EXTRA DAT

della rivista Dati dell'Ufficio di statistica

> Anno XIX - N.02 Agosto 2019

PERICOLI NATURALI IN TICINO: STORIA, CIFRE E STRUMENTI DI PREVENZIONE

Marco Galfetti e Lisa Bottinelli
Ufficio di statistica (Ustat)
Andrea Salvetti
Ufficio dei corsi d'acqua (UCA)
Lorenza Re e Sergio Coratelli
Ufficio dei pericoli naturali, degli incendi e dei progetti (UPIP)

Il Ticino, a causa della morfologia del territorio e della sua geologia, è esposto ai fenomeni gravitativi e idrologici tipici dell'arco alpino (frane, valanghe, alluvioni, esondazioni, ecc.). Ma qual è l'esatto significato di concetti quali pericolo o rischio? E soprattutto, qual è la loro rilevanza in Ticino? In questi decenni quali risultati sono stati raggiunti? E quali sono le sfide che attendono il settore nei prossimi anni e gli strumenti per fronteggiarle? Per rispondere a queste e ad altre domande il presente contributo, dopo una parte introduttiva e un capitolo metodologico, presenta un'analisi statistica di edifici, persone, aziende e addetti situati nell'area edificabile cantonale esposta ai differenti pericoli naturali.

I risultati di questa analisi, svolta a differenti scale geografiche, sono esposti attraverso dati, tabelle, carte e grafici e sono completati da approfondimenti specialistici curati da chi in questo campo opera quotidianamente.

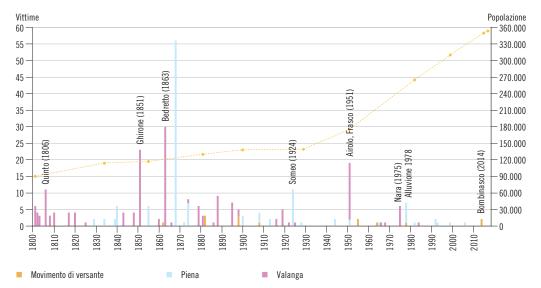
Sempre più spesso si sente parlare di rischi e pericoli naturali, di cartografia dei pericoli naturali e di gestione integrale del rischio. Qual è l'esatto significato di questi concetti? E soprattutto qual è la loro rilevanza nel Canton Ticino? In questo contributo la tematica dei pericoli naturali è contestualizzata nel primo capitolo, dal punto di vista storico e da quello geomorfologico, ma anche (e soprattutto) attraverso una serie di definizioni che chiariscono i concetti basilari e i principali processi naturali che interessano il nostro cantone. Nella seconda parte del lavoro sono illustrati i prodotti cartografici esistenti per la gestione di questi pericoli (carta indicativa dei pericoli e carta dei pericoli), che sono stati utilizzati per le estrazioni e le analisi statistiche. Sono presentati i principali elementi per una loro corretta interpretazione, incluse indicazioni che dettagliano lo stato della cartografia attuale e i progetti che saranno completati in futuro. Si entra poi nel vivo del lavoro statistico vero e proprio: a un capitolo metodologico ("scopo del lavoro, dati e metodologia") fa seguito il corpo centrale del documento, costituito da un'analisi di edifici, persone, aziende e addetti situati nell'area edificabile cantonale esposta ai differenti pericoli naturali. I risultati di questa analisi, svolta a differenti livelli geografici, sono esposti attraverso dati, tabelle, carte e grafici. Non certo da ultimo, differenti riquadri sparsi all'interno del testo completano la panoramica su questa importante tematica, fornendo approfondimenti specialistici, ad esempio sugli investimenti, sul monitoraggio o ancora sulla gestione integrale del rischio, che vedono coinvolti i servizi preposti del Dipartimento del territorio e non solo.

Contesto storico e geografico

Il Ticino, geologicamente suddiviso tra Alpi Lepontine e Prealpi luganesi, è esposto ai fenomeni gravitativi e idrologici tipici dell'arco alpino (frane, valanghe, alluvioni, esondazioni, ecc.). Il più eclatante tra di essi fu probabilmente la Buzza di Biasca: tra il 1511 e il 1513 alcune frane del Monte Crenone portarono allo sbarramento del fiume Brenno, con la conseguente formazione del Lago di Malvaglia. Il 20 maggio 1515 l'onda di piena risultante dall'improvvisa rottura di questa diga naturale si riversò sulla valle sottostante, distruggendo gran parte del territorio e portando alla morte di oltre 100 persone.

La figura [F. 1] mostra sullo stesso grafico l'incremento della popolazione ticinese e il numero di decessi legati ai pericoli naturali dal 1800 a oggi.

r. 1 Popolazione e vittime di eventi naturali, secondo la tipologia di evento, in Ticino, dal 1800



Fonte: STATPOP, UST; UCA e UPIP

Si osserva innanzitutto che nei secoli e nei decenni passati sono state le alluvioni e le valanghe a rappresentare la vera minaccia per i paesi ticinesi. La pericolosità di tali fenomeni è stata oggigiorno parzialmente ridimensionata, grazie agli ingenti interventi di premunizione realizzati (v. [Riquadro – Investimenti per la gestione dei pericoli naturali]) e, in parte, grazie al monitoraggio e ai modelli matematici che ne permettono la previsione con alcuni giorni di anticipo (v. [Riquadro - Monitoraggi e previsioni]). Al contrario, i pericoli legati ai processi di trasporto di materiale nei corsi d'acqua minori, di crollo e di scivolamento superficiale (come quello occorso nel 2014 a Bombinasco, che fece due vittime) sono caratterizzati da elevata imprevedibilità e da maggiore difficoltà nella definizione dei possibili scenari di evoluzione. Anche per questo motivo, e nonostante i notevoli risultati conseguiti nella protezione della vita umana, i fenomeni naturali restano un tema di forte attualità, come testimoniato anche dai quasi 2 miliardi di franchi di danni causati da eventi di origine naturale in Ticino tra il 1978 e il 2016, dai 30 milioni di franchi investiti annualmente per studi di base, premunizioni e monitoraggi (v. [Riquadro -Investimenti per la gestione dei pericoli naturali]) e dalle oltre 3.000 schede presenti nella banca dati pubblica StorMe (v. [Riquadro – Il catasto degli eventi StorMe]).

Nell'ultimo quarantennio l'evento che ha certamente causato le conseguenze economiche più gravi è stato l'alluvione dell'agosto 1978: stime cantonali indicano danni pari a circa 600 milioni di franchi. Perdite economiche importanti sono state generate anche dagli eventi successivi del 1987 (circa 150 milioni di franchi), del 1993 (circa 200 milioni di franchi di danni, da ricondurre in larga parte all'esondazione del lago Maggiore a Locarno) e 2000 (circa 150 milioni di franchi di danni). Gli eventi alluvionali degli ultimi due decenni, che hanno spesso interessato solo alcu-



ne regioni e non l'intero cantone, hanno generato danni per qualche milione di franchi ciascuno.

Accanto a queste stime cantonali, è da segnalare che l'Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio WSL di Birmensdorf mantiene dal 1972, su mandato della Confederazione, una banca dati in cui vengono catalogati tutti gli eventi naturali sulla base delle segnalazioni contenute nel quotidiani di tutta la Svizzera. Questa banca dati¹ contiene oltre 20.000 segnalazioni; per il cantone Ticino sono presenti circa 2.000 eventi, con indicazione delle coordinate, del comune interessato e della tipologia di evento (colata detritica, alluvionamento, crollo di roccia, valanga).

Le modalità di raccolta delle segnalazioni, il grado di approfondimento e la valutazione dei danni sono diverse, tuttavia l'ordine di grandezza dei danni registrati durante gli eventi principali e nell'intero periodo 1972-2018 è confrontabile, fornendo quindi un ulteriore termine di validazione delle stime cantonali.

WSL Unwetter-Schadens-Datenbank der Schweiz: https://www.wsl.ch/de/ naturgefahren/hochwasserund-ueberschwemmung/unwetterschadens-datenbank. html

Investimenti per la gestione dei pericoli naturali

L'analisi sugli eventi naturali che hanno causato danni e vittime in Ticino dal 1800 ad oggi (v. [F. 1]) ha evidenziato come la riduzione delle conseguenze degli eventi naturali pericolosi è principalmente da ascrivere ai significativi investimenti effettuati già dall'inizio dello scorso secolo nel settore delle premunizioni e del bosco di protezione. È in questo contesto che s'iscrivono numerose leggi che hanno come scopo primario la protezione delle vite umane e dei beni importanti contro i pericoli di alluvionamento, frane e valanghe: la Legge federale sulla sistemazione dei corsi d'acqua (1991), la Legge federale (1991) e quella cantonale (1998) sulle foreste e la Legge sui Territori interessati da Pericoli Naturali (2017). Nella programmazione ed esecuzione delle misure tecniche sono coinvolti molti attori: autorità comunali e cantonali, confederazione, studi di ingegneria, imprese di costruzione e proprietari dei fondi interessati dalle opere. Di norma gli enti locali (Comuni, Consorzi e Patriziati) fungono da enti promotori, mentre la responsabilità del coordinamento e del sussidiamento dei progetti di protezione è definita a livello cantonale in funzione della tipologia del fenomeno. La Sezione forestale si occupa delle opere di protezione contro valanghe, movimenti di versante e premunizioni torrentizie in bosco, l'Ufficio dei corsi d'acqua delle premunizioni lungo i corsi d'acqua e i laghi, e la Divisione delle costruzioni degli interventi che mirano alla protezione diretta delle strade cantonali. Secondo il criterio della gestione integrale dei rischi (v. [Riquadro La gestione integrale del rischio] a p. 11), gli uffici cantonali sostengono e finanziano:

- studi e documenti di base che comprendono la definizione dei territori esposti a pericoli naturali e il monitoraggio idrologico di fiumi principali e laghi e delle frane;
- esecuzione di opere di premunizione per eliminare o ridurre i danni causati da eventi naturali;
- gestione del patrimonio, che comprende la manutenzione ordinaria e straordinaria e gli interventi di ripristino, attraverso i consorzi di manutenzione.

Gli investimenti concernenti i pericoli legati all'acqua, che vedono coinvolto l'Ufficio dei corsi d'acqua, sono indicati nella tabella [T. 1]. Complessivamente, per studi, nuove opere, manutenzione e monitoraggio si raggiunge una cifra di circa 18 Milioni di CHF all'anno, a carico del Cantone, della Confederazione e degli enti locali (Consorzi e Comuni). Uno sguardo agli investimenti nel settore forestale negli ultimi anni [T. 2] mette in evidenza l'importante e incessante lavoro nell'ambito del bosco di protezione: gli interventi di selvicoltura, la costruzione di strade di accesso e gli impianti contro gli incendi boschivi rappresentano oltre il 60% del totale degli investimenti. Anche la realizzazione di nuove opere di protezione e il monitoraggio di frane e dello stato nevoso restano compiti costanti per l'ente pubblico; complessivamente, nel settore forestale, la cifra di investimento in studi, nuove opere e monitoraggio raggiunge quasi 9 milioni di franchi annui, a cui si aggiungono circa 16 milioni dedicati al bosco di protezione.

Agli investimenti dei due servizi preposti (Ufficio dei corsi d'acqua e Sezione forestale) sono da aggiungere gli investimenti specifici per le opere di premunizione lungo le strade cantonali, di competenza diretta dell'Area dell'esercizio e

T. 1 Pericoli legati all'acqua: investimenti per studi e documentazione, opere di premunizione, manutenzione e monitoraggio, in Ticino, dal 2012

Anno	Studi di base / Carte dei pericoli / Piani di emergenza ¹	Nuove opere di premunizione ²	Manutenzione ordinaria / straordinaria ³	Monitoraggio
2012	CHF 373.000	CHF 10.000.000	CHF 9.024.000	CHF 547.000
2013	CHF 345.000	CHF 7.976.000	CHF 10.099.000	CHF 506.000
2014	CHF 348.000	CHF 11.701.000	CHF 9.320.000	CHF 448.600
2015	CHF 465.000	CHF 7.273.000	CHF 9.458.000	CHF 447.500
2016	CHF 586.000	CHF 6.321.000	CHF 9.121.000	CHF 503.700
2017	CHF 436.000	CHF 7.935.000	CHF 9.514.000	CHF 491.400
2018	CHF 379.000	CHF 10.037.000	CHF 9.668.000	CHF 442.500
Media	CHF 419.000	CHF 8.750.000	CHF 8.275.000	CHF 484.000

- ¹ Questi studi sono a carico del Dipartimento del territorio (50%) e della Confederazione (50%).
- ² Cantone e Confederazione partecipano a questi investimenti con un sussidio medio del 64%. La quota restante è a carico degli enti locali, che possono a loro volta prelevare contributi di miglioria presso i privati.
- ³ La manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere è affidata ai consorzi locali di manutenzione. Essi prelevano un contributo da tutti gli enti e i privati consorziati, in base ad una cosiddetta chiave di riparto. In funzione della presenza di propri beni da proteggere anche il Cantone partecipa a queste spese, con un contributo molto variabile. Il valore medio di partecipazione per i consorzi di arginatura è del 17%. Fonte: IICA

T. 2 Pericoli geologici e di valanga: investimenti per studi e documentazione, opere di premunizione e manutenzione e monitoraggio, in Ticino, dal 2012

Anno	Studi di base / Carte dei pericoli / Piani di emergenza ¹	Nuove opere di premunizione / monitoraggio ²	Bosco di protezione ³
2012	CHF 550.000	CHF 5.540.000	CHF 12.260.000
2013	CHF 730.000	CHF 11.170.000	CHF 15.270.000
2014	CHF 700.000	CHF 7.750.000	CHF 16.150.000
2015	CHF 810.000	CHF 11.460.000	CHF 21.430.000
2016	CHF 410.000	CHF 6.200.000	CHF 14.190.000
2017	CHF 180.000	CHF 8.350.000	CHF 18.600.000
2018	CHF 240.000	CHF 6.990.000	CHF 15.290.000
Media	CHF 517.000	CHF 8.200.000	CHF 16.170.000

- Le Carte dei pericoli sono a carico del Dipartimento del territorio (50%) e della Confederazione (50%); i Piani di emergenza sono sussidiati all'80%
- ² Cantone e Confederazione partecipano a questi investimenti con un sussidio medio del 70%. La quota restante è a carico degli enti locali, che possono a loro volta prelevare contributi di miglioria presso i privati.
- ³ Come per la colonna precedente, anche questi interventi sono finanziati al 70% dal Cantone e dalla Confederazione. Fonte: SF

della manutenzione all'interno della Divisione delle costruzioni. Per quanto riguarda il periodo sopra considerato (2012-2018) questi interventi sono stati coperti tramite due finanziamenti per un importo complessivo di CHF 13.500.000, corrispondenti a quasi 2 milioni annui. Con questi crediti, la Divisione delle costruzioni finanzia anche gli interventi urgenti dopo eventi che causano danni alla rete stradale cantonale, insieme ai costi di sgombero e ripristino immediato della viabilità.

Considerando tutte le cifre sopra riportate, si può concludere che l'investimento annuo nel cantone per la protezione dai pericoli naturali raggiunge la cifra di circa 30 milioni di franchi per studi, monitoraggi e opere di premunizione (nuove e manutenzione) e di circa 16 milioni dedicati esclusivamente al bosco di protezione.



Alcune definizioni

Quando si approccia questa complessa tematica, non è raro che i termini *pericolo naturale* e *rischio* siano usati come sinonimi, determinando confusione sul loro esatto significato.

Il concetto di *pericolo naturale* è molto semplice: si tratta di un evento di origine naturale (idrologica, meteorologica e gravitativa) in grado di generare effetti negativi al cospetto di vite umane, beni materiali e/o ambiente. I principali pericoli naturali che interessano il territorio ticinese sono idrologici e gravitativi.

I pericoli di tipo idrologico, ovvero legati all'acqua, sono i seguenti:

• Alluvionamento

Per alluvionamento s'intende lo straripamento d'importanti quantitativi di acqua dal letto – naturale o artificiale – di un corso d'acqua, con allagamento dell'area circostante. Questo processo è spesso accompagnato da trasporto di materiale solido proveniente dai versanti adiacenti, già presente nel letto del corso d'acqua o depositato ai suoi lati. Il fenomeno costituisce un pericolo in caso di ingenti masse d'acqua o alte velocità di scorrimento. I punti critici sono spesso rappresentati da sezioni di ponti sottodimensionate, manufatti nel letto del corso d'acqua e altri restringimenti naturali, soprattutto se si è in presenza di materiale flottante (tipicamente legname).

• Flusso di detrito

Un flusso di detrito è lo spostamento a velocità variabile (fino a 15 metri/secondo) di una massa di materiale con granulometria eterogena, mischiato ad acqua e aria in proporzioni variabili (la componente solida può raggiungere e superare il 40%). Il fenomeno s'innesca su un pendio o in un canale in concomitanza a forti precipitazioni ed è spesso formato da ondate (pulsazioni) successive. Particolarmente esposti a questo tipo di fenomeno sono i conoidi di deiezione dei torrenti, che molto spesso costituiscono anche una testimonianza storica di eventi già accaduti in passato. Que-

sto processo è caratterizzato da un'elevata difficoltà di previsione che, assieme all'alta velocità di scorrimento e all'ingente quantità di materiale trasportato, ne fanno uno dei processi naturali più pericolosi: è spesso fonte di ingenti danni e a volte addirittura di vittime.

Erosione di sponda

L'erosione rappresenta l'asportazione di materiale solido per opera dell'acqua ed è un fenomeno generalmente collegato con le piene nei corsi d'acqua ed eventi meteorologici di forte intensità; in determinate condizioni può verificarsi anche con portate normali. Le erosioni laterali e di fondo del letto dei corsi d'acqua, spesso collegate a franamenti delle sponde, rappresentano un pericolo diretto per le costruzioni e altre infrastrutture situate ai lati dei corsi d'acqua, mettendo a rischio la loro stabilità o provocandone il crollo.

Esondazione

L'esondazione (o alluvionamento statico) definisce il superamento degli argini e delle rive di un lago. Questo processo è causato da precipitazioni non particolarmente intense, ma prolungate su alcuni giorni ed estese su gran parte dei bacini idrografici degli immissari del lago. Il fenomeno ha una dinamica lenta e prevedibile e, malgrado possa causare danni importanti, molto raramente costituisce un pericolo per la vita delle persone.

Ruscellamento superficiale

Il ruscellamento superficiale avviene quando una parte dell'acqua piovana scorre sulla superficie del terreno verso un corso d'acqua oppure verso un avvallamento e vi si accumula. Questo processo si verifica in particolare lungo strade durante forti precipitazioni, ed è caratterizzato da un tempo di preallerta generalmente ridotto e dall'esigua profondità dell'acqua (pari a pochi centimetri). A differenza degli altri pericoli, il ruscellamento superficiale non figura usualmente nella banca dati dei pericoli, ma può essere accertato, se ritenuto necessario.

Monitoraggio e previsioni

Il termine monitoraggio indica l'insieme delle operazioni volte a osservare un certo fenomeno. Monitorare un evento naturale consente di approfondirne la conoscenza e valutarne la pericolosità, attivando in seguito azioni per ridurne gli effetti indesiderati e mitigare il rischio. Trattandosi di un intervento non strutturale e generalmente economico è sempre di più presente nella gestione integrale dei rischi. In ambito meteorologico e idrologico tecniche di monitoraggio sono utilizzate dai primi anni del novecento, mentre per quanto riguarda i movimenti di versante la sua applicazione è molto più recente.

In Ticino il monitoraggio idrologico è assicurato da oltre 50 stazioni di misura meteorologiche e idrologiche, che rilevano le precipitazioni e il livello di corsi d'acqua e laghi. Questa rete cantonale, integrata con le reti federali di MeteoSvizzera e dell'Ufficio federale dell'ambiente UFAM, consente di ottenere un quadro preciso delle principali grandezze idrologiche sul territorio. Al fine di colmare importanti lacune emerse nel sistema di allerta svizzero relativo alle piene, nel maggio del 2007 il Consiglio federale ha deciso di migliorarne qualità e tempestività - in linea con quanto fatto per le valanghe e in campo meteorologico. Dal 2012 UCA e UFAM hanno finanziato lo sviluppo di un modello idrologico di previsione per il Ticino.

Il modello idrologico, utilizzando i dati delle reti di monitoraggio sopra descritte e le previsioni meteorologiche dei modelli COSMO², simula i principali processi del ciclo dell'acqua e produce le previsioni del deflusso per i principali bacini idrografici del cantone. Tale modello è stato fruttuosamente utilizzato in diverse recenti occasioni per la previsione del deflusso dei corsi d'acqua e dei livelli del lago Maggiore e di Lugano, in particolare durante gli eventi alluvionali di novembre 2014 e ottobre 2018.

F. 2 Risultato del modello idrologico di previsione per il livello del lago di Lugano, orizzonte di previsione: 3 giorni (+72h)



Fonte: UCA

Le tecniche di monitoraggio dei movimenti di versante sono molteplici: da geodetiche a geotecniche fino ad arrivare all'interferometria radar. Quest'ultima metodologia è molto utilizzata in quanto permette di determinare in modo estremamente preciso le deformazioni della superficie terrestre e delle strutture costruite dall'uomo. Il principio di funzionamento è il seguente: un sensore radar invia onde elettromagnetiche in direzione di una superficie di interesse; lo studio dell'interferenza tra le onde emesse e quelle che tornano al sensore dopo aver colpito la superficie ne permette la determinazione della distanza. Se un pendio è instabile la distanza dal sensore varia nel tempo e la situazione di pericolo è immediatamente identificata. L'interferometria radar satellitare (sensore a bordo di un satellite) è un ottimo strumento per il monitoraggio strutturale dei versanti in quanto permette di fornire informazioni a elevata risoluzione spaziale (alcuni metri) e precisione millimetrica per territori di vaste dimensioni. Grazie agli archivi di dati gestiti dalle agenzie spaziali nazionali e internazionali è pure possibile ricostruire e seguire l'evoluzione nel tempo di eventi di deformazione passati. Le principali limitazioni consistono nell'influenza dell'atmosfera, nella presenza di vegetazione e nell'orientazione dei versanti rispetto alla direzione di osservazione del satellite.

F. 3 Radar interferometrico nei pressi della frana di Preonzo, nel 2005



Fonte: UPIP

L'interferometria radar terrestre (sensore su uno strumento al suolo) consente un monitoraggio continuo in aree localizzate, ed è quindi efficace per un monitoraggio in tempo reale delle deformazioni dei versanti (gestione di situazioni di emergenza) e per valutare eventuali spostamenti in presenza di pareti rocciose con scarsa vegetazione. Esempi di utilizzo nella gestione di situazione di emergenza sono in corrispondenza delle frane attive di Preonzo, Ghirone e Gordola. Campagne di misura per monitorare l'evoluzione degli spostamenti nel tempo sono state eseguite a Lavertezzo, Biasca, Pollegio, Riazzino, in Val Canaria, tra Visletto e l'area di estrazione della pietra tra Maggia e Cevio, sopra la strada cantonale a Peccia, e nella zona dei grotti di Mendrisio.

² COSMO: Consortium for Small-Scale Modelling. MeteoSvizzera utilizza i modelli di previsione numerica di questo consorzio europeo per generare previsioni su scala regionale e locale per l'arco alpino.

I pericoli naturali gravitativi di tipo geologico vengono denominati in generale come *movimenti di versante* e comprendono quei processi, sia profondi, sia superficiali, che si risolvono con la discesa più o meno veloce di masse di terra e roccia di dimensioni molto variabili. Si distinguono tre categorie principali: crolli, scivolamenti e deformazioni gravitative profonde di versante:

• Crolli

Un crollo è un movimento gravitativo rapido di materiale pietroso verso valle, per caduta, rotolamento o salti successivi. Spesso il materiale si distacca dalla parete rocciosa lungo fratture e stratificazioni preesistenti. I processi di crollo si distinguono in tre categorie. La caduta di sassi e blocchi è un crollo che concerne singole componenti, che non interagiscono fra di loro, per un volume totale inferiore a 100 metri cubi. In funzione delle dimensioni gli elementi sono classificati in sassi ("diametro medio" inferiore a 0,5 metri), blocchi (0,5 - 2 metri) e massi (più di 2 metri). La velocità di caduta varia generalmente da 5 a 30 metri/secondo. I crolli di roccia comportano la caduta in blocco di volumi compresi tra 100 e 900.000 metri cubi. In questo tipo di fenomeni le forze di interazione tra gli elementi durante la caduta favoriscono lo spandimento del materiale a valle, che viene trasportato a distanze maggiori rispetto a elementi singoli lungo lo stesso percorso: le velocità di trasporto variano generalmente tra 10 e 40 metri/secondo. Le valanghe di roccia sono crolli in massa di materiale roccioso che coinvolgono volumi superiori a 900.000 metri cubi. In questo caso le forze che si sviluppano internamente alla massa in movimento consentono delle velocità di trasporto molto elevate (superiori a 40 metri/secondo) e una propagazione del materiale a valle anche per diversi chilometri.

Scivolamenti

Uno scivolamento è il movimento di una massa rocciosa e/o terreno sciolto lungo una o più superfici di scivolamento. Questi fenomeni sono provocati da scrosci di pioggia

intensi, piogge di lunga durata, scioglimento della neve o processi di concentrazione del deflusso superficiale (ad esempio per la rottura di una tubazione). In base alla profondità di questa superficie si distingue tra scivolamento superficiale (profondità inferiore a 2 metri), scivolamento medio (spessore della massa instabile compresa fra 2 e 10 metri) e scivolamento profondo (superiore a 10 metri). Gli scivolamenti possono anche essere categorizzati in funzione della velocità media del movimento, quale misura della loro attività: molto lento (velocità media inferiore a 2 centimetri/anno), poco attivo (fra 2 e 10 centimetri/anno) o attivo (più di 10 centimetri/anno).

• Deformazione gravitativa di versante

La deformazione gravitativa di versante è una lenta, continua e talora progressiva deformazione di uno spesso ammasso roccioso, che può coinvolgere anche interi versanti. A seguito del ritiro dei ghiacciai pleistocenici (circa 10.000 anni fa) queste masse in disequilibrio si trovano senza un importante sostegno: il rilascio di tensione che ne consegue, unito all'azione della forza di gravità, ne causa la deformazione di alcuni centimetri/anno. I fenomeni sono riconoscibili sulle creste e sui pendii ripidi, dove formano scarpate e trincee, spesso associate al raddoppio delle creste e allo sviluppo di piccoli laghi.

Un'ulteriore categoria di pericoli gravitativi è formata delle valanghe:

• <u>Valanghe</u>

Una valanga è un movimento rapido e improvviso di una massa di neve o ghiaccio verso valle, per scivolamento, scorrimento, rotolamento oppure sotto forma di nube nevosa. Può inglobare materiale estraneo come sassi, legname e terra. Lungo la zona di scorrimento le valanghe possono raggiungere velocità superiori a 30 metri/secondo ed esercitare pressioni superiori a 200 kilonewton/metro quadro. Tra i fattori scatenanti vi sono la pendenza del versante (generalmente

compresa fra i 28 e i 50 gradi), il tipo di terreno, la struttura del manto nevoso, la temperatura e il regime dei venti. Determinanti per gli effetti di una valanga sono essenzialmente lo spessore della neve che si distacca e la larghezza della zona di distacco.

Il concetto di rischio è invece il risultato della combinazione di più fattori ed è strettamente legato alle attività umane. Per avere un rischio, oltre all'esistenza di un pericolo naturale, devono essere presi in considerazione la sua frequenza (probabilità che l'evento naturale abbia luogo) e il potenziale di danno (effetti che tale avvenimento può causare). La presenza o l'assenza, così come la quantità di beni da proteggere (persone, beni importanti³ e ambiente) definiscono l'esposizione. La vulnerabilità descrive la suscettibilità di un sistema, di un'organizzazione o di una società a subire danni e/o perdere la sua funzionalità per gli effetti di un evento. Più un bene esposto è fragile, maggiore è la sua vulnerabilità. Il rischio, come visibile nella figura [F. 4], è la combinazione di questi tre parametri e può quindi essere descritto attraverso la formula seguente:

$$R = p \times e \times v$$

Dove:

R = rischio

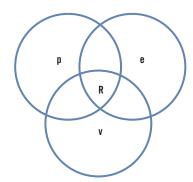
p=probabilità che un evento naturale avvenga

e = esposizione

v = vulnerabilità

Per uno stesso evento naturale, il rischio può di conseguenza essere molto differente. Ad esempio una frana che avviene in una zona di montagna inabitata e senza via di accesso (e = 0), non rappresenta un rischio, mentre se la stessa frana avvenisse su un villaggio (e > 0) il rischio potrebbe essere elevato. Allo stesso modo forti raffiche di vento non costituiscono alcun rischio per edifici con pareti in cemento (v = 0), mentre possono danneggiare in modo importante edifici con pareti composte di materiali meno resistenti (v > 0).

Le tre componenti del rischio



Fonte: UFAM

Cartografia del pericolo

Metodo cartografico

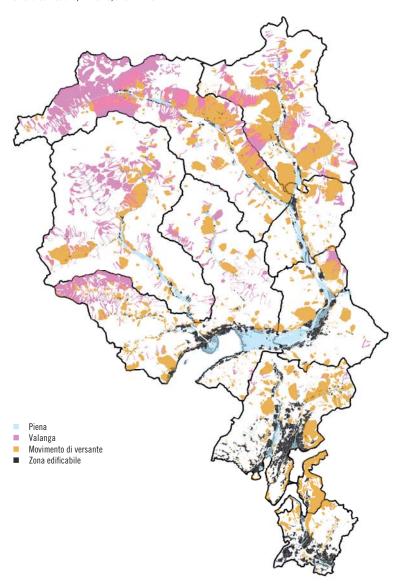
In Ticino l'allestimento delle carte dei pericoli è responsabilità, per quel che concerne le valanghe e i movimenti di versante, dell'Ufficio pericoli naturali, incendi e progetti (UPIP) della Sezione forestale, mentre per quanto riguarda i pericoli legati all'acqua l'organo competente è l'Ufficio dei corsi d'acqua (UCA); entrambi sono servizi del Dipartimento del territorio.

Le modalità di allestimento delle carte dei pericoli sono state definite dalla Legge sui Territori interessati da Pericoli Naturali (LTPNat), in vigore dal 1990, che ha prioritariamente lo scopo di disciplinare "l'accertamento, la premunizione e il risanamento dei territori esposti o colpiti da pericoli naturali, come pure il sussidiamento dei necessari provvedimenti" (LTPNat 29 gennaio 1990, art. 1). Il nucleo di questa legge, adeguata nel corso del 2017, è il Piano delle Zone esposte a Pericolo (PZP), costituito a sua volta da un insieme di documenti, tra i quali vi sono la carta indicativa dei pericoli e la carta dei pericoli (v. sotto).

Per ottenere il prodotto finale si procede per fasi successive: inizialmente bisogna identificare la presenza di un pericolo naturale, ossia rispondere alle domande "cosa può prodursi?" e "dove?". In seguito bisogna valutare il pericolo in base all'intensità e alla frequenza del processo, e quantificarne quindi la pericolosità.

Con beni importanti si intendono gli edifici, le infrastrutture, gli oggetti d'importanza o portata economica elevate, le risorse vitali delle persone e i beni culturali.

Carta indicativa dei pericoli: superficie esposta ai pericoli naturali, secondo la tipologia di pericolo, e zona edificabile, in Ticino, al 31.12.2017



Fonte: UCA, UPIP e SST

La prima fase è svolta attraverso la consultazione di archivi, del catasto degli eventi passati (v. [Riquadro - II catasto degli eventi StorMe]) e grazie alla raccolta di testimonianze e osservazioni; naturalmente sono utilizzate anche le conoscenze geologiche, geomorfologiche e idrologiche che si possiedono sui differenti versanti e bacini idrografici, nonché quelle ottenute con modelli matematici di simulazione. Il prodotto che ne deriva, la carta indicativa dei pericoli, identifica le zone del territorio cantonale potenzialmente esposte a valanghe, piene e movimenti di versante. Corrisponde a una visione d'insieme dei fenomeni naturali potenzialmente minacciosi per un determinato territorio; essendo allestita a livello cantonale presenta un grado di precisione sommario [F. 5].

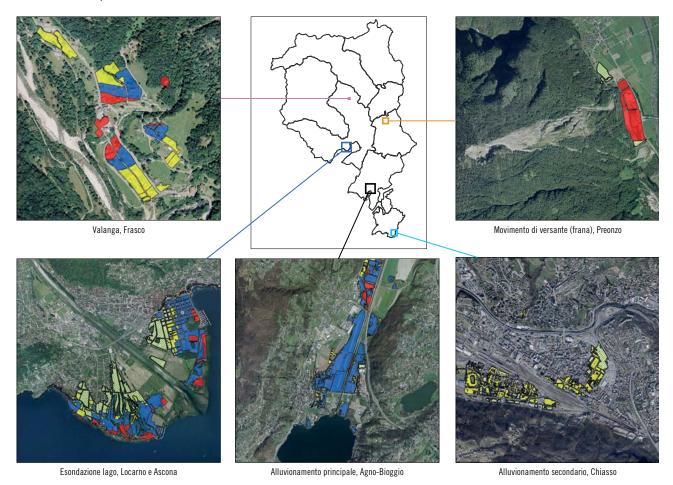
La seconda fase, molto più dispendiosa, sfocia nella *carta dei pericoli*. Alcuni estratti sono presentati nella figura [F. 6]: si tratta di zone edificabili minacciate da valanga nel comune

di Frasco, dalla frana del Valegion a Preonzo, dall'esondazione del lago Maggiore a Locarno e Ascona e dall'alluvionamento dei fiumi Vedeggio e Faloppia (zona Agno – Bioggio, rispettivamente Chiasso).

Per arrivare a questo prodotto, in base alle conoscenze in loro possesso, i servizi preposti selezionano le zone critiche, ossia quelle aree, in prevalenza antropizzate, per le quali è necessario approfondire l'analisi. Questo approfondimento è eseguito tramite modelli matematici idonei a descrivere il fenomeno, calibrati attraverso le informazioni raccolte nelle fasi precedenti e con le descrizioni degli eventi storici. La carta dei pericoli presenta un alto livello di dettaglio, fino alla singola parcella, ed è accompagnata da rapporti tecnici contenenti informazioni dettagliate su cause, effetti, probabilità, intensità e decorso degli scenari di pericolo considerati.

In queste carte il pericolo è categorizzato, sulla base delle due grandezze illustrate nella

F. 6 Estratti della carta dei pericoli



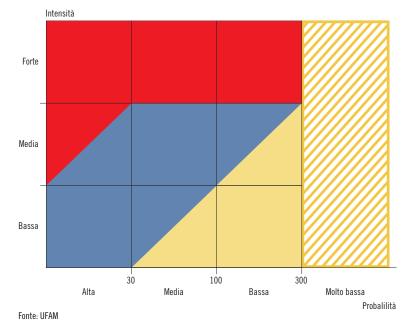
Fonte: UCA, UPIP e SST

figura [F. 7] (*probabilità* che un evento accada e *intensità* dell'evento), nei quattro livelli descritti di seguito⁴:

- zona rossa: pericolo elevato, le persone sono in pericolo sia all'interno sia all'esterno degli edifici. Si prevede una distruzione improvvisa degli edifici;
- zona blu: pericolo medio, le persone sono in pericolo unicamente all'esterno dell'abitazione. Si prevedono danni per gli edifici, ma non una loro completa distruzione;
- zona gialla: pericolo basso, il pericolo per le persone è pressoché nullo. Si prevedono leggeri danni per gli edifici;
- zona gialla a strisce bianche: pericolo residuo. In questa zona non si escludono eventi con un'intensità anche elevata, la loro frequenza è però molto bassa.

Il modello minimo delle Carte del pericolo, approvato nel 2013 in ottemperanza alla Legge federale sulla geoinformazione (LGI) del 2007, ha inserito alcune novità nella gestione dei dati elaborati dai Cantoni; in particolare è stato introdotto il concetto di *area di studio* e, all'interno di quest'area, le zone non esposte ad alcun fenomeno di pericolo ricevono anch'esse una caratterizzazione, tramite l'assegnazione del va-

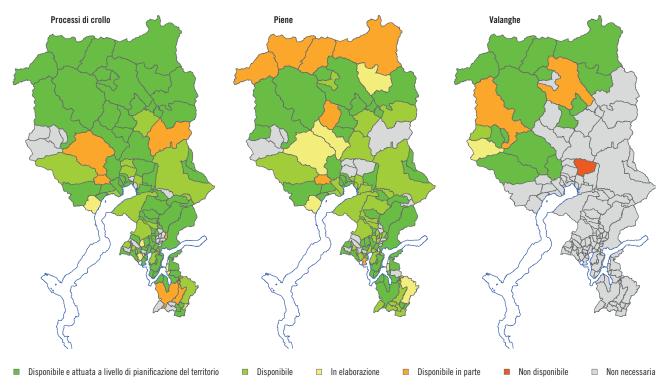
F. 7 I quattro gradi di pericolo



lore "nessun pericolo". Formalmente, pertanto, oltre ai quattro livelli di pericolo sopra definiti, si è cominciato a cartografare anche un quinto livello nel quale, allo stato attuale delle cono-

Ufficio federale dell'ambiente. (2015). *Come* leggere le carte dei pericoli.

5. 8 Stato della cartografia dei pericoli, nei comuni ticinesi, al 31.12.2017



Avvertenza: il processo di scivolamento è attualmente in fase di rielaborazione. Fonte: UCA e UPIP

scenze, non è noto alcun pericolo (zona bianca). Si osservi come per le valanghe la zona bianca era già prevista dalle Direttive federali del 1984; per contro la delimitazione della zona soggetta a pericolo basso (colore giallo) è considerata facoltativa ed è comprensiva del grado di pericolo residuo. Nell'ambito di questo progetto la zona bianca è aggregata alle zone per le quali non esiste cartografia (nella maggior parte dei casi a causa dell'assenza di pericolo, e in alcuni casi specifici perché la cartografia è ancora in divenire, v. sotto), in una categoria chiamata "nessun pericolo o senza indicazione".

A seguito della procedura giuridica di adozione, le informazioni delle carte dei pericoli sono trasposte nei piani regolatori (piano delle zone e regolamento edilizio, in base alla Legge cantonale sullo Sviluppo Territoriale, LST) e infine utilizzate per la pianificazione territoriale, per la scelta, la realizzazione e la valutazione dell'efficacia delle differenti misure di protezione e per l'elaborazione dei piani di allarme. A livello pianificatorio, per esempio, la zona rossa corrisponde a una zona di divieto di costruzione, la zona blu è una zona di regolamentazione (il pericolo deve essere sensibilmente ridotto tramite l'adozione di contromisure adeguate), mentre la zona gialla e la zona gialla a strisce bianche corrispondono a una zona di sensibilizzazione (raccomandazioni e/o direttive per gli edifici esistenti e per i nuovi edifici); v. [Riquadro - La gestione integrale del rischio].

Stato della cartografia in Ticino

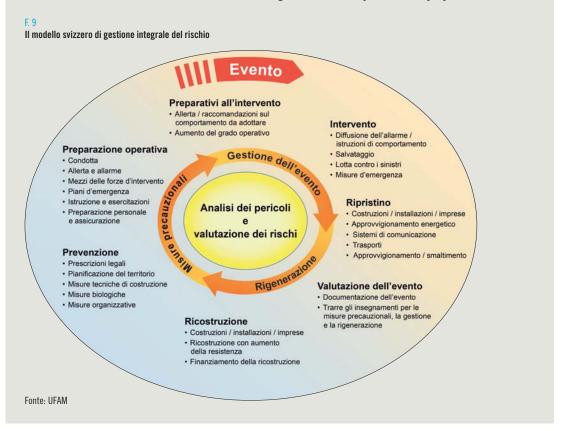
Grazie all'apposita legge il nostro Cantone si è conformato con largo anticipo all'obiettivo previsto dalla Confederazione di disporre delle carte di pericolo per tutti i fenomeni naturali, raggiungendo così una coerente e circostanziata visione d'insieme della situazione a livello cantonale. Infatti, la quasi totalità dei comuni ticinesi dispone da tempo di informazioni specifiche sulla pericolosità del proprio territorio. Secondo la classificazione proposta dalla banca dati federale ShowMe5, la percentuale dei comuni cartografati in relazione ai processi di crollo è pari all'88,0%, al 96,6% per le valanghe e all'88,9% per le piene [F. 8]. Per quanto riguarda gli scivolamenti, in diversi comuni è in corso una revisione totale o parziale delle carte dei pericoli redatte 20-25 anni fa. In questo caso, non è quindi possibile valutare in modo univoco e immediato la percentuale delle superfici cartografate (come invece fatto per gli altri processi).

Si segnala inoltre, per quanto riguarda i pericoli di tipo idrologico, che la carta del pericolo di esondazione del lago di Lugano sarà redatta solo nei prossimi mesi. Pertanto, la tipologia "esondazione" e i relativi valori statistici riportati nel seguito del testo si riferiscono unicamente al lago Maggiore. Altri progetti importanti che andranno nei prossimi anni a completare la mappatura del pericolo di alluvionamento riguarderanno il fondovalle della Valle di Blenio (fiume Brenno), attualmente disponibile in modo indicativo e con i gradi di pericolo solo

https://map.geo.admin.chdigitare "ShowMe" nel campo di ricerca.

La gestione integrale del rischio

Al fine di rispondere alle domande "cosa permettiamo che succeda?" e "come possiamo proteggerci?", oltre alle carte di pericolo, deve essere eseguita un'analisi (qualitativa o quantitativa) del rischio. Il suo risultato deve essere raggiunto attraverso la gestione integrale del rischio, ossia l'implementazione di tutte le procedure e di tutte le misure atte a minimizzarlo. Il modello svizzero di gestione integrale del rischio, visibile nella figura seguente, è composto da 3 fasi. La fase di "gestione dell'evento", suddivisa in "intervento" e "ripristino", coinvolge le prime contromisure che sono intraprese a seguito di un fenomeno naturale pericoloso ed è costituita da processi quali la diffusione dell'allarme, i primi soccorsi, l'allestimento delle misure di emergenza e il ripristino dei sistemi di comunicazione. Assieme alla fase di "ricostruzione", ha il compito di limitare la portata dell'evento stesso. La fase "misure precauzionali" ha l'obiettivo di ridurre la vulnerabilità nel caso di eventi futuri, ed è composta da "prevenzione" e "preparazione". Esempi di misure preventive sono la pianificazione territoriale e l'allestimento di barriere di protezione, mentre l'allestimento di piani di evacuazione e la simulazione di situazioni di emergenza sono esempi di misure preparatorie.



in alcuni punti, e la tratta terminale del fiume Maggia, a valle di Ponte Brolla, che potrà potenzialmente interessare i comuni di Ascona, Locarno e Losone.

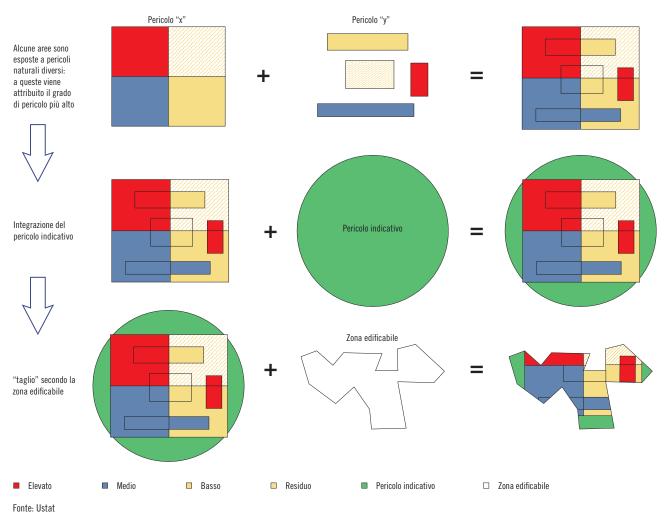
Per quanto riguarda i movimenti di versante, oltre all'importante revisione per gli scivolamenti, si procederà con l'aggiornamento delle zone esposte a crollo nei comuni di Brissago, Gambarogno, Locarno, Onsernone e nel Malcantone, il cui primo accertamento risale ormai a oltre 20 anni fa. Per le valanghe è previsto l'aggiornamento completo delle informazioni nei Comuni di Airolo, Campo Valle Maggia e Onsernone.

Va inoltre segnalato che i PZP sono stati redatti nel corso di 25 anni, ciò che ha inevitabilmente determinato una certa disomogeneità nei criteri di redazione delle carte. Da un lato, alcune raccomandazioni federali sono state pubblicate dopo il 1990 e, dall'altro, l'elevata qualità

dei dati di base e degli strumenti modellistici più recenti consentono oggi di ottenere carte del pericolo con un dettaglio e una precisione difficilmente immaginabile ancora 15 o 20 anni fa. Non certo da ultimo, dovranno in futuro essere considerati gli effetti diretti e indiretti del riscaldamento climatico sulle precipitazioni intense, sulla stabilità del terreno nelle regioni alpine e sulla disponibilità di materiale trasportabile dai corsi d'acqua, così come le modifiche delle superfici insediate, la costruzione di nuove infrastrutture e l'effetto di nuove opere di protezione.

In conclusione, considerata la disomogeneità nella qualità delle conoscenze disponibili e l'estrema dinamicità che caratterizza sia i fenomeni naturali sia la società umana, i servizi cantonali preposti proseguiranno nei prossimi anni con il costante allestimento e aggiornamento delle carte di pericoli.

F. 10 Il processo di aggregazione dei pericoli naturali



Scopo del lavoro, dati e metodologia

Dopo questa introduzione teorica, possiamo ora entrare nel vivo della parte statistica.

L'obiettivo del presente lavoro è quantificare il numero di persone, edifici, aziende e addetti che si trovano in un'area edificabile esposta a pericoli naturali. Esaminando i dati a scala di distretto si intende inoltre mettere in luce eventuali differenze territoriali tra i diversi processi naturali.

La banca dati relativa ai pericoli naturali utilizzata e contenente la carta dei pericoli e la carta indicativa dei pericoli è stata messa a disposizione da UPIP e UCA (data di aggiornamento 1 gennaio 2018). Questa banca dati include le zone edificabili dei Piani regolatori, fornite dalla Sezione dello sviluppo territoriale (SST) del Dipartimento del territorio.

I processi naturali di base considerati sono i seguenti: alluvionamento da corso d'acqua principale, alluvionamento da corso d'acqua minore, flusso di detrito, esondazione lago, crollo, scivolamento superficiale, scivolamento medio e valanga.

Per non appesantire troppo la lettura si è deciso di non presentare i dati di dettaglio per tutti questi processi, ma di compiere l'analisi a tre livelli differenti di aggregazione, come di seguito definiti:

Livello di aggregazione 1 (solo per i pericoli legati all'acqua):

- <u>Alluvionamento principale:</u> alluvionamenti causati da corsi d'acqua principali;
- <u>Alluvionamento secondario:</u> alluvionamenti causati da corsi d'acqua minori e flussi di detrito:
- Esondazione lago.

Livello di aggregazione 2:

- <u>Movimento di versante</u>: crolli, scivolamenti superficiali e scivolamenti medi;
- <u>Piena:</u> Alluvionamento principale, alluvionamento secondario, esondazione lago;
- <u>Valanga</u>.

Livello di aggregazione 3:

• <u>Carta sinottica:</u> movimento di versante, piena, valanga.

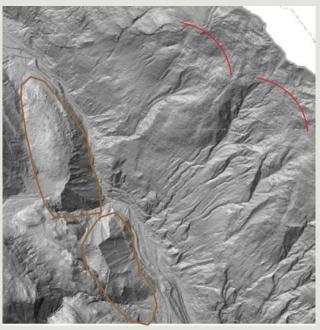
La procedura di aggregazione dei processi è schematizzata nella figura [F. 10]. Alcune aree sono esposte a pericoli naturali differenti: durante la procedura di aggregazione, a queste zone è stato attribuito il grado di pericolo più elevato (v. [F. 10] in alto). Alcune aree, inoltre, sono potenzialmente esposte a un fenomeno di

A.M.AL.PI. 18 (Alpi in Movimento, Movimento nelle Alpi. Piuro 1618-2018): un progetto Interreg per conoscere e fare conoscere le grandi frane alpine

Nel 2018 è stato avviato un progetto di ricerca transfrontaliero che vede coinvolti numerosi enti tra Regione Lombardia, Canton Grigioni e Canton Ticino, che mira a valorizzare e promuovere, attraverso itinerari turistici, grandi eventi franosi che nei secoli hanno unito nel dolore e nel dramma i due paesi confinanti.

In modo particolare, l'attenzione è rivolta a quei fenomeni catastrofici, genericamente definiti *grandi frane*, le cui conseguenze su vasta scala hanno avuto (e potrebbero ancora avere) una importante ricaduta sulle comunità umane nel territorio compreso tra la provincia di Sondrio e i Cantoni Ticino e Grigioni.

F. 11 Paleofrana di Anzonico



Fonte: UPIP

L'itinerario della "via delle frane", un sentiero turistico tematico che si intende progettare e realizzare nei prossimi anni, prende spunto in particolare dalla grande frana che nel 1618 seppellì il paese di Piuro in provincia di Sondrio e dalla recente valanga di roccia del Pizzo Cengalo in Val Bondasca. Lungo un asse est-ovest che percorre due cantoni, una comunità montana e quattro vallate alpine a forte rischio idrogeologico (Valle del Ticino incluso il fiume Brenno, Mesolcina, Bregaglia e Valtellina), si approfondiranno le conoscenze tecnico-scientifiche sulla vulnerabilità dei versanti, si definiranno strategie congiunte di prevenzione e si svilupperanno le potenzialità turistiche legate alla storia e alla cultura dei luoghi, in parte ancora inesplorate, che legano i due territori confinanti.

Il Canton Ticino vi partecipa attraverso l'Istituto scienze della terra della SUPSI e la Sezione forestale cantonale, che hanno individuato in alcune grandi frane preistoriche e storiche i punti di forza di questo itinerario. La tristemente nota "Buzza di Biasca" del 1515 sarà analizzata in relazione alla grande frana del Monte Crenone che in più episodi, e in particolare nel 1513, fu la causa dello sbarramento del Brenno. Meno nota e vicinissima a quest'ultima, la frana che in età preistorica sbarrò sempre il Fiume Brenno, tra Ludiano e Malvaglia Rongie, lasciando le sue tracce evidenti nelle cosiddette "Ganne" (grossi detriti di frana). Altro esteso movimento di versante preistorico poco noto, che ha marcato significativamente la morfologia del territorio, è quello di Anzonico-Chironico, che in base agli studi sinora condotti, sbarrò il Fiume Ticino, formando un lago su un'area di 1,3 km² che perdurò per oltre 120 anni. Più a ovest, quasi alla stessa latitudine, sopra l'abitato di Peccia in Val Lavizzara, la frana del Pizzo Ruscada mostrò già a partire dal 1570 la sua attività, generando in più occasioni grandi devastazioni legate alla presenza del fiume Maggia nel fondovalle e a flussi di detrito al suo margine meridionale, portati dal riale Ri del Pizzone.

cui si conosce l'origine (ad esempio valanga) ma non il grado di pericolo, perché non è ancora stato definito. Queste aree sono contrassegnate con un livello di pericolo definito "indicativo". Per completezza di analisi si è deciso, laddove presenti, di considerare anche queste aree (v. [F. 10] al centro). Infine, le carte così prodotte sono state "tagliate" in modo da selezionare unicamente le aree esposte a pericolo naturale che si trovano in una zona edificabile⁶ (v. [F. 10] in basso), le quali sono state utilizzate come base per le varie estrazioni statistiche presentate nel seguito.

In questo progetto sono stati utilizzati anche i dati più recenti (al momento dell'analisi) relativi alla Statistica degli edifici e delle abitazioni (SEA, aggiornati al 2017) e alla Statistica strutturale delle imprese (STATENT, aggiornati al 2016).

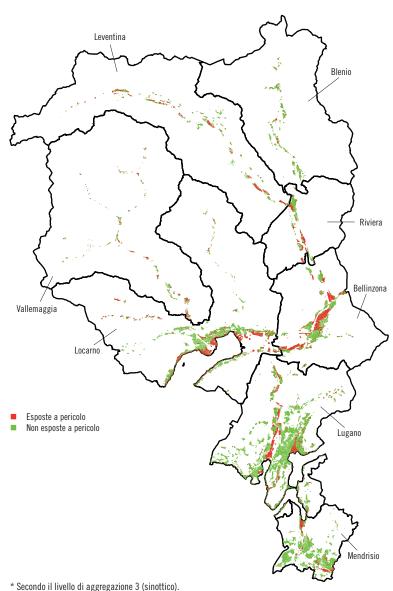
La SEA è aggiornata a cadenza annuale dall'Ufficio federale di statistica e fornisce indi-

cazioni sul parco immobiliare svizzero. Essa si basa sul Registro degli edifici e delle abitazioni e tiene conto degli edifici a uso abitativo. Sono considerati edifici a uso abitativo gli edifici a uso esclusivamente abitativo (case unifamiliari e plurifamiliari), gli edifici di abitazione con uso annesso (utilizzati principalmente a fini abitativi, ma che contengono spazi commerciali, uffici o altro) e gli edifici parzialmente a uso abitativo (usati prevalentemente per altro scopo, a condizione che abbiano almeno un'abitazione, come ad esempio una scuola contenente l'abitazione del custode). Oltre alle informazioni geografiche che consentono di localizzare gli edifici, la SEA include già le variabili sulla popolazione residente permanente, derivanti dalla Statistica della popolazione e delle economie domestiche (STATPOP, anch'essa aggiornata al 2017), che informano sul numero di abitanti che vivono nei singoli edifici abitativi del cantone.

Mappali contrassegnati nel PR come residenziali, lavorativi e AP/EP (aree pubbliche ed edifici pubblici). Non sono considerate le vie di comunicazione.



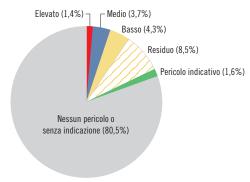
F. 12 Superficie edificabile esposta, rispettivamente non esposta, a pericoli naturali*, in Ticino, al 31.12.2017



La STATENT, anch'essa aggiornata a cadenza annuale dall'Ufficio federale di statistica, fornisce indicazioni sulla struttura dell'economia svizzera e definisce, per ogni azienda, il numero di addetti e la rispettiva posizione geografica. Con azienda si intende l'edificio, il complesso di edifici o la parte di edificio nella quale una o più persone svolgono un'attività lavorativa. Gli addetti sono invece tutte le persone occupate nell'azienda, inclusi titolari, direttori, gerenti, apprendisti, ausiliari, collaboratori esterni, lavoratori a domicilio e collaboratori familiari. La STATENT rileva gli addetti dal punto di vista del datore di lavoro, di conseguenza le persone con più impieghi sono conteggiate più volte. Segnaliamo che una parte delle aziende non potrà essere inclusa nell'analisi statistica, a causa della localizzazione geografica insufficientemente accurata (per maggiori dettagli v. sotto, capitolo "Aziende e addetti", e nota 9 a pagina 25). Si precisa inoltre che un'azienda può trovarsi all'interno di un edificio abitativo (v. sopra, edifici di abitazione con uso annesso oppure edifici parzialmente a uso abitativo), pertanto i totali di edifici e di aziende non possono essere sommati direttamente tra loro. Analogamente, nemmeno i totali di addetti e di persone possono essere sommati, poiché una stessa persona (con un impiego in Ticino) può essere conteggiata nelle due statistiche, una volta come persona residente e una volta come addetto (senza contare che se una persona è attiva in più tempi parziali, è conteggiata più volte anche come addetto).

Fonte: UCA, UPIP e SST

F. 13 Superficie edificabile (in %), secondo il grado di pericolo*, in Ticino, al 31.12.2017



Totale ettari: 11.116,5

Risultati

Superficie edificabile

A scala cantonale

In Ticino l'area totale della zona edificabile è pari a 11.166.5 ettari. Come noto e visibile nella figura [F. 12] è perlopiù localizzata nel fondovalle, dove scorrono i fiumi e si trovano i principali laghi, e questo spiega l'importanza dei fenomeni legati all'acqua, che vedremo in seguito. È ben visibile, inoltre, la differenza di estensione delle zone edificabili tra i differenti distretti: quelli con la zona edificabile più estesa sono chiaramente quelli urbani. Questa figura evidenzia infine in rosso l'area edificabile esposta a pericolo naturale sulla base della carta sinottica (livello di aggregazione 3), e in verde quella non esposta. Si può osservare, già a colpo d'occhio, che nel Mendrisiotto, nel distretto di Blenio, ma anche nel Luganese il colore verde (ovvero "non soggetto a pericolo") è preponderante sul rosso: come si vedrà in seguito (v. [T. 3]), ciò si traduce in una quota relativamente bassa di zona edificabile sottoposta a pericoli naturali. Negli altri distretti vale invece il contrario.

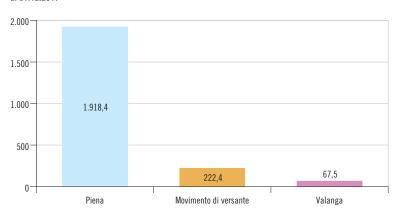
Nella figura [F. 13] l'area edificabile cantonale è suddivisa secondo i gradi di pericolo sulla base della carta sinottica.

Poco meno di 1/5 della superficie edificabile ticinese (19,5%; 2.175,2 ettari) è esposta ad almeno un pericolo naturale. Più precisamente, una superficie pari al 17,9% del totale (1.997,4 ettari) è indicata nella carta sinottica dei pericoli ed è di conseguenza contrassegnata con un grado di pericolo da residuo a elevato; nello specifico:

- 1'8,5% della superficie edificabile (946,0 ettari) è esposta a un pericolo residuo;
- il 4,3% (476,8 ettari) a un pericolo basso;
- il 3,7% (417,5 ettari) a un pericolo medio;
- 1'1,4% (157,1) a un pericolo elevato;
- l'1,6% (177,8 ettari) fa invece parte della carta indicativa dei pericoli.

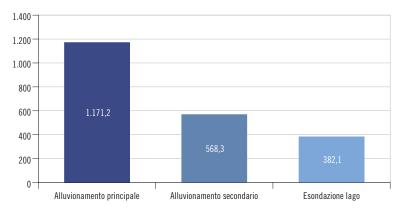
La figura [F. 14] rappresenta la superficie edificabile esposta alle diverse categorie di pericolo secondo il livello di aggregazione 2, e mostra

F. 14
Superficie edificabile esposta a pericoli naturali* (in ettari), secondo la tipologia di pericolo, in Ticino, al 31.12.2017



Avvertenza: le aree esposte a più pericoli sono conteggiate in ognuna delle tipologie di pericolo che le minaccia. * Secondo il livello di aggregazione 2. Fonte: UCA, UPIP e SST

F. 15
Superficie edificabile esposta a pericoli naturali di origine idrologica* (in ettari), secondo la tipologia di pericolo, in Ticino, al 31.12.2017



Avvertenza: le aree esposte a più pericoli sono conteggiate in ognuna delle tipologie di pericolo che le minaccia; l'esondazione del lago di Lugano non è conteggiata, in quanto non ancora cartografata.

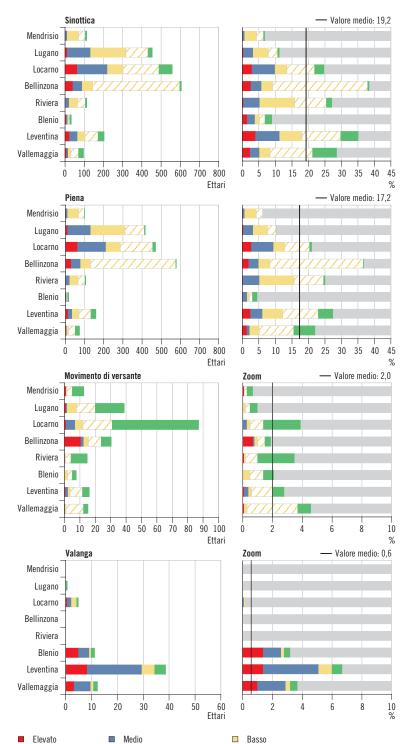
* Secondo il livello di aggregazione 1.

come i pericoli che "incombono" maggiormente sulle aree edificabili cantonali siano quelli legati all'acqua: 1.918,4 ettari di superficie edificabile sono infatti esposti al pericolo *piena*, 222,4 ettari al pericolo *movimento di versante* e 67,5 ettari

Fonte: UCA e SST

^{*} Secondo il livello di aggregazione 3 (sinottico). Fonte: UCA, UPIP e SST

F. 16 Superficie edificabile esposta a pericoli naturali* (in ettari e in %), secondo la tipologia e il grado di pericolo, per distretto, in Ticino, al 31.12.2017



* Secondo il livello di aggregazione 2 e 3 (sinottico) Fonte: UCA, UPIP e SST

Residuo

al pericolo *valanga*. In questo caso, contrariamente a quanto succede con l'estrazione dei dati dalla *carta sinottica* (v. [F. 13]), alcune aree possono essere esposte a più tipi di pericolo naturale, e sono dunque conteggiate nelle diverse tipologie di pericolo. Nello specifico: 31,0 ettari sono esposti sia a *piena* che a *movimento di versante*; 14,6 ettari a *piena* e a *valanga*; 3,8 ettari a *movimento di versante* e a *valanga* e infine 1,2 ettari

sono esposti a tutti e tre i tipi di pericolo. La figura [F. 15] permette di approfondire i dati relativi ai fenomeni idrologici (livello di aggregazione 1): le zone esposte al pericolo alluvionamento principale (1.171,2 ettari) coprono un territorio circa 2 volte più grande rispetto alle zone minacciate da alluvionamento secondario (568,3 ettari) e circa 3 volte maggiore nei confronti di quelle esposte al pericolo esondazione lago (382,1 ettari). Questi dati non includono le superfici esposte all'esondazione del lago di Lugano: come specificato in precedenza, questo processo sarà cartografato unicamente nel 2019. Anche in questo caso sono possibili delle sovrapposizioni, ovvero aree esposte a più di un pericolo legato all'acqua e quindi conteggiate più volte nelle diverse tipologie di pericolo (la constatazione sui doppi conteggi è valida per tutti i grafici dello stesso tipo che si trovano nei capitoli seguenti).

A scala distrettuale

La figura [F. 16] presenta l'estensione della superficie edificabile esposta ai diversi pericoli negli otto distretti cantonali, e la rispettiva quota percentuale rispetto alla superficie edificabile totale. I primi due grafici sono riferiti al livello di aggregazione 3 (sinottico) e illustrano le superfici esposte ad almeno un pericolo naturale, mentre gli altri grafici presentano i dati per il livello di aggregazione 2, ovvero per le categorie piena, movimento di versante e valanga. Per le ultime due categorie è stato scelto di limitare l'intervallo dell'asse orizzontale a un massimo del 10%, in modo da non comprometterne la lettura (lo zoom su movimento di versante e valanga è riproposto in tutte le figure dello stesso tipo che si trovano nei capitoli seguenti).

La tabella [T. 3] e i grafici sinottici mostrano che in cifre assolute i distretti di Bellinzona, Locarno e Lugano sono i più minacciati dai pericoli naturali, una conseguenza della grande estensione delle rispettive zone edificabili. Più interessante è, invece, l'analisi dei valori percentuali: in questo caso Bellinzona (38,5%) e Leventina (35,2%) sono i distretti maggiormente esposti (più di un 1/3 della loro area edificabile

Pericolo indicativo

Nessun pericolo o senza indicazione

T. 3 Superficie totale e superficie edificabile (in ettari), e quota della superficie edificabile esposta a pericolo naturale¹ (in ass. e %), ner distretto. in Ticino. al 31.12.2017

Superficie	Totale	Di cui in ZE	Di cui in pericolo	% superficie ZE in pericolo
Vallemaggia	56.944,2	333,8	96,2	28,8
Leventina	47.980,6	577,2	203,3	35,2
Blenio	36.063,1	351,4	32,4	9,2
Riviera	14.518,3	415,5	112,9	27,2
Bellinzona	22.682,3	1.575,3	606,1	38,5
Locarno	55.119,2	2.234,1	556,6	24,9
Lugano	30.799,4	4.037,7	454,8	11,3
Mendrisio	10.093,6	1.641,6	112,9	6,9
Ticino	274.200,5	11.166,5	2.175,2	19,5

 $^{^{\}rm 1}$ Secondo il livello di aggregazione 3 (sinottico). Fonte: SST, UCA, UPIP

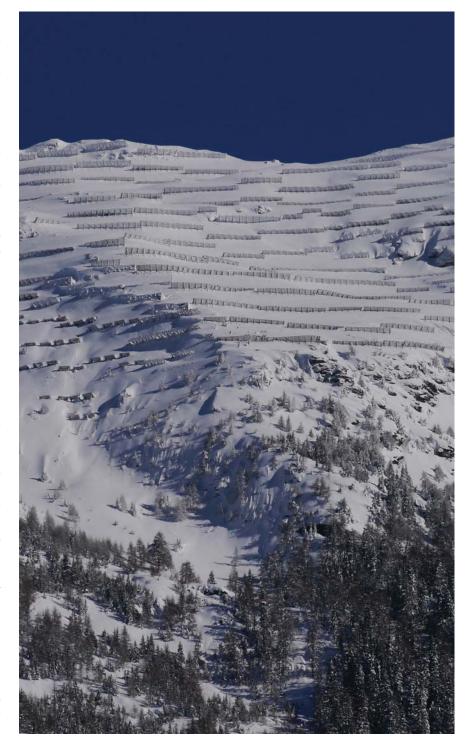
è esposta ad almeno un tipo di pericolo) mentre all'opposto si trovano i distretti di Mendrisio (6,9%), Blenio e Lugano (entrambi circa il 10%). Nei distretti di Vallemaggia, Riviera e Locarno le percentuali si aggirano fra il 25% e il 30%.

Dai grafici si osserva inoltre come le quote di zone edificabili esposte a pericolo di grado elevato siano molto basse nei distretti del Sottoceneri e nella Riviera (dove si tocca al massimo lo 0,3%) e più elevate, ma pur sempre limitate, nei distretti di Leventina (4,0%) e in misura minore Locarno, Bellinzona e Vallemaggia (2-3%).

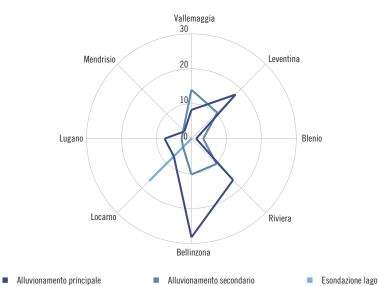
La grande similitudine tra i grafici *sinottici* e quelli relativi alle *piene* evidenzia come la maggior parte delle zone edificabili sia esposta a pericoli naturali d'origine idrologica. I distretti di Bellinzona, Locarno e Lugano restano i più minacciati in termini assoluti, mentre le quote maggiori si trovano nel Sopraceneri, dove tutti i distretti, salvo Blenio, mostrano quote di zone edificabili sottoposte a questo pericolo superiori al 20%, con un massimo di 36,7% nel distretto di Bellinzona.

Locarno, Lugano e Bellinzona primeggiano, in termini assoluti, anche nei grafici dei movi*menti di versante*. Le quote più elevate si trovano invece nei distretti di Vallemaggia (4,6%), Locarno (3,9%), Riviera (3,5%) e Leventina (2,8%). Nei distretti di Locarno e Riviera buona parte delle superfici sottoposte a pericolo (65-70%) presenta un grado indicativo. Salta all'occhio anche il pericolo di grado elevato nel distretto di Bellinzona: esso corrisponde allo 0,7% dell'area edificabile del distretto, per una superficie totale di 10,8 ettari. La quasi totalità di questa superficie (10,2 ettari) è limitata a un'unica zona ed è da ricollegare alla frana del Valegion a Preonzo (v. [F. 6]), una situazione che si intende risolvere grazie alla proposta di stralcio dal PR, attualmente in fase di approvazione.

Da ultimo, le superfici maggiormente minacciate dal fenomeno *valanga* si trovano nei distretti alpini: Leventina (6,7%), Vallemaggia (3,7%) e Blenio (3,2%), dove presentano spesso un grado di pericolo medio o elevato.



F. 17
Superficie edificabile esposta a pericoli naturali di origine idrologica* (in %), secondo la tipologia di pericolo, per distretto, in Ticino, al 31.12.2017



Avvertenza: l'esondazione del lago di Lugano non è conteggiata, in quanto non ancora cartografata.

* Secondo il livello di aggregazione 1.

Fonte: UCA e SST

T. 4
Superficie edificabile totale e esposta a pericoli naturali, secondo il livello di aggregazione, per distretto, in Ticino, al 31.12.2017

Superficie	Totale	Di cui in pericolo						
		Sinottico	Piena	Movimento di versante	Valanga	Alluvionamento principale	Alluvionamento secondario	Esondazione lago
Vallemaggia	333,8	96,2	73,5	15,3	12,2	27,4	46,7	-
Leventina	577,2	203,3	158,2	16,2	38,6	102,8	60,9	_
Blenio	351,4	32,4	16,1	7,7	11,2	4,5	11,6	_
Riviera	415,5	112,9	104,7	14,7	-	69,9	42,3	_
Bellinzona	1.575,3	606,1	578,8	30,2	-	445,4	162,5	_
Locarno	2.234,1	556,6	469,9	87,0	4,9	161,9	75,4	382,1
Lugano	4.037,7	454,8	416,8	38,8	0,6	311,9	114,2	_
Mendrisio	1.641,6	112,9	100,5	12,5	-	47,5	54,7	_
Ticino	11.166,5	2.175,2	1.918,4	222,4	67,5	1.171,2	568,3	382,1

Fonte: SST, UCA, UPIP

Vista l'estensione delle zone edificabili interessate dai pericoli legati all'acqua, la figura [F. 17] rappresenta, per ogni singolo distretto, la quota di superficie edificabile esposta ad *alluvionamento principale, alluvionamento secondario* ed *esondazione lago* (livello di aggregazione 1). Anche in questo caso alcune aree possono essere esposte a più di un tipo di pericolo naturale.

Questa figura permette di notare come l'alluvionamento principale sia il processo dominante nei distretti di Bellinzona, Riviera e Leventina, dove la quota di area edificabile sottoposta a questo tipo di pericolo è compresa tra il 15 e il 30% (riconducibile al fiume Ticino). Al contrario in Vallemaggia il processo dominante è l'alluvionamento secondario, poiché i nuclei principali si trovano generalmente sugli accumuli sedimentari (conoidi di deiezione) formati da corsi d'acqua laterali, mentre il fiume Maggia scorre relativamente distante e a una quota inferiore. Infine, come anticipato, il pericolo di esondazione lago al momento è cartografato unicamente nel distretto di Locarno (v. paragra-



fo *Cartografia del pericolo*), dove tocca il 17,1% della zona edificabile: una superficie importante (382,1 ettari) se rapportata alla grande estensione della zona edificabile distrettuale.

Per concludere, la tabella [T. 4] riassume, per ogni distretto e grado di aggregazione, la superficie esposta ai differenti tipi di pericolo.

Una protezione efficace contro i pericoli naturali

Il bosco di protezione protegge le persone e i beni considerevoli dai pericoli naturali e può in parte ridurre i rischi a essi connessi. Può svolgere un ruolo di protezione diretta, in particolare contro le valanghe e la caduta sassi, impedendone il distacco e limitandone la propagazione verso valle. I boschi di protezione presenti nei bacini imbriferi, spesso lontano dai centri abitati o dalle infrastrutture di base, svolgono invece un'importante funzione di protezione indiretta, regolando il deflusso dell'acqua meteorica e limitando il trasporto di materiale verso valle. I boschi di protezione costituiscono inoltre uno spazio vitale per numerose specie animali e vegetali, favorendo la biodiversità, così come uno spazio per lo svago e il tempo libero, a disposizione della popolazione.

Di tutta la superficie forestale svizzera, circa la metà (585.000 ettari) è classificata come bosco di protezione. I Cantoni, i Comuni, i Patriziati e i principali proprietari di infrastrutture ne promuovono la cura, con contribuiti annui corrispondenti a circa 150 milioni di franchi (a scala nazionale). In Ticino, il bosco di protezione costituisce la più importante misura di protezione contro i pericoli naturali, in quanto è presente naturalmente su vasta scala, necessita una cura limitata e ha un impatto favorevole sui principali processi pericolosi. A livello economico curare il bosco protettivo è dieci volte più conveniente che intervenire con misure tecniche. I boschi garantiscono infatti una protezione a lungo termine in modo molto più economico ed ecologico rispetto alle premunizioni artificiali; è per questo che la loro gestione va continuamente garantita. Gli Uffici forestali di circondario, in stretta collaborazione con gli enti locali e i proprietari di infrastrutture, promuovono i provvedimenti selvicolturali volti a conservare o ripristinare la continuità e la qualità del ruolo protettivo del bosco di protezione, seguendo i principi della selvicoltura naturalistica e applicando le raccomandazioni contenute nelle direttive federali.

Il bosco di protezione ticinese in cifre:

- 17,5 % dei boschi di protezione della Svizzera si trovano in Ticino;
- 90% del bosco ticinese (114.596 ettari) è considerato come bosco di protezione da parte della Confederazione;
- Circa 16 milioni di franchi: media annuale degli investimenti realizzati sul territorio cantonale per la gestione dei boschi di protezione, la costruzione di strade forestali e gli interventi a protezione del bosco (danni alle foreste);
- 640 ettari: superficie media di bosco di protezione trattata annualmente nel periodo 2008-2017.

Protezione diretta contro la caduta di massi



Fonte: UPIP

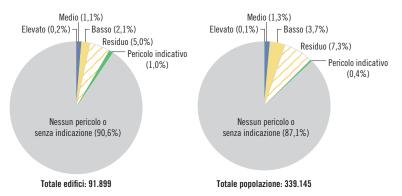
F. 19 Bosco di protezione in Valcolla (Val Crana: a sinistra verso il 1900, a destra nel settembre del 2000)





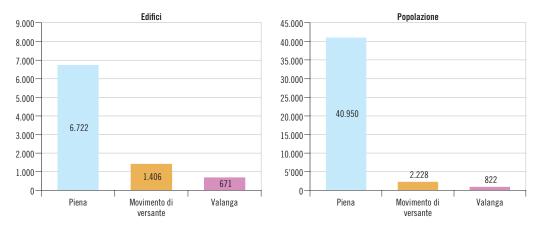
Fonte: UPIP

F. 20 Edifici e popolazione nella zona edificabile (in %), secondo il grado di pericolo*, in Ticino, al 31.12.2017



* Secondo il livello di aggregazione 3 (sinottico). Fonte: SEA, UST; UCA, UPIP e SST

F. 21
Edifici e popolazione nella zona edificabile esposta a pericoli naturali*, secondo la tipologia di pericolo, in Ticino, al 31.12.2017



Avvertenza: le aree esposte a più pericoli sono conteggiate in ognuna delle tipologie di pericolo che le minaccia; l'esondazione del lago di Lugano non è conteggiata, in quanto non ancora cartografata; per esigenze di visualizzazione, questa figura presenta assi verticali diversi.

* Secondo il livello di aggregazione 2.

Fonte: SEA. UST: UCA. UPIP e SST

Edifici e persone

A scala cantonale

L'identificazione delle superfici minacciate dai pericoli naturali presentata nel capitolo precedente costituisce la base per l'analisi di ciò che si trova al loro interno, a partire, in questo capitolo, da edifici e popolazione.

Secondo la SEA, nel 2017 in Ticino si contavano 111.307 edifici abitativi (che per semplicità nel seguito del testo chiameremo "edifici") e 353.709⁷ persone, di cui, rispettivamente, 91.899 edifici e 339.145 persone nell'area edificabile. Nella figura [F. 20] gli edifici e le persone situati nella zona edificabile sono suddivisi secondo i gradi di pericolo sulla base della carta sinottica.

Circa un decimo degli edifici (9,4%; 8.634) e delle persone (12,9%; 43.666) della zona edificabile si trova in una zona esposta ai pericoli naturali conosciuti: quote dunque dimezzate rispetto a quelle della superficie (19,5%, v. [F. 13]).

L'8,4% degli edifici (7.677) e il 12,4% delle persone (42.195) si trovano in una zona analizzata in dettaglio e quindi contraddistinta da un grado di pericolo elevato/medio/basso o residuo.

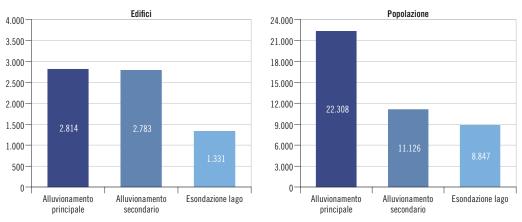
Nello specifico:

- il 5,0% degli edifici (4.574) e il 7,3% delle persone (24.860) si trova in una zona esposta a un pericolo residuo;
- il 2,1% degli edifici (1.903) e il 3,7% delle persone (12.599) in una zona esposta a un pericolo basso;
- l'1,1% degli edifici (1.054) e l'1,3% delle persone (4.281) in una zona esposta a un pericolo medio:
- lo 0,2% degli edifici (146) e lo 0,1% delle persone (455) in una zona esposta a un pericolo elevato;
- 1'1,0% degli edifici (957), rispettivamente lo 0,4% delle persone (1.471) si trova invece in una zona esposta a pericolo indicativo.

La figura [F. 21] mostra come in Ticino ci siano 6.722 edifici e 40.950 persone esposte al pericolo *piena*, 1.406 edifici e 2.228 persone sottoposte al pericolo *movimento di versante* e 671 edifici e 822 persone esposte al pericolo *valanga* (per questione di visualizzazione, i due grafici della figura [F. 21] hanno un asse verticale diverso).

A 351.477 di esse (99,4%) si è potuto attribuire un edificio.

F. 22
Edifici e popolazione nella zona edificabile esposta a pericoli naturali di origine idrologica*, secondo la tipologia di pericolo, in Ticino, al 31.12.2017



Avvertenza: le aree esposte a più pericoli sono conteggiate in ognuna delle tipologie di pericolo che le minaccia; l'esondazione del lago di Lugano non è conteggiata, in quanto non ancora cartografata; per esigenze di visualizzazione, questa figura presenta assi verticali diversi.

Fonte: SEA, UST; UCA e SST

T. 5

Edifici e popolazione nella superficie edificabile esposta a più di un tipo di pericolo naturale¹, secondo le tipologie di pericolo, in Ticino, al 31.12.2017

Pericolo	Piena e moviment versante	to di	Piena e valang	a	Valanga e mov versante	imento di	Piena, valanga e movimento di versante	
	Edifici	Persone	Edifici	Persone	Edifici	Persone	Edifici	Persone
Elevato	1	1	13	17	5	12	3	12
Medio	11	16	27	67	24	76	4	4
Basso	39	93	8	5	_	-	_	-
Residuo	39	59	_	_	2	6	_	-
Indicativo	1	_	4	1	_	_	-	-
Totale	91	169	52	90	31	94	7	16

¹ Secondo il livello di aggregazione 2. Fonte: SEA, UST; e UCA, UPIP e SST

Nei 31,0 ettari sottoposti sia a piena che a movimento di versante si trovano 91 edifici e 169 persone, nei 14,6 ettari minacciati da piena e valanga ci sono 52 edifici e 90 persone e nei 3,8 ettari esposti a movimento di versante e valanga ci sono 31 edifici e 94 persone. Infine, negli 1,2 ettari minacciati dai tre tipi di pericolo ci sono 7 edifici abitati da un totale di 16 persone [T. 5].

I risultati della figura [F. 21] sono da mettere in relazione con quelli presentati nella figura [F. 14]: le aree edificabili, e dunque gli edifici abitativi e la popolazione, sono perlopiù esposti ai pericoli legati all'acqua.

In termini generali si può inoltre affermare che in media ci sono 6,1 persone per ogni edificio sottoposto al pericolo piena, contro solo 1,6 per il pericolo movimento di versante e 1,2 per quello di valanga. Il numero relativamente limitato di persone per edificio nelle aree sottoposte a movimento di versante e valanga deriva dal fatto che i distretti maggiormente interessati da questi pericoli sono quelli alpini, dove prevalgono edifici di piccole dimensioni (dunque potenzialmente abitati da un numero relativamente basso di persone) e un maggior tasso di edifici vuoti (o meglio, non abitati permanentemente). Il contrario vale evidentemente per i distretti più

"urbani", prevalentemente esposti al pericolo piena, dove si concentra buona parte della popolazione cantonale, che vive in edifici di dimensione tendenzialmente maggiore (v. [Allegato 2]).

La figura [F. 22] illustra la ripartizione di edifici e persone esposte alle tre sottocategorie del pericolo piena, e mostra come in Ticino ci siano 2.814 edifici e 22.308 persone sottoposte al pericolo alluvionamento principale, 2.783 edifici e 11.126 persone al pericolo alluvionamento secondario e 1.331 edifici con 8.847 persone al pericolo esondazione lago. È qui possibile evidenziare come ci sia all'incirca lo stesso numero di edifici minacciati da alluvionamento principale e da alluvionamento secondario, mentre in riferimento alle persone si nota come quelle esposte ad alluvionamento principale siano chiaramente più numerose. Al contrario, gli edifici sottoposti a esondazione lago sono relativamente pochi, ma coinvolgono un numero di persone non troppo distante da quelle sottoposte ad alluvionamento secondario. La spiegazione è sempre la stessa: le aree esposte al pericolo alluvionamento principale o esondazione lago sono prevalentemente quelle più urbane del cantone, dove si concentra la popolazione, che vive in edifici di dimensione tendenzialmente maggiore, perlopiù abitati per-

^{*} Secondo il livello di aggregazione 1.

T. 6
Edifici e popolazione totale e nella superficie edificabile sogetta a pericolo naturale¹, per distretto, in Ticino, al 31.12.2017

	Edifici				Popolazione			
	Totale	Di cui in ZE	Di cui in pericolo	% edifici ZE in pericolo	Totale	Di cui in ZE	Di cui in pericolo	% persone ZE in pericolo
Vallemaggia	5.510	3.807	768	20,2	5.968	5.486	1.124	20,5
Leventina	6.468	4.427	787	17,8	9.235	8.490	1.986	23,4
Blenio	5.872	3.194	173	5,4	5.747	5.134	186	3,6
Riviera	3.319	2.590	397	15,3	10.314	9.793	1.076	11,0
Bellinzona	14.609	12.096	2.092	17,3	55.517	53.427	14.564	27,3
Locarno	25.703	20.946	2.420	11,6	64.152	61.302	10.995	17,9
Lugano	37.321	33.281	1.554	4,7	151.692	146.611	10.609	7,2
Mendrisio	12.505	11.558	443	3,8	51.084	48.902	3.126	6,4
Ticino	111.307	91.899	8.634	9,4	353.709	339.145	43.666	12,9

¹ Secondo il livello di aggregazione 3 (sinottico). Fonte: SEA, UST; e UCA, UPIP e SST

manentemente. Al contrario, l'alluvionamento secondario concerne prevalentemente aree periferiche, dove a un numero (relativamente) elevato di edifici corrispondono (relativamente) poche persone (v. [Allegato 2]). Di conseguenza si hanno in media 7,9 persone per edificio esposto a *alluvionamento principale*, 6,6 persone per edificio minacciato da *esondazione lago* e 4,0 persone per edificio soggetto a *alluvionamento secondario*.

A scala distrettuale

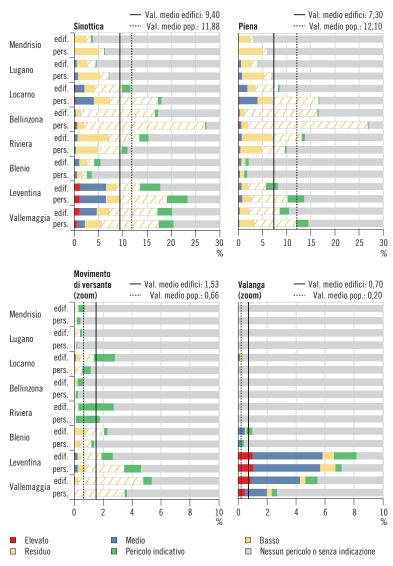
Come fatto per le superfici, nella figura [F. 23] sono rappresentate, per ogni distretto e per ogni grado di pericolo, le quote di edifici e di persone esposte all'insieme dei pericoli naturali (*carta sinottica*), così come a *piena*, *movimento di versante* e *valanga*.

La tabella [T. 6] riporta le cifre riguardanti il pericolo sinottico e conferma, in numeri assoluti, i distretti di Locarno, Bellinzona e Lugano come i più minacciati dai pericoli naturali (Locarno soprattutto per gli edifici; Bellinzona per le persone, con cifre decisamente superiori agli altri distretti). In termini relativi, come mostra anche il grafico sinottico, i distretti più esposti a pericolo sono Vallemaggia, Leventina e Bellinzonese, dove circa 1/5 degli edifici sono soggetti ad almeno un pericolo naturale. La quota si riduce di alcuni punti percentuali nei distretti di Riviera e Locarno, mentre nei distretti di Blenio, Lugano e Mendrisio è sensibilmente inferiore (5,4%; 4,7% e 3,8%). In tutti i distretti, ad eccezione di Blenio e Riviera, le quote di persone minacciate da almeno un pericolo sono maggiori di quelle degli edifici (soprattutto nel distretto di Bellinzona: 27,3% della popolazione e 17,3% degli edifici). I grafici mostrano inoltre che la minaccia presenta spesso un grado di pericolo residuo, e che i gradi medio o elevato si trovano praticamente solo in Leventina (6,6% degli edifici e 6,6% delle persone), Vallemaggia (4,7 e 2,2%) e nel distretto di Locarno (2,1 e 4,1%).

Anche i risultati sul pericolo *piena* (paralleli a quelli sinottici) confermano che vi sono relativamente più persone che edifici esposti a pericolo, sempre con l'eccezione di Riviera e

F. 23

Edifici e popolazione nella zona edificabile esposta a pericoli naturali* (in %), secondo la tipologia e il grado di pericolo, per distretto, in Ticino, al 31.12.2017



^{*} Secondo il livello di aggregazione 3 (sinottico). Fonte: SEA. UST: UCA. UPIP e SST

Blenio. Ciò conferma che questo tipo di pericolo interessa aree con edifici più densamente abitati. Per gli edifici, i distretti maggiormente minacciati da questo tipo di pericolo sono Bel-

Il catasto degli eventi StorMe

La Sezione forestale e l'Ufficio dei corsi d'acqua raccolgono tutte le segnalazioni di eventi naturali, in collaborazione con gli Uffici forestali di circondario e i Consorzi di manutenzione delle opere idrauliche. Questi dati confluiscono nel catasto StorMe, che contiene informazioni relative a eventi naturali di caduta sassi, colate detritiche, alluvionamenti, frane e valanghe avvenuti in Ticino. Dal 2000 il catasto è aggiornato in modo sistematico e pressoché completo, con la raccolta di dati di dettaglio, cartografie e immagini sugli eventi. Nella banca dati sono inoltre disponibili informazioni non esaustive dal 1500 al 2000.

StorMe è un documento indispensabile alla stesura dei Piani delle Zone di Pericolo, per la pianificazione locale del territorio (piani regolatori e analisi delle licenze edilizie) e per la predisposizione dei piani di emergenza. Fornisce indicazioni sulla distribuzione spaziale degli eventi e sulla loro intensità e frequenza, essenziali per la definizione degli scenari alla base delle carte del pericolo.

Allo stato attuale (marzo 2019) la banca dati contiene 3.020 schede, così suddivise per tipologia: il 35,9% rappresenta crolli e cadute sassi, il 24,0% valanghe, il 21,3% colate di detrito e alluvionamenti e il 18.9% frane e scivolamenti. Il distretto interessato dal numero maggiore di eventi è quello di Blenio (694 eventi registrati), seguito da quello di Locarno (559 eventi). Considerando le diverse tipologie, il distretto di Locarno è primo per quanto riguarda i crolli e gli scivolamenti, quello di Blenio per valanghe e alluvionamenti/colate di detrito. È interessante evidenziare come questi risultati siano in apparente contrasto con quelli presentati nel resto del documento. Ciò è dovuto al fatto che StorMe rileva anche eventi situati fuori dalle zone edificabili (ad esempio cadute massi che avvengono su vie di traffico o zone agricole), che non sono considerati nell'analisi statistica. Inoltre, nel catasto ogni scheda corrisponde ad un singolo evento, pertanto un masso caduto in un pascolo "conta" quanto un'esondazione del lago Maggiore, che ha ben altri effetti in termini di superfici, edifici e persone toccati. Limitando l'analisi ai 1.850 eventi

registrati a partire dall'anno 2000, i distretti di Blenio (22,6%) e Locarno (19,7%) si confermano come quelli maggiormente interessati, mentre in ultima posizione si trovano i distretti di Riviera (4,1%) e Mendrisio (3,5%). In occasione di eventi meteorologici significativi, che interessano un'area estesa o l'intero cantone, le segnalazioni sono raccolte in un rapporto di sintesi. Questi rapporti contengono una descrizione generale dell'evento, analisi pluviometriche e idrologiche di dettaglio, valutazioni statistiche e stime dei costi generati. Per i seguenti eventi alluvionali sono stati redatti rapporti specifici:

- 3 ottobre 2006: precipitazioni intense hanno colpito in particolar modo la Rivera, Biasca e la Val Pontirone e, in misura minore, il Locarnese; da segnalare una vittima nei pressi del Ponte Rosso a seguito di un flusso di detrito del riale Crenone, a Biasca. L'entità assoluta dei danni a enti pubblici da ricondurre all'evento del 3 ottobre 2006 è stata di oltre 11 milioni di franchi.
- Estate 2008 (luglio e settembre): eventi temporaleschi hanno interessato soprattutto la valle del Vedeggio, il 6-7 luglio, e il Bellinzonese, il 13 luglio. Il 6-7 settembre i dissesti principali hanno invece toccato la Valle Leventina, e, soprattutto, la Valle di Blenio (colpita tutta la sponda destra della valle, tra Olivone e Comprovasco). I danni complessivi rendicontati dall'Ufficio dei corsi d'acqua, dalla Sezione forestale e dall'Area esercizio e manutenzione della Divisione delle costruzioni ammontano a 14 milioni di franchi.
- Estate 2009 (15-18 luglio): temporali molto intensi hanno colpito il
 Pian Scairolo, con fuoriuscite della
 Roggia in più punti, sulla strada
 cantonale e su sedimi privati di
 importanti centri commerciali.
- Luglio 2011: il 7 luglio un nubifragio ha colpito il Luganese, il Mendrisiotto e anche la Riviera; l'evento del 13 luglio ha interessato tutto il cantone, una fascia che dalle Centovalli, attraverso la media Valle Maggia e la Valle Verzasca si è estesa fino alla media Leventina (Giornico, Chironico),

r. 24 Colata detritica sul Riale Vallone (Biasca), ottobre 2006



Fonte: StorMe

F. 25
Alluvionamento del fiume Vedeggio a Taverne, luglio 2008

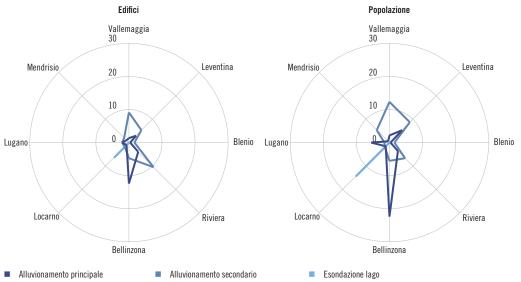


Fonte: StorMe

- raggiungendo anche la valle di Blenio. Intensità significative sono state registrate nel Mendrisiotto, tra Stabio e Mendrisio. Per il solo settore dei corsi d'acqua i danni totali segnalati da parte degli enti pubblici interessati sono stati di circa 3,5 milioni di franchi.
- Novembre 2014: Precipitazioni insistenti e prolungate tra il 2 e il 17 novembre 2014 hanno generato fenomeni di dissesto e danni in particolare nel Malcantone, in Val Colla, nel Luganese, nel basso Mendrisiotto, in parte del Locarnese e in Val di Blenio. Purtroppo due eventi distinti hanno comportato il decesso di quattro persone e la totale distruzione di due edifici. Due vittime sono state causate da una colata detritica di versante a Bombinasco (Comune di Curio) e due dal cedimento di un muro di sostegno di una ripiena a Davesco-Soragno (Comune di Lugano). Fra le altre conseguenze si annoverano numerose interruzioni stradali e danni a costruzioni.

Maggiori informazioni all'indirizzo www.ti.ch/pericoli-naturali > Cartografia online StorMe.

F. 26
Edifici e popolazione nella zona edificabile esposta a pericoli naturali* (in %), secondo la tipologia di pericolo, per distretto, in Ticino, al 31.12.2017



Avvertenza: l'esondazione del lago di Lugano non è conteggiata, in quanto non ancora cartografata.

* Secondo il livello di aggregazione 1.

Fonte: SEA, UST; UCA e SST

linzona (16,7%) e Riviera (13,8%). Nel distretto di Locarno, e soprattutto in quello di Leventina, la quota di edifici minacciati è meno elevata, malgrado ampie superfici esposte al pericolo di *piena* (v. [F. 16]). Per la popolazione è di nuovo Bellinzona il distretto più minacciato (27,0%), seguito a distanza da Locarno (16,8%). In questi due distretti il pericolo piena di grado elevato, pur rimanendo inferiore allo 0,3 %, è superiore al resto del Cantone.

La stessa analisi estesa alla categoria movimento di versante evidenzia il fenomeno contrario: la quota di edifici minacciata è generalmente superiore a quella delle persone, con l'unica eccezione della Leventina. Questo indica che questo pericolo interessa generalmente aree con edifici abitati da poche persone (di dimensione ridotta e/o non abitati in modo permanente). La quota più elevata di edifici interessati dal pericolo movimento di versante si trova nel distretto di Vallemaggia (5,4%), seguito dai distretti di Locarno, Riviera, Leventina e Blenio (con percentuali comprese fra il 2 e il 3%, spesso di grado residuo o indicativo). Per quanto riguarda le persone i numeri di Leventina (4,6%) e Vallemaggia (3,7%) prevalgono su quelli degli altri distretti. La figura [F. 23] evidenzia anche come nessuna persona risieda in una zona minacciata da movimento di versante con grado di pericolo elevato.

Infine, come visto nella figura [F. 16] il pericolo valanga interessa essenzialmente i distretti di Leventina (8,2% degli edifici e 7,2% della popolazione), Vallemaggia (5,5%; 2,7%) e in misura minore Blenio (1,0%; 0,4%) e Locarno (0,3%; 0,1%). In questi distretti la quota di edifici minacciati supera quella di persone in pericolo, e le quote così basse di popolazione (praticamente nulle per Blenio e Locarno) indicano come

le case esposte a rischio valanga siano perlopiù disabitate.

La figura [F. 26] evidenzia alcune similitudini con quanto già discusso per le superfici: alluvionamento principale pericolo preponderante nel Bellinzonese, esondazione lago al momento cartografata solo nel Locarnese e alluvionamento secondario pericolo principale nel Mendrisiotto, in Vallemaggia e in Riviera. Ci sono però anche alcune differenze interessanti: le quote di edifici minacciate dai pericoli di origine idrologica sono chiaramente inferiori rispetto alle quote delle superfici, mentre quelle delle persone tornano ad aumentare. Come visto i pericoli idrologici interessano aree maggiormente abitate; ciò si nota in particolar modo nei distretti di Bellinzona, Locarno e Vallemaggia. Inoltre, nei distretti di Riviera e Leventina, la principale minaccia per edifici e persone è l'alluvionamento secondario, malgrado vi sia un'importante quota di superficie edificabile sottoposta a pericolo di alluvionamento principale. In questi distretti una parte dei nuclei si trova infatti sugli accumuli sedimentari formati da corsi d'acqua laterali, a quote più elevate (soprattutto in Leventina) o a una distanza maggiore (Riviera) rispetto all'alveo del fiume Ticino.

La tabella [T. 7] riassume, per ogni distretto e grado di aggregazione, il numero di edifici e persone esposte ai differenti tipi pericoli naturali.

Extra Dati – Agosto 2019 25

L. / Edifici e popolazione nella zona edificabile esposta a pericolo naturale, secondo il livello di aggregazione, per distretto, in Ticino, al 31.12.2017

	Totale ZE	Di cui in pericolo						
Edifici		Sinottico	Piena	Movimento di versante	Valanga	Alluvionamento principale	Alluvionamento secondario	Esondazione lago
Vallemaggia	3.807	768	401	204	209	55	348	_
Leventina	4.427	787	361	118	362	135	234	_
Blenio	3.194	173	68	74	31	13	55	_
Riviera	2.590	397	358	71	-	100	271	_
Bellinzona	12.096	2.092	2.015	78	-	1.500	574	_
Locarno	20.946	2.420	1.794	590	68	215	367	1.331
Lugano	33.281	1.554	1.368	185	1	685	687	_
Mendrisio	11.558	443	357	86	-	111	247	_
Ticino	91.899	8.634	6.722	1.406	671	2.814	2.783	1.331
Popolazione								
Vallemaggia	5.486	1.124	797	200	147	121	676	_
Leventina	8.490	1.986	1.162	393	608	460	735	_
Blenio	5.134	186	95	70	21	16	79	_
Riviera	9.793	1.076	981	175	-	355	657	_
Bellinzona	53.427	14.564	14.433	133	-	11.959	2.959	_
Locarno	61.302	10.995	10.297	707	46	993	1.209	8.847
Lugano	146.611	10.609	10.270	339	-	8.120	2.176	_
Mendrisio	48.902	3.126	2.915	211	-	284	2.635	_
Ticino	339.145	43.666	40.950	2.228	822	22.308	11.126	8.847

Fonte: SEA, UST; e UCA, UPIP e SST

Aziende e addetti8

A scala cantonale

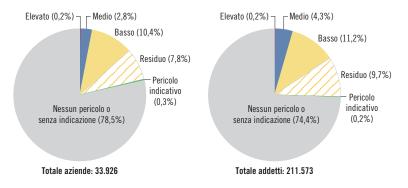
Secondo la STATENT nel 2016 in Ticino si contano 39.019 aziende e 230.736 addetti. Di questi, 35.278 aziende, per un totale di 218.176 addetti, presentano una localizzazione accurata a livello metrico⁹ e possono essere considerati nell'ambito di questo lavoro. La posizione geografica delle restanti 3.739 aziende è invece stimata attraverso un algoritmo: in questo caso la localizzazione non è sufficientemente precisa, pertanto questo dato non è stato preso in considerazione nell'analisi statistica. Come vedremo nella tabella [T. 9] sono in particolare i distretti alpini a presentare quote importanti di aziende con localizzazione stimata, caratteristica che pregiudica in modo abbastanza significativo l'esaustività dell'analisi per queste regioni.

Delle 35.278 aziende e dei 218.176 addetti con coordinate accurate, 33.926 e 211.573 si trovano nell'area edificabile. Nei due grafici della figura [F. 27] queste aziende e i rispettivi addetti sono suddivisi secondo i gradi di pericolo sulla base della *carta sinottica*.

Più di 1/5 delle aziende (21,5%; 7.293) e più di 1/4 degli addetti considerati (25,6%; 54.176) si trovano in una zona esposta ai pericoli naturali conosciuti: quote doppie rispetto a quelle di edifici (9,4%) e persone (12,9%), e superiori anche a quella della superficie edificabile (19,5%). Il 21,2% delle aziende (7.196) e il 25,4% degli addetti (53.733) si trovano in una zona analizzata in dettaglio e quindi contraddistinta da un grado di pericolo elevato/medio/basso o residuo. Nello specifico:

 il 7,8% delle aziende (2.645) e il 9,7% degli addetti (20.542) si trovano in una zona esposta a un pericolo residuo;

F. 27
Aziende e addetti nella zona edificabile (in %), secondo il grado di pericolo*, in Ticino, al 31.12.2016



Avvertenza: i dati fanno riferimento alle aziende e agli addetti della zona edificabile con localizzazione accurata. * Secondo il livello di aggregazione 3 (sinottico). Fonte: STATENT, UST; UCA, UPIP e SST

- il 10,4% della aziende (3.528) e il 11,2% degli addetti (23.636) in una zona esposta a un pericolo basso;
- il 2,8% delle aziende (959) e il 4,3% degli addetti (9.040) in una zona esposta a un pericolo medio;
- lo 0,2% delle aziende (64) e degli addetti (515) in una zona esposta a un pericolo elevato;
- lo 0,3% (97 aziende), rispettivamente lo 0,2% (443 addetti) si trova invece in una zona indicativa di pericolo.

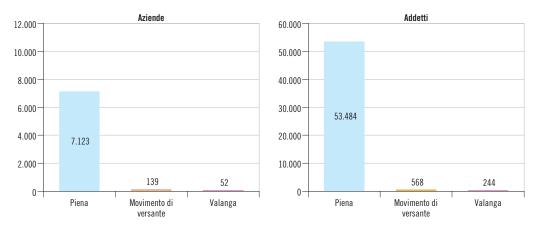
Si osserva come per tutti i gradi di pericolo, a eccezione di quello elevato o indicativo, la percentuale di aziende e soprattutto di addetti che si trovano o lavorano in una zona esposta ad almeno un tipo di pericolo sia tendenzialmente più alta rispetto a quella di edifici e persone (in alcuni casi anche superiore a quella delle superfici).

- 8 Come visto nella parte relativa alle banche dati utilizzate, le fonti utilizzate sono indipendenti tra loro, pertanto i risultati presentati in questo capitolo non devono essere sommati con quelli presentati in precedenza.
- l'Ulteriori informazioni al riguardo possono essere ritrovate nel documento Statistique structurelle des entreprises (STATENT) Description des données GEOSTAT, pubblicato dall'Ufficio federale di statistica (v. capitolo 4. Géocodage e in particolare il punto 4.5 Coordonnées estimées).

Extra Dati – Agosto 2019 26

F. 28

Aziende e addetti nella zona edificabile esposta a pericoli naturali*, secondo la tipologia di pericolo, in Ticino, al 31.12.2016



Avvertenza: le aree esposte a più pericoli sono conteggiate in ognuna delle tipologie di pericolo che le minaccia; per esigenze di visualizzazione, questa figura presenta assi verticali diversi; i dati fanno riferimento alle aziende e agli addetti della zona edificabile con localizzazione accurata. * Secondo il livello di aggregazione 2.

Fonte: STATENT, UST; UCA, UPIP e SST

T. 8
Aziende e addetti nella superficie edificabile sogetta a pericolo naturale¹, secondo la tipologia di pericolo, in Ticino, al 31.12.2016

Pericolo	Piena e movimen versante	to di	Piena e valang	a	Valanga e movi versante	mento di	Piena, valanga di versante	e movimento
	Aziende	Addetti	Aziende	Addetti	Aziende	Addetti	Aziende	Addetti
Elevato	-	_	2	11	-	-	-	-
Medio	-	_	6	28	5	60	-	-
Basso	3	7	2	5	-	-	-	-
Residuo	2	7	_	_	1	2	-	-
Indicativo	-	_	_	_	-	-	-	-
Totale	5	14	10	44	6	62	_	_

¹ Secondo il livello di aggregazione 2. Fonte: STATENT, UST e SST, UCA, UPIP

La figura [F. 28] mostra come in Ticino ci siano 7.123 aziende e 53.484 addetti esposti al pericolo *piena*, 139 aziende e 568 addetti sottoposte al pericolo *movimento di versante* e 52 aziende e 244 addetti esposti al pericolo di *valanga*. 5 aziende per un totale di 14 addetti si trovano nell'area esposta sia a piena che a movimento di versante, 10 aziende e 44 addetti in quella minacciata da piena e valanga e 6 aziende che danno lavoro a 62 addetti nella superficie sottoposta ai pericoli movimento di versante e valanga. Al contrario di quanto accade per edifici e persone, nessuna azienda è invece minacciata da tutti i tre tipi di pericolo (v. [T. 8]).

Il confronto con la figura [F. 14] e la figura [F. 21] mette in risalto come per aziende e addetti i pericoli idrologici giochino un ruolo ancor più importante rispetto a quanto accade per superfici, edifici e persone. Questo risultato è riconducibile al fatto che nei piani regolatori comunali le zone artigianali e industriali sono solitamente localizzate in zone pianeggianti e dunque più prossime ai corsi d'acqua principali; inoltre, rappresentano delle zone di urbanizzazione relativamente recente, sicuramente successiva all'edificazione dei nuclei storici, che tradizionalmente sono stati edificati in posizione più elevata rispetto ai fondovalle, sia per ragioni di protezione dai pericoli naturali, sia per ragioni di tipo strategico.

Il dettaglio sui pericoli idrologici [F. 29] mostra che ci sono 4.471 aziende e 37.631 addetti sottoposti al pericolo alluvionamento principale, 1.575 aziende e 8.057 addetti esposti al pericolo alluvionamento secondario, e 1.327 aziende e 10.288 addetti minacciati dal pericolo esondazione lago. Aziende e addetti sono dunque esposti ad alluvionamento principale in maniera ancora più elevata rispetto agli edifici e alle persone, per i motivi sopra esposti. Segnaliamo anche che il pericolo legato all'esondazione lago coinvolge un numero maggiore di addetti rispetto all'alluvionamento secondario: è l'unico caso fra quelli esaminati finora, ed è verosimilmente imputabile alle strutture ricettive turistiche (alberghi, ristorazione ecc.) poste sulle rive del lago Maggiore.

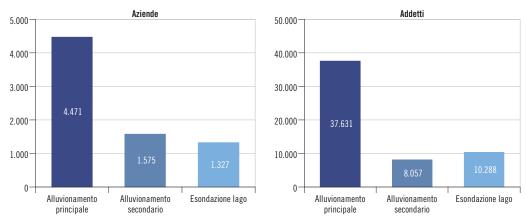
A scala distrettuale

I grafici della figura [F. 30] riprendono i dati per ogni distretto, per aziende e addetti.

L'analisi di questi grafici mostra tendenze simili a quelle riscontrate negli altri capitoli: i distretti di Locarno e Bellinzona sono quelli con le quote maggiori di aziende e addetti esposti al pericolo *sinottico* e di *piena*, mentre Blenio e Riviera presentano le quote minori (v. anche la tabella [T. 9] per il pericolo sinottico). Questi grafici permettono di sottolineare come la percen-

Extra Dati – Agosto 2019 27

F. 29
Aziende e addetti nella zona edificabile esposta a pericoli naturali di origine idrologica*, secondo la tipologia di pericolo, in Ticino, al 31.12.2016



Avvertenza: le aree esposte a più pericoli sono conteggiate in ognuna delle tipologie di pericolo che le minaccia; l'esondazione del lago di Lugano non è conteggiata, in quanto non ancora cartografata; per esigenze di visualizzazione, questa figura presenta assi verticali diversi; i dati fanno riferimento alle aziende e agli addetti della zona edificabile con localizzazione accurata.

Fonte: STATENT, UST; UCA e SST

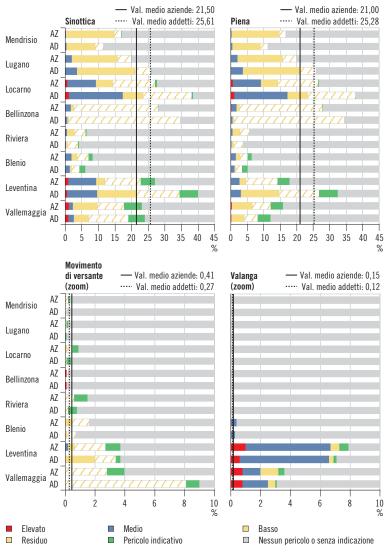
tuale di aziende e addetti sottoposti a pericolo di *grado elevato* sia simile a quanto già visto per superfici, edifici e popolazione. Al contrario, a partire dal *grado medio* le quote sono maggiori di quanto visto finora: l'esempio più evidente è il 16,2% di addetti minacciati da pericoli naturali di grado medio nel distretto di Locarno, riconducibili al pericolo di *piena* (in particolare all'esondazione del lago Maggiore).

Come in precedenza, i pericoli gravitativi concernono un numero di aziende e addetti inferiore rispetto ai pericoli idrologici. In Leventina e in Vallemaggia la quota di aziende e addetti interessata dai *pericoli gravitativi* è compresa tra il 3,1 e il 9,0% e contribuisce alla quasi totalità della minaccia di grado *elevato* o *medio* vista nel grafico sinottico. La piccolissima percentuale di aziende e addetti (rispettivamente 2 aziende e 28 addetti; 0,1% e 0,05% del totale) esposta al pericolo movimento di versante con grado elevato nel distretto di Bellinzona corrisponde all'area situata sotto la frana del Valegion, come detto attualmente in fase di stralcio dal PR (ma ancora considerata come lavorativa nel dato statistico).

Infine, il dettaglio relativo ai *pericoli legati all'acqua* conferma che aziende e addetti sono più sottoposti a pericolo rispetto ad edifici, persone e in parte superfici [F. 31]. Ciò sembra essere vero in particolare per gli addetti che lavorano nei distretti a carattere più urbano e produttivo: sono sottoposti al pericolo *alluvionamento principale* il 32,8% degli addetti del Bellinzonese, il 25,0% in quello di Leventina e il 24,3% nel distretto di Lugano; nel Locarnese il 35,7% degli addetti è invece soggetto al pericolo di *esondazione* del lago Maggiore.

Come per gli altri capitoli nella tabella [T. 10] è riassunto, per ogni distretto e grado di aggregazione, il numero di aziende (con localizzazione accurata) e relativi addetti esposti a pericolo naturale.

F. 30
Aziende e addetti nella zona edificabile esposta a pericoli naturali* (in %), secondo la tipologia e il grado di pericolo, per distretto, in Ticino, al 31.12.2016



Avvertenza: i dati fanno riferimento alle aziende e agli addetti della zona edificabile con localizzazione accurata.
* Secondo il livello di aggregazione 3 (sinottico).
Fonte: STATENT, UST; UCA, UPIP e SST

^{*} Secondo il livello di aggregazione 1.

Aziende e addetti totali e nella superficie edificabile esposta a pericolo naturale, per distretto, in Ticino, al 31.12.2016

	Aziende					Addetti				
	Totale	Di cui con localizzazione accurata	Di cui in ZE	Di cui in pericolo	% aziende ZE in pericolo	Totale	Di cui con localizzazione accurata	Di cui in ZE	Di cui in pericolo	% addetti ZE in pericolo
Vallemaggia	626	293	246	57	23,2	2.061	1.230	1.062	256	24,1
Leventina	828	563	487	132	27,1	4.174	3.134	2.715	1.087	40,0
Blenio	547	325	255	21	8,2	2.031	1.452	1.267	78	6,2
Riviera	772	671	639	42	6,6	4.405	4.130	3.751	159	4,2
Bellinzona	4.607	4.191	3.956	1.113	28,1	31.833	30.194	28.600	9.934	34,7
Locarno	6.390	5.719	5.425	1.500	27,6	32.292	30.098	28.857	11.118	38,5
Lugano	18.644	17.287	16.902	3.401	20,1	109.162	104.678	103.014	26.693	25,9
Mendrisio	6.605	6.229	6.016	1.027	17,1	44.778	43.260	42.307	4.851	11,5
Ticino	39.019	35.278	33.926	7.293	21,5	230.736	218.176	211.573	54.176	25,6

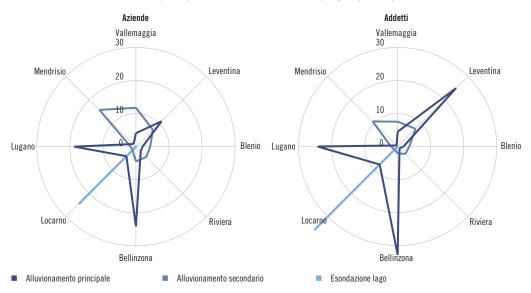
Fonte: STATENT, UST e SST, UCA, UPIP

Aziende e addetti nella zona edificabile esposta a pericolo naturale, secondo il livello di aggregazione, per distretto, in Ticino, al 31.12.2017

	Totale ZE	Di cui in pericolo						
Aziende		Sinottico	Piena	Movimento di versante	Valanga	Alluvionamento principale	Alluvionamento secondario	Esondazione lago
Vallemaggia	246	57	39	10	9	10	29	_
Leventina	487	132	87	18	39	53	35	_
Blenio	255	21	16	4	1	5	11	_
Riviera	639	42	36	10	-	13	28	-
Bellinzona	3.956	1.113	1.107	6	_	952	178	_
Locarno	5.425	1.500	1.453	48	3	220	83	1.327
Lugano	16.902	3.401	3.377	24	_	3.154	267	_
Mendrisio	6.016	1.027	1.008	19	_	64	944	_
Ticino	33.926	7.293	7.123	139	52	4.471	1.575	1.327
Addetti								
Vallemaggia	1.062	256	128	96	33	48	80	_
Leventina	2.715	1.087	883	102	194	679	205	_
Blenio	1.267	78	66	8	4	22	44	_
Riviera	3.751	159	140	29	_	29	121	_
Bellinzona	28.600	9.934	9.902	32	_	9.394	594	_
Locarno	28.857	11.118	10.982	140	13	2.227	380	10.288
Lugano	103.014	26.693	26.598	95	-	25.022	2.058	_
Mendrisio	42.307	4.851	4.785	66	_	210	4.575	_
Ticino	211.573	54.176	53.484	568	244	37.631	8.057	10.288

Fonte: STATENT, UST e SST, UCA, UPIP

F. 31 Aziende e addetti nella zona edificabile esposta a pericoli naturali* (in %), secondo la tipologia di pericolo, per distretto, in Ticino, al 31.12.2016



Avvertenza: l'esondazione del lago di Lugano non è conteggiata, in quanto non ancora cartografata; i dati fanno riferimento alle aziende e agli addetti della zona edificabile con localizzazione accurata.

* Secondo il livello di aggregazione 1.

Fonte: STATENT, UST; UCA e SST



Conclusione

In questo progetto, sulla base delle carte dei pericoli aggiornate al 1 gennaio 2018, sono state determinate le aree edificabili esposte alle differenti minacce derivanti da eventi naturali ed è stato quantificato il numero di persone, edifici, aziende e addetti che si trovano al loro interno.

A scala cantonale i dati hanno mostrato che l'80,5% delle zone edificabili non è soggetto a pericolo naturale. In quest'area si trovano il 90,6% degli edifici, l'87,1% delle persone, il 78,5% delle aziende e il 74,4% degli addetti (considerando quelli di cui la STATENT fornisce la localizzazione accurata sul territorio, osservazione valida per tutto quanto segue). Al contrario, è emerso che a livello ticinese 2.175,2 ettari di superficie edificabile sono esposti ad almeno un pericolo naturale e che in quest'area si trovano 8.634 edifici che ospitano 43.666 persone. Vi sono anche 7.293 aziende nelle quali lavorano 54.176 addetti. Nel dettaglio:

- le porzioni di territorio interessate da pericolo di *grado elevato* sono molto limitate (1,4% delle zone edificabili) e sono pressoché non occupate: in queste aree si trovano lo 0,2% degli edifici, lo 0,1% delle persone, lo 0,2% delle aziende e lo 0,2% degli addetti;
- il 3,7% delle zone residenziali è esposto a un pericolo naturale di *grado medio*. In quest'area si trova l'1,1% degli edifici, l'1,3% delle persone, il 2,8% delle aziende e il 4,3% degli addetti;

- nel 4,3% esposto a *grado basso* si trova il 2,1% degli edifici, il 3,7% delle persone, il 10,4% delle aziende e l'11,2% degli addetti;
- nell'8,5% soggetto a *grado residuo* si trova il 5,0% degli edifici, il 7,3% delle persone, il 7,8% delle aziende e il 9,7% degli addetti; e infine
- nell'1,6% delle zone residenziali esposte a un pericolo naturale *indicativo* si trovano l'1,0% degli edifici, lo 0,4% delle persone, lo 0,3% delle aziende e lo 0,2% degli addetti.

Da questi dati si constata che:

- In linea generale aziende e addetti sono più frequentemente esposti a pericolo rispetto agli edifici abitativi e alle persone; questo è particolarmente vero per le aree contrassegnate da pericoli di grado medio, basso, o residuo, mentre per il grado elevato e il pericolo indicativo le percentuali sono simili;
- le cifre relative al pericolo elevato sono molto limitate e le quote di edifici e di popolazione esposti a pericolo sono sempre inferiori a quelle delle superfici edificabili.

Nel loro complesso queste constatazioni confermano l'efficacia delle carte di pericolo come strumento di pianificazione territoriale e la lungimiranza delle autorità che hanno introdotto questo strumento ormai quasi 30 anni fa, con la LTPNat del 1990.

In seguito si è visto come il pericolo di origine idrologica sia la minaccia principale per tutte le categorie considerate, e come esso derivi specialmente dall'alluvionamento principale. Per superfici, edifici, popolazione e aziende – allo stato della cartografia attuale – il secondo pericolo è l'alluvionamento secondario, mentre per la categoria "addetti" è l'esondazione lago. Questo risultato è una diretta conseguenza della natura dei pericoli legati all'acqua, che coinvolgono ampie superfici di territorio anche in presenza di uno o pochi punti di fuoriuscita dell'acqua. I movimenti di versante e le valanghe, al contrario, presentano una probabilità d'incidenza spaziale più limitata, e di conseguenza la percentuale di popolazione e di beni importanti esposta a pericolo è minore, se confrontata con i pericoli idrologici.

Approfondendo ulteriormente l'analisi si è visto che per i pericoli di tipo idrologico la quota di persone minacciate è superiore a quella degli edifici, mentre per i fenomeni gravitativi accade l'opposto. Ciò è dovuto al fatto che le aree urbane, dove si concentra la popolazione, si trovano perlopiù in prossimità di zone minacciate da laghi e fiumi, mentre la minaccia gravitativa tocca generalmente aree più periferiche, dove tendenzialmente si hanno comparti con edifici relativamente poco abitati, perché di dimensione ridotta e/o non abitati in maniera permanente.

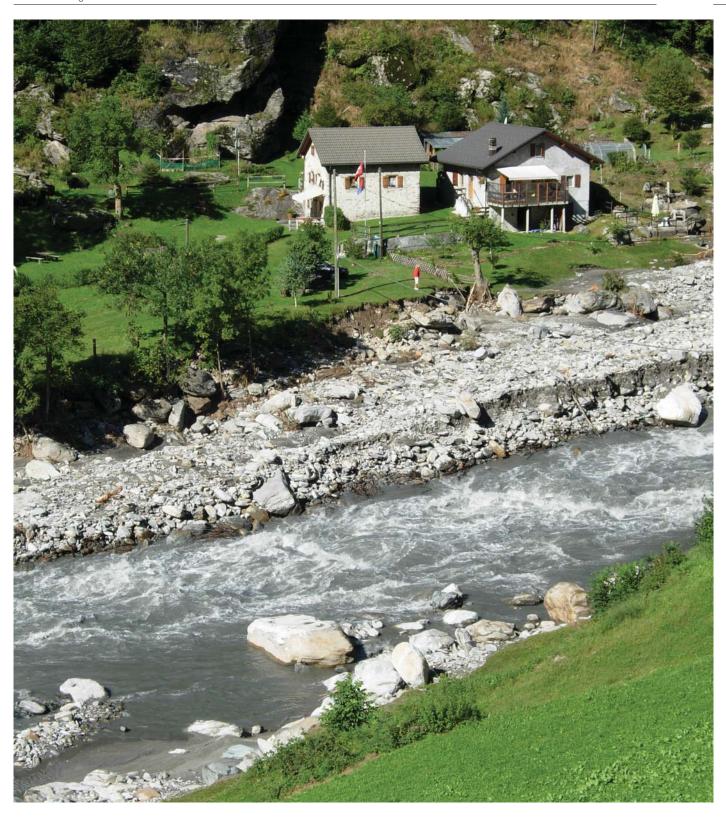
Infine, alcune differenze territoriali sono emerse dall'analisi dei dati a livello distrettuale, in particolar modo:

- Il pericolo *piena*, malgrado sia il principale per tutti i distretti, concerne maggiormente il Sopraceneri rispetto al Sottoceneri. In termini percentuali i distretti più interessati sono quelli attraversati dal fiume Ticino e/o sulle sponde del Lago Maggiore; in numeri assoluti, e a causa di sviluppo urbano più elevato, il Bellinzonese e il Locarnese. Si ricorda che l'esondazione del lago di Lugano non è ancora stata cartografata (e dunque non è inclusa in questi dati);
- l'alluvionamento principale è il processo dominante per tutte le categorie considerate

- (superfici, edifici, persone, aziende e addetti) del distretto di Bellinzona, così come l'alluvionamento secondario lo è per tutte le categorie in Vallemaggia, e l'esondazione lago nel distretto di Locarno. Negli altri distretti la situazione non è invece così definita;
- in Leventina e nel distretto di Riviera, malgrado le quote importanti di superfici esposte ad *alluvionamento principale*, la prima minaccia per edifici, popolazione, aziende e (unicamente in Riviera) addetti, deriva dal pericolo *alluvionamento secondario*;
- i pericoli movimento di versante e valanga interessano maggiormente i distretti di Vallemaggia, Leventina e, sebbene in parte minore, Blenio. In questi distretti, in particolare nella Leventina, le percentuali di abitanti, edifici e soprattutto, aziende e addetti interessati da pericolo di valanga non sono trascurabili. Il pericolo valanga minaccia le categorie considerate con un grado di pericolo perlopiù medio o elevato.

Queste differenze territoriali sono fortemente connesse anche con lo sviluppo storico degli insediamenti sul territorio cantonale, in particolar modo alla necessità della popolazione di sfuggire alle piene dei corsi d'acqua principali. Ad esempio, in Vallemaggia gli insediamenti primari si concentrano sui conoidi alluvionali dei corsi d'acqua secondari e risultano in genere protetti da un eventuale alluvionamento del fiume Maggia, mentre nel distretto di Riviera gli insediamenti si sono storicamente concentrati ai margini del fiume Ticino, che non era arginato come ora. Anche nel distretto di Bellinzona quanto osservato è da ricondurre alla presenza del fiume Ticino, che rappresenta comunque una fonte di pericolo residuo in caso di eventi estremi. Infine, nel Locarnese gli abitanti sono abituati a convivere con il fenomeno dell'esondazione, che, se non costituisce un pericolo per la vita delle persone, può causare danni anche ingenti alle cose.

In conclusione, pur in presenza di dati rassicuranti, a causa della morfologia del territorio e



dello sviluppo intensivo che ha caratterizzato il nostro cantone negli scorsi decenni, la gestione dei pericoli naturali è e resterà anche in futuro un tema prioritario. Nel catasto degli eventi naturali StorMe vi sono, infatti, testimonianze di migliaia di eventi passati, e Comuni, Cantone e Confederazione investono ogni anno cifre ragguardevoli per la costruzione e la manutenzione delle opere di protezione, per interventi di risanamento o per campagne di monitoraggio sui pericoli naturali. In questo contesto le misure di pianificazione del territorio hanno acquista-

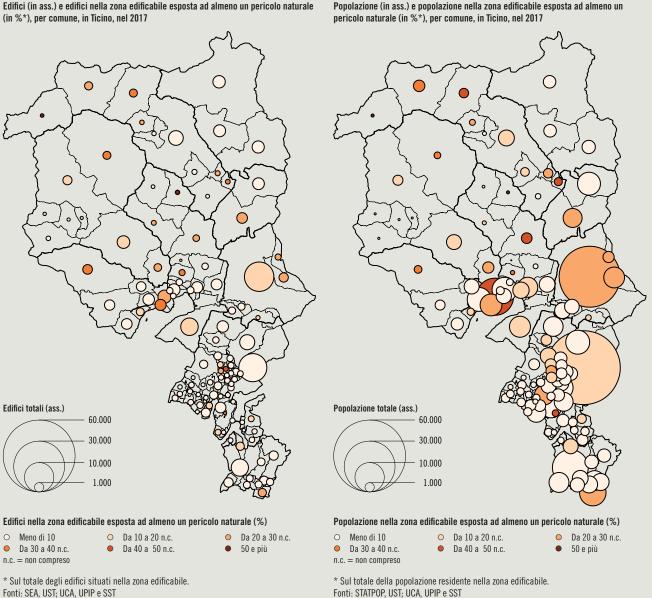
to sempre più importanza, e oggi il PZP – contenente la carta dei pericoli – è uno strumento imprescindibile per la corretta pianificazione del territorio, la progettazione delle misure di premunizione e la gestione dell'emergenza. L'attenzione dovrà essere mantenuta alta nei prossimi anni, e i relativi investimenti dovranno essere assicurati, per rispondere in modo adeguato alle nuove sfide poste dallo sviluppo territoriale, dai cambiamenti climatici in atto e dalle esigenze di una gestione integrale di tutti i rischi presenti sul territorio del cantone.

Allegato 1 – Edifici e popolazione in zona edificabile esposta a pericoli naturali; a scala comunale

La figura [F. 32] illustra il numero totale di edifici per comune (superficie dei pallini) e la percentuale di quelli situati in zona edificabile che sono sottoposti ad almeno un pericolo naturale (colore dei pallini). La figura [F. 33] mostra, analogamente, la popolazione totale (superficie) e la rispettiva quota di persone con residenza permanente nella zona edificabile soggetta ad almeno un pericolo naturale. Nell'insieme queste figure declinano a un livello territoriale più fine le differenze che si riscontrano nei risultati dei distretti. In particolare, si osserva come nei comuni del Sottoceneri la percentuale

di edifici e popolazione minacciata dai pericoli naturali sia generalmente inferiore al 20% (quote superiori si trovano a Chiasso, Gravesano, Grancia e Lamone per gli edifici, ai quali si aggiunge Agno per la popolazione). Nel Sopraceneri, al contrario, la quota di edifici e popolazione minacciati supera spesso il 20%: diversi comuni in Leventina, Vallemaggia e Locarno presentano quote maggiori al 30%; a Locarno, Pollegio, Lavertezzo e Quinto la quota è compresa tra il 40 e il 50%, mentre a Frasco a Bedretto supera il 50%.

Edifici (in ass.) e edifici nella zona edificabile esposta ad almeno un pericolo naturale



Fonti: SEA, UST; UCA, UPIP e SST

Allegato 2 – Dimensione degli edifici e percentuale di edifici non abitati in modo permanente; a scala comunale

Nella figura [F. 34] e [F. 35] sono illustrati, per ogni comune, gli edifici della zona edificabile. La figura [F. 34] mostra il numero di edifici (superficie dei pallini) in relazione alla loro dimensione media, qui misurata in funzione del numero medio di abitazioni (colore dei pallini). La figura [F. 35] mostra il numero di edifici (superficie) e la percentuale di quelli non abitati in modo permanente (colore).

Queste figure, che fungono da chiave di interpretazione per alcuni dei risultati presentati nel testo, mostrano una grande differenza tra distretti alpini e quelli più urbani. Si nota infatti che nei comuni dei distretti alpini prevalgono edifici di piccole dimensioni, e che sono sempre questi distretti ad avere la quota più importante di edifici non abitati in modo permanente: è risaputo che in questi distretti la percentuale di residenze secondarie e di abitazioni vuote è superiore a quella che si ritrova nel resto del cantone. Per questo motivo in queste aree, maggiormente assoggettate a pericoli di tipo gravitativo o valanghivo, a parità di numero di edifici corrispondono relativamente poche persone. Nelle aree più urbane del cantone, dove prevale il rischio piena, accade invece il contrario: uno stesso numero di edifici ospita relativamente più persone, poiché gli edifici sono tendenzialmente di dimensione maggiore e prevalentemente abitati permanentemente.

F. 34
Edifici nella zona edificabile: edifici (in ass.) e numero medio di abitazioni per edificio, per comune, in Ticino, nel 2017

0

0

0

60.000 30.000

10 000

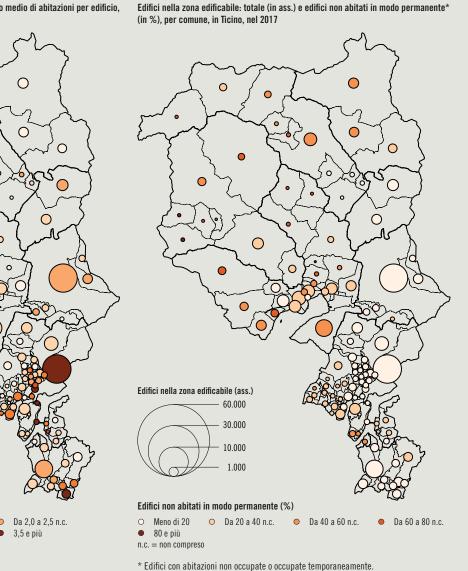
1.000

O Da 1.5 a 2.0 n.c

Da 3,0 a 3,5 n.c.

Numero medio di abitazioni per edificio (%)

0



Fonti: SEA, UST; UCA, UPIP e SST

Fonti: SEA, UST; UCA, UPIP e SST

Meno di 1.5

n.c. = non compreso

Da 2.5 a 3.0 n.c.

Edifici totali (ass.)

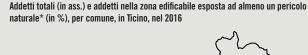
Allegato 3 - Aziende e addetti in zona edificabile esposta a pericoli naturali; a scala comunale

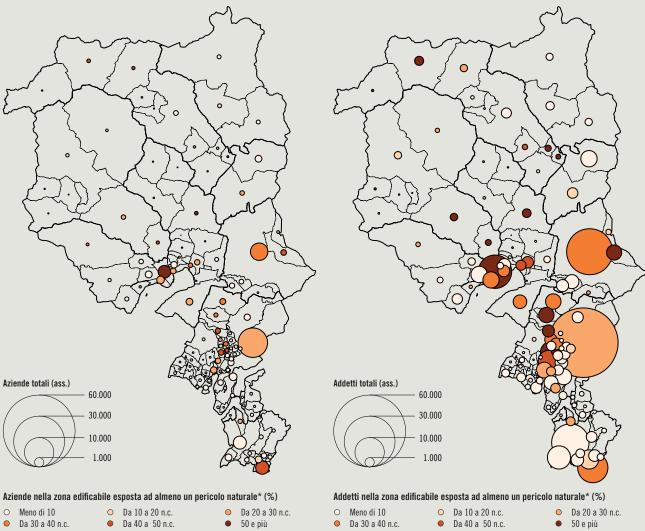
Se la ripartizione sul territorio di edifici e popolazione è eterogena, quella di aziende e addetti lo è ancora di più, con questi ultimi che sono molto concentrati in alcune zone del territorio cantonale. La figura [F. 36] mostra il numero di aziende per ogni comune (superficie dei pallini, i dati fanno riferimento alle 39.019 aziende totali, dunque incluse quelle con localizzazione metrica non accurata, di cui si conosce però il comune) e la percentuale delle aziende della zona edificabile sottoposte ad almeno un pericolo naturale (colore dei pallini, in questo caso i dati fanno riferimento alle sole aziende con coordinate accurate). Analogamente, e sempre per ogni comune, la figura [F. 37] mostra il numero di addetti

totali (superficie) e la percentuale di quelli che lavorano in aziende della zona edificabile minacciate da almeno un pericolo naturale (colore dei pallini).

Il confronto tra queste figure e le figure [F. 32] e [F. 33] nell'allegato 1 a p. 32 mette in risalto come le quote di aziende e addetti minacciati siano generalmente superiori a quelle di edifici e persone. I comuni più esposti si trovano soprattutto sulle sponde del Vedeggio, lungo il fiume Ticino o ai bordi del lago Maggiore. Nel distretti di Locarno, Bellinzona e Lugano i puntini marroni (quote superiori al 50%) infatti abbondano, ma anche in alcuni comuni della Leventina e della Vallemaggia.

Aziende totali (in ass.) e aziende nella zona edificabile esposta ad almeno un pericolo naturale* (in %), per comune, in Ticino, nel 2016





- n.c. = non compreso
- I valori percentuali sono calcolati considerando unicamente le aziende con localizzazione accurata situate nella zona edificabile, riferite al totale delle aziende situate nella zona edificabile

Fonti: STATENT, UST; UCA, UPIP e SST

- n.c. = non compreso

- l valori percentuali sono calcolati considerando unicamente gli addetti delle aziende con localizzazione accurata situate nella zona edificabile, riferite al totale degli addetti delle aziende situate nella zona edificabile.

Fonti: STATENT, UST; UCA, UPIP e SST