate elettricamente. Sono molto più pericolosi in quanto possono colpire alte strutture artificiali come torri e aeroplani. Possono anche essere caricati positivamente o negativamente come la loro controparte cloud-to-ground.

Oltre ai comuni lampi da nuvola a terra, ci sono anche tipi meno comuni di fulmini che sono stati osservati dagli scienziati. Due di loro sono fulmini intracloud e crawler di incudine.

I fulmini intranube sono simili ai fulmini da nuvola a nuvola, ma invece di saltare tra le nuvole, viaggiano tra diverse regio-

ni di una nuvola che hanno cariche diverse. Possono essere osservati come uno strato di luce che copre l'intero cielo e non sempre possono essere visti da terra.

I crawler dell'incudine sono un altro tipo di fulmine meno comune che è stato osservato in natura. Si muovono lentamente rispetto ad altri tipi di fulmini e spesso percorrono distanze molto lunghe. Si verificano anche ad altitudini più elevate rispetto ad altri tipi di fulmini e appaiono all'interno delle nuvole.

A seconda del loro aspetto e delle loro caratteristiche, i meteorologi distinguono diversi tipi di fulmini, quelli più noti sono i seguenti:

- Fulmini a razzo: sono una varietà di fulmine a linea in cui la scarica procede tanto lentamente da creare l'impressione di un razzo che voli nel cielo (molto raro);
- Fulmini globulari: sono i più misteriosi essendo stati osservati sporadicamente ed essendo ancora sconosciute le cause fisiche. Essi si presentano come delle sfere luminose di vario diametro (da 2 cm ai 10 m) e colorate di rosso, arancione, giallo, bianco, e altri colori ancora. La loro durata può essere di diversi minuti. Possono essere statici o in rapido movimento a zig-zag, riuscendo persino a passare attraverso pareti, porte, finestre chiuse senza danneggiarle.
- Fulmini a perla (o a collana): appare suddiviso in segmenti ad intervalli più o meno regolari;
- Fulmini superficiali: hanno l'aspetto di lingue di fuoco uscenti dall'orizzonte e sono prodotti da scariche elettriche non direttamente visibili dall'osservatore anche se può udirne il tuono. Possono verificarsi dentro una nube o dietro nubi più vicine, rendendole visibili anche a grandissima distanza. Quando il tuono non è più udibile (oltre i 15 Km) si parla di lampi di calore.

Il fulmine inizia a propagarsi quando si crea un canale di carica ancora molto debole e leggermente visibile, che incomincia a svilupparsi verso terra. Questo canale procede per passi successivi, ciascuno dei quali è lungo circa 50 m, con pause di circa 50 msec. Questo canale è chiamato "stepped-leader". Quando lo stepped-leader tocca terra o incontra un canale analogo ascendente, il circuito nube-suolo viene chiuso e si ha passaggio di corrente. La corrente illumina il canale ionizzato fin qui rimasto oscuro generando così la classica striscia luminosa; questa fase è chiamata "return stroke" (colpo di ritorno). La velocità del colpo di ritorno è circa 1/3 della velocità della luce. Durante il passaggio di corrente si ha un brusco cambiamento di temperatura e di densità nel canale ionizzato lasciato dallo stepped-leader. Questo brusco cambiamento

origina un'onda di pressione che si propaga e che viene percepita come tuono. Il canale di carica ionizzato ha un diametro di qualche centimetro, mentre la temperatura raggiunge i 30.000 K.

A questo punto il fulmine può esaurirsi, oppure dell'altra carica può passare nel canale preesistente, discendendo verso la terra in un secondo processo oscuro, chiamato dart-leader, depositando altra carica lungo il canale; di nuovo al raggiungimento della terra si avrà passaggio di corrente con un secondo illuminamento, e così via per due o più dart-leader. Solitamente questo processo è più veloce dello stepped-leader e di solito non presenta rami secondari, come invece capita spesso al primo colpo.

La carica totale depositata da un fulmine si aggira sui 5-10 Coulomb.

Un fenomeno spesso concomitante alla discesa dello stepped-leader o alla presenza di una nube temporalesca, è la formazione di canali di carica ionizzata di segno opposto alla parte inferiore della nube, che si propagano verso essa o verso il canale discendente partendo da terra (tipicamente da punte o strutture isolate). Questi canali, chiamati "upward leader" (canali ascendenti), possono incontrare effettivamente il canale discendente, aiutandolo così a chiudere il percorso, o possono morire dopo poco senza aver originato il fulmine. Caso estremo è quello in cui il canale ascendente è così forte che riesce a raggiungere la nube prima di

incontrare un canale discendente. Questo da origine ad un fulmine ascendente.

Parametri principali.

I parametri principali che identificano un singolo colpo di fulmine sono sicuramente:

- l'intensità di corrente
- la polarità
- il tempo di salita alla cresta di corrente
- il tempo di decadimento all'emivalore, ovverosia quanto in fretta la corrente si propaga nel canale

La distribuzione di corrente per fulmini negativi è nota da numerosi esperimenti, e il valor medio di corrente è di 30 kA, con un intervallo che va dai 2 kA ai 200 kA.

Il tempo di salita della corrente per il primo colpo di ritorno è di qualche microsecondo, mentre è meno di un microsecondo per i colpi successivi.

Il tempo all'emivalore per il primo colpo è di circa 50-100 microsecondi.

In generale i colpi positivi presentano tempi più lunghi.

Una cella temporalesca ha una vita media di **20-30 minuti**: quando i temporali durano più a lungo è perché si ha il susseguirsi di più celle sulla stessa zona.

Ci sono quindi diversi tipi di temporali:

- cella singola : relativamente rari e de-

- boli, difficilmente prevedibili;
- grappolo di multicelle: un gruppo di celle singole che si muove come unità singola ma in cui ogni cella si trova in un diverso stadio di sviluppo;
- linea di groppo o squall line: costituite da una fascia lunga e stretta di temporali con un fronte di raffica continuo e ben sviluppato sul bordo principale della linea;
- supercella: un temporale caratterizzato dalla presenza di una bassa pressione in rotazione, si tratta di una tempesta piuttosto violenta.

Se si considerano le 24 ore, la percentuale maggiore dei temporali si sviluppano sulla terra nelle ore più calde e umide della giornata, quindi nel primo pomeriggio e a seguire una buona percentuale si ha la sera e la notte e infine con minor frequenza è possibile assistere a temporali mattutini.

Il tuono

Lungo lo stretto canale percorso dal fulmine, l'aria si riscalda, quasi istantaneamente, fino a 15.000 °C, determinando un'espansione esplosiva che ad una certa distanza si manifesta con un fragore noto come tuono. Se un fulmine cade ad una distanza relativamente breve, il tuono viene avvertito come un colpo secco; se cade lontano, il lampo è seguito da un

rombo sordo e prolungato in quanto le onde sonore vengono rifratte dall'atmosfera e fatte rimbalzare da colline, montagne e altre conformazioni del terreno. Come si è già detto, la luce del lampo viene percepita istantaneamente, mentre il tuono viene udito dopo un intervallo di tempo più o meno lungo a secondo della distanza del fulmine. Tale distanza è pari a 340 metri moltiplicati per il suddetto intervallo in secondi.

Interferenze elettromagnetiche.

Essendo un fenomeno naturale di origine elettrica, il fulmine genera un forte impulso elettromagnetico che provoca interferenze nella ricezione di segnali radio (specialmente con modulazione in ampiezza), fino a frequenze di diversi MHz.

5.1 Caratteristiche dei fulmini

I fulmini possono essere catalogati in base alle loro caratteristiche e si suddividono in:

- Nube-Nube
- Intranube
- Nube-nube
- Nube-aria
- Nube-Suolo
- Ascendenti
- Discendenti

Possono poi esser suddivisi in base **all'elettricità che portano**:

- Positivi (circa il 10% del totale) formati da un solo colpo
- Negativi (circa il 90% del totale) formati da più colpi

La loro durata media è:

- Durata media del fulmine circa 0.2 sec
- Durata dei singoli colpi che lo compongono decine di millisecondi

Intensità della corrente

Corrente media per fulmini negativi è di 30 kA
Intervallo di corrente va da 2 kA a 200 kA

Canale di carica

Temperatura di circa 30000 °K (gradi Kelvin o assoluti)

Carica totale depositata da 5 a 10 Coulomb

Mesi nei quali la frequenza dei fulmini è maggiore:

Maggio-Novembre

Mese più colpito:

Agosto (oltre il 20% del totale)

Maggio e Novembre il 25% rispetto ad Agosto

Giugno e Ottobre il 50% rispetto ad Agosto

Luglio e Settembre il 75% rispetto ad Agosto

In Italia le zone più colpite sono:

Arco alpino e specialmente in prossimità dei laghi

Appennino Ligure

Appennino Centrale, dove spicca la zona di Roma

5.2 Da cosa sono attratti i fulmini

L'ALTEZZA, LA FORMA E L'ISOLAMENTO di un oggetto sono i fattori dominanti che influenzano la sua probabilità di essere colpito da un fulmine.

Sebbene il metallo non attiri i fulmini, ovviamente conduce elettricità, quindi stare lontano da recinzioni metalliche, ringhiere, gradinate, gioielli ecc.. durante un temporale.

Il fulmine può colpire comunque indistintamente in qualsiasi punto.

Il fulmine ha bisogno di un percorso per scaricare dalla nuvola al suolo e solitamente cerca il percorso più breve.



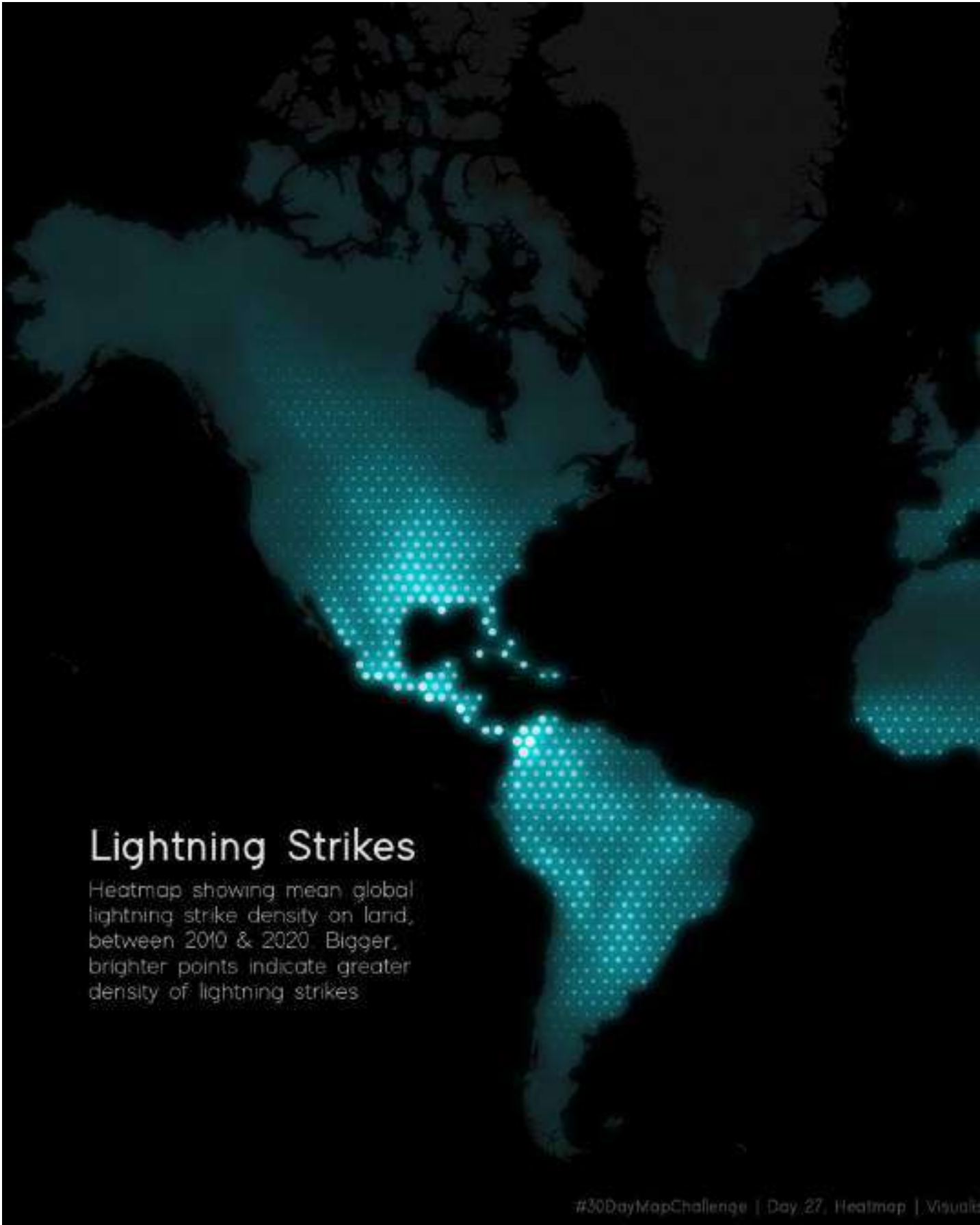
ALTEZZA



FORMA



ISOLAMENTO



Lightning Strikes

Heatmap showing mean global lightning strike density on land, between 2010 & 2020. Bigger, brighter points indicate greater density of lightning strikes



Visualization: Joshua Copping | Data: Kaplan & Lou, 2021

5.3 Conseguenze fisiche nell'uomo

I fulmini possono provocare danni alla salute in forma diretta, se il corpo viene colpito direttamente dalla scarica, oppure indiretta, se viene colpito dalla corrente di ritorno nel terreno. I danni più gravi sono quelli derivanti dalla fulminazione diretta, che può provocare la morte.

I danni possono essere diversi a seconda delle zone che vengono colpite.

- Cervello: perdita di coscienza, paralisi, amnesia e demenza;
- Orecchie: lesione del timpano, sordità parziale o totale;
- Pelle: ustioni o lacerazioni;
- Occhi: perdita di sensibilità al colore, annebbiamento, cecità;
- Cuore: malattie cardiache, infarto;
- Polmoni: asfissia.

5.4 Frequenza degli eventi temporaleschi

Gli eventi climatici estremi raddoppiano e nell'estate del 2022 in Italia si sono abbattuti 53 fulmini pericolosi che hanno colpito l'intero territorio nazionale. La statistica è emersa dall'analisi della Coldiretti sulla base dei dati dell'European Severe Weather Database (Eswd) relativamente all'ultima ondata di maltempo. Proprio i fulmini purtroppo hanno provocato feriti e vittime. Dallo studio della Coldiretti viene alla luce che si parla di quasi il doppio dei fulmini (+83%) rispetto a quelli riscontrati nel medesimo periodo dello scorso anno.

Negli ultimi 20 anni le probabilità di essere colpiti da un fulmine sono aumentate notevolmente. La causa deriva dal cambiamento climatico: l'aumento del calore infatti può attirare maggiore umidità nell'atmosfera, fattore chiave per le particelle cariche che portano alla creazione delle saette.

Lo schema di fulmini basato sul ghiaccio indica una climatologia dei fulmini altamente alterata, la conseguenza di aumenti generali dell'instabilità, in parte limitati dall'inibizione convettiva, insieme a enormi aumenti dell'altezza del livello di scioglimento e meno ghiaccio delle nubi. Uno spostamento verso nord di regimi meteorologici favorevoli aumenta la frequenza dei fulmini alle latitudini più elevate e favorisce più temporali sulle Alpi, ma i fulmini diminuiscono altrove sul terreno più basso e sul mare. I nostri ri-

sultati suggeriscono la necessità di rivalutare il rischio di fulmini per gli incendi, le proprietà e la vita umana in tutta Europa.

Una terra più calda potrebbe suggerire intuitivamente un aumento dei fulmini, con temporali che si verificano più frequentemente a temperature più elevate. Ciò ha senso poiché temperature più elevate aumentano i tassi di evaporazione e quindi l'umidità atmosferica e una maggiore instabilità latente quando il profilo di temperatura verticale è adatto.

“In Italia cadono in media circa 1.600.000 fulmini all'anno, la maggior parte nei mesi di luglio e agosto. [...] Secondo le rilevazioni storiche, le aree più colpite dai fulmini in Italia sono il Friuli, la regione dei laghi lombardi, la zona di Roma e in genere i rilievi prealpini e appenninici”

- Istituto Superiore di Sanità (Iss)

5.5 Indicatori fenomeni temporaleschi

Attraverso l'osservazione negli anni del fenomeno temporalesco con presenza di fulmini, sono stati messi a sistema degli indicatori che lo rappresentano. Gli indicatori possono essere oggettivi, quelli che sono scientificamente intrinseci nel fenomeno e empirici, frequenti nell'osservazione ma che ancora non hanno trovato un fondamento scientifico.

CUMULONEMBO: Nube che si sviluppa in verticale, cresce rapidamente in altezza e in cima si allarga, assumendo un aspetto "a cavolfiore". È un segno sicuro di temporale in avvicinamento rapido;

COLORE DEL CIELO: quando il cielo è di un blu intenso si pongono tutti i presupposti per la formazione di una perturbazione;

PRESSIONE ATMOSFERICA: la pressione atmosferica in diminuzione;

UMIDITÀ: umidità in crescita durante la formazione dell'evento;

VENTO: prima fase raffiche di vento freddo in direzione del cumulonembo;

TEMPERATURA: la temperatura sarà in repentina discesa;

IL TUONO: Il tuono è il rumore provocato dal fulmine che, a seconda della natura

del fulmine e della distanza dall'osservatore, può manifestarsi come un colpo secco e forte oppure come un rombo basso e prolungato.

Il fulmine causa un forte aumento di pressione e temperatura che a sua volta provoca la rapida espansione del canale ionizzato prodotto dal fulmine stesso: l'espansione dell'aria produce infine un'onda d'urto che si manifesta col rumore del tuono.

Il rombo del tuono segue il bagliore del lampo, poiché la luce viaggia a velocità maggiore rispetto al suono: misurando il tempo che passa tra la visione del lampo e la percezione del suono è possibile capire a quale distanza si è verificato il fenomeno.

Dividendo per tre l'intervallo di tempo in secondi che intercorre tra la visione del fulmine e la percezione del suono si avrà la distanza in chilometri alla quale si è verificato il fenomeno;

ENERGIA STATICA: L'aria è pervasa da energia statica (quando il temporale è molto vicino si rizzano i capelli o si sente un formicolio);

SAPORE METALLICO: La stimolazione elettrica può provocare la percezione di sapore metallico in bocca;

ODORE DI OZONO: L'odore di ozono nell'aria è associato alle scariche elettriche, ciò potrebbe significare che un ful-



mine sia già caduto in una zona limitrofa e che questa possa ancora essere soggetta a scariche;

SENSAZIONE DI MALESSERE: Si potrebbe avvertire una sensazione di malessere con vertigini e sudorazione causata dalla carica elettrica che interferisce con il sistema nervoso e riscalda il corpo;

VIBRAZIONI, RONZII o CREPITII: potrebbero essere percepiti rumori come ronzii e crepitii o vibrazioni provenienti da oggetti metallici;

FUOCHI DI SANT'ELMO: Il fuoco di sant'Elmo è una scarica elettro-luminescente provocata dalla ionizzazione dell'aria durante un temporale, all'interno di un forte campo elettrico. Benjamin Franklin nel 1749 osservò che si trattava di un fenomeno di natura elettrica[1]. Fisicamente, si manifesta come un bagliore brillante, bianco-bluaastro, che in alcune circostanze appare come un fuoco, spesso in getti doppi o tripli, che scaturisce da strutture alte e appuntite[1], come alberi maestri, guglie e ciminiere.

Anche se viene chiamato "fuoco", il fuoco di sant'Elmo è in effetti una specie di plasma, causato dalla massiccia differenza di potenziale atmosferico, combinata al potere disperdente delle punte. Può anche apparire tra le punte delle corna

del bestiame durante un temporale, o tra oggetti appuntiti nel mezzo di un tornado, ma non si tratta dello stesso fenomeno del fulmine globulare, anche se i due sono correlati.

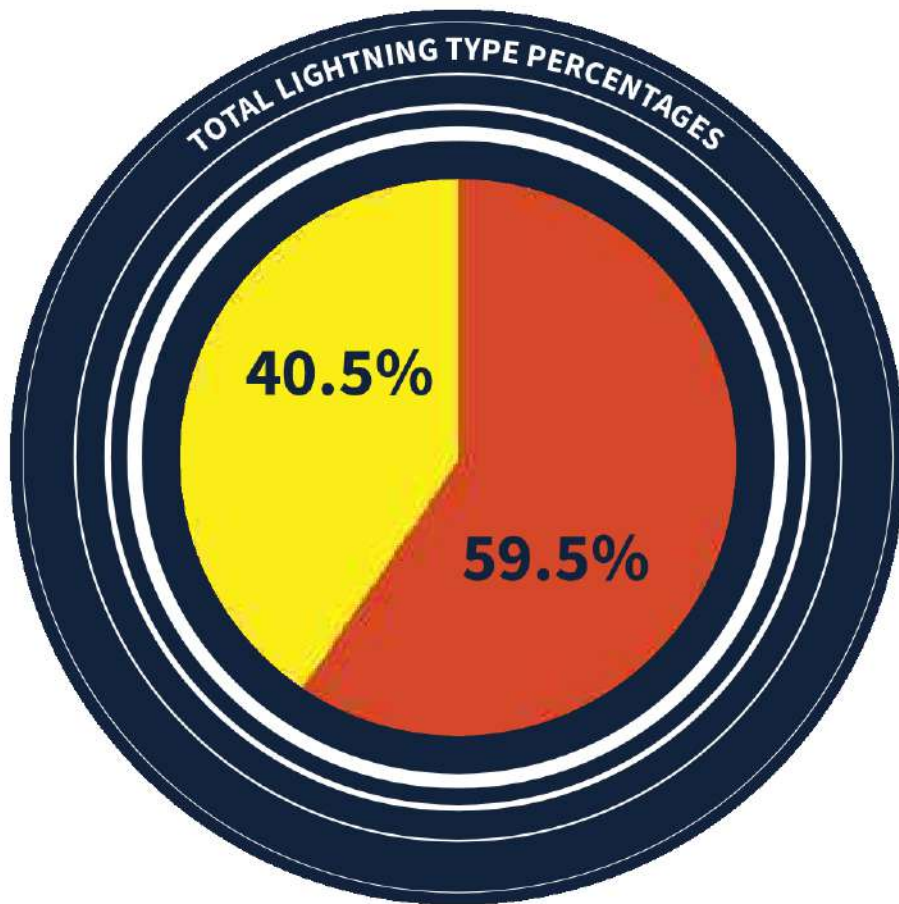
6. Europe Lightning Report

L'Europe Lightning Report 2019 è un rapporto redatto sulla base dei dati raccolti tramite la rete terrestre di individuazione dei fulmini (ENGLN).

Il seguente rapporto include dati riguardo fulmini di tipo in-cloud, cloud-to-ground e total lightning individuati in 33 paesi dell'Europa continentale e dei corpi idrici circostanti nel 2019.

Conteggi flash, classifiche, Thunder Days e Dangerous Thunderstorm.

Gli avvisi (DTA) in questo rapporto sono dal 1 gennaio 2019 al 31 dicembre 2019.



 **9,649,968**
Cloud-to-Ground

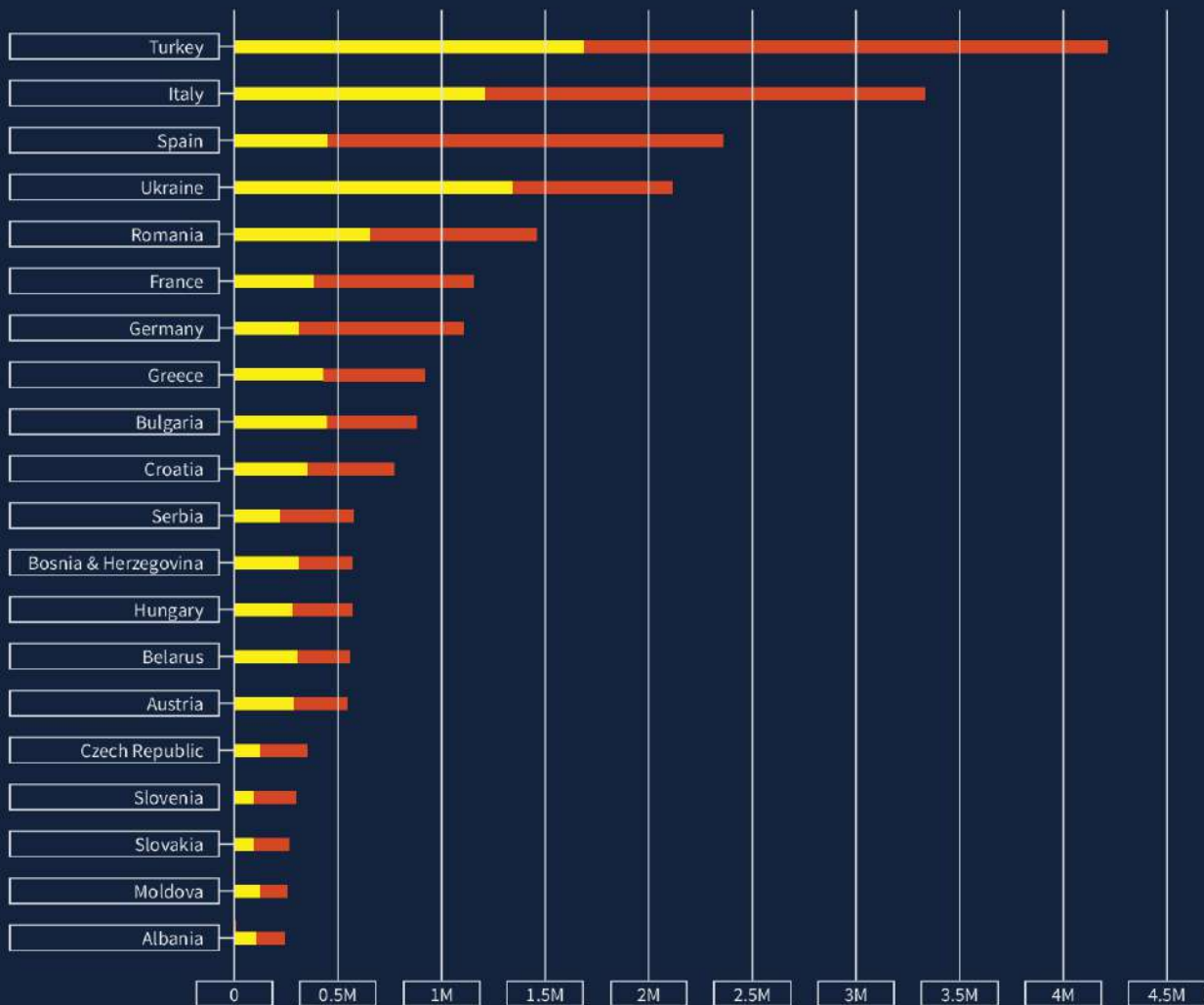
 **14,152,545**
In-Cloud

Il paese più attivo d'Europa per i fulmini totali nel 2019 è stato la Turchia, con 4.217.092 flash totali compresi di 2.527.319 strike in-cloud e 1.689.773 potenziali attacchi mortali da nuvola a terra.

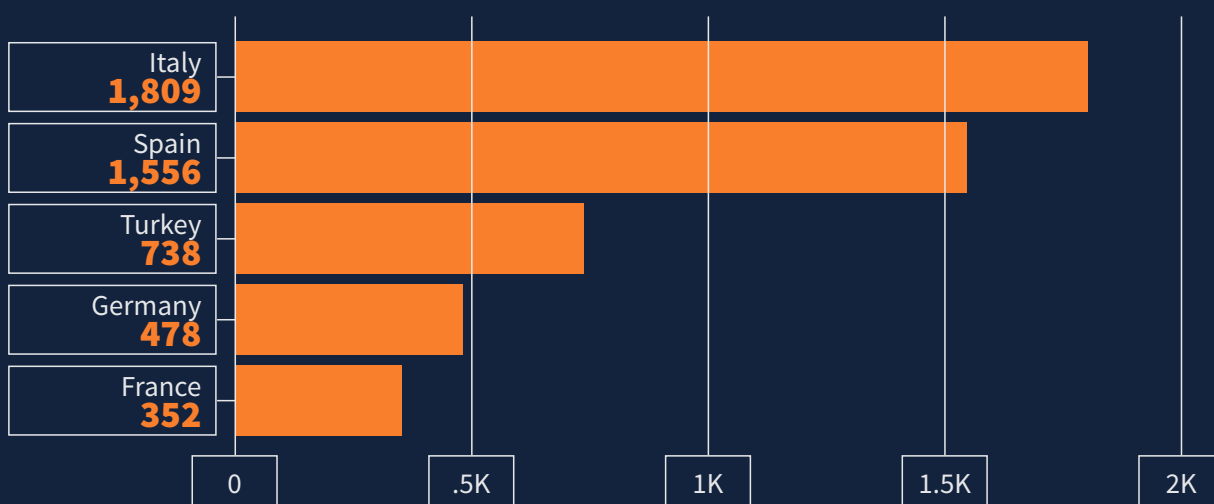
Abbiamo rilevato quasi 1milioni di flash totali in meno nel secondo paese, l'Italia. Spagna, Ucraina e Romania completano la top five Paesi europei con il maggior numero di fulmini totali.

Country	Cloud-to-Ground Count	In-Cloud Count	Total Count
Turkey	1,689,773	2,527,319	4,217,092
Italy	1,203,419	2,127,954	3,331,373
Spain	447,235	1,908,356	2,355,591
Ukraine	1,340,472	775,719	2,116,191
Romania	650,461	806,954	1,457,415

COUNTRIES

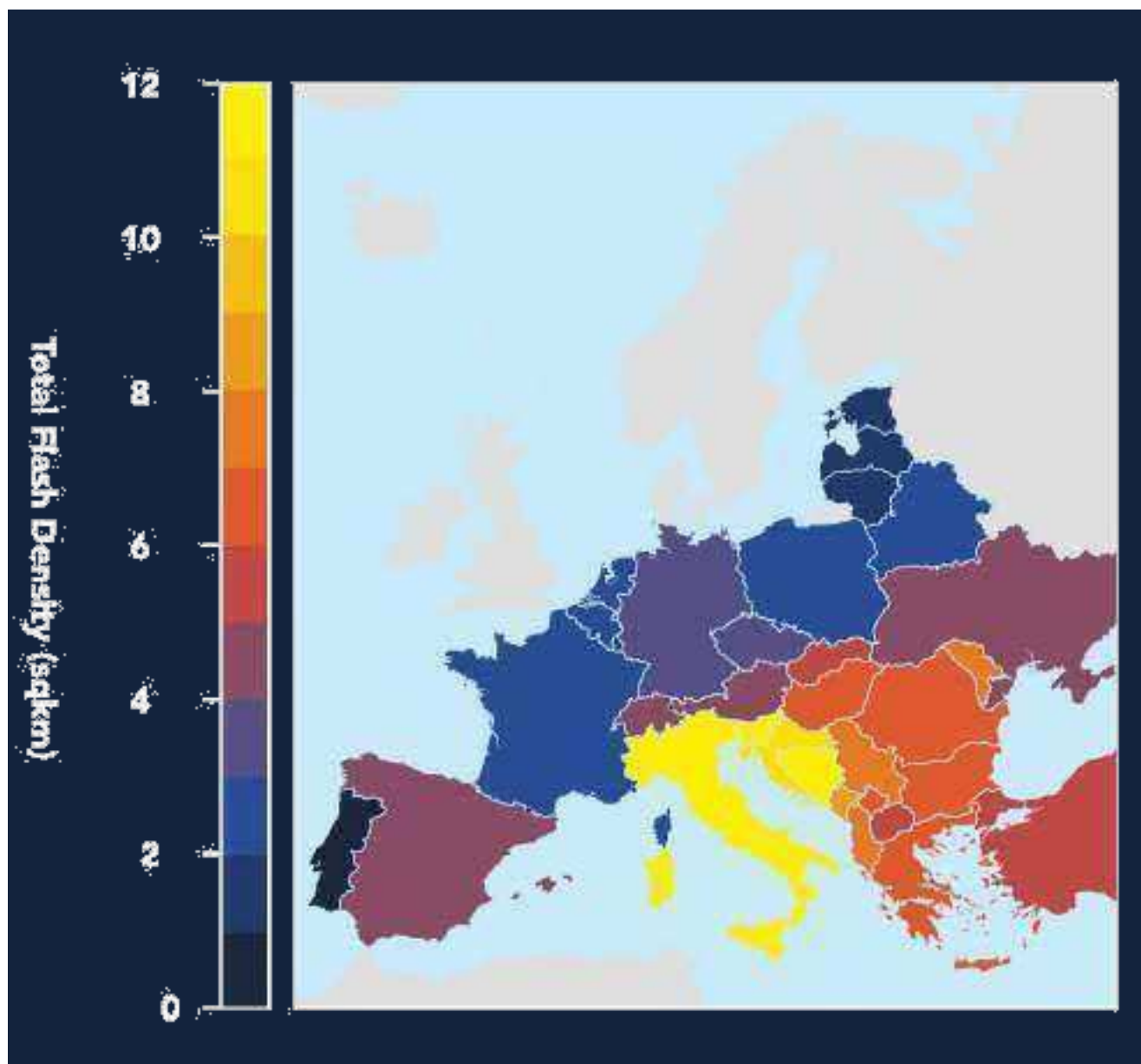


TOP 5 COUNTRIES - DTAs

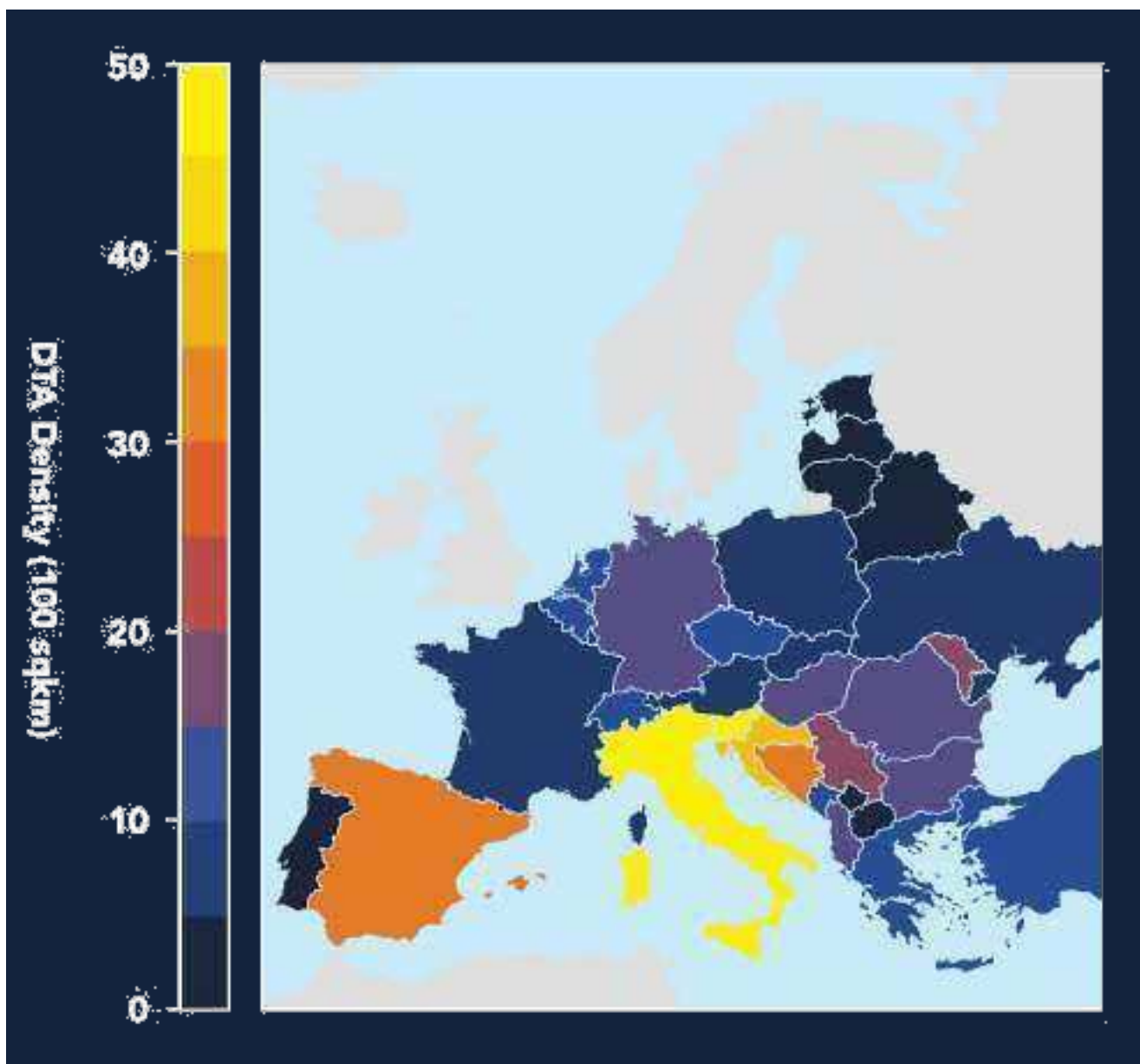


L'ENGLN ha generato 7.372 Dangerous Thunderstorm Alerts (DTA) in tutta Europa nel 2019.

Italia e Spagna sono stati gli unici due paesi con oltre 1.000 allerte ciascuno per fulmini pericolosi. Turchia, Germania e Francia hanno completato i primi cinque.



La mappa mostra la densità totale di flash in Europa del 2019. Le zone evidenziate in giallo sono lungo il mare Adriatico, tra cui Italia, Slovenia, Croazia, e Bosnia-Erzegovina. Questo è molto probabilmente a causa dell'innalzamento della Temperatura superficiale del mare (SST) per il Mediterraneo in relazione al cambiamento climatico.



Mappa Dangerous Thunderstorm Alerts (DTA)

7. Evoluzione futura del fenomeno dei fulmini

I temporali sono la fonte più comune di condizioni meteorologiche pericolose su scala locale, ma sono scarsamente rappresentati nei modelli climatici convenzionali, con conseguente elevata incertezza nei cambiamenti futuri. Il modo in cui questi cambiamenti si manifestano in termini di fulmini è ancora più incerto, con studi precedenti che forniscono proiezioni contrastanti.

Lo studio condotto dall'Università di Newcastle e dal Met Office, pubblicato sulla rivista *Environmental Research Letters*, rileva che potrebbe esserci un'immagine del cambiamento dei modelli meteorologici.

L'autore principale dello studio, il dott. Abdullah Kahraman, ricercatore senior in condizioni meteorologiche avverse e cambiamenti climatici, School of Engineering, Newcastle University e Visiting Scientist -- Understanding Regional Climate Change (URCC), Met Office Hadley Centre, ha dichiarato: "Mentre i fulmini più frequenti su montagne e nel Nord Europa potrebbero innescare più incendi nelle foreste di livello superiore, vedremo relativamente meno rischi di fulmini nelle aree più popolate dell'Europa centrale".

Le ultime simulazioni climatiche del Met Office con i dettagli locali più elevati nelle caratteristiche meteorologiche e topografiche fino a 2 km a differenza degli studi

precedenti, consente di simulare i singoli temporali e i loro processi cruciali che provocano fulmini in tutta Europa. Questa è una possibile realizzazione di un clima futuro assoluto, e le incertezze esistono soprattutto in termini di cambiamenti di circolazione.

Nel seguente studio viene utilizzato un modello su scala km che risolve esplicitamente la convezione in tutta Europa; suggerendo la convenzione da adottare entro il 2100.

Lo schema di fulmini basato sul ghiaccio indica una climatologia dei fulmini altamente alterata, la conseguenza di aumenti generali dell'instabilità, in parte limitati dall'inibizione convettiva, insieme a enormi aumenti dell'altezza del livello di scioglimento e meno ghiaccio delle nubi. Uno spostamento verso nord di regimi meteorologici favorevoli aumenta la frequenza dei fulmini alle latitudini più elevate e favorisce più temporali sulle Alpi, ma i fulmini diminuiscono altrove sul terreno più basso e sul mare. I risultati suggeriscono la necessità di rivalutare il rischio di fulmini per gli incendi, le proprietà e la vita umana in tutta Europa.

La professoressa Lizzie Kendon, Met Office Science Fellow e coautrice dell'articolo, ha affermato che "Queste nuove proiezioni climatiche ad altissima risoluzione, che hanno una risoluzione pari a quella dei modelli di previsioni meteorologiche,

stanno fornendo nuove informazioni sui futuri cambiamenti nelle tempeste convettive e i rischi associati, come forti acquazzoni, fulmini, grandine e raffiche di vento. I cambiamenti nei fulmini in questo studio sono in contrasto con gli studi precedenti. Questo ci mostra che la rappresentazione dei processi fisici fondamentali all'interno delle tempeste stesse è importante e può portare a futuri mutamenti anche di segno opposto».

I ricercatori affermano che questi risultati evidenziano la necessità di rivalutare il rischio di fulmini per gli incendi, le proprietà e la vita umana in tutta Europa.

Il coautore dello studio, il professor Hayley Fowler, professore di impatti sui cambiamenti climatici, Newcastle University School of Engineering, ha aggiunto: «Questa è solo un'altra cattiva notizia per le infrastrutture nazionali critiche nel nord Europa, dopo il rapporto dannoso 'Readiness for storms coming? Critical national Infrastructure in an age of climate change' dal Comitato congiunto sulla strategia di sicurezza nazionale la scorsa settimana. Il nostro documento ha evidenziato nuovi rischi derivanti dall'aumento dei fulmini, precedentemente sconosciuti, che richiederanno maggiori investimenti nelle misure di adattamento climatico. Sono necessarie ulteriori analisi del potenziale impatto di questi aumenti dei fulmini sull'energia e su altri sistemi in-

frastrutturali critici per consentire la produzione di politiche e misure rilevanti a livello locale e settoriale per la pianificazione dell'adattamento».

Una terra più calda potrebbe suggerire intuitivamente un aumento dei fulmini, con temporali che si verificano più frequentemente a temperature più elevate. Ciò ha senso poiché temperature più elevate aumentano i tassi di evaporazione e quindi l'umidità atmosferica e una maggiore instabilità latente quando il profilo di temperatura verticale è adatto. Tuttavia, i temporali necessitano anche di un innesco: un meccanismo per portare la particella di aria umida e meno densa al suo livello critico (livello di convezione libera (LFC) (Johns e Doswell III 1992). La convezione è altamente sensibile alle variazioni di umidità a basso livello e alle incertezze nei profili di temperatura, ma la posizione, i tempi e persino l'esistenza di questo terzo ingrediente (attivazione) dipende da molti fattori su scala minore come i venti locali, la topografia, la distribuzione spaziale dell'umidità e temperatura, e deflussi preesistenti dalle vicine celle di convezione. Ciò rende difficile rappresentare con successo i temporali in qualsiasi modello meteorologico o climatico. Tuttavia, i modelli climatici che consentono la convezione ad altissima risoluzione (CPM, con spaziatura della griglia su scala km) risolvono esplicitamente al-

cuni di questi processi e simulano molto meglio la convezione e i singoli eventi di precipitazioni estreme (Chan et al 2014, Kendon et al 2014)

7.1 Climatologia fulminea dell'Europa e il suo cambiamento futuro

Il riscaldamento globale porta un modello molto complesso di cambiamento nella densità dei fulmini in tutta Europa (figura 1). Mentre c'è un netto aumento del numero di fulmini nelle parti meridionali dei paesi nordici, nelle isole britanniche e in parti dell'Oceano Atlantico più a ovest, il numero di fulmini diminuisce nella maggior parte dell'Europa (ad eccezione del terreno più elevato, specialmente nel sud). L'aumento estivo dei fulmini al nord e la diminuzione nell'Europa centrale suggeriscono un cambio di regime di circolazione. Ciò è coerente con l'analisi dei cambiamenti fulminei in un insieme di 12 membri (UKCP Local) con lo stesso CPM e la stessa risoluzione nel Regno Unito (figura aggiuntiva S1). Alcune singole realizzazioni UKCP Local suggeriscono esiti diversi (anche di segno opposto), probabilmente in relazione a differenze nei cambiamenti di circolazione. Altre ricerche recenti prevedono anche un aumento dei fulmini ad alte latitudi-

ni, come il circolo polare artico e Alaska, anche con proxy basati su CAPE, poiché i cambiamenti di instabilità sono il motore principale degli aumenti.

I cambiamenti nel conteggio dei fulmini in inverno e in primavera in tutta Europa sono più limitati. Un hotspot locale del cambiamento di dicembre, gennaio, febbraio è il Mare del Nord. Gli incrementi più elevati si riscontrano vicino e sopra la Norvegia sudoccidentale e la Danimarca, che al momento registrano pochissimi fulmini. In primavera, non c'è un segnale forte nei fulmini, ad eccezione di piccoli aumenti sulle regioni montuose dell'Europa meridionale.

Nella figura accanto. Media (a) conteggi di fulmini basati su osservazioni ATDNet tra il 2012 e il 2021, (b) conteggi di fulmini basati sulla simulazione di controllo per il periodo 1998-2007, (c) variazione dei conteggi di fulmini nella futura simulazione climatica RCP8.5 (10 anni corri-

*A destra
Media conteggi di fulmini
basati su osservazioni
ATDNet tra il 2012 e il
2021*

a) DJF lightning counts: ATDNet Obs



b) DJF lightning counts: Model



c) DJF change in lightning counts



d) MAM lightning counts: ATDNet Obs



e) MAM lightning counts: Model



f) MAM change in lightning counts



g) JJA lightning counts: ATDNet Obs



h) JJA lightning counts: Model



i) JJA change in lightning counts



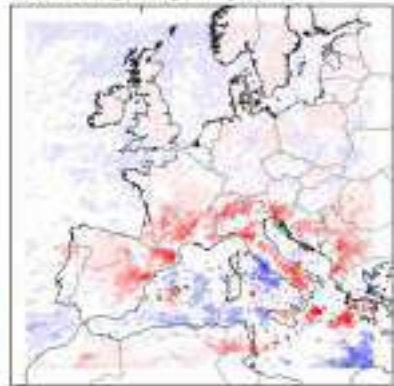
j) SON lightning counts: ATDNet Obs



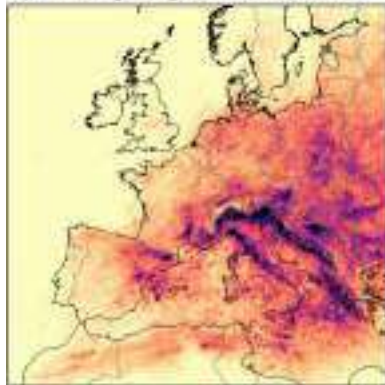
k) SON lightning counts: Model



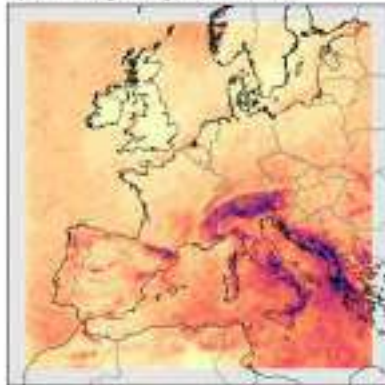
l) SON change in lightning counts



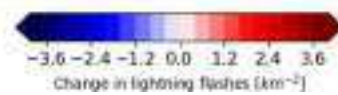
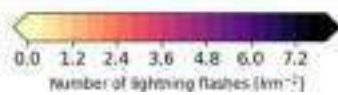
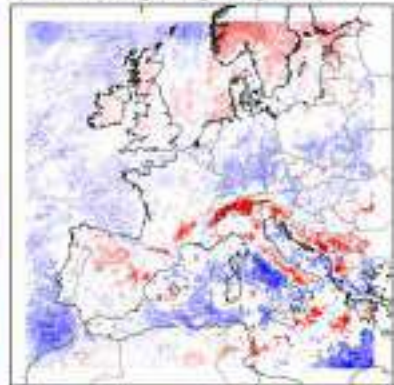
m) Annual lightning counts: ATDNet Obs



n) Annual lightning counts: Model



o) Annual change in lightning counts



spondenti a 2100) per dicembre, gennaio e febbraio, (d)–(f) uguale a (a)–(c), ma per marzo, aprile e maggio; (g)–(i) uguale a (a)–(c), ma per giugno, luglio e agosto; (j)–(l) come (a)–(c), ma per settembre, ottobre

e novembre; (m)–(o) come (a)–(c), ma per l'intero anno. Le modifiche future sono mascherate in bianco, dove i risultati non sono significativi al livello del 10%, sulla base di 1000 bootstrap.

7.2 Determinanti fisici dei cambiamenti dei fulmini

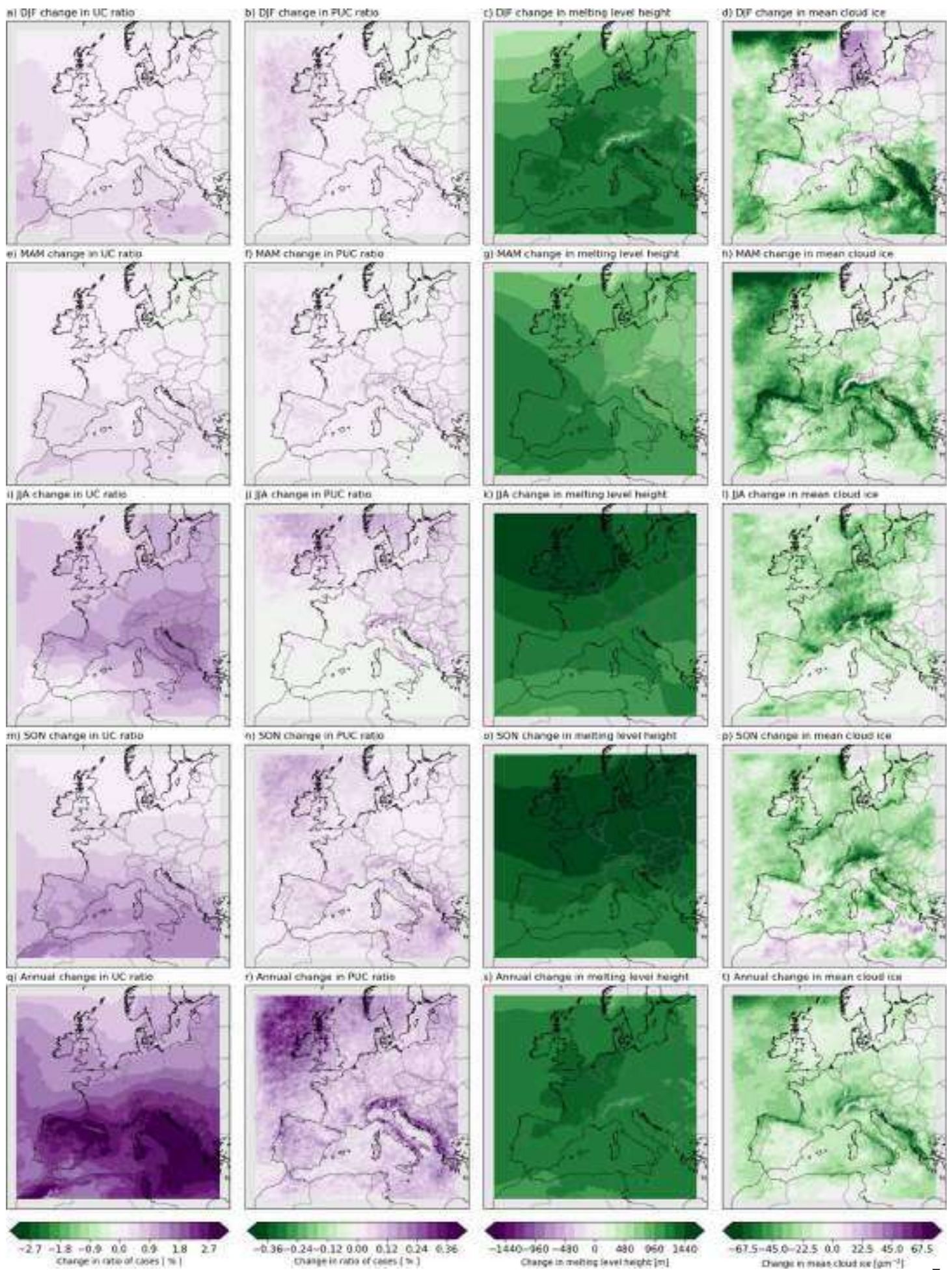
Il verificarsi dei fulmini richiede: (a) una convezione profonda e umida e (b) una quantità sufficiente di graupel e nubi di ghiaccio all'interno della corrente ascensionale convettiva. La convezione profonda e umida richiede tre "ingredienti": instabilità, umidità e portanza. Qui esploriamo questi ingredienti per comprendere i driver fisici dei cambiamenti dei fulmini. Usiamo valori LI di -2 K o meno per indicare "casi instabili" (UC), identificando la coesistenza di instabilità e umidità. Quindi aggiungiamo un altro parametro, l'esistenza di precipitazioni >1.0 mm nell'ora successiva quando c'è un UC, identificando un 'precipitating unstable case' (PUC). Per un PUC, si suppone che la convezione sia realizzata, cioè il terzo ingrediente, la portanza, è soddisfatto. Nel complesso, il PUC viene utilizzato come proxy per la convezione profonda e umida.

ficienza della produzione di fulmini. La quantità di Graupel è strettamente legata alla densità dei fulmini, dando cambiamenti molto simili. Tuttavia, qui includiamo le modifiche alla microfisica concentrando sul cambiamento per indicare la nuvola di ghiaccio. Questa è una misura più fondamentale, che è più direttamente collegata ai cambiamenti termodinamici su larga scala, inclusi gli aumenti dell'altezza del livello di fusione (MLH). Graupel è inoltre influenzato dalla frequenza delle tempeste convettive, e quindi non misura puramente la componente microfisica.

Per ogni regione, interpretiamo i cambiamenti nella PUC come cambiamenti nella frequenza delle tempeste convettive, i cambiamenti nella UC come cambiamenti combinati nell'umidità e nell'instabilità, UC/PUC come il ruolo dell'inibizione convettiva (CIN) e MLH, così come il ghiaccio della nuvola media, come cambiamenti microfisici derivanti dal riscaldamento.

Dove esiste una convezione profonda e umida, la microfisica determina l'ef-

*A destra
Andamento cambia-
menti futuri frequenza
temporali*



Troviamo che la diminuzione del numero di fulmini nella maggior parte dell'Europa è accompagnata da una pronunciata riduzione del ghiaccio medio delle nubi, con conseguente minor numero di fulmini per temporale. Meno nubi di ghiaccio significano meno particelle che si scontrano e meno elettrificazione. Questa riduzione del numero di fulmini è avvenuta nonostante un forte aumento della frazione di UC. Oltre ai cambiamenti microfisici, ciò può essere spiegato da una diminuzione dell'iniziazione convettiva, forse a causa di un aumento del CIN. Poiché l'inizio convettivo è l'elemento più incerto nella formazione dei temporali, gli aumenti previsti dell'UC non dovrebbero essere visti come una prova diretta dell'aumento della frequenza dei temporali. In autunno, un aumento massiccio (fino a 1,5 km) di MLH porta a una grande riduzione della nube di ghiaccio, soprattutto sull'Europa settentrionale e centrale; il che significa che gli aumenti dei PUC non comportano necessariamente un aumento dei fulmini. Questo aumento di MLH è evidente anche nelle osservazioni, ma in misura minore (Prein e Heymsfield 2020). Nell'Europa meridionale ci sono aumenti in tutte le metriche tranne il ghiaccio delle nuvole medie. Qui l'aumento dei fulmini sulla terraferma si correla bene con una maggiore frequenza di UC e PUC (con solo piccoli cambiamenti nel ghiaccio delle nuvole medie). In futuro, in autunno, nell'Europa meridionale

si verificheranno numerosi episodi di elevato numero di fulmini, associati a una densa avvezione umida dovuta alle alte temperature della superficie marina nel Mediterraneo. Il contrasto terra/mare nei cambiamenti di fulmini (e PUC) nel sud suggerisce che in futuro il riscaldamento diurno e l'innalzamento topografico giocheranno un ruolo maggiore nell'innescare la convezione profonda, e l'iniziazione potrebbe essere più limitata sul mare, forse a causa di una maggiore CIN.

Gli aumenti invernali del Mare del Nord sia nei giorni di fulmini che nella densità si verificano con un aumento molto modesto di UC e PUC, ma un aumento pronunciato del ghiaccio medio delle nubi. In primavera, le montagne dell'Europa meridionale sperimentano aumenti di fulmini, che seguono aumenti locali di PUC. In effetti, questa metrica concorda bene con i conteggi dei fulmini per le aree terrestri meridionali per tutte le stagioni, ma è meno coerente al nord (dove la convezione è probabilmente meno profonda, senza o con pochissimi fulmini).

7.3 Il cambiamento dei fulmini e l'elevazione

I cambiamenti dei fulmini in tutta Europa mostrano una forte relazione con l'elevazione. Più di tre quarti dei punti della griglia con elevazione pari o superiore a 2 km mostrano un aumento annuale del numero di fulmini e più della metà dei punti della griglia oltre i 3 km mostra un aumento superiore a 25 lampi km². Al contrario, solo un quarto dei punti della griglia marina mostra un aumento.

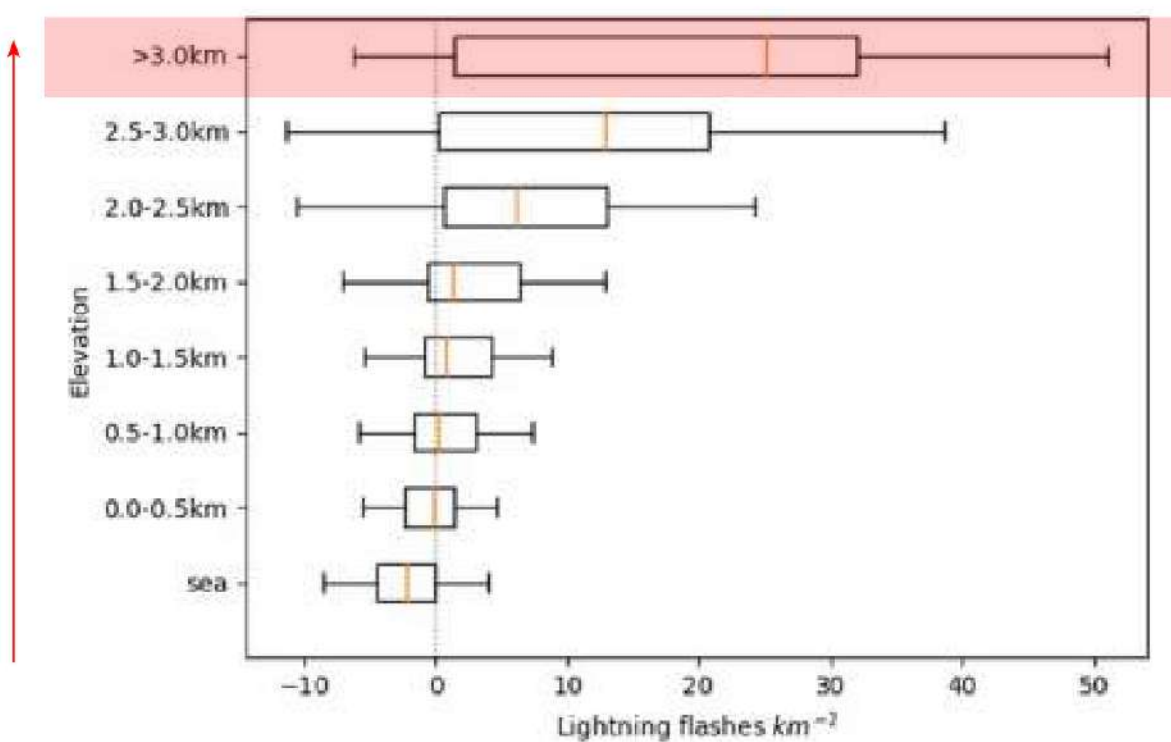
Cambiamenti futuri nel conteggio annuale dei fulmini per km² per diversi intervalli di elevazione. Le caselle coprono il 25° e il 75° percentile, mentre i baffi si estendono al 10° e al 90° percentile, per i dati raccolti in tutti i punti della griglia.

La diminuzione complessiva del numero di fulmini nelle regioni basse durante l'estate può essere collegata all'amplificazione del riscaldamento del Mediterraneo o, in misura minore, all'ampliamento della Hadley Cell, con conseguente spostamento delle tracce dei cicloni a media latitudine verso nord. La più debole circolazione su larga scala dovrebbe portare a meno temporali (e fulmini) su gran parte della parte centrale del continente. Tuttavia, questa circolazione più debole, combinata con l'aumento della radiazione solare, stabilisce condizioni molto favorevoli per il meccanismo di pompaggio alpino; il principale fattore scatenante dei temporali sulla regione. Il riscaldamento più rapido delle valli montane per radia-

zione solare rispetto alle pianure porta a un gradiente di pressione che guida un meccanismo di circolazione termica. Il risultato è una zona di convergenza sopra le cime delle montagne nel pomeriggio, che porta a un movimento ascendente nei bassi livelli, aumentando le probabilità di inizio della convezione a livello locale. Quindi, per lo stesso motivo, c'è un enorme aumento del numero di fulmini su un terreno più elevato nella stagione calda. In effetti, l'incremento maggiore si verifica sulle cime montuose circondate da ampie vallate. La scoperta è coerente con gli aumenti delle precipitazioni convettive estive sulle Alpi derivate da un insieme regionale di 12 km e un aumento significativo del numero di tempeste estive di tipo convettivo osservate di recente.

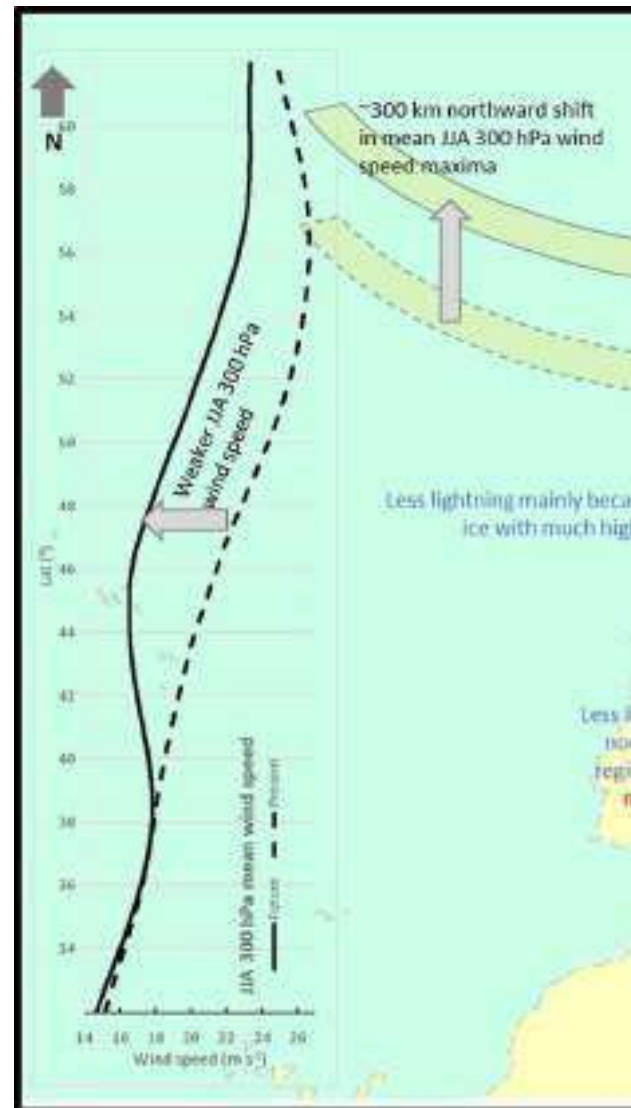
*A destra
Grafico box and whiskers
- Cambiamenti futuri
nel conteggio dei fulmini
negli anni rispetto
all'altitudine*

Cambiamenti futuri nel conteggio dei fulmini negli anni rispetto all'altitudine



*A destra
Riepilogo dei cambia-
menti nei fulmini e dei
loro fattori sottostanti in
diverse parti d'Europa*

A destra vediamo un riepilogo dei cambiamenti nei fulmini e dei loro fattori sottostanti in diverse parti d'Europa sul clima di fine secolo. Lo schizzo in basso a destra illustra i cambiamenti nei profili della temperatura verticale e del punto di rugiada e l'importanza della convezione; 'CAPE' si riferisce all'energia potenziale convettiva, 'CIN' si riferisce all'inibizione della convezione, 'MLH' si riferisce all'altezza del livello di fusione, 'LFC' si riferisce al livello di libera convezione, 'T' si riferisce alla temperatura e 'T_d' si riferisce alla temperatura del punto di rugiada.

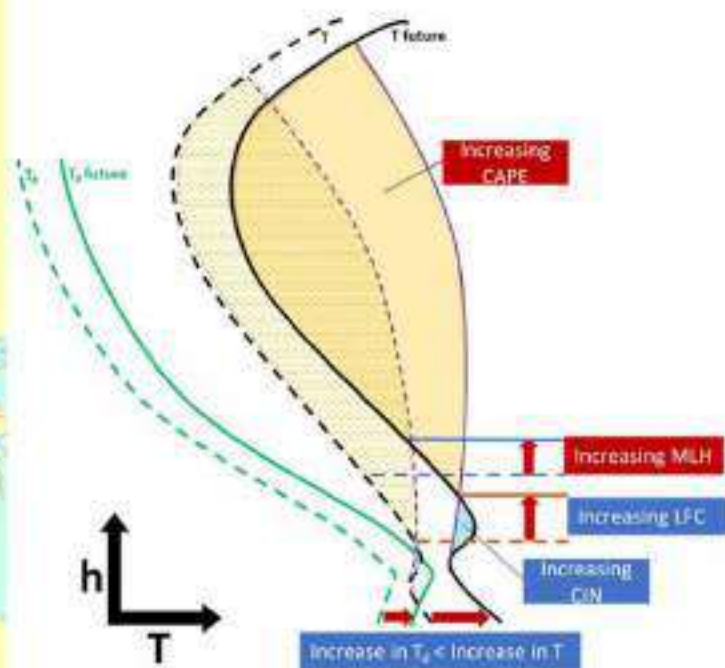


Riepilogo dei cambiamenti nei fulmini e dei loro fattori sottostanti in diverse parti d'Europa



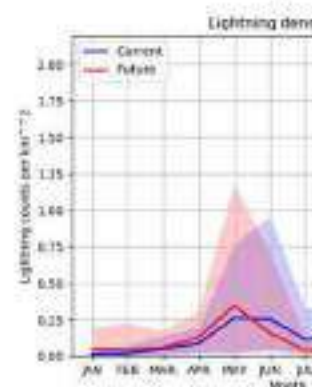
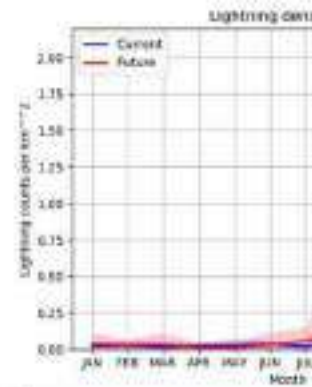
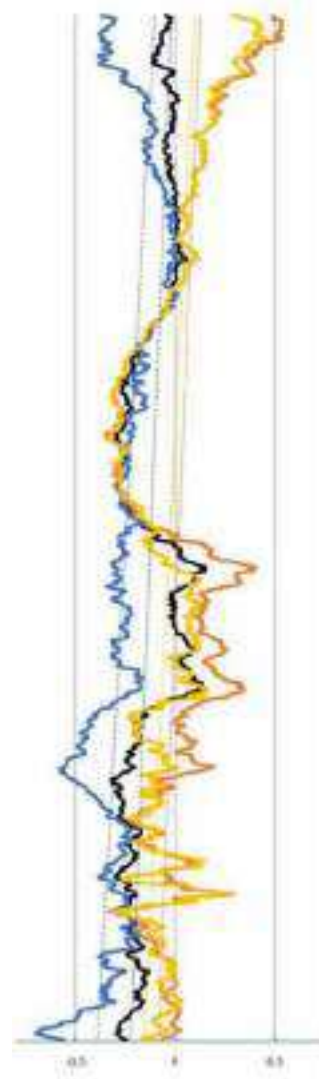
OVERALL DRIVERS OF LIGHTNING CHANGES

- General circulation changes:
 - Northward shift in favourable weather regimes (troughs, jet-related divergence zones, etc)
 - Increasing activity in the southern mountains via enhanced Alpine pumping (with weaker large-scale circulation)
 - Extended season towards spring and autumn
- Increased instability overall, partially compensated by increased convective inhibition, resulting in more convective storms
- Less cloud ice with higher melting level heights preventing lightning even with more convective activity

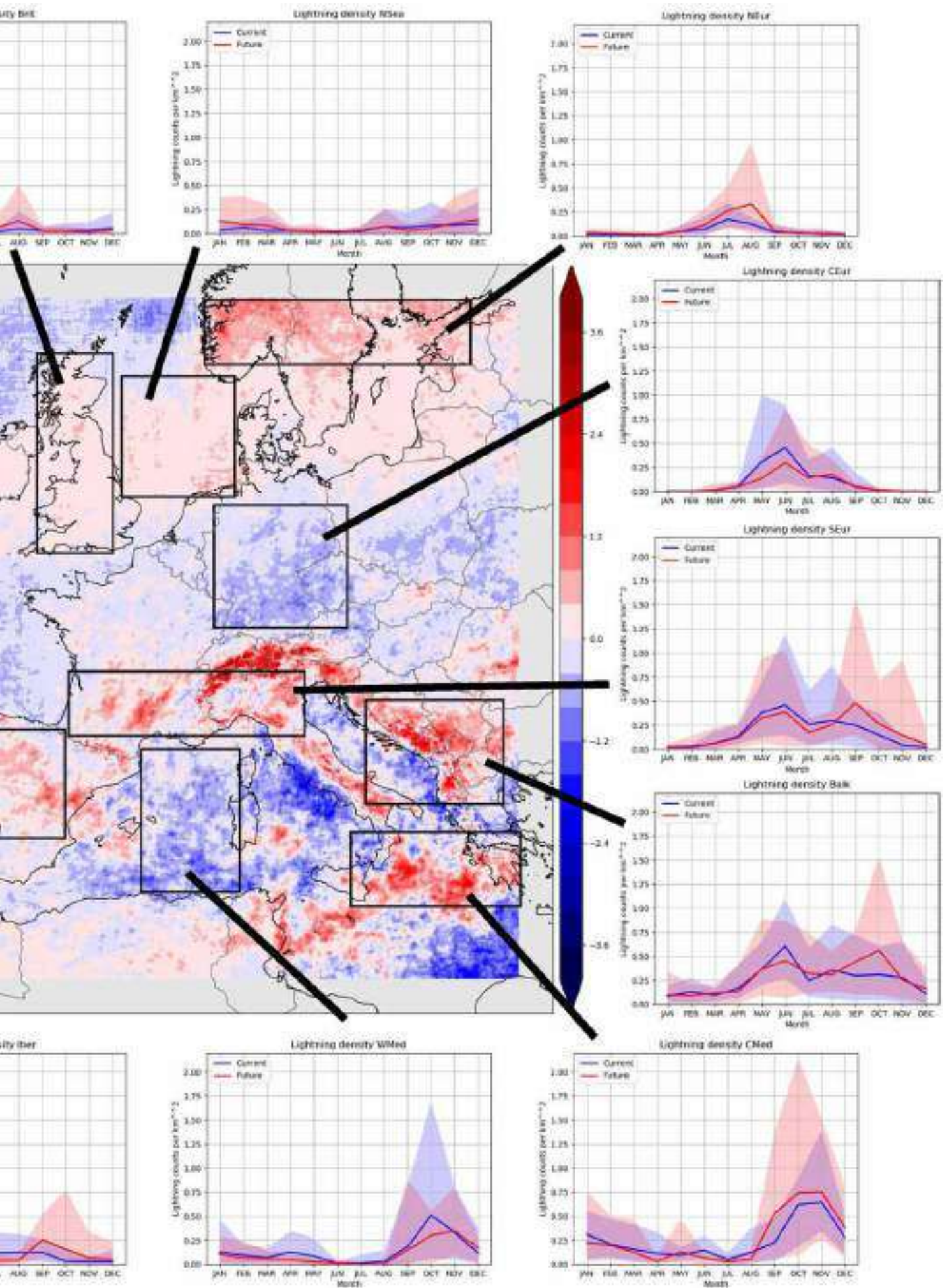


7.4 Cambiamenti locali nella densità dei fulmini

I cambiamenti fulminei in Europa indicano un aumento verso nord e verso sud delle aree terrestri (figura 4). Le diminuzioni previste sul mare sono meno pronunciate verso nord, con aumenti locali sul Mare del Nord e sul Mar Baltico. Sulla terraferma, la maggior parte delle aree a bassa quota indicano una diminuzione, ad eccezione del nord e del sud topograficamente complesso (dove vengono simulati gli aumenti più elevati).



Cambiamenti locali nella densità dei fulmini durante tutto l'anno (Europa)



8. Vittime di eventi meteorologici di intensità rilevante

Ecco il riepilogo degli eventi meteorologici intensi del 2021 raccolti dall'European Severe Weather Database. Di seguito un riassunto per punti degli aspetti salienti. Come potrete vedere l'Europa non è certo esente dal verificarsi di fenomeni meteorologici estremi.

1460 feriti e 556 morti a livello europeo
Sono 1460 le persone risultate ferite durante eventi meteorologici di intensità rilevante, specialmente a causa del ghiaccio (e relativi incidenti stradali e affini) pari al 37% del totale. Seguono i feriti legati a severe raffiche di vento lineari (19%), al pari degli eventi tornadici (anch'essi 19%, per via del tornado F4 del 24 giugno in Repubblica Ceca, con 200 feriti). L'8% risulta ferito da fulmini e il 7% da valanghe, chiudono con il 4% le nevicate di forte intensità e col 3% grandine e forti piogge.

In Italia l'evento con più feriti è risultato quello grandinigeno del 26 settembre nella località di Vaglia (Toscana), con 12 feriti.

Purtroppo sono risultati 556 i deceduti, di cui il 53% a causa di piogge intense, in particolare legate ai disastrosi eventi verificatisi in Germania occidentale e zone limitrofe. Il 22% è legato ad eventi valanghivi, il 12% a fulmini, il 9% a severe raffiche di vento, mentre il 2% equamente diviso tra tornado e forti nevicate.

Sono 11725 le segnalazioni per severe raffiche di vento raccolte dall'ESWD, e comprendono sia raffiche sinottiche sia associate ai fenomeni temporaleschi. L'elevato numero di segnalazioni dall'Europa centrale è da attribuire a tempeste ventose transitate nei mesi freddi. Queste forti raffiche sono state responsabili del ferimento di 277 persone e della morte di altre 50. Il 2017 rimane l'anno con più segnalazioni dal 2006 per questo tipo di eventi.

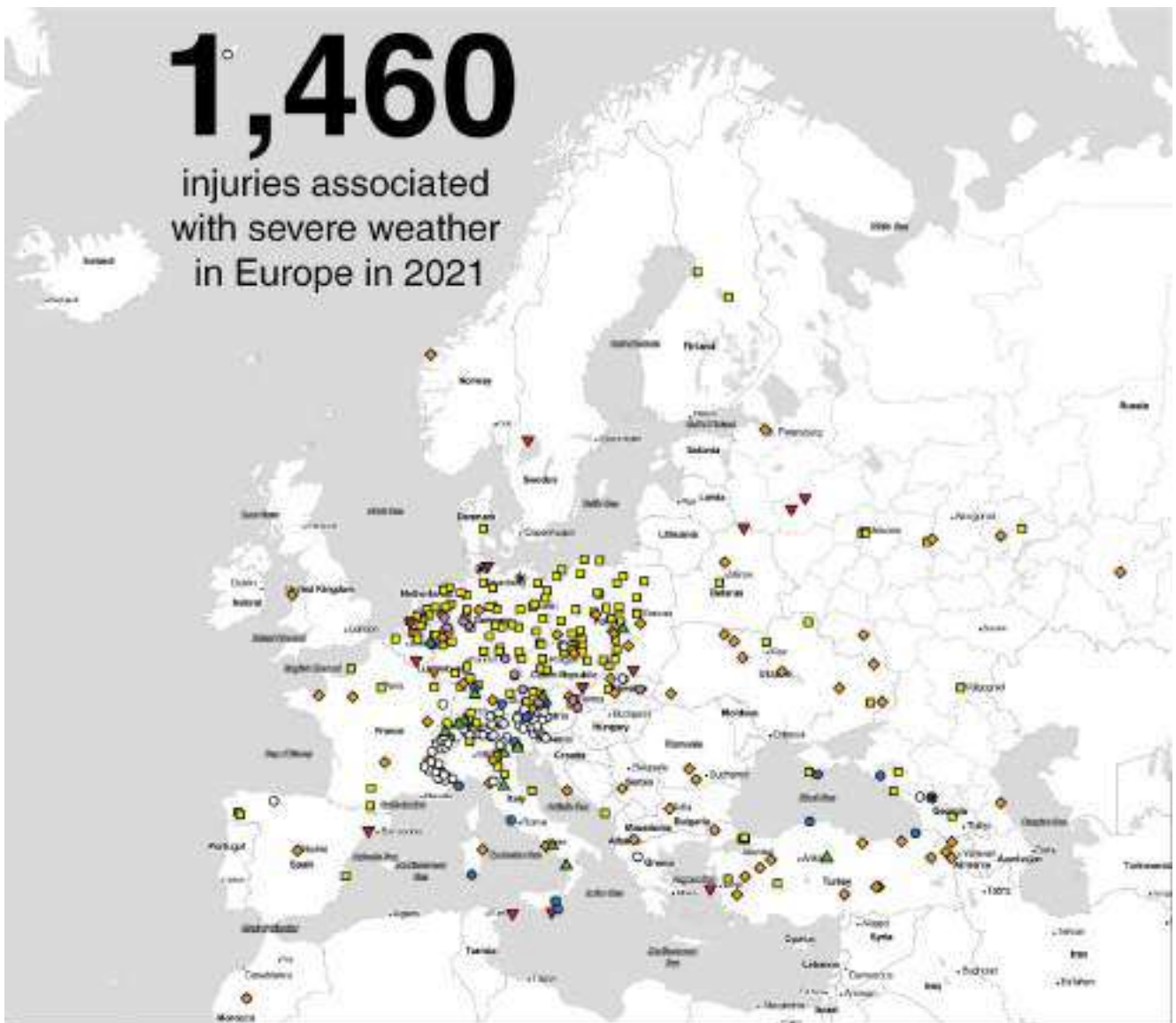
I tornado sono stati 937, di cui 581 trombe marine (62% del totale) e 356 di terra (38% del totale). Essi sono stati responsabili di 273 feriti e 14 decessi. 31 tornado sono stati classificati significativi (di cui 30 F2-F3 e l'F4 della Repubblica Ceca citato nel paragrafo precedente), mentre 261 sono stati classificati come deboli (F0-F1).

In Italia sono stati registrati 69 eventi tornadici, di cui 30 associati all'approdo di trombe marine. 9 di questi sono stati classificati come F2 e due di queste hanno causato 11 feriti e 3 morti, rendendo il 2021 l'anno più mortale dal 1970 per quanto riguarda le vittime connesse con eventi di tipo tornadico. Osservando la mappa a destra si nota come delle 581 trombe marine europee, circa 200 sono state registrate lungo le coste italiane.

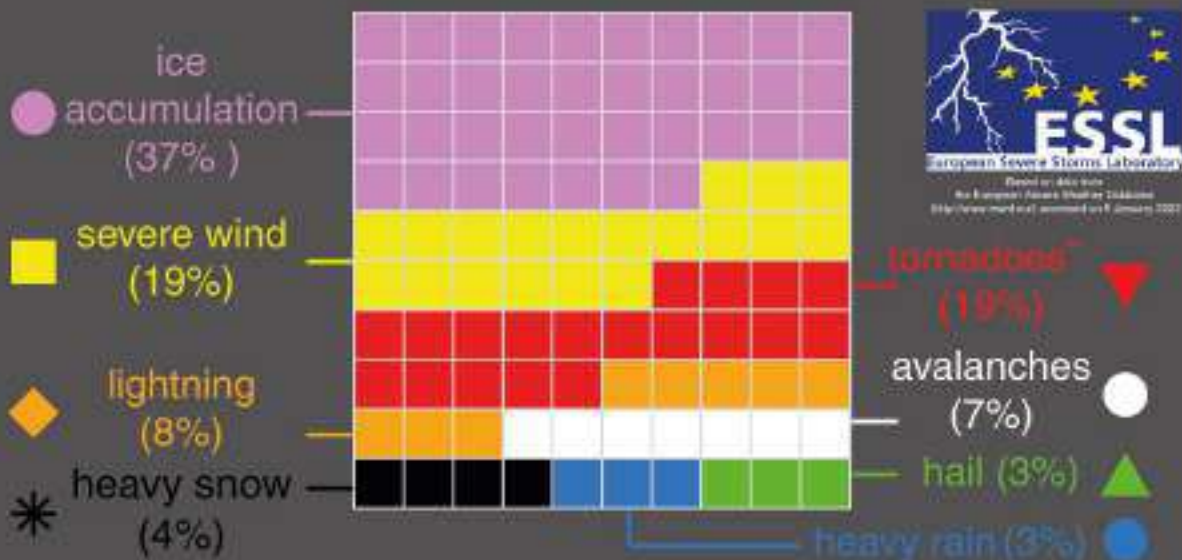
Sono state 5240 le segnalazioni di grandine severa, ossia con diametro minimo

1,460

injuries associated with severe weather in Europe in 2021



In 2021, 361^{*} severe weather events resulted in 1,460 injuries. Ice accumulation events were associated with the largest number of injuries (12 events resulting in 543 injuries). The highest injury rate was reported for ice accumulation (45 injuries per event).



*Due to the map limit, 18 events out of 361 events associated with injuries are not shown on the map.

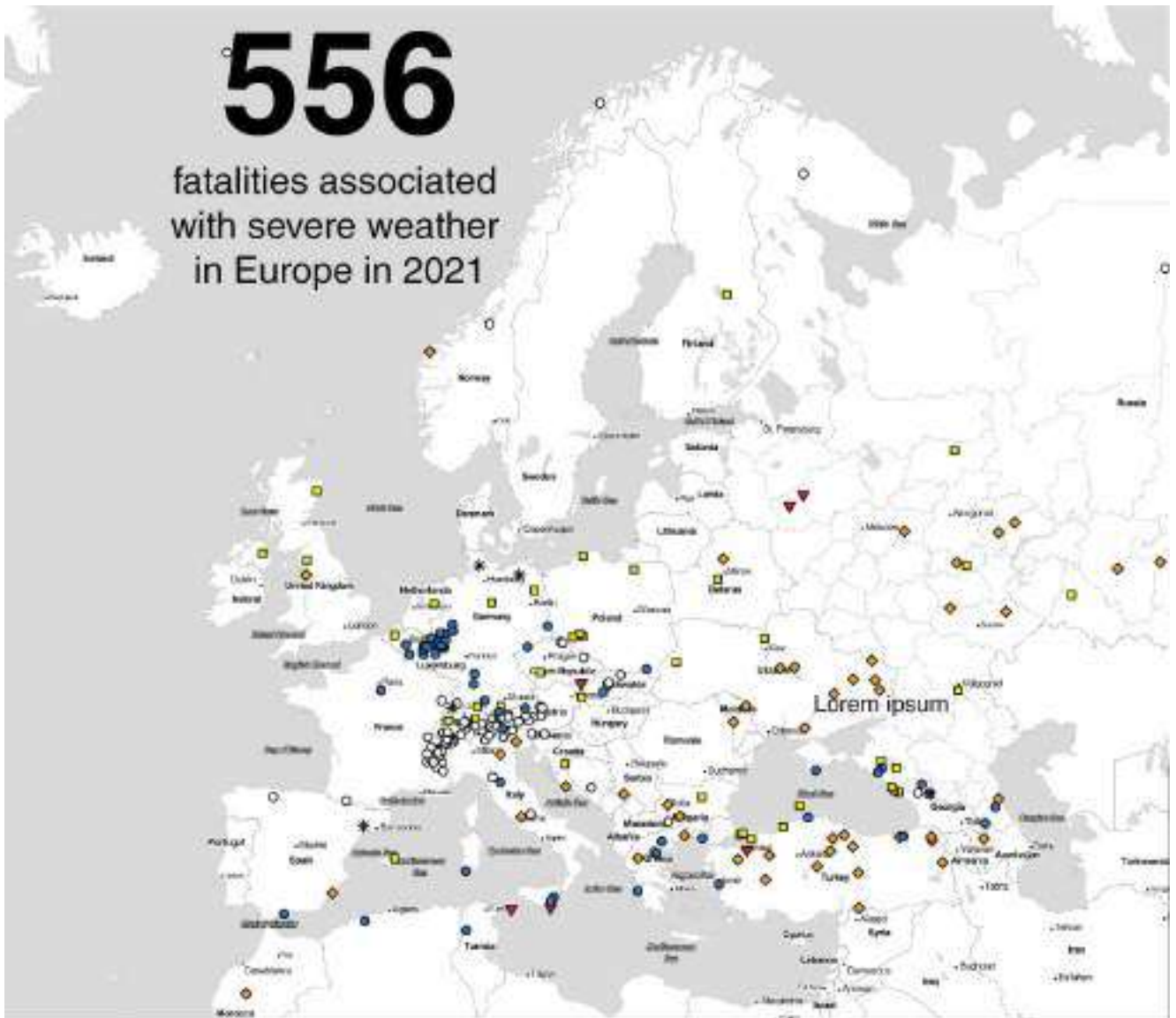
*The injuries associated with severe windstorm events (9.2% of the total number of reported events) represented together with hail events (0.7%) of the total number of injuries.

di 2 cm, il più alto dal 2006, che è stata responsabile del ferimento di 43 persone, di cui 24 solo dall'Italia.

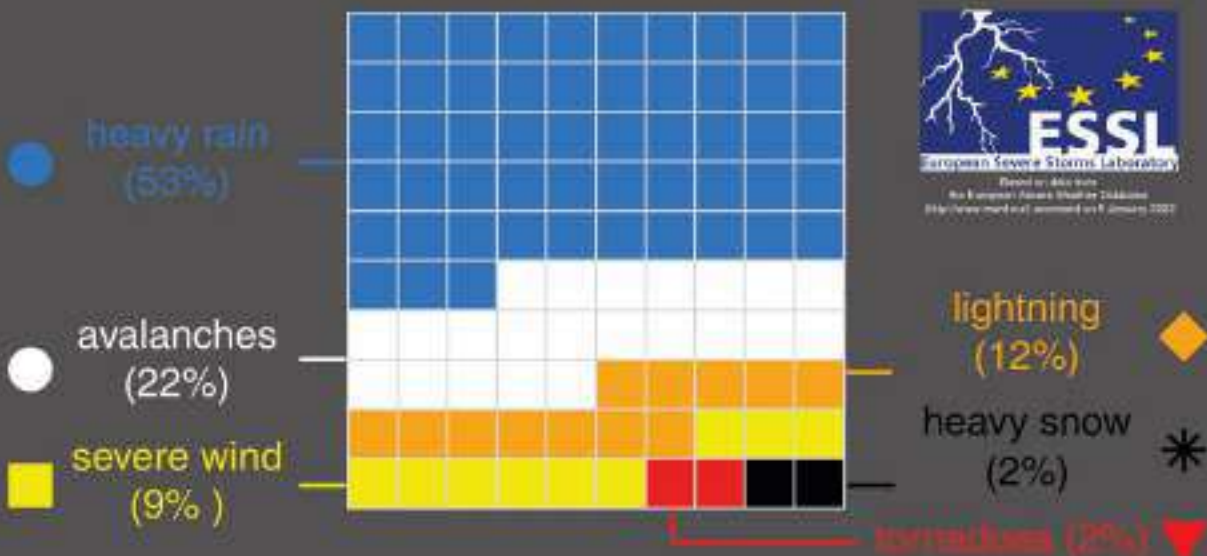
5739 le segnalazioni di piogge intense, numero particolarmente influenzato dagli eventi disastrosi avvenuti a Luglio in Germania e dintorni, ma anche dagli eventi record della Liguria a inizio ottobre e agli eventi persistenti avvenuti in autunno in Sicilia. Elevato il numero di vittime associato alle piogge intense, 295 di cui 242 dell'evento di luglio. 47 i feriti.

556

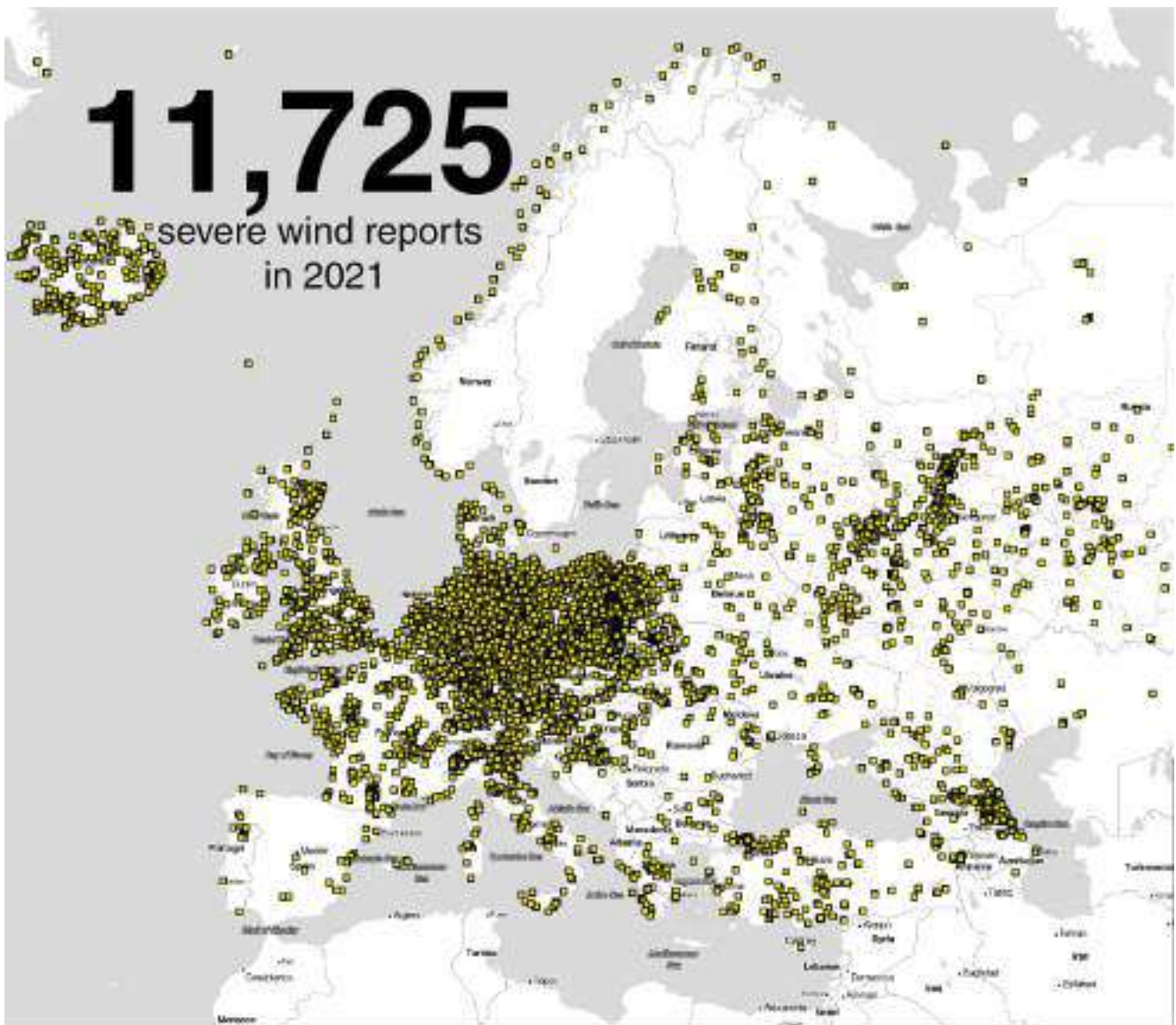
fatalities associated
with severe weather
in Europe in 2021



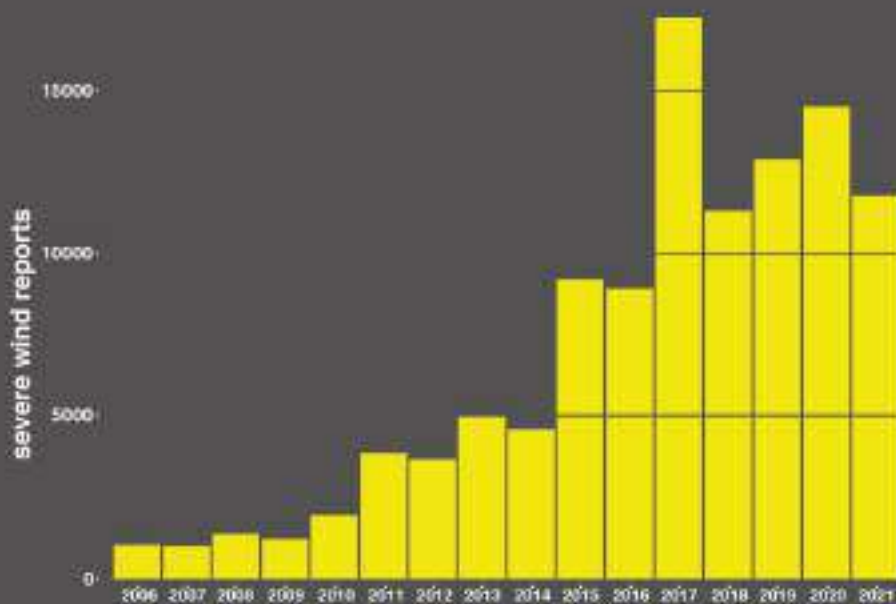
In 2021, 269 severe weather events resulted in 556 fatalities. The largest number of fatalities was produced by heavy rain (65 events resulting in 295 fatalities). The highest fatality rate was reported for heavy rain (4.5 fatalities per event).



Due to the map limit, 19 events out of 556 events associated with fatalities are not shown on the map.



In 2021, 11,725¹ severe wind² events were reported in Europe. This is the fourth-largest number of severe wind events reported in one year since 2006 (17,226 severe wind events were reported in 2017). Severe wind events were associated with 277 injuries and 50 fatalities in 2021.



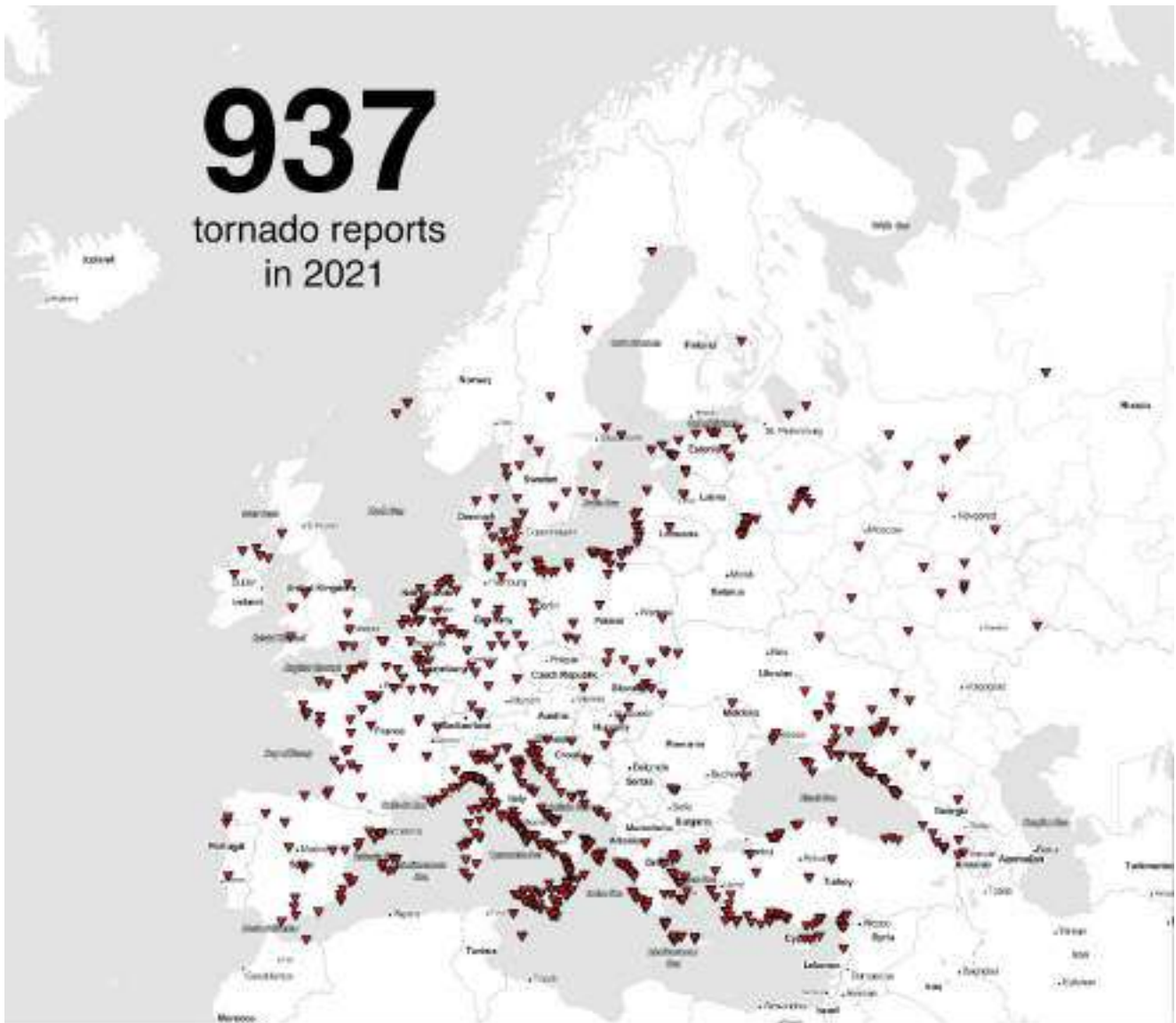
Based on data from the European Severe Weather Database (<http://www.e-sevicedb.eu>) accessed on 2 July 2022

¹ Due to the data filter, 800 reports in 2017 (11,725 events were reported) are not shown on this map.

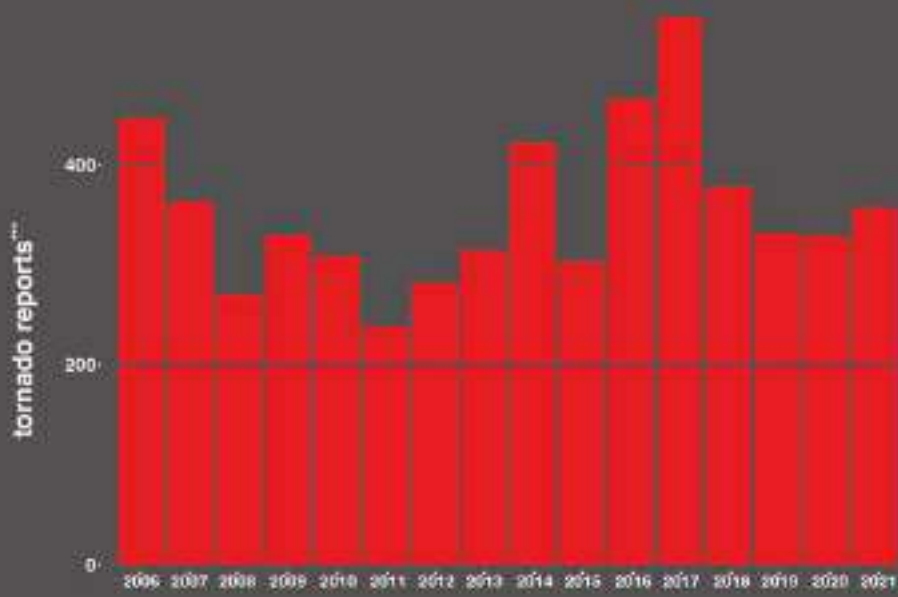
² A severe wind event is a gale (measured in hour) a speed of at least 23 m/s or the strong gale (measured in hour) a wind speed of 23 m/s or higher is needed to have occurred.

937

tornado reports
in 2021



In 2021, 937¹ tornadoes² were reported in Europe. 356 reports were for tornadoes (38% of all reports), 581 (62%) for waterspouts. Of the 356 tornadoes, 261 were F0-F1 (73.3% all tornadoes), 30 F2-F3 (8.4%), 1 F4 (0.3%) and 64 (18%) were not classified. Tornadoes were associated with 273 injuries and 14 fatalities in 2021.

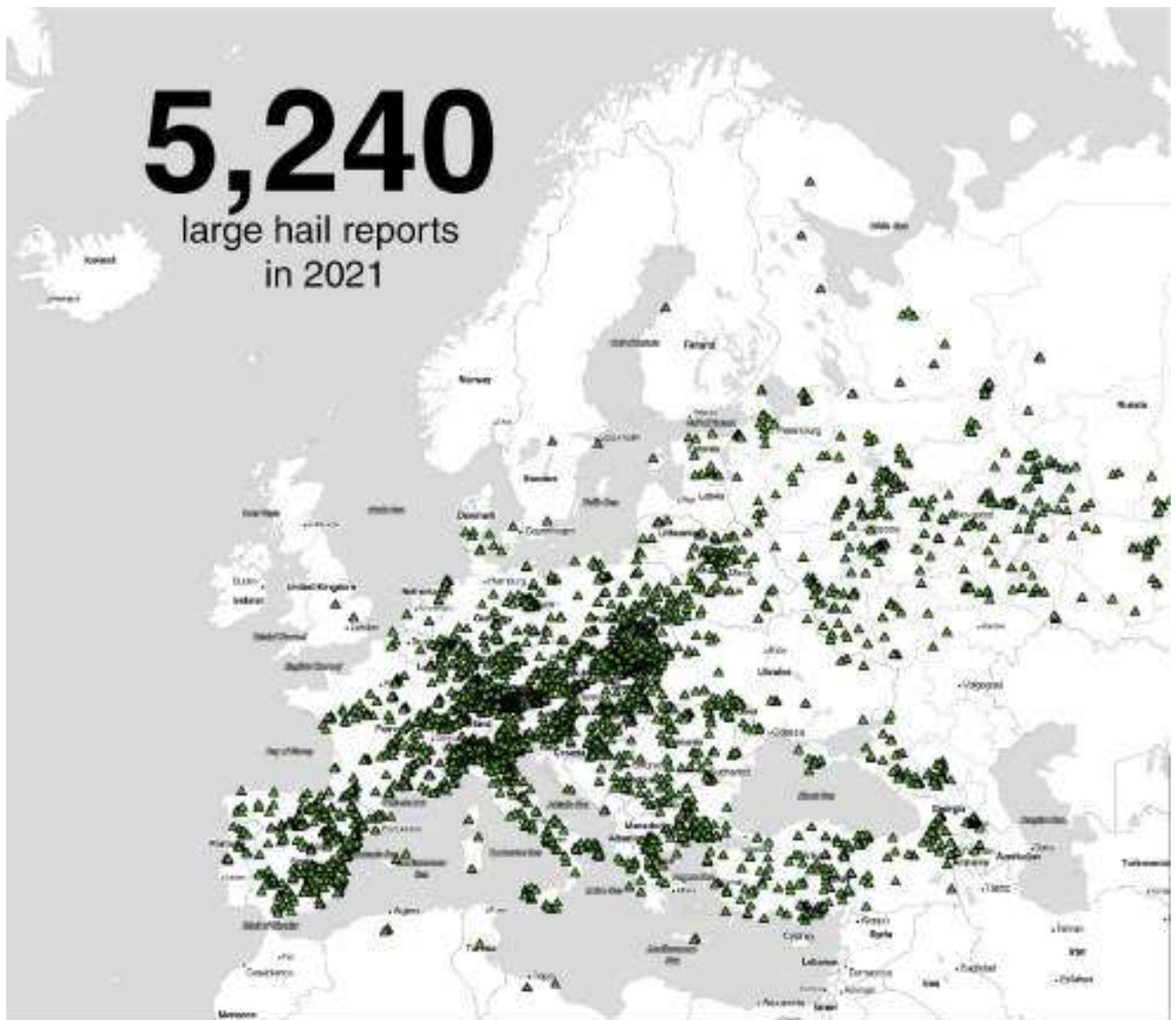


Based on data from the European Storms Research Database (<http://www.e-srd.eu>) accessed on 7 July 2022

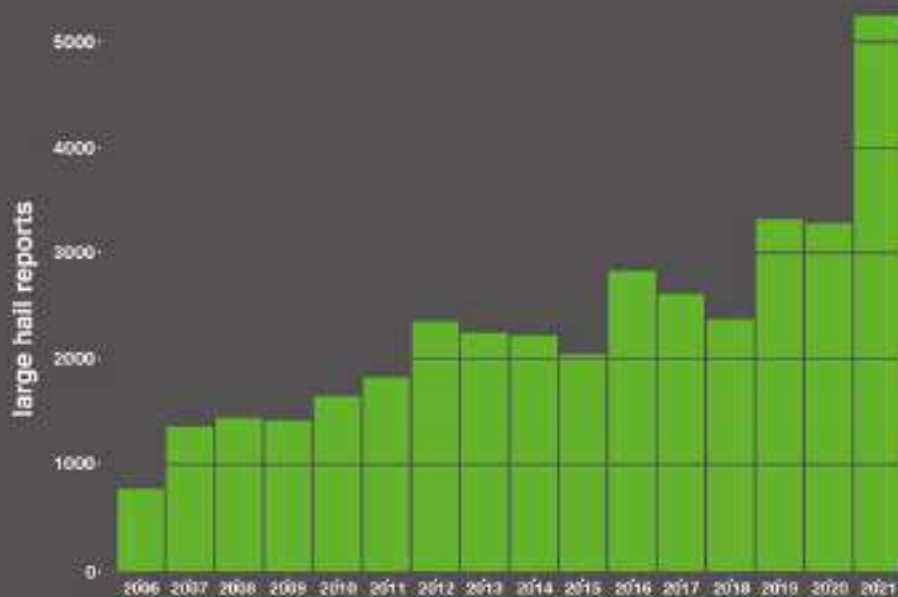
¹Due to the way E-SRD, 93 reports out of 937 tornado reports are not shown on this map.
²A tornado is defined as a vortex (spiral) formed at low levels to a few kilometers at ground, extending between a convective cloud and the earth's surface, that may be visible by condensation of water and/or by debris (e.g. trees) in case of a waterspout that is over the earth's surface.
³The rising bar shows the annual number of tornadoes over time.

5,240

large hail reports
in 2021



In 2021, 5,240 "large hail" events were reported in Europe. This is the largest number of hail events reported in one year since 2006. Large hail was associated with 43 injuries in 2021.



Based on data from:
the European Severe Weather Database
<http://www.e-sw-database.eu> accessed on 2 January 2022

*Due to the July 2019, 715 days to end of 5,000 large hail reports are not shown on this map.

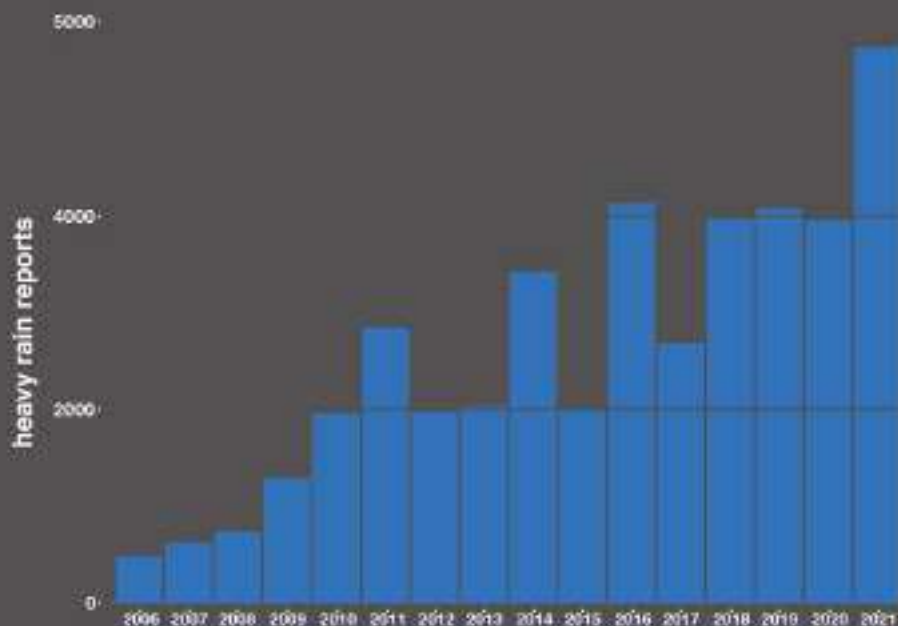
**Large hail is defined as hailstones having a diameter of the largest spherule at 0.8 centimetres or more and/or causing damage that has a layer of 25 mm thickness or more on flat parts of the earth's surface.

5,739

heavy rain reports
in 2021



In 2021, 5,739 "heavy rain" events were reported in Europe. This is the largest number of heavy rain events reported in one year since 2006. Heavy rain was associated with 47 injuries and 295 fatalities in 2021.



Based on data from the European Severe Weather Database (<http://www.e-sw-database.eu>) as of 2 January 2022

*Due to the high density of reports in 2021, not all 5,739 heavy rain events are plotted on this map.

**These data are defined as any falling or wetting of rain amounts that significant damage is caused, or the damage is known, but a resolution amount has been obtained if it is exceptional for the region in question.

9. Metodi di rilevamento del fenomeno temporalesco

Tutti i sistemi di localizzazione dei fulmini (Lightning Location System, LLS) devono essere in grado di svolgere essenzialmente due funzioni: riconoscere un fulmine come tale e localizzarlo il più precisamente possibile nello spazio. Per quanto riguarda le reti di monitoraggio poste al suolo, la prima funzione viene realizzata da ogni singolo sensore in grado di captare i segnali emessi dalla scarica, mentre la seconda funzione viene svolta dalla rete nel suo complesso, la cui efficienza dipende dalla tecnica che viene utilizzata, dal numero di sensori disponibili e dalla distanza tra i sensori. Invece i sistemi satellitari utilizzano in genere un solo sensore, il cui funzionamento determina sia identificazione che la localizzazione del fulmine.

La localizzazione precisa dei fulmini può risultare complicata a causa delle dimensioni che caratterizzano il fenomeno. Mentre un fulmine CG può essere localizzato nel punto di impatto con una precisione di poche centinaia di metri, il suo sviluppo verticale è più difficile da definire; allo stesso modo un fulmine IC può raggiungere estensioni orizzontali di oltre 100 km e collegarsi più volte al suolo a distanza di alcune decine di chilometri in una fase ibrida IC-CG. Con queste estensioni risulta quindi difficoltoso definire il fulmine come un evento ben localizzato nello spazio e solo pochi LLS sono dotati di una tecnologia tridimensionale in gra-

do di riconoscere l'intero sviluppo del canale di scarica.

Esistono diverse tecniche utilizzate per localizzare i fulmini, basate sulle caratteristiche delle varie fasi di sviluppo del fulmine.

9.1 Il radar meteorologico

Sfruttando i radar comunemente utilizzati per l'individuazione della precipitazione è possibile riconoscere anche il verificarsi di un fulmine; il canale ionizzato generato dal passaggio di corrente scatterà infatti il segnale radar allo stesso modo delle idrometeore, consentendo di tracciare il percorso seguito dalla scarica. Questo sistema è poco utilizzato poiché la presenza di precipitazione intensa può schermare completamente il fulmine impedendone il riconoscimento. Inoltre questo sistema consente l'individuazione dei fulmini che si verificano esattamente nel raggio d'azione del fascio radar escludendo tutti quelli circostanti, e ciò fornisce una copertura che risulta spesso inadeguata per scopi pratici.

9.2 Variazione del campo elettrostatico

Tramite appositi sensori è possibile misurare le variazioni del campo elettrostatico associato ad una nube temporalesca. La separazione delle cariche durante la fase di crescita del temporale è un processo

relativamente lento, perciò avremo una lenta variazione del campo elettrostatico. Nel momento in cui si genera il fulmine si ha una rapida neutralizzazione di parte delle cariche precedentemente separate ed una rapida variazione del campo. Analizzando le variazioni registrate da più sensori è possibile determinare esattamente il punto di scarica applicando le necessarie equazioni. Questo sistema permette anche di stimare la quantità di carica neutralizzata dal fulmine, quindi la corrente trasportata, e consente di distinguere tra fulmini positivi e negativi. La limitazione di questo metodo sta nel fatto che necessita di una rete molto fitta di sensori, poichè le variazioni del campo elettrostatico possono essere rilevate con buona qualità solo entro 10 km dalla scarica, rendendo spesso questo sistema impossibile da realizzare su aree molto vaste.

9.3 Il tuono

La localizzazione dei fulmini attraverso la registrazione del tuono veniva utilizzata negli anni '70, oggi questa pratica è andata in disuso. L'onda acustica emessa dalla rapida espansione termica del canale di fulminazione durante il passaggio della scarica di ritorno veniva ricevuta da una serie di microfoni e la localizzazione veniva realizzata confrontando i tempi di arrivo dell'onda ai diversi sensori, utilizzando una tecnica detta Time of Arrival

che vedremo successivamente. Anche in questo caso, come per il campo elettrostatico, era necessaria una rete di microfoni molto fitta, difficilmente realizzabile su vasta scala.

9.4 Radiazione visibile

Durante la scarica di ritorno di un fulmine i componenti atmosferici subiscono dissociazione termica e ionizzazione ed emettono radiazione elettromagnetica nelle lunghezze d'onda del visibile e del vicino infrarosso: sfruttando queste proprietà si possono utilizzare sensori ottici per localizzare il fulmine. In particolare i sistemi attualmente in uso misurano la radiazione emessa dall'ossigeno alla lunghezza d'onda di 777.4 nm quando viene riscaldato a temperature superiori ai 2×10^4 K: se la radiazione misurata supera un certo valore di soglia, superiore alla radiazione di fondo che è sempre presente, tale emissione viene riconosciuta come causata da un fulmine. Questo sistema viene utilizzato soprattutto su piattaforme satellitari ed è raro in reti al suolo. La limitazione di questo metodo sta nel fatto che lo scattering subito dopo dalla radiazione all'interno della nube temporalesca fa sì che un'ampia porzione della nube venga illuminata da una singola scarica, impedendo la localizzazione del fulmine con una risoluzione migliore di 5-10 km.

9.5 Onde radio

La tecnica più utilizzata per individuare le scariche elettriche atmosferiche sfrutta le onde radio emesse durante le varie fasi di sviluppo del fulmine. Ogni singola scarica emette un'ampia gamma di frequenze, da pochi Hz a diverse centinaia di MHz, ma per la localizzazione si utilizzano principalmente tre bande:

- VHF (Very High Frequency) 30–300 MHz
- LF (Low Frequency) 30–300 kHz
- VLF (Very Low Frequency) 3–30 kHz

Mentre i fulmini IC emettono principalmente in VHF, i fulmini CG producono onde radio VHF durante la fase leader ed emettono principalmente in LF e VLF durante la scarica di ritorno.

Poiché i singoli gradini dello stepped leader emettono ciascuno un impulso in VHF distinguibile dagli altri, è possibile, utilizzando appositi sensori per la localizzazione in tre dimensioni, ricostruire l'intero sviluppo del canale scarica; al contrario, utilizzando le LF e VLF non è possibile determinarne lo sviluppo completo poiché i sensori rilevano solamente la fase più intensa, costruita dalla fase iniziale della scarica di ritorno vicino al suolo, quindi identificano semplicemente il punto di impatto.

Analizzando i segnali emessi nelle diverse frequenze è quindi possibile distinguere tra le due categorie di fulmini. Dall'analisi

delle caratteristiche dell'onda attraverso uno studio delle componenti di Fourier è possibile distinguere l'onda prodotta da un fulmine da quella prodotta da un altro fulmine o da un'altra sorgente in base a criteri di ampiezza e forma del segnale, evitando confusioni dovute al sovrapporsi di onde differenti o alla semplice presenza di rumore di fondo (trasmissione radio-televisive, ripetitori per i telefoni cellulari, linee elettriche, ecc.), permettendo di riconoscere il segnale dovuto allo stesso fulmine registrato da sensori differenti.

Poiché le onde VHF si propagano sostanzialmente in linea retta, la curvatura terrestre rende impossibile osservare un fulmine tramite queste onde, attraverso rilevatori al suolo, a distanze superiori a poche centinaia di chilometri. Inoltre le onde ad alta frequenza subiscono una rapida attenuazione durante la propagazione in atmosfera. Al contrario le VLF subiscono una riflessione verso il suolo ad opera della ionosfera in cui si ha riflessione multipla e trasporto delle onde a bassa frequenza a grandi distanze: questo, unito ad una ridotta attenuazione del segnale, consente la localizzazione di fulmini caduti ad oltre 1000km di distanza. Esistono tuttavia alcune differenze nell'efficacia di tale propagazione tra il giorno e la notte dovute alle variazioni dell'attività solare che si riflettono sulle caratteristiche della ionosfera: queste va-

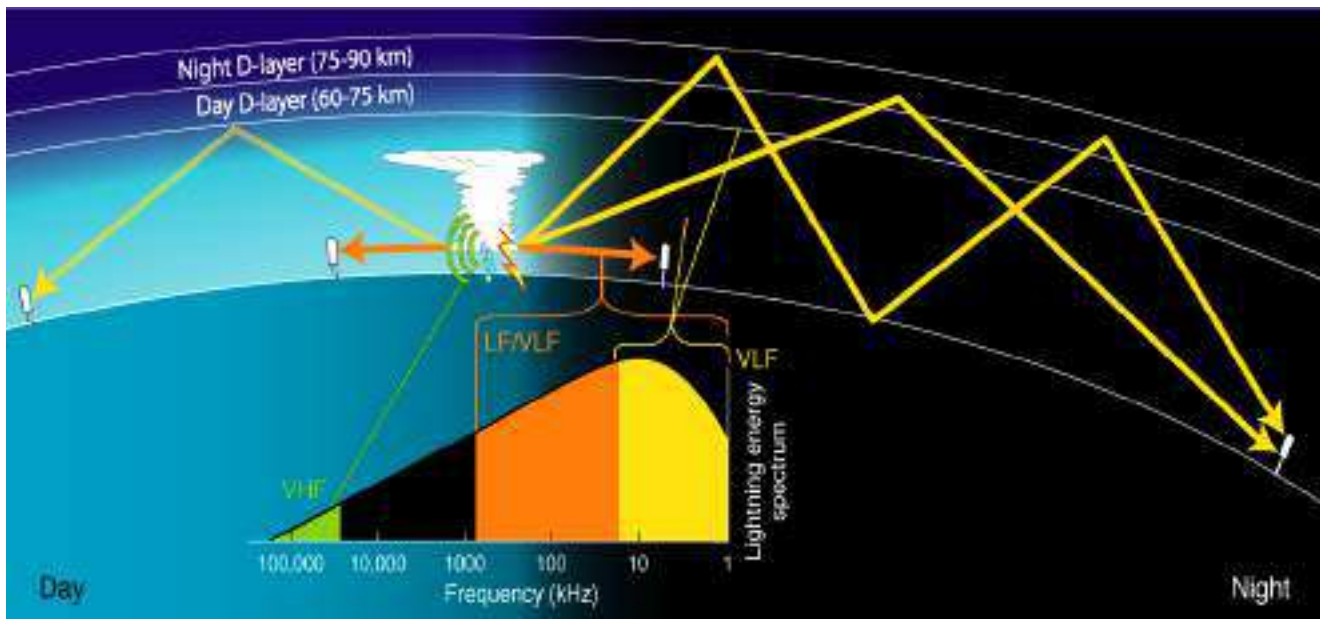


Fig. sopra - Propagazione delle onde radio in atmosfera. Le VHF (verdi) vengono rilevate solo a breve distanza, le LF (arancioni) si trasmettono a distanze superiori e le VLF (gialle) subiscono la riflessione ionosferica raggiungendo distanze elevate, in maniera differente tra il giorno (sinistra) e la notte (destra).

riazioni consentono una migliore propagazione durante la notte, con il segnale radio che arriva più lontano e con una deformazione minore.

La localizzazione dei fulmini tramite onde radio può essere applicata sia da stazioni al suolo sia da sistemi satellitari, ma in quest'ultimo caso la sua efficacia è limitata alle VHF per via della presenza della ionosfera che non consente un'adeguata trasmissione delle LF/VLF.

Una volta riconosciuto il segnale radio dovuto ad un fulmine si possono utilizzare due diversi principi per determinare il punto esatto in cui questo si è verificato: il Time of Arrival (TOA) e il Direction Finding (DF).

9.6 Time of Arrival

Con questa tecnica ogni sensore appartenente alla rete registra il passaggio dell'onda radio indicando l'istante esatto a cui si è registrato il picco dell'emissione. La prima stazione che riceve il segnale è presa come riferimento e le viene assegnato il tempo zero; si confrontano quindi i ritardi con cui altre stazioni ricevono il segnale rispetto alla stazione di riferimento. In base ai tempi indicati da ogni coppia di sensori è possibile definire una serie di punti (in genere un'iperbole) in cui può essersi sviluppato il fulmine.

Incrociando i dati ricavati da almeno quattro sensori è possibile localizzare il

fulmine senza ambiguità. L'accuratezza con cui questo sistema è in grado di operare dipende in larga parte dalla precisione con cui vengono sincronizzati gli orologi dei singoli sensori; la massima accuratezza possibile viene oggi realizzata utilizzando il sistema di sincronizzazione GPS (Global Positioning System) che consente una precisione di 100 ns.

9.7 Direction Finding

Utilizzando particolari tecniche è possibile determinare la direzione di provenienza del segnale radio rispetto alla singola stazione. Incrociando le informazioni ottenute da almeno due sensori (ma generalmente se ne utilizzano da tre in su) si può determinare il punto esatto dell'evento per un sistema di localizzazione bidimensionale, mentre per un sistema tridimensionale è necessario un minimo di tre sensori. La maggior parte delle reti al suolo utilizza la tecnica detta Magnetic Direction Finding (MDF) alle basse frequenze mentre un numero ridotto di reti sfruttano la tecnica dell'interferometria nelle alte frequenze. Sulle piattaforme satellitari vengono invece utilizzate la semplice direzione di puntamento dell'antenna oppure l'interferometria per stabilire la provenienza del segnale radio.

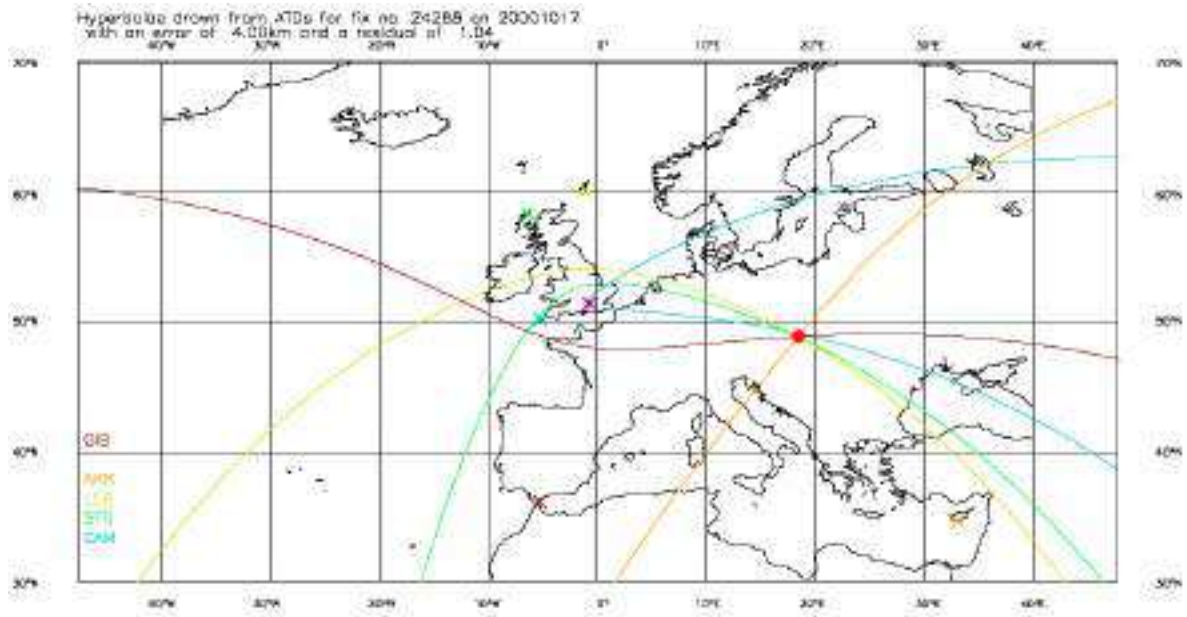


Fig. sopra - Metodo TOA applicato a 6 stazione della rete ATDNET. La croce rosa è la stazione presa come riferimento, il confronto con le altre stazioni permette di determinare le iperboli di pari colore. Il punto rosso all'incrocio delle curve rappresenta il punto d'impatto.

10. La dissipazione dei fulmini

Il parafulmine è un dispositivo atto ad attrarre e disperdere le scariche elettriche atmosferiche. Venne inventato da Benjamin Franklin, fisico statunitense, e fu applicato per la prima volta con successo a Parigi il 10 maggio 1752.

10.1 Tipologie di parafulmine

(LPS Lightning Protection System)

LPS esterni (o impianti di protezione contro le scariche atmosferiche dirette)

10.1.1 Attirafulmine a stilo

Costituito essenzialmente da un'asta metallica, che termina con una o più punte, disposta sul punto più alto dell'oggetto da proteggere (edifici molto alti, torri, campanili). L'asta è collegata elettricamente mediante una fune metallica conduttrice (treccia di rame) a uno o più dispersori (piastre, tubi di acciaio o rame zincato) posti nel terreno e collegati tra loro e/o ad altri conduttori presenti nel terreno (tubi dell'acqua).

10.1.2 Gabbia di Faraday

Per la protezione di edifici più estesi si possono usare diverse aste in parallelo poste su più punti (esempio le guglie del Duomo di Milano) e collegate tra loro con una rete di conduttori e con diverse discese che avvolgono tutto l'edificio come

una gabbia. A sua volta la rete di messa a terra collega tutte le singole discese sfruttando il principio della gabbia di Faraday. Il principio della gabbia di Faraday non è applicabile a un fenomeno essenzialmente elettrodinamico come il fulmine, ma a conduttori statici. Se il principio della gabbia di Faraday afferma che la carica elettrica si distribuisce in modo uniforme su una superficie metallica chiusa, che diviene equipotenziale (e quindi con equiprobabilità di fulminazione in tutti i punti), sempre dal teorema di Gauss applicato a una geometria irregolare segue il "potere delle punte", vale a dire la tendenza della carica elettrica (e quindi della probabilità di fulminazione) ad accumularsi dove è maggiore la densità superficiale di campo elettrico: essendo il campo uniforme (linee di campo elettrico a divergenza zero), esso si accumula sulle punte, che sono la superficie più piccola. Tutti i dispositivi basati sulla gabbia di Faraday aumentano i danni e i pericoli di fulminazione; essi, in particolare, oltre a non ridurre la probabilità di fulminazione nello spazio circostante il parafulmine (con una minore resistenza elettrica locale indotta, es. da punte di conduttore o da isotopi radioattivi), accrescono al contrario il pericolo di fulminazione delle strutture che dovrebbero proteggere, specialmente se la rete metallica è parallela alla direzione di caduta del fulmine. Per questi motivi, la normativa prevede in genere una distanza di sicurezza fra la gabbia

metallica e l'edificio da proteggere.

10.1.3 Funi di guardia

Al di sopra delle linee ad alta tensione dei cavi in acciaio sono collegati a terra tramite i piloni di sostegno della linea (tralicci metallici) evitando che eventuali sovratensioni generate da elevati campi elettrostatici associati vadano a interessare i cavi sottostanti che conducono la corrente. Con lo stesso principio al di sopra delle navi vi sono dei cavi metallici collegati con parte dello scafo immerso nell'acqua e quindi buon conduttore della corrente.

10.1.4 Parafulmine laser

Viene usato per proteggere le centrali elettriche e si basa sul principio che fasci di laser infrarossi o ultravioletti con opportuna lunghezza d'onda creano una ionizzazione dell'aria costituendo un cammino conduttore preferenziale alla scarica del fulmine.

10.1.5 Spline Ball Ionizer (SBI)

L'SBI brevettato è un concetto di protezione contro i fulmini ibrido progettato per fornire più livelli di protezione per applicazioni critiche.

Nella sua modalità primaria, l'SBI riduce il rischio di colpi diretti utilizzando un fe-



Attirafulmini a stilo



Funi di guardia



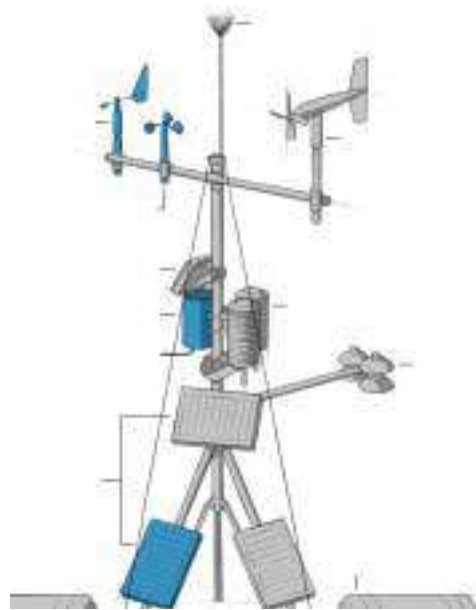
Parafulmini laser

fenomeno noto come trasferimento di carica, in cui un punto ben messo a terra scambia ioni tra l'aria e la terra. Questa capacità di ionizzazione aiuta a mantenere il campo elettrico locale al di sotto del potenziale del fulmine, rendendo meno probabile che il sito protetto subisca colpi diretti.

10.1.6 Hemisphere Array

Il sistema di array di dissipazione previene i fulmini diretti all'interno dell'area di protezione. Protegge dai danni causati dai fulmini, compresi gli incendi, l'elettronica distrutta e i tempi di inattività. Progettato per integrarsi con qualsiasi edificio, torre, serbatoio, camino o altra struttura.

Il sistema Dissipation Array® (DAS®) previene i fulmini diretti riducendo il campo elettrico al di sotto dei livelli di raccolta dei fulmini, all'interno dell'area protetta. colpi diretti.



Spline Ball Ionizer (SBI)



Hemisphere Array

11. Interviste

11.1 INTERVISTA PAOLO CORAZON

Come avviene la formazione del fenomeno atmosferico dei fulmini?

Intanto purchè si formi un fulmine, deve esserci un fenomeno temporalesco, una nube temporalesca. Il fenomeno del temporale è l'unica situazione in grado di generare dei fulmini. Vengono definiti come "cumulonembi"

che sono dei particolari tipi di nuvola, che si formano in alta quota, arrivano anche a 12 km di altezza.

All'interno di esse si formano delle cariche elettriche libere, si formano perchè le molecole di ghiaccio all'interno

di esse sfregando fra di loro mosse dal vento, si caricano elettricamente e quindi si riempiono di cariche elettriche. Queste sono le condizioni in cui si formano i fulmini. Il fulmine si forma perchè fra la base della nuvola

e la terra e fra queste due si forma una differenza di potenziale (come fosse una batteria), il fulmine mette in contatto la base della nuvola con la terra, per appunto, scaricare quest'eccesso di cariche

Si può prevedere la formazione di fulmini?

Purtroppo non è mai prevedibile. Si può prevedere il temporale ma prevedere la formazione di un fulmine in

una determinata zona e in una determinata ora è impossibile. Però è anche vero che durante un temporale ci sono zone dove la probabilità che cada un fulmine è più alta, come appunto in montagna, perchè il fulmine cerca la cosa più alta su cui cadere.

Il temporale quanto tempo prima può essere previsto?

Le previsioni sui fenomeni temporaleschi possono essere effettuate anche con 24/48h di anticipo. È ovvio che più mi avvicino al momento, più sarà precisa la previsione. La certezza della previsione è più precisa a poche ore dal temporale, ma con qualche giorno d'anticipo si può prevedere la probabilità che quel fenomeno accada.

Come cambia l'atmosfera quando sta per verificarsi il fenomeno?

Si percepisce un po' la carica elettrostatica, i peli o capelli che si elettrizzano, ha quasi un suo odore, ma comunque questi fenomeni si riescono ad avvertire solo pochi minuti prima che un fulmine cada. In montagna può succedere anche che su degli spunzoni di roccia si verificano una sorta di scintille blu, questo vuol dire che di lì a poco si scaricherà un fulmine, questione di secondi/minuti.

Da cosa è attratto un fulmine?

Il fulmine è attratto da cose appuntite ma anche oggetti alti e che contengano metallo, perchè cerca la strada più breve per scaricarsi a terra. Non c'è comunque una regola precisa, perchè a prescindere da questo, il fulmine può cadere dove vuole.

Quando si è in gruppo, è consigliato di disperdersi, perchè stando insieme avviene un accumulo di calore che favorisce l'attrazione del fulmine.

È vero. Si crea una colonna d'aria calda che elettrizza facilmente ed attira il fulmine (mai andare in mezzo ad un gregge di pecore). L'ideale è comunque cercare un riparo al chiuso. Se non c'è niente in giro, è consigliabile accovacciarsi a terra per non attirare il fulmine.

Il cambiamento

climatico inciderà sul fenomeno dei fulmini? Aumenterà?

Di riflesso lo influenzerà, non è una conseguenza diretta. Il cambiamento climatico cambierà la distribuzione dei temporali, quindi cambia la probabilità che si formi un temporale e quindi anche la probabilità che si formino dei fulmini. Anche il fatto che le estati sono più calde, questo accumulo di calore favorirà un temporale più intenso. Ci saranno meno temporali ma più intensi di un tempo.

Potrebbe quindi influenzare l'imprevedibilità dell'evento?

In qualche modo sì, perchè tutta questa energia in più rende più imprevedibile sia il temporale che la formazione dei fulmini.

In situazioni di escursionismo in montagna, come si deve comportare?

Il comportamento più intelligente, se le previsioni danno temporali, è non andare o comunque assicurarsi che nelle vicinanze ci sia un rifugio dove potersi riparare in tempi brevi, perchè il temporale ti da qualche minuto di preavviso prima di scatenarsi.

11.2 INTERVISTA ALESSANDRO MARUCCI - CNSAS

Funzionamento corpo di soccorso?

Fase di prevenzione e pianificazione attuata dalla protezione civile o del dipartimento regionale. Il nostro corpo di soccorso interviene quando c'è un'emergenza, quindi quando qualcosa è avvenuto. In situazioni di conclamato rischio, possiamo essere attivati su una determinata condizione (rischio valanghe, emergenza neve, etc...).

Come soccorso alpino noi però principalmente portiamo soccorso medicalizzato. Lo spettro di problematiche che abbiamo è quello legato a diversi ambienti, montagna, ipogeo (grotte) e quello delle grotte a cielo aperto. Intervendiamo anche in contesti come quelli della ricerca, delle tecnologie (droni...).

Il discorso dei rischi, che siano fulmini, che siano valanghe o altro, viene affrontato in due modi, uno è quello a danno già avvenuto e l'altro è il soccorso, quindi noi andando a prestare soccorso, corriamo gli stessi rischi delle persone da recuperare. Si fa una valutazione del rischio: o mitigo il rischio con un dispositivo o lo evito con

delle procedure. Valutare che cosa stai mitigando (la potenza, abbassare la magnitudo dell'evento) e la possibilità di prevederlo (tipo il bollettino valanga, si

basa su scala sinottica, non è precisa ma è una probabilità). Dal momento che fare un previsione precisa è impossibile bisogna proteggersi, ma anche proteggersi da una scarica di elettricità così alta è impossibile. Quello che rimane da fare è seguire le norme di comportamento, quando c'è un rischio oggettivo (che non puoi evitare), quando c'è un temporale è meglio non avventurarsi in montagna.

Per proteggersi vanno messi insieme una serie di parametri, dispositivi, norme di comportamento, la conoscenza, la cultura, l'individuo e capire qual è l'ottimo dell'equilibrio fra loro, perchè l'uno non è la situazione rispetto all'altro perchè prevedere un fulmine è impossibile. Quindi dovresti fare una ricognizione di quali sono

gli eventi, con che probabilità accadono, quali sono i dispositivi di oggi, quali sono le buone pratiche, e quale può essere l'equilibrio fra tutto.

Dati su vittime dei soccorsi, voce dice "altro", o una generica su eventi climatici, c'è un modo per avere dei dati più dettagliati sulla tipologia di evento?

Bisognerebbe andare a vedere il rapporto su ogni singolo parametro.

11.3 INTERVISTA FRANCESCO SULPIZIO -
PRESIDENTE CAI ABRUZZO

11.4 INTERVISTA MARINA BALDI

1. COME AVVIENE LA FORMAZIONE DEL FENOMENO ATMOSFERICO DEI FULMINI?

FULMINE

La parola Fulmine indica scariche elettriche e impulsi elettrici di un fenomeno di fulminazione

I cristalli di ghiaccio che si trovano all'interno di una nube temporalesca, di solito in cumulonembo molto esteso in verticale, si muovono su e giù nell'aria turbolenta e si scontrano l'uno con l'altro. Piccole particelle cariche negativamente, chiamate elettroni, vengono staccate da alcuni cristalli di ghiaccio e aggiunte ad altri cristalli di ghiaccio mentre si scontrano l'uno con l'altro. Questo separa le cariche positive (+) e negative (-) della nube. La parte superiore della nube si carica positivamente, mentre la base della nube si carica negativamente.

Un fulmine può apparire in una nuvola (IC), fra due nuvole (CC) o fra una nuvola e la terra (CG).

TUONO

Il tuono è il rumore provocato dal fulmine che, a seconda della natura del fulmine e della distanza dall'osservatore, può manifestarsi come un colpo secco e forte oppure come un rombo basso e prolungato.

Il fulmine causa un forte aumento di pressione e temperatura che a sua volta

provoca la rapida espansione del canale ionizzato prodotto dal fulmine stesso: l'espansione dell'aria produce infine un'onda d'urto che si manifesta col rumore del tuono.

Il rombo del tuono segue il bagliore del lampo, poiché la luce viaggia a velocità maggiore rispetto al suono: misurando il tempo che passa tra la visione del lampo e la percezione del suono è possibile capire a quale distanza si è verificato il fenomeno.

In pratica, basta dividere per 3 l'intervallo di tempo in secondi che intercorre tra la visione del fulmine e la percezione del suono, per avere la distanza in chilometri alla quale si è verificato il fenomeno.

2. È SEMPRE PREVEDIBILE IL FENOMENO ATMOSFERICO DEI FULMINI?

I meteorologi possono prevedere, e lo fanno, la probabilità di un'intensa attività di fulmini. Tuttavia, è impossibile prevedere i singoli fulmini perché questi sono così diffusi, frequenti e casuali. La nostra comprensione dei processi di elettrificazione delle nubi è ancora incompleta, ma conosciamo alcuni degli ingredienti di cui un temporale ha bisogno per elettrificarsi e potenzialmente produrre fulmini. Per esaminare questi ingredienti si utilizzano due metodi principali: (1) l'osservazione del tempo attuale e (2) i modelli di previsione al computer del tempo futuro.

3. QUALI SONO GLI ELEMENTI | INDICATORI CHE LO PREALLERTANO?

Gli scienziati utilizzano le caratteristiche del tempo attuale per prevedere se e dove un temporale produrrà fulmini in futuro. Il tempo attuale è molto importante per prevedere i fulmini nelle ore successive. Per farlo bene, ci sono molte cose da sapere sul temporale. Ha già prodotto fulmini in passato? Sta crescendo di dimensioni? Il temporale raggiunge quote con temperature inferiori allo zero? Come si muove il temporale? Qual è l'età del temporale? Possiamo confrontare questo tipo di informazioni con i casi che si sono verificati in precedenza e quindi prevedere la probabilità che si verifichi e l'area generale in cui un temporale potrebbe produrre un fulmine. Gli scienziati fanno una previsione probabilistica dei fulmini perché il tempo atmosferico è un sistema caotico, quindi un piccolo cambiamento nel temporale o nell'ambiente circostante può fare una grande differenza.

4. QUANTO TEMPO PRIMA CHE IL FENOMENO AVVENGA POSSIAMO ESSERE AVVERTITI?

È possibile prevedere con qualche giorno di anticipo se si possono sviluppare le condizioni necessarie per lo sviluppo di fulmini in una determinata zona. Tuttavia è impossibile prevedere con esattezza luogo e ora dell'evento.

Studi recenti mostrano che con algoritmi basati su Intelligenza Artificiale e su tecniche di Machine Learning è possibile fare delle buone previsioni con circa 10-30 minuti di anticipo. La nuova tecnica combina le previsioni meteorologiche con un'equazione di apprendimento automatico (machine learning) basata sull'analisi di eventi passati di fulmini. Questo dimostra che le previsioni di sistemi meteorologici gravi, come i temporali, possono essere migliorate utilizzando metodi basati sull'apprendimento automatico e i risultati incoraggiano l'esplorazione dei metodi di apprendimento automatico per altri tipi di previsioni meteorologiche gravi, come i tornado o le grandinate.

5. COME CAMBIA L'ATMOSFERA QUANDO SI STA PER VERIFICARE IL FENOMENO NELLA ZONA IN CUI CI TROVIAMO?

Si veda il punto Quali sono gli elementi | indicatori che lo preallertano?

Tuoni, venti forti, cieli sempre più scuri, piogge e lampi di luce brillanti sono segnali di allarme per fulmini.

6. DA COSA È ATTRATTO UN FULMINE?

Ogni oggetto con un'elevazione predominante rispetto all'area circostante ha una maggior probabilità di essere colpito dal fulmine (un albero, una torre, un traliccio).

7. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO INCIDERÀ SULL'AUMENTARE DEL FENOMENO DEI FULMINI?

I cambiamenti climatici rendono l'aria più calda e quindi più umida, ed entrambi questi fattori possono aumentare la possibilità di temporali. Tuttavia questo non necessariamente indica un aumento dell'attività elettrica in atmosfera.

Uno studio recente (www.sciencedaily.com/releases/2022/11/221111103021.htm "Climate change strikes: Lightning patterns change with global warming." ScienceDaily 11 November 2022.) ha mostrato che potrebbero esserci temporali più frequenti con maggiore energia, ma localmente meno fulmini, principalmente a causa della riduzione della presenza di ghiaccio e delle particelle ghiacciate nelle nubi temporalesche a causa del riscaldamento. In Europa lo studio suggerisce che vi potranno essere più fulmini in alta quota, anche sulle Alpi, meno fulmini sui terreni più bassi dell'Europa centrale e sul mare, soggetti a cambiamenti della circolazione, pur se i risultati hanno dei margini di incertezza.

8. IN SPAZI MAGGIORMENTE ESPOSTI, COME AD ESEMPIO DURANTE UNA ESCURSIONE IN MONTAGNA, QUALI SONO I COMPORTAMENTI DA ADOTTARE?

Per evitare possibili incidenti, in caso di

temporale bisogna sempre ricordarsi alcune semplici no-zioni, che aiuteranno a decidere come meglio comportarsi:

Ogni oggetto con un'elevazione predominante rispetto all'area circostante ha una maggior probabilità di essere colpito dal fulmine (un albero, una torre, un traliccio).

La corrente del fulmine dopo aver colpito il suo bersaglio si disperde nel terreno, quindi se si è in vicinanza della struttura colpita e si è a contatto col suolo si può venire in contatto con la corrente di dispersione e subire dei danni.

Il fulmine può raggiungere anche l'interno degli edifici se questi sono collegati a strutture esterne (come l'antenna televisiva), percorrendo i cavi elettrici o altre strutture metalliche.

Un luogo chiuso, soprattutto se metallico, come le automobili, o in cemento armato, come le case, è una "gabbia" sicura, purché non ci siano possibilità di condurre il fulmine dall'esterno all'interno (vedi punto precedente).

In montagna

La montagna, essendo ad elevate altitudini, è un luogo molto esposto ai fulmini. In aggiunta alcuni percorsi di montagna sono attrezzati con funi o scale metalliche che possono "attirare" il fulmine.

Quindi:

a) Prima di fare una gita informarsi sem-

pre sulle condizioni meteorologiche.

b) Se si è sorpresi da un temporale già sul percorso, cercare di scendere di quota o di trovare un rifugio chiuso (non sotto alberi o punte!).

c) Se si rimane all'aperto restare in un luogo lontano da punte o alberi e assumere una posizione accucciata.

d) Evitare assolutamente le parti "ferrate" del percorso.

Al mare

Ricordiamo in questo caso che l'acqua è un buon conduttore, quindi nel caso che il fulmine colpisca la superficie dell'acqua, la corrente si disperderà attraverso l'acqua, investendo eventuali bagnanti. Inoltre la spiaggia è un luogo aperto e piano, in cui anche un uomo in piedi può fungere da "punta".

Quindi:

a) Non rimanere in acqua durante un temporale.

b) Se possibile non rimanere in spiaggia ma ripararsi in un luogo chiuso, oppure rimanere seduti o accucciati.

Al parco

Se ci troviamo in un parco dobbiamo:

a) Allontanarci dagli alberi il più possibile.

b) Trovare riparo in un luogo chiuso.

c) Se non si può trovare riparo, restare accucciati in un area lontana da punte.

d) Se si è in bicicletta scendere di sella e allontanarsi dalla bici (se metallica).

In campeggio

Valgono come sempre le regole di restare lontani da condutture e impianti elettrici. Inoltre:

a) Restare in un luogo chiuso come la roulotte che funge da gabbia come l'automobile.

b) Uscire dalla tenda e trovare un rifugio chiuso.

c) Se si deve restare in tenda accucciarsi e restare distanti dai pali metallici.

d) Evitare giochi con aquiloni o simili.

e) Evitare di pescare con canna da pesca

In barca

Ricordarsi che un temporale in barca può essere pericoloso, non solo per la navigazione, ma anche per i fulmini e quindi seguire queste poche e semplici regole:

a) Se si è in vicinanza di un porto andare all'ormeggio.

b) Se la costa ha pareti elevate ed è possibile, meglio navigare sottocosta.

c) Se siete in barca a vela l'albero è esposto ai fulmini quindi sistematevi lontano dallo stesso e lontano da elementi metallici. Il timoniere purtroppo non può.

d) Se è tecnicamente possibile si può buttare l'ancora facendola passare attorno all'albero. L'eventuale corrente si scaricherà attraverso l'ancora in mare.

e) Se il temporale non si allontana, riprendere la navigazione e cercare di portarsi velocemente in un'altra zona, potrebbe infatti essere un temporale circoscritto.

f) In una barca a vela sarebbe necessario che tutte le strutture metalliche fossero ben connesse fra loro e con il bulbo, mediante cavi elettrici, in modo che il fulmine abbia sempre un percorso verso l'acqua.

Alcuni dati tecnici:

Il sito del LaMMA, Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile, riporta, in tempo reale, la mappa dei fulmini: <http://www.lamma.rete.toscana.it/meteo/os-servizi-e-dati/fulminazioni>

I fulmini possono essere catalogati in base alle loro caratteristiche e si suddividono in:

Nube-Nube
Intranube
Nube-nube
Nube-aria
Nube-Suolo
Ascendenti
Discendenti

Possono poi essere suddivisi in base all'elettricità che portano:

Positivi (circa il 10% del totale) formati da un solo colpo
Negativi (circa il 90% del totale) formati da più colpi

La loro durata media è:

Durata media del fulmine circa 0.2 sec
Durata dei singoli colpi che lo compongono decine di millisecondi

Intensità della corrente

Corrente media per fulmini negativi è di 30 kA

Intervallo di corrente va da 2 kA a 200 kA

Canale di carica

Temperatura di circa 30000 °K (gradi Kelvin o assoluti)

Carica totale depositata da 5 a 10 Coulomb

Mesi nei quali la frequenza dei fulmini è maggiore: Maggio-Novembre

Mese più colpito: Agosto (oltre il 20% del totale)

Maggio e Novembre il 25% rispetto ad Agosto

Giugno e Ottobre il 50% rispetto ad Agosto

Luglio e Settembre il 75% rispetto ad Agosto

In Italia le zone più colpite sono:

Arco alpino e specialmente in prossimità dei laghi

Appennino Ligure

Appennino Centrale, dove spicca la zona di Roma

Ad oggi sappiamo che in Italia il nume-

ro di fulmini per chilometro quadrato all'anno varia da 1.5 a 4 (fulmini/km²)/anno e sul territorio nazionale sono state individuate delle macroaree ad uguale densità.

Curiosità

L'uomo che è stato colpito il maggior numero di volte da un fulmine è stato Roy Cleveland Sullivan, un ranger forestale di Waynesboro, Virginia (USA), che venne colpito 7 volte da un fulmine tra il 1942 e il 1977. La prima volta perse un'unghia del piede. Il secondo fulmine bruciò le sopracciglia; il terzo gli danneggiò la spalla sinistra; il quarto bruciò i capelli; il quinto gli bruciò il cappello e lo scaraventò a 10 passi dalla sua auto sulla quale stava viaggiando. Il sesto gli danneggiò l'anca. Venne colpito per l'ultima volta da un fulmine il 25 giugno 1977, mentre stava pescando; in quell'occasione fu ricoverato per bruciori allo stomaco e al bacino. Si uccise con un colpo di pistola nel 1983, a 71 anni, per una delusione amorosa.

Esempio di danni all'uomo derivanti da fulmine:

- Una corrente che passa attraverso i centri nervoso-respiratori da, solitamente, luogo ad un arresto respiratorio, con conseguente asfissia e, se non trattato immediatamente, a morte cerebrale.
- Una corrente che passa attraverso il

cuore può produrre fibrillazione ventricolare o ar-resto cardiaco.

- Anche in questo caso se non si interviene tempestivamente si ha la morte.
- Danni minori dovuti al passaggio di corrente nel corpo umano sono: perdita di coscienza, amnesia, paralisi, bruciature
- Decessi causati da fulmini sono scesi da 40-45 all'anno negli anni Settanta ai 7-10 all'anno ai nostri giorni a seguito della maggior conoscenza del fenomeno e dunque delle indicazioni da seguire in caso si manifesti il fenomeno.

[In seguito all'intervista Marina Baldi mi ha fornito del materiale riguardo lezioni tenute all'interno del corso di meteorologia e climatologia nell'anno 2022/2023 all'Università degli studi della TUSCIA DAFNE - SDM. Il materiale estrapolato e poi rielaborato è stato inserito ad integrazione della ricerca riguardo lo scenario di progetto].

Contesto applicativo

12. La montagna

Una montagna è un rilievo della superficie terrestre che si estende sopra il terreno circostante con una certa altezza, prominenza ed isolamento topografico. Esistono varie convenzioni per ciò che riguarda l'altezza al sopra della quale si parla di montagna e non di collina; d'ordinario si definisce montagna un rilievo che supera i 600 -700[1] metri sul livello del mare (s.l.m.), ma solo quando il suo aspetto è, almeno parzialmente, impervio.

Tra i vari criteri si riporta infine quello internazionale fornito dal Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente, che definisce "montagna" ogni rilievo terrestre con le seguenti caratteristiche:

- altitudine di oltre 2.500
- metrialtezza tra i 1.500 e 2.500 metri e pendenza del due per cento
- altitudine compresa tra 1.000 e 1.500 metri e pendenza del cinque per cento
- altitudine tra i 300 e i 1.000 metri continua entro sette chilometri.

Un insieme di montagne vicine, collegate tra loro e della stessa origine geologica, prende il nome di catena montuosa; ogni catena, poi, viene suddivisa in gruppi e massicci montuosi, usando vari criteri (storici, geografici, geologici, tradizionali, etnologici). Infine si è soliti distinguere in bassa montagna ed alta montagna, indi-

cando generalmente come quota di suddivisione i 1500 m s.l.m.

Per descrivere una montagna si ricorre a vari elementi che la possono formare:

Vetta o cima secondo le definizioni date prima: una montagna può avere più vette o cime distinte.

Anticime, sottocime, vette secondarie: elevazioni che non hanno la prominenza necessaria per essere chiamate vette.

Spalla: fianco di una montagna particolarmente pronunciato.

Cresta: linea sulla sommità di un rilievo montuoso che separa due versanti intersecati a tetto (es. Cresta di Brouillard). Approssimando una montagna ad una piramide la cresta corrisponde allo spigolo della figura geometrica.

Gendarme: pinnacolo di roccia sul fianco o sulla cresta della montagna.

Versante: sempre approssimando la montagna ad una piramide i versanti corrispondono alle facce della stessa. Ognuno di essi avrà una diversa esposizione a seconda del proprio orientamento rispetto ai punti cardinali.

Passo (o valico): il punto più basso tra due montagne che permette di attraversarle.

Piede: punto più basso di una montagna.

Spartiacque: linea di separazione che unisce le vette di varie montagne. Ai lati di essa l'acqua fluisce in una diversa direzione, riversandosi e alimentando diversi

corsi d'acqua, che possono sfociare anche in diversi bacini marini.

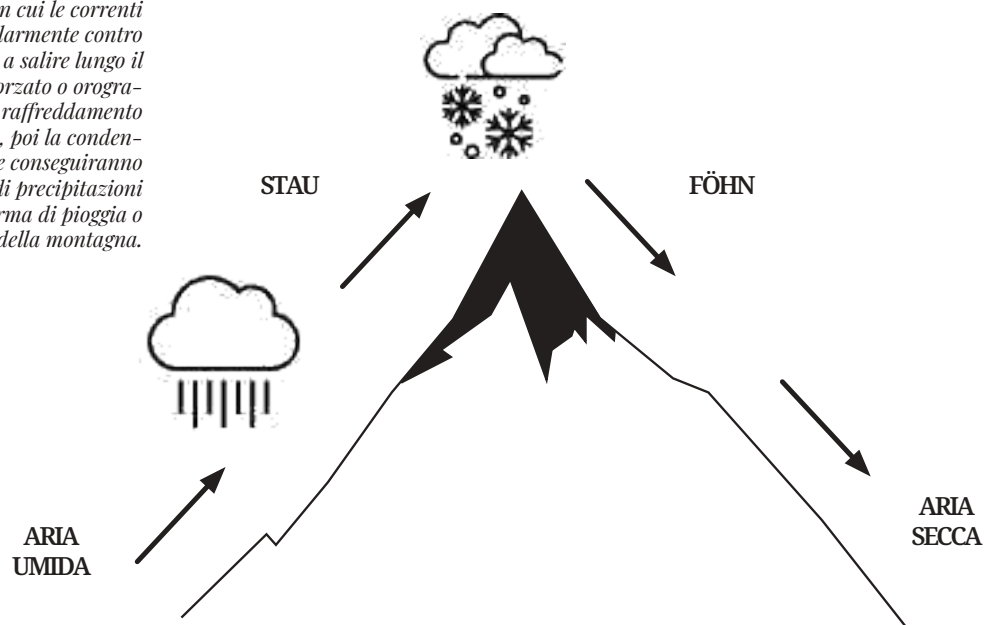
Caratteristica delle zone montuose è anche il clima tipico con freddo d'inverno e fresco d'estate con presenza di neve e ghiaccio anche perenni al di sopra di determinate quote altimetriche, mentre dal punto di vista geologico durante l'estate i ghiacciai tendono a fondersi erodendo le rocce su cui poggiano.

Il motivo delle basse temperature è la diminuzione della pressione atmosferica con la quota (circa 1° ogni 100 m). Il fatto che in montagna si sia più vicini al Sole è

ininfluente sulla temperatura in quanto la differenza di distanza è minima rispetto alla distanza media tra Terra e Sole.

A livello meteorologico altro effetto tipico delle montagne è il cosiddetto **sollevamento orografico delle correnti aeree e delle masse d'aria sopravvento che genera nuvolosità e precipitazioni sul versante esposto e tempo secco e più caldo su quello discendente**. L'effetto di blocco è tale che i territori posti immediatamente a nord di catene montuose hanno un clima ben più rigido rispetto a territori posti immediatamente a sud di esse.

L'effetto Stau si genera tutte le volte in cui le correnti atmosferiche impattano perpendicolarmente contro una catena montuosa. L'aria, costretta a salire lungo il pendio della montagna (sollevamento forzato o orografico), si raffredderà adiabaticamente. Il raffreddamento favorirà prima la saturazione dell'aria, poi la condensazione del vapore acqueo in eccesso. Ne conseguiranno la formazione di nubi e lo sviluppo di precipitazioni molto insistenti e abbondanti (sotto forma di pioggia o neve) nel versante sopravvento della montagna.



13. Attività praticate in montagna

In montagna le attività maggiormente praticate sono trekking, hiking ed escursionismo, sono termini comunemente usati per identificare la stessa attività, la camminata in montagna. In realtà, sebbene siano tutte esperienze all'aperto che permettono di fare attività fisica, esplorare la montagna e godersi la natura, ci sono delle differenze tra loro.

13.1 TREKKING

Trekking dal termine inglese (=to trek) significa fare un lungo viaggio, ovvero fare lunghe camminate comprensive di pernottamento, in rifugi o in tenda, solitamente più apprezzato da questa categoria. Il trekking generalmente è svolto in montagna, spesso ad alte quote, camminando tra sentieri e boschi, seguendo percorsi segnalati dal CAI (Club Alpino Italiano) ma anche uscendo dalle vie più conosciute per esplorare nuovi paesaggi che spesso sono isolati dai tracciati più comuni.

La componente naturalistica è alla base del trekking, infatti la camminata è lenta e costante per porre maggiore attenzione ai dettagli e alle sfumature che la natura regala.

Chi fa trekking non rientra la sera, pernotta in qualche rifugio o principalmente fa campeggio munito di sacco a pelo e tutta l'attrezzatura necessaria per dormi-

re all'aperto anche con temperature più basse e tutti gli accessori indispensabili per affrontare eventuali imprevisti.

Soprattutto negli Stati Uniti e nel Nord Europa, il termine si lega al concetto di esplorazione, identificandosi come una sorta di viaggio alla scoperta di nuovi territori, da affrontare a piedi o in bicicletta.

13.2 HIKING

Hiking (to hike = camminare) come attività è simile al trek ma la durata è giornaliera, non è previsto il pernottamento e spesso ha una componente sportiva maggiore. È un'escursione veloce di diverse ore, con un livello di difficoltà maggiore rispetto ad una semplice passeggiata in montagna. Di solito chi fa hiking presta meno attenzione alla natura che lo circonda e si dedica maggiormente all'attività fisica. I luoghi solitamente frequentati da chi pratica hiking sono laghi, campagna o montagna.

13.3 ESCURSIONISMO

Escursionismo significa camminare nella natura seguendo un percorso conosciuto e non conosciuto, con una durata che non va al di là della giornata, di solito alcune ore e non prevede il pernottamento. Solitamente quando si fa un'escursione in montagna si seguono sentieri segnalati dalla F.I.E. (Federazione Italiana Escur-

sionismo) o dal C.A.I. (Comitato Alpino Italiano).

[è anche il punto di partenza per intraprendere il trekking o l'alpinismo, in quanto meno impegnativo ma che comunque richiede un minimo di sforzo fisico. L'escursionista unisce l'attività fisica con l'amore per la natura che diventa la motivazione principale per un'escursione. La camminata è caratterizzata da un passo lento che permette di prestare attenzione alla natura circostante e al paesaggio che si incontra. Attività prediletta anche da famiglie e coppie (dotati di attrezzature per eventuali bambini, come lo zaino porta bimbo)

13.4 DIFFERENZE:

DURATA

Nel caso dell'hiking e delle escursioni, le uscite nei sentieri durano soltanto poche ore o una sola giornata, nel trekking invece si può sostare per alcuni giorni in rifugi, strutture ricettive o in tenda.

TECNICA

Per quanto riguarda la tecnica esistono

delle differenze tra hiking e trekking, e tra queste ed escursionismo: la particolare natura del primo, prettamente sportiva, esige una preparazione più avanzata, che metta al riparo dalle insidie dei sentieri più tecnici. Nel caso delle altre due attività, in generale la camminata in montagna richiede di base una buona tecnica di rullata del piede (?), che dovrà iniziare dal tallone per terminare di avampiede e l'uso corretto dei bastoncini, anche se non sono strettamente necessari.

PREPARAZIONE FISICA

La differenza tra hiking, trekking ed escursionismo è riscontrabile anche per quanto riguarda la preparazione fisica. Scalare per tante ore tra salite e discese e percorsi di tipo tecnico impone sicuramente un livello di preparazione fisica più avanzato ed un allenamento su percorsi misti, che dovrebbe includere anche lunghe escursioni per costruire la resistenza. | Per camminare in montagna, in caso di uscite di una sola giornata, non serve una preparazione fisica impegnativa ma solo una buona attitudine al movimento. In caso di uscite di più giorni e sentieri sconnessi o con importanti pendenze è necessario un buon allenamento di base, basato sulla costruzione di una base aerobica (ad es. Con la corsa, bici o nuoto) e su esercizi di forza per tonificare i muscoli di gambe braccia e addominali

EQUIPAGGIAMENTO

Sicuramente nel caso delle camminate di una sola giornata si dovrà puntare a mettere nello zaino il necessario, una strumentazione dunque il più possibile leggera per vivere le uscite in sicurezza ma anche nel massimo comfort. Le differenze tra hiking, trekking ed escursionismo sono in alcuni casi sottili: tuttavia possono esserci in realtà dei punti in comune tra le attività outdoor, come nel caso dell'equipaggiamento. L'attrezzatura base per il trekking, si accosta per molti aspetti a quella richiesta per l'escursionismo, includendo alcuni elementi fondamentali per la sopravvivenza e i principali kit di primo soccorso per la montagna. Include inoltre capi tecnici utilizzati spesso anche come abbigliamento per l'alpinismo e soprattutto i dispositivi GPS.]

L'equipaggiamento dell'escursionista dipende dal tipo e dalla durata dell'escursione, ma in generale si consiglia di avere:

- scarpe da trekking adatte al terreno e alla stagione;
- calze di lana o fibra traspiranti;
- abbigliamento a strati, leggero e confortevole;
- zaino capiente e comodo con cinghie di fissaggio;
- borraccia d'acqua e cibo energetico;

- torcia o lampada frontale;
- kit di pronto soccorso;
- carta topografica e bussola o GPS12.

Per escursioni di più giorni o su vie attrezzate, potrebbe essere necessario aggiungere anche:

- sacco a pelo e sacco lenzuolo;
- telo o tenda;
- fornello da campo;
- casco protettivo, imbracatura e moschettoni

L'equipaggiamento per l'escursionismo dipende dal tipo di escursione che vuoi fare, dalla durata, dalla distanza, dalla difficoltà tecnica e dalle condizioni meteo.

In generale, ti consiglio di portare:

- Scarpe: adeguate al tipo di terreno e al tuo livello di allenamento.
- Zaino: un volume di 10 litri per escursioni di alcune ore e fino a 70 litri per trekking di più giorni senza alloggio.
- Sistema di idratazione: serbatoio, bottiglia d'acqua o flask dovrebbero essere sempre a portata di mano.
- Abbigliamento tecnico da trekking suddiviso in 3 strati: strato traspirante, strato termico e strato protettivo.
- Kit di primo soccorso: ghiaccio secco, garze, bende, cerotti, telo termico, ecc.
- Altri accessori utili: cappellino, guan-

ti, occhiali da sole, coltello multiuso, fischietto emergenza, torcia frontale da testa, crema solare protettiva, acciarino o accendino o fiammiferi, cordino da trekking per emergenza ed altri usi.

14. CAI - Club Alpino Italiano

Costituito il 23 ottobre 1863 a Torino – anche se si può affermare che la sua fondazione ideale è avvenuta il 12 agosto dello stesso anno, durante la celeberrima salita al Monviso ad opera di Quintino Sella, Giovanni Barracco, Paolo e Giacinto di Saint Robert – il Club alpino italiano è una libera associazione nazionale che, come recita l'articolo 1 del suo statuto, “ha per iscopo l'alpinismo in ogni sua manifestazione, la conoscenza e lo studio delle montagne, specialmente di quelle italiane, e la difesa del loro ambiente naturale”.

Il suo fondatore è Quintino Sella, la cui effigie è esposta all'ingresso della Sede centrale del Club alpino italiano in via Petrella 19 a Milano.

L'associazione è costituita da soci riuniti liberamente in sezioni, coordinate in raggruppamenti regionali: al 31 dicembre 2020 conta 306.255 soci e socie che partecipano alle attività di 512 sezioni e 316 sottosezioni appartenenti a 21 gruppi regionali, di cui 2 raggruppamenti provinciali (Trentino e Alto Adige).

All'interno dell'ordinamento italiano la struttura centrale del Club alpino italiano si configura come un ente pubblico non economico, mentre tutte le sue strutture territoriali (sezioni, raggruppamenti regionali e provinciali) sono soggetti di diritto privato.

In particolare, in applicazione della Legge 24 dicembre 1985, n. 776 relativa a nuove disposizioni sul Club alpino italiano, l'associazione provvede, a favore sia dei propri soci sia di altri e nell'ambito delle facoltà previste dallo statuto:

- alla diffusione della frequentazione della montagna e all'organizzazione di iniziative alpinistiche, escursionistiche e speleologiche, capillarmente diffuse sul territorio nazionale;
- all'organizzazione ed alla gestione di corsi d'addestramento per le attività alpinistiche, sci-alpinistiche, escursionistiche, speleologiche, naturalistiche volti a promuovere una sicura frequentazione della montagna;
- alla formazione di 21 diverse figure di titolati (istruttori, accompagnatori ed operatori), necessarie allo svolgimento delle attività citate;
- al tracciamento, alla realizzazione e alla manutenzione di sentieri, opere alpine e attrezzature alpinistiche;
- alla realizzazione, alla manutenzione ed alla gestione dei rifugi alpini e dei bivacchi d'alta quota di proprietà del Club alpino italiano e delle singole sezioni – quantificati ad oggi in 716 strutture per un totale di 18.928 posti letto – fissandone i criteri ed i mezzi;
- all'organizzazione, tramite il Corpo nazionale soccorso alpino e speleologico (Cnsas), struttura operativa del Cai, di idonee iniziative tecniche per

la vigilanza e la prevenzione degli infortuni nell'esercizio delle attività alpinistiche, escursionistiche e speleologiche, per il soccorso degli infortunati o dei pericolanti e per il recupero dei caduti;

- alla promozione di attività scientifiche e didattiche per la conoscenza di ogni aspetto dell'ambiente montano nonché di ogni iniziativa idonea alla protezione ed alla valorizzazione dell'ambiente montano nazionale, anche attraverso l'operato di organi tecnici nazionali e territoriali;
- alla promozione di iniziative di formazione di tipo etico-culturale, di studi dedicati alla diffusione della conoscenza dell'ambiente montano e delle sue genti nei suoi molteplici aspetti, della fotografia e della cinematografia di montagna, della conservazione della cultura alpina;

L'entusiasmo e l'impegno volontaristico che da sempre caratterizzano il Cai e lo hanno reso un'eccellenza nel panorama associazionistico italiano, hanno permesso di realizzare nel tempo un ampio ventaglio di opere a favore della montagna e dei suoi frequentatori, quali ad esempio rifugi, bivacchi, sentieri, rimboschimenti.



«Il Club alpino italiano (C.A.I.), fondato in Torino nell'anno 1863 per iniziativa di Quintino Sella, libera associazione nazionale, ha per iscopo l'alpinismo in ogni sua manifestazione, la conoscenza e lo studio delle montagne, specialmente di quelle italiane, e la difesa del loro ambiente naturale.»

(Statuto del Club alpino italiano. Titolo I - Articolo 1)

15. I Sentieri

In Italia, l'unica definizione giuridica è contenuta nel Codice della strada il quale, all'articolo 3 (Definizioni stradali e di traffico), comma primo, n. 48, recita: «Sentiero (o mulattiera o tratturo): strada a fondo naturale formata per effetto del passaggio di pedoni e di animali».

Dalla giurisprudenza emergono altre definizioni: il sentiero è individuato in «quel tracciato che si forma naturalmente e gradualmente per effetto di calpestio continuo e prolungato» (Cassazione, maggio 1996, n. 4265) «a opera dell'uomo o degli animali, in un percorso privo di incertezze e ambiguità, riportato nelle mappe catastali» (Cassazione, 29 agosto 1998, n. 8633; Cassazione, 21 maggio 1987, n. 4623).

Il CAI, avvalendosi dell'apporto diretto dei soci, individua, segna e cura i sentieri. Un impegno per offrire sicurezza agli escursionisti, conoscere, valorizzare e tutelare i grandi spazi della natura e delle culture della montagna italiana, promuovere un turismo sostenibile. Il colore bianco-rosso è il "filo d'Arianna" dell'escursionismo.

Sulle mappe dei sentieri vengono segnati diversi elementi, come:

- Il numero del sentiero, che corrisponde alla segnaletica del CAI (Club Alpino Italiano) o di altre associazioni locali.

- La difficoltà del sentiero, che viene indicata con delle sigle (T, E, EAI, EE, EEA) che tengono conto del dislivello, della distanza e del tipo di terreno.
- La direzione e il tempo di percorrenza delle località di destinazione, che vengono indicati con delle tabelle segnavia di colore bianco e rosso.
- La quota e il profilo altimetrico del sentiero, che mostrano l'andamento della pendenza e le variazioni di altitudine.
- I punti di interesse e i servizi lungo il sentiero, come rifugi, fontane, bivacchi, chiese, ecc.

La classificazione dei sentieri

Sentiero escursionistico

Sentiero privo di difficoltà tecniche che corrisponde in gran parte a mulattiere realizzate per scopi agro – silvo – pastorali, militari o a sentieri di accesso a rifugi o di collegamento fra valli. È il tipo di sentiero maggiormente presente sul territorio e più frequentato e rappresenta il 75% degli itinerari dell'intera rete sentieristica organizzata. Nella scala delle difficoltà escursionistiche CAI è classificato "E": itinerario escursionistico privo di difficoltà tecniche.

Sentiero alpinistico

Sentiero che si sviluppa in zone impervie con passaggi che richiedono all'escursionista una buona conoscenza della montagna, tecnica di base e un equipaggiamento adeguato. Corrisponde generalmente a un itinerario di traversata nella montagna medio alta e può presentare dei tratti attrezzati – sentiero attrezzato – con infissi (funi corrimano e brevi scale) che però non snaturano la continuità del percorso. Nella scala di difficoltà CAI è classificato “EE”: itinerario per escursionisti esperti.

Via ferrata o attrezzata

Itinerario che conduce l'alpinista su pareti rocciose o su aeree creste e cenge, preventivamente attrezzate con funi e/o scale senza le quali il procedere costituirebbe una vera e propria arrampicata. Richiede adeguata preparazione ed attrezzatura quale casco, imbrago e dissipatore. Nella scala di difficoltà CAI è classificato “EEA”: itinerario per escursionisti esperti con attrezzatura.

Classificazione di sentieri CAI

T: Turistico

Itinerari su stradine, mulattiere o comodi sentieri, con percorsi ben evidenti e

che non pongono incertezze o problemi di orientamento. Svolti in genere sotto i 2000m e costituiscono di solito l'accesso ad alpeggi o rifugi. Richiedono una certa conoscenza dell'ambiente montano e una preparazione fisica alla camminata.

E: Escursionistico

Itinerari che si svolgono solitamente su sentieri, oppure su tracce di passaggio in terreno vario (pascoli, detriti, pietraie), di solito con segnalazioni; possono esservi brevi tratti pianeggianti o lievemente inclinati di neve residua, quando, in caso di caduta, la scivolata si arresta in breve spazio e senza pericoli. Si sviluppano a volte su terreni aperti, senza sentieri ma non problematici, sempre con segnalazioni adeguate. Possono svolgersi su pendii ripidi; i tratti esposti sono in genere protetti (barriere) o assicurati (cavi). Possono avere singoli passaggi su roccia, non esposti, o tratti brevi e non faticosi né impegnativi grazie ad attrezzature (scalette, pioli, cavi) che però non necessitano l'uso di equipaggiamento specifico (imbragatura, moschettoni, ecc.) Richiedono un certo senso di orientamento, come pure una certa esperienza e conoscenza del territorio montagnoso, allenamento alla camminata, oltre a calzature ed equipaggiamento adeguato.

EE: percorsi per escursionisti esperti

Itinerari generalmente segnalati ma che implicano una capacità di muoversi su terreni particolari. Sentieri o tracce su terreno impervio e infido (pendii ripidi e/o scivolosi di erba, o misti di rocce ed erba, o di roccia e detriti). Terreno vario, a quote relativamente elevate (pietraie, brevi nevai non ripidi, pendii aperti senza punti di riferimento, ecc.). Tratti rocciosi, con lievi difficoltà tecniche (percorsi attrezzati, vie ferrate fra quelle di minor impegno). Rimangono invece esclusi i percorsi su ghiacciai, anche se pianeggianti e/o all'apparenza senza crepacci (perché il loro attraversamento richiederebbe l'uso della corda e della piccozza e la conoscenza delle relative manovre di assicurazione). Necessitano: esperienza di montagna in generale e buona conoscenza dell'ambiente alpino; passo sicuro e assenza di vertigini; equipaggiamento, attrezzatura e preparazione fisica adeguata.

EEA: percorsi per escursionisti esperti con attrezzatura

Percorsi attrezzati o vie ferrate per i quali è necessario l'uso dei dispositivi di autoassicurazione (imbragatura, dissipatore, moschettoni, cordini) e di equipaggiamento di protezione personale (casco, guanti).

EEA-F (Ferrata Facile)

Sentiero attrezzato poco esposto e poco

impegnativo con lunghi tratti di cammino. Tracciato molto protetto, con buone segnalazioni, dove le strutture metalliche si limitano al solo cavo o catena fissati unicamente per migliorare la sicurezza.

EEA-PD (ferrata poco difficile)

Ferrata con sviluppo contenuto e poco esposta. Il tracciato è di solito articolato con canali, camini e qualche breve tratto verticale, facilitato da infissi come catene, cavi, pioli o anche scale metalliche.

EEA-D (ferrata difficile)

Ferrata di un certo sviluppo che richiede una buona preparazione fisica e una buona tecnica. Il tracciato è spesso verticale ed in alcuni casi supera anche qualche breve strapiombo, molto articolato, con lunghi tratti di esposizione, attrezzato con funi metalliche e/o catene, pioli e/o scale metalliche.

EAI: Escursionismo in ambiente innevato

Itinerari in ambiente innevato che richiedono l'utilizzo di racchette da neve, con percorsi evidenti e riconoscibili, con facili vie di accesso, di fondo valle o in zone boschive non impervie o su crinali aperti e poco esposti, con dislivelli e difficoltà generalmente contenuti che garantiscono sicurezza di percorribilità.

Difficoltà ciclo escursionistiche

è anche richiesto un discreto equilibrio.

TC: Turistico

OC: per ciclo escursionisti

Percorso su strade pavimentate e sterrate dal fondo compatto scorrevole, tipo carrozzabile.

Percorso su mulattiere e sentieri dal fondo molto sconnesso e/o molto irregolare, con presenza significativa di ostacoli anche instabili oppure di ostacoli composti e in rapida successione, che richiedono grande precisione di guida, buone doti di equilibrio e ottime capacità di conduzione a bassa velocità, senza peraltro la necessità di dover applicare tecniche tria-
listiche.

MC: per ciclo escursionisti di media capacità tecnica

Percorso su sterrate con fondo poco sconnesso o poco irregolare (tratturi, carra-
recce, ecc. Agevolmente percorribili da un fuoristrada ma non da una comune autovettura) segnate da solchi e/o avval-
lamenti o con presenza di detrito che non penalizza la progressione più agevole). Percorso su mulattiere selciate o sentieri con fondo compatto e scorrevole, senza ostacoli (solchi, gradini) rilevanti, dove l'unica difficoltà di conduzione è data dalla presenza di passaggi obbligati che impongano precisione di guida.

BC: Per ciclo escursionisti con Buone Ca-
pacità tecniche


Percorso su sterrate molto sconnesse o su mulattiere e sentieri dal fondo piuttosto sconnesso ma abbastanza scorrevole oppure compatto ma irregolare, con presenza significativa di ostacoli elementari, radici o gradini non troppo elevati; in generale, oltre ad una buona conduzione e precisione di guida in passaggi obbligati,

16. Segnaletica

Il CAI propone la propria segnaletica ufficiale di montagna: trattasi di un rettangolo di colore rosso, bianco e ancora rosso, nel quale è indicato un codice numerico, che troveremo poi dipinto sulle rocce e sugli alberi, o ancora iscritto su pali di normale segnaletica verticale. Nel caso di presenza di segnaletica verticale, viene solitamente anche indicata la distanza oraria media da un rifugio o da un punto conosciuto. Ogni tappa viene indicata dall'alto verso il basso, in ordine di distanza dal punto nel quale ci si trova.

Segnaletica verticale

Tabella segnavia verticale

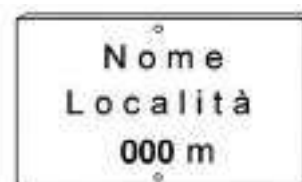


Meta Ravvicinata	0, 30
211 Meta Intermedia	1, 40
Meta d'itinerario	3, 10

È di colore bianco – oppure tinta legno – con punta rossa e coda bianco-rossa. Si usa per indicare la direzione della/e località di destinazione del sentiero e il tempo indicativo necessario a raggiungerla/e per un medio escursionista. Sulla coda, nello spazio bianco, è indicato il numero del sentiero. Lo trovi alla partenza dell'itinerario e agli incroci più importanti.

Il tempo di percorrenza in salita viene calcolato sui 250 – 300 metri di dislivello l'ora. Il tempo di discesa si considera in genere pari a 2/3 di quello di salita. I tempi segnati non prevedono le soste. Ricorda che sono valori medi indicativi.

Tabella di località



È di colore bianco o tinta legno. La trovi agli incroci più significativi di un percorso (passi, forcelle, piccoli centri abitati) che trovino riscontro sulla cartografia; indica il nome della località dove ci si trova e la relativa quota. Solitamente si trova sullo stesso palo delle tabelle segnavia.

Tabella “Rispetta la natura segui il sentiero”



È di colore bianco o tinta legno. Si trova in prossimità di scorciatoie per invitarti a non uscire dalla sede del sentiero onde

evitare danni al sentiero e al suolo del versante. In alto a destra indica il numero del sentiero che stai percorrendo.

Tabella di sentiero tematico



È di colore bianco o tinta legno. La trovi agli estremi e nei punti significativi di un itinerario escursionistico che propone un percorso a tema (storia, natura, geologia, etc) per invitare all'osservazione, a stimolare lo studio, la conoscenza, la valorizzazione, la tutela dei luoghi visitati.

Tabella per via ferrata



È in metallo e di colore rosso con scritte in bianco. La trovi all'inizio di un sentiero di accesso a una via ferrata o ad un sentiero attrezzato impegnativo nonché all'inizio del tratto attrezzato per l'invito – in 4 lingue – ad usare correttamente le attrezzature fisse e ad auto assicurarsi alle stesse.

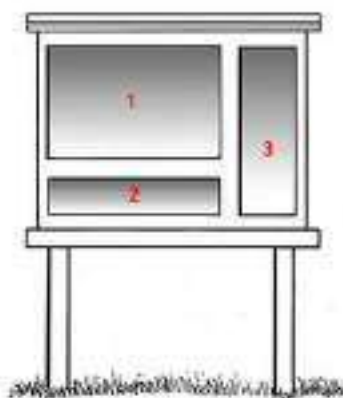
Usualmente, sulla stessa tabella, viene indicato un recapito al quale segnalare eventuali danni alle attrezzature

Tabella “Sentiero per escursionisti esperti”



Lo trovi all'inizio di un sentiero con caratteristiche alpinistiche (esposto, parzialmente attrezzato oppure impegnativo per lunghezza e di sviluppo in ambiente particolarmente selvaggio). In alto a destra indica il numero del sentiero che stai percorrendo.

Tabellone o pannello d'insieme



È un pannello di grande formato e lo trovi nei paesi o principali luoghi d'accesso alle reti sentieristiche. Rappresenta l'insieme degli itinerari della zona, inquadrandoli anche dal punto di vista geografico, ambientale e storico.

1. Una cartografia schematica della rete escursionistica e dei collegamenti stradali e infrastrutture esistenti.
2. Elenco degli itinerari escursionistici accessibili dal luogo, numero dei sentieri, tempi di percorrenza.
3. Note descrittive di carattere ambientale e storico riguardanti il territorio ed eventuali altre informazioni significative per la zona.

Segnaletica orizzontale

Considerata intermedia o secondaria. È collocata al suolo, posizionata usualmente sui sassi o sui tronchi degli alberi per indicare la continuità, in entrambe le direzioni, di un itinerario segnalato. I colori adottati dal CAI per la segnaletica dei sentieri sono il rosso e il bianco.

Segnavia semplice di colore bianco-rosso



In alto a destra indica il numero del sentiero che stai percorrendo.

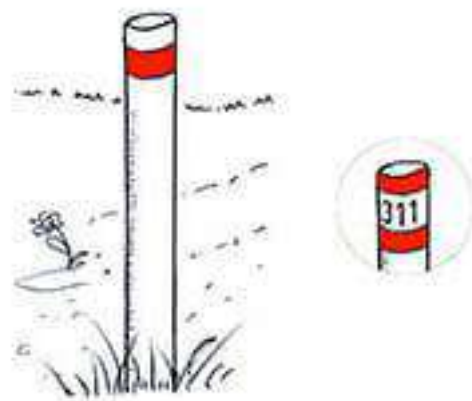
È usato per indicare la continuità del sentiero; è posto nelle immediate vicinanze dei bivi e ogni 2-300 metri se il sentiero è evidente, altrimenti a distanza più ravvicinata, tenendo in considerazione le caratteristiche ambientali e l'inserimento rispettoso nel luogo.

Freccia di colore rosso



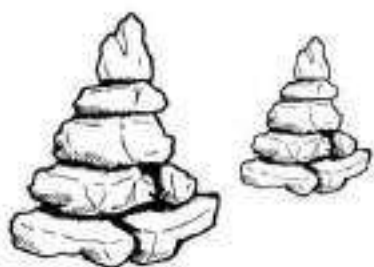
Indica una sorgente, una fonte, un rio d'acqua nelle vicinanze. La freccia sarà rivolta nella direzione in cui si trova l'acqua e indica la distanza in metri – o il tempo – per raggiungerla; viene usato soltanto quando la presenza dell'acqua non è visibile dal sentiero ed ha particolare importanza per l'escursionista.

Picchetto segnavia



Lo trovi lungo i sentieri che attraversano terreni aperti o pascoli privi di elementi naturali di riferimento sui quali apporre i segnavia e dove possa risultare difficile l'orientamento. È verniciato a tutto tondo nella parte superiore con il segnavia semplice bianco/rosso oppure a bandiera.

Ometto di pietre



Un sistema di segnaletica efficace, naturale, discreta e duratura.

Sono alti 40/50 centimetri, l'ometto è visibile anche in condizioni difficili specie durante improvvise neviccate sui sentieri di alta montagna.

17. Vulnerabilità del sistema

Dalla classificazione riportata in tabella risulta evidente che un gran numero d'incidenti si verificano durante escursioni su sentiero ed in particolare modo durante la fase di discesa.

In realtà l'ambiente della montagna, nella sua generalità, presenta continuamente una quantità di pericoli per l'uomo. Il terreno, la sua conformazione, la roccia, le pareti di ghiaccio e misto, la neve, le variazioni climatiche costituiscono le premesse per il crearsi di condizioni di pericolo.

Per maggior chiarezza, si usa normalmente suddividere i pericoli cui va incontro chi frequenta la montagna in soggettivi e oggettivi.

PERICOLI SOGGETTIVI

La loro origine è insita nell'uomo, nella sua insufficienza psicofisica. Derivano da un comportamento generale sbagliato nei confronti della montagna e li potremmo così enumerare:

- Limitata efficienza fisica
- Deficienze morali, come l'emotività, la mancanza di volontà e carattere, l'imprudenza

- Mancanza di tecnica e d'esperienza
- Mancanza di allenamento, acclimatazione alla quota, preparazione specifica
- Alimentazione non adatta agli sforzi da compiere
- Disattenzione
- Equipaggiamento non idoneo all'attività che si vuole svolgere

Tutte queste deficienze e mancanze possono essere ridotte al minimo o evitate del tutto con un poco di buon senso, prudenza e preparazione tecnica.

PERICOLI OGGETTIVI

La loro origine risiede esclusivamente nei fenomeni naturali legati in modo particolare alla montagna senza alcun intervento da parte dell'uomo: essi sono quindi da ricondursi alle pure leggi della natura. Elementi determinanti sono le condizioni meteo-ambientali (ghiaccio, neve, roccia) e i loro mutamenti in cause di pericolo come: bufera, tormenta, nebbia, valanghe, caduta massi.

Le difese contro i pericoli oggettivi sono: la preparazione alla osservazione e alla identificazione dei fenomeni naturali, la continua attenzione rivolta all'ambiente

in cui si opera, la scrupolosa osservanza delle norme di sicurezza ed un adeguato equipaggiamento.

Possono esistere pericoli oggettivi con partecipazione di colpa.

I principali pericoli oggettivi:

Il freddo

Il freddo influisce negativamente sull'organismo causando, dopo una prolungata esposizione, l'assideramento. In particolare colpisce le parti più esposte e periferiche provocando i congelamenti.

La protezione contro il freddo si realizza nei seguenti modi: equipaggiamento adeguato, abbigliamento asciutto e capace di mantenere il calore corporeo (gli indumenti bagnati non funzionano da coibente);

Moto: a seconda del terreno in cui si opera, muoversi cercando di mantenersi attivi, senza tuttavia trascurare le norme di prudenza e sicurezza.

Alimentazione idonea

Ricerca di ripari naturali o costruzione di ripari artificiali

Ambientamento, efficienza fisica e buon

allenamento

Il vento

Il vento normalmente aumenta l'azione del freddo, togliendo calore dall'organismo e ostacolando talvolta la respirazione: i movimenti diventano più faticosi e l'equilibrio incerto.

Il vento, inoltre, modifica il manto nevoso e con il formarsi di accumuli di neve aumenta anche il pericolo di valanghe. La protezione si realizza come nel caso di difesa dal freddo.

Tormenta

Si forma per la presenza contemporanea di freddo, vento bufera di neve e nebbia. L'orientamento risulta molto difficile data la scarsissima visibilità: l'affaticamento è molto elevato, in questo caso viene fuori la preparazione fisica e morale dell'escursionista o alpinista che deve lottare con tutte le sue forze, mai lasciarsi prendere dalla paura e dallo scoraggiamento; egli deve cercare di trovare un riparo o di costruirselo in un breve arco di tempo. Naturalmente è fondamentale possedere un buon equipaggiamento.

Sole

Anche il sole può costituire un pericolo. Infatti, l'aumento della temperatura può modificare il manto nevoso favorendo la

caduta di slavine e cornici; l'effetto del disgelo quindi può essere la causa della caduta di massi e blocchi di ghiaccio. Il sole, inoltre, può causare direttamente danni all'organismo procurando oftalmie, scottature, insolazioni. Contro una lunga esposizione ai raggi solari ci si può proteggere ancora una volta con un equipaggiamento adeguato: occhiali, creme, copricapo, foulard.

Caduta massi

L'alternarsi, nel corso di tutto l'anno, di gelo e disgelo, a volte di elementi naturali quali vento e pioggia, o di interventi di animali e uomini, è la causa di caduta di massi. Normalmente queste scariche di pietrisco avvengono lungo colatoi, canali, gole, camini. Sono questi i luoghi da evitare, specialmente nelle ore più calde del giorno; evitare anche di sostare al riparo del sole sotto una parete.

Fulmine

Il pericolo più serio di un temporale è rappresentato dal fulmine: una scarica elettrica fra le nuvole e la terra o fra una nuvola e l'altra. Il pericolo della caduta di un fulmine è maggiore sulla roccia che sulla neve o sul ghiaccio. Il pericolo si preannuncia nei seguenti modi:

In caso di pericolo ci si comporta nel modo seguente:

- Evitare creste, guglie, vette mantenendosi a una buona distanza da esse (almeno 15 metri)
- Le parti metalliche dell'equipaggiamento (ramponi, piccozza, moschettoni, ecc.) vanno depositate lontano
- Evitare canaloni, fessure, camini e ripari quali cavità, grotte, grossi massi isolati e alberi
- Evitare le vie attrezzate con funi e scale in ferro o allontanarsene il più rapidamente possibile
- Allontanarsi dalle pareti verticali e assumere un posizione rannicchiata con i piedi uniti e ginocchia raccolte contro il corpo
- Evitare gli assembramenti di animali o persone

Vetrato

Il vetrato è un sottile strato di ghiacci che ricopre la roccia e la rende particolarmente viscida e pericolosa. Si forma per il gelo dell'acqua o anche dell'umidità dell'aria. E' frequente nei pressi di corsi d'acqua. Per muoversi sul vetrato è necessario un buon uso dei ramponi.

Valanghe

Abbondanti nevicate provocano un pericolo generale di valanghe a tutte le altezze e a tutte le esposizioni. Se poi durante o subito dopo la nevicata, anche di soli 20 cm, soffia il vento, il pericolo si accentua di molto a causa della formazione di lastroni. Il pericolo diminuisce solo quando la neve fresca si assesta, facendo corpo con il sottostante appoggio. Quanto più mite è la temperatura, tanto più rapidamente avviene il consolidamento mentre il freddo persistente lo ritarda. Oltre alle condizioni atmosferiche, è principalmente la struttura del manto nevoso, e assai meno il suo spessore o la configurazione e pendenza del terreno, che condiziona il pericolo di valanghe. Nel 90% dei casi le valanghe vengono staccate dagli infortunati stessi o dai loro compagni che, tagliando il pendio fanno partire gli strati di neve instabili e ne vengono poi travolti. E' importante ascoltare (alla radio, televisione, o al telefono) il bollettino delle valanghe e tenere conto dei suoi avvertimenti, come pure dei consigli di esperti o guide locali.

Mal di montagna

E' un pericolo che si verifica prevalentemente a quote superiori ai 3000 m, ma vi sono stati anche casi a quote inferiori. Il mal di montagna è causato dalla diminuzione della pressione barometrica e alla

conseguente diminuzione della pressione parziale dell'ossigeno nel sangue e colpisce gli escursionisti soggetti a un forte e veloce sbalzo di quota (vedi teleferica). E' importante quindi seguire un graduale acclimatamento alle varie quote.

Morso di vipera

Soprattutto in questi ultimi anni è diventato possibile imbattersi anche su sentiero con una vipera. L'incontro con la vipera avviene in particolare nelle zone più solitarie o abbandonate della montagna e non più soggette al transito di uomini o animali. L'eventualità di essere morsi durante il cammino è minima perché le vibrazioni del terreno prodotte dai passi mettono in fuga le vipere che di norma non attaccano mai l'uomo se non sono disturbate. Il pericolo diventa più grave durante le soste: non bisogna sdraiarsi sull'erba, non sedersi sui gradini di pietra di una baita specie se diroccata o sui sassi senza preventivamente esaminare il terreno. Non bisogna infilare le mani fra sassi o fessure di muri a secco per raccogliere more o lamponi. E' in questi momenti che è possibile l'attacco della vipera involontariamente calpesta o molestata.

18. Statistiche CNSAS dal 2017 al 2021

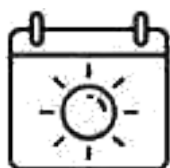
Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico



24 incidenti causati da FOLGORAZIONE



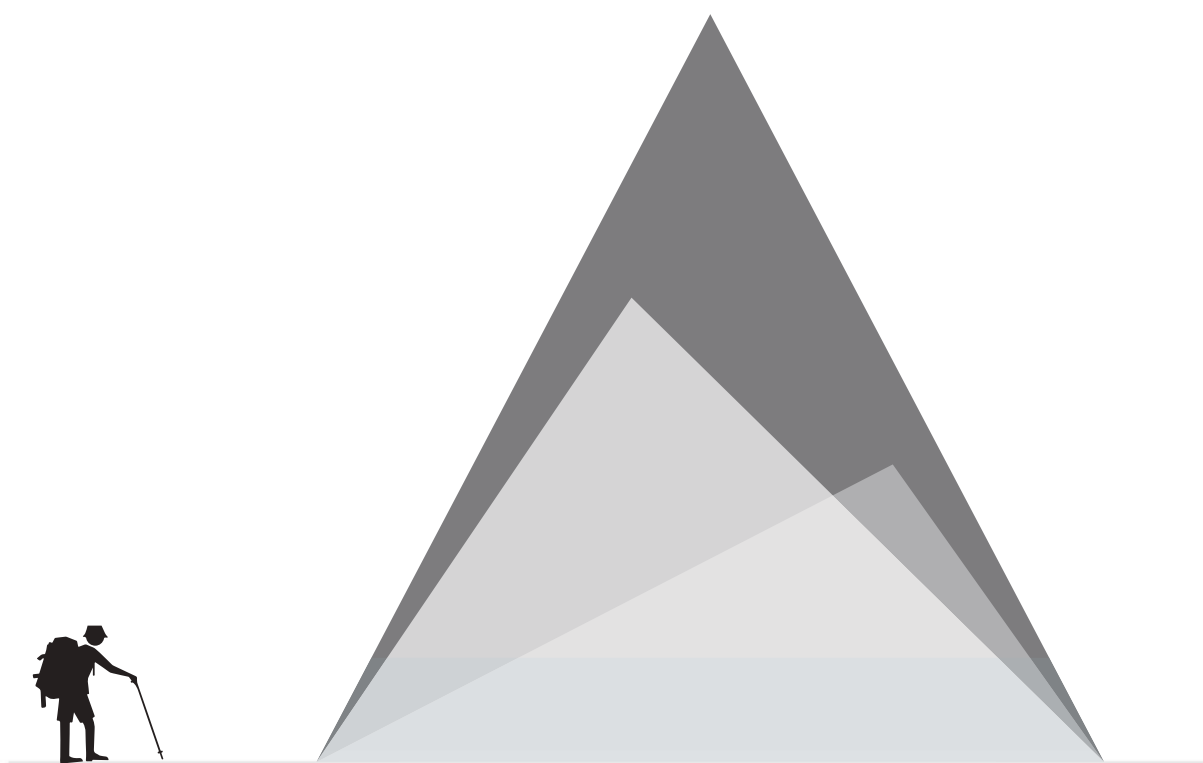
ESCURSIONISMO l'attività maggiormente praticata dalle persone soccorse



PERIODO ESTIVO maggiore attività delle persone soccorse

19. La zona di panico

La montagna, come già in precedenza ribadito è un luogo che a volte può essere imprevedibile. Gli escursionisti , soprattutto chi non ha esperienza potrebbero ritrovarsi in circostanze difficili , tanto da portare a situazioni di panico. Sono stati rintracciati sei probabili cause del panico in montagna.



PROBABILI CAUSE DELLA ZONA DI PANICO IN MONTAGNA

EQUIPAGGIAMENTO



AFFIDABILITÀ



ORIENTAMENTO



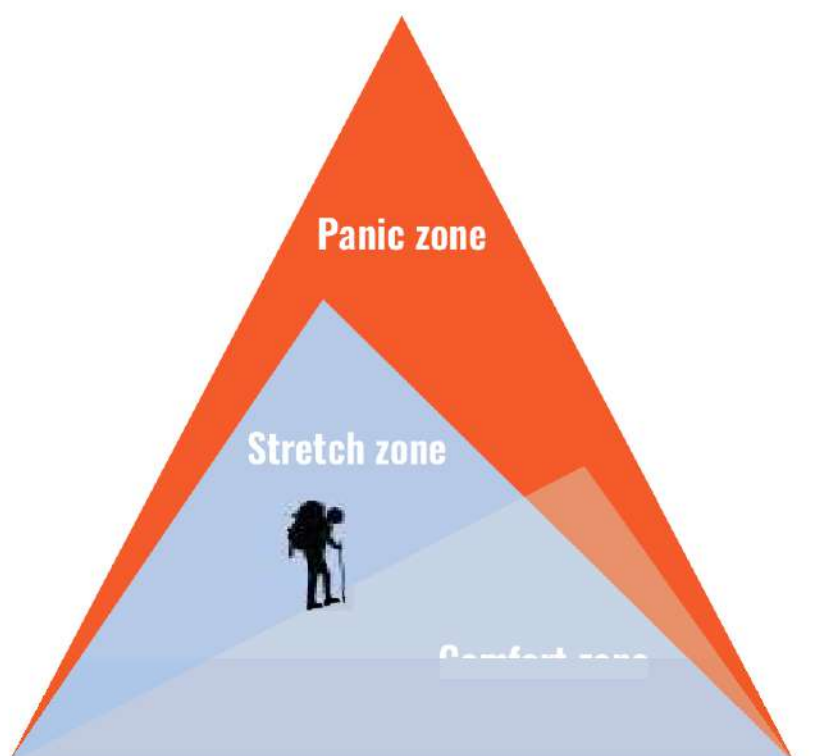
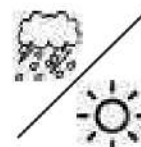
SEPARAZIONE



COMUNICAZIONE



IMPREVEDIBILITÀ



20. Casi studio

STRIKEALERT

StrikeAlert è un dispositivo che fornisce immediato avviso di pericolo in caso di scariche elettriche nel raggio di 40 miglia (circa 64 km) permettendo di valutare se il temporale si sta avvicinando al punto di rilevazione.

Nel momento in cui c'è il fulmine, viene emesso un allarme sonoro e si illumina il LED corrispondente alla distanza del fulmine stesso:

20-40 miglia (32-64 km);
12-24 miglia (19-38 km);
6-12 miglia (10-19 km);
entro 6 miglia (< 10 km).

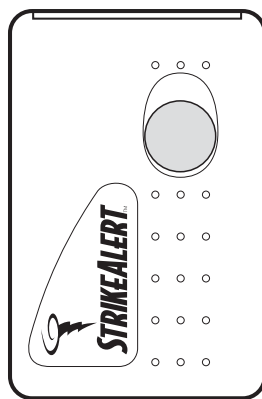
I componenti elettronici del rilevatore sono alloggiati in un piccolo involucro che può essere agganciato alla cintura. Richiede una sola batteria AA.

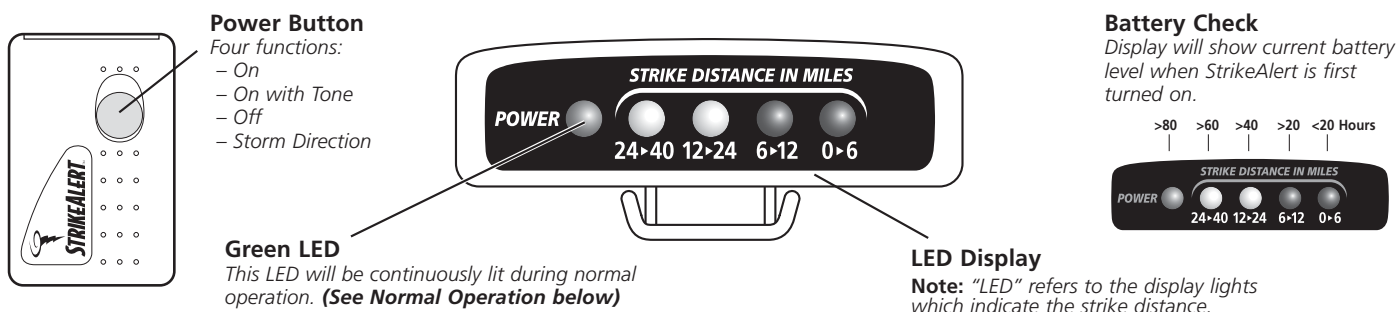


STRIKEALERT®

Personal Lightning Detector

Up to 100 Hours of Operation with Two AAA Batteries





Power Button

The power button has four functions: On, On with Tone, Off and Storm Direction. **To turn unit on:** Press button until green Power LED comes on. **To turn unit on with audible tone:** Press and hold button until unit beeps. **To turn unit off:** Press and hold button for approx. three seconds. See reverse side for indicating storm direction.

Power Saving Feature: StrikeAlert will automatically power down after two hours of operation if there is no lightning activity.

Battery Check

When first turned on, StrikeAlert performs a battery test. The LEDs will show the battery level, with each LED indicating about 20 hours of operation (see diagram). The LEDs will light up, beginning with the red LED and leading up to the current battery level. The current battery level will be the final LED to light and will remain lit for two seconds. StrikeAlert will then begin its normal operation.

Normal Operation

During normal operation, the green LED will be on continuously to indicate that StrikeAlert is monitoring for lightning strikes. If the green LED is blinking, StrikeAlert is in the presence of interference.

Detecting Lightning Strikes

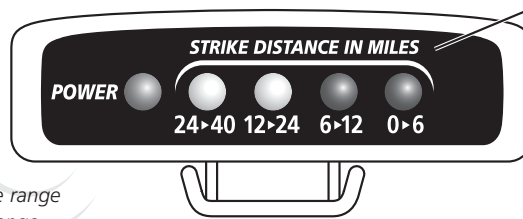
When a lightning strike is detected, StrikeAlert will light the appropriate LED indicating the distance of the strike. This LED will remain lit for two minutes – or until another strike occurs during that time. If a more recent strike is further away, the LED indicating this distance will light for two seconds, and then return to complete the two minutes from the nearest strike. If a more recent strike is nearer, it will replace the previous LED reading. This LED indicator will be held for two minutes. This allows the user to see all the lightning activity within a 40 mile range, giving clearer visibility to the nearest strike in the last two minutes.

If the unit is set to the "On with Tone" mode, StrikeAlert will also generate an audible tone(s) indicating the distance of the strike along with lighting the appropriate LED. (See *Audible Alert* on reverse side). This allows you to clip StrikeAlert on your belt and use the tones to determine the storm's activity without having to watch the LEDs.

Audible Alert

If the unit is in the "On with Tone" mode (see Power Button on reverse), StrikeAlert will sound a tone indicating the strike distance:

- One beep indicates a strike in the 24-40 mile range
- Two beeps indicate a strike in the 12-24 mile range
- Three beeps indicate a strike in the 6-12 mile range
- Four beeps indicate a strike in the 0-6 mile range



Lightning Strike Distance

When a lightning strike is detected, the appropriate LED will stay lit for two minutes indicating the distance.

(See Detecting Lightning Strikes on reverse side)

Storm Direction

When Power Button is depressed, LED display cycles to show you storm direction.

- **Green to Red** – the storm is approaching
- **Red to Green** – the storm is departing

(See Storm Direction below)

Storm Direction

StrikeAlert uses a trend of strike distances over the last five minutes to determine if a storm is approaching or departing. By depressing the power button for one second, the LED display will change to one of three patterns:

1. **If the LEDs cycle from green to red**, the storm is approaching.
2. **If the LEDs cycle from red to green**, the storm is departing.
3. **If the LEDs cycle from the center LED to the outside LEDs**, the storm is stationary or there is not enough data to determine the direction of the storm.

Direction cannot be determined if there have not been enough strikes to identify a trend or StrikeAlert has not been running long enough – approximately five minutes is needed in the presence of lightning strikes to determine the direction.

Interference

StrikeAlert is designed to be used outdoors. While StrikeAlert will work indoors, its ability to detect lightning strikes can be affected by common sources of electromagnetic emissions, such as:

- CRTs – television or computer monitors
- Motors and engines
- High-powered electronics equipment

Interference (continued):

Moving StrikeAlert a safe distance away from these devices – usually a few feet – should allow the detector to return to normal operation.

If StrikeAlert is receiving interference due to such electromagnetic emissions, the green LED will blink or may give a false lightning indication. The static generated by some garments may also produce a false indication. Again, moving the detector just a few feet from the source of the interference should allow StrikeAlert to resume normal operations. This will be indicated by the green LED remaining constantly lit.

Important Note: StrikeAlert is designed to be used in an upright position. Laying the StrikeAlert unit down, or on its side, may affect its accuracy.

FCC Labeling:

Note: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class (B) digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These Limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in its installation. This equipment generates, uses and can radiated radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. If this equipment does cause harmful interference the user will be required to correct the interference.

Canadian Labeling:

This Class (B) digital apparatus complies with Canadian ICES-003.

STRIKEALERT HD

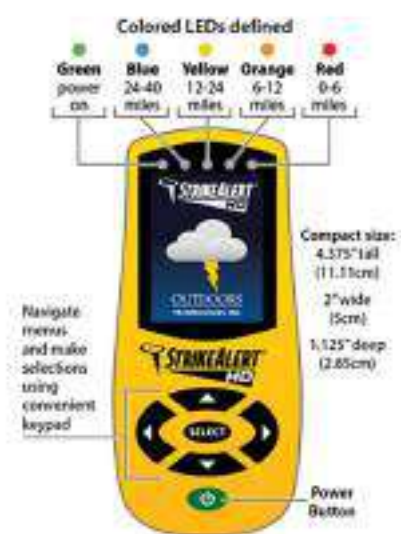
StrikeAlert HD è un rilevatore di fulmini portatile con un ampio display che visualizza la distanza del fulmine (0 - 40 miglia), l'intensità e la tendenza oraria del temporale. StrikeAlert HD offre un tracking completo a 360° - in tutte le direzioni: non ci sono quindi aree "in ombra". Può essere settato per allertare del pericolo sia con allarme acustico che con vibrazione.

Display intuitivo con visualizzazione della distanza della scarica elettrica e la tendenza oraria della perturbazione temporalesca.

Indicatori LED corrispondenti alla distanza delle fulminazioni:

20-40 miglia (32-64 km);
12-24 miglia (19-38 km);
6-12 miglia (10-19 km);
entro 6 miglia (< 10 km).

StrikeAlert HD può operare fino ad 80 ore con due batterie AA.



StrikeAlert HD Quick-Start Instructions

- 1 Install the two AA batteries provided. *Note the proper polarity.*
- 2 Press the green power button and hold for a few seconds.
- 3 That's it! StrikeAlert HD begins detecting strikes immediately upon power-up.

Colored LEDs Defined



Navigate menus and make selections using convenient keypad

DETECTING LIGHTNING STRIKE DISTANCE

Strike Distance LEDs

A colored LED will light with each detected strike.

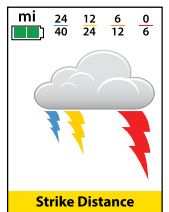
- Red 0-6 miles
- Yellow 12-24 miles
- Orange 6-12 miles
- Blue 24-40 miles

The LED indicating the nearest strike detected will remain lit for 2 minutes. If the tone and/or vibrate options are selected, their duration will increase with each closer range indication (the tone will beep once for the 24-40 mile range increasing to 4 beeps for the 0-6 mile indication).

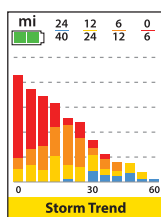
Use the < or > buttons to switch between Strike Distance and Storm Trend screens.

Strike Distance Graphical Display

Detected strikes are indicated by bolts extending down from the cloud graphic. The strike distances are represented by bolt colors which match the LED color. The bolts increase in size for each closer strike (a large red bolt indicates a strike within 0-6 miles). All bolts remain displayed for 2 minutes.



STORM TREND AND INTENSITY



A one-hour history, in 5-minute intervals, of all strikes detected is displayed on the Storm Trend screen. Colors are used to indicate the distance of the strikes. This histogram gives a sense of the intensity and direction of the storm –

if it's approaching, departing, or stationary. In the sample screen shown, the storm is gaining in intensity and getting closer – the red portion of the bars indicates an increasing number of strikes within 6 miles of you.

For additional details about your StrikeAlert HD, visit StrikeAlert.com

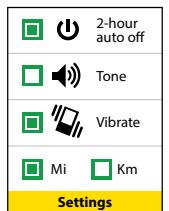
Note: Remove batteries when storing unit

SETTINGS MENU

The Settings menu allows you to turn on or off these functions:

- **2-hour auto off**
– The unit automatically turns off after 2 hours of no lightning activity (to save battery power).
- **Tone**¹
– Enables an audible strike alert.
- **Vibrate**²
– Enables a vibrate strike alert.
- **Mi and Km**
– Displays in miles or kilometers.

Use the keypad to navigate the menu and the Select button to choose the desired function. Green dot inside the green outline indicates the item is selected, green outline only indicates the item is turned off.



¹ One beep for furthest distance (24-40 mi, 40-60 km), to four beeps for nearest distance (0-6 miles, 0-10 km)

² Short vibrate duration for furthest strike distance, longer duration as strike distance gets closer.

ACURITE

Il rilevatore di fulmini AcuRite fornisce una protezione contro i fulmini avvisando gli attacchi cloud-to-ground, cloud-cloud e intra-cloud entro un raggio di 40 km. Il monitor Lightning ti avvisa con un forte allarme, luce LED rossa lampeggiante e messaggio di testo sul display retroilluminato quando tempeste o fulmini sono a portata di mano. Tasca con clip antiscivolo per la massima portabilità. Il rilevatore dispone di funzionalità avanzate di rifiuto delle interferenze per prevenire il rilevamento di falsi fulmini. Modalità di funzionamento all'aperto e interno.

- Rileva fulmini e tempeste entro 40 km
- Spia luminosa, allarme acustico e avvisi di testo
- Strike contatore visualizza in esecuzione il totale di fulmini che sono stati rilevati
- Distanza stimata della tempesta di fulmini
- Retroilluminazione momentanea per una visualizzazione in condizioni di scarsa illuminazione



Features & Benefits



LIGHTNING DETECTOR FRONT

- 1. Strike Counter**
Displays running total of lightning strikes that have been detected.
- 2. Status Display**
Displays current status of the device and/or instructions.
- 3. Backlight Button**
Momentary (5 second) backlight for low-light viewing.
- 4. Power Button**
Press to power ON, press AND HOLD to power off.
- 5. Estimated Distance to Storm Front**
Updates with every lightning strike.
- 6. Low Battery Indicator**

- 7. Lightning Strike Indicator**
Indicates a lightning strike has occurred within 25 miles.
- 8. Strike Indicator Red LED Light**
Indicates a lightning strike has occurred within 25 miles.

LIGHTNING DETECTOR BACK

- 9. miles/km Button**
Press to select distance units.
- 10. english/français Button**
Press to select language.
- 11. Battery Compartment**
- 12. Belt Clip**
- 13. Battery Compartment Cover**

INO Weather Pro

INO Weather Pro è un rilevatore con sette funzioni:

- rilevamento dei fulmini fino a 64 km;
- temperatura;
- pressione;
- umidità;
- indice di calore;
- punto di rugiada*;
- altitudine.

Può determinare i fulmini fino a 64 km, dando agli utenti abbastanza tempo per cercare riparo.

È un dispositivo portatile con misure di 7 x 6,1,7 pollici e un peso di circa 180 grammi. Display touchscreen di facile utilizzo. Con un'interfaccia software aggiornabile. Viene fornito con un cinturino da polso che si può allacciare alla cintura o alla borsa.

Weather Pro utilizza batterie ai polimeri di litio che possono durare fino a 17 ore di funzionamento. Le batterie sono anche ricaricabili.

Autonomo, quindi non sono necessarie connessioni Internet o cellulari per misurare le condizioni meteorologiche importanti proprio dove ti trovi.

Questo dispositivo non utilizza Internet o connessioni cellulari. Robusto e resistente alle intemperie, questo rilevatore di fulmini è in grado di resistere alle condi-

zioni esterne più difficili.

* Il Punto di Rugiada è la temperatura alla quale l'aria diventa satura di vapore acqueo e cominciano a formarsi gocce d'acqua, ovvero condensazione. La condensazione si forma quando la temperatura dell'aria si abbassa, riducendo la quantità di energia disponibile a mantenere l'acqua in forma di vapore.



GPSMAP® 66i

INFORMAZIONI SULLE PREVISIONI METEO

TORCIA LED

SUPPORTO MULTI-GNSS

Sistemi satellitari di navigazione internazionali (GPS e GALILEO)

SENSORI ABC

sensori ABC, che includono un altimetro per i dati di quota, un barometro per monitorare il meteo e una bussola elettronica a 3 assi.

IMMAGINI SATELLITARI BIRDSEYE

Scarica mappe con vista satellitare ad alta risoluzione direttamente sul tuo dispositivo senza abbonamento annuale. Trova facilmente percorsi, scegli le posizioni, trova aree per la sosta, crea waypoint...

MAPPE TOPOACTIVE EUROPE PRECARIFICATE

Le mappe TopoActive Europe precaricate mostrano vette, parchi, coste, fiumi, laghi e punti geografici.

MESSAGGISTICA BIDIREZIONALE

AVVISI SOS INTERATTIVI

CONDIVISIONE DELLA POSIZIONE

- Compatto / leggero / portatile
- Funzionalità con scarsa immediatezza d'uso
- Pulsante SOS automatico
- Possibilità di comunicazione con messaggistica



Pulsanti di gestione



Pulsanti di gestione



Gancio porta dispositivo



inReach® Mini 2 dispositivo per la sicurezza

MEMORIZZAZIONE DEL PERCORSO

PIANIFICAZIONE DELL'AVVENTURA TRAMITE APP

MESSAGGISTICA BIDIREZIONALE

Scambia messaggi di testo con amici e parenti rimasti a casa, pubblica sui social media o comunica con un altro dispositivo inReach.

- Compatto / leggero / portatile
- Funzionalità con scarsa immediatezza d'uso
- Pulsante SOS automatico
- Possibilità di comunicazione con messaggistica

RICHIESTA SOS

In caso di emergenza, attiva l'SOS interattivo diretto a Garmin Response, il centro di coordinamento con personale specializzato per la risposta alle emergenze, operativo tutti i giorni, 24 ore su 24.

CONDIVISIONE DELLA POSIZIONE

Condividi la posizione con i tuoi cari a casa in qualsiasi momento utilizzando la pagina MapShare™ o le coordinate applicate nei tuoi messaggi.

BUSSOLA DIGITALE

RETE SATELLITARE GLOBALE

Anziché sulla rete del cellulare, i tuoi messaggi, avvisi SOS e rilevamenti di posizione vengono trasmessi tramite la rete satellitare globale Iridium®.



Pulsanti di gestione



Laccio porta dispositivo



Pulsanti di gestione

eTrex® SE

- Compatto / leggero / portatile
- Necessità di utilizzo app telefono
- Livello di esperienza lettura dati

SUPPORTO MULTI-GNSS

Sistemi satellitari di navigazione internazionali (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou e QZSS)

GEOCACHING

Community che organizzano una caccia al tesoro condivisa

BUSSOLA DIGITALE

ACTIVE WEATHER

Una volta connesso all'app Garmin Explore, visualizzazione informazioni sulle previsioni in tempo reale.

DURATA DELLA BATTERIA

Ampia durata della batteria fino a 168 ore in modalità standard e fino a 1.800 ore in modalità spedizione con 2 batterie AA sempre sostituibili (non incluse).

GARMIN EXPLORE

Connessione con l'app Garmin Explore per aggiornamenti software wireless, archiviazione su cloud, pianificazione dei viaggi, Smart Notification e mappe aggiuntive.

schermo 2.2" transflettivo
monocromatico



Pulsanti di gestione



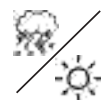
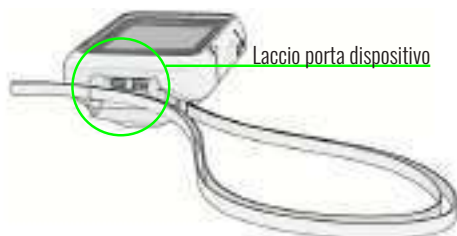
Gancio porta dispositivo



Pulsanti di gestione



Laccio porta dispositivo



inReach® Messenger

MESSAGGISTICA BIDIREZIONALE - TRAMITE APP SUL TELEFONO O MESSAGGI PREDEFINITI

AVVISI SOS INTERATTIVI

CONDIVISIONE DELLA POSIZIONE

SERVIZIO INFO PREVISIONI METEO

- Compatto / leggero / portatile
- Necessità di utilizzo app telefono
- FUNZIONALITÀ SOS



21. Sviluppo progettuale

Obiettivi della ricerca



A seguito della ricerca effettuata si è evidenziata l'importanza del non sottovalutare il fenomeno temporalesco, in particolare nello scenario della montagna, essendo ad oggi il secondo fenomeno climatico causa di vittime in tutto il mondo. Analizzando i dati dei trends futuri riguardo i cambiamenti climatici si evince come i fenomeni temporaleschi aumenteranno in maniera esponenziale, con scariche elettriche sempre più intense, nelle zone ad alta quota, anche nel territorio europeo.

Da questa ricerca nasce l'idea di realizzare un dispositivo di allerta per tutti coloro che praticano attività di escursionismo in montagna, essendo maggiormente soggetti all'improvvisa formazione di temporali con fulmini non sempre prevedibili e segnalati da previsioni meteorologiche.

Il progetto si prefissa l'obiettivo di salvaguardare il target individuato da una situazione che potrebbe portare a gravi conseguenze. Attraverso lo studio del fenomeno e della tecnologia ad oggi esistente si è messo a sistema una strategia che consentirà all'utente di avere il tempo necessario per allontanarsi dal fenomeno in arrivo.

Target



Gli escursionisti principianti o con un livello di esperienza insufficiente sono il target di riferimento.

L'utenza è stata stabilita in seguito alla ricerca effettuata poichè si è evinto che l'escursionismo è l'attività maggiormente praticata e la categoria che negli anni ha necessitato dell'intervento del soccorso alpino per differenti motivazioni, tra cui, situazioni di maltempo e folgorazioni anche se, in minor numero, e anche pensando alle previsioni dei trend futuri di aumento dell'attività temporalesca nelle zone di montagna.

Inoltre la maggior parte degli escursionisti si avventurano incoscienti dei rischi che si potrebbero correre e di tutte le accortezze che necessitano di una preparazione a monte prima di intraprendere l'attività.



Requisiti e funzionalità

Requisiti

1. Allerta preventiva dell'evento temporalesco
2. Leggero / compatto / portatile
3. Utilizzo facile e intuitivo
4. Visualizzazione semplice e immediata delle informazioni
5. Guida acustica
6. Ricezione corretta delle indicazioni/ allarmi acustici
7. Integrazione sistemi di aggancio pratici
8. Interconnessione
9. Durata della batteria

Funzioni del dispositivo principale:

1. Allerta evento temporalesco con fulmini
2. Scoraggiare il proseguimento
3. Indicazioni sul luogo di riparo
4. Indicazione sul comportamento da adottare
5. Restituzione di informazioni su punti d'interesse lungo il percorso
6. Possibilità di comunicazione
7. Informazioni su parametri atmosferici
8. Invio segnalazione SOS

Funzionalità del dispositivo secondario:

1. Ampliare la funzionalità ad un gruppo o famiglia
2. Indicazioni in caso di smarrimento

Requisiti

1. Tascabile
2. Facile utilizzo
3. Sistema di aggancio rapido

Applicazione sul telefono

1. Linee guida (prevenzione)
2. Visualizzazione delle mappe a schermo
3. Visualizzazione dettagliata dei dati
4. Memorizzazione dei percorsi fatti
5. Aggiornamento delle mappe del dispositivo
6. Dettagli su i luoghi d'interesse
7. Personalizzazione del percorso
8. Suggerimenti per l'equipaggiamento

INDICARE PRESENZA/PROBABILITÀ DI FULMINI

INDICAZIONI:

Luminose

Scritte

Sonore (suoni di allarme e voce)

Aptiche (vibrazione)



Sistema di rilevamento

Sistema di sensoristica

Misurazione dell'umidità, pressione e temperatura

Sensore di fulmini



SCORAGGIARE IL PROSEGUIMENTO

Segnale acustico

Gps

IMU 9 assi

U. C.

Mappe tecniche

INDICARE VIA DI RIFUGIO/ SENTIERO DI RITORNO

Sistema di segnalazione (vdr sistema dello scoraggiamento)

Comunicazione BT per aggiornamento sulle mappe

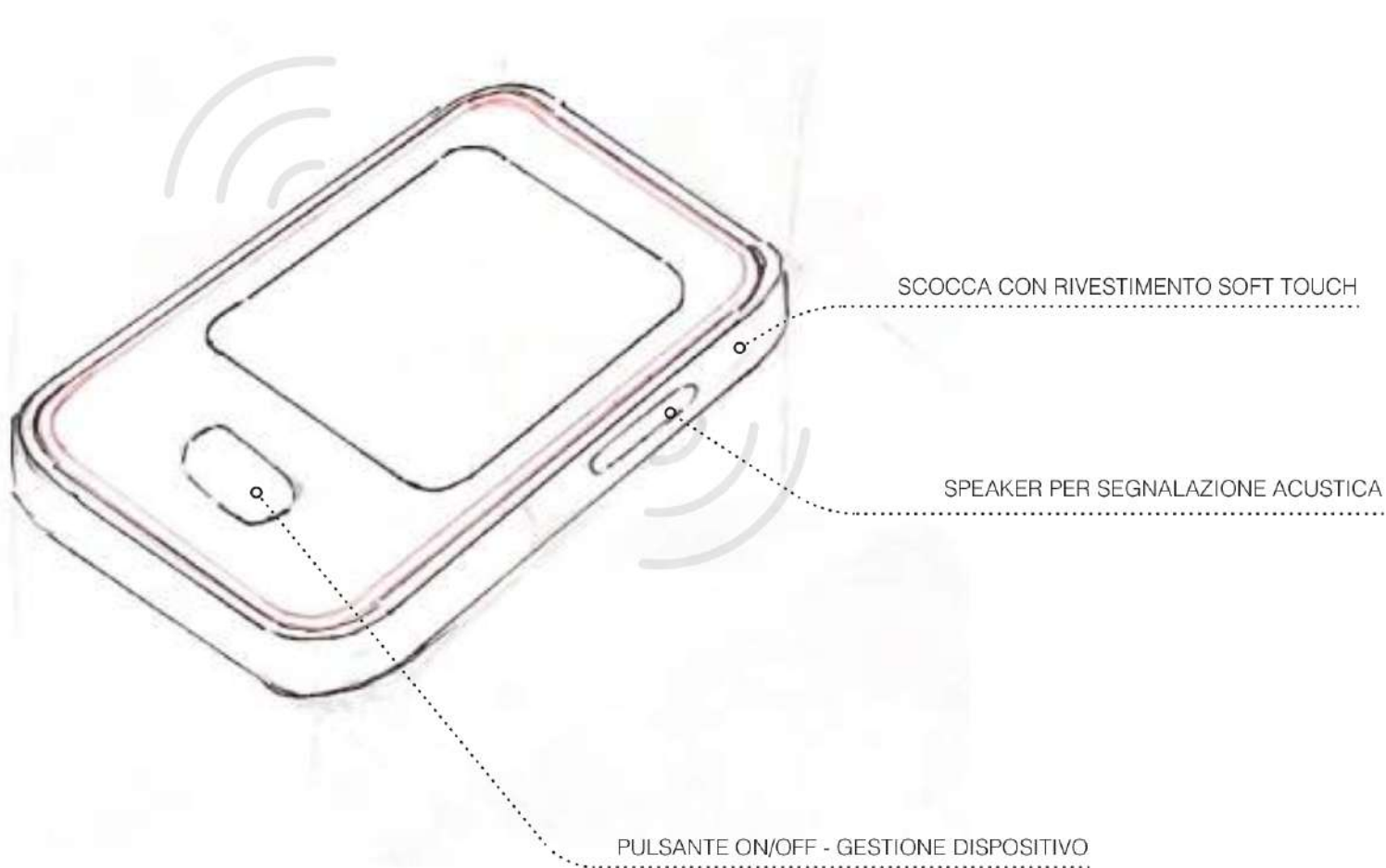
U.C.

INDICAZIONE DEI PUNTI DI INTERESSE

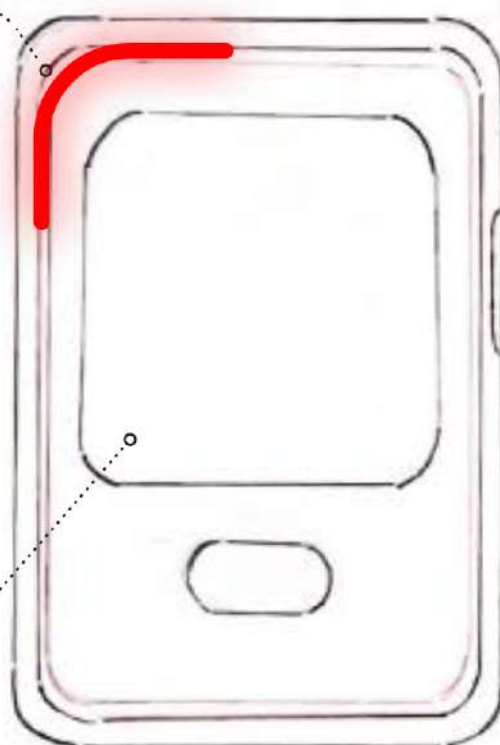
Alimentazione

Batteria a litio ricaricabile

Schizzi progettuali

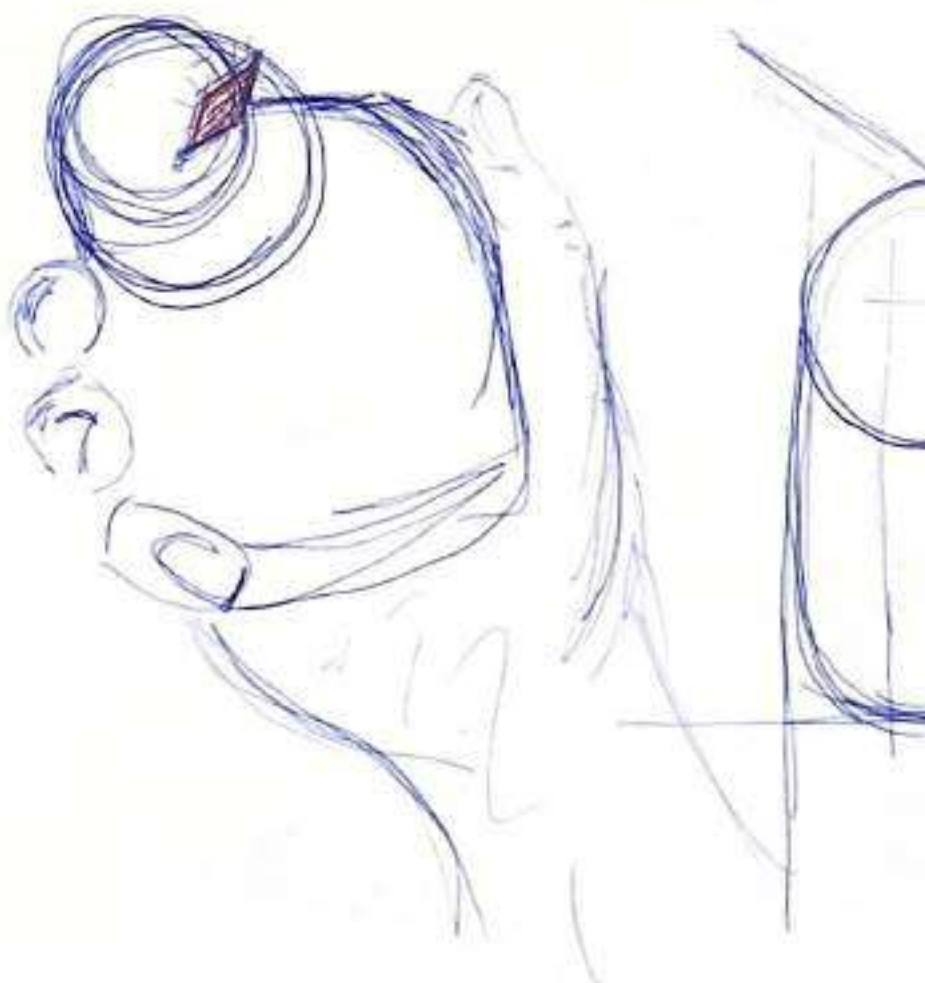
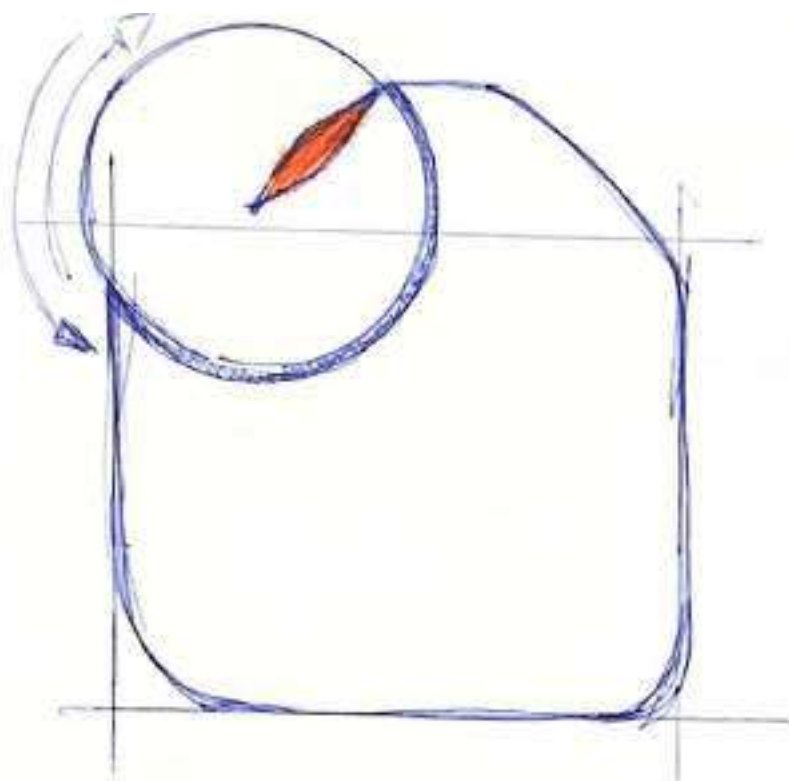


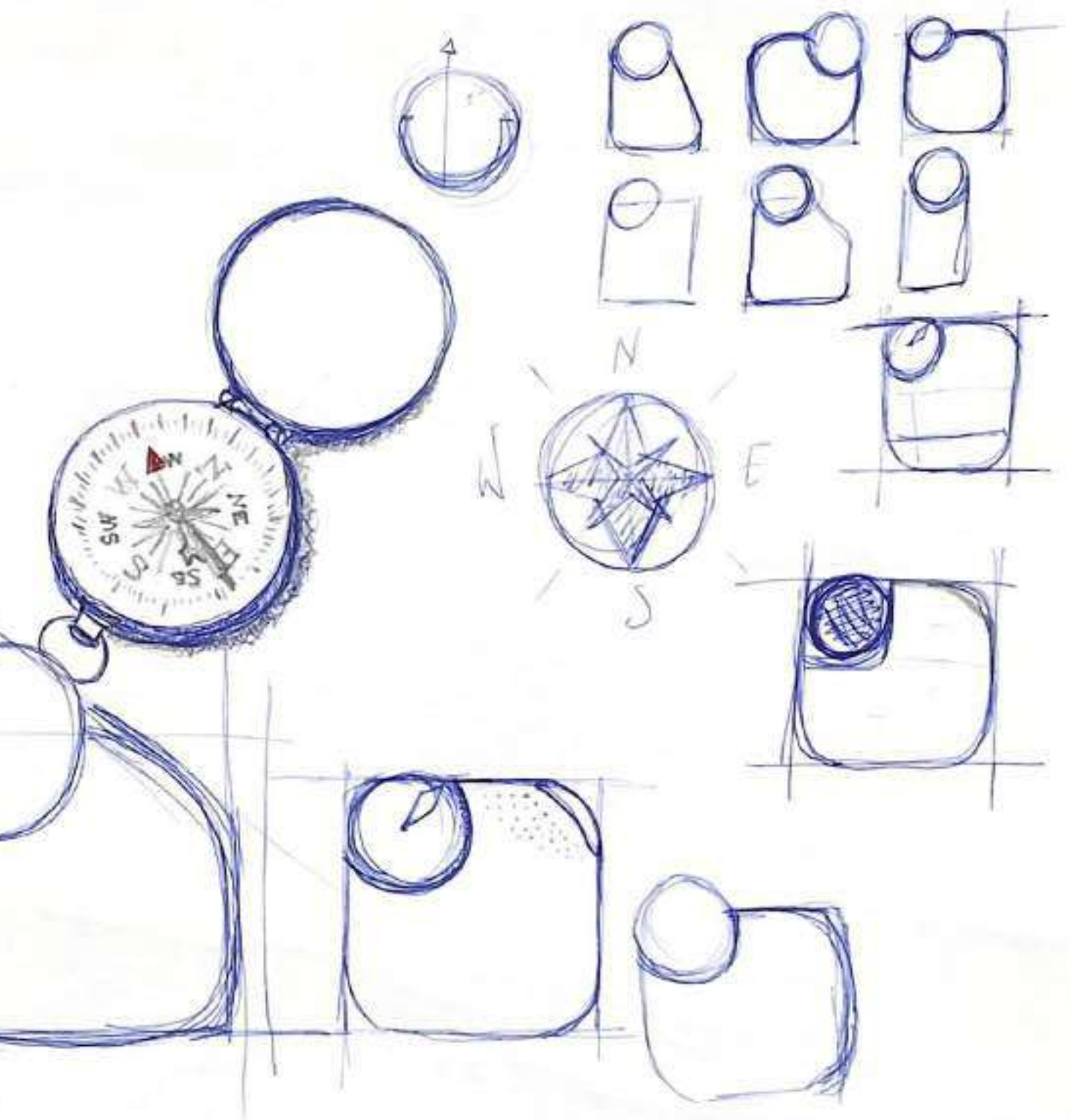
INDICATORE LUMINOSO SEGNALAZIONE

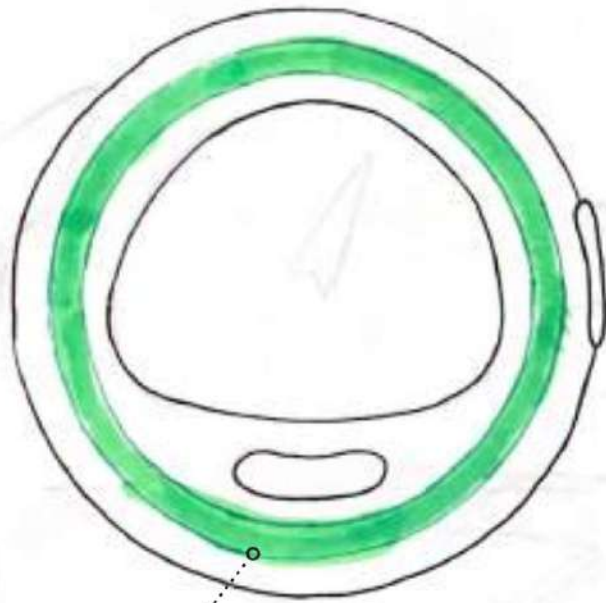


DISPLAY VISUALIZZAZIONE INFO

Elemento movimentato luminoso indica correre per allontanarsi dal vento temporalesco (richiamo a figura arc)





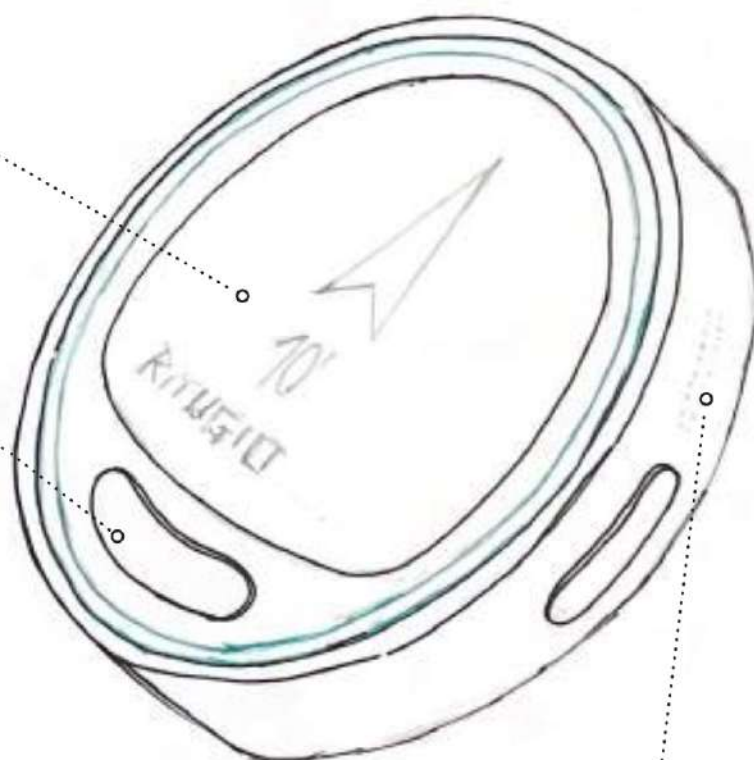


RINGLED SEGNALAZIONE



DISPLAY VISUALIZZAZIONE INFO

PULSANTE ON/OFF - GESTIONE DISPOSITIVO



SPEAKER PER SEGNALAZIONE ACUSTICA

RINGLED SEGNALAZIONE



DISPOSITIVO FUNZIONANTE



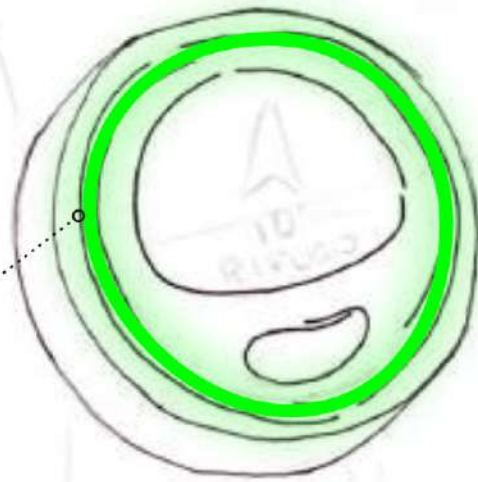
ALLERTA

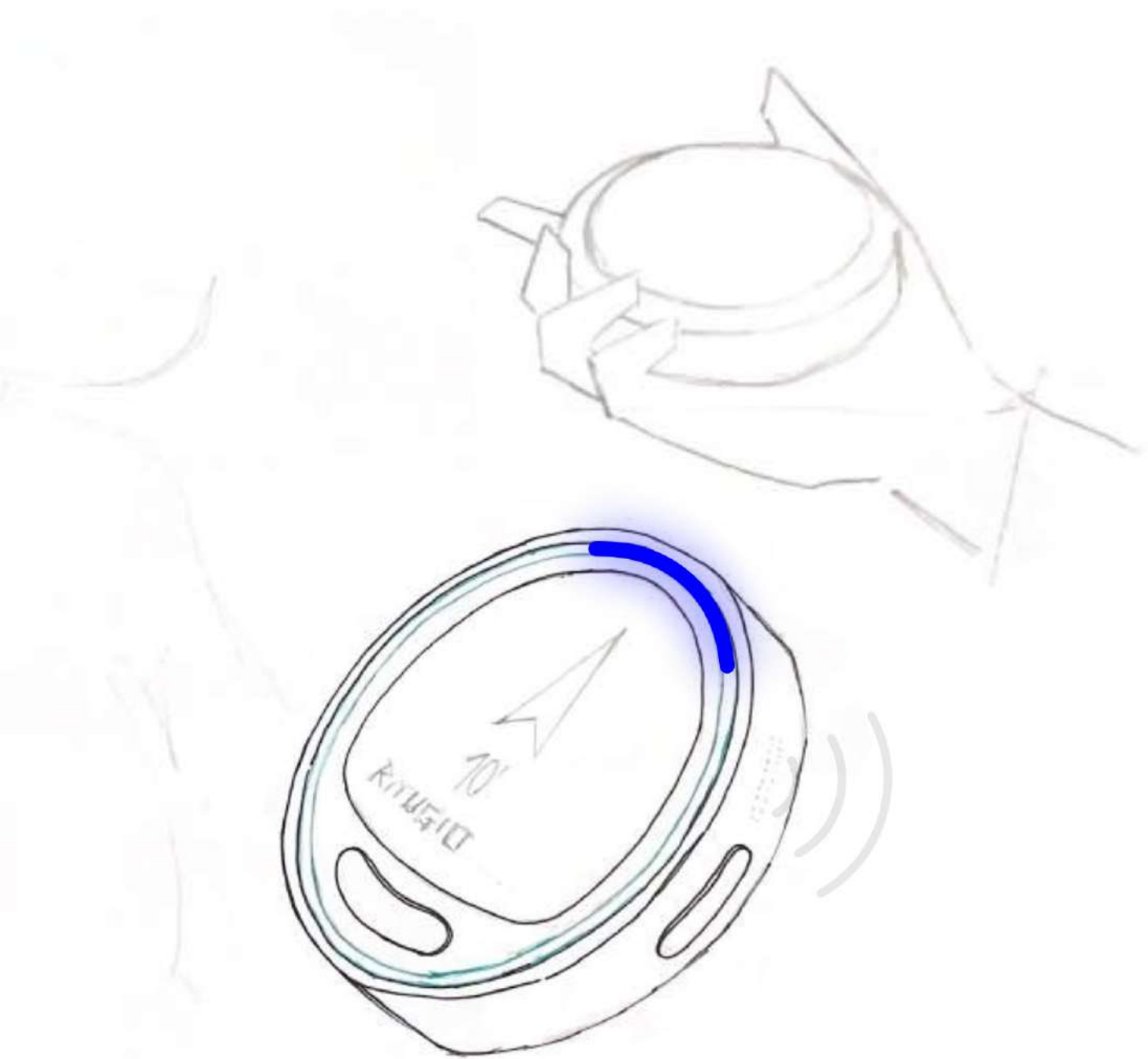


INDICATORE LUMINOSO

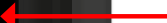


RICEZIONE NOTIFICA

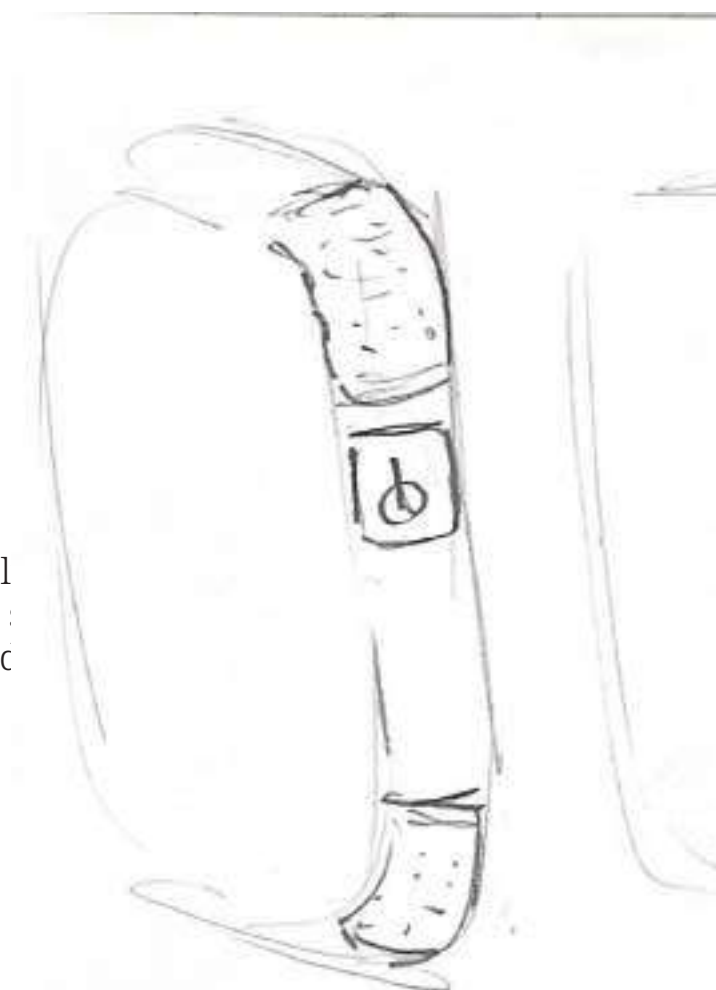


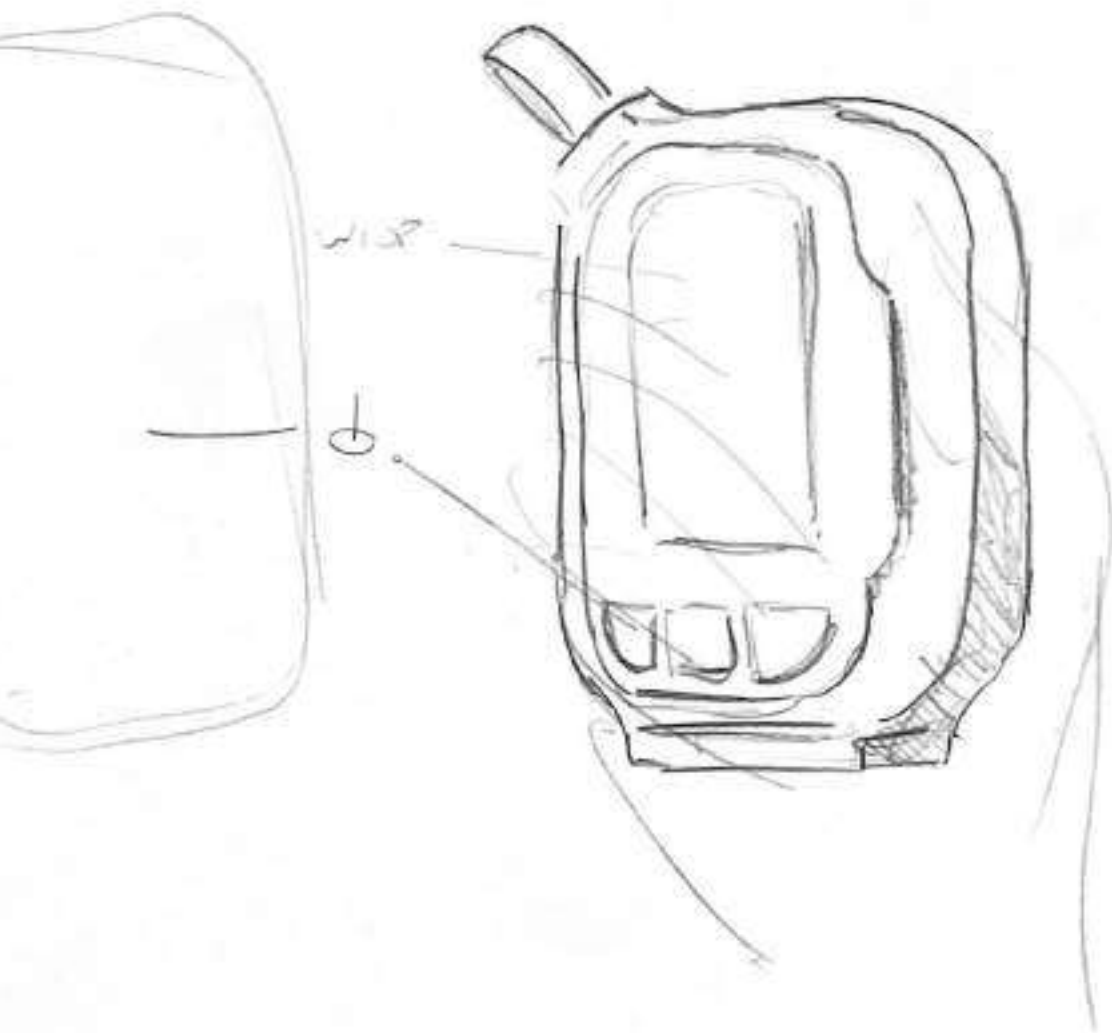


Indicazione l
posizione a
zione in cui c



Rivestimento soft touch per un grip maggiore nell'impugnatura







STORM

HUB AND SPOKE









PRE - ALLERTA EVENTO TEMPORALESCO



GUIDA VOCALE MOMENTI DI ALLERTA



NAVIGAZIONE GLONASS - GPS



SEGNALAZIONE CONTROLLATA SOS



INTERCONNESSIONE



MAPPE PER NAVIGAZIONE/INDICAZIONI

Dispositivo: STORM HUE

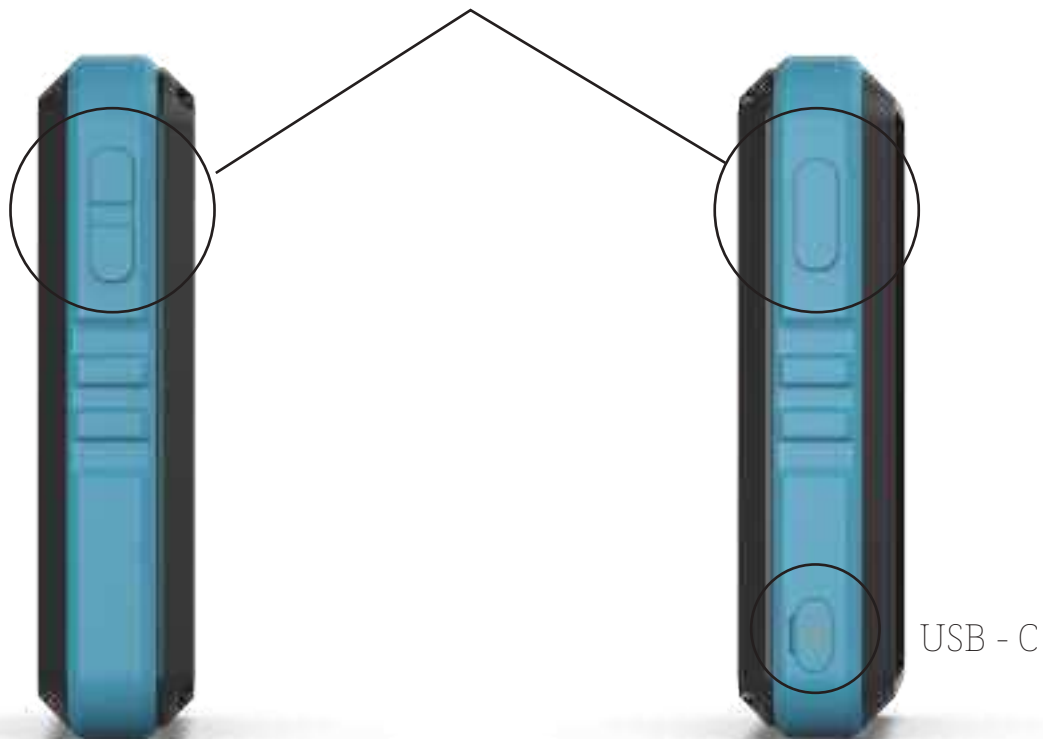


SCHERMO MONOCROMATICO
TRANSFLETTIVO



COVER SIL

PULSANTI DI GESTIONE





GUIDA VOCALE MOMENTI DI ALLERTA

La Dott.ssa Sigrun Holzer, psicologa specializzata in Neuropsicologia, spiega come “in una situazione di estremo stress, come quando ci ritroviamo coinvolti in un incidente in montagna, le nostre prestazioni fisiche migliorano ma allo stesso tempo le nostre capacità cognitive diminuiscono. Nel caso degli input visivi, dobbiamo innanzitutto elaborarli per poi tradurli in azione (come nel caso degli artva tradizionali n.d.r.). Se questo processo viene però già effettuato da una voce e ci vengono fornite direttamente delle istruzioni, ci risparmiamo la fase di elaborazione. Grazie ad istruzioni chiare possiamo dunque impiegare meno capacità cognitive, che sono appunto ridotte in queste situazioni. “

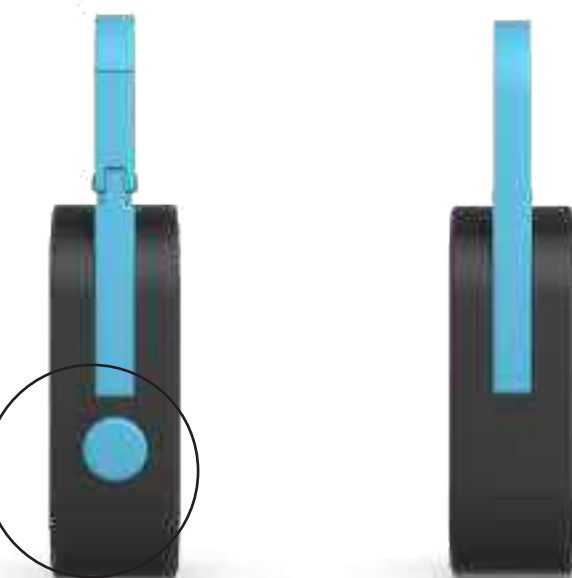
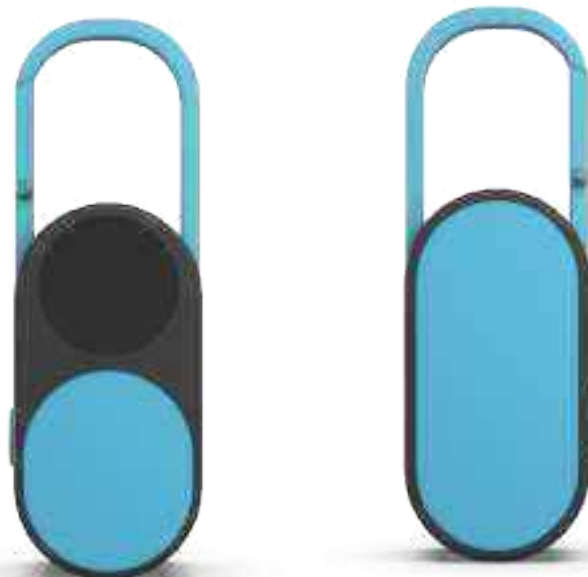
CHE RUOLO RIVESTE UN DISPOSITIVO FACILE DA USARE IN UNA SITUAZIONE DI EMERGENZA?

Per l'utilizzo intuitivo meno occorre pensare, meglio è. La navigazione vocale rappresenta un grande aiuto, dato che si può rivolgere lo sguardo verso il punto che ci interessa piuttosto che verso il dispositivo. Nel caso degli input visivi, dobbiamo innanzitutto elaborarli per poi tradurli in azione. Se questo processo viene però già effettuato da una voce e ci vengono fornite direttamente delle istruzioni, ci risparmiamo la fase di elaborazione. Gra-

zie ad istruzioni chiare possiamo dunque impiegare meno capacità cognitive, che sono appunto ridotte in queste situazioni. Dobbiamo inoltre ricordare che prima di tutto siamo animali sociali alla ricerca di un senso di appartenenza. Ci fa sempre piacere sentire una voce in situazioni particolarmente stressanti, e questo vale anche per il primo soccorso. Se sentiamo una voce non ci sentiamo soli, e l'effetto è calmante. Nel migliore dei casi, il livello di stress può addirittura diminuire e le prestazioni cognitive possono aumentare.

Dispositivo: STORM SPOKE





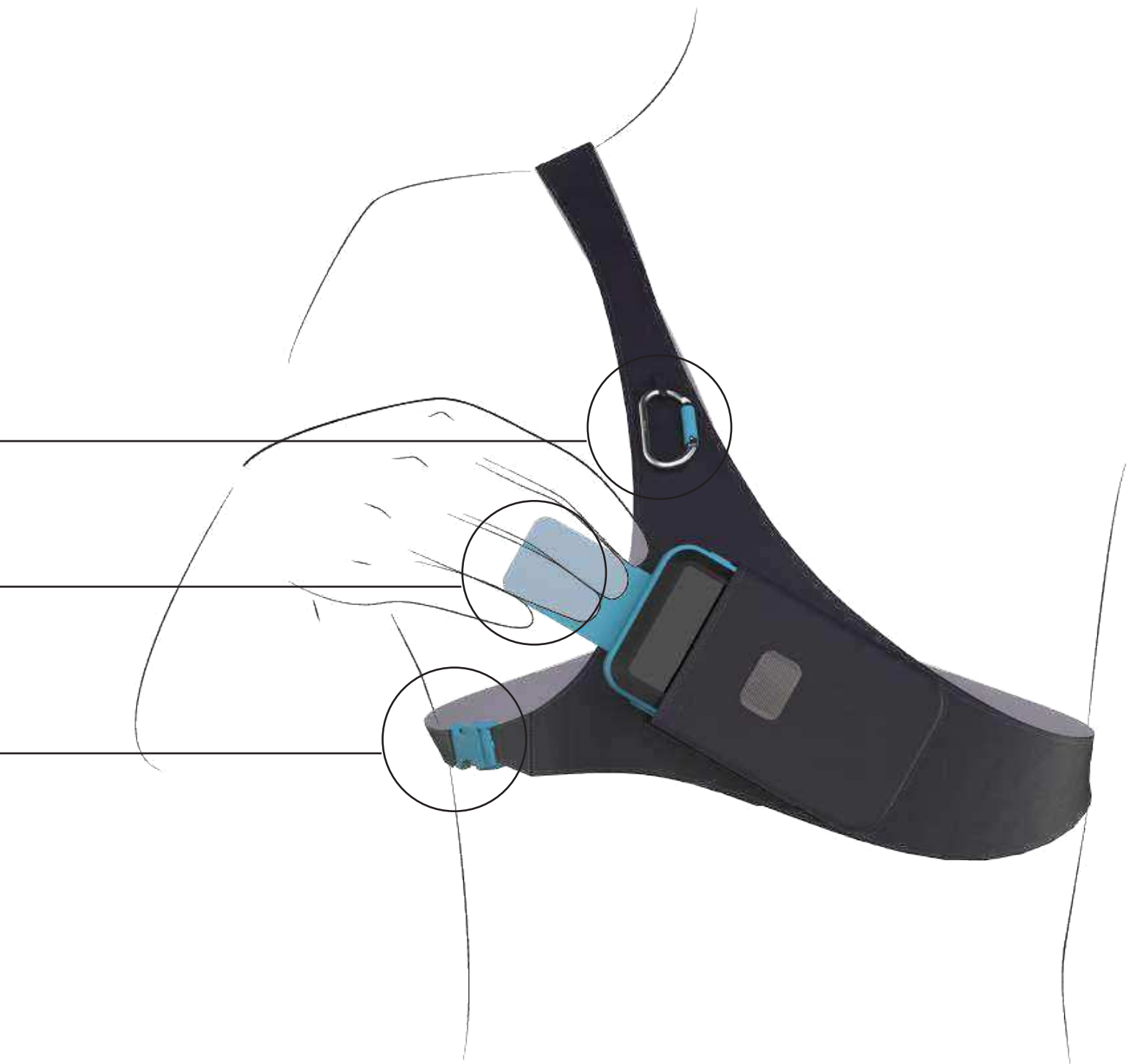
PULSANTE
GESTIONE

Imbracatura dispositivo

MOSCHETTONE _____

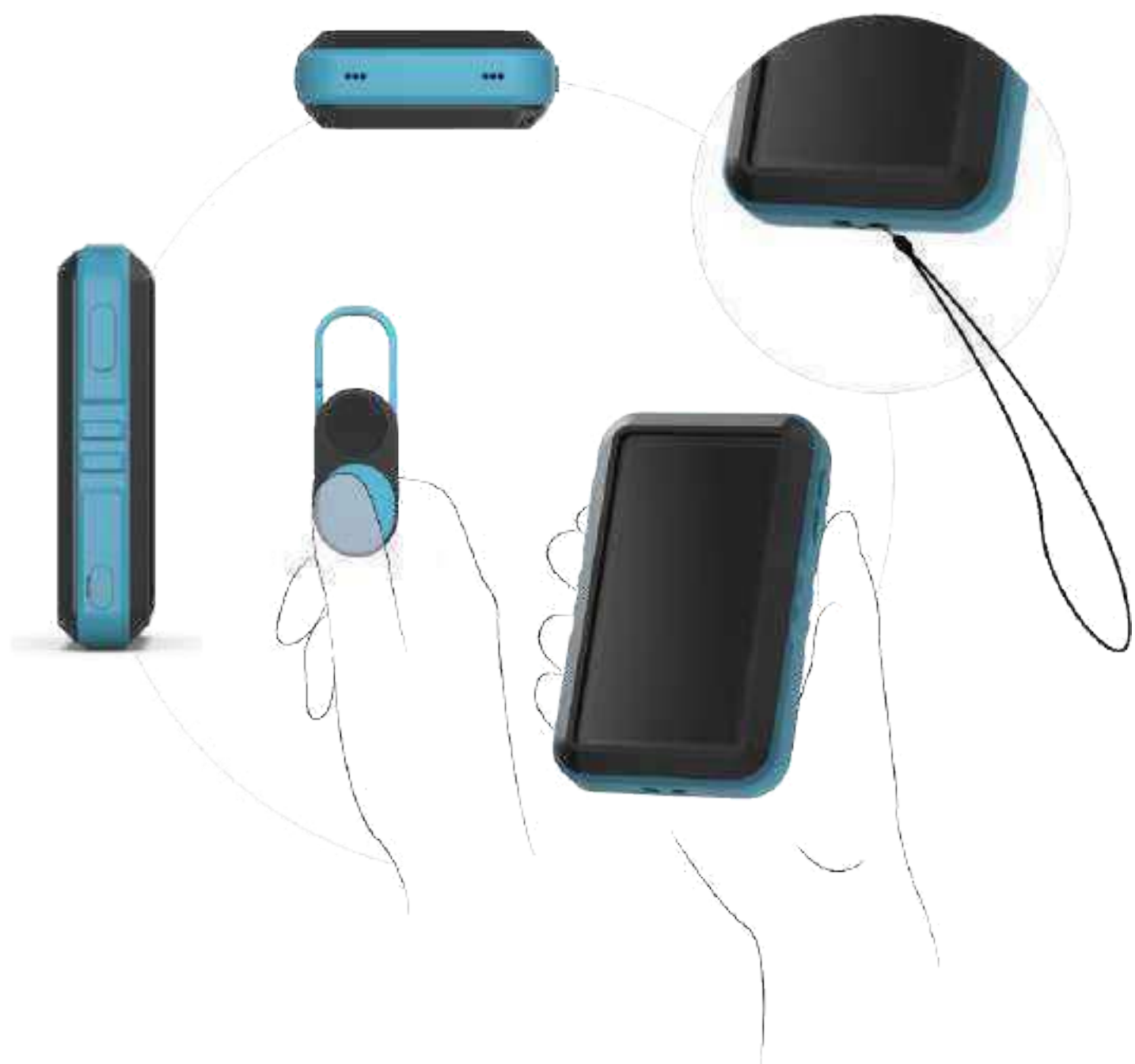
LINGUETTA ESTRAZIONE _____

GANCIO CHIUSURA _____

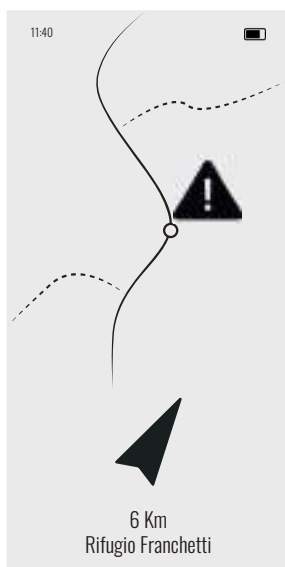
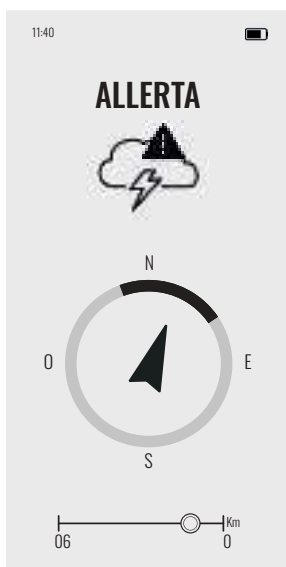
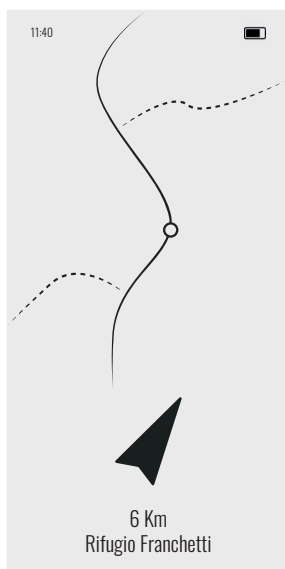


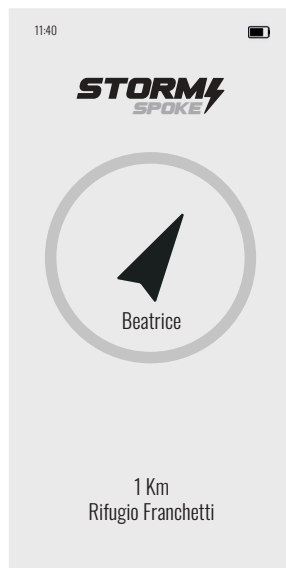
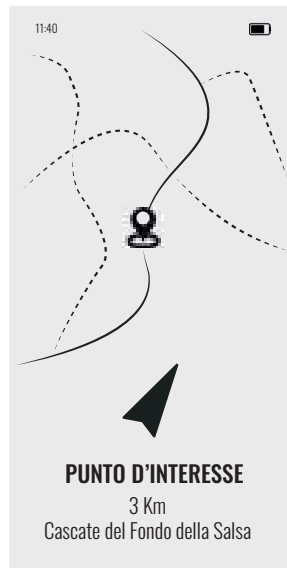
STORM **SPOKE**





Sviluppo interfaccia dispositivo





Applicazione smartphone

SEZIONE LINEE GUIDA CONSAPEVOLEZZA IN MONTAGNA



VIDEO / TUTORIAL IN FORMATO E-LEARNING ISTRUTTIVI
E COINVOLGENTI



LINEE GUIDA SUL COMPORTAMENTO DA ADOTTARE IN
MONTAGNA: IN COLLABORAZIONE CON IL SOCCORSO ALPI-
NO E CAI (CLUB ALPINO ITALIANO)



MALTEMPO IN MONTAGNA:
COSA FARE E COSA NON FARE

CONSIGLI SULL'EQUIPAGGIAMENTO



MANUALE D'USO SEMPLICE ED INTUITIVO DEL DI-
SPPOSITIVO



MAPPE TECNICHE:
VISUALIZZAZIONE E AGGIORNAMENTO COSTANTE DELLE MAPPE
TECNICHE
INFORMAZIONE DETTAGLIATE SU I PUNTI DI INTERESSE
NOTIFICHE SU AGGIORNAMENTI DISPONIBILI



MEMORIZZAZIONE:
DATI PERSONALI INSERITI DALL'UTENTE
SENTIERI EFFETTUATI
STORICO DEGLI EVENTI CRITICI



COMMUNITY DI UTENTI
POSSIBILITÀ DI CONDIVISIONE DI INFORMAZIONI
SUGLI ITINERARI DI MONTAGNA

APP STORM



Punti d'interesse

I punti naturalistici sono quei luoghi che presentano un elevato valore ecologico, paesaggistico o geologico

- I parchi nazionali e regionali, che sono delle aree protette che ospitano una ricca biodiversità e offrono numerosi itinerari escursionistici..

- I laghi, le cascate e i ghiacciai

POSSIBILITÀ DI CONDIVISIONE DI PUNTI DI INTERESSE ATTRAVERSO UNA COMMUNITY



Fontana



Vetta



Bivio



Valico



Punto panoramico



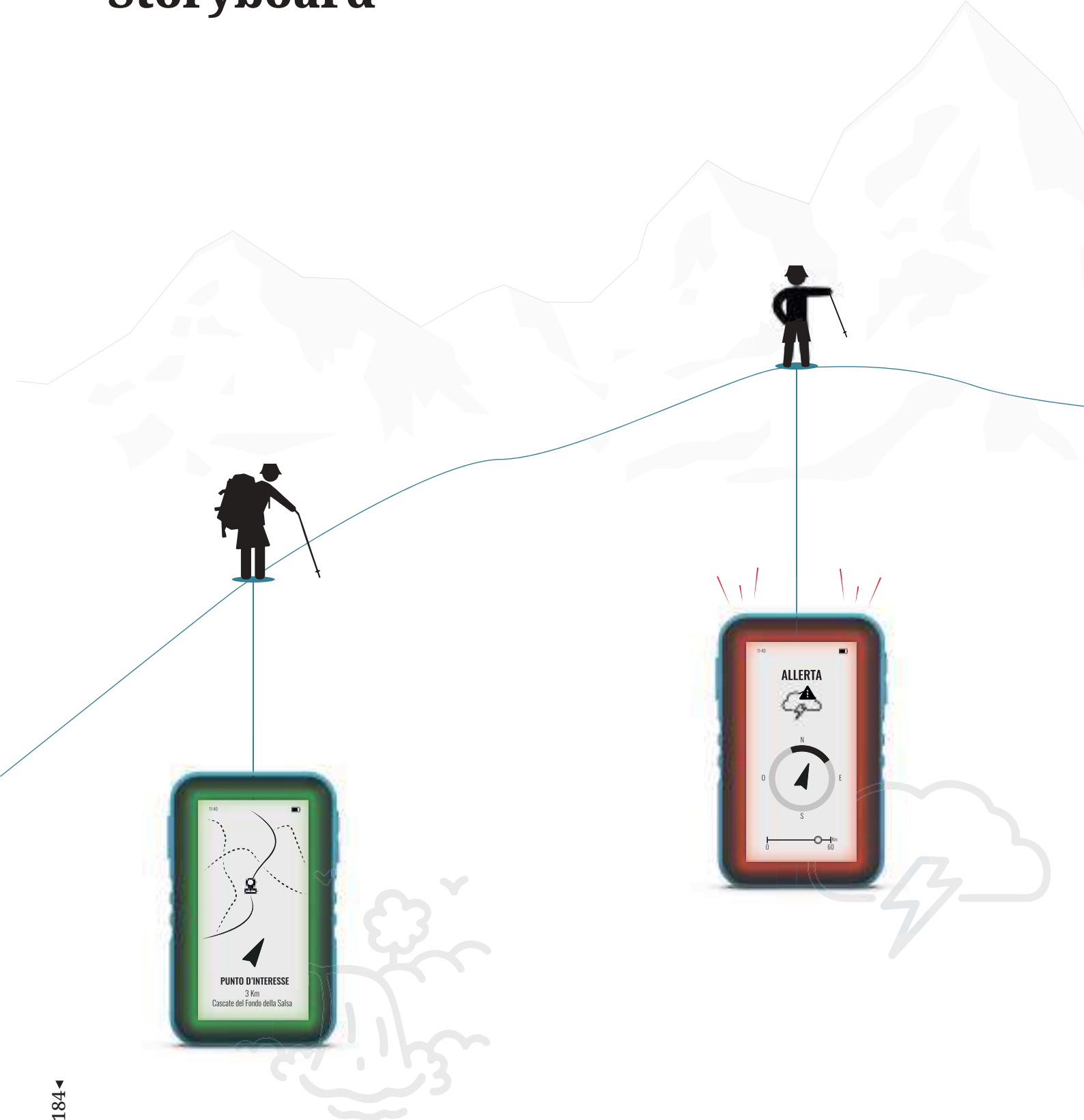
Parcheggio

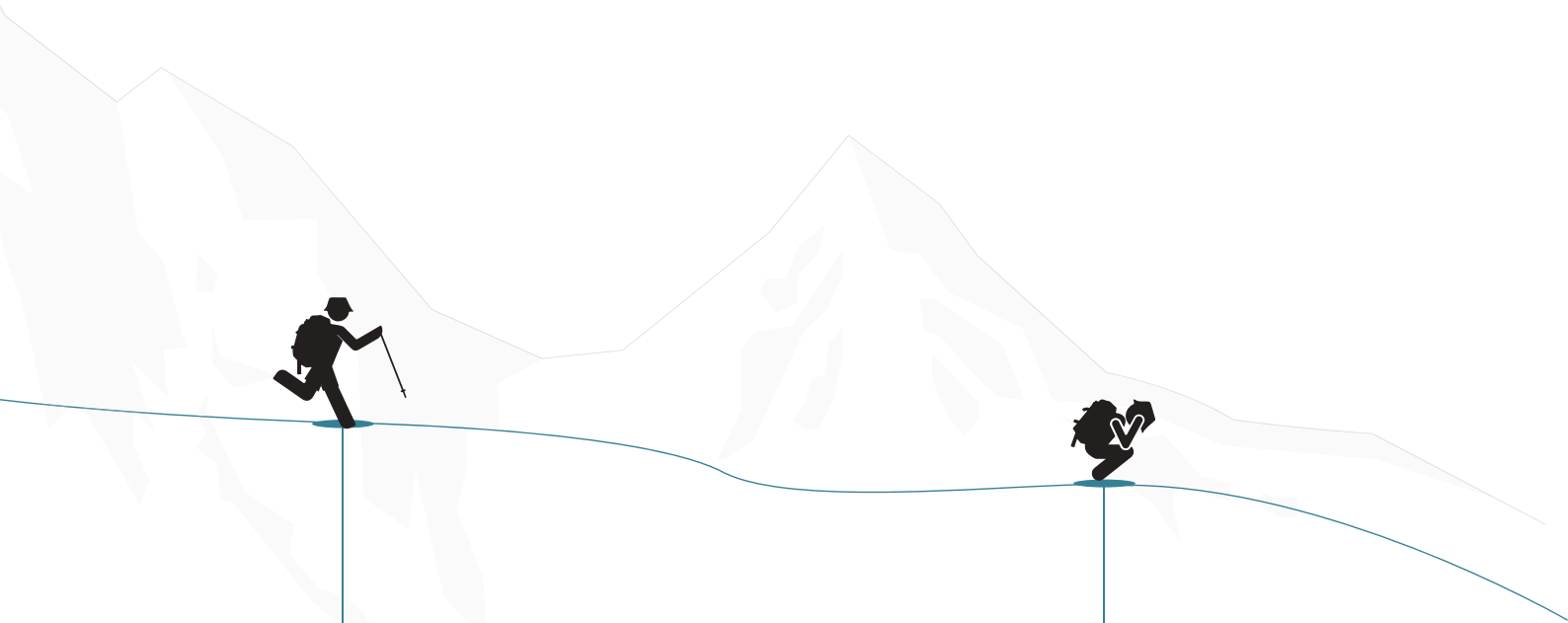


Punto di passaggio



Storyboard





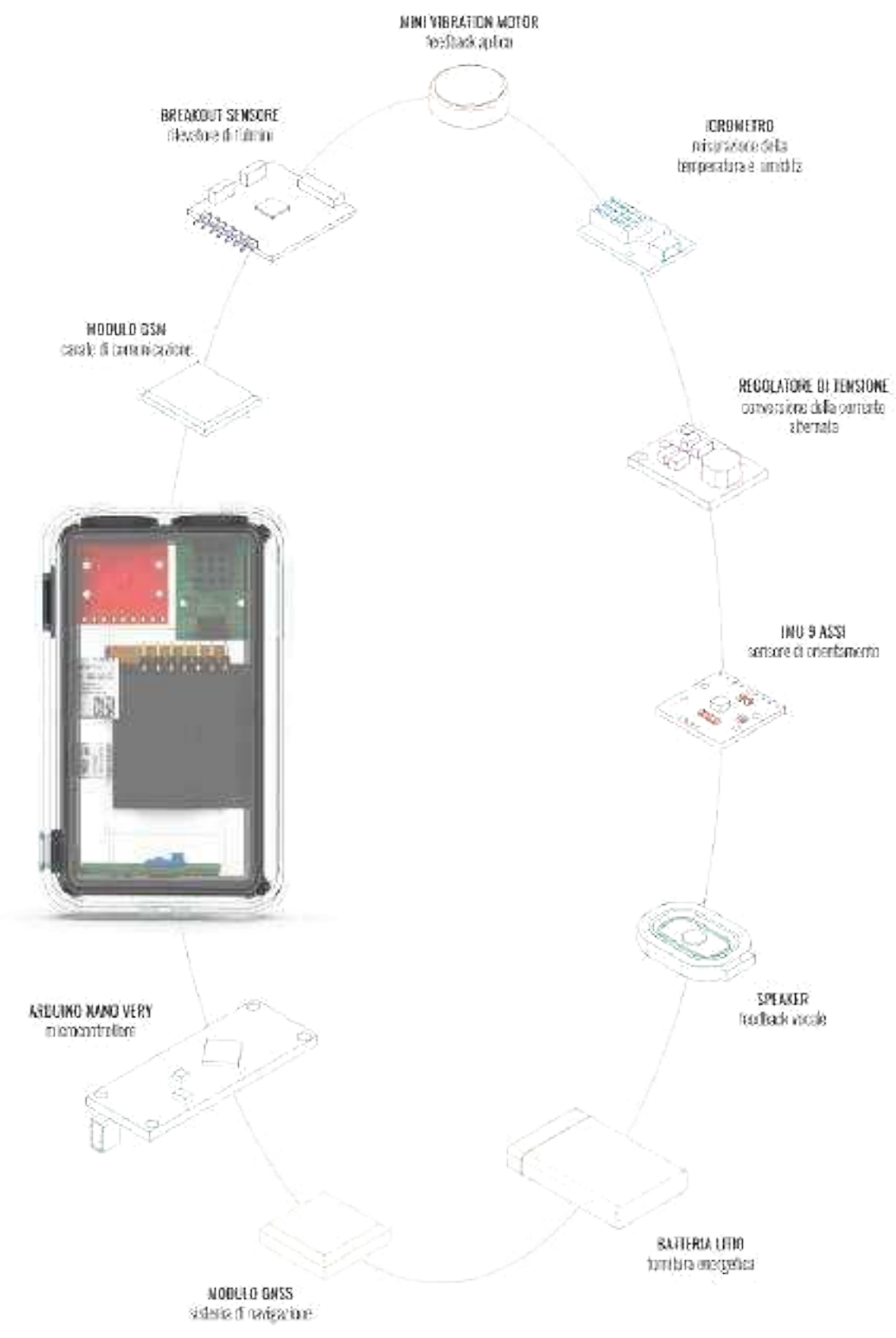
 "Procedi dritto!"



 "Accucciati e porta le mani alle orecchie"

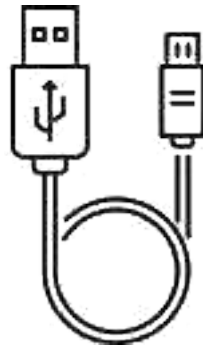
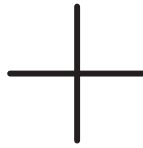


Parti componenti interne



Packaging dispositivo





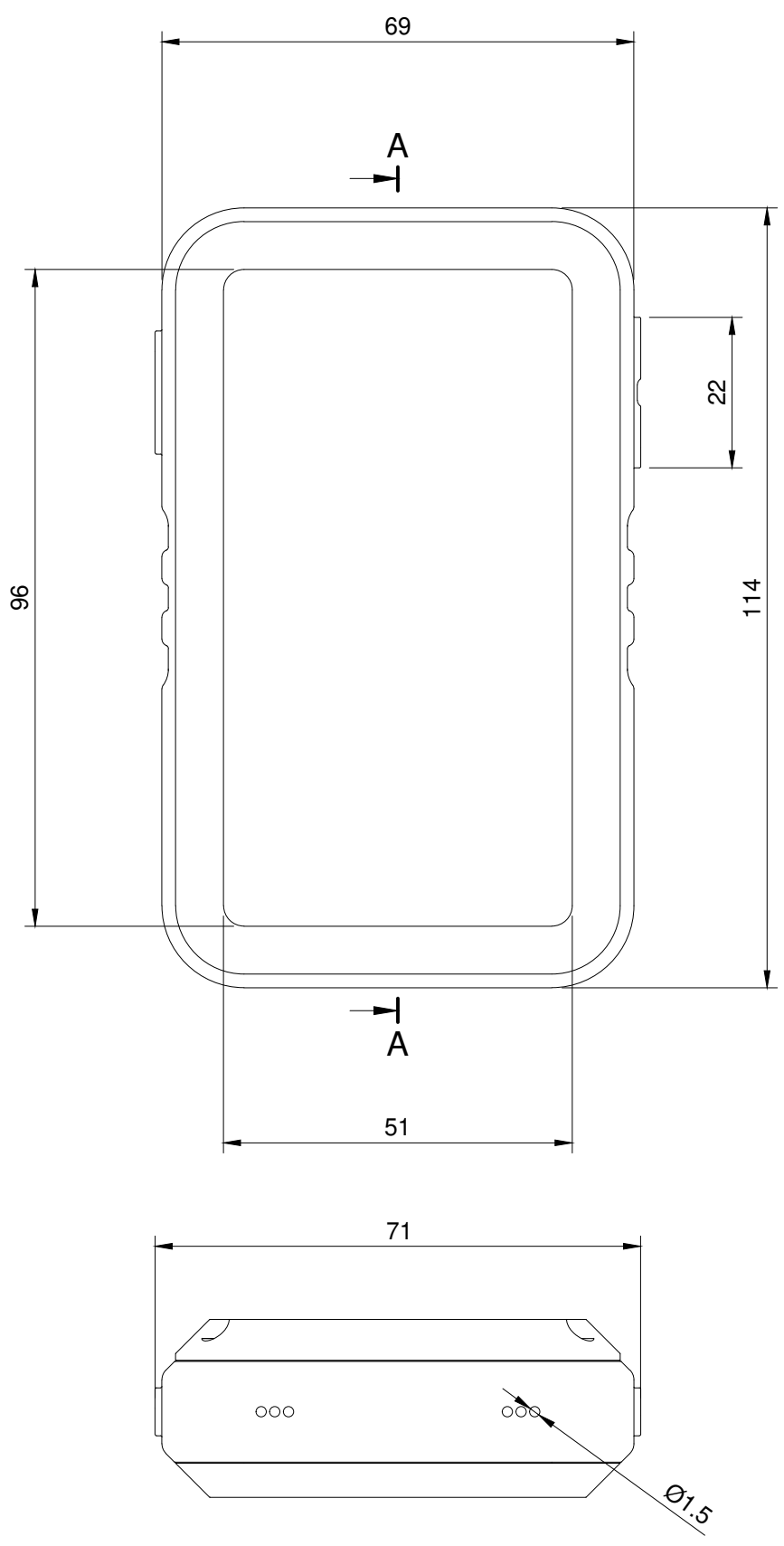
MOSCHETTONE

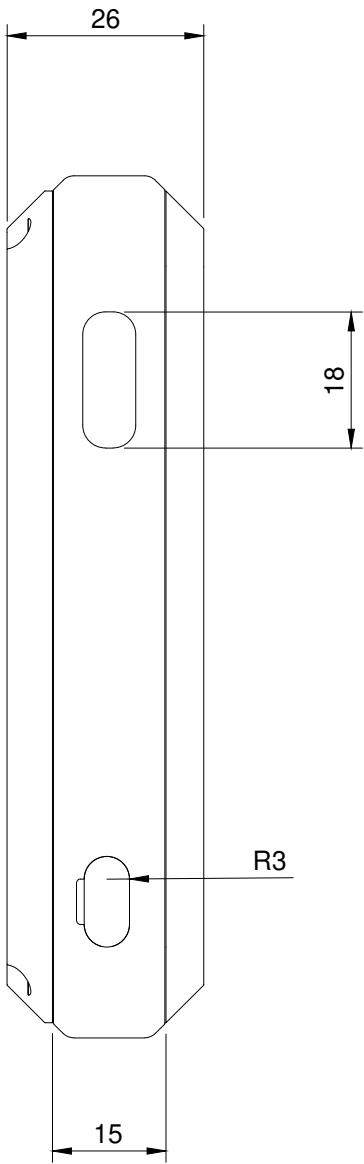
CAVO DI RICARICA USB-C

Disegni tecnici dispositivi

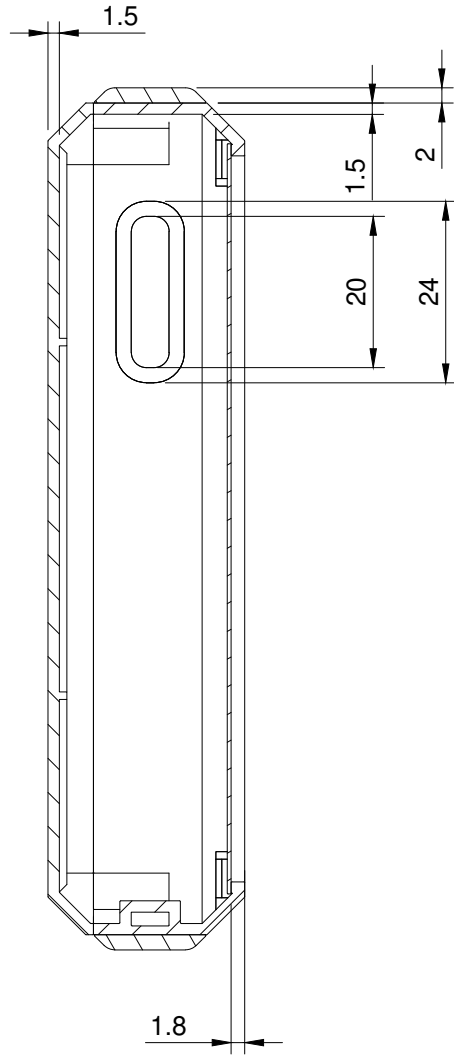
DISPOSITIVO - Storm Hub

Unità di misura: mm
Scala 1:1



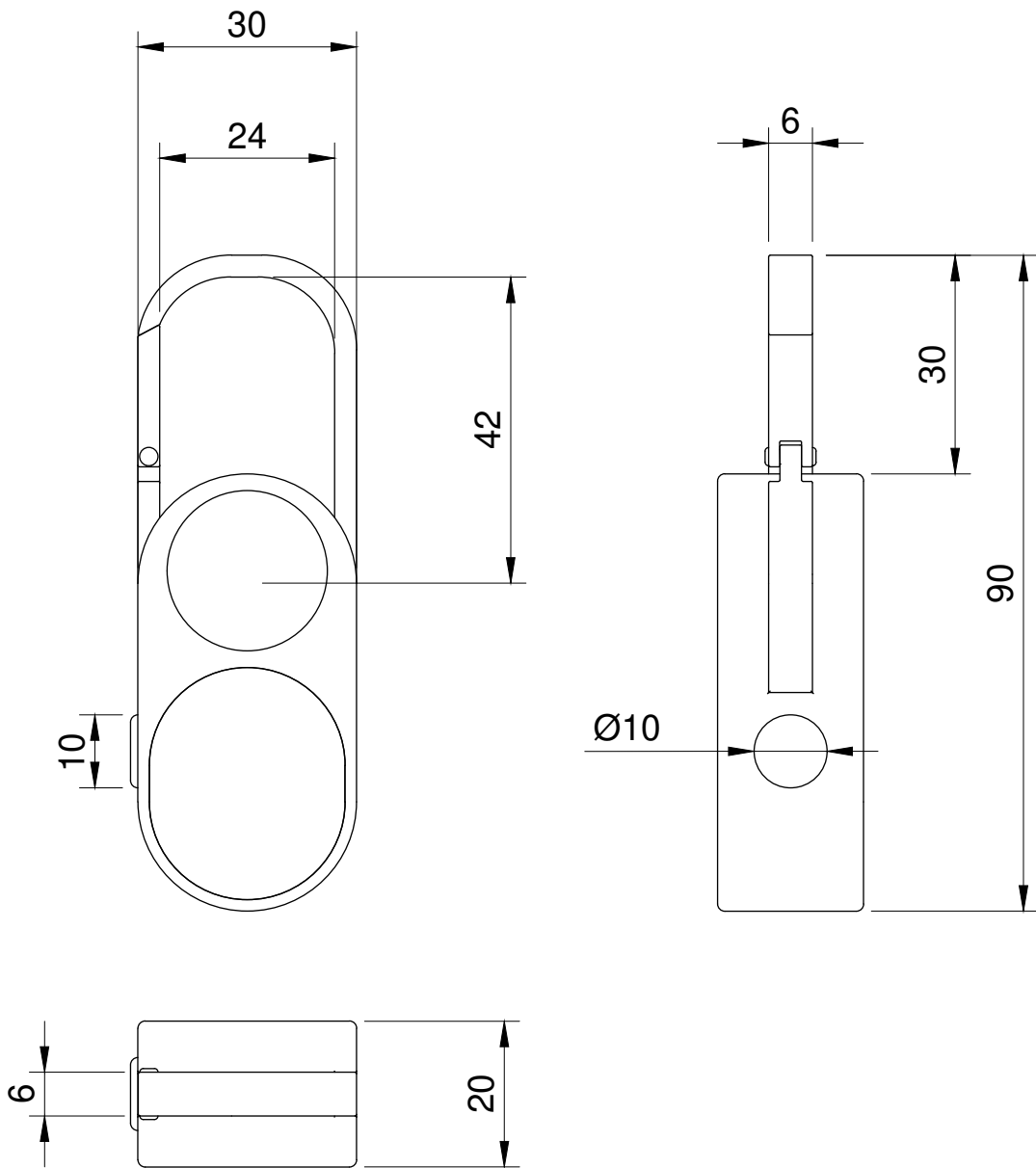


A-A (1:1)



DISPOSITIVO - Storm Spoke

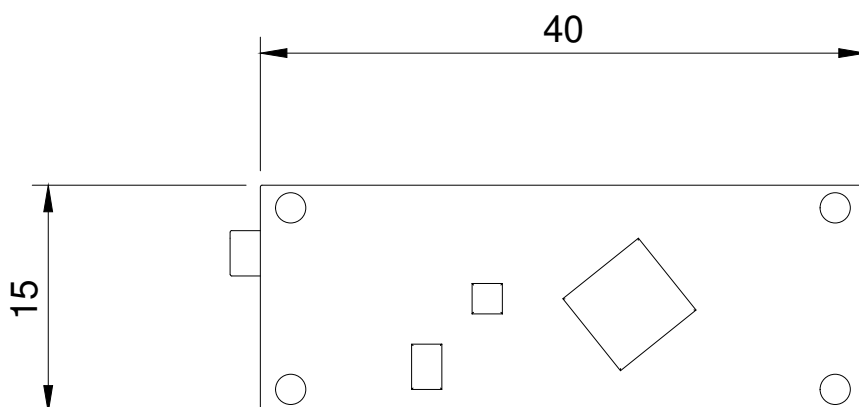
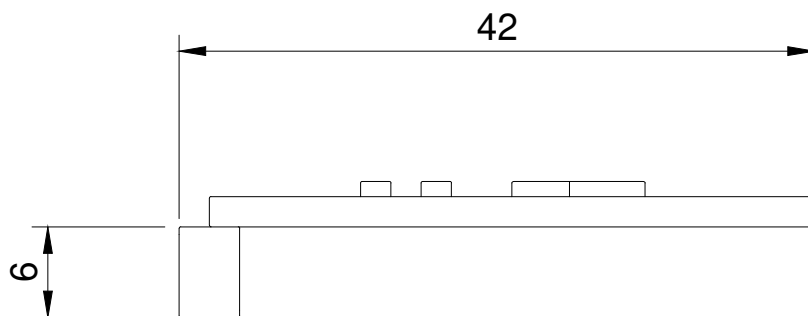
Unità di misura: mm
Scala 1:1

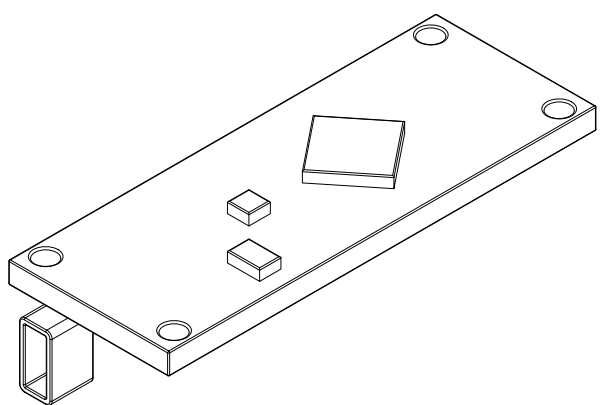
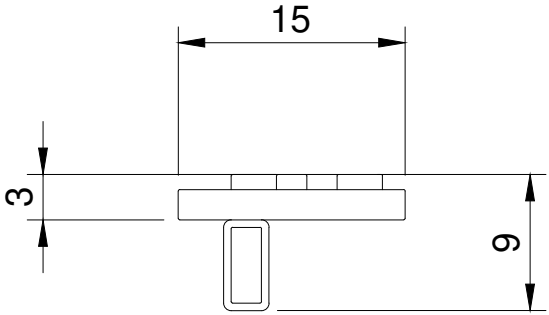


Disegni tecnici componenti interne

ARDUINO NANO VERY

Unità di misura: mm
Scala 2:1

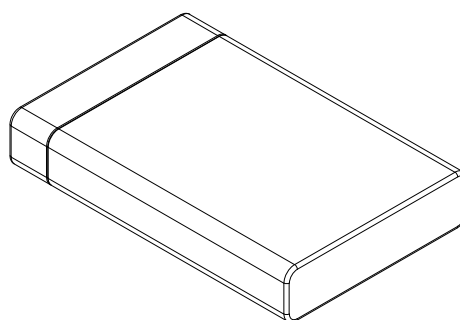
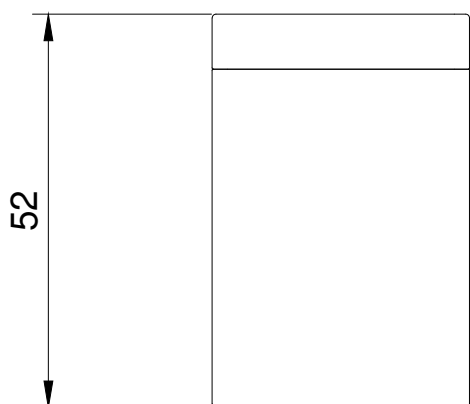
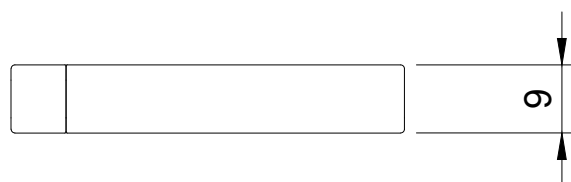
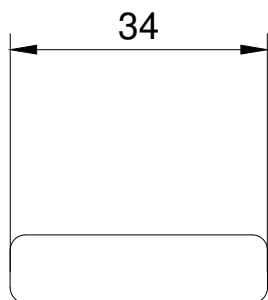




BATTERIA A LITIO

Unità di misura: mm

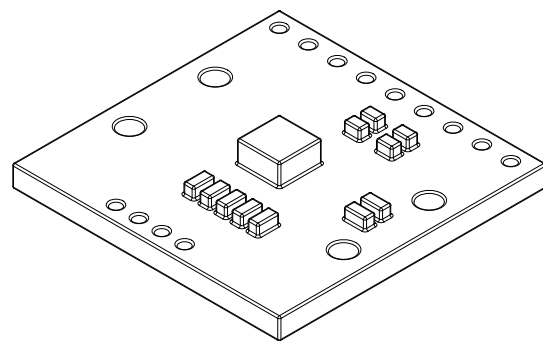
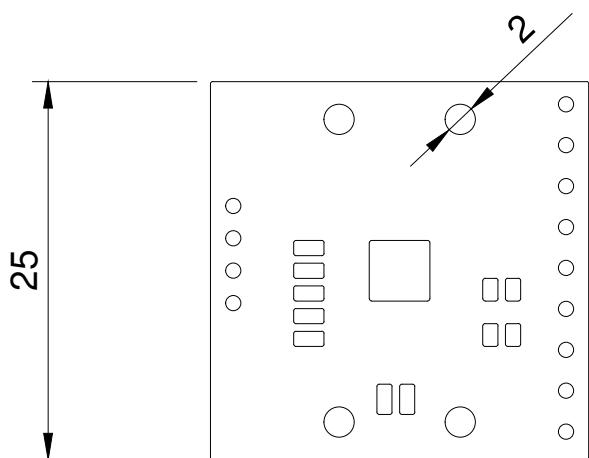
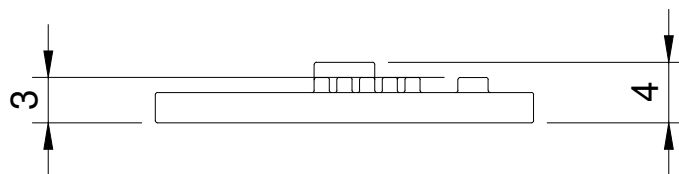
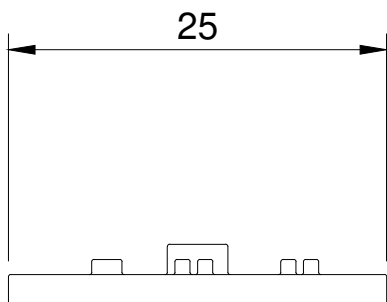
Scala 1:1



IMU 9 ASSI

Unità di misura: mm

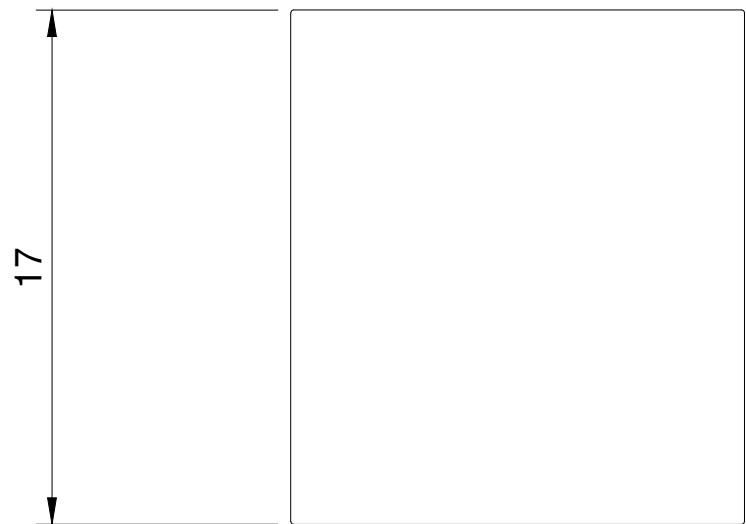
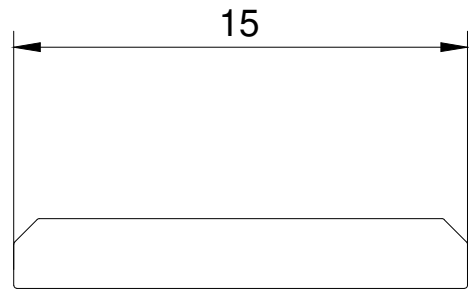
Scala 2:1

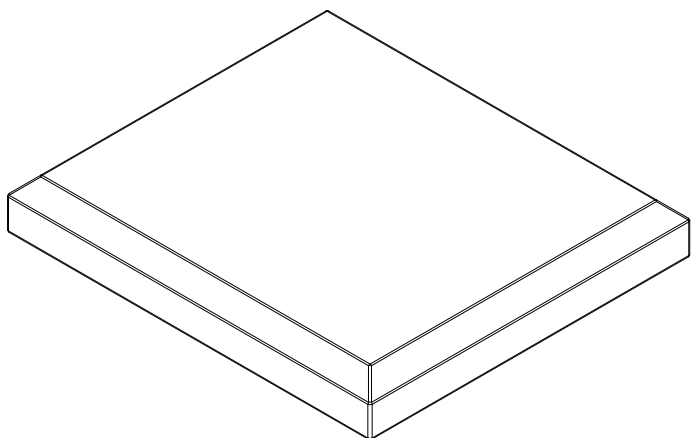
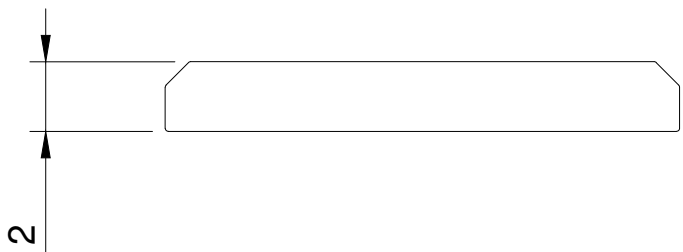


2:1

MODULO GSM

Unità di misura: mm
Scala 4:1

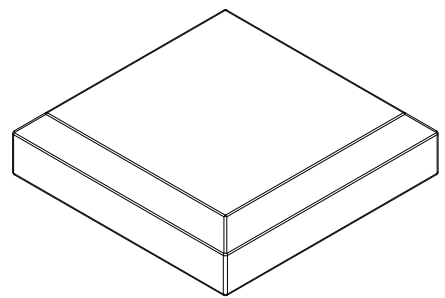
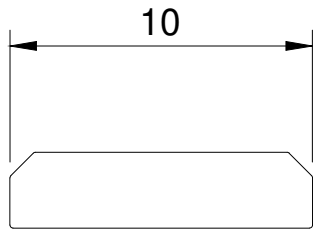




MODULO GNSS

Unità di misura: mm

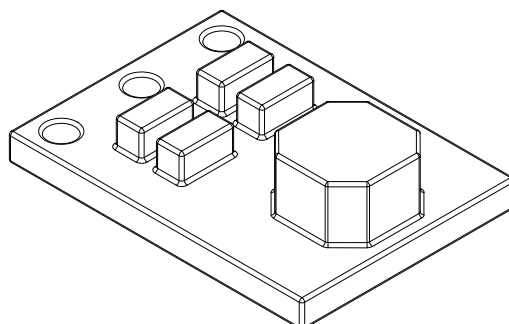
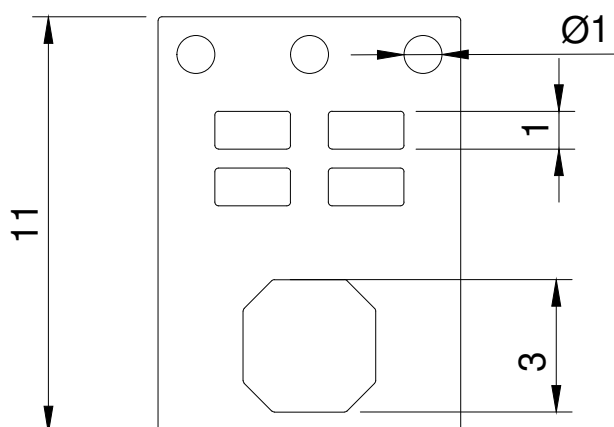
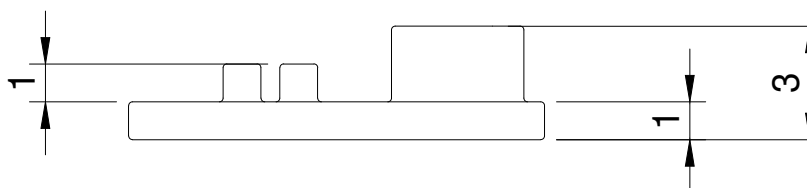
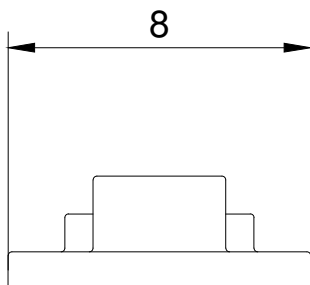
Scala 4:1



REGOLATORE DI TENSIONE

Unità di misura: mm

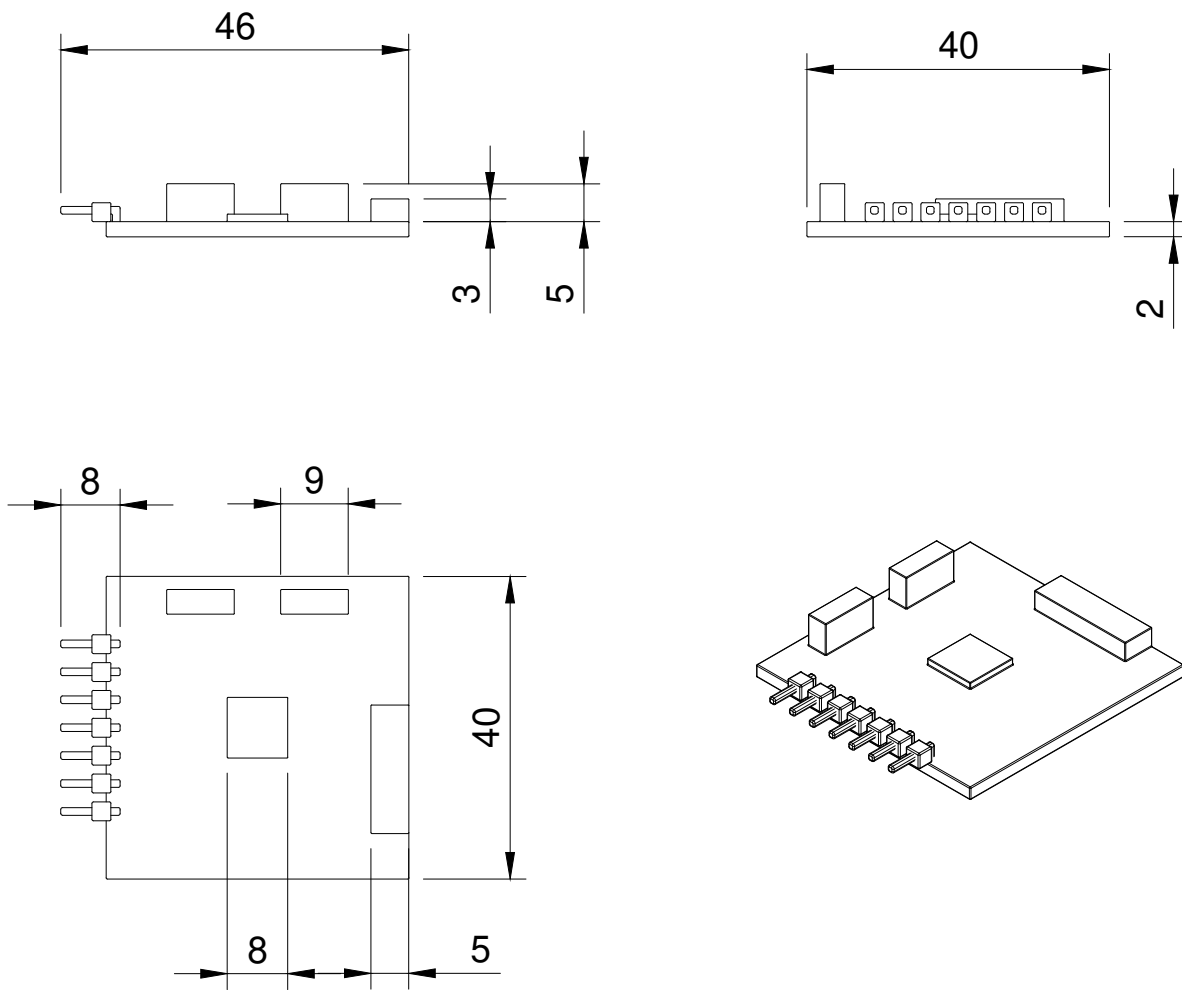
Scala 5:1



SENSORE RILEVATORE DI FULMINI

Unità di misura: mm

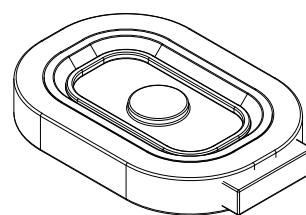
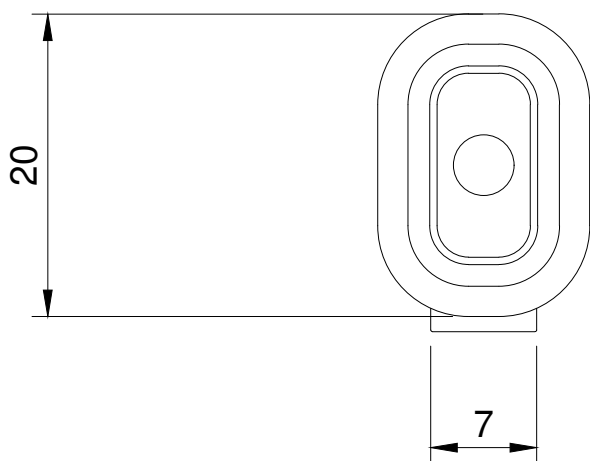
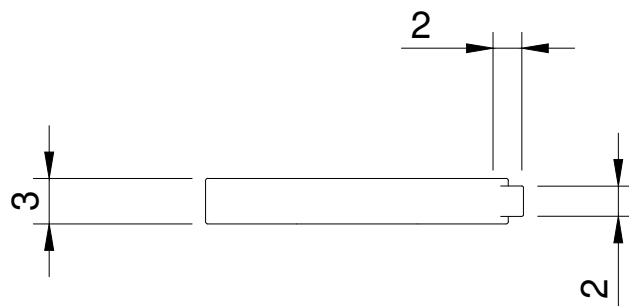
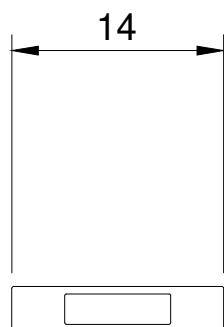
Scala 1:1



SPEAKER

Unità di misura: mm

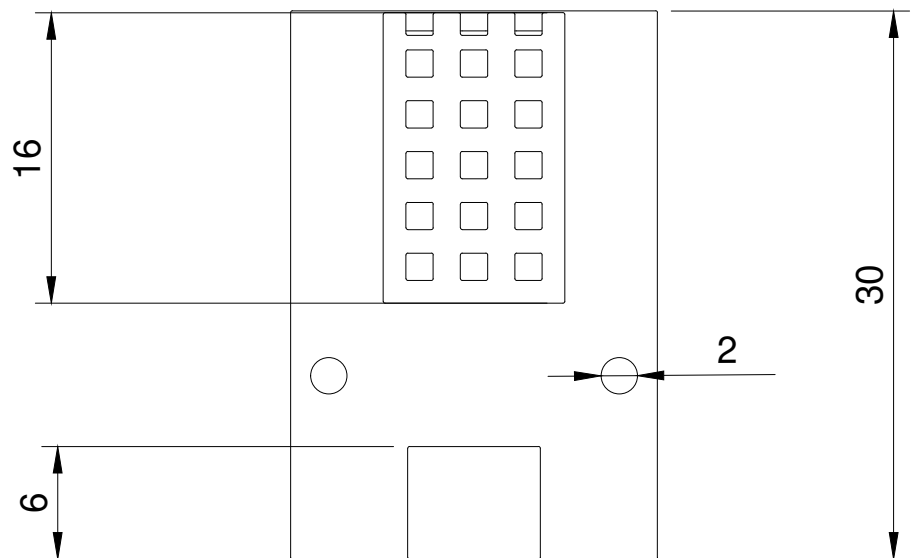
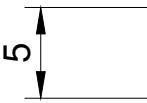
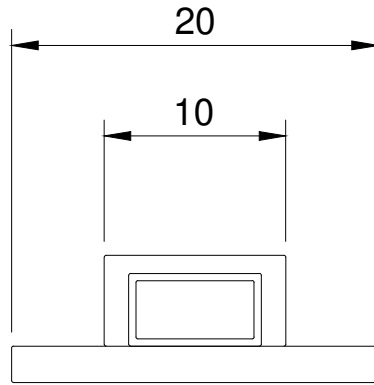
Scala 2:1

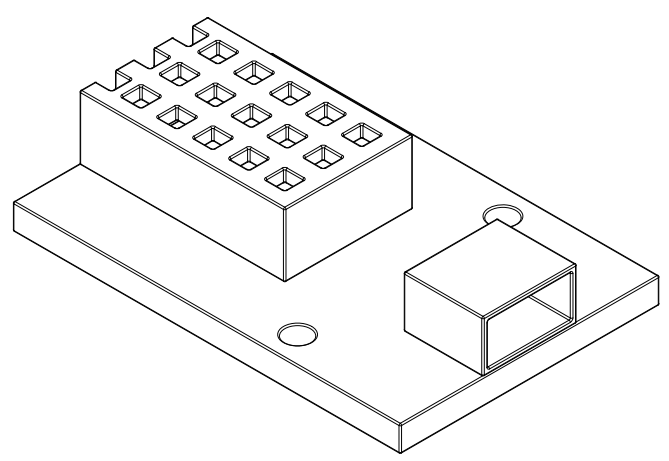
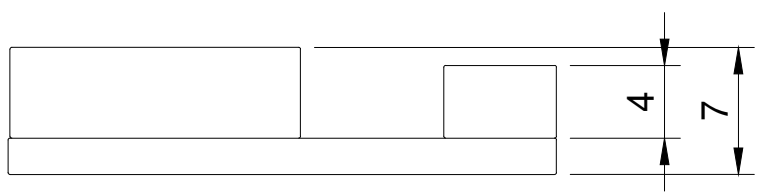


SENSORE DI UMIDITÀ E TEMPERATURA

Unità di misura: mm

Scala 2:4

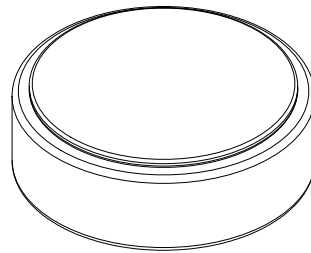
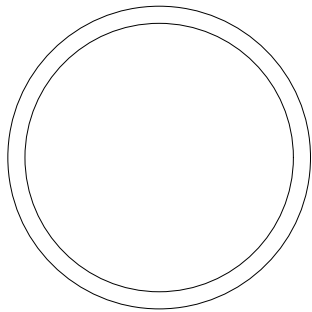
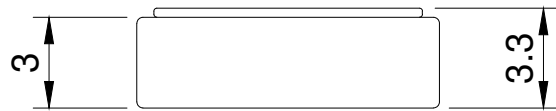
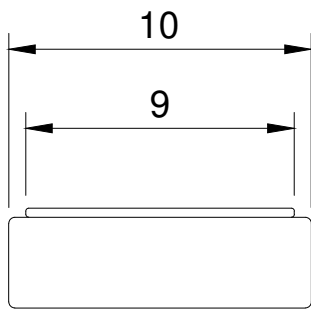


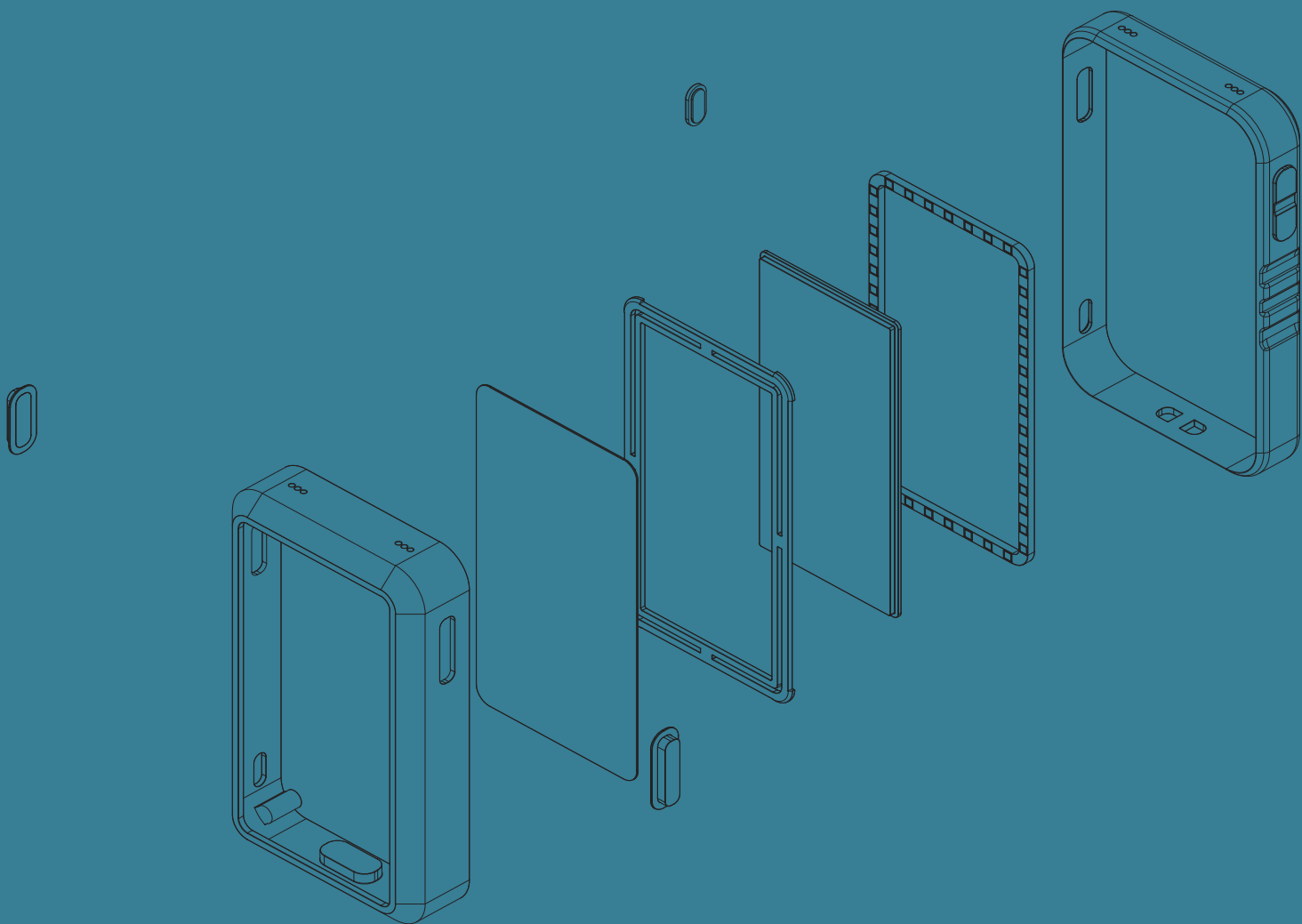


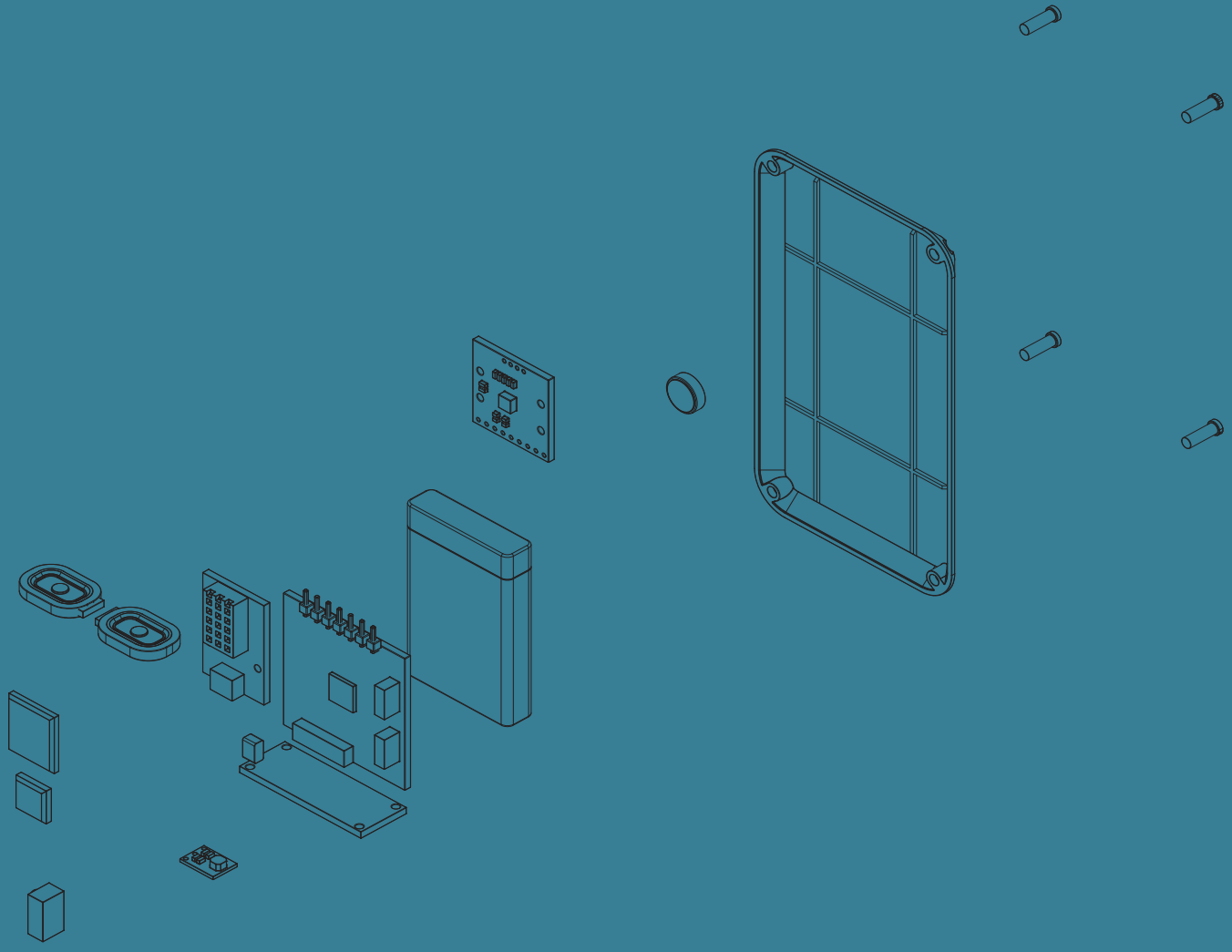
MINI VIBRATION MOTOR

Unità di misura: mm

Scala 4:1







22. Sitografia e bibliografia

Report, rischio clima in Italia , 2023

https://files.cmcc.it/200916_REPORT_CMCC_RISCHIO_Clima_in_Italia.pdf

Analisi del Rischio - I Cambiamenti climatici in Italia. CMCC. (2021, December 9), 2023

<https://www.cmcc.it/it/analisi-del-rischio-i-cambiamenti-climatici-in-italia#scenari>

Archivio. ISS. (n.d.). Retrieved March 13, 2023, from <https://www.iss.it/web/guest/archivio>

Agi.it, R. (2019, 31 Dicembre). Quante vittime Fanno Gli incidenti in Montagna? E quali Le Attività più pericolose? Agi.

https://www.agi.it/fact-checking/vittime_montagna_italia-6813713/news/2019-12-31/

Il soccorso alpino diffonde I Dati dell'Attività 2017: Aumentano Le Vittime e Gli incidenti in Montagna. CNSAS. (2018, April 18).

<https://www.cnsas.it/2018/04/18/il-soccorso-alpino-diffonde-i-dati-dellattivi-ta-2017-aumentano-le-vittime-e-gli-incidenti-in-montagna/>

Projected increase in lightning strikes in the United States ... - science. (n.d.). <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1259100>

Ancora vittime dei Fulmini in Italia: Come Proteggersi e dove. QuiFinanza. (2022, 28 Agosto).

<https://quifinanza.it/info-utili/video/cosa-sono-fulmini-come-proteggersi/663173/>

Mountain hazards and equipment. www.autourdumontblanc.com. (n.d.).

<https://www.autourdumontblanc.com/en/safety/mountain-hazards-and-equipment>

Europa :: Archivio :: Mappe :: Europa. LightningMaps.org. (n.d.).

https://www.lightningmaps.org/blitzortung/europe/index.php?bo_page=archive&bo_map=0&bo_animation=now&lang=it

Contrasting future lightning stories across Europe - iopscience. (n.d.). Ottobre , 2022

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac9b78>

Regolamento Strutture ricettive del club alpino italiano - cai. (n.d.)

<https://www.cai.it/wp-content/uploads/2020/12/Regolamento-strutture-ricettive-del-Club-Alpino-Italiano-20201.pdf>

Mater Studiorum – Università di Bologna - CNR. (n.d.) - “Identificazione e localizza-

zione dei fulmini tramite sistemi automatici”

<https://www.isac.cnr.it/sites/default/files/thesis/Magurno-2012.pdf>

Accesso ai Dati » annali meteorologici Ed Idrologici » Banca Dati ... (2005).

https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html

Global climate risk index 2021 - World. ReliefWeb. (2021, 25 Gennaio).

<https://reliefweb.int/report/world/global-climate-risk-index-2021>

Effetto Stau e Föhn. Effetto stau e Föhn | Meteo Marta. (n.d.)

<http://www.meteomarta.altervista.org/portale/effetto-stau>

Fuochi di Sant’Elmo

https://it.wikipedia.org/wiki/Fuoco_di_sant%27Elmo

Slide Corso di meteorologia e climatologia nell’anno 2022/2023 all’Università degli studi della TUSCIA DAFNE - SDM - Docente: Marina Baldi

Il cambiamento climatico colpisce: i modelli di fulmini cambiano con il riscaldamento globale

<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/11/221111103021.htm>

HIKING, TREKKING ED ESCURSIONISMO: SIGNIFICATI E DIFFERENZE

19 maggio, 2021

<https://www.garmin.com/it-IT/blog/differenze-tra-hiking-trekking-escursionismo/>

Classificazione degli incidenti sulla base degli interventi del CNSAS.

<http://www.caichatillon.it/Sito/sicurezza/pericoli/relazione.htm>

DIFFERENZA TRA TREKKING ED ESCURSIONISMO: GUIDA ALLA MONTAGNA, 23 Dicembre 2021

<https://dkbsport.com/blogs/blog/differenza-tra-trekking-ed-escursionismo-guida-alla-montagna>

<https://www.meteo-shop.com/it/altri-prodotti-meteo/rilevazione-fulmini/50477-rilevatore-fulmini-strikealert/>

<https://www.youtube.com/watch?v=6S4fksF6KRk&t=23s>
<https://www.meteo-shop.com/it/altri-prodotti-meteo/rilevazione-fulmini/50488-strike-alert-hd/>
<https://www.grainger.com/product/ACURITE-Lightning-Detector-0-to-25-53DR03>
<https://inotechnologies.com/product/ino-weather-pro/>
<https://www.digitaltrends.com/outdoors/ino-technologies-weather-pro-lightning-detector-review/>
<https://www.garmin.com/it-IT/p/765374>
<https://www.garmin.com/it-IT/p/835742#overview>

