

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PISA

Corso di laurea in Ingegneria Civile

*Indirizzo Trasporti*

Anno accademico 2003-04

---

Tesi di laurea

***Criteria per la redazione di un piano di Protezione Civile  
con applicazione al caso della provincia di Massa Carrara***

I relatori:

Prof. Ing. Antonio Pratelli

Prof. Ing. Elvezia Cepolina

Prof. Ing. Fabio Schoen

La candidata:

Roberta Ferrandi

## ***Introduzione***

---

Nel territorio italiano il manifestarsi di eventi calamitosi, quali ad esempio terremoti, frane o incendi boschivi, risulta essere molto frequente. Le cause scatenanti la maggior parte degli eventi possono essere imputate alla natura stessa del territorio italiano, caratterizzato da un grande variabilità di situazioni geologiche, geomorfologiche, tettoniche e climatiche, anche se stanno assumendo un peso sempre più rilevante le cause di origine antropica, legate, per esempio, ad un uso non attento del territorio, si pensi agli incendi colposi o alle opere realizzate nelle immediate vicinanze di corsi d'acqua.

Diverse sono le attività che possono intervenire nella riduzione del rischio associato al manifestarsi di eventi calamitosi. Gli interventi che si possono programmare coinvolgono quasi tutti i settori dell'Ingegneria Civile, dall'Idraulica, si pensi alle opere di sistemazione dei corsi d'acqua, all'Ingegneria Strutturale, per esempio per gli interventi sugli edifici al fine di aumentarne la resistenza al sisma, fino alla Pianificazione dei Trasporti per cercare di ottimizzare le operazioni di soccorso.

Gli interventi possono essere orientati a ridurre l'intensità e la probabilità di accadimento dei singoli eventi o ad aumentare la resistenza dei beni a rischio o a ridurre il periodo di esposizione all'evento calamitoso. Ovviamente attività specifiche devono essere programmate a seconda dell'elemento considerato a rischio e dell'evento calamitoso a cui esso è esposto. L'elemento a rischio può essere l'uomo, l'ambiente (beni mobili e immobili) e i beni (aria, suolo, acqua).

Dell'uomo si occupa espressamente il Servizio Nazionale della Protezione Civile, istituito in Italia con la legge 24/2/92 n.225. Lo scopo preminente di tale servizio è, infatti, quello di mettere in salvo l'uomo e di garantire con ogni mezzo il mantenimento di un livello di vita "civile" e, solo in seconda battuta, quello di salvaguardare gli altri elementi a rischio, come per esempio i beni culturali o le proprietà. Esso assolve alla suddetta funzione attraverso le attività di previsione, di prevenzione, di soccorso e di superamento delle emergenze.

Affinché le diverse attività che possono intervenire nella riduzione del rischio possano essere predisposte e integrate in modo efficace e funzionale, è necessario poter far riferimento ad un quadro metodologico generale in grado di spiegare l'effetto sulla riduzione del rischio di tutti i provvedimenti, qualunque sia lo specifico settore disciplinare a cui essi fanno riferimento e qualunque sia l'evento e l'elemento a rischio ad esso esposto. In letteratura, tuttavia, si trovano decine di definizioni di rischio, spesso in contrasto tra loro, in ragione dello specifico settore di analisi preso in considerazione, con scopi e finalità diverse e difficilmente orientate alle attività di Protezione Civile. Attualmente, inoltre, non si dispone ancora né di un modello concettuale-scientifico uniforme per tutte le classi di rischio, né, talvolta, di criteri di valutazione quantitativa, soprattutto a causa della oggettiva difficoltà che spesso si riscontra nel definire alcuni fattori che concorrono alla definizione del rischio stesso, come ad esempio, la pericolosità, ossia la probabilità di occorrenza di un evento.

In questo lavoro di tesi si è cercato, pertanto, di fornire una definizione concettuale e matematica del rischio associato ad un evento, orientata principalmente alle attività di Protezione Civile e di proporre uno schema metodologico di validità generale che permetta di stimare il livello di rischio associato ad un qualsiasi evento. Una tale valutazione preliminare è fondamentale per poter giudicare se un tale livello di rischio sia accettabile e, in caso contrario, predisporre le misure ritenute più idonee a ridurre il valore: è in questo contesto che si inserisce l'Ingegneria Civile. Tra tutti gli interventi che si possono programmare in questo ambito, si è cercato di approfondire il ruolo della Pianificazione dei Trasporti nella riduzione del rischio in quanto si crede che debba essere uno dei primi obiettivi da perseguire in ogni piano di Protezione Civile, sia perché si ritiene che un'efficiente

pianificazione delle attività di soccorso possa comportare una confortante riduzione del livello di rischio totale, sia perché tra le varie misure adottabili per tale scopo rappresenta quella meno onerosa, sia dal punto di vista del tempo di realizzazione che dal punto di vista economico e questo, vista la frequente carenza di risorse disponibili, è un fatto certamente non trascurabile.

Nello specifico, si è affrontato il problema dell'ottimizzazione dei mezzi adibiti all'attività di estinzione di un incendio boschivo e si è illustrato come sia possibile risolverlo tramite l'utilizzo di Modelli di Copertura. E' bene sottolineare come tale Modello abbia validità generale e possa essere applicato, non solo al caso della pianificazione delle attività di estinzione di un incendio boschivo, ma anche, operando opportune modifiche, al caso della pianificazione dei soccorsi in caso per esempio di terremoto, considerando, quindi, il problema dell'ubicazione ottimale delle ambulanze. La scelta di occuparsi dell'ottimizzazione dell'attività di estinzione degli incendi boschivi è stata compiuta in considerazione del fatto che il territorio della provincia di Massa Carrara, zona che costituisce l'oggetto di questo studio, è risultata essere particolarmente esposta al rischio incendi boschivi, infatti, in base alla classificazione proposta nel Piano Operativo Antincendi Boschivi della Regione Toscana, in ben 14 comuni della provincia, sui 17 totali, il rischio incendi boschivi è risultato essere di grado massimo.

Il lavoro di tesi è stato suddiviso in sette capitoli.

Nei primi tre capitoli, oltre a proporre lo schema metodologico generale per l'analisi del rischio associato ad un evento già citato in precedenza, si sono descritti i rischi associati agli eventi più ricorrenti sul territorio italiano, ossia il rischio sismico, il rischio idrogeologico, il rischio chimico-industriale e il rischio di incendi boschivi. In particolare, si è cercato di descrivere i vari rischi seguendo le linee delineate nello schema metodologico presentato, soprattutto al fine di evidenziare come le varie definizioni fornite siano correttamente applicabili a qualsiasi tipo di evento. Per ciascun tipo di evento sono state illustrate, inoltre, le misure che si ritiene più opportuno adottare per ridurre il rischio associato all'evento stesso.

Nel capitolo 4 si è illustrato il prezioso lavoro svolto dal Servizio Nazionale della Protezione Civile, sottolineando l'importanza dei Piani di Protezione Civile come strumenti di mitigazione del rischio, finalizzati soprattutto alla pianificazione delle attività e degli interventi di emergenza e soccorso che devono essere attuati in occasione del verificarsi di eventi che condizionano la sicurezza delle persone ovvero interferiscono anche in modo grave con il normale andamento delle attività antropiche.

Nel capitolo 5 si è analizzata la provincia di Massa Carrara, cercando di individuare i principali eventi che vi si possono manifestare e i relativi rischi associati.

L'attenzione è stata focalizzata sull'evento incendio boschivo in seguito alla considerazione, già esposta in precedenza, del livello elevato di rischio associato a tale evento presente in tutta la provincia stessa.

Nel capitolo 6 si sono descritti dei Modelli matematici per l'ottimizzazione dell'attività di estinzione di un incendio boschivo. In particolare, si è illustrato come sia possibile risolvere, mediante l'applicazione di Modelli di Copertura e di Modelli di decisione markoviana, rispettivamente i problemi della localizzazione ottimale dei depositi dei mezzi antincendio e della decisione del numero di mezzi da inviare inizialmente in risposta ad una segnalazione. Si è proposto, inoltre, un terzo Modello in grado di risolvere le ulteriori complicazioni che nascono qualora si consideri contemporaneamente al problema di quanti mezzi anche quello di quali mezzi inviare inizialmente in risposta ad una segnalazione.

Nel capitolo 7 si è applicato il Modello di Copertura, illustrato nel capitolo 6, al problema della localizzazione dei mezzi antincendio nella provincia di Massa Carrara. Tramite l'implementazione di tale Modello si è cercato di valutare se la provincia di Massa Carrara sia dotata di un'efficiente attività di estinzione degli incendi e quindi di un numero di depositi di mezzi antincendio sufficiente a fronteggiare un così elevato rischio di danno. Non avendo riscontrato nella situazione esistente un livello di sicurezza soddisfacente, si è cercato di migliorarla, proponendo l'attivazione di nuovi depositi di mezzi antincendio da affiancare a quelli già in funzione, in modo da garantire una più affidabile copertura delle zone a rischio dell'intera provincia.

# Capitolo 1

## *L'analisi del rischio*

---

*Nel presente capitolo si proporrà una definizione concettuale e matematica del rischio associato ad un evento orientata principalmente alle attività di Protezione Civile e uno schema metodologico che permetta di stimare il valore di tale rischio. Si descriveranno, inoltre, le principali misure da adottare per ridurre un determinato valore di rischio, nel caso in cui si giudichi che un tale valore non possa ritenersi accettabile.*

### **1.1 Le variabili nell'analisi del rischio**

Le principali variabili riscontrabili nell'analisi del rischio sono:

- gli eventi e la loro probabilità di accadimento o *pericolosità*;
- gli elementi a rischio e la loro *esposizione* e *vulnerabilità* agli eventi.

La stima di queste variabili consente di valutare, come sarà illustrato in seguito, sia il danno potenziale nel caso si verifichi l'evento che il rischio associato al danno

provocabile dall'evento stesso. Occorre, tuttavia, sottolineare come, soprattutto a causa della oggettiva difficoltà che si riscontra nel definire le variabili precedenti, il percorso metodologico che conduce alla definizione di rischio risulti di particolare complessità. L'analisi del rischio, inoltre, si inserisce in un contesto che, per propria natura, è incerto e in continua modificazione: il territorio va inteso, infatti, come un "essere vivente", nel quale i comportamenti antropici, associati alla naturale modificazione dell'ambiente, determinano scenari di pericolosità in continua evoluzione.

Le incertezze che affliggono l'analisi del rischio possono essere suddivise in due classi:

- incertezze aleatorie;
- incertezze epistemiche.

Gli aspetti di aleatorietà riguardano il verificarsi degli eventi che condizionano l'evoluzione degli scenari incidentali. Questi aspetti sono adeguatamente descritti dalla caratterizzazione probabilistica del rischio, cioè dal termine pericolosità: si può, quindi, ritenere che l'unica variabile aleatoria presente nell'analisi del rischio sia la pericolosità.

Le incertezze epistemiche si riferiscono ad una non completa conoscenza dei parametri e dei fenomeni e, pertanto, entrano in tutte le tre componenti del rischio (pericolosità, esposizione e vulnerabilità). Queste incertezze epistemiche sono dovute sia alla intrinseca incapacità dei modelli di rappresentare la realtà, sia alla carenza di attendibilità dei dati che alimentano i modelli.

### **1.1.1 Evento**

Un *evento* può essere definito come un fenomeno di origine naturale o antropica in grado di arrecare danno. Ogni evento si può distinguere in varie *tipologie* ed è caratterizzato da una certa *intensità*, cioè da un certo grado di severità.

Gli eventi si possono suddividere in prevedibili e non prevedibili.

Gli eventi prevedibili sono eventi preceduti da fenomeni precursori, ossia fenomeni che normalmente, o molto probabilmente, preludono al verificarsi dell'evento stesso. Un esempio di eventi prevedibili sono le eruzioni vulcaniche, per le quali si può assumere, come fenomeno precursore, il raggiungimento di un determinato valore critico da parte della temperatura della lava.

Gli eventi non prevedibili sono eventi che non sono preceduti da alcun indicatore d'evento (fenomeni precursori o dati di monitoraggio) che ne consenta la previsione. Esempi di eventi non prevedibili sono i terremoti e gli incendi boschivi.

Eventi di diversa tipologia possono manifestarsi in modo contemporaneo o sequenziale.

Sono inoltre possibili processi di "innesco a catena": può accadere, cioè, che a seguito di un evento iniziatore o "primario" si verifichino altri eventi detti "secondari", con conseguente ampliamento delle situazioni di rischio associate agli eventi presi singolarmente. E' lecito attendersi, infatti, che situazioni interrelate tra loro, non significative se considerate singolarmente, assumano rilevanza nel loro insieme. Un tipico esempio di "innesco a catena" è l'effetto domino, il quale, nel settore dell'industria, ha provocato incidenti così severi da ricevere un'ampia attenzione nella legislazione per la prevenzione e il controllo del rischio industriale. In particolare, il decreto legislativo 334 del 17 agosto 1999 richiede la valutazione dei possibili effetti domino non solo all'interno, ma anche all'esterno dello stabilimento e il decreto ministeriale 9 maggio 2001 richiede di tenerne conto anche ai fini della pianificazione territoriale. Nel caso di effetto domino, l'incidente primario si sviluppa da un guasto caratteristico di una cosiddetta "unità sorgente" che può interessare più "unità bersaglio", cioè quelle che, una volta investite dall'evento primario, possano dar luogo ad un incidente rilevante, definito secondario o indotto. Il manifestarsi di eventi secondari si può ritenere funzione dell'intensità dell'evento primario e della suscettibilità del territorio in cui si manifesta, ovvero dei fattori naturali predisponenti (la litologia, la morfologia, le caratteristiche geotecniche, la meteorologia, l'uso del suolo). In particolare, affinché si verifichi un evento secondario è necessario che venga superato un determinato limite di soglia, specifico dell'evento secondario stesso. E' lecito attendersi che per valori bassi del limite di soglia saranno sufficienti eventi primari anche di lieve intensità per innescarli; viceversa, per valori elevati, sarà necessario un evento primario di intensità superiore affinché l'evento secondario si verifichi.

I casi di possibili concatenazioni di eventi sono molteplici: si possono avere concatenazioni di eventi naturali (per esempio una frana può verificarsi a causa di un terremoto), di eventi antropici (l'effetto domino) oppure una loro combinazione (per es. un evento naturale che coinvolge un impianto a rischio industriale rilevante). E' fondamentale, pertanto, valutare attentamente la reale possibilità che alcuni eventi possano avvenire contemporaneamente o possano innescarne altri, al fine di ottenere una corretta valutazione dei rischi che insistono su un territorio.

### **1.1.2 La pericolosità**

La *pericolosità* (H) è la probabilità che un evento (Hazard) di una certa intensità si verifichi in un dato periodo di tempo e in una data area.



Per individuare la distribuzione di probabilità degli eventi è fondamentale:

- determinare la probabilità di innesco degli eventi, in termini di localizzazione puntuale areale;
- determinare la probabilità media dell'occorrenza degli eventi per area attraverso dettagliate ricerche storiche;
- indicare le cause d'innesco degli eventi, anche in termini di soglie critiche e la probabilità che tali soglie vengano superate.

Poter disporre di una dettagliata analisi storica è fondamentale perché permette di identificare le aree già colpite da eventi calamitosi e, in base al principio che il passato fornisce la chiave per comprendere il presente e prevedere il futuro, le aree che potrebbero essere colpite: si pensi, per esempio, al caso dell'evento sismico e alla elevata probabilità di ripetizione del fenomeno con caratteristiche analoghe in una zona già colpita. L'analisi storica, inoltre, costituisce spesso l'unico strumento utilizzabile per verificare le teorie ed i modelli (fisici, statistici od euristici che siano) sulla pericolosità od il rischio di un determinato evento, come ad esempio il rischio di frana e di alluvione, di cui si parlerà in seguito (paragrafi 2.2.1 e 2.2.2). Purtroppo non sempre, come nel caso degli eventi rari, è possibile disporre di un'analisi storica dettagliata. In questi casi si possono individuare le possibili cause d'innesco e tenerle sotto continua sorveglianza, per esempio mediante monitoraggi, al fine di controllare quando vengono raggiunte determinate soglie critiche, superate le quali si verifica l'evento. Questi valori critici devono essere, poi, opportunamente registrati, in modo che, se dovessero essere superati di nuovo, si può prevedere la ripetizione dell'evento. Questo è quanto avviene nella stima della pericolosità vulcanica: si monitora la temperatura della lava, controllando che si mantenga al di sotto del valore critico in corrispondenza del quale si è ricavato, in base ad esperienze passate, che si inneschi un'eruzione vulcanica.

### **1.1.3 Gli elementi a rischio: esposizione e vulnerabilità**

Gli elementi a rischio in una data area sono i componenti di un sistema territoriale, il cui stato, comportamento e sviluppo può venire alterato dal manifestarsi di un evento. Gli elementi a rischio si possono suddividere in varie tipologie, ad ognuna delle quali è possibile associare un valore di esposizione e di vulnerabilità.

L'*esposizione* (E) è una misura dell'importanza dell'elemento esposto al rischio in relazione alle principali caratteristiche dell'ambiente costruito e rappresenta il valore economico, tangibile ed intangibile (cioè monetizzabile o meno), o il numero di unità relative ad ognuno degli elementi a rischio in una data area.

Le più importanti tipologie di elementi a rischio da considerare sono: la popolazione, le proprietà, le attività economiche, le reti infrastrutturali, i monumenti, i servizi sociali. E' ovvio che a ciascuna tipologia di elementi a rischio sarà associato un valore diverso dell'esposizione: il valore che si associa all'elemento a rischio "uomo" sarà, per esempio, sicuramente maggiore del valore che si associa all'elemento a rischio "edifici".

La *vulnerabilità* (V) fornisce una misura della propensione di ciascun elemento a rischio a subire danni in occasione del manifestarsi di un evento di una certa intensità. Il suo valore viene espresso generalmente in una scala da 0 (nessuna danno) a 1 (perdita totale) ed è adimensionale. La vulnerabilità fornisce, pertanto, una misura del legame tra intensità di un evento su un predefinito sistema territoriale ed entità dei danni potenziali sul sistema stesso.

#### **1.1.4 Il danno potenziale**

Il *danno potenziale*, cioè l'entità potenziale delle perdite attese nel caso si verifichi l'evento temuto, si può esprimere, per ciascuna tipologia di elementi a rischio, in funzione delle loro vulnerabilità ed esposizione, mediante la seguente relazione:

$$D = V \times E \quad (1.1)$$

Il danno potenziale è indipendente dalla probabilità di occorrenza del fenomeno, ovvero dalla pericolosità, ed esprime la perdita relativa ad un elemento a rischio causata dal verificarsi di un evento di una certa intensità.

I danni potenziali possono essere diretti e indiretti: i danni sono diretti quando la perdita di funzionalità di un elemento è dovuta all'azione di uno stress esterno sulla sua struttura fisica; sono indiretti, se le perdite di funzionalità sono indotte dal legame esistente tra l'elemento e i diversi sottoinsiemi costituenti il sistema territoriale. Un ospedale collegato ai centri urbani limitrofi tramite un'unica strada, per esempio, può perdere la propria funzionalità sia a causa del crollo dell'edificio provocato da un sisma (danno diretto), ma anche se, a causa del manifestarsi di un dato evento (frane, inondazioni...), l'unica strada di collegamento non è transitabile (danno indiretto). Esempi di danni diretti sono costituiti da danni alle persone, danni alle infrastrutture, danni agli edifici e modificazioni dell'ambiente fisico, mentre i danni indiretti più comuni sono: la perdita dell'abitazione, la cessazione o il rallentamento dell'attività produttiva, la disfunzione nell'erogazione dei servizi, la disoccupazione e l'esaurimento delle risorse della società.

### 1.1.5 Il rischio

Il *rischio totale* associato ad un singolo evento, cioè il grado di perdite attese, in termine di vite umane, feriti, danni alla proprietà ed infrastrutture, danni diretti e indiretti all'economia, in una data area e in un determinato intervallo di tempo, in seguito al verificarsi di un particolare evento, può essere espresso mediante la seguente "equazione del rischio":

$$R = H \times V \times E \quad (1.2)$$

È il caso di chiarire che il termine "x" non indica necessariamente il prodotto, anche se quest'operazione corrisponde al più semplice dei modi di mettere in relazione tra loro gli aspetti complessi dei tre diversi elementi.

Tenendo conto della relazione (1.1), si può esprimere il rischio totale associato ad un singolo evento come funzione del danno potenziale e della probabilità di occorrenza dell'evento, mediante la seguente relazione:

$$R = H \times D \quad (1.3)$$

In Figura 1.1, la relazione (1.3) viene rappresentata in un piano cartesiano, con il danno potenziale D in ascisse e la pericolosità H in ordinate. Tutti i punti nel piano si trovano su rami di iperbole, ognuno dei quali è caratterizzato da coppie di valori (H,D) che danno luogo ad uno stesso valore del rischio.

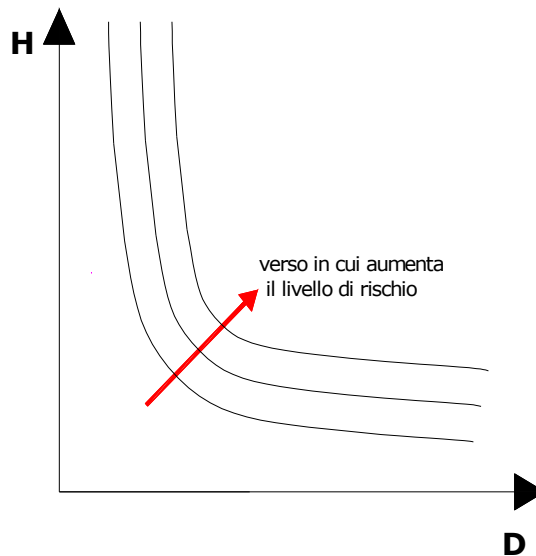


Figura 1.1: Rappresentazione di iperboli con livelli di rischio costante

## 1.2 Schema metodologico per l'analisi del rischio

In virtù delle definizioni e delle relazioni illustrate nei paragrafi precedenti, si propone, in Figura 1.2, il seguente schema metodologico per l'analisi del rischio:

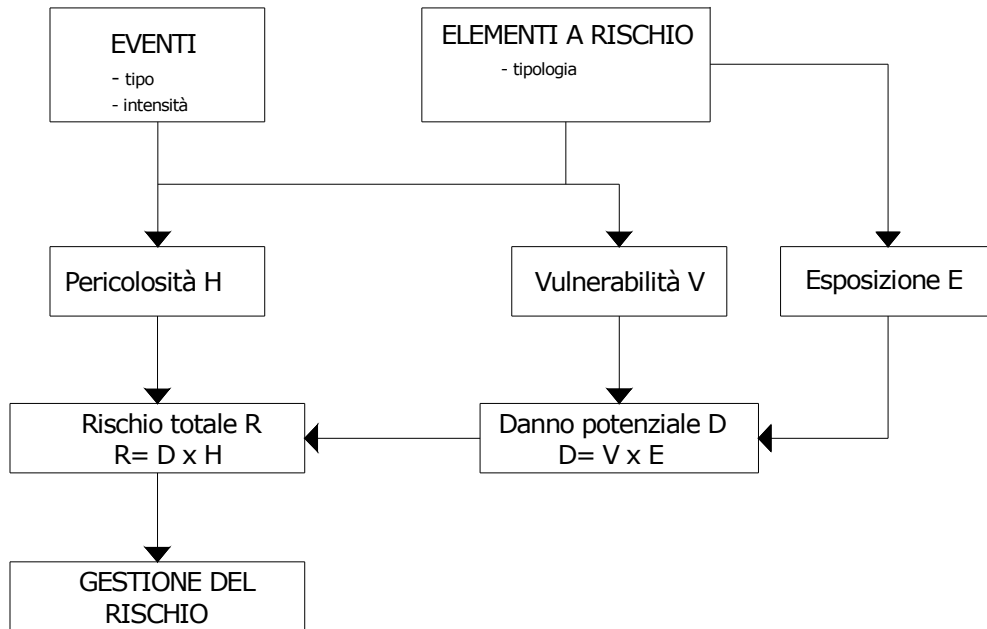


Figura 1.2: Schema metodologico per l'analisi del rischio

Per ogni tipo di evento, caratterizzato da una certa intensità, si stima, in primo luogo, la sua pericolosità, cioè la sua probabilità di accadimento in una data area e in un determinato periodo di tempo.

In seguito, si valuta se, in quella data area e in quel determinato periodo di tempo, siano presenti degli elementi a rischio e, in caso affermativo, se ne specificano le tipologie. Ad ognuna di queste tipologie di elementi a rischio si attribuisce un valore di esposizione e se ne valuta la vulnerabilità che risulta funzione, oltre che del tipo di elemento a rischio stesso, dell'intensità dell'evento. Noti i valori dell'esposizione e della vulnerabilità, si può stimare il danno potenziale per ciascuna tipologia di elementi a rischio.

Nota la pericolosità dell'evento considerato e il danno potenziale è possibile valutare il rischio associato al danno su ciascuna tipologia di elementi a rischio. Se, invece, si vuole calcolare il rischio totale associato al danno provocato dall'evento in

questione sull'intero sistema territoriale, è necessario moltiplicare la pericolosità dell'evento per la sommatoria dei danni potenziali di tutti gli elementi a rischio presenti in quella data area e in quel determinato periodo di tempo. Il livello di rischio totale così trovato dovrà essere, poi, confrontato con opportuni criteri di accettabilità: questo argomento verrà trattato in seguito.

### **1.2.1 Applicazione dello schema metodologico proposto**

Lo schema metodologico proposto in Figura 1.2 risulta alquanto semplice, mentre il sistema che esso si propone di spiegare può essere, in certi casi, molto complesso. La metodologia proposta, tuttavia, risulta essere estremamente flessibile in quanto costituisce un modulo elementare con cui si possono costruire architetture metodologiche più complesse che permettono di valutare rischi associati ad eventi primari, secondari e a processi di innesco a catena.

Nel seguito vengono illustrati 3 esempi in cui si cerca di spiegare qualitativamente diversi sistemi, sempre più complessi, tramite tale schema metodologico.

Gli esempi trattati riguardano:

- 1 il rischio di danno su un edificio provocato dall'evento primario sisma
- 2 il rischio di danno sullo stesso edificio provocato dall'evento secondario frana indotta da un sisma
- 3 il rischio di danno sull'uomo nel caso in cui l'edificio in cui si trova subisca danni a causa di una frana.

#### **ESEMPIO 1**

*Evento primario:* sisma di una data intensità

*Tipo di elemento a rischio:* edificio

*Danno potenziale:* cedimenti strutturali dell'edificio

Si vuole valutare il rischio associato al danno che, il verificarsi in una data area di un sisma di una certa intensità, assunto come evento primario, può provocare sull'elemento a rischio edificio, situato in quella stessa area.

Il danno potenziale, in questo caso, può essere rappresentato da cedimenti strutturali dell'edificio ed è funzione dell'esposizione e della vulnerabilità sismica<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> del concetto di vulnerabilità sismica si parlerà più approfonditamente nel paragrafo 2.1.1

dell'edificio stesso e, quindi, della sua capacità di resistenza al sisma che dipende dal suo stato di manutenzione, dai materiali adoperati per la costruzione, dalle caratteristiche costruttive, dal tipo di collegamenti tra gli elementi strutturali e dalla sua anzianità.

Per valutare il rischio di cedimenti strutturali dell'edificio è necessario stimare, inoltre, la probabilità che un sisma di una data intensità si verifichi nell'area in cui è ubicato l'edificio stesso, ossia la pericolosità sismica. Ciò è possibile ricorrendo alla classificazione sismica nazionale disposta dall'Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 che sarà illustrata nel paragrafo 2.1.4.

In Figura 1.3 si riporta l'applicazione dello schema metodologico di Figura 1.2 all'esempio qui considerato.

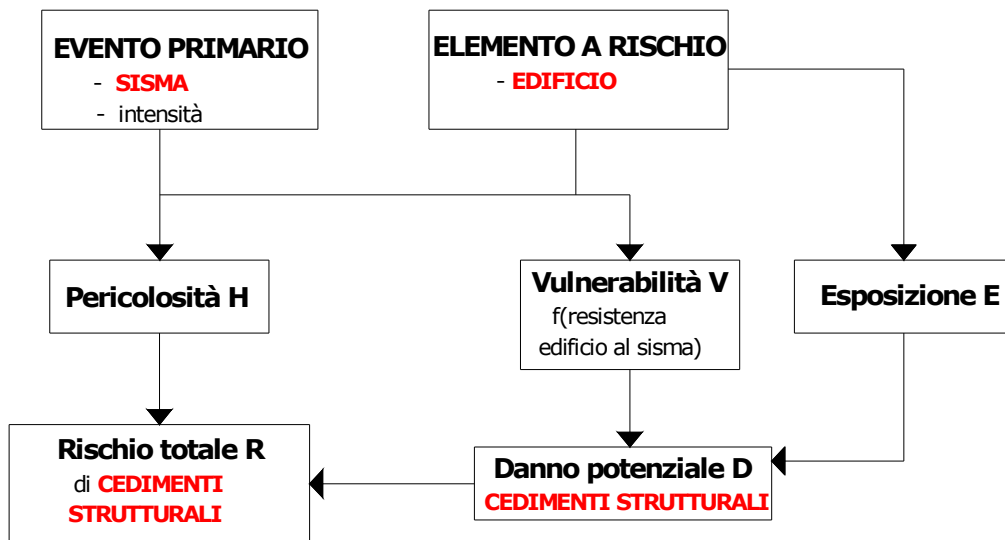


Figura 1.3: Applicazione dello schema metodologico di Figura 1.2 all'Esempio 1

ESEMPIO 2

*Evento primario:* sisma di una data intensità

*Tipo di elemento a rischio:* territorio

*Danno potenziale:* frana      **➔** *Evento secondario:* frana

*Tipo di elemento a rischio:* edificio

*Danno potenziale:* cedimenti strutturali dell'edificio

L'evento secondario più frequente causato da un sisma di una data intensità è la frana. Una frana può essere considerata come il danno prodotto dall'evento primario sisma sull'elemento a rischio "territorio".

In quest'ottica, il danno potenziale, cioè la frana, risulta essere funzione dell'esposizione e della vulnerabilità sismica del territorio e, quindi, principalmente, della stabilità dei versanti. La stabilità di un versante dipende da caratteri fisici del territorio, quali la litologia, i caratteri geotecnici dei materiali, la struttura e la giacitura geologica; dalla presenza nell'area in esame di processi geomorfologici; dalla meteorologia della zona (frequenza delle precipitazioni e loro intensità); dalla copertura vegetale e dall'uso del suolo, cioè dalla eventuale presenza di gallerie, di sbancamenti, di linee elettriche, di disboscamenti.

Nota la pericolosità dell'evento primario sisma che, come già illustrato in precedenza, si può ricavare ricorrendo alla classificazione sismica nazionale disposta dall'Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 (vedi paragrafo 2.1.4 ), è possibile ricavare il rischio totale, associato al danno frana, dovuto all'evento primario sisma. L'entità del danno frana prodotto dal sisma può essere considerata come l'intensità dell'evento secondario frana a cui l'edificio sarà esposto; la pericolosità del sisma risulta quindi coincidere con la pericolosità dell'evento frana.

Avendo considerato come elemento a rischio un edificio, il danno potenziale può essere rappresentato da cedimenti strutturali dell'edificio stesso e può essere assunto funzione della vulnerabilità dell'edificio alla frana, ossia della sua capacità di resistenza alla frana e, quindi, del suo stato di manutenzione, in particolare dello stato di consolidamento delle strutture portanti.

In Figura 1.4, si riporta l'applicazione dello schema metodologico di Figura 1.2 all'esempio qui considerato.

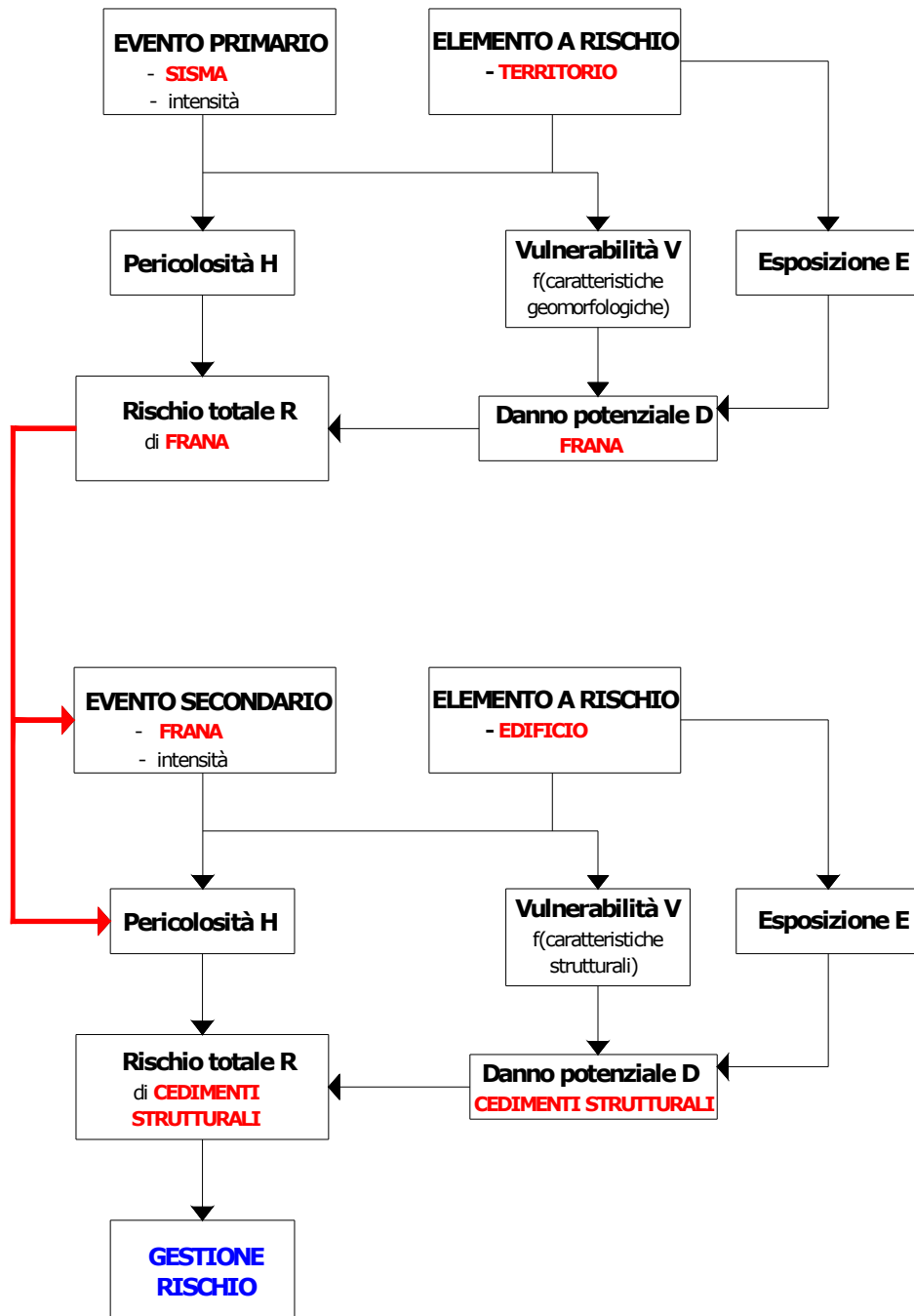


Figura 1.4: Applicazione dello schema metodologico di Figura 1.2 all'Esempio 2



ESEMPIO 3

*Evento primario:* frana di una data intensità

*Tipo di elemento a rischio:* edificio

*Danno potenziale:* crollo dell'edificio



*Evento secondario:* crollo dell'edificio

*Tipo di elemento a rischio:* uomo

*Danno potenziale:* morti/feriti

Negli esempi proposti in precedenza, la frana è stata considerata come evento secondario e, in particolare, come danno provocato dall'evento primario sisma. Occorre, tuttavia, sottolineare come una frana possa a sua volta innescare un evento secondario, quale, per esempio, il crollo di un edificio. Tale evento secondario può essere interpretato come danno provocato dall'evento frana sull'elemento a rischio edificio.

In virtù di queste considerazioni, il crollo dell'edificio risulta essere funzione dell'esposizione e della vulnerabilità dell'edificio alla frana e, di conseguenza, della sua capacità di resistenza alla frana e, quindi, del suo stato di manutenzione, in particolare dello stato di consolidamento delle strutture portanti.

La pericolosità di frana calcolata nell'esempio precedente, ipotizzando che si possa avere una frana solo come conseguenza di un sisma, può essere assunta come pericolosità dell'evento secondario "crollo dell'edificio" ed essere utilizzato per valutare il rischio, associato al danno, che il "crollo dell'edificio", in una data area e in un determinato intervallo di tempo, può provocare su eventuali elementi a rischio presenti in quella data area e in un quel determinato intervallo di tempo. Se si considera come elemento a rischio l'uomo, il danno potenziale può essere rappresentato dalla morte o dal ferimento dell'uomo stesso e può essere assunto funzione, principalmente, della vulnerabilità dell'uomo alle macerie.

In Figura 1.5 si riporta l'applicazione dello schema metodologico di Figura 1.2 all'esempio qui considerato.

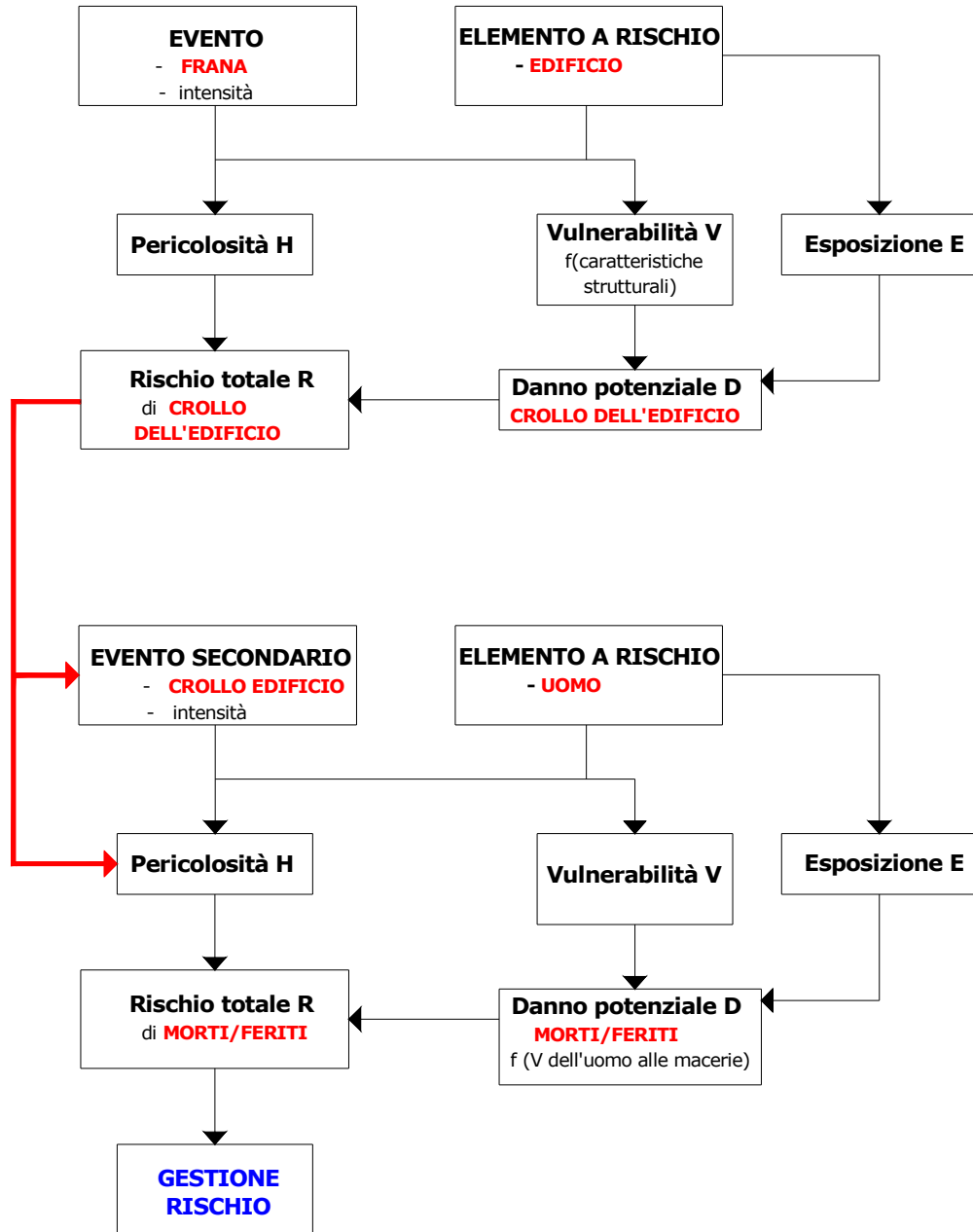


Figura 1.5: Applicazione dello schema metodologico di Figura 1.2 all'Esempio 3

### 1.3 Criteri di accettabilità del rischio

A livello politico sarebbe molto importante definire una curva limite di accettabilità dei rischi in funzione dei diversi livelli di danno sociale, una curva, cioè, che restituisca il rischio massimo, compatibile con il quadro sociale, economico e culturale del territorio, che la società è disposta ad affrontare per un determinato livello di danno. Se una tale curva fosse disponibile, sarebbe possibile per chi pianifica e gestisce il territorio, individuare le aree a rischio non tollerabile e definire le possibili strategie per ridurre il rischio.

Attualmente risulta ancora piuttosto problematico definire una tale curva, tuttavia di seguito si propongono delle considerazioni utili a capire in quali circostanze un rischio di danno possa ritenersi accettabile.

Se si riporta in un piano cartesiano con il danno potenziale  $D$  in ascisse e la pericolosità  $H$  in ordinate il rischio accettabile, esso risulta legato al danno potenziale  $D$  tramite una funzione ad andamento decrescente: al diminuire dell'aspettativa di danno, aumenta la soglia di rischio accettabile e viceversa, all'aumentare dell'aspettativa di danno, diminuisce la soglia di rischio accettabile.

In Figura 1.6, solo al fine di una più semplice rappresentazione, si è ipotizzato che il rischio accettabile sia legato al danno potenziale  $D$  da una relazione lineare.

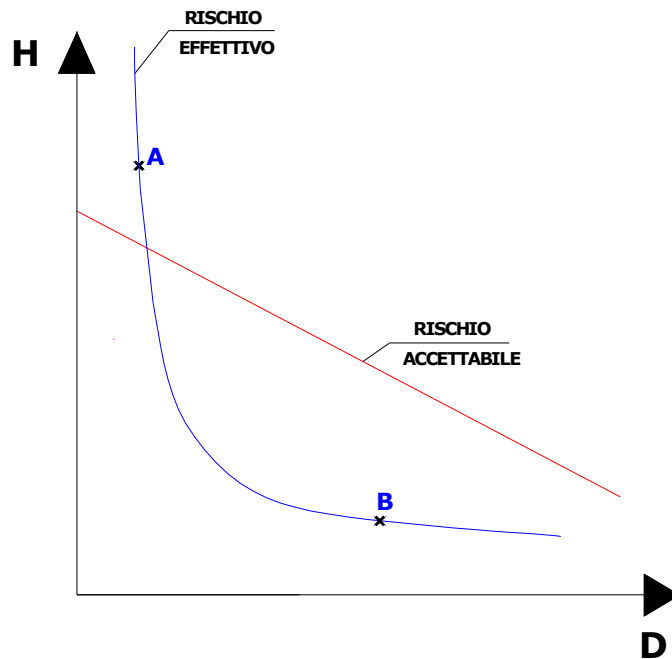


Figura 1.6: Andamento del rischio accettabile in funzione del danno potenziale

Ragionando in termini di danno potenziale, uno stesso valore di rischio totale, può in certi casi essere ritenuto accettabile, in altri no. In Figura 1.6, i punti A e B, giacciono sulla stessa curva isorischio e sono, perciò, caratterizzati dallo stesso livello di rischio totale. Tale livello di rischio è, tuttavia, il risultato di due combinazioni diverse dei valori di pericolosità e di danno potenziale: nel punto A, si ha una bassa aspettativa di danno, ma un'elevata probabilità che l'evento dannoso si verifichi; nel punto B, nonostante l'aspettativa di danno sia elevata, la possibilità che l'evento dannoso si verifichi risulta estremamente bassa. Alla luce di queste considerazioni, si può ritenere accettabile solo il livello di rischio determinato dalla combinazione di pericolosità e di danno potenziale presenti nel punto B.

La retta rappresentativa del rischio accettabile divide, pertanto, il piano cartesiano con il danno potenziale D in ascisse e la pericolosità H in ordinate in due zone: una zona di accettabilità del rischio e una zona di non accettabilità. Si ritiene, tuttavia, che il passaggio tra le due zone non sia netto, ma, tra le due zone, vi sia interposta una zona di transizione (Figura 1.7). Nel caso in cui il valore del rischio totale ricada nella zona di transizione, viene considerato accettabile, ma se è possibile, è bene ridurne il valore. Nel caso, invece, in cui il livello di rischio ricada nella zona di non accettabilità è doveroso predisporre tutti gli interventi possibili allo scopo di ridurne il valore. La riduzione del rischio, di cui si parlerà approfonditamente nel paragrafo 1.4, può essere attuata, a seconda dei casi, intervenendo nei confronti della pericolosità, della vulnerabilità o dell'esposizione. Sia la valutazione che la riduzione del rischio richiedono, quindi, l'acquisizione di informazioni territoriali sui caratteri geologico-ambientali e su quelli socio-economici dell'area in esame.

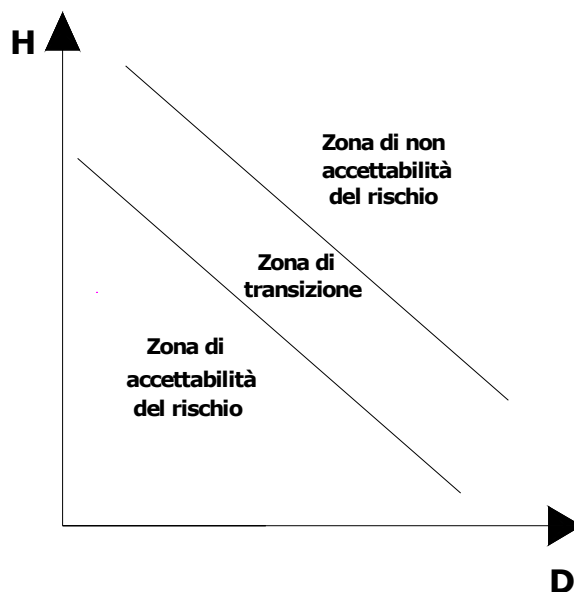


Figura 1.7: Zone di accettabilità del rischio

### 1.4 Misure per la riduzione del rischio

La riduzione del rischio può avvenire mediante l'adozione di misure di prevenzione atte a ridurre la probabilità del verificarsi dell'evento atteso e/o misure di mitigazione del danno associabile ad un dato evento.

È bene sottolineare come i termini prevenzione e mitigazione, spesso usati come sinonimi, abbiano in realtà significati diversi: la prevenzione consiste in tutte le attività volte ad evitare che un evento o un'emergenza si verifichino, mentre la mitigazione consiste in tutte le attività volte a ridurre la severità dei danni materiali e umani causati da un evento (Figura 1.8).

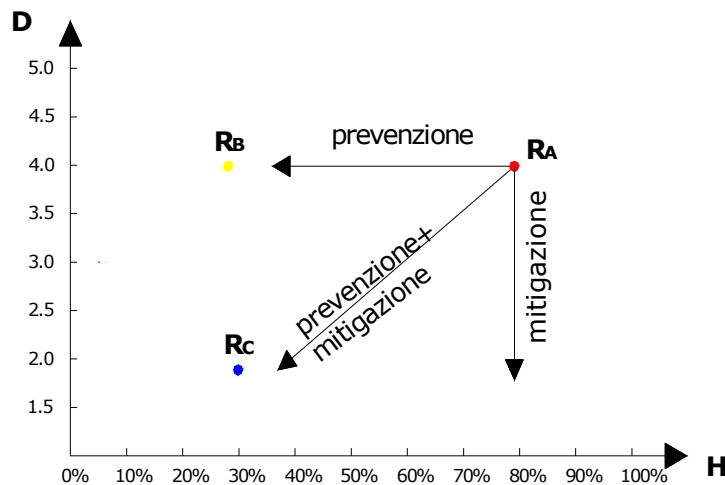


Figura 1.8: Azioni correttive per la riduzione del rischio

Le misure di prevenzione volte alla riduzione della pericolosità si attuano con interventi in genere molto costosi e, quindi, giustificabili solo in condizioni di rischio eccezionale (centri abitati, beni monumentali).

La pericolosità delle frane può essere ridotta, per esempio, mediante interventi di stabilizzazione. La stabilizzazione di una frana può realizzarsi attraverso la riduzione delle forze destabilizzanti (es. sagomatura o gradonatura) o l'incremento di quelle resistenti (drenaggio, trattamento chimico-termico, iniezioni di cemento, chiodature, tiranti, gabbionate, muri di sostegno, palificate, ecc.).

Purtroppo, la riduzione della pericolosità non è possibile per tutti i tipi di eventi, si pensi ad esempio all'evento sismico. In questi casi, sono possibili soltanto interventi

di mitigazione mirati all'introduzione di misure volte a diminuire la vulnerabilità e l'esposizione degli elementi a rischio. Si può diminuire la vulnerabilità degli edifici mediante interventi sugli edifici stessi, come la ristrutturazione degli edifici secondo criteri di consolidamento delle strutture portanti allo scopo di mitigare il rischio da frana, oppure l'adeguamento alla normativa vigente di edifici che sorgono in zone classificate come sismiche.

È interessante sottolineare come, intervenendo sugli edifici si diminuisce non solo la loro vulnerabilità, ma anche la vulnerabilità dell'uomo: rendendo più sicure le abitazioni, contro un determinato evento, si rendono più sicure anche le persone che risiedono al loro interno. Un altro efficace metodo di riduzione della vulnerabilità dell'uomo può essere rappresentato da un'adeguata informazione della popolazione sui rischi ai quali può essere sottoposta.

Tra le varie tipologie di elementi a rischio, l'elemento a rischio "uomo" si differenzia, oltre che per il valore maggiore della sua esposizione, per il fatto che non è statico e, quindi, si può muovere. Ciò permette di ridurre l'esposizione, per esempio, mediante l'elaborazione di piani di evacuazione, i quali permettono di diminuire il tempo nel quale l'uomo è esposto ad un evento.

Gli interventi di mitigazione di tipo non strutturale, di cui i piani di evacuazione costituiscono un esempio, possono essere visti come diretta conseguenza dell'elaborazione dei sistemi di previsione e di preannuncio e, poiché presentano un costo relativamente ridotto, devono essere in ogni caso promossi nelle zone a rischio elevato.

La previsione è finalizzata ad individuare, per assegnate tipologie di rischio, le aree vulnerabili e, all'interno di queste, gli elementi a rischio e la loro vulnerabilità in modo da pervenire, nota che sia la pericolosità dell'evento, ad una stima del rischio su un prefissato orizzonte temporale. La previsione è, quindi, un'azione di tipo conoscitivo che deve fornire un quadro accurato e preciso delle aree vulnerabili e del rischio al quale sono sottoposte le persone ed i beni in essi presenti.

Con il termine preannuncio s'intende la procedura che, attraverso l'osservazione di precursori di evento, permette di indicare, con un margine di errore accettabile, la probabilità che in un orizzonte temporale ristretto (ore, giorni) si verifichi l'evento temuto. Il preannuncio ha dunque uno scopo differente da quello della previsione che si limita ad individuare tipologie e localizzazione dell'evento e prescinde dal tempo di accadimento.

La riduzione dell'esposizione si attua in sede di pianificazione territoriale e di normativa, programmando piani di evacuazione di aree a rischio, limitazioni d'uso dei territori che presentino situazioni di rischio e pericolosità elevati e una definizione di uso del suolo più adatto per le aree ad alta pericolosità.

E'importante, inoltre, stimolare la diffusione di una filosofia della manutenzione del territorio e degli abitati come uno degli elementi strategici di messa in sicurezza degli abitati e delle aree inedificate. Il rischio, infatti, non può essere considerato solo nella parte dei fattori fisici e geologici, delle componenti biologiche, dell'interazione tra suolo e la vegetazione: la componente sociale ed economica dell'uso e della trasformazione del suolo sono elementi altrettanto importanti e determinanti. Sotto questo profilo, quindi, l'incentivazione ad un corretto uso agricolo del suolo può costituire, a tempi medio-lunghi, un modo per ridurre sensibilmente i costi derivanti dal ripristino dei danni, soprattutto nel campo del rischio da esondazione e da frana.

#### **1.4.1 L'informazione alla popolazione**

L'informazione alla popolazione riveste un ruolo fondamentale nell'ambito della mitigazione dei rischi. E' importante, infatti, che si sviluppi una cultura della convivenza con il rischio di fenomeni naturali come già accade per altre situazioni di rischio e che questa si formi già a partire dall'infanzia, organizzando incontri tra esperti e le scuole.

Le attività informative devono essere finalizzate a determinare comportamenti di autoprotezione che la popolazione stessa deve attuare nel caso si verifichi un determinato evento. L'attuazione di comportamenti di autoprotezione costituisce, per esempio, l'unico strumento efficace che deve essere adottato laddove, rispetto alle caratteristiche ambientali (bacini di ridotte dimensioni), al passaggio di una perturbazione meteorologica, si verifica un'inondazione senza alcuna possibilità di predisporre efficaci sistemi di preannuncio. Tali eventi possono, infatti, verificarsi in conseguenza di scrosci intensi anche molto localizzati con tempi di sviluppo molto rapidi e quindi con ridotti margini di prevedibilità.

Il rischio deve essere, quindi, reinserito nella realtà psicologica che attiene alla popolazione umana, e dal momento che ognuno di noi, ancestralmente, se non è preparato reagisce in maniera primitiva secondo la propria immediata percezione e non secondo logica, è importante capire come si forma la percezione e le modalità attraverso cui si può comunicare una percezione corretta e un corretto comportamento. Le variabili che influiscono sulla percezione possono essere di tipo oggettivo (grado di scolarità, appartenenza geografica, aree culturali, ecc.) oppure di tipo soggettivo (diversa percezione sensoriale, diversità esperienziale, caratteriale, ecc.). Inoltre, la variabilità della percezione deriva dalle modalità comunicative con cui si è stati a contatto e dalla struttura stessa del linguaggio che

è, ad un tempo, strumento perpetuatore di forme mentali e strumento normativo. Qualsiasi piano base di comunicazione prevede uno studio preliminare sulla percezione del rischio di quella particolare popolazione: su tale percezione va innestato il messaggio. I contenuti possono essere divisi in tre parti: comunicazione propedeutica, comunicazione preventiva, comunicazione in stato di crisi.

La *comunicazione propedeutica* è quel processo che, con estrema chiarezza, puntualità e capacità di arrivare al maggior numero di persone, deve rendere noto, in periodi di pace, come è organizzato il sistema di protezione (civile, aziendale, locale, nazionale, ecc.) e quali sono le persone a cui rivolgersi per avere informazioni.

La *comunicazione preventiva* è simile alla comunicazione propedeutica ma, invece di informare sugli enti, sulle persone di cui sono composti, si occupa di informare la popolazione, sempre in periodi di pace, su cosa vuol dire trovarsi di fronte ad un'emergenza, attraverso l'indicazione dei possibili rischi, delle aree che potrebbero essere coinvolte, delle conseguenze potenziali e delle procedure di comportamento da tenere per evitare o minimizzare tali conseguenze.

La *comunicazione in situazioni di crisi* deve chiarire cos'è accaduto, illustrando cosa l'evento ha provocato o cosa può provocare, quanto può durare, dove, chi può coinvolgere. Deve, inoltre, informare sulle direttive (cosa si deve fare, chi lo deve fare, come, dove e quando) e chiarire i provvedimenti in atto (come e se si sta operando, di quali risorse si dispone, quali sono gli interventi immediati).

Oltre a sviluppare attività informative di carattere generale è, inoltre, indispensabile effettuare esercitazioni periodiche di agglomerati significativi.

#### **1.4.2 Sistemi di monitoraggio ed allarme**

Il monitoraggio degli eventi consiste nel controllo continuo o periodico dei fenomeni in atto. I sistemi indirizzati al monitoraggio geo-ambientale riguardano principalmente:

- sistemi di monitoraggio nivo-meteorologici e idrometrici;
- controllo e gestione di zone instabili connesse a movimenti franosi;
- sistemi di monitoraggio sismico;
- sistemi di controllo degli inquinamenti.

I sistemi di monitoraggio in questione si basano essenzialmente sull'acquisizione di dati in tempo reale; sono composti da stazioni periferiche dotate di sensori, da una centrale per l'acquisizione e la gestione dei dati, da un'intelligenza centrale, in senso umano o informatico, che operi una sintesi ed effettui una valutazione.



## 1.5 La classificazione dei rischi

In base ai dati disponibili in letteratura, i vari tipi di rischi (complessivamente 34) vengono classificati, in primo luogo, in base alla natura dell'evento che minaccia gli elementi a rischio, individuando due categorie principali:

- *rischi naturali*, ovvero legati a processi naturali che, per l'irregolarità e le dimensioni delle loro manifestazioni, minacciano l'esistenza dell'uomo e le sue attività e, quindi, limitano la possibilità di sfruttare le risorse ambientali ed esercitano un'azione pregiudizievole sui sistemi ecologici;
- *rischi antropici*, ovvero legati a situazioni artificiali, dovute ad iniziative e attività dell'uomo, che sottopongono gruppi umani a minacce di inquinamento, guasti delle comunicazioni, problemi generali di sicurezze e incolumità.

È importante precisare che la definizione di "rischio naturale" non significa né che l'uomo non abbia in essi alcuna responsabilità, né che non siano possibili interventi per limitarne i danni. Si può dire soltanto che, sebbene l'intervento umano possa certamente influire, talvolta anche in modo determinante, nell'innescare fenomeni naturali o nell'aggravarne le conseguenze, i fattori naturali restano certamente quelli di maggior peso per quanto riguarda l'origine dei rischi naturali.

Tutti gli altri rischi sono, per contro, sempre, o almeno con maggior frequenza, imputabili all'antropizzazione dell'ambiente e al cattivo uso delle risorse naturali.

La distinzione nelle due categorie riveste una notevole importanza nella distribuzione spaziale del rischio e, conseguentemente, nella predisposizione delle strategie per la sua riduzione.

All'interno di tali categorie è possibile operare un'ulteriore suddivisione sulla base delle cause che provocano un determinato rischio (ad esempio, rischio sismico) oppure delle componenti dell'ecosistema umano che possono subire danno (ad esempio, rischio sanitario, rischio sociale).

A partire da queste premesse generali, nel territorio italiano si possono individuare, o risultano potenzialmente individuabili, le seguenti tipologie di rischio:

RISCHI NATURALI:

*Rischio sismico*

*Rischio idrogeologico*

*Rischio vulcanico*

RISCHI ANTROPICI:

*Rischio tecnologico:*

Rischio chimico- industriale (incendio/esplosione; rilascio sostanze inquinanti o tossiche)

Rischio viabilità e trasporti

Rischio incendio urbano

Rischio inquinamento (atmosferico; di fonti idriche; da reflui)

Rischio nucleare (rilascio radioattività)

*Rischio incendi boschivi*

*Rischio sanitario*

Nei capitoli successivi del presente lavoro, si illustreranno le caratteristiche peculiari dei rischi naturali e antropici più ricorrenti sul territorio italiano: nel capitolo 2 si parlerà del rischio sismico e del rischio idrogeologico, mentre, nel capitolo 3, si affronteranno il rischio chimico-industriale e il rischio di incendi boschivi.



## Capitolo 2

### ***I rischi naturali***

---

*Nel presente capitolo si analizzeranno le due tipologie di rischi naturali più diffuse sul territorio italiano: il rischio sismico e il rischio idrogeologico.*

*In particolare, si illustreranno dei criteri utili a stimare le principali variabili connesse con la valutazione di tali rischi, ossia gli eventi con la loro pericolosità e la loro intensità e gli elementi a rischio con la loro vulnerabilità ed esposizione agli eventi stessi. Si descriveranno, inoltre, le diverse attività che possono intervenire nella riduzione dei rischi suddetti.*

*Si è deciso di considerare le frane come eventi primari e di trattarle quindi tra gli eventi idrogeologici, tralasciando di descrivere il caso, già affrontato nel capitolo precedente, in cui esse vengano causate da un sisma e costituiscano, pertanto, un evento secondario.*

## 2.1 Il rischio sismico

Il rischio sismico si definisce come l'insieme dei possibili danni che un terremoto può provocare, in un determinato intervallo di tempo e in una determinata area, in relazione alla sua probabilità di accadimento ed al relativo grado di severità.

### 2.1.1 L'evento sismico

La severità di un sisma si può valutare in due modi:

- attraverso la magnitudo: si misura l'energia sprigionata da un terremoto utilizzando i dati registrati da opportuni strumenti detti sismogrammi. Su tale concetto si basa la scala introdotta intorno al 1930 dal sismologo americano Charles Richter (Tabella 2.1).
- attraverso l'intensità: si misurano le conseguenze sull'uomo, sulle costruzioni e sull'ambiente. Tali effetti sono suddivisi in vari livelli, secondo la scala introdotta dal sismologo Giuseppe Mercalli all'inizio del 900 (Tabella 2.2).

E' interessante sottolineare come la precedente definizione di intensità sia assimilabile a quella di danno illustrata nella teoria del rischio (paragrafo 1.1.4); tuttavia, nella definizione di intensità sismica si prescinde dalla vulnerabilità degli elementi a rischio.

Livello	Caratteristiche
0	Sisma molto lieve
2,5÷3	Scossa avvertita solo nelle immediate vicinanze
4-5	Può causare danni localmente
5	L'energia sprigionata è pari a quella della bomba atomica lanciata su Hiroshima nel 1945
6	Sisma distruttivo in un'area ristretta 10 Km <sup>2</sup> di raggio
7	Sisma distruttivo in un'area di oltre 30 Km <sup>2</sup> di raggio
7-8	Grande terremoto distruttivo magnitudo del terremoto di S. Francisco del 1906
8,4	Vicino al massimo noto energia sprigionata dalle scosse $2 \times 10^{25}$ ergs
8,6	Massimo valore di magnitudo noto, osservato tra il 1900 e il 1950, l'energia prodotta dal sisma è tre milioni di volte superiore a quella della prima bomba atomica lanciata su Hiroshima nel 1945

Tabella 2.1: La Scala Richter

<b>Livello</b>	<b>Effetto</b>	<b>Definizione</b>
I	Strumentale	Sisma molto lieve non percepito dalle persone, ma solo dagli strumenti.
II	Leggerissima	Percepito da persone in riposo nei piani superiori delle case o solo nelle immediate vicinanze.
III	Leggera	Percepito nelle case con oscillazione di oggetti appesi vibrazioni simili al passaggio di autocarri leggeri .
IV	Mediocre	Oscillazione di oggetti appesi, movimento di porte e finestre, tintinnio di vetri, vibrazione di vasellami.
V	Forte	Spostamento o rovesciamento di piccoli oggetti instabili, movimento di imposte e quadri, sveglia di persone dormienti, fermata, avviamento, cambiamento del passo di orologi a pendolo.
VI	Molto forte	Rottura di vetri, piatti, vetrerie, caduta dagli scaffali di libri ed oggetti, spostamento di mobili, barcollare di persone in moto screpolature di intonaci deboli .Sisma distruttivo su un' area > 20 Km <sup>2</sup>
VII	Fortissima	Tremolio di oggetti sospesi, difficile stare in piedi, rotture di mobili. Danni alle murature, rotture di comignoli deboli situati sui tetti. Caduta di intonaci, mattoni, pietre, tegole, cornicioni. Formazione di onde sugli specchi d'acqua. Piccoli smottamenti e scavernamenti in depositi di sabbia e ghiaia. Forte suono di campane. Risentito dai guidatori di automezzi.
VIII	Rovinoso	Danni a murature, crolli parziali. Caduta di stucchi e di alcune pareti in muratura. Rotazione e caduta di camini, monumenti, torri, serbatoi elevati. Risentito nella guida di automezzi, rottura di rami di alberi, variazioni di portata o temperatura di sorgenti o pozzi. Crepacci nel terreno e sui pendii ripidi.
IX	Disastrosa	Panico generale, distruzione di murature, gravi danni ai serbatoi, rottura di tubazioni sotterranee, rilevanti crepacci nel terreno.
X	Distruttrice	Distruzione di gran parte delle murature e delle strutture in legname, con le relative fondazioni. Distruzione di alcune robuste strutture in legname e di ponti, gravi danni a dighe, briglie, argini, gran di frane. Traslazione orizzontale di sabbie e argille sulle spiagge e su regioni piane. Rotaie debolmente deviate.
XI	Catastrofica	Rotaie fortemente deviate, tubazioni sotterranee completamente fuori servizio.
XII	Ultracatastrofica	Distruzione pressoché totale. Spostamento di grandi masse rocciose. Linee di riferimento deformate, oggetti lanciati in aria.

Tabella 2.2: La Scala Mercalli

### **La pericolosità sismica**

I terremoti risultano ancora annoverati tra gli eventi non prevedibili. L'unico approccio attualmente possibile è basato sulla previsione statistica, ossia non sulla connessione certa tra precursore ed evento, bensì sulla quantificazione della probabilità di accadimento dell'evento in funzione di alcune predefinite evidenze. In base alla serie storica degli eventi e alle caratteristiche sismogenetiche del territorio, è, pertanto, possibile operare una classificazione delle varie zone in base alla loro pericolosità sismica, cioè alla probabilità che, in un certo intervallo di tempo, siano interessate da terremoti in grado di produrre danni. I criteri utilizzati per la quantificazione della pericolosità sismica e la conseguente classificazione delle varie zone, saranno illustrati dettagliatamente nel paragrafo 2.1.4.

La pericolosità sismica dipende dal tipo di terremoto, dai terremoti storici, dalla distanza tra l'epicentro e la località interessata, dall'intervallo di tempo che in genere separa un evento dal successivo, ma soprattutto dalle condizioni geomorfologiche dell'area in esame. L'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra, infatti, che le azioni sismiche possono assumere, anche a distanze di poche decine di metri, caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie). Una descrizione dettagliata della geologia locale e della morfologia della zona, corredata da prove geofisiche e geotecniche tendenti a stabilire le proprietà elastiche delle varie rocce, permette di valutare le diversità di risposta sismica: questo è quanto si ricava dalle mappe di microzonazione. Poter disporre di mappe di microzonazione è fondamentale perché, generalmente, le varie classificazioni sismiche considerano come riferimento i comuni, ma è noto che all'interno di uno stesso comune le realtà possono essere ben diverse, pertanto, anche in comuni che appartengono alla stessa categoria sismica si possono verificare in realtà situazioni molto diverse tra loro. Per esempio in un comune, a seguito di un rilevamento geologico di dettaglio in prospettiva sismica, si potrebbe scoprire la presenza di movimenti franosi in atto o potenziali che potrebbero essere innescati da un terremoto (pericolosità indotta) e, quindi, in tale comune le conseguenze dovute ad un terremoto sarebbero molto più gravi rispetto a quelle che si potrebbero riscontrare in un altro comune che, pur appartenendo alla stessa categoria sismica, non presenta la possibilità che tali eventi secondari si manifestino. Purtroppo non sempre è possibile disporre di tali mappe di microzonazione, pertanto, per avere una stima della pericolosità sismica ci si affida alla mappa di classificazione sismica vigente del territorio italiano,

derivata dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e redatta secondo i criteri esposti al paragrafo 2.1.4.

### ***La vulnerabilità sismica***

La vulnerabilità sismica è la propensione di un elemento a rischio a subire danni a causa di una scossa sismica e dipende dall'intensità del sisma e dalla tipologia degli elementi a rischio.

Se si considera la tipologia di elementi a rischio "edifici", per esempio, la vulnerabilità dipende dalla loro capacità di resistenza al sisma e quindi, dal loro stato di manutenzione, dai materiali adoperati per la costruzione, dalle caratteristiche costruttive, dal tipo di collegamenti tra gli elementi strutturali e dalla loro anzianità. Si può, infatti, ragionevolmente supporre che edifici di vecchia data non sottoposti ad interventi di adeguamento antisismico possano crollare più facilmente di edifici di nuova costruzione edificati in ottemperanza delle normative vigenti.

### ***I danni potenziali***

I principali danni diretti che si possono riscontrare a seguito di un sisma sono: danni alle persone (morti, invalidi, feriti), danni agli edifici e ai beni in essi contenuti, alle infrastrutture, modificazione dell'ambiente fisico.

I danni indiretti più comuni sono: la perdita dell'abitazione, la cessazione o il rallentamento dell'attività produttiva, la disfunzione nell'erogazione dei servizi, la disoccupazione, modifiche dell'andamento demografico, l'esaurimento delle risorse della società, modificazioni del sistema produttivo.

Naturalmente per ogni caso specifico si dovrà costruire un elenco ad hoc dei danni potenziali, valutando quelli che realmente si possono manifestare e se, quindi, il livello di rischio associato a tale danno sia accettabile o meno. Nel caso in cui si ritenga che il rischio non sia accettabile, si devono predisporre opportuni interventi di mitigazione finalizzati alla riduzione del rischio stesso.



### **2.1.2 Misure per la riduzione del rischio sismico**

I terremoti sono eventi ricorrenti sul territorio italiano e ancora non prevedibili, quindi, non si può pensare di eliminare totalmente il rischio sismico attraverso attività di prevenzione volte a ridurre la pericolosità, ma solo di ridurlo mediante interventi di mitigazione volti a diminuire la vulnerabilità e l'esposizione degli elementi a rischio.

La vulnerabilità sismica degli edifici può essere ridotta rendendo le strutture più resistenti al sisma. Ciò è possibile, nel caso di nuove costruzioni, adottando le modalità costruttive previste dalle normative nazionali antisismiche vigenti e dalle disposizioni regionali per le zone sismiche e nel caso di edifici con anzianità costruttiva, predisponendo interventi di adeguamento alle normative antisismiche.

Va notato, tuttavia, che l'applicazione della vigente normativa sismica, che fa sostanzialmente riferimento solo alle nuove costruzioni ed è basata sull'attuale classificazione sismica del territorio nazionale, può considerarsi solo parte di una più articolata ed incisiva politica di mitigazione degli effetti di un sisma sul territorio.

Un importante contributo alla riduzione della vulnerabilità è data dal monitoraggio dei fenomeni sismici perché consente, al verificarsi di un evento sismico, di acquisire i dati rilevati e fornire una prima localizzazione dell'evento utile per le applicazioni in tempo reale di Protezione Civile. I dati rilevati vengono poi quotidianamente validati, processati ed elaborati al fine di certificare l'informazione: di ogni evento vengono visualizzate le coordinate geografiche dell'epicentro, il comune più prossimo, la profondità e la magnitudine. Tali informazioni vengono archiviate in una banca dati che costituisce il catalogo regionale dei terremoti.

La riduzione della vulnerabilità è possibile anche tramite l'informazione e la preparazione del pubblico e del personale operante nel soccorso e nella Protezione Civile, attraverso l'organizzazione di corsi ed informative sui comportamenti da tenersi in caso di evento, campagne di esercitazioni di Protezione Civile con simulazione dell'evento, organizzazione delle associazioni di volontariato.

Per ridurre l'esposizione, si può organizzare l'evacuazione delle popolazioni che si trovano in edifici resi pericolanti da una prima scossa sismica e il loro trasferimento in centri di accoglienza. E', quindi, necessario che tali centri di accoglienza, nei quali possano trovare ricovero le persone che a seguito del sisma non possano disporre, anche temporaneamente, della propria abitazione, siano individuati sul territorio già "in tempo di pace" per evitare di farsi cogliere impreparati e perdere tempo prezioso nell'emergenza.

Nell'isola di Stromboli sono stati predisposti particolari piani di evacuazione allo scopo di ridurre l'esposizione della popolazione nel caso in cui, a seguito di un

sisma, si verifichi uno tsunami. Tsunami è un termine giapponese che significa "onda del porto" e indica una serie di onde che possono essere generate, oltre che da un sisma, da eventi quali eruzioni vulcaniche sottomarine o frane a mare. Il suo approssimarsi può essere talvolta preannunciato da significativi abbassamenti o innalzamenti del livello del mare. Nell'isola di Stromboli è stata, perciò, elaborata una mappa in cui sono stati indicati, mediante opportuna segnaletica, i tragitti che devono essere percorsi per mettersi al sicuro e le aree d'attesa dove ricevere assistenza, nel caso in cui il suono di una sirena segnali il pericolo imminente. I suddetti tragitti mirano ad allontanare la popolazione dalle zone costiere e a spingerla verso altitudini superiori.

In Figura 2.3 si riporta la mappa con i percorsi da seguire per raggiungere le zone sicure, indicate in verde. In rosso, viceversa, sono indicate le posizioni delle sirene d'allarme.



Figura 2.3: Mappa delle zone di sicurezza sull'Isola di Stromboli.  
Fonte: Dipartimento della Protezione Civile

### **2.1.3 Storia della classificazione sismica del territorio nazionale: dal Regio Decreto 18 aprile 1909 n 193 all'Ordinanza del PCM 20 marzo 2003 n. 3274**

Il 1909 è la data che segna il punto di partenza nella storia della classificazione sismica del territorio nazionale: il catastrofico terremoto che il 28 dicembre 1908 colpì Reggio Calabria e Messina spinse lo Stato ad impegnarsi decisamente nella prevenzione dei terremoti attraverso l'azione congiunta della classificazione del territorio e di speciali regole da rispettare nelle costruzioni. Fu così emanato il Regio Decreto 18 aprile 1909 n.193 che elencava qualche centinaio di Comuni in Sicilia e Calabria nei quali era posto l'obbligo di rispettare le norme tecniche, espresse dallo stesso Regio Decreto, per l'edificazione delle nuove costruzioni e per la riparazione di quelle danneggiate. A partire da quel Regio Decreto, si inaugurò la classificazione e si avviò la produzione di normativa sismica che avrebbe in seguito recepito negli aggiornamenti l'avvento di nuove tecniche costruttive e lo svilupparsi dello "stato dell'arte" nella scienza e tecnica delle costruzioni.

Vale la pena di ricordare il Regio Decreto n. 431 del 1927, con il quale le località precedentemente colpite da terremoti vennero distinte in due categorie sismiche a differente pericolosità (la I e la II) in relazione "al loro grado di sismicità e alla loro costituzione geologica" e il Regio Decreto n. 640 del 1935 che, con l'emanazione di specifiche direttive tecniche e con l'obbligo per i Comuni di approntare propri regolamenti edilizi, rappresentò per diversi aspetti un deciso passo avanti. La mappa sismica d'Italia di quegli anni non era altro, quindi, che la mappa dei territori colpiti dai forti terremoti avvenuti dopo il 1908.

L'evoluzione della normativa sismica ha avuto un notevole sviluppo negli ultimi 30 anni: nel settore della classificazione, il cambiamento decisivo è avvenuto con la Legge del 2 febbraio 1974 n°64, la quale stabilisce che la classificazione sismica del territorio italiano deve procedere sulla base di comprovate motivazioni tecnico-scientifiche. La stessa legge fissa, inoltre, i principi generali delle norme tecniche da rispettare nella realizzazione di costruzioni ricadenti in zona sismica e prevede l'emanazione di decreti successivi inerenti all'aggiornamento delle norme tecniche e dell'elenco dei Comuni ricadenti in aree sismiche. In base a tali decreti i comuni sono stati divisi in tre categorie sismiche caratterizzate da tre diversi valori del Grado di sismicità (S): la prima categoria (S=12) comprende i comuni ad alta sismicità, la seconda categoria (S=9) quelli a media sismicità, la terza (S=6) quelli a bassa sismicità.

Nel 1980, a seguito del terremoto che ha colpito l'Irpinia, Il Progetto Finalizzato Geodinamica del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ha realizzato una serie di carte di "scuotibilità" con l'obiettivo di classificare tutti i comuni con una pericolosità

sismica maggiore o uguale a quella dei comuni già classificati. Tale proposta si basava, per la prima volta, su parametri quantitativi definiti in modo omogeneo per tutto il territorio nazionale (scuotibilità e massima intensità risentita) con l'integrazione di alcuni elementi sismotettonici. Utilizzando le carte del CNR, il Ministero dei Lavori Pubblici, tra il 1981 e il 1984, ha emanato una serie di decreti con i quali sono stati ridisegnati i limiti della classificazione sismica. La mappa delle zone sismiche, così ottenuta, non è stata più aggiornata dal 1984 al 2003, anche se in quel periodo di tempo le conoscenze scientifiche si sono notevolmente evolute portando a numerose proposte di riclassificazione.

Nel 1996, si è concretizzata una delle prime azioni finalizzate alla predisposizione di un Programma nazionale di previsione e prevenzione del rischio sismico con la realizzazione, da parte del Servizio Sismico Nazionale (SSN), di una Carta del Rischio sismico del territorio nazionale in cui, per la prima volta, sono state stimate le perdite attese in termini di popolazione e di patrimonio abitativo. Tale carta, mai pubblicata, è servita da base per la predisposizione di una graduatoria di rischio dei comuni italiani necessaria al varo di una prima iniziativa a sostegno dell'intervento di miglioramento delle caratteristiche di resistenza degli edifici privati nei confronti del terremoto, prevista dalla legge finanziaria del 1997 (L. 449/97).

L'azione immediatamente successiva alla redazione Carta del Rischio sismico del 1996 è stata la predisposizione di un nuovo impianto per la classificazione sismica del territorio. Una delle anomalie, ormai certificata in diversi contesti scientifici e a vari livelli istituzionali, da cui è tuttora affetta la normativa italiana, è costituita dalla attuale classificazione sismica risultante dalla stratificazione storica dei terremoti dell'ultimo secolo, dalle politiche di intervento economico straordinario e dal compromesso scientifico per sanare inaccettabili incoerenze.

Nel 1997 la Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi, considerando i notevoli sviluppi delle conoscenze sulla sismicità del territorio italiano degli ultimi 20 anni, ha incaricato il Servizio Sismico Nazionale di costituire un Gruppo di lavoro per la formulazione di una proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano che non tenesse conto dell'eredità storica sulla normativa, ma unicamente delle conoscenze scientifiche. Il Gruppo di lavoro, costituito da esperti nei settori dell'ingegneria sismica, della geofisica e della geologia, ha concluso la sua attività con una proposta di riclassificazione, frutto della definizione di criteri, indirizzi e metodologie, applicati alle basi conoscitive disponibili e riutilizzabili ai fini di un aggiornamento. Tale studio, denominato "Proposta 98", approvato dalla Commissione Grandi Rischi e presentato ai tecnici provinciali e regionali nel corso di un apposito seminario tenutosi presso il centro polifunzionale della Protezione Civile, è stato trasmesso al Ministro dei lavori pubblici e successivamente pubblicato

(Gruppo di lavoro 1999). La metodologia utilizzata per la realizzazione della "Proposta 98" è basata su tre indicatori di pericolosità sismica:

- l'intensità spettrale di Housner, grandezza misurata in cm, definita come l'area sottesa dallo spettro di risposta di pseudo-velocità in un prefissato intervallo di frequenze e correlabile all'energia che viene dissipata nelle strutture durante un terremoto;
- la massima accelerazione attesa al suolo (PGA);
- la massima intensità macrosismica ( $I_{max}$ ) risentita storicamente in ciascun comune.

I valori di soglia dei suddetti indicatori, utilizzati per l'inserimento dei comuni in una delle tre categorie sismiche previste dalla vigente normativa (DM 16/1/96), sono stati ricavati dalle rispettive distribuzioni statistiche e da successive verifiche miranti a fornire risultati coerenti con quelli impliciti nell'attuale classificazione ed in linea con gli orientamenti europei.

Dopo il 1998 il Servizio Sismico Nazionale ha curato la realizzazione di una nuova Carta di Pericolosità sismica. Tale aggiornamento risultava indispensabile poiché, sia per la realizzazione della Carta di Rischio sismico (1996), che per la proposta di nuova classificazione (1998), erano state utilizzate due diverse carte di pericolosità, prodotte rispettivamente dal Servizio Sismico Nazionale e dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT). Agli inizi del 2000, un apposito gruppo di lavoro costituito da membri del Servizio Sismico Nazionale e del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, ha prodotto nuove Carte di Pericolosità sismica, andando ad analizzare e confrontare i percorsi metodologici precedentemente utilizzati e rivisitando criticamente le scelte fatte in precedenza, anche al fine di identificare e quantificare tutti gli elementi di incertezza propri di questo tipo di elaborati. La disponibilità di una nuova Carta di Pericolosità sismica "unificata" ha reso necessario l'aggiornamento di tutti gli elaborati precedentemente prodotti che la utilizzavano come base di partenza. Tale aggiornamento è determinato non solo dalla disponibilità di nuove mappe di pericolosità, ma anche dall'introduzione di nuove matrici di probabilità di danno e nuove curve di fragilità sia in termini di intensità macrosismica che di parametri di moto del terreno. La metodologia utilizzata per la realizzazione della Riclassificazione sismica 2000 è analoga a quella adoperata per la classificazione del 1998: è basata, infatti, sugli stessi indicatori di pericolosità sismica.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", si è arrivati ad una significativa razionalizzazione del processo di individuazione delle

“zone sismiche”. L’Ordinanza è nata dalla necessità di dare una risposta rapida ed integrata alle esigenze imposte dal rischio sismico, una risposta che non poteva attendere ulteriormente visto il ripetersi di eventi sismici calamitosi che hanno interessato anche zone classificate non sismiche e che ha consentito di allineare il sistema normativo per le costruzioni in zona sismica al sistema dei codici europei. La competenza in materia di classificazione sismica è stata attribuita, nel rispetto del D.Lgs.112/1998 art.94, alle Regioni, ed è, quindi, previsto che esse provvedano alla formazione e all’aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche, con la possibilità di eventuali definizioni di sottozone, nell’ambito dello stesso comune, differenziate anche in relazione alle caratteristiche geomorfologiche di dettaglio. L’Allegato 1 dell’Ordinanza individua 4 zone sismiche corrispondenti a 4 classi di accelerazione massima del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Le prime tre zone corrispondono, dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74, alle zone di sismicità alta ( $S=12$ ), media ( $S=9$ ) e bassa ( $S=6$ ), mentre la zona 4 è di nuova introduzione ed in essa è data facoltà alle regioni di imporre l’obbligo della progettazione antisismica.

Per la fase di prima applicazione, in attesa che venisse predisposta una nuova mappa nazionale finalizzata al nuovo sistema e redatta secondo i criteri fissati dall’Allegato 1 dell’Ordinanza, è stata adottata come mappa di riferimento provvisoria la mappa prodotta nel 1998 dal Gruppo di Lavoro istituito dal Servizio Sismico Nazionale. Tale mappa, pur essendo concepita nella prospettiva del precedente sistema della classificazione sismica e basata su dati non del tutto aggiornati, suddivideva il territorio in quattro categorie e poteva, in via preliminare, essere interpretata nei termini delle quattro classi di accelerazione massima del suolo definite dall’Allegato 1. La mappa è stata adottata con alcune precisazioni che fanno sì che i comuni già classificati prima dell’Ordinanza non possano essere assegnati ad una zona di pericolosità inferiore. E’ bene osservare, comunque, che la coincidenza fra il numero di categorie del precedente sistema (“classificazione sismica”) e il numero di zone previste dall’Ordinanza non deve incoraggiare a stabilire un parallelismo eccessivo fra mappe relative a sistemi che sottendono livelli di protezione sismica differenti. Basti ricordare, ad esempio, che la quarta categoria precedente non richiedeva alcun intervento antisismico, mentre la quarta zona attuale lo richiede, sia pure in modo semplificato.

La nuova classificazione nazionale di riferimento e i criteri che ne hanno guidato la redazione sono illustrati nel paragrafo seguente.

#### **2.1.4 Criteri per la redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 20 Marzo 2003 n. 3274, Allegato 1**

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, raccogliendo l'auspicio della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, ha promosso, nel luglio 2003, la redazione di una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, coinvolgendo nella sua redazione, esperti del mondo scientifico oltre che propri ricercatori.

Per l'elaborazione della mappa, è stato convenuto di adottare metodi consolidati di uso comune a livello mondiale per le valutazioni di pericolosità sismica a scopi di normativa sismica (come il metodo "Cornell"), in gran parte analoghi a quelli utilizzati per la redazione della mappa del 1998, scelta come riferimento per la fase di prima applicazione, in modo da apportare al quadro in vigore le variazioni indotte prevalentemente dal notevole aggiornamento delle conoscenze sismologiche, piuttosto che dall'adozione di metodologie di calcolo diverse.

La nuova mappa di pericolosità sismica è stata redatta secondo i criteri fissati dall'Ordinanza PCM 20 Marzo 2003 n. 3274, Allegato 1 e, quindi, "in termini di accelerazione massima ( $a_{max}$ ) del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni", riferita a siti su roccia o suolo molto rigido.

Le distribuzioni di  $a_{max}$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, sono state valutate con il codice SEISRISK III, utilizzando come dati di ingresso la nuova zonazione sismogenetica ZS9 ed una versione aggiornata del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, detta CPTI2 ed esplorando alcune alternative di carattere prevalentemente epistemico con un approccio ad albero logico.

La zonazione sismogenetica ZS9 nasce da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4, alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. Le zone sismogenetiche (ZS) di ZS9, cioè le zone con comportamento geodinamico e meccanismi di rottura omogenei e in ogni punto della quali si ha la stessa probabilità che si verifichi un terremoto che supera una data soglia di intensità, sono 36 e, quindi, in numero molto inferiore a quelle della precedente zonazione ZS4 che erano ben 80. Questa sensibile diminuzione è avvenuta alla luce della constatazione che in ZS4, per ben 22 ZS su 80, il numero di terremoti che ricadevano in ciascuna ZS era pari o inferiore a 10 eventi. Per risolvere questo problema, per il disegno di ZS9, si è proceduto all'individuazione di fasce geografiche a comportamento cinematico omogeneo e sono state definite ZS abbastanza estese, che in alcune circostanze rappresentano semplicemente un accorpamento di zone contigue di ZS4. ZS9 è corredata, per ogni zona

sismogenetica ZS, da una stima di profondità dei terremoti e del meccanismo di fagliazione prevalente, ossia del meccanismo di fagliazione che ha la massima probabilità di caratterizzare i terremoti futuri. In Figura 2.4 si riporta la zonazione sismogenetica ZS9; è bene, tuttavia, sottolineare come i confini geografici di molte zone sismogenetiche rappresentino il frutto di un compromesso tra numerosi parametri, compromesso necessariamente basato su decisioni di tipo esperto e affetto da un certo margine di incertezza.

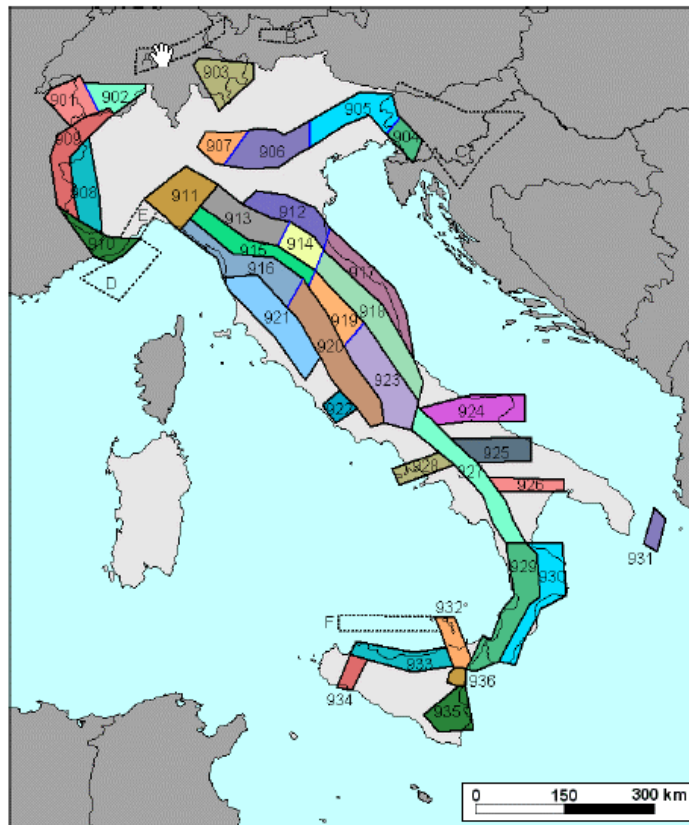


Figura 2.4: Zonazione sismogenetica ZS9

Il catalogo dei terremoti fornisce la distribuzione spazio-temporale degli eventi per ciascuna ZS. Grazie alla nuova versione (CPTI2), realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali resi disponibili a partire dal 1999, è stato possibile, in particolare, ricompilare integralmente la finestra 1981- 1992 e compilare ex novo la finestra 1993- 2002.



Per quanto riguarda i rami dell'albero logico esplorati dal codice SEISRISK III, essi individuano alternative riguardanti: le modalità di valutazione della completezza del catalogo, le modalità di determinazione della magnitudo massima  $M_{max}$ , le modalità di valutazione dei tassi di sismicità e le relazioni di attenuazione del moto del suolo. A ciascun ramo, inoltre, è stato attribuito un determinato peso.

I rami dell'albero logico e i pesi adottati sono elencati in Figura 2.5, per quanto riguarda la loro approfondita illustrazione si rimanda all'Appendice.

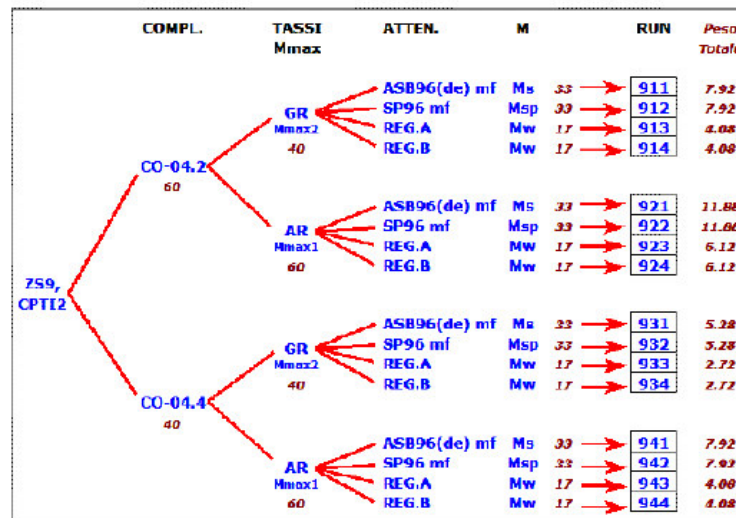


Figura 2.5: Albero logico e relativi pesi utilizzati per la valutazione di  $a_{max}$

Con riferimento ai rami dall'albero logico elencati in precedenza, sono state eseguite 16 valutazioni indipendenti, ottenendo 16 differenti mappe di pericolosità. Di queste mappe sono stati, in seguito, calcolati, utilizzando i pesi previsti, sia la distribuzione della mediana che rappresenta, pertanto, la mappa conclusiva riportata in Figura 2.6, sia la distribuzione dell'ottantaquattresimo percentile che costituisce una misura dell'incertezza.

Come previsto dall'Ordinanza (All.1, 2d), le valutazioni di  $a_{max}$  sono state eseguite su una griglia di punti con passo  $0.05^\circ$ ; i risultati sono stati rappresentati in termini di valori dell'accelerazione di gravità  $g$ , mediante fasce colorate con passo di  $0.025g$ . Per quanto riguarda le aree non comprese nelle zone sismogenetiche individuate dalla ZS9, si ritiene che i valori di  $a_{max}$  ottenuti dal contributo delle zone

sismogenetiche contigue, siano in prima approssimazione, sufficientemente rappresentativi della pericolosità sismica.

Partendo dalla mappa di pericolosità sismica di Figura 2.6, assunta come elaborato di riferimento, si possono individuare le quattro zone sismiche previste dall'Ordinanza PCM 20 Marzo 2003 n. 3274. In particolare, l'Allegato 1 dell'Ordinanza stabilisce che le quattro zone sismiche siano individuate da altrettante classi di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_0/g$ )	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_0/g$ )
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Sulla base della mappa di pericolosità sismica di Figura 2.6 e della tabella precedente, è stato possibile elaborare la nuova mappa di classificazione del territorio nazionale, riportata in Figura 2.7.

L'elemento più significativo della nuova mappa consiste nell'eliminazione della dicotomia tra "zone classificate" e "zone non classificate", che di fatto veniva interpretata come "zone sismiche" e "zone non sismiche": a differenza delle mappe precedenti, infatti, tutti i comuni sono classificati come sismici.

Questo implica che, anche per strutture collocate in zone a pericolosità sismica minore, vengano adottate opportune norme antisismiche.

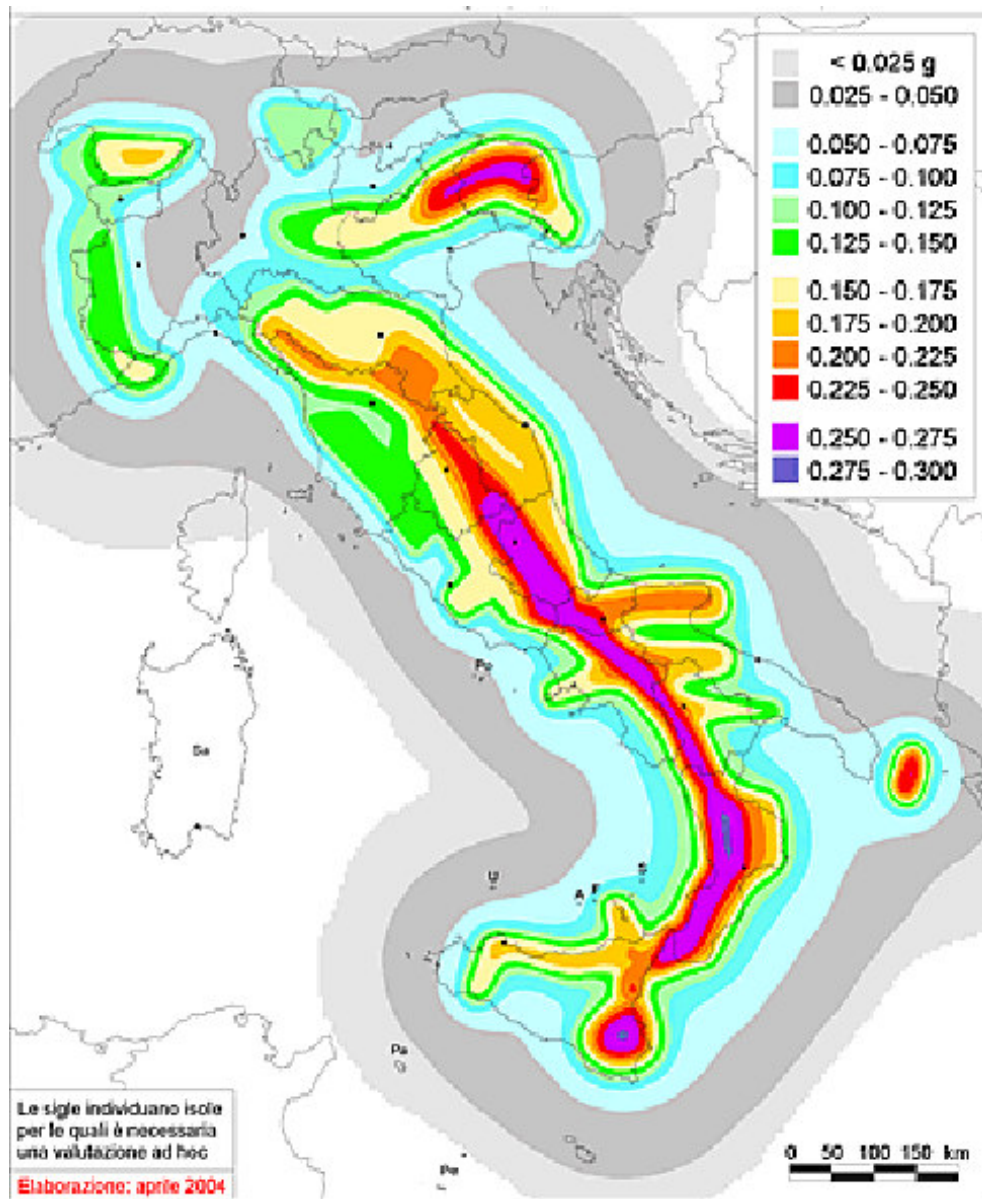


Figura 2.6: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (riferimento: Ordinanza PCM 20 Marzo 2003 n. 3274, All.1)

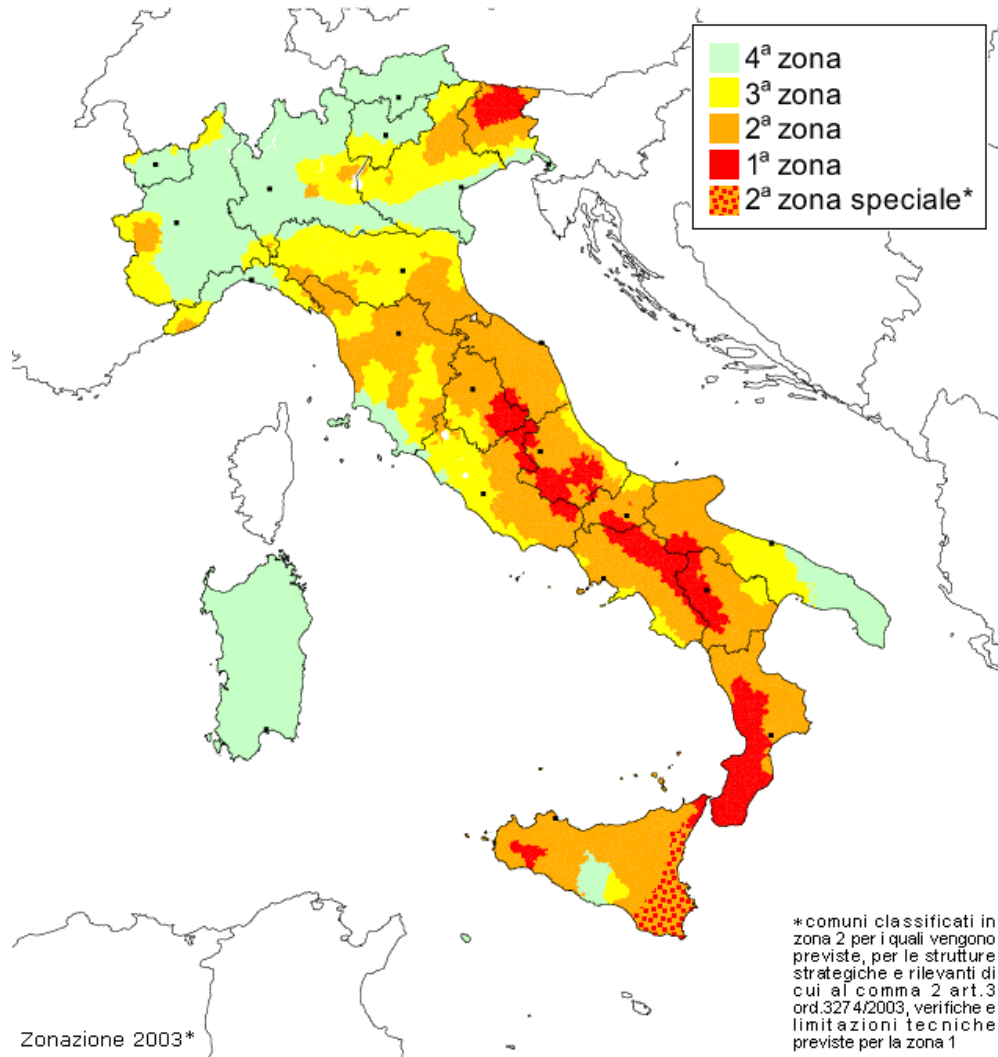


Figura 2.7: Classificazione sismica del territorio italiano in base all'Ordinanza del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n°3274.

## 2.2 Il rischio idrogeologico

Il rischio idrogeologico è legato all'insorgere e al manifestarsi di fenomeni idrogeologici, cioè fenomeni il cui sviluppo è condizionato fondamentalmente dall'acqua, dalle caratteristiche delle rocce e dei terreni e dalle forme del rilievo terrestre e quindi, nell'insieme, dalla storia geologica di una determinata area.

Tra i rischi naturali, il rischio idrogeologico è il più ricorrente e diffuso; il coinvolgimento di estese porzioni di territorio va ricercato, innanzitutto, negli eventi climatici e nei conseguenti effetti sulle opere di regimazione dei corsi d'acqua che l'uomo ha realizzato nel tempo a difesa dei propri insediamenti e sulle zone agricole che hanno mutato caratteristiche di lavorazione e di gestione a seguito dell'industrializzazione agricola.

Un fattore di naturale predisposizione è rappresentato dall'orografia del territorio, caratterizzata da sistemi montuosi formati in tempi geologici relativamente recenti e perciò soggetti ad una continua azione di modellamento dei versanti. È stato, tuttavia, un errato e sovradimensionato uso del territorio quello che ha trasformato il naturale processo di modellazione della superficie terrestre in una calamità naturale. L'occupazione per usi insediativi o attività industriali, lo sviluppo delle vie di comunicazione, un eccessivo disboscamento, pratiche agricole non rispettose degli equilibri naturali hanno contribuito, infatti, ad innescare o accelerare processi di degrado dei versanti già presenti a causa delle caratteristiche climatiche, geologiche e geomorfologiche del territorio.

In Italia, gran parte dell'espansione urbana e della realizzazione delle infrastrutture urbane e territoriali, soprattutto nella seconda metà del XX secolo, è stata attuata senza porre la necessaria attenzione ai caratteri del territorio e dell'ambiente nella loro complessità e nella loro specificità. In particolare, non sono pochi gli interventi (infrastrutture, espansioni urbane, attività produttive), realizzati in aree soggette a rischio idrogeologico anche elevato. Spesso, infatti, le espansioni sono avvenute con una programmazione insufficiente, a volte addirittura assente. Anche le infrastrutture di base finalizzate ad assicurare il rispetto dell'integrità fisica del territorio (reti fognarie, sistemi di regimazione delle acque meteoriche, di approvvigionamento idrico, di viabilità, di smaltimento e trattamento dei rifiuti, di organizzazione delle aree verdi) risultano, il più delle volte, insufficienti sia quantitativamente che qualitativamente. Questa impostazione se da un lato in passato ha occultato i reali costi di produzione dei beni, evitando di far emergere gli oneri indiretti, determina oggi elevatissime spese che tendono a ricadere sulla collettività e che si manifestano in distruzioni e devastazioni di territori e manufatti,

nel degrado diffuso della qualità ambientale di vaste aree del Paese e dei tessuti urbani, senza considerare le conseguenze in termini di vite umane.

Le manifestazioni più tipiche di fenomeni idrogeologici sono costituite dalle frane e dalle alluvioni, seguite dalle erosioni costiere, dalle subsidenze (intese sia come lenti abbassamenti del livello del suolo che come sprofondamenti rapidi) e dalle valanghe.

Nei paragrafi successivi saranno analizzate le caratteristiche fondamentali dei fenomeni idrogeologici più frequenti sul territorio nazionale: le frane e le alluvioni.

### **2.2.1 Il rischio frana**

#### ***L'evento frana***

Per frana si intende il movimento di materiale (roccia, detriti o terra) che avviene lungo i versanti (Cruden, 1991). Le frane appartengono, pertanto, alla categoria dei movimenti di massa, ovvero processi morfogenetici caratterizzati dal movimento di materiale lungo i versanti ad opera della forza di gravità.

Le cause che predispongono e determinano questi processi morfogenetici sono molteplici, complesse e spesso combinate tra loro: scalzamento al piede di un versante ad opera di corsi d'acqua, processi di disgregazione meteorica, presenza di intercalazioni argillose, discontinuità primarie o secondarie negli ammassi rocciosi. Una classificazione esauriente, adatta a descrivere la realtà geomorfologica italiana, è quella proposta nel 1978 da Varnes. Tale classificazione si basa sul tipo di movimento e si articola in cinque classi principali (crolli, ribaltamenti, scivolamenti rotazionali e traslativi, espansioni laterali, colate), a cui si aggiunge la classe dei fenomeni complessi. Ognuna di queste classi è poi suddivisa ulteriormente, sulla base del tipo di materiale coinvolto nell'evento franoso (roccia, detrito, terra), in tre sottoclassi per un totale di circa 20 tipi.

L'intensità di una frana viene, in genere, stimata in base alla presunta velocità dell'evento stesso. La valutazione della velocità di una frana è estremamente problematica, tuttavia, una stima molto approssimata della velocità può essere ottenuta sulla base della tipologia dell'evento, del materiale coinvolto e del tipo di rottura (neoformazione o riattivazione).

L'impatto socio-economico delle frane in Italia è elevatissimo e fa sì che il nostro paese sia tra i primi al mondo nella classifica dei danni in termini economici e, soprattutto, in termini di perdite umane. Un rapporto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e dell'Unione delle Province d'Italia indica come in Italia le

aree a rischio elevato e molto elevato di frana siano diverse migliaia e coprano una superficie di 13.760 kmq, pari a ben il 4,5% del territorio italiano.

### **La pericolosità**

Per valutare la pericolosità associata all'evento frana è fondamentale poter disporre di dettagliate informazioni sulla ricorrenza temporale dei fenomeni franosi e/o sulle loro cause (precipitazioni, sismi, erosione, azioni antropiche).

Tali informazioni sono reperibili per tutto il territorio italiano, grazie alle attività di ricerca svolte dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.) del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dal Servizio idrografico e mareografico nazionale (paragrafo 2.2.5) e consentono di classificare il territorio secondo classi di pericolosità molto generali, senza tentare di prevedere in modo esplicito il tempo di ritorno degli eventi. A questo fine, con i dati a disposizione, infatti, si può fare riferimento all'esperienza ed al principio che un dato fenomeno di instabilità avviene con maggior frequenza laddove si è verificato in passato, pertanto, il rilevamento di dettaglio delle forme e dei processi che sono attivi sul territorio, nonché l'indicazione del loro grado di attività, può consentire una previsione in termini qualitativi della ricorrenza dei fenomeni.

La pericolosità viene stimata quindi, dopo aver valutato i seguenti parametri: la presenza di fenomeni franosi o erosivi in atto, la presenza di fenomeni franosi o erosivi quiescenti o inattivi e la presenza di indicatori geomorfologici che possono rappresentare indizi precursori di fenomeni di instabilità.

### **La vulnerabilità**

La vulnerabilità all'evento frana degli elementi a rischio in un sistema territoriale è funzione, oltre che dell'intensità dell'evento e dei caratteri fisici del territorio stesso, come, ad esempio, la litologia e i caratteri geotecnici dei materiali o la struttura geologica, dell'uso del suolo. Si può ritenere, infatti, che gli elementi a rischio situati in un territorio con una rigogliosa copertura vegetale, siano meno vulnerabili di altri ubicati in un territorio in cui è in atto un processo di disboscamento e pertanto, potenzialmente instabile.

La vulnerabilità dell'elemento a rischio "edifici" dipende, inoltre, oltre che dalla loro ubicazione, dalla loro capacità di resistenza all'evento frana e quindi, dal loro stato di manutenzione, in particolare dallo stato di consolidamento delle strutture portanti e dalla loro anzianità.

### **2.2.2 Il rischio alluvione**

#### ***L'evento alluvione***

Le alluvioni sono tra le manifestazioni più tipiche del dissesto idrogeologico e possono essere causate dall'esondazione dei corsi d'acqua e dall'erosione delle sponde fluviali, con riattivazione di vecchi tracciati (paleoalvei) o con attivazione di nuovi tracciati.

Un'esondazione si verifica quando, durante una piena fluviale (innalzamento della superficie libera di un corso d'acqua dovuto all'aumento di portata, causato per lo più da precipitazioni di forte intensità), la portata supera la capacità del fiume e le opere di difesa non sono più in grado di contenerne il deflusso. Un fenomeno collaterale alle esondazioni dei corsi d'acqua, ma spesso origine di allagamenti, è la cosiddetta piena da rigurgito. Questo fenomeno interessa soprattutto il reticolo idrografico minore e le reti fognarie utilizzate per lo smaltimento delle acque meteoriche: l'innalzamento dei fiumi principali genera, infatti, per questi sistemi, l'impossibilità di smaltire la propria portata nella naturale destinazione e determina l'esondazione anche di questi corsi d'acqua.

Il reticolo idrografico minore è causa di allagamenti anche per eventi meteorici locali di forte intensità. Questo fenomeno comporta gravi disagi soprattutto nei centri urbani, dove molti canali sono stati coperti e dove spesso le reti fognarie non sono state correttamente dimensionate per lo smaltimento delle acque meteoriche: queste condizioni di inadeguatezza comportano difficoltà di deflusso delle acque.

I canali di irrigazione sono invece particolarmente vulnerabili nel periodo irriguo, durante il quale hanno il massimo valore di portata; in presenza di eventi meteorici eccezionali, questi sistemi difficilmente sono in grado di accogliere le acque meteoriche determinando così allagamenti.

Le alluvioni più importanti che hanno interessato l'Italia e che hanno comportato un pesante bilancio, sia in termini di vite umane che di danni, sono state quelle del Po nel Polesine (1951), dell'Arno (1966) e del Po nel Nord Italia (1994 e 2000).

I fenomeni alluvionali censiti nella Banca dati del progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane) sono state nel periodo tra il 1918 e il 1994 oltre 28000 ed hanno interessato più di 15000 località. Inoltre, in un rapporto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e dell'Unione delle Province d'Italia viene riportato che in Italia le aree a rischio elevato e molto elevato di alluvioni sono diverse migliaia e coprono una superficie di 7774 kmq, pari al 2,6% della superficie nazionale.



### ***La pericolosità***

La determinazione della pericolosità connessa con il reticolo idrografico comporta le seguenti attività: la conoscenza dell'idrologia di piena e l'identificazione delle caratteristiche del reticolo idrografico nell'area soggetta ad inondazioni.

La conoscenza dell'idrologia di piena è possibile mediante l'acquisizione di dati idrografici e meteorologici, l'assunzione di un modello idrologico e l'elaborazione di modelli di formazione e di propagazione dei deflussi di piena, fino alla definizione degli idrogrammi delle portate di piena per individuati tempi di ritorno nelle sezioni considerate dei corsi d'acqua in esame.

Per l'identificazione delle caratteristiche del reticolo idrografico nell'area soggetta ad inondazioni è necessaria l'analisi della morfologia attuale dei corsi d'acqua, la ricostruzione degli alvei non più attivi e l'individuazione delle opere di difesa e regimazione.

Tali attività consentono di valutare il livello di pericolosità connesso alla dinamica di un corso d'acqua, confrontando i livelli delle massime piene con l'altezza idrometrica critica della sezione fluviale considerata, al di sopra del quale il corso d'acqua non è più in grado di smaltire il deflusso idrico.

### ***Vulnerabilità e danni potenziali***

La vulnerabilità degli elementi a rischio di un sistema territoriale all'evento alluvione dipende, principalmente, dalla localizzazione degli insediamenti, dalla presenza di sistemi di monitoraggio e allarme in grado di segnalare il pericolo imminente e dalle caratteristiche del suolo, per esempio la sua capacità di assorbire la pioggia.

In particolare, la vulnerabilità dell'elemento a rischio "edifici" si può ritenere funzione, oltre che della loro ubicazione, della loro capacità di resistenza all'evento alluvione e quindi, soprattutto, del grado di resistenza delle fondazioni.

I principali danni diretti che possono essere provocati da un'alluvione sono danni alle persone (morte per annegamento), danni alla rete viaria e alle fondazioni degli edifici, allagamento dei locali sotterranei, dei sottopassi viari e di terreni agricoli con pericolo per le strutture zootecniche e danni agli impianti tecnologici (centrali elettriche, termiche, del gas, acquedotti).

I principali danni indiretti riscontrabili sono la perdita delle abitazioni, il rallentamento dell'attività produttiva e la disfunzione nell'erogazione dei servizi.

### **2.2.4 Misure per la riduzione del rischio idrogeologico**

Per ridurre il rischio idrogeologico è possibile programmare sia interventi di prevenzione che interventi di mitigazione.

#### ***Interventi di prevenzione***

La riduzione della pericolosità nel campo del dissesto idrogeologico può realizzarsi in due modi:

- intervenendo sulle cause, per esempio mediante opere di bonifica e di sistemazione dei versanti e dei corsi d'acqua, oppure attraverso la razionalizzazione delle pratiche agricole o di utilizzo del suolo;
- intervenendo direttamente sulle aree a dissesto, essenzialmente attraverso opere di stabilizzazione dei versanti e sui corsi fluviali. Si può, per esempio, intervenire sui fenomeni franosi esistenti al fine di prevenire la loro riattivazione o limitare la loro evoluzione. La stabilizzazione di una frana può realizzarsi attraverso la riduzione delle forze destabilizzanti (es. sagomatura o gradonatura) o l'incremento di quelle resistenti (drenaggio, trattamento chimico-termico, iniezioni di cemento, chiodature, tiranti, gabbionate, muri di sostegno, palificate, ecc.).

Gli interventi di prevenzione hanno in genere costi elevati giustificabili solo in condizioni di rischio eccezionale (centri abitati, beni monumentali, ecc.).

#### ***Interventi di mitigazione***

La riduzione dell'esposizione degli elementi a rischio si esplica soprattutto in sede di pianificazione territoriale e di normativa, nell'ambito delle quali possono essere programmate le seguenti azioni:

- evacuazione di aree a rischio di frana e/o inondazione;
- interdizione o limitazione dell'espansione urbanistica in zone instabili;
- definizione dell'utilizzo del suolo più consono per le aree ad alta pericolosità.

La vulnerabilità può essere ridotta mediante interventi di tipo tecnico oppure di tipo normativo che riguardino l'organizzazione sociale del territorio. Sono possibili ad esempio le seguenti azioni:

- ristrutturazione degli edifici secondo criteri di consolidamento delle strutture portanti;
- realizzazione di misure di protezione delle opere strutturali ed infrastrutturali che non agiscano sull'evoluzione del fenomeno, ma che ne riducano la probabilità d'impatto. Ne costituiscono un esempio le reti o strutture paramassi (parapetti, gallerie, rilevati o trincee), che determinano una riduzione della

probabilità che l'elemento a rischio venga interessato dalla frana, senza tuttavia limitare la probabilità di occorrenza di questa;

- messa a punto di sistemi di monitoraggio e di allarme, che consentano un adeguato preannuncio in modo da limitare la probabilità che eventi franosi ed alluvionali, potenzialmente pericolosi, coinvolgano le popolazioni;
- organizzazione di piani di emergenza e di soccorso.

Gli interventi di mitigazione, rispetto a quelli di prevenzione, presentano una maggiore flessibilità ed un costo relativamente ridotto, pertanto, devono essere comunque promossi nelle zone a rischio elevato.

### **2.2.5 Linee di attività a livello nazionale**

Nell'ambito del rischio idrogeologico un'importante attività di ricerca è svolta dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.) del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dal Servizio idrografico e mareografico nazionale.

Sono tre i principali progetti di ricerca che vedono impegnato il G.N.D.C.I.:

- Progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane);
- Progetto SCAI (Studio dei Centri Abitati Instabili);
- Progetto VAPI (Valutazione delle Piene).

#### ***Il Progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane)***

Il progetto AVI è stato commissionato nel 1989 dal Dipartimento della Protezione Civile per acquisire informazioni sulle aree storicamente colpite da frane e da inondazioni per il periodo 1918-1990. Il censimento, condotto fra il 1991 ed il 1992, è stato realizzato da 17 gruppi di ricerca che coinvolsero oltre 300 persone fra esperti, ricercatori ed operatori tecnici coordinati dall'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI) del CNR.

Durante la prima fase di censimento sono stati consultati 22 quotidiani locali, per un totale di oltre 350.000 copie di giornale, sono state reperite ed analizzate circa 1000 pubblicazioni tecniche e scientifiche ed effettuate interviste a 150 esperti nel settore dei movimenti franosi e delle inondazioni.

Nel 1996 è stata pubblicata la Carta delle Aree Colpite da Movimenti Franosi e da Inondazioni, la prima sintesi cartografica a livello nazionale dei dati censiti dal

Progetto AVI; successivamente, nel 1998, è stato pubblicato un suo aggiornamento nel quale sono state riportate le località colpite da frane (circa 9000) e quelle colpite da inondazioni (circa 6000) e la frequenza degli eventi in ogni sito, divise in due classi per le frane ed in tre classi per le inondazioni.

La nuova carta, pur non essendo una mappa del rischio o della pericolosità idrogeologica, consente di avere una visione riassuntiva, la più accurata ed aggiornata ad oggi possibile, della distribuzione delle catastrofi idrogeologiche avvenute nel nostro paese. Nonostante le numerose limitazioni, dovute alla complessità del territorio italiano, alla diversa sensibilità e conoscenza, sia attuale che storica, dell'impatto che le frane e le inondazioni hanno sul territorio ed alle risorse limitate, il censimento rappresenta il più completo ed aggiornato archivio di notizie su frane ed inondazioni avvenute in questo secolo mai realizzato in Italia.

Poter disporre di una tale analisi è molto importante perché la storia, assieme alla geomorfologia, all'idrologia ed alla meteorologia, costituisce uno degli strumenti fondamentali per arrivare ad una corretta valutazione del rischio geologico ed idraulico connesso al verificarsi di eventi calamitosi prodotti da piogge intense o prolungate. L'analisi dell'informazione storica permette, infatti, di identificare le aree vulnerate e, in base al principio che il passato fornisce la chiave per comprendere il presente e prevedere il futuro, le aree potenzialmente vulnerabili e, spesso, costituisce l'unico strumento utilizzabile per verificare le teorie ed i modelli (fisici, statistici, od euristici che siano) sulla pericolosità od il rischio da frana e da inondazione.

### ***Il Progetto SCAI (Studio dei Centri Abitati Instabili)***

Il Progetto speciale SCAI è stato promosso dal GNDICI nell'ambito della Linea 2 "Previsione e prevenzione dei fenomeni franosi a grande rischio" per rispondere alle esigenze conoscitive e di ricerca del nostro Paese, ed in particolare per verificare la situazione relativa alle condizioni di stabilità dei centri abitati oggetto della Legge 445 del 9/7/1908 che fino alla istituzione delle Regioni aveva lo scopo di individuare le condizioni di pericolo per la pubblica incolumità e, sulla base di queste, dichiarare le situazioni che richiedevano il trasferimento od il consolidamento.

Il Progetto SCAI è svolto in stretta relazione con le attività e gli interessi del Dipartimento per la Protezione Civile e riguarda lo studio dei problemi connessi ai fenomeni franosi interessanti i centri abitati, e quindi direttamente associati a condizioni di rischio elevato.

La Legge 445 del 1908 classifica sul territorio nazionale 1306 centri abitati da consolidare e 323 da trasferire. Tale quadro è stato, negli anni successivi, mutato

da integrazioni e modifiche apportate da decreti ministeriali e, negli ultimi anni, con il trasferimento delle competenze alle Regioni, da leggi regionali. Quasi tutte le unità operative della linea sono state impegnate nel Progetto, assegnando ad ognuna una diversa area di competenza.

Nella maggior parte delle Regioni la ricerca è consistita nel censimento preliminare dei fenomeni franosi interessanti centri abitati e, in una seconda fase, nella raccolta, secondo una scheda appositamente elaborata, delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche dei principali eventi. I censimenti approntati da alcune Regioni nell'ambito del progetto SCAI hanno messo in evidenza che la situazione reale del dissesto nelle aree urbane è molto più grave di quanto prospettato dalla Legge 445/1908 e dalle sue successive integrazioni: è, infatti, emerso che il numero degli abitati dissestati è aumentato nel tempo, principalmente a causa dell'incremento delle superfici urbanizzate in aree instabili.

I risultati del Progetto, ormai nella sua fase conclusiva, sono pubblicati o in via di pubblicazione in forma di "atlanti" regionali dei centri abitati instabili. La pubblicazione di riferimento per la Regione Toscana è "L'Atlante dei centri abitati instabili della Toscana" (P.Canuti, P. Focardi, R.Nardi, A.Puccinelli – Università degli Studi di Firenze, Università degli Studi di Pisa, Regione Toscana).

### ***Il Progetto VAPI (Valutazione delle Piene)***

Il Progetto VAPI è un programma speciale operativo di valutazione delle portate di piena, corrispondenti ad assegnati periodi di ritorno, per i corsi d'acqua italiani.

Lo studio si propone di utilizzare in maniera ottimale l'informazione idropluviometrica raccolta dal Servizio Idrografico ricorrendo a tecniche di analisi statistica su base regionale. In tal modo esso fornirà non solo una guida, ma anche un supporto operativo, attraverso l'elaborazione di migliaia di dati, a singoli studi e progetti a scala di bacino. Allo stato attuale sono stati realizzati dei rapporti regionali ed un prototipo di data-base realizzato presso il CNR-IRPI di Cosenza.

## **2.2.6 Linee di attività a livello di bacino**

### ***Le Autorità di Bacino e i Piani di Bacino***

La Legge 18 maggio 1989 n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", ha introdotto l'obbligo di una sistematica valutazione preliminare del rischio naturale ai fini essenzialmente di pianificazione. Tale testo di

legge, più volte modificato nel corso degli anni, aveva e mantiene un contenuto fortemente innovativo e moderno nella sua impostazione, in quanto si voleva, attraverso l'istituzione di un'Autorità di Bacino, superare le divisioni e le frammentazioni dovute ai limiti amministrativi, nella corretta gestione del territorio e nella pianificazione degli interventi su di esso, allo scopo di riunire "ciò che l'uomo aveva separato", e cioè i bacini idrografici dei fiumi.

Alle Autorità di Bacino sono state pertanto attribuite tutte le competenze di studio del territorio, di individuazione delle criticità e di programmazione degli interventi nel settore della difesa del suolo nell'intero bacino idrografico di competenza. La Legge 183/89 ha istituito le Autorità di Bacino "nazionali" nei fiumi più importanti (Adige, Isonzo-Tagliamento-Piave, Po, Arno, Tevere e Liri-Garigliano-Volturno), "Interregionali" in altri casi (il Magra, il Reno, il Conca-Marecchia, il Fiora, il Tronto ecc.) e ha affidato alle Regioni il compito di istituire "Autorità di Bacino regionali" nei territori residui, a parte il bacino del Fiume Serchio che è stato assunto come bacino "pilota" di rilevanza nazionale. La costituzione e la definizione delle modalità di funzionamento delle Autorità di Bacino interregionali sono affidate dalla legge 183/89 ad una specifica intesa che le Regioni interessate dovevano raggiungere ed approvare.

La legge 183/89 indica, inoltre, nel Piano di Bacino lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo ed alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio. Tuttavia, la legge 183/89, pur costituendo un valido strumento normativo per la tutela e la valorizzazione del territorio, è di fatto rimasta inapplicata: nessun Piano di Bacino è stato adottato, anche se sono in corso numerosi studi e progetti di piano i cui dati costituiscono valido punto di partenza e supporto per successivi ed esaustivi livelli di pianificazione.

***Il Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e il Piano per l'Assetto idrogeologico (PAI).***

Con l'emanazione del D.L. 180/98, meglio noto come decreto Sarno, è stato dato un notevole impulso alla attività di pianificazione delle Autorità di bacino con l'introduzione e la definizione di termini temporali per l'approvazione di due strumenti di pianificazione specificamente finalizzati a tale scopo: il Piano

straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e il Piano per l'Assetto idrogeologico (PAI).

Le Autorità di bacino, a tutti i livelli, hanno risposto positivamente alle disposizioni del D.L.180/1998 sulla elaborazione dei Piani straordinari per le aree a rischio idrogeologico molto elevato, che risultano ad oggi tutti approvati. Giova sottolineare l'importanza di questi strumenti ai quali è stato affidato il compito di individuare e perimetrare le aree a rischio idrogeologico molto elevato per l'incolumità di persone e beni e di evitare, attraverso l'apposizione di opportune misure di salvaguardia, utilizzazioni che abbiano come conseguenza l'aumento delle situazioni di rischio fino a quando queste non siano definitivamente messe in sicurezza.

Le Autorità di bacino, inoltre, stanno completando la redazione dei Piani per l'Assetto Idrogeologico (PAI), che individuano e disciplinano l'uso del suolo delle aree a rischio molto elevato, elevato, moderato e basso.

Questo strumento completa la pianificazione urgente, a carattere emergenziale, del Piano straordinario poiché ha come oggetto l'individuazione sul territorio delle aree ai vari livelli di rischio e la definizione della relativa normativa di attuazione. Il PAI, estendendo l'indagine anche alle situazioni di pericolosità ovvero di potenziale rischio, si configura, quindi, come uno strumento di pianificazione specialistica che ha la capacità di incidere profondamente ai fini della tutela del territorio, costituendo un chiaro punto di riferimento anche al fine di indirizzare i soggetti preposti al governo del territorio verso scelte di programmazione coerenti con le reali possibilità di trasformazione del territorio stesso.

L'elaborazione di questi strumenti ha permesso, inoltre, di definire il quadro degli interventi ed il relativo fabbisogno finanziario necessario alla messa in sicurezza complessiva del bacino. È evidente, pertanto, come l'integrazione tra questi strumenti e gli strumenti di pianificazione sia fondamentale per un coerente uso del territorio.

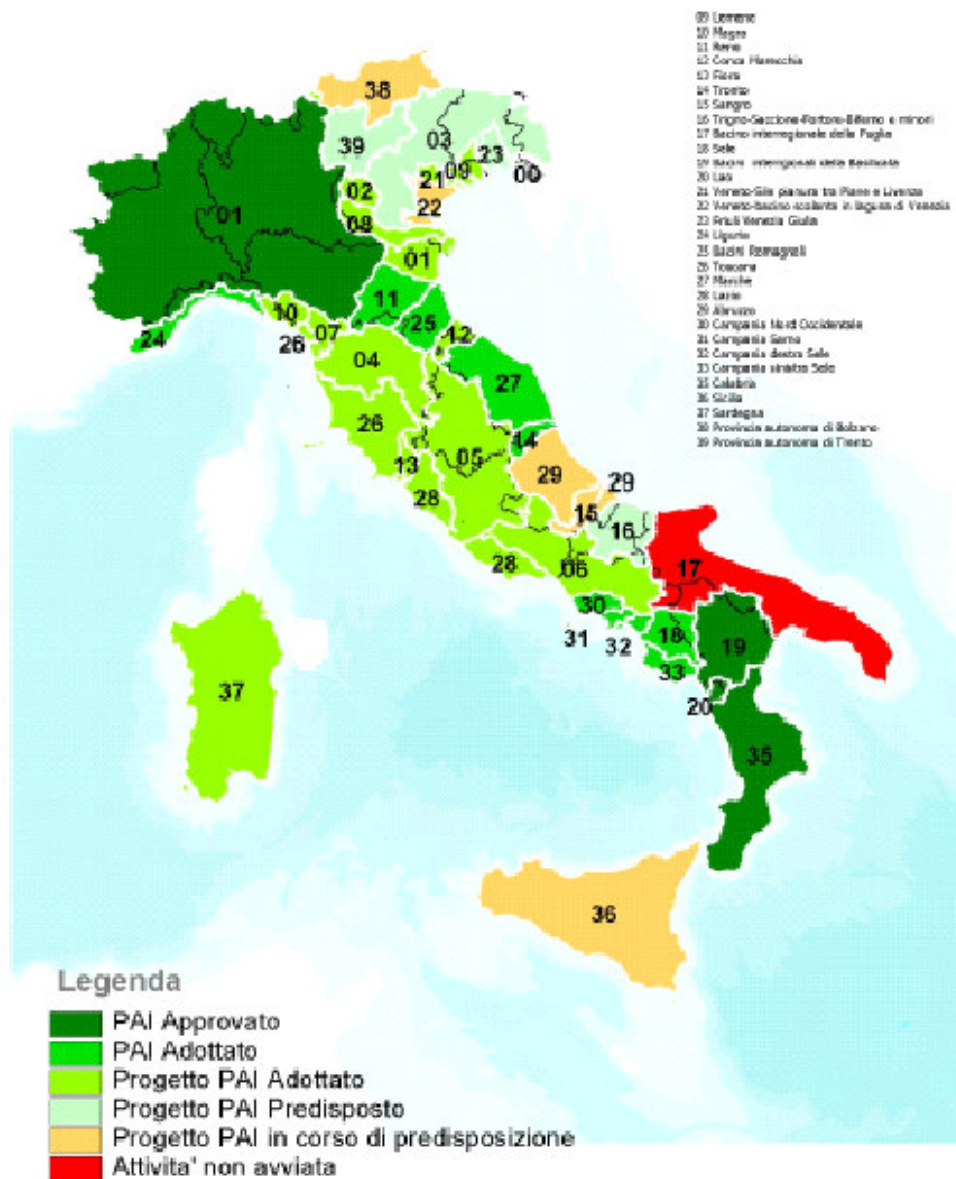


Figura 2.8: Stato di attuazione dei Piani per l'assetto idrogeologico.  
 Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio



## Capitolo 3

### ***I rischi antropici***

---

*Nel presente capitolo si analizzeranno due delle tipologie di rischi antropici più diffuse sul territorio italiano: il rischio chimico-industriale e il rischio di incendi boschivi.*

*In particolare, si illustreranno le caratteristiche principali degli eventi a cui sono associati tali rischi, evidenziandone la pericolosità e i danni potenziali che possono provocare su determinati elementi a rischio e si descriveranno le diverse attività che possono intervenire nella riduzione dei rischi suddetti.*

*E' bene sottolineare fin da subito come l'evento incendi boschivi si differenzi da tutti gli altri eventi trattati in questo lavoro di tesi, rispetto ai quali il principale elemento a rischio da salvaguardare è l'uomo: si può, infatti, ritenere che il più importante elemento a rischio da difendere sia il bosco, inteso come risorsa ambientale ed economica.*

## **3.1 Il rischio chimico-industriale**

### **3.1.1 La normativa di riferimento**

Negli anni Settanta, il verificarsi di ripetuti gravi incidenti nelle industrie, come ad esempio quello avvenuto nel 1976 presso lo stabilimento dell'ICMESA di Meda, spinse gli Stati Membri della Comunità Europea, anche a seguito della pressione dell'opinione pubblica, a mettere in atto misure più efficaci per la riduzione dei rischi legati ad attività industriali particolarmente pericolose.

La direttiva 82/501/CEE (nota anche come direttiva "Seveso", dal nome del comune che riportò i danni più gravi nell'incidente avvenuto nel 1976 presso lo stabilimento dell'ICMESA di Meda), emanata proprio per fronteggiare questo tipo di incidenti, affrontava il problema in modo più adeguato e puntuale di quanto fosse stato fatto in precedenza, inserendosi in un contesto di leggi e vincoli specifici già esistenti negli Stati Membri, che erano però essenzialmente rivolte alla tutela dei lavoratori dagli infortuni e alla salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento dell'aria e dell'acqua, con riferimento alle condizioni normali di esercizio degli impianti industriali. La direttiva "Seveso" ampliava invece la tutela della popolazione e dell'ambiente nella sua globalità, fissando l'attenzione sugli incidenti rilevanti per la gravità delle conseguenze associate. La direttiva "Seveso" fu recepita in Italia sei anni dopo la sua emanazione, con il d.p.r. del 17 maggio 1988, n. 175 "Attuazione della direttiva CEE n. 501 del 24 giugno 1982 relativa ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali".

Dopo quattordici anni di applicazione, anche alla luce dei diversi recepimenti degli Stati Membri della Comunità Europea, la direttiva "Seveso" si è evoluta nella cosiddetta direttiva "Seveso II" (direttiva 96/82/CEE), tesa ad integrare la normativa sui grandi rischi con le più moderne conoscenze ed esperienze maturate, nel frattempo, nel sistema dei controlli. Il 17 agosto 1999 l'Italia ha recepito la direttiva "Seveso II" con il decreto legislativo n. 334 "Attuazione della direttiva 96/82/CEE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose". Il decreto legislativo 334 del 17 agosto 1999 detta disposizioni finalizzate a prevenire gli incidenti rilevanti, definiti come "eventi quali un'emissione, un incendio o un'esplosione di grande entità, dovuto a sviluppi incontrollati che si verificano durante l'attività di uno stabilimento e che dia luogo ad un pericolo grave, immediato o differito, per la salute umana o per l'ambiente, all'interno o all'esterno dello stabilimento, e in cui intervengano una o più sostanze pericolose", connessi a determinate sostanze pericolose e a limitarne le conseguenze per l'uomo e per l'ambiente.

Le principali innovazioni introdotte dal D.Lgs. 334/99, coerentemente con la direttiva europea, sono riassumibili nei seguenti punti:

- la prevenzione degli incidenti rilevanti è connessa unicamente alla presenza di determinate sostanze pericolose, cioè alla presenza di quelle sostanze che si reputa possano essere generate in caso di perdita di controllo di un processo industriale, e non più allo svolgimento di determinate attività industriali che ne possono prevedere l'uso;
- vengono inserite tra le categorie di pericolosità, oltre alle sostanze tossiche, alle sostanze infiammabili, alle sostanze esplosive e alle sostanze comburenti, le sostanze pericolose per l'ambiente;
- viene preso in considerazione come la probabilità e le conseguenze di un incidente rilevante possano essere accresciute a causa del luogo, della vicinanza di più stabilimenti o delle sostanze presenti (effetti domino);
- è prevista l'integrazione del concetto di stabilimento a rischio di incidente rilevante con quello di pianificazione territoriale, con particolare riferimento alla destinazione e all'utilizzazione dei suoli, con l'introduzione del principio di mantenere opportune distanze tra gli stabilimenti e le zone residenziali;
- è previsto che il gestore, nell'ambito del principio-obbligo di informare la popolazione interessata dai rischi a cui è soggetta, possa esercitare il proprio diritto al segreto industriale o alla tutela delle informazioni di carattere commerciale, personale o che si riferiscano alla pubblica sicurezza, fornendo comunque alla popolazione informazioni organizzate e messe a disposizione previo controllo delle autorità competenti, in una forma ridotta ma che consenta tuttavia la conoscenza delle eventuali problematiche.

E' bene sottolineare come l'informazione, che deve essere "tempestiva, resa comprensibile, aggiornata e diffusa", vada considerata come uno strumento operativo di mitigazione delle conseguenze piuttosto che una semplice esigenza di democrazia.

### **3.1.2 L'evento incidente rilevante: tipologie ed effetto domino**

Gli incidenti rilevanti che si possono verificare presso uno stabilimento industriale sono sostanzialmente di tre tipologie, tra loro combinabili:

- incendio e conseguente propagazione di un'onda termica e di fumi tossici (rilascio energetico-calore);
- esplosione e conseguente propagazione di un'onda d'urto (rilascio energetico-sovrappressione);
- diffusione di sostanze tossico-nocive, in forma di liquidi, vapori, fumi, polveri, nebbie o simili (rilascio tossico).

La pericolosità e i danni provocati da un incidente rilevante possono essere notevolmente aumentati dalla vicinanza di più stabilimenti, a causa del cosiddetto "effetto domino".

Con la terminologia "effetto domino" si definisce la propagazione di un evento incidentale, detto "primario", con il verificarsi di altri incidenti, concatenati da rapporto causale, identificati come "secondari". L'incidente primario si sviluppa da un guasto caratteristico di una cosiddetta "unità sorgente" che può interessare più "unità bersaglio", cioè quelle che, una volta investite dall'evento primario, possano dar luogo ad un incidente rilevante, definito secondario o indotto. Mentre gli eventi primari possono essere solamente meccanici o termici (perché si ipotizza che un rilascio tossico non comporti il cedimento di una struttura bersaglio), fra gli eventi secondari sono considerate anche le emissioni di sostanze tossiche.

Gli incidenti dovuti ad effetto domino sono tra i più severi che hanno avuto luogo nell'industria di processo ed hanno, perciò, ricevuto un'ampia attenzione nella legislazione per la prevenzione ed il controllo degli incidenti rilevanti: il decreto legislativo n.334/99 ne prevede infatti, all'articolo 14, la valutazione; mentre nel D.M. 9/5/2001 si richiede di tenerne conto anche ai fini della pianificazione territoriale.

Tuttavia, nonostante l'importanza di questo tipo di eventi e delle loro ripercussioni in aree industriali ad elevata concentrazione di stabilimenti, non è ancora stata oggetto di approfondimento una metodica quantitativa del rischio dovuto ad effetto domino. Poiché tale analisi si riferisce ad un impianto o ad un'area ad elevata concentrazione di stabilimenti, emerge la necessità di applicare una metodologia su vasta scala. Un tale procedimento di studio presenta una notevole complessità, per la presenza negli impianti sia di molteplici tipologie di fluidi e di processi, sia per la complessità impiantistica. Per questi motivi, un'analisi completa e sistematica del effetto domino è attuabile solo focalizzando inizialmente l'attenzione sui bersagli più vulnerabili e pericolosi. Occorre quindi individuare gli elementi impiantistici,

territoriali e infrastrutturali che possono costituire un fattore aggravante o mitigante per il danno considerato, anche al fine di una corretta formulazione del piano di emergenza d'area e delle proposte per il piano di intervento, a livello infrastrutturale ed integrato.

### ***La pericolosità***

L'esperienza degli Stati Membri dell'Unione Europea ha evidenziato che il fattore umano rappresenta una delle principali cause di incidente rilevante. Gli errori umani consistono, generalmente, nel mancato rispetto delle procedure, nel mancato intervento, in errori di manutenzione e sono spesso riconducibili a carenza nella formazione del personale e inadeguatezza delle procedure. Alla luce di queste considerazioni, si può concludere che la pericolosità associata ad un evento incidentale, cioè la probabilità che in un dato stabilimento si verifichi un incidente rilevante, in un dato periodo di tempo, aumenta in conseguenza della insufficiente formazione del personale, della presenza di particolari tipi di sostanze o preparati, del cattivo stato di manutenzione degli impianti, della loro vetustà, nonché della mancanza di rigorose procedure operative e di un adeguato controllo da parte delle autorità competenti.

Per ridurre la pericolosità devono, perciò, essere predisposte opportune misure di prevenzione che intervengano sui parametri precedenti. Particolare importanza riveste, pertanto, il Sistema di Gestione della Sicurezza introdotto dal D.Lgs. 334/99, nel quale si conferisce al sistema aziendale un carattere di automiglioramento e di continua revisione del ciclo gestionale allo scopo di mantenere elevati gli standard di sicurezza nei confronti di chi opera direttamente sugli impianti.

### ***La vulnerabilità e i danni potenziali***

I processi industriali che richiedono l'uso di sostanze pericolose, in condizioni anomale dell'impianto o del funzionamento, possono dare origine ad eventi incidentali di entità tale da provocare ingenti danni immediati o differiti per la salute umana e per l'ambiente, all'interno e all'esterno dello stabilimento.

Gli elementi a rischio di incidenti rilevanti possono essere di varia natura: l'uomo (addetti, collettività), l'ambiente (mobili e immobili), i beni (aria, acqua, suolo).

I principali danni diretti che si possono verificare sono: lesioni, ustioni, causticazioni e tossicità, se si considera l'elemento a rischio "uomo"; incendi e contaminazioni, se

si considera l'elemento a rischio "ambiente" e crolli, incendi e danneggiamenti, nel caso dei beni.

La vulnerabilità dei vari elementi a rischio può essere assunta, principalmente, come funzione della loro distanza dallo stabilimento a rischio. Alla luce di questo, è importante sottolineare l'esigenza da parte delle pubbliche amministrazioni di valutare attentamente la compatibilità degli insediamenti produttivi con le varie realtà territoriali, cercando di far rispettare opportune distanze tra gli stabilimenti e le zone residenziali. Questo provvedimento costituisce una fondamentale misura di mitigazione. La vulnerabilità dell'uomo e, di conseguenza, i danni potenziali che può subire, può essere ridotta, inoltre, predisponendo un adeguato sistema d'allarme che avverta sia il personale di impianto che la popolazione del pericolo imminente, un'azione di informazione preventiva particolarmente attiva e attrezzature di protezione individuale.

### **3.1.3 La classificazione delle industrie a rischio**

Il decreto legislativo 334 del 17 agosto 1999 identifica diverse categorie di industrie a rischio di incidente rilevante ed associa a ciascuna di esse determinati obblighi. In particolare, agli articoli 5, 6, 7 e 8, il decreto individua quattro differenti categorie di stabilimenti, in funzione della loro tipologia di processo e della quantità e del tipo delle sostanze o preparati pericolosi presenti al loro interno. La presenza di determinate sostanze all'interno di uno stabilimento, la loro quantità e le tipologie di processo attuate, costituiscono fattori che influenzano il danno potenziale associato ad un evento incidentale: si può, pertanto, concludere che il decreto classifica gli stabilimenti in base al danno potenziale che, il verificarsi di un evento incidentale al loro interno, può provocare.

Le tipologie di processo ritenute pericolose sono descritte nell'Allegato A al decreto legislativo 334/99 e sono riportate in Figura 3.1.

L'elenco delle sostanze, delle miscele e dei preparati pericolosi, viceversa, è fornito nell'Allegato I, parte 1 e 2, al decreto legislativo 334/99 stesso ed è riportato nelle Tabelle 3.2 e 3.3. E' bene sottolineare che se una sostanza, o una categoria di sostanze, elencata nella parte 1 rientra anche in una categoria della parte 2 dell'Allegato I, le quantità limite da prendere in considerazione sono quelle indicate nella parte 1.

**ALLEGATO A** (articolo 5, comma 2)

1 - Stabilimenti per la produzione, la trasformazione o il trattamento di sostanze chimiche, organiche e inorganiche in cui vengono a tal fine utilizzati, tra l'altro, i seguenti procedimenti:

alchilazione

amminazione con ammoniaca

carbonilazione

condensazione

deidrogenazione

esterificazione

alogenazione e produzione di alogeni

idrogenazione

idrolisi

ossidazione

polimerizzazione

solfonazione

desolfonazione, fabbricazione e trasformazione di derivati solforati

nitrazione e fabbricazione di derivati azotati

fabbricazione di derivati fosforati

formulazione di antiparassitari e di prodotti farmaceutici

distillazione

estrazione

solubilizzazione

miscelazione

2 - Stabilimenti per la distillazione o raffinazione, ovvero altre successive trasformazioni del petrolio o dei prodotti petroliferi.

3 - Stabilimenti destinati all'eliminazione totale o parziale di sostanze solide o liquide mediante combustione o decomposizione chimica.

4 - Stabilimenti per la produzione, la trasformazione o il trattamento di gas energetici, per esempio gas di petrolio liquefatto, gas naturale liquefatto e gas naturale di sintesi.

5 - Stabilimenti per la distillazione a secco di carbon fossile e lignite.

6 - Stabilimenti per la produzione di metalli o metalloidi per via umida o mediante energia elettrica.

**ALLEGATO B** (articolo 5, comma 3)

1 - Stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose del tipo:

molto tossiche

tossiche

infiammabili

facilmente infiammabili

capaci di esplodere

comburenti

cancerogene, limitatamente a quelle classificate contemporaneamente come cancerogene e molto tossiche o cancerogene e tossiche.

*Figura 3.1: Allegato A e Allegato B del decreto legislativo 334/99*

Sostanze pericolose	Quantità limite (tonnellate) ai fini dell'applicazione	
	Degli art. 6 e 7	Dell'art. 8
Nitrato di ammonio	350	2.500
Nitrato di ammonio	1.250	5.000
Anidride arsenica, acido (V) arsenico e/o suoi sali	1	2
Anidride arseniosa, acido (III) arsenico o suoi sali	0,1	0,1
Bromo	20	100
Cloro	10	25
Composti del nichel in forma polverulenta inalabile(monossido di nichel, biossido di nichel, solfuro di nichel, bisolfuro di trinichel, triossido di dinichel)	1	1
Etilenimina	10	20
Fluoro	10	20
Formaldeide (concentrazione $\geq$ 90 %)	5	50
Idrogeno	5	50
Acido cloridrico (gas liquefatto)	25	250
Alchili di piombo	5	50
Gas liquefatti estremamente infiammabili e gas naturale	50	200
Acetilene	5	50
Ossido di etilene	5	50
Ossido di propilene	5	50
Metanolo	500	5.000
4,4-metilen-bis-(2-cloroanilina) e/o suoi sali,in forma polverulenta	0,01	0,01
Isocianato di metile	0,15	0,15

Ossigeno	200	2.000
Diisocianato di toluene	10	100
Cloruro di carbonile (fosgene)	0,3	0,75
Triiduro di arsenico (arsina)	0,2	1
Triiduro di fosforo (fosfina)	0,2	1
Dicloruro di zolfo	1	1
Triossido di zolfo	15	75
Poli-cloro-dibenzofurani e poli-cloro-dibenzodiossine(compresa la TCDD), espressi come TCDD equivalente	0,001	0,001
Le seguenti sostanze CANCEROGENE: 4-amminobifenile e/o suoi sali, benzidina e suoi sali, ossido di bis(clorometile), ossido di clorometile e di metile, cloruro di dimeticarbamoile,dimetilnitrosammina, triammide esametilfosforica, 2-naftilammina e/o suoi sali, 1,3-propansulfone e 4-nitrodifenile	0,001	0,001
Benzina per autoveicoli e altre essenze minerali	5.000	50.000

Tabella 3.2: Allegato I parte 1 del decreto legislativo 334/99



Sostanze pericolose classificate come :	Quantità limite (tonnellate) della sostanza pericolosa ai sensi dell'art. 3 par. 5 ai fini dell'applicazione	
	Degli art.6 e 7	Dell'art. 8
1. MOLTO TOSSICHE	5	20
2. TOSSICHE	50	200
3. COMBURENTI	50	200
4. ESPLOSIVE [sostanze o preparati che rientrano nella definizione di cui alla nota 2 a)]	50	200
5. ESPLOSIVE [sostanze o preparati che rientrano nella definizione di cui alla nota 2 b)]	10	50
6. INFIAMMABILI [sostanze o preparati che rientrano nella definizione di cui alla nota 3 a)]	5000	50000
7a. FACILMENTE INFIAMMABILI [sostanze o preparati che rientrano nella definizione di cui alla nota 3 b) 1]	50	200
7b. Liquidi FACILMENTE INFIAMMABILI [sostanze o preparati che rientrano nella definizione di cui alla nota 3 b) 2]	5000	50000
8. ESTREMAMENTE INFIAMMABILI [sostanze o preparati che rientrano nella definizione di cui alla nota 3 c)]	10	50
9. SOSTANZE PERICOLOSE PER L'AMBIENTE in combinazione con le seguenti frasi che descrivono il rischio: i) R50: -Molto tossico per gli organismi acquatici ii) R51: -Tossico per gli organismi acquatici e R53: -può causare effetti negativi a lungo termine nell'ambiente acquatico	200 500	500 2000
10. ALTRE CATEGORIE che non rientrano in quelle precedenti, in combinazione con le seguenti frasi che descrivono il rischio: i) R14: -reagisce violentemente a contatto con l'acqua (compreso l'R14/15) ii) R29: -libera gas tossici a contatto con l'acqua	100 50	500 200

Tabella 3.3: Allegato I parte 2 del decreto legislativo 334/99

In tabella 3.4 si riportano le quattro categorie di stabilimenti individuate dal decreto legislativo 334/99, attribuendo ad ognuna di esse, allo scopo di semplificare la successiva trattazione, una sigla identificativa. Gli stabilimenti identificati con la sigla A1, rientranti nelle prescrizioni dell'articolo 8 del decreto, sono quelli per i quali, in caso si verifichi l'evento incidentale, maggiore è l'aspettativa di danno.

Tipo di stabilimento		Articoli da rispettare
<b>C</b>	Stabilimenti di cui all'Allegato A in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità inferiori a quelle indicate nell'Allegato I	Art.5,comma 2
<b>B</b>	Stabilimenti di cui all'Allegato A in cui sono presenti sostanze pericolose del tipo elencato al punto 1 dell'Allegato B in quantità inferiori a quelle indicate nell'allegato I e superiori ai valori di soglia di cui all'art. 6 del DPR 175/88	Art.5,comma 3
<b>A2</b>	Stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità uguali o superiori a quelle dell'Allegato I, parti 1 e 2	Artt.6 e 7
<b>A1</b>	Stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità uguali o superiori a quelle dell'Allegato I, parti 1 e 2, colonna 3	Art.8

Tabella 3.4: Categorie di stabilimenti individuate dal D. Lgs. 334/99

### 3.1.4 Documentazioni obbligatorie per i 4 tipi di industrie a rischio

I gestori degli stabilimenti che rispondono alle caratteristiche riportate in Tabella 3.4 devono adempiere a specifici obblighi al fine di ridurre il rischio associato al danno causabile dal verificarsi di un evento incidentale. In particolare, i gestori devono predisporre documentazioni tecniche ed informative differenti, per contenuti e destinatari, a seconda della categoria nella quale ricade lo stabilimento.

Tali documenti facilitano le operazioni di prevenzione, in quanto forniscono, ad esempio, dati sullo stato di manutenzione degli impianti e, inoltre, costituiscono importanti misure di mitigazione perché informano sia la popolazione che i lavoratori sui rischi ai quali sono esposti.

Di seguito si riporta una sintetica presentazione dei principali documenti che devono essere redatti per ognuna delle 4 categorie di stabilimenti elencati in Tabella 3.4 .

#### Stabilimenti in categoria C

I gestori di stabilimenti di categoria C devono, ai sensi dell'articolo 5, comma 2 del decreto legislativo 334/99:

- integrare il documento di valutazione dei rischi, previsto dal D.Lgs. 626/94, con la valutazione dei rischi di incidente rilevante;
- adottare le appropriate misure di sicurezza;

- informare, formare, addestrare ed equipaggiare chi lavora in situ in adempimento al DM 16 marzo 1988.

#### Stabilimenti in categoria B

I gestori di stabilimenti di categoria B devono, ai sensi dell'articolo 5, comma 3 del decreto legislativo 334/99:

- predisporre la "Relazione" sulla valutazione dei rischi e le misure di sicurezza appropriate e trasmetterla, in prima applicazione, entro un anno dalla data di entrata in vigore del D.Lgs. 334/99, alla regione territorialmente competente ed al prefetto;
- predisporre la "Scheda di informazione sui rischi di incidente rilevante per i cittadini ed i lavoratori" e trasmetterla, in prima applicazione, entro un anno dalla data di entrata in vigore del D.Lgs. 334/99, alla regione territorialmente competente ed al prefetto;
- predisporre il Piano di Emergenza Interna (PEI) con le modalità ed i contenuti minimi di cui all'articolo 11 ed aggiornarlo ad intervalli appropriati, e comunque, non superiori ai tre anni.

#### Stabilimenti in categoria A2

I gestori di stabilimenti di categoria A2 devono, ai sensi degli articoli 6 e 7 del decreto legislativo 334/99:

- trasmettere la "Notifica" al Ministero dell'Ambiente, alla Regione, alla Provincia, al Comune, al Prefetto ed all'Autorità Competente per l'Istruttoria Tecnica ed aggiornarla in caso di modifiche dello stabilimento con aggravio del preesistente livello di rischio;
- predisporre la "Scheda di informazione sui rischi di incidente rilevante per i cittadini ed i lavoratori" e trasmetterla, contestualmente alla notifica, al Ministero dell'Ambiente, alla Regione, al Sindaco e al Prefetto;
- redigere il "Documento", che deve essere conservato in stabilimento a disposizione delle autorità competenti per le misure di controllo, che definisce la politica di prevenzione degli incidenti rilevanti e contiene il programma per l'attuazione del Sistema di Gestione della Sicurezza;
- attuare il Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS), secondo quanto previsto dall'allegato III al decreto legislativo ed ai disposti del decreto del Ministero dell'Ambiente 9 agosto 2000; in particolare propedeuticamente all'attuazione del SGS il gestore dovrà effettuare un'analisi dei potenziali rischi del proprio stabilimento, anche in funzione della predisposizione del PEI.

Stabilimenti in categoria A1

I gestori di stabilimenti di categoria A1 devono, ai sensi dell'articolo 8 del D.Lgs. 334/99:

- adempiere a tutti gli obblighi previsti dagli articoli 6 e 7 del decreto legislativo, già descritti per gli stabilimenti di categoria A2;
- predisporre il "Rapporto di Sicurezza" (RDS), trasmetterlo all'Autorità Competente per l'Istruttoria Tecnica ed aggiornarlo in caso di modifiche dello stabilimento con aggravio del preesistente livello di rischio, e comunque ogni cinque anni;
- predisporre, ai fini dell'accessibilità delle informazioni al pubblico, un'edizione del Rapporto di Sicurezza priva di informazioni di carattere riservato, qualora intenda avvalersi della facoltà di mantenere la riservatezza su informazioni di carattere industriale, commerciale, personale, di pubblica sicurezza o di difesa nazionale. Tale versione del Rapporto di Sicurezza dovrà essere trasmessa, contemporaneamente a quella integrale e con essa aggiornata, alla Regione territorialmente competente;
- predisporre il Piano di Emergenza Interna (PEI) con le modalità ed i contenuti minimi di cui all'articolo 11 ed aggiornarlo ad intervalli appropriati, e comunque, non superiori ai tre anni;
- trasmettere, alla Prefettura ed alla Provincia territorialmente competenti, le informazioni utili per la predisposizione del Piano di Emergenza Esterna (PEE) entro gli stessi termini del PEI.

Di seguito si illustrano le informazioni essenziali che devono essere contenute nei documenti più importanti precedentemente elencati.

**La notifica**

La notifica deve contenere le seguenti informazioni:

- il nome o la ragione sociale del gestore e l'indirizzo completo dello stabilimento;
- la sede o domicilio del gestore, con l'indirizzo completo;
- il nome o la funzione della persona responsabile dello stabilimento, se diverse dal gestore;
- le notizie che consentono di individuare le sostanze pericolose o la categoria di sostanze pericolose, la loro quantità e la loro forma fisica;
- l'attività in corso o prevista dallo stabilimento;

- l'ambiente immediatamente circostante lo stabilimento, e in particolare, gli elementi che potrebbero causare un incidente rilevante o aggravarne le conseguenze.

### ***Il Rapporto di sicurezza***

Il Rapporto di sicurezza deve essere redatto dal gestore allo scopo di evidenziare che i pericoli di incidente rilevante sono stati individuati e sono state adottate le misure necessarie per prevenirli e per limitarne le conseguenze per l'uomo e per l'ambiente; la progettazione, la costruzione, l'esercizio e la manutenzione di qualsiasi impianto, deposito, attrezzatura e infrastruttura connessi con il funzionamento dello stabilimento, che hanno un rapporto con i pericoli di incidente rilevante nello stesso, sono sufficientemente sicuri e affidabili e sono stati predisposti i piani d'emergenza interni e sono stati forniti all'autorità competente gli elementi utili per l'elaborazione del piano d'emergenza esterno al fine di prendere le misure necessarie in caso di incidente rilevante.

### ***I piani di emergenza***

Il piano di emergenza interna (PEI) è predisposto dal gestore dello stabilimento per fronteggiare i danni causati da un incidente rilevante all'interno dello stesso e prevede l'utilizzo di squadre interne per affrontare l'emergenza anche con l'ausilio dei Vigili del Fuoco.

Il piano di emergenza esterna (PEE) è predisposto dal Prefetto, d'intesa con la Regione e gli enti interessati, per organizzare la risposta di Protezione Civile ad una emergenza di natura chimica industriale, mitigare i danni e proteggere la popolazione da un incidente rilevante i cui effetti dannosi ricadono all'esterno dello stabilimento.

I piani di emergenza sono, inoltre, predisposti allo scopo di informare adeguatamente i lavoratori, le autorità locali competenti, la popolazione e provvedere al ripristino e al disinquinamento dell'ambiente dopo un incidente rilevante. Le linee guida per la predisposizione del piano di emergenza esterna e per la relativa informazione della popolazione sono stabilite dal Dipartimento della Protezione Civile, il quale, ferme restando le attribuzioni delle amministrazioni dello Stato e degli enti locali definite dalla vigente legislazione, verifica inoltre che l'attivazione del piano avvenga in maniera tempestiva da parte dei soggetti competenti qualora accada un incidente rilevante o un evento incontrollato di

natura tale che si possa ragionevolmente prevedere che provochi un incidente rilevante.

Il piano di emergenza esterna è redatto con i dati forniti dal gestore dello stabilimento riportati nel Rapporto di sicurezza ed è suddiviso in tre parti:

- 1) *Parte generale* nella quale vengono descritti il territorio, l'azienda, i tipi di lavorazione, le sostanze pericolose e gli elementi a rischio;
- 2) *Descrizione dell'evento* dove, oltre all'evento incidentale, sono descritti i relativi scenari e le zone a rischio ove presumibilmente ricadranno i danni dell'evento atteso.
- 3) *Modello Organizzativo d'intervento* dove sono riportate le procedure per attivare il piano.

### **3.1.5 Metodo speditivo per la valutazione delle zone a rischio**

Il metodo più conosciuto e diffuso in Italia per la determinazione delle zone a rischio sul territorio circostante lo stabilimento è il Metodo Speditivo proposto dal Dipartimento della Protezione Civile.

Tale metodo prevede la suddivisione del territorio in tre zone, ciascuna delle quali può essere interessata da danni diversi, in funzione della minore o maggiore distanza dal punto di origine dell'incidente ed è individuata con una precisa denominazione: la zona 1, di sicuro impatto, la zona 2, di danno e la zona 3, di attenzione. Il calcolo delle tre aree di danno viene eseguito in base al tipo di sostanza, alla quantità e alle modalità di stoccaggio.

Il Metodo Speditivo presenta, come principale vantaggio, quello di permettere l'ottenimento di risultati in maniera piuttosto veloce a partire da pochi dati di base essenziali. Le metodologie speditive, inoltre, sono molto utili nella gestione dell'emergenza dovuta al rilascio di sostanze tossiche perché permettono una prima definizione delle risorse necessarie e consentono di procedere con l'analisi della vulnerabilità del territorio e dell'ambiente.

#### *Zona 1: zona di sicuro impatto*

La zona di sicuro impatto è caratterizzata da una ricaduta di effetti nocivi comportanti una elevata probabilità di letalità anche per persone mediamente sane, specialmente nel caso in cui non siano disponibili rifugi sicuri, o in cui la durata del rilascio o le caratteristiche della sostanza lo rendano particolarmente critico. È necessario prevedere, pertanto, le seguenti misure di mitigazione: un sistema di

allarme che avverta sia il personale di impianto che la popolazione del pericolo, un'azione di informazione preventiva particolarmente attiva e capillare e delle prove di emergenza svolte con regolarità.

I metodi speditivi consentono di determinare il raggio della zona di "sicuro impatto", la quale, nel caso di dispersione di sostanze tossiche, può raggiungere un raggio di centinaia di metri e coinvolgere aree ben al di fuori dei confini dello stabilimento.

#### *Zona 2: zona di danno*

La zona di danno, esterna alla zona di sicuro impatto, è caratterizzata da possibili danni, anche gravi ed irreversibili, per persone mediamente sane che non assumono le corrette misure di autoprotezione e da possibili danni anche letali per persone più vulnerabili come i minori e gli anziani. Sono indispensabili, pertanto, le seguenti misure di mitigazione: formazione e addestramento di tutta la popolazione coinvolta, prove di evacuazione, attrezzature di protezione individuale, sistema di allarme adeguato. Per quanto riguarda i danni sull'ambiente è possibile una contaminazione degli acquiferi e del suolo, morte di animali e anche di grossa taglia. L'estensione della zona 2 è ricavabile mediante i metodi speditivi moltiplicando per un opportuno indice l'estensione della zona 1.

#### *Zona 3: zona di attenzione*

La zona di attenzione è caratterizzata dalla possibilità di una ricaduta di effetti lievi e danni reversibili, generalmente non gravi, anche per i soggetti particolarmente vulnerabili o comunque da reazioni fisiologiche che possono determinare situazioni di turbamento tali da richiedere provvedimenti anche di ordine pubblico. Devono essere previsti interventi mirati per siti particolarmente vulnerabili come scuole, ospedali, luoghi di affollamento e azioni di controllo del traffico specie quello diretto verso le zone 1 e 2.

L'estensione della zona 3 è direttamente legata alla dimensione dell'area di studio, quindi la sua determinazione risulta particolarmente critica proprio in sede di pianificazione dell'analisi di rischio. I metodi speditivi non prevedono, in genere, il calcolo dell'estensione della zona di attenzione.

### **3.1.6 La mappa del rischio industriale in Italia**

In Italia gli impianti industriali a rischio di incidente rilevante, paragonabile a quello avvenuto a Seveso il 10 luglio 1976 nell'industria petrolchimica Icmesa, sono ben 406. A questi vanno aggiunti altri 688 siti che, in caso di incendio, esplosione o fuga di sostanze tossiche, possono causare danni rilevanti alla salute umana e all'ambiente. Una stima della Cgil calcola che i cittadini esposti ad incidenti industriali rilevanti siano 5 milioni e mezzo: di questi, 500 mila sarebbero a rischio morte. In attesa dell'acquisizione di tutte le informazioni necessarie alla messa a punto di una mappa geoforenziata completa del rischio industriale in Italia, che costituirà lo strumento tecnico di conoscenza del territorio per il sistema dei controlli sui rischi industriali e un valido supporto per la pianificazione territoriale e per la gestione delle emergenze esterne, il Ministero dell'Ambiente e l'ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), hanno già predisposto uno strumento teso a soddisfare le necessità più impellenti in merito all'Inventario Nazionale delle attività industriali relativo alle industrie rientranti nel decreto legislativo 334/99, fondato sulle informazioni tratte dalle notifiche e dalle schede di informazione alla popolazione pervenute e conservate presso il Ministero dell'Ambiente e comprendente i dati identificativi dello stabilimento, l'ubicazione geografica e le sostanze detenute con i rispettivi quantitativi. In base alle informazioni pervenute al Ministero dell'Ambiente è possibile trarre alcune considerazioni sulla mappa del rischio industriale nel nostro paese e apprezzare i livelli di rischio effettivamente associabili alle attività censite, anche in relazione alle caratteristiche di vulnerabilità del territorio circostante.

Relativamente alla distribuzione degli stabilimenti a notifica (art. 6 e art. 8) sul territorio nazionale, si rileva che oltre il 22% sono concentrati in Lombardia, in particolare nelle province di Milano, Bergamo, Brescia e Varese. Regioni con elevata presenza di industrie a rischio sono anche il Piemonte (circa 11% del totale), l'Emilia Romagna (10%) ed il Veneto (8%). In queste regioni si evidenziano alcune aree di particolare concentrazione quali Trecate (nel Novarese), Porto Marghera, Ferrara e Ravenna, in corrispondenza dei tradizionali poli di raffinazione e/o petrolchimici e le province di Torino, Alessandria e Bologna. Al sud le regioni con maggior presenza di attività a notifica risultano essere la Sicilia (6%), la Campania (6%), la Puglia (4,5%) e la Sardegna (4,2%), in relazione alla presenza degli insediamenti petroliferi e petrolchimici nelle aree di Gela, Brindisi e Porto Torres ed alla concentrazione di attività industriali nelle province di Napoli a Bari. Altre province dove si riscontra un elevato numero di stabilimenti a rischio sono Livorno, già inclusa tra le aree ad elevata concentrazione, Roma e Frosinone. Non risultano



attualmente presenti stabilimenti soggetti agli articoli 6 e 8 nelle province di Prato, Macerata, Crotone ed Enna. Un'analisi più specifica effettuata a livello comunale, evidenzia la presenza in 50 comuni di quattro o più stabilimenti a rischio; tra di essi 3 (Ravenna, Venezia e Roma) vedono la presenza di oltre 20 stabilimenti.

Per quanto concerne la tipologia delle attività a notifica (articolo 6 e articolo 8) secondo il decreto legislativo 334/99 presenti sul territorio nazionale, si riscontra una prevalenza di stabilimenti chimici e petrolchimici, di depositi di oli minerali e di depositi di gas liquefatti (essenzialmente GPL), ciascuna tipologia rispettivamente per oltre il 20% del totale (72% per il complesso delle tre tipologie). Riguardo alla distribuzione sul territorio nazionale delle diverse tipologie di attività, si evidenzia una concentrazione di stabilimenti chimici e petrolchimici particolarmente in Lombardia (35% del totale nazionale e 40% del totale lombardo) e poi in Emilia Romagna, Piemonte e Veneto. L'industria della raffinazione, 17 impianti in Italia, risulta invece piuttosto distribuita sul territorio nazionale, con una particolare concentrazione in Sicilia, dove sono presenti cinque impianti ed in Lombardia; analogamente si riscontra per i depositi di oli minerali, che risultano però particolarmente concentrati in prossimità delle grandi aree urbane del paese. Per quanto concerne i depositi di GPL, si evidenzia una diffusa presenza nelle regioni meridionali, in particolare in Campania e Sicilia, oltre che in Lombardia, Toscana, Veneto ed Emilia Romagna, ed in generale presso le aree urbane presenti nel territorio nazionale, con punte nelle province di Napoli, Brescia, Venezia e Catania.

Relativamente alle sostanze presenti negli stabilimenti soggetti agli artt. 6 e 8, occorre fare una distinzione, come stabilito dal decreto legislativo 334/99, tra le sostanze elencate nell'All. I parte 1, riportato in Tabella 3.2 e quelle comprese nelle categorie dell'All. I parte 2, riportato in Tabella 3.3. Tra le sostanze in All. I parte 1, risulta una diffusa presenza di gas liquefatti estremamente infiammabili (principalmente GPL) e una consistente diffusione di benzina, metanolo, acetilene come pure di idrogeno ed ossigeno; in un numero significativo di stabilimenti si riscontra, inoltre, la presenza di cloro e acido cloridrico. Tra le categorie di sostanze in Allegato I parte 2, si può osservare che la categoria maggiormente diffusa, sia come quantitativi che come numero di stabilimenti in cui è presente, è quella delle sostanze pericolose per l'ambiente, in relazione, prevalentemente, alla presenza di gasolio e di altri idrocarburi liquidi caratterizzati dalle frasi di rischio R51 e R53. Molto diffuse sono anche le sostanze, in particolare allo stato liquido, appartenenti alle categorie degli infiammabili, facilmente infiammabili ed estremamente infiammabili come pure le sostanze tossiche e molto tossiche.

Figura 3.5: Distribuzione regionale degli stabilimenti soggetti al D.Lgs 334/99

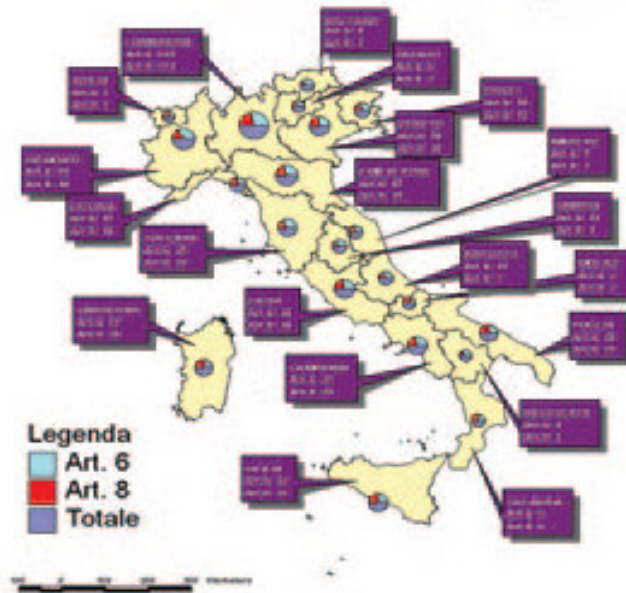
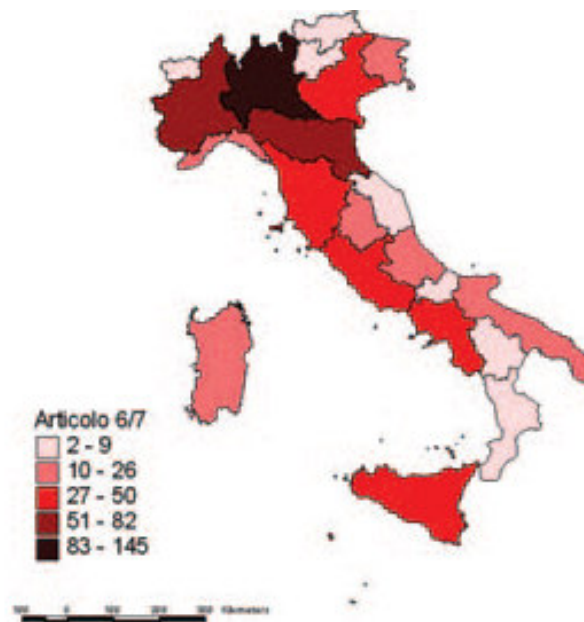
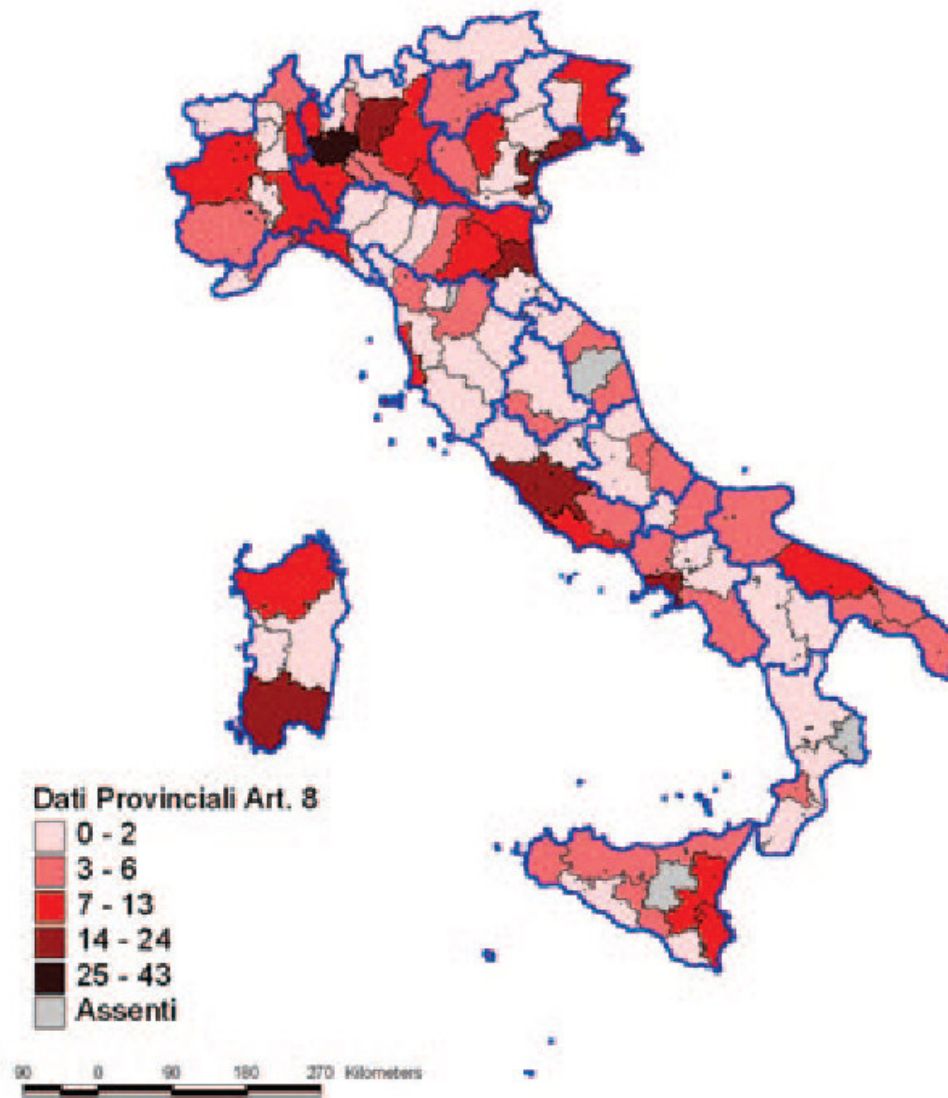


Figura 3.6: Distribuzione provinciale degli stabilimenti soggetti all'art.6 e 7 del D.Lgs 334/99





*Figura 3.7: Distribuzione provinciale degli stabilimenti soggetti all'art.8 del D.Lgs 334/99*



Figura 3.8: Distribuzione sul territorio nazionale dei comuni con 4 o più stabilimenti soggetti al D.Lgs.334/99

## 3.2 Il rischio incendi boschivi

### 3.2.1 L'evento incendi boschivi

Il patrimonio forestale italiano, tra i più importanti d'Europa per ampiezza e varietà di specie, costituisce un'immensa ricchezza per l'ambiente e l'economia, per l'equilibrio del territorio, per la conservazione della biodiversità e del paesaggio.

Dai dati del Dipartimento della Protezione Civile risulta che in Italia i boschi ricoprono oltre 9.800.000 ettari del territorio, pari a circa il 32% dell'intera superficie nazionale. A partire dagli anni '70, l'aggravamento degli incendi boschivi è stato un fenomeno comune a tutti i paesi industrializzati, in particolare in Italia negli ultimi 20 anni gli incendi boschivi hanno distrutto circa 1.100.000 ettari di superficie boscata, un'estensione superiore a quella dell'Abruzzo.

L'evento incendi boschivi si differenzia da altri tipi di eventi come frane, inondazioni e terremoti, rispetto ai quali il principale elemento a rischio da salvaguardare è la presenza umana (popolazione, manufatti, relazioni): si può, infatti, ritenere che il più importante elemento a rischio da difendere sia il bosco, inteso come risorsa ambientale ed economica.

Le fasi attraverso cui si manifesta l'incendio sono, fondamentalmente, tre:

- *l'innescio;*
- *la propagazione;*
- *lo spegnimento.*

Le caratteristiche principali utilizzate per definire un incendio sono: la durata, l'intensità e la velocità di propagazione.

La *durata* è il tempo durante il quale si verifica il rilascio di energia in ciascun particolare punto dell'incendio.

L'*intensità* è il flusso di energia, espresso in  $\text{cal cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , rilasciata dal fuoco.

La *velocità di propagazione* è la velocità con cui il principale fronte dell'incendio si propaga sottovento.

Gli incendi possono essere divisi in tre grandi tipologie:

- 1) *incendi sotterranei* nei quali non si osserva fuoco superficiale, in quanto le fiamme bruciano gli apparati radicali ed attraverso questi si diffondono enormemente. Non si verificano di frequente perché richiedono condizioni particolari del suolo;
- 2) *incendi radenti o di superficie* nei quali il fuoco brucia rapidamente lo strato arbustivo, quello erbaceo e la lettiera e lambisce la base dei fusti senza procurare grossi danni;

3) *incendi di chioma* cioè incendi che si propagano attraverso le chiome degli alberi, partendo sempre dalla superficie; si verificano quando esiste continuità tra i diversi orizzonti vegetazionali; a volte può lasciare intatti i fusti.

I tre tipi principali di incendio possono verificarsi in diverse combinazioni.

Un incendio di chioma può essere accompagnato sia da un incendio di superficie che da un incendio sotterraneo, avendo come conseguenza il totale consumo di tutta la materia organica sopra e sotto il suolo minerale, comprese le radici poste in profondità. Alternativamente, un incendio di chioma, spinto da un vento forte, potrebbe spostarsi attraverso le chiome degli alberi consumando solo le foglie e i rametti e lasciando i fusti e lo strato inferiore della foresta, relativamente intatti. Gli incendi di superficie, in genere, bruciano solo gli strati arbustivi ed erbacei. Questi strati sono caratterizzati da specie in grado di ricacciare prontamente grazie agli organi sotterranei che solitamente non vengono danneggiati dal passaggio del fuoco. Gli alberi possono essere più o meno danneggiati, a parità di tempo di incidenza ed in funzione dello spessore della corteccia. Gli incendi sotterranei tendono ad essere maggiormente distruttivi poiché distruggono gran parte delle radici e ciò generalmente impedisce il ricaccio da parte degli organi sotterranei. Il danno al suolo potrebbe eliminare la maggior parte dei semi dormienti, rallentando i processi di rinnovazione.

### ***L'innescò***

Le cause scatenanti gli incendi sono imputabili, essenzialmente, all'azione umana; in particolare, gli incendi possono essere provocati da azioni umane di natura colposa o da azioni di natura dolosa.

Gli incendi colposi, o involontari, sono provocati da comportamenti umani non finalizzati alla specifica volontà di arrecare il danno. Tali incendi si originano quando si opera con negligenza, imprudenza o imperizia, spesso in violazione di norme e regolamenti.

Gli incendi dolosi sono riconducibili alla deliberata volontà di appiccare il fuoco per recare danno all'ambiente e alle cose. Le motivazioni delle cause dolose si possono raggruppare in tre categorie: ricerca di un profitto, come per esempio recuperare terreni per l'agricoltura; manifestazioni di protesta, risentimenti e insensibilità verso il bosco e cause dubbie. Da indagini statistiche, la categoria prevalente è risultata essere quella relativa alla "ricerca di un profitto", alla quale sono stati attribuiti 2.992 eventi, pari al 69,9% degli incendi dolosi e al 41,9% degli incendi complessivi; sono stati, invece, ricondotti a "manifestazioni di protesta, risentimenti

e insensibilità verso il bosco" 1.085 incendi, pari al 25,4% degli incendi dolosi e al 15,3% del totale degli incendi.

Si possono riscontrare, tuttavia, cause scatenanti incendi che non siano direttamente imputabili all'uomo: le cause naturali e le cause accidentali. Solo una piccolissima percentuale di incendi può essere considerata naturale, causata cioè da eventi propri della natura e quindi inevitabili.

Tra le cause naturali, l'unica che ha rilevanza in Italia è il fulmine. La sua incidenza è variabile, ma comunque contenuta. Gli incendi causati dai fulmini si verificano prevalentemente nelle zone montane, nelle quali gli alberi conducono con facilità le scariche elettriche. Il fulmine appicca il fuoco al legno dell'albero o alla lettiera, spesso in zone impervie, per cui l'avvistamento del focolaio può essere tardivo e gli interventi difficoltosi.

Tra le altre cause naturali sono da considerare, inoltre, le eruzioni vulcaniche e le autocombustioni. Le prime sono rare e circoscritte ad aree particolari: gli incendi si originano quando la lava incandescente entra in contatto con la vegetazione del bosco, come è accaduto di recente in Sicilia con il risveglio dell'attività vulcanica dell'Etna. Il fenomeno dell'autocombustione è, praticamente, impossibile: non si verifica nelle condizioni climatiche che caratterizzano il nostro territorio.

Le cause accidentali sono quelle che non dipendono direttamente dall'azione umana, sia colposa che dolosa, anche se sono riconducibili alla presenza e alle attività dell'uomo sul territorio. Sono compresi in questa classe di cause gli incendi provocati:

- dalle scintille che si originano dall'attrito degli impianti frenanti dei treni sui binari;
- dalle variazioni di tensione sulle linee elettriche e dalla rottura e conseguente caduta a terra di conduttori di impianti ad alta tensione.

In entrambi i casi, la presenza di materiale vegetale al suolo, secco e facilmente infiammabile, può favorire l'insorgere dell'incendio.

A conferma di quanto detto, si riporta in Tabella 3.9, l'analisi dei dati, forniti dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, relativi alle cause degli incendi avvenuti nel corso del 2001 in Italia. Dall'esame di tale tabella si può notare come rilevante sia la percentuale (34,8%) degli incendi legati a cause colpose, cioè imprudenza e violazione di norme e soprattutto quella relativa agli incendi dolosi, causati deliberatamente per cagionare un danno (59,8 %).

<b>Cause</b>	<b>N°incendi</b>	<b>% sul totale</b>
Naturali (dipendenti da situazioni naturali)	77	1,1 %
Accidentali (non dipendenti da situazioni naturali né da azione diretta umana)	35	0,5 %
Colpose (dipendenti da imprudenza, negligenza, violazioni di norme)	2355	34,8%
Dolose (in cui c'è dolo, una deliberata volontà di cagionare il danno)	4406	59,8%
Dubbie	256	2,8%

*Tabella 3.9: Fonte: Indagine conoscitiva incendi boschivi del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali- Corpo Forestale dello Stato- Servizio antincendio boschivo dicembre 2001*

### **La pericolosità**

Da statistiche fornite dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali risulta che l'evento incendi boschivi presenta maggiore frequenza nei periodi di "riordino" delle colture agro-pastorali, quando vengono bruciati gli scarti o i residui secondo metodi ancora radicati nelle tradizioni rurali e non rispettosi delle prescrizioni contenute nelle normative regionali e nazionali vigenti. A conferma delle relazioni tra l'evento incendi boschivi e le attività agricole, si nota come le province e i comuni più interessati da incendi nel recente passato, siano quelli collinari e montani, nei quali sono più diffuse le attività rurali. Dove, viceversa, le pratiche agricole risultano più diffusamente abbandonate, la frequenza di incendi appare minore e, probabilmente, il fattore umano maggiormente responsabile diviene il turismo, genericamente inteso come frequentazione a scopo ricreativo.

Un altro aspetto da tenere in considerazione riguarda la correlazione diretta tra viabilità e localizzazione degli incendi. La rete viaria, infatti, rappresenta un mezzo importante per la diffusione di focolai d'incendio in termini di facilitazione nelle modalità d'innesco del fuoco e di possibilità di accesso alle aree forestali. L'elevata frequenza di incendi lungo le autostrade e le strade di maggior frequentazione (statali e provinciali), soprattutto nei periodi più caldi e siccitosi dell'anno, sembra avere tra le possibili cause di innesco i mozziconi di sigarette gettati dai veicoli in transito.

Alla luce di queste considerazioni statistiche, si può ritenere la pericolosità associata all'evento incendi boschivi, funzione della diffusione delle attività agricole e



pastorali e del turismo, nonché della presenza di strade molto frequentate in prossimità dei boschi.

### ***Propagazione e vulnerabilità***

La propagazione di un incendio è fortemente connessa alla vulnerabilità dell'elemento a rischio bosco e quindi principalmente, alle caratteristiche vegetazionali (in particolare, al grado d'umidità della vegetazione), alla situazione climatica del momento (in particolare, alla velocità del vento) e all'intensità del fuoco. In particolare, si può affermare che, al diminuire del grado di umidità della vegetazione e all'aumentare della velocità del vento, aumenta la vulnerabilità dell'elemento a rischio bosco e, di conseguenza, l'incendio si propaga più facilmente. La propagazione di un incendio è influenzata, inoltre, dalla pendenza, la quale può agire fortemente sulla diffusione del fuoco in due maniere: riscaldando preventivamente e determinando un tiraggio. Un fuoco si svilupperà più rapidamente in salita che in discesa, se il vento non è sufficientemente forte da influenzare altrimenti la diffusione. In salita le fiamme sono più vicine al combustibile: questo causa un preriscaldamento e, quindi, una accensione più rapida. Il calore che sale lungo la pendice causa una corrente che aumenta ulteriormente la rapidità di diffusione. In pendici ripide, inoltre, frammenti di legno che bruciano possono rotolare lungo il pendio dando inizio a nuovi fuochi.

Anche i danni provocabili dagli incendi, dipendendo dalla vulnerabilità degli elementi a rischio, possono variare enormemente in funzione dell'intensità e del tempo di incidenza del fuoco, della stagione e del tipo di vegetazione e di suolo.

Un incendio di superficie nel periodo primaverile, per esempio, può causare danni molto differenti rispetto ad un incendio nel periodo estivo: dopo un incendio primaverile, le piante sono in grado di ricacciare subito così da ridurre al minimo i cambiamenti ambientali, mentre un incendio che si verifica in tarda estate o al principio dell'inverno può lasciare il terreno privo di vegetazione fino alla primavera successiva, comportando una minore protezione del suolo contro l'erosione.

I danni provocabili dagli incendi sono di diversa natura: danni a livello umano con conseguenze spesso mortali, danni ambientali (distruzione di fauna e flora) e danni economici (scomparsa di habitat naturali, danni alle foreste, costi degli interventi antincendio).

### **3.2.2 La "legge-quadro in materia di incendi boschivi"**

Nel corso degli anni, molti esperti del settore hanno fornito varie definizioni di "incendio boschivo", tuttavia, è stato solo con la legge 21 novembre 2000 n. 353 "Legge-quadro in materia di incendi boschivi" che è stata fissata una definizione in termini precisi e oggettivi.

La legge 353/2000 recita, infatti, all'art. 2: "Per incendio boschivo si intende un fuoco con suscettibilità a espandersi su aree boscate, cespugliate o arborate, comprese eventuali strutture e infrastrutture antropizzate poste all'interno delle predette aree, oppure su terreni coltivati o incolti e pascoli limitrofi a dette aree".

La legge quadro contiene, oltre alla definizione giuridica di "incendio boschivo", altri importantissimi elementi di innovazione attesi da anni, tra cui il riordino delle numerose leggi sugli incendi, l'attribuzione di rilevanti compiti alle Regioni per la prevenzione e lotta agli incendi, l'obbligo di censimento di tutte le aree incendiate, l'inasprimento delle sanzioni penali per il reato di "incendio boschivo", il divieto di nuove costruzioni per dieci anni sui terreni percorsi dal fuoco e di modifica della destinazione d'uso per 15 anni. Sono vietate, inoltre, per 5 anni attività di rimboschimento e di ingegneria ambientale (con finanziamenti pubblici) salva autorizzazione del Ministero dell'Ambiente e per 5 anni attività di pascolo e caccia (art. 10 – divieti e prescrizioni).

Il divieto di modifica di destinazione d'uso per 15 anni e di attività edilizie per 10 anni sui terreni percorsi dalle fiamme (art. 10) rappresenta il più importante dei divieti previsti dalla legge quadro nel caso delle zone incendiate. A questo sistema di inibizioni, che era già previsto dalla normativa previgente, si riconosce un'importanza assoluta, anche considerato che sono viziati da nullità gli atti di compravendita che non riportano in modo esplicito il vincolo. Al fine di poter applicare tale divieto, però è necessario lo strumento della redazione delle mappe dei terreni percorsi dal fuoco che è imposto dalla legge a carico dei Comuni (art. 10, comma 2). In realtà tale obbligo a carico dei Comuni era stato stabilito già dalla legge 428/1993 che obbligava i Comuni a compilare le planimetrie catastali del territorio comunale percorso dal fuoco e trasmetterle alla propria Regione e al Ministero dell'Ambiente.

#### ***I Piani regionali di prevenzione, previsione e lotta attiva contro gli incendi boschivi***

La Legge 353/2000, all'art. 3, comma 1, prescrive la redazione, da parte delle Regioni, del "Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione,

prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi", sulla base di linee guida e di direttive, approvate con Decreto del 20/12/01 della Presidenza del Consiglio dei Ministri. Nelle "linee guida" viene tra l'altro fornito uno schema da seguire nell'elaborazione del Piano regionale. In particolare, un "Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi" deve essere articolato nei seguenti punti:

*I. Parte generale*

1. Descrizione del territorio
2. Banche dati
3. Cartografia di base
4. Supporti informatici
5. Analisi storica dei dati AIB (antincendi boschivi)
6. Obiettivi prioritari da difendere
7. Modello organizzativo

*II. Previsione*

8. Le cause determinanti e i fattori predisponenti l'incendio;
9. Le aree percorse dal fuoco nell'anno precedente, rappresentate a mezzo di apposita cartografia tematica;
10. Le aree a rischio di incendio boschivo rappresentate con apposita cartografia tematica aggiornata, con l'indicazione delle tipologie di vegetazione prevalenti;
11. I periodi a rischio di incendio boschivo, con l'indicazione delle prevalenti caratteristiche anemologiche stagionali;
12. Gli indici di pericolosità fissati su base quantitativa e sinottica;
13. Gli interventi per la previsione e la prevenzione degli incendi boschivi anche attraverso sistemi di monitoraggio satellitare;

*III. Prevenzione*

14. Contrasto alle azioni determinanti anche solo potenzialmente l'innescò di incendio nelle aree e nei periodi a rischio di incendio boschivo di cui alle lettere c) e d) dell'art.3, comma 3, della L.353/2000;
15. La consistenza e la localizzazione delle vie di accesso e dei tracciati spartifuoco nonché di adeguate fonti di approvvigionamento idrico;
16. Le operazioni silvicolturali di pulizia e manutenzione del bosco, con facoltà di previsione di interventi sostitutivi del proprietario inadempiente;
17. Le esigenze formative e la relativa programmazione;
18. Le attività informative;

*IV. Lotta attiva*

19. La consistenza e la localizzazione dei mezzi, degli strumenti e delle risorse umane nonché le procedure per la lotta attiva contro gli incendi boschivi;
20. Ricognizione, sorveglianza, avvistamento, allarme, spegnimento;
21. Sale Operative Unificate Permanenti (SOUP);
22. Intervento sostitutivo dello Stato nei confronti delle regioni inadempienti;

*V. Sezione aree naturali protette regionale*

*VI. Sezione parchi naturali e riserve naturali dello Stato*

*VII. Previsione economico-finanziaria delle attività previste nel piano stesso*

Le Regioni hanno la facoltà di organizzare, nel modo che ritengono più confacente alle proprie esigenze, i singoli punti dell'articolazione, mantenendone i contenuti o, se lo ritengono opportuno, ampliandoli e/o dettagliandoli maggiormente. Attraverso i Piani regionali, che devono essere aggiornati ogni tre anni su base provinciale, le Regioni devono realizzare, quindi, la "carta del rischio", in cui devono essere indicati, in particolare, i boschi da difendere dagli incendi, i periodi dell'anno a rischio, con l'indicazione dei dati anemologici e dell'esposizione dei venti e segnalate la presenza di eventuali acquedotti, bacini e serbatoi d'acqua, piazzole per elicotteri, piste forestali percorribili da fuoristrada ed ogni altro mezzo utile per la lotta agli incendi. I piani regionali possono considerarsi come lo strumento più importante ed efficace previsto dalla legge quadro per la prevenzione degli incendi boschivi. In assenza di questi atti delle Regioni, la pur importante attività degli organi Statali (dai finanziamenti per i mezzi antincendio, all'impegno del Corpo Forestale, di tutte le Forze dell'ordine, della Protezione civile, al coordinamento tra questi organi, tra cui il "C.O.A.U." il Centro Operativo Aereo Unificato del Dipartimento della Protezione Civile che attua il coordinamento degli aeromobili antincendio resi disponibili dal Corpo Forestale dello Stato, dall'Aeronautica Militare, dell'Esercito, dai Vigili del Fuoco e dalla Marina) viene spesso vanificata.

### **3.2.3 Misure per la riduzione del rischio incendi boschivi**

Tenuto conto che buona parte degli incendi si verifica per cause derivanti da negligenze dell'uomo, spesso inconsapevole dei terribili danni che un determinato comportamento può provocare, per ridurre il rischio associato all'evento incendi boschivi, e in particolare, la sua pericolosità, devono essere previste attività di

educazione e informazione della popolazione, con l'integrazione dei programmi didattici nelle scuole e negli istituti di ogni ordine e grado e il coinvolgimento dei mass media, ai fini della crescita e della promozione di un'effettiva educazione ambientale in attività di protezione ambientale. L'opera di sensibilizzazione e di informazione dei cittadini non sarà mai pienamente efficace, tuttavia, se non mira a realizzare una cultura della tutela del patrimonio forestale inteso come bene imprescindibile che appartiene alla stessa collettività. È necessario, pertanto, dare opportuno impulso a tutte quelle azioni di carattere informativo e formativo che concorrono alla crescita di una cultura dell'ambiente e del bosco, promuovendo la consapevolezza che uomini e alberi appartengono al medesimo contesto naturale. È opportuno sottolineare come, per l'evento incendi boschivi, l'attività di educazione e informazione della popolazione possa essere inclusa tra le attività di prevenzione, volte cioè alla riduzione della pericolosità, a differenza del caso degli eventi naturali per i quali è stata considerata come una misura di mitigazione, volta cioè, a ridurre la severità dei danni causati all'elemento a rischio uomo dall'evento.

La maggior parte degli incendi si verifica, tuttavia, per cause derivanti dall'uomo, intenzionali e dirette allo scopo di trarne un vantaggio, perciò l'attività di prevenzione del rischio incendi deve comprendere non solo l'educazione ambientale e la formazione della popolazione, ma soprattutto la predisposizione e l'utilizzo di personale statale e degli Enti locali per il controllo e la vigilanza del territorio, al fine di evitare il verificarsi di atti criminosi diretti a causare gli incendi. Da qui la necessità di individuare le aree più a rischio che fanno direttamente riferimento a quelle aree che più di altre possono essere oggetto di atti incendiari (quasi sempre aree pregiate dal punto di vista naturale e paesaggistico) diretti al perseguimento di interessi particolari come possono essere quelli, ad esempio, degli speculatori edilizi, ovvero di chi ha interessi specifici sulle aree bruciate.

Un'altra misura di prevenzione potrebbe essere costituita dall'inasprimento delle sanzioni penali contro i piromani, tuttavia, la difficoltà di accertare la flagranza del reato, rende le relative sanzioni di fatto inapplicabili.

I principali interventi di mitigazione consistono nel monitoraggio del territorio e nella predisposizione di interventi culturali idonei a migliorare l'assetto e la gestione degli ambienti naturali e forestali, come, per esempio, lavori di bonifica e ripristino delle aree forestali percorse da incendio per favorire l'affermazione di specie arboree meno suscettibili al fuoco.

Anche gli interventi di spegnimento di un incendio possono essere annoverati tra le misure di mitigazione del rischio: un tempestivo spegnimento di un incendio può permettere una sensibile riduzione dei danni causati dall'incendio stesso, in quanto diminuisce il tempo nel quale l'elemento a rischio è sottoposto all'evento. Nel caso

di interventi da terra, per rendere più efficace e tempestiva l'estinzione e quindi, diminuire il danno potenziale, si possono realizzare viali parafuoco. Inoltre, sempre per il motivo precedente, sia per gli interventi a terra e, soprattutto, per quelli aerei, devono essere previsti degli invasi antincendi boschivi e punti di approvvigionamento idrico.

### ***Gli interventi di spegnimento***

Lo spegnimento di un incendio è intrinsecamente dipendente dalle modalità di propagazione dello stesso che ne rendono l'attuazione più o meno difficoltosa. Gli interventi di spegnimento vengono attuati, perciò, con modalità differenti in base alla vulnerabilità del bosco e, quindi, alle caratteristiche del territorio ed all'intensità dell'evento, al fine di conseguire il migliore risultato. Nel caso di incendi facilmente estinguibili, prevedibilmente di breve durata e limitata estensione si possono adottare interventi da terra, con spegnimento per azione diretta sulle fiamme con dispositivi estintori e pale; mentre nel caso di incendi di elevata estensione è più opportuno l'intervento aereo, con impiego di aeromobili sia per azione diretta di spegnimento dell'incendio che per il trasporto di addetti.

### ***Disposizioni generali per l'intervento***

Quando la Sala Operativa antincendi boschivi riceve una segnalazione, via telefono o via radio, deve, in primo luogo, verificare l'autenticità della segnalazione allertando immediatamente il personale del Comando Stazione del Corpo Forestale competente per zona o i tecnici degli Enti Delegati competenti posti in reperibilità o altro personale di fiducia (operai forestali in amministrazione diretta, Vigili del Fuoco, Carabinieri, volontari AIB convenzionati) e coordinare le proprie azioni con il corpo dei Vigili del Fuoco, attivando uno scambio reciproco di informazioni sull'evolversi della situazione.

In caso di segnalazione fondata, la Sala Operativa invia sul posto le forze organizzate per il servizio di estinzione che si trovano più vicine al luogo dell'evento, allertando comunque le altre strutture competenti, per poterle avere a disposizione immediatamente in caso di ulteriore richiesta da parte del Direttore dell'Operazione di spegnimento. Se necessario, inoltre, pone in stato di preallarme l'elicottero AIB operativo in quel momento e, in caso di richiesta da parte del Direttore dell'Operazione di estinzione presente sul luogo, ne dispone il decollo immediato, fornendo al pilota tutti i dati necessari relativi alla posizione geografica, alle caratteristiche dell'evento e agli invasi artificiali e naturali prossimi all'incendio presso cui effettuare l'attingimento idrico. In caso di eventi eccezionali la sala

operativa provvederà ad allertare anche i mezzi aerei nazionali preposti alla lotta agli incendi boschivi.

La repressione degli incendi di bosco avviene sotto la guida e la responsabilità del Direttore delle Operazioni di spegnimento, oppure, in sua assenza, sotto la direzione del Comitato Operativo Provinciale. Le operazioni di estinzione devono essere dirette nell'ordine da: personale del Corpo Forestale dello Stato, personale tecnico dell'Ente Provincia o della Comunità Montana competente per territorio, personale tecnico dei parchi regionali, nel territorio di propria competenza, o in assenza di questi, dal personale dei Comuni nel proprio ambito territoriale. Il Direttore delle Operazioni di spegnimento, appena giunto sul luogo, comunica alla Sala Operativa le informazioni fondamentali relative all'evento, verifica la consistenza del personale e dei mezzi richiedendone, nel caso, altri (altre squadre, altri mezzi aerei ecc.), decide le modalità di azione per l'estinzione ed impartisce le disposizioni a tutto il personale a terra presente in zona. In caso di richiesta di intervento di mezzi aerei, il Direttore delle Operazioni di spegnimento deve fornire tutte le informazioni utili al fine di farli operare in assoluta sicurezza e tempestività, come per esempio, la segnalazione della presenza di linee elettriche o cavi aerei o la segnalazione dei punti di attingimento più prossimi alla zona dell'incendio.

La bonifica e la sorveglianza costituiscono parte integrante dell'intervento di estinzione e vengono eseguite sempre per ogni evento.

L'intervento di bonifica viene attuato tramite il controllo e la delimitazione dell'intero perimetro dell'area percorsa dal fuoco. La delimitazione del perimetro (staccata) consiste nell'aprire una netta trincea di separazione tra la parte verde e quella bruciata, scoprendo completamente il terreno per una larghezza di almeno 150 centimetri. Va attuata per mezzo di attrezzature manuali quali zappe o rastri. Durante quest'operazione bisogna, inoltre, individuare e gettare nell'area percorsa dal fuoco tutte le braci attive ancora presenti nella zona di confine.

La sorveglianza del perimetro ancora attivo deve essere continua e deve essere attuata da squadre di personale che percorrono il fronte ad intervalli regolari o, quando possibile, in maniera puntuale dislocando il personale incaricato lungo il perimetro dell'incendio in modo che tutte le persone impegnate siano in vista le une con le altre. La sorveglianza della zona va proseguita periodicamente anche nelle ventiquattrore successive all'abbandono della zona da parte delle squadre impegnate ad eseguire la bonifica e la prima sorveglianza e, comunque, a seconda della stagione e delle caratteristiche dell'incendio, per tutto il tempo che il Direttore dell'Operazione di spegnimento riterrà necessario a scongiurare eventuali riprese di fiamma.

### ***I viali parafuoco***

Un viale parafuoco è composto da una strada forestale e da due fasce laterali e ha lo scopo di ridurre l'intensità del fronte di fiamma per consentire alle squadre antincendi di intervenire con maggiore sicurezza e in modo più efficace per l'estinzione. Il viale può essere realizzato ex-novo oppure può derivare dall'adeguamento di una viabilità forestale esistente. Il tracciato stradale deve essere adeguato in modo che sia idoneo al transito dei mezzi AIB, eventualmente a fondo migliorato, dotato di opere di regimazione delle acque, con piazzole di scambio, collegato a viabilità esistente tale da consentire l'accesso e l'uscita nelle due direzioni, possibilmente con innesti intermedi che favoriscano l'eventuale allontanamento del personale. Le fasce laterali dovranno essere ricavate attraverso i seguenti interventi selettivi sulla vegetazione esistente:

- asportazione del manto erbaceo;
- asportazione della vegetazione arbustiva;
- asportazione o forte diradamento delle conifere;
- asportazione o diradamento o conversione all'alto fusto delle latifoglie.

Le modalità di realizzazione sono in funzione dell'incendio che, presumibilmente, si dovrà affrontare: ad esempio, in previsione di fronti di fiamma con elevate intensità e forti velocità di propagazione, la tipologia da adottare sarà quella in cui ciascuna fascia presenta una zona a fianco della strada del tutto priva di vegetazione ed un'altra zona, a fianco del bosco, con densità inferiore rispetto a quella del bosco da proteggere. In altri casi le zone a fianco della strada possono essere inerbite ed affiancate da una zona con densità inferiore al bosco da proteggere. In altri casi ancora, entrambe le fasce possono essere unicamente diradate e ripulite dal sottobosco. L'ampiezza dei viali parafuoco deve essere dimensionata in relazione alle caratteristiche degli eventuali fronti di fiamma: si può, tuttavia, considerare idonea una larghezza variabile tra 20 e 40 metri. Gli interventi di manutenzione sui viali parafuoco possono consistere nelle seguenti azioni:

- sistemazione del piano viario
- ripristino della funzionalità delle opere di regimazione delle acque superficiali
- nuova realizzazione di opere di regimazione delle acque superficiali
- ripulitura delle fasce laterali dalla vegetazione erbacea e arbustiva
- interventi di diradamento e/o avviamento all'alto fusto nelle fasce laterali
- ampliamenti, ove necessario, delle fasce laterali, non superando comunque i limiti massimi di larghezza indicati precedentemente.

Sia nella realizzazione che nella manutenzione dei viali parafuoco dovrà essere sempre effettuata l'eliminazione del materiale di risulta.



### ***Invasi e punti di approvvigionamento idrico***

Gli invasi antincendi boschivi sono punti di approvvigionamento idrico per i mezzi terrestri e per gli elicotteri che operano nello spegnimento di incendi boschivi.

La localizzazione e la capacità degli invasi dovrà essere prevista in base al rischio di incendio presente nelle varie zone, alla morfologia del terreno, alla disponibilità idrica per il riempimento, alla vicinanza con altri punti d'acqua.

Nella zona centrale non devono avere una profondità inferiore a 2,5 metri e devono essere dotati di:

- idonea impermeabilizzazione, in terra, tramite compattazione, o in materiali sintetici e/o calcestruzzo, cemento armato
- idoneo sistema di adduzione dell'acqua, tale da garantire il rifornimento anche nel periodo estivo;
- idoneo scolmatore;
- eventuale scarico di fondo;
- strutture idonee a garantire la risalita in caso di cadute accidentali nell'invaso;
- punto di presa per i mezzi terrestri;
- recinzione perimetrale per impedire l'accesso a personale non autorizzato e animali.

Per i mezzi terrestri deve essere assicurato l'accesso tramite idonea viabilità e con piazzale di manovra sul punto di presa, che deve essere individuato e ben evidenziato. Il punto di presa deve consentire l'adduzione con un tubo di pescaggio minimo di 2,5 metri. Per gli elicotteri, la zona deve essere libera da ogni tipo di cavo aereo. Intorno all'invaso non deve essere presente vegetazione arborea che possa essere d'ostacolo per l'avvicinamento, l'allontanamento e le operazioni di pescaggio dell'elicottero.

Gli invasi devono essere posti a meno di 1 Km da boschi che abbiano un'estensione non inferiore a 20 ha. Compatibilmente con l'orografia della zona e con la disponibilità di acqua devono essere privilegiate le zone in quota.

I punti di approvvigionamento sono serbatoi o vasche di raccolta delle acque, anche posizionati fuori terra, che soddisfino almeno i seguenti requisiti:

- rispetto delle norme di sicurezza;
- siano posti a meno di 5 Km da boschi che abbiano una estensione non inferiore a 20 ha;
- siano accessibili ai mezzi adibiti al servizio AIB.

E' preferibile inoltre che abbiano un idoneo sistema di adduzione dell'acqua tale da garantire, anche nel periodo estivo, il rifornimento e siano dotati di idoneo scolmatore.

La manutenzione degli invasi e dei punti di approvvigionamento idrico deve consentire la piena funzionalità delle opere, sia per l'approvvigionamento di mezzi terrestri che degli elicotteri del servizio antincendi boschivi. Gli interventi di manutenzione possono consistere nelle seguenti opere:

- svuotamento e ripulitura dell'invaso o del punto di approvvigionamento idrico;
- ripulitura dalla vegetazione arborea ed arbustiva che possa essere d'ostacolo per l'avvicinamento, l'allontanamento ed il pescaggio di elicotteri;
- sistemazione del punto di presa per mezzi terrestri;
- sistemazione dello scolmatore, dello scarico di fondo, del sistema di adduzione dell'acqua;
- sistemazione della recinzione perimetrale.

## **Capitolo 4**

### ***I piani di Protezione Civile***

---

*In questo capitolo si illustrerà la struttura organizzativa dal Servizio Nazionale della Protezione Civile e si indicheranno le principali attività svolte da tale servizio per proteggere l'uomo e, in seconda battuta, tutte le altre tipologie di elementi a rischio, dai danni che possono essere provocati dal verificarsi di un evento calamitoso.*

*In particolare, si preciserà il ruolo svolto dalla provincia nell'ambito della Protezione Civile, evidenziando i principali compiti che le sono state attribuite dalla legislazione nazionale e regionale.*

*Si descriveranno, inoltre, le parti fondamentali in cui devono essere strutturati tutti i piani di Protezione Civile, indipendentemente dal livello di competenza (nazionale, provinciale o comunale), sottolineando il ruolo fondamentale che essi rivestono nella mitigazione del rischio.*

## 4.1 Il Servizio Nazionale della Protezione Civile

Con la legge 24 febbraio 1992 n. 225 è stato istituito in Italia il Servizio Nazionale della Protezione Civile, il quale assolve principalmente la funzione di "tutelare l'incolumità dei cittadini, i beni, gli insediamenti e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da calamità naturali, da catastrofi e da altri eventi calamitosi", attraverso attività di previsione, prevenzione, soccorso e superamento delle emergenze. A partire dall'emanazione di tale legge, si è andata sempre più affermando la consapevolezza che le attività di Protezione Civile non debbano solo limitarsi alla gestione dell'emergenza ("attuazione degli interventi diretti ad assicurare alle popolazioni colpite dagli eventi ogni forma di prima assistenza"), ma abbiano quali obiettivi principali, per una seria politica di mitigazione dei rischi e di limitazione dei danni, la previsione ("attività dirette allo studio ed alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, alla identificazione dei rischi ed alla individuazione delle zone del territorio soggette ai rischi stessi") e la prevenzione ("attività volte a evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verificano danni conseguenti agli eventi calamitosi anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione") degli eventi.

Gli eventi che il Servizio Nazionale della Protezione Civile deve affrontare si distinguono in ( art. 2 ):

- a. eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo che possono essere fronteggiati mediante interventi attuabili dai singoli enti e amministrazioni competenti in via ordinaria;
- b. eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo che per loro natura ed estensione comportano l'intervento coordinato di più enti o amministrazioni competenti in via ordinaria;
- c. calamità naturali, catastrofi o altri eventi che, per intensità ed estensione, devono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari.

Le calamità sono eventi naturali o legati ad azioni umane, a causa delle quali tutte le strutture fondamentali della società sono distrutte o inagibili su un ampio tratto del territorio e una pluralità di persone consegue dei danni inerenti alla propria vita o ai propri beni.

La catastrofe, viceversa, è un evento provocato sia da cause naturali che da azioni umane, a causa del quale, però, le strutture fondamentali della società rimangono, nella quasi totalità, intatte, efficienti e agibili.

Il Servizio Nazionale della Protezione Civile è coordinato dal Presidente del Consiglio dei Ministri ed è composto dalle amministrazioni dello Stato, centrali e periferiche, dalle regioni, dalle province, dai comuni, dagli enti pubblici nazionali e territoriali e

da ogni altra istituzione ed organizzazione pubblica e privata presente sul territorio nazionale. Al coordinamento del Servizio nazionale e alla promozione delle attività di Protezione Civile provvede il Presidente del Consiglio dei Ministri attraverso il Dipartimento della Protezione Civile.

E' interessante sottolineare come in Italia, a differenza di molti altri paesi europei, tutta l'organizzazione dello Stato, dai Ministeri alle regioni, dalle province al più piccolo comune ed anche la società civile, attraverso le associazioni di volontariato, partecipino all'attuazione delle attività di Protezione Civile. Tale modello di organizzazione della nostra Protezione Civile, che origina dal processo in corso di riorganizzazione dell'ordinamento amministrativo, orientato ad aumentare il peso, le competenze e le responsabilità delle istituzioni regionali e locali, risulta particolarmente adeguato ad un contesto territoriale come quello italiano che presenta una gamma di possibili rischi di calamità e catastrofi sconosciuta negli altri Paesi europei. Quasi ogni area del paese è sottoposta al rischio che nel proprio territorio si verifichi un evento dannoso e ciò rende necessario un sistema di Protezione Civile che assicuri in ogni area la presenza di risorse umane, mezzi, capacità operative e decisionali in grado di intervenire in tempi brevissimi in caso di calamità, ma anche di operare con continuità per prevenire e, per quanto possibile, prevedere i disastri.

#### **4.1.1 Il Dipartimento della Protezione Civile**

Il Dipartimento della Protezione Civile si può ritenere il fulcro del Servizio Nazionale della Protezione Civile e, oltre ai già citati compiti di coordinamento e promozione, assume le seguenti funzioni:

- di intervento diretto in caso di calamità nazionali;
- di definizione di procedure di intervento ed azione, comuni a tutto il sistema;
- di orientamento della legislazione relativa alla prevenzione dei rischi;
- di sostegno alle strutture periferiche del sistema, specie le più deboli e meno dotate di risorse proprie;
- di promozione e sostegno alle attività di formazione e alla crescita dell'associazionismo di Protezione Civile;
- di informazione dell'opinione pubblica e di promozione della cultura della Protezione Civile, specie nei confronti delle giovani generazioni;
- di regia nella costruzione e nella gestione delle reti informative indispensabili per la prevenzione dei rischi;

- di produzione e gestione delle normative eccezionali e derogatorie (le Ordinanze) indispensabili per accelerare gli interventi di emergenza e far fronte alle calamità, al fine di ridurre al minimo il danno alle persone e alle cose.

Presso il Dipartimento della Protezione Civile sono istituiti quali organi centrali del Servizio Nazionale della Protezione Civile, la *Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi* ed il *Comitato operativo della Protezione Civile*.

### ***La Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi***

La Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi, costituita con il Decreto del Consiglio dei Ministri 12 aprile 2002, è un organo consultivo tecnico-scientifico e propositivo del Dipartimento in materia di previsione e prevenzione delle varie ipotesi di rischio. La Commissione è presieduta dal Presidente del Consiglio dei Ministri ed è composta dal capo del Dipartimento della Protezione Civile, con funzioni di vicepresidente, che sostituisce il presidente in caso di assenza o impedimento, da un esperto in problemi di Protezione Civile, da un esperto per ciascuno dei settori di rischio, da due esperti designati dall’Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici, da due esperti designati dalla Conferenza permanente per i rapporti con lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano e da un rappresentante del Comitato nazionale di volontariato di Protezione Civile. La Commissione si articola nelle seguenti 8 sezioni, ciascuna delle quali è costituita da un presidente e da nove esperti e dura in carica tre anni:

Sezione I – Rischio sismico;

Sezione II – Rischio vulcanico;

Sezione III – Rischio idrogeologico;

Sezione IV – Rischio industriale, nucleare e chimico;

Sezione V – Rischio trasporti, attività civili e infrastrutture;

Sezione VI – Rischio incendi boschivi;

Sezione VII – Rischio ambientale e sanitario;

Sezione VIII – Difesa dei beni culturali dai rischi naturali e di origine antropica.

### ***Il Comitato operativo della Protezione Civile***

Il Comitato operativo della Protezione Civile è istituito (articolo 10) “al fine di assicurare la direzione unitaria ed il coordinamento delle attività di emergenza”.

Il Comitato è presieduto dal Presidente del Consiglio dei Ministri (ovvero per sua delega dal Ministro per il coordinamento della Protezione Civile) e assume le seguenti funzioni:

- esaminare i piani di emergenza predisposti dai prefetti;
- valutare le notizie, i dati e le richieste provenienti dalle zone interessate all'emergenza;
- coordinare in un quadro unitario gli interventi di tutte le amministrazioni ed enti interessati al soccorso;
- promuovere l'applicazione delle direttive emanate in relazione alle esigenze prioritarie delle zone interessate dalla emergenza

### ***Il Consiglio nazionale della Protezione Civile***

Il Dipartimento della Protezione Civile, oltre a basarsi sugli indirizzi approvati dal Consiglio dei ministri, deve rispettare i criteri determinati dal Consiglio nazionale della Protezione Civile riguardo ai programmi di previsione e di prevenzione delle calamità, ai piani predisposti per fronteggiare le emergenze e coordinare gli interventi di soccorso, all'impiego coordinato delle componenti il Servizio Nazionale della Protezione Civile, all'elaborazione delle norme in materia di Protezione Civile. Il Consiglio nazionale della Protezione Civile è presieduto dal Presidente del Consiglio dei Ministri ovvero per sua delega dal Ministro per il coordinamento della Protezione Civile e dovrà essere composto dai Ministri responsabili delle amministrazioni dello Stato interessate o loro delegati, i presidenti delle giunte regionali e delle province autonome di Trento e Bolzano o loro delegati, rappresentanti dei comuni, delle province e delle comunità montane, rappresentanti della Croce Rossa italiana e delle associazioni di volontariato.

### ***Strutture operative nazionali del servizio***

Le strutture operative nazionali svolgono, a richiesta del Dipartimento della Protezione Civile, le attività di previsione, prevenzione, soccorso e superamento delle emergenze, nonché compiti di supporto e consulenza per tutte le amministrazioni componenti il Servizio Nazionale della Protezione Civile.

Costituiscono strutture operative nazionali, tutti i Corpi organizzati dello Stato, a partire dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco che, per la sua specifica preparazione, costituisce una componente indispensabile in ogni attività di soccorso. Grande affidabilità in tutte le emergenze assicurano, inoltre, le Forze dell'ordine, gli uomini delle Forze Armate, il personale del Corpo forestale dello

Stato, della Guardia di Finanza, della Croce Rossa Italiana, del soccorso alpino. E', però, soprattutto sul volontariato che la Protezione Civile italiana può fare sempre più affidamento. Dalle prime esperienze generose e disorganizzate di volontariato spontaneo, come gli "angeli del fango", intervenuti numerosi nell'alluvione di Firenze del 1966, si è avviato un percorso virtuoso che ha saputo incanalare la generosità e la solidarietà di tanti italiani nelle forme organizzative dell'associazionismo, oggi organizzato su base regionale e cresciuto in numero di volontari disponibili (i membri delle associazioni di Protezione Civile sono circa 1.200.000), in capacità operative, preparazione, competenza, esperienza e dotazione di mezzi tecnici e strumenti operativi. Se, fino agli anni '80 del secolo scorso, il volontariato organizzato rappresentava una componente ausiliaria delle forze in campo, negli ultimi anni ha messo a disposizione nelle situazioni di emergenza più del 50% delle risorse umane impiegate.

## 4.2 Il metodo Augustus

Le teorie moderne sulla pianificazione coincidono con i principi espressi dall'imperatore Ottaviano Augusto, il quale oltre 2000 anni fa sosteneva che: "Il valore della pianificazione diminuisce con la complessità dello stato delle cose". Con questa frase che raccoglieva una visione del mondo unitaria fra il percorso della natura e la gestione della cosa pubblica, Augusto coglieva pienamente come, di fronte a situazioni complesse ed estreme, occorre rispondere con uno schema operativo *semplice* e *flessibile*: non si può pianificare nei minimi particolari perché l'evento, per quanto previsto sulla carta, si manifesta in modi diversi creando emergenze che non sono mai uguali tra loro, a parità di intensità dell'evento stesso. Il metodo Augustus nasce, quindi, da un bisogno di unitarietà negli indirizzi della pianificazione di emergenza finalizzata soprattutto a rendere più efficaci i soccorsi. Il gruppo di lavoro incaricato di elaborare le linee guida "Augustus", composto da funzionari del Dipartimento della Protezione Civile e del Ministero dell'Interno, tenendo conto di queste indicazioni, ha prodotto un lavoro che rappresenta una sintesi coordinata degli indirizzi per la pianificazione, per la prima volta raccolti in un unico documento operativo. L'importanza delle linee guida del metodo Augustus risiede, oltre che nel fornire un indirizzo per la pianificazione di emergenza flessibile secondo i rischi presenti nel territorio, nel delineare un metodo di lavoro semplificato per l'individuazione e l'attivazione delle procedure atte a coordinare con efficacia la risposta di Protezione Civile.



Nel nostro paese, nella maggior parte dei casi, non mancano i materiali e i mezzi utili ai vari interventi di Protezione Civile, ma mancano soprattutto gli indirizzi sul come attivare queste risorse in modo sinergico: il metodo Augustus realizza questo obiettivo introducendo nei piani di emergenza le funzioni di supporto, cioè l'organizzazione delle risposte che occorre fornire alle diverse esigenze presenti in qualsiasi tipo di evento. In ogni singola funzione si individuano dei responsabili con il compito in "tempo di pace" di tenere vivo e, quindi, efficace il piano, anche attraverso periodiche esercitazioni ed aggiornamenti e, in caso di emergenza, di assumere la veste di operatori specializzati nell'ambito della propria funzione di supporto. In base al numero delle funzioni di supporto attivate, si struttura la Sala Operativa: in genere, le funzioni di supporto sono 14 per le province e le regioni, mentre sono 9 per i comuni. Le funzioni di supporto da attuare nei comuni non sono, quindi, necessariamente 14, ma sono istituite in maniera flessibile o in base ad una pianificazione di emergenza già predisposta in un determinato territorio per un determinato evento, oppure per far fronte ad immediate esigenze operative dei comuni durante o prima di un evento calamitoso.

Le indicazioni offerte dal metodo Augustus costituiscono la base su cui improntare le attività di pianificazione che sono individuate dalle attuali norme di Protezione Civile e sono prese a fondamento per la redazione di piani di emergenza a qualunque livello, sia esso regionale, provinciale o comunale.

Un piano dovrà, pertanto, comprendere:

- Coordinamento ed indirizzo per tutte le fasi di risposta previste dal Piano;
- Procedure semplici e non particolareggiate;
- Individuazione delle singole responsabilità nel modello di intervento;
- Flessibilità operativa nell'ambito delle funzioni di supporto.

### **4.3 Le attività di programmazione e pianificazione**

Nel Servizio Nazionale della Protezione Civile, istituito, come detto in precedenza, dalla Legge 225/92, si individuano due principali attività fra loro connesse:

- la Programmazione nell'ambito delle attività di previsione e prevenzione;
- la Pianificazione di emergenza.

E' importante sottolineare la differenza esistente tra le attività di programmazione e di pianificazione: la programmazione è afferente alla fase di previsione e prevenzione, intesa come conoscenza dei rischi che insistono sul territorio e come attività di prevenzione e mitigazione degli stessi; la pianificazione consiste

nell'elaborazione coordinata delle procedure operative di intervento da attuarsi nel caso in cui si verifichi l'evento atteso contemplato in un apposito scenario.

I programmi devono essere ricognitivi delle problematiche afferenti il territorio e costituire il punto di riferimento per la determinazione delle priorità e delle gradualità temporali di attuazione degli interventi di Protezione Civile, in funzione della pericolosità dell'evento calamitoso, della vulnerabilità del territorio, nonché delle disponibilità finanziarie. I programmi costituiscono, quindi, il presupposto per la pianificazione di emergenza e, in ogni caso, i piani devono sempre e comunque essere correlati ai programmi triennali di previsione e prevenzione predisposti a livello nazionale, regionale e provinciale, rispettivamente dallo Stato, dalle Regioni e dalla Provincia. In un contesto armonico, il livello di programmazione e/o pianificazione inferiore deve tener conto di quello immediatamente superiore: il livello provinciale deve raccordarsi a quello regionale che a sua volta deve raccordarsi con quello nazionale.

#### **4.4 Il Piano di Protezione Civile**

Un Piano di Protezione Civile è uno strumento finalizzato, soprattutto, alla pianificazione delle attività e degli interventi di emergenza e soccorso che devono essere attuati in occasione del verificarsi di eventi che condizionano la sicurezza delle persone ovvero interferiscono anche in modo grave con il normale andamento delle attività antropiche. Tale strumento è, quindi, principalmente orientato alla salvaguardia dell'uomo e, solo secondariamente, alla protezione dei beni.

Il Piano è uno strumento indispensabile per la mitigazione dei danni producibili a seguito del verificarsi di un evento in tutte quelle aree dove l'attività di riduzione del rischio con altri strumenti (opere, norme, vincoli) è condizionata dal ridotto grado di libertà imposto dal sistema antropizzato, ovvero dai tempi lunghi che spesso sono necessari per lo sviluppo di tali interventi. L'efficacia e la funzionalità di un Piano di Protezione Civile sono fortemente correlate ad alcune attività il cui sviluppo è strategico per ottenere una mitigazione dei danni, soprattutto, rispetto alla potenziale perdita della vita umana. Sono pertanto fondamentali, sia la pianificazione delle azioni di intervento, soprattutto per quanto riguarda la reperibilità degli uomini e dei mezzi adatti a rispondere alle varie necessità e una loro direzione unitaria con individuazione delle varie competenze e responsabilità, nonché un'adeguata informazione alla popolazione finalizzata a determinare comportamenti di autoprotezione durante il verificarsi di un evento.

#### 4.4.1 Componenti di un piano

Ogni Piano di Protezione Civile, indipendentemente dal livello di competenza (nazionale, provinciale, comunale), è strutturato in tre parti fondamentali:

- *Parte generale;*
- *Lineamenti della Pianificazione;*
- *Modello di intervento.*

##### **Parte generale**

E' la parte nella quale si raccolgono tutte le informazioni, relative alla conoscenza del territorio e alle reti di monitoraggio presenti, che consentono di elaborare i Programmi di Previsione e Prevenzione.

Elaborare un Programma di Previsione e Prevenzione dei rischi significa identificare *dove* gli eventi si manifestano sul territorio, *come* si sviluppano, *quanto* danno inducono sui vari elementi a rischio e *quando* possono avvenire. La redazione di un Programma di Previsione e Prevenzione dei rischi ha, quindi, come scopo quello di ricavare il livello di rischio associato ad un singolo evento o a combinazioni di eventi contemporanei e/o consequenziali che si possono verificare nell'area in esame, ragionando, per esempio, seguendo lo schema metodologico di analisi del rischio proposto nel paragrafo 1.2.

E' importante, inoltre, che tutte le informazioni siano oggetto di un processo continuo di perfezionamento e aggiornamento che si realizzerà, non tanto e non solo con l'impegno continuo del Servizio di Protezione Civile, ma soprattutto grazie al contributo informativo delle Aree/Servizi provinciali direttamente competenti nei diversi temi affrontati.

Per redigere un piano provinciale di Protezione Civile è essenziale disporre della seguente cartografia, allo scopo di elaborare il Programma di Previsione e Prevenzione dei rischi :

- Carta di delimitazione del territorio, regionale, provinciale e comunale, scala 1:200.000 o 1:150.000;
- Carta idrografica, scala 1:100.000;
- Carta dell'uso del suolo, scala 1:50.000;
- Carta dei bacini idrografici con l'ubicazione degli invasi, scala 1:150.000 o 1:200.000;
- Carta geologica, scala 1:100.000;
- Carta geomorfologica, scala 1:25.000;

- Carta della rete viaria e ferroviaria, dei porti, aeroporti ed eliporti, scala 1:100.000;
- Cartografia delle attività produttive (industriali, artigianali, agricole, turistiche);
- Cartografia delle aree per l'ammassamento delle forze e delle risorse, scala 1:25.000;
- Cartografia delle aree utilizzabili per attendamenti, roulottepoli e containeropoli, scala 1:25.000;
- Cartografia degli edifici strategici e rilevamento della loro eventuale vulnerabilità, scala 1:5.000 o 1:10.000;
- Cartografia della pericolosità dei vari eventi nel territorio;
- Cartografia del rischio nel territorio.

Si deve inoltre poter disporre di informazioni riguardanti la popolazione come:

- n° abitanti per comune e nuclei familiari;
- Superfici comunali, provinciali e regionali;
- Carta della densità della popolazione per Comune, Provincia, Regione.

### ***Lineamenti della Pianificazione***

In questa fase, dopo aver ricavato dai Programmi di Previsione e Prevenzione il rischio associato al danno prodotto da un evento o da una combinazione di eventi, si individuano gli obiettivi da conseguire per dare una adeguata risposta di Protezione Civile ad una qualsiasi eventuale emergenza.

In particolare, i principali obiettivi da raggiungere sono:

- Coordinamento operativo
- Salvaguardia della popolazione
- Rapporti tra le istituzioni locali e nazionali
- Informazione alla popolazione
- Salvaguardia del sistema produttivo nell'area di competenza
- Ripristino delle comunicazioni e dei trasporti
- Funzionalità delle telecomunicazioni
- Censimento e salvaguardia dei Beni Culturali
- Modulistica dell'intervento
- Struttura dinamica del Piano

L'attività di salvaguardia della popolazione è prevalentemente assegnata alle Strutture Operative.

Le misure di salvaguardia della popolazione per gli eventi prevedibili sono finalizzate all'allontanamento della popolazione dalle zone a rischio, con particolare

riguardo riservato alle persone con ridotta autonomia (anziani, disabili, bambini); dovranno, inoltre, essere attuati piani particolareggiati per l'assistenza alla popolazione con l'individuazione delle aree di accoglienza.

Per gli eventi non prevedibili, viceversa, le misure di salvaguardia sono finalizzate ad organizzare il primo soccorso urgente in concorso con l'intervento sanitario.

Un altro importante obiettivo in un'operazione di Protezione Civile, oltre al principale che riguarda la salvaguardia della vita umana, è garantire la continuità dell'attività amministrativa delle istituzioni, sia a livello centrale che periferico.

Nelle grandi emergenze dovranno essere attivate prioritariamente le seguenti amministrazioni:

- *Presidenza del Consiglio dei Ministri* - Dipartimento della Protezione Civile.
- *Ministero dell'Interno* - Direzione Generale della Protezione Civile e dei Servizi Antincendi.
- *Regione* - Presidente della Giunta; Comitato Regionale della Protezione Civile.
- *Provincia* - Presidente della Provincia; Comitato Prov. della Protezione Civile.
- *Comunità Montane* - Presidente delle Comunità Montane.
- *Comuni* - Sindaco; Sala Operativa Comunale.

L'informazione alla popolazione è, senza dubbio, uno dei punti cardine dei piani di emergenza; è fondamentale che il cittadino delle zone che possono essere, direttamente o indirettamente, interessate all'evento conosca preventivamente:

- le caratteristiche scientifiche essenziali di base del pericolo che insiste sul proprio territorio;
- la vulnerabilità degli immobili in cui risiede o lavora;
- le predisposizioni del piano di emergenza nell'area in cui risiede;
- come comportarsi, prima, durante e dopo l'evento;
- con quale mezzo ed in quale modo verranno diffuse informazioni ed allarmi.

Un altro importantissimo obiettivo da realizzare nelle aree a rischio è la salvaguardia del sistema produttivo. Questo intervento di Protezione Civile si può effettuare, per gli eventi prevedibili, nell'immediato periodo precedente il verificarsi dell'evento, attuando piani di messa in sicurezza dei mezzi di produzione e dei relativi prodotti stoccati oppure per gli eventi imprevedibili, immediatamente dopo che l'evento ha causato danni alle persone e alle cose in una determinata porzione di territorio. In quest'ultimo caso si dovranno organizzare interventi per il ripristino dell'attività produttiva e commerciale nell'area colpita, attuando interventi mirati per raggiungere tale obiettivo nel più breve tempo possibile, infatti, la competizione delle aziende produttive nel mercato nazionale e internazionale non permette che la sospensione della produzione sia superiore ad alcune decine di giorni.

Il ripristino delle comunicazioni e dei trasporti rappresenta una parte fondamentale della pianificazione e deve trattare tutte le problematiche relative alla salvaguardia dei servizi di pubblico interesse. Durante il periodo dell'emergenza, 72 ore, si dovranno già organizzare interventi mirati per la riattivazione dei trasporti, sia terrestri, che aerei, marittimi, fluviali, del trasporto per le materie prime e di quelle strategiche, nonché l'ottimizzazione dei flussi di traffico lungo le vie di fuga e l'accesso dei mezzi di soccorso nell'area colpita. In ogni piano sarà previsto, per questo specifico settore, una singola funzione di supporto la quale garantisce il coordinamento di tutte le risorse e gli interventi necessari per rendere piena funzionalità alla rete di trasporto.

La riattivazione delle telecomunicazioni dovrà essere immediatamente garantita per gestire il flusso delle informazioni degli uffici pubblici e per i centri operativi dislocati nell'area colpita. Si dovrà garantire la funzionalità delle reti telefoniche e radio delle varie strutture operative di Protezione Civile per garantire i collegamenti fra i vari centri operativi e al tempo stesso per diramare comunicati e allarmi. In ogni piano sarà prevista, per questo specifico settore, una singola funzione di supporto che garantisca il coordinamento di tutte le risorse e gli interventi necessari per ridare piena funzionalità alle telecomunicazioni per la trasmissione di testi, immagini e dati numerici.

Anche la salvaguardia dei beni culturali ubicati nelle zone a rischio è da considerare tra i principali obiettivi da perseguire, pur ribadendo che lo scopo preminente di un piano di emergenza è quello di mettere in salvo la popolazione e garantire con ogni mezzo il mantenimento del livello di vita "civile" messo in crisi da una situazione di grandi disagi, sia fisici che psicologici. Si dovranno, pertanto, organizzare specifici interventi per il censimento e la tutela dei beni culturali, predisponendo anche specifiche squadre di tecnici specializzati nel settore per la messa in sicurezza dei reperti, o altri beni artistici, in aree protette.

Ai piani viene allegata una modulistica d'intervento che consente di omogeneizzare linguaggi e procedure del Sistema di Protezione Civile sia centrale che periferico. Tale modulistica è funzionale al ruolo di coordinamento e indirizzo per le autorità chiamate a svolgere la loro attività in caso di emergenza. La raccolta dei dati prevista dalla modulistica d'intervento è suddivisa secondo le 14 funzioni di supporto, usate sia per l'intervento della Direzione Operativa di Comando e Controllo, che per gli interventi di competenza della Sala Operativa della Prefettura e del Comune.

Il continuo mutamento dell'assetto urbanistico del territorio, la crescita delle associazioni del volontariato, il rinnovamento tecnologico delle strutture operative e le nuove disposizioni amministrative in materia di Protezione Civile e assetto del

territorio di competenza della Pubblica Amministrazione comportano un continuo aggiornamento del piano, sia per lo scenario dell'evento atteso che per le procedure.

Le esercitazioni rivestono un ruolo fondamentale al fine di verificare la reale efficacia del piano di emergenza. Esse devono essere svolte periodicamente, a tutti i livelli, secondo le competenze attribuite alle singole strutture operative previste dal piano di emergenza; sarà, quindi, necessario ottimizzare i linguaggi e le procedure e rodare il piano di emergenza, redatto su uno specifico scenario di un evento atteso, in una determinata porzione di territorio.

Per far assumere al piano stesso sempre più le caratteristiche di un documento vissuto e continuamente aggiornato, sarà fondamentale, inoltre, organizzare le esercitazioni anche in fasi distinte:

- esercitazioni senza preavviso per le strutture operative presenti nel piano;
- esercitazioni congiunte tra le strutture operative e la popolazione interessata all'evento atteso (la popolazione deve conoscere e provare attraverso le esercitazioni tutte le azioni da compiere in caso di calamità);
- esercitazioni periodiche del sistema di comando e controllo anche questa senza preavviso, per una puntuale verifica della reperibilità dei singoli responsabili nelle funzioni di supporto, del livello dei collegamenti e dell'efficacia del coordinamento globale di tutto il sistema di Protezione Civile.

### **Modello di intervento**

In questa fase si assegnano le responsabilità nei vari livelli di comando e controllo per la gestione delle emergenze di Protezione Civile, si realizza il costante scambio di informazioni nel sistema di Protezione Civile, si utilizzano le risorse in maniera razionale. In pratica, si organizzano le funzioni di supporto, cioè le risposte per fronteggiare un qualsiasi tipo di emergenza, individuando per ciascuna di esse un responsabile.

Le funzioni di supporto sono così configurate:

- *Tecnico scientifico, pianificazione*: il referente è il rappresentante del Servizio tecnico competente e dovrà mantenere e coordinare tutti i rapporti tra le varie componenti scientifiche e tecniche operanti nel periodo dell'emergenza.
- *Sanità e assistenza sociale*: il referente è il Servizio Sanitario Locale; sono, tuttavia, presenti responsabili della Croce Rossa Italiana e delle Organizzazioni di volontariato che operano nel settore sanitario.
- *Mass media e informazione*: viene nominato un addetto stampa che ha il compito di stabilire il programma e le modalità degli incontri quotidiani con i

rappresentanti dei Mass Media presenti nella zona e di divulgare la notizia attraverso i Mass Media stessi.

- *Volontariato*: viene nominato un coordinatore che deve, tra l'altro, provvedere, "in tempo di pace", ad organizzare esercitazioni congiunte con altre forze preposte all'emergenza, al fine di verificare le capacità organizzative ed operative delle Organizzazioni di volontariato.
- *Materiali e mezzi*: alla gestione di tale funzione concorrono i materiali e mezzi comunque disponibili e normalmente appartenenti alla Croce Rossa Italiana, alle Amministrazioni locali, al volontariato e alle ditte private. Si tratta di avere un quadro delle risorse, suddivise per aree di stoccaggio e della loro disponibilità e di prevedere, per ogni risorsa, il tipo di trasporto ed il tempo di arrivo nell'area dell'intervento.
- *Trasporto, circolazione e viabilità*: la parte riguardante il trasporto è strettamente collegata alla movimentazione dei materiali, al trasferimento dei mezzi, ad ottimizzare i flussi lungo le vie di fuga ed al funzionamento dei cancelli di accesso per regolare il flusso dei soccorritori. Per quanto concerne la parte relativa all'attività di circolazione e viabilità, il coordinatore è normalmente il rappresentante della Polizia Stradale o un suo sostituto, anche se concorrono per questa attività, oltre alla Polizia Stradale, i Carabinieri ed i Vigili Urbani: i primi due per il duplice aspetto di Polizia giudiziaria e tutori della legge e gli altri per l'indiscussa idoneità nella gestione della funzione in una emergenza a carattere locale. Nel caso in cui il personale disponibile in loco non fosse sufficiente, potrebbe essere impiegato anche il volontariato sia come moviere della circolazione sia come coordinatore delle direttrici di transito o tronchi di circolazione per mezzo di radioamatori ed altre specialità.
- *Telecomunicazioni*: il coordinatore di questa funzione è il responsabile, o suo delegato, del Servizio telecomunicazioni del Dipartimento della Protezione Civile che opererà di concerto con il responsabile territoriale della Telecom, con il responsabile provinciale P.T. e con il rappresentante dell'associazione di radioamatori presente sul territorio, per organizzare una rete di telecomunicazione affidabile anche in caso di evento di notevole gravità.
- *Servizi essenziali*: in questa funzione prendono parte i rappresentanti di tutti i servizi essenziali erogati sul territorio coinvolto. Mediante i Compartimenti Territoriali e le corrispondenti sale operative nazionali o regionali deve, inoltre, essere mantenuta costantemente aggiornata la situazione circa l'efficienza e gli interventi sulla rete.
- *Censimento danni, persone, cose*: la direzione di questa funzione viene assegnata al responsabile, o suo delegato, dell'Ufficio Opere Pubbliche di



Emergenza del Dipartimento della Protezione Civile. Tale responsabile, al verificarsi dell'evento calamitoso, dovrà effettuare, avvalendosi di funzionari dell'Ufficio Tecnico del Comune o del Genio Civile e di esperti del settore sanitario, industriale e commerciale, un censimento dei danni riferito a: persone, edifici pubblici e privati, impianti industriali, servizi essenziali, attività produttive, opere di interesse culturale, infrastrutture pubbliche, agricoltura e zootecnia.

- *Strutture operative:* il responsabile di questa funzione dovrà coordinare le varie componenti di seguito elencate: Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, Forze Armate, Forze di Polizia, Corpo Forestale dello Stato, Servizi Tecnici Nazionali, Gruppi nazionali di ricerca scientifica, Croce Rossa Italiana, Strutture del Servizio sanitario nazionale, Organizzazioni di volontariato, Corpo nazionale di soccorso.
- *Enti locali:* il responsabile della funzione dovrà essere in possesso della documentazione riguardante tutti i referenti di ciascun Ente ed Amministrazioni della zona interessata all'evento. Si dovranno anche organizzare, fra le Amministrazioni comunali colpite, dei gemellaggi per il ripristino immediato nei comuni colpiti dei servizi essenziali, affidando alle municipalizzate soccorritrici, compiti operativi specifici in singoli comuni (riattivazione delle discariche, acquedotto, scuole, servizi vari ecc.).
- *Materiali pericolosi:* lo stoccaggio di materiali pericolosi, il censimento delle industrie soggette a notifica e a dichiarazione o altre attività pericolose che possono innescare ulteriori danni alla popolazione, dopo un evento di varia natura, saranno preventivamente censite e, per ognuno, sarà studiato il potenziale pericolo che può provocare alla popolazione già colpita. La responsabilità di questa funzione potrà essere assegnata al Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.
- *Logistica evacuati e zone ospitanti:* questa funzione dovrà essere presieduta da un funzionario dell'Ente amministrativo locale in possesso di conoscenza e competenza in merito al patrimonio abitativo, alla ricettività delle strutture turistiche (alberghi, campeggi ecc.) ed alla ricerca e utilizzo di aree pubbliche e private da utilizzare come "zone ospitanti". Il funzionario dovrà fornire un quadro delle disponibilità di materiali per l'alloggiamento e dialogare con le autorità preposte all'emanazione degli atti necessari per la messa a disposizione degli immobili o delle aree recettive, sia pubbliche che private. Per quanto concerne l'aspetto alimentare, si dovrà garantire un costante flusso di derrate alimentari, il loro stoccaggio e la distribuzione alla popolazione assistita. Si

dovranno anche censire, a livello nazionale e locale, le varie aziende di produzione e/o distribuzione alimentare.

- *Coordinamento centri operativi*: il responsabile di questa funzione sarà il coordinatore della sala operativa che gestisce le 14 funzioni di supporto, in quanto dovrà conoscere le operatività degli altri centri operativi dislocati sul territorio al fine di garantire nell'area dell'emergenza il massimo coordinamento delle operazioni di soccorso, razionalizzando risorse di uomini e materiali

#### **4.5 Il ruolo della provincia nella Protezione Civile**

Secondo l'art. 13 della legge 225/92 ("Istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile") "Le province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli articoli 14 e 15 della legge 8 giugno 1990, n. 142, partecipano all'organizzazione ed all'attuazione del Servizio Nazionale della Protezione Civile, assicurando lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta ed all'elaborazione dei dati interessanti la Protezione Civile, alla predisposizione di programmi provinciali di previsione e prevenzione e alla loro realizzazione, in armonia con i programmi nazionali e regionali".

La legge 225/92 attribuisce, pertanto, alle province il solo compito della programmazione, riservando il compito della pianificazione al Prefetto che deve, quindi, predisporre il piano per fronteggiare l'emergenza su tutto il territorio provinciale, curandone anche l'attuazione sulla base degli scenari di rischio predisposti dalla provincia.

In seguito il decreto legislativo 112/98, art. 108, punto b), attribuisce alle province funzioni di organizzazione delle attività di previsione e prevenzione a livello provinciale, oltre al compito di "predisporre il piano di emergenza provinciale, sulla base degli indirizzi regionali".

Nel corso degli anni il ruolo della provincia nell'ambito della Protezione Civile è stato continuamente valorizzato, sia dalla legislazione nazionale che da quella regionale.

La Regione Toscana, per esempio, con la legge regionale 29 dicembre 2003, n.67, ha disposto che le province esercitino oltre la funzione di programmazione, anche la funzione di pianificazione organizzando, tra l'altro, "le procedure per fronteggiare le situazioni di emergenza nell'ambito del territorio provinciale". La legge 29 dicembre 2003, n.67 della Regione Toscana, assegna alla provincia, quindi, a differenza della legge nazionale 24 febbraio 1992, n. 225, l'attività di pianificazione.

Questa contraddizione è superata, nella Provincia di Massa Carrara, con il tacito accordo tra provincia e prefettura di lavorare insieme alla redazione del piano.

Il modello di intervento provinciale si articola in tre strutture operative:

- Centro Coordinamento Soccorsi (CCS);
- Sala Operativa provinciale con 14 funzioni di supporto;
- Centri Operativi Misti (COM).

Il Centro Coordinamento Soccorsi (CCS) può configurarsi nel Comitato provinciale della Protezione Civile ed è il massimo organo di coordinamento delle attività di Protezione Civile a livello provinciale. E' composto dai massimi responsabili di tutte le componenti e strutture operative presenti nel territorio provinciale e ha il compito di:

- individuare le strategie di intervento;
- garantire il coordinamento degli interventi del governo regionale o del governo nazionale, a seconda della natura dell'evento;
- stabilire la dislocazione nel territorio dei Centri Operativi Misti (COM);
- mantenere stretti collegamenti con le autorità preposte all'ordine pubblico.

La Sala Operativa provinciale è organizzata per 14 funzioni di supporto. Ogni singola funzione ha un proprio responsabile che, in situazione ordinaria, ha il compito di aggiornare i dati relativi alla propria funzione e, in caso di emergenza provinciale, attiva le funzioni di soccorso. L'ubicazione della Sala Operativa deve essere individuata in sedi non vulnerabili e facilmente raggiungibili.

Il Centro Operativo Misto (COM) è la sede decentrata del coordinamento provinciale ed ha il compito di garantire la direzione unitaria dei servizi di emergenza, coordinandoli a livello provinciale con gli interventi dei Sindaci dei Comuni afferenti al COM stesso. Vi partecipano sia i rappresentanti dei Comuni che delle Strutture Operative.

#### **4.6 Il sistema della Protezione Civile in Toscana**

Le Regioni, in base alla legge 225/92, sono state individuate come componenti del Servizio nazionale di Protezione Civile e, come tali, partecipano all'organizzazione ed all'attuazione delle attività di Protezione Civile, nei limiti delle competenze proprie o delegate dallo Stato e nel rispetto dei principi indicati dalla legge 225/92 medesima. Alle regioni viene conferito il compito di provvedere alla predisposizione ed alla attuazione di programmi regionali di previsione e prevenzione del rischio, in armonia con le indicazioni dei programmi nazionali.

La Regione Toscana ha disciplinato organicamente la materia della Protezione Civile con la legge regionale 42/96 "Disciplina delle attività regionali di Protezione Civile". Tale legge, seppur approvata prima della Riforma Bassanini, ne anticipa in un certo senso lo spirito e contiene alcuni spunti innovativi, quali la previsione del Piano di emergenza regionale e del Piano di emergenza provinciale. A questi ultimi fini, è stata istituita una specifica struttura organizzativa regionale di riferimento per la Protezione Civile, denominata Area interdipartimentale "Sistema regionale della Protezione Civile".

A seguito dell'entrata in vigore della Riforma Bassanini e del decreto legislativo 112/1998, la Regione Toscana ha approvato la legge regionale 88/98, come modificata dalla legge regionale 1/2001 che, dando attuazione al decreto legislativo 112/98, ha delineato, in conformità alle nuove competenze regionali e locali, l'istituzione di un vero e proprio Sistema Regionale di Protezione Civile, del quale fanno parte oltre alla Regione medesima, i Comuni, le Province, le Comunità Montane ed ogni altra istituzione ed organizzazione pubblica e privata operante sul territorio regionale in materia di Protezione Civile, ivi comprese le organizzazioni di volontariato. Riservandosi la funzione dell'organizzazione del sistema regionale di Protezione Civile, nonché quella di collegamento tra il sistema regionale e quello statale, la Regione si è, pertanto, impegnata a sviluppare il ruolo, già sperimentato, di collegamento con il sistema delle autonomie da un lato e con le istituzioni dall'altro. In particolare, la Regione si è riservata, oltre che l'insieme dei rapporti con gli organi dello Stato, il coordinamento della pianificazione di emergenza ed il coordinamento dell'attuazione degli interventi urgenti al verificarsi o nell'imminenza di eventi calamitosi di propria competenza, valorizzando il ruolo delle province sia come momento di raccordo anche operativo per le emergenze di tipo sovracomunale (attribuzione degli interventi urgenti per fronteggiare gli eventi calamitosi e favorire il ritorno alle normali condizioni di vita nelle aree colpite) e confermando il ruolo fondamentale dei Comuni nell'ambito del proprio territorio.

Il 29 dicembre 2003 il Consiglio Regionale ha approvato la legge regionale n.67 "Ordinamento del sistema regionale della protezione civile e disciplina della relativa attività", con la quale sono state ribaditi i soggetti costituenti il Sistema regionale della Protezione Civile e le loro relative competenze.

## **Capitolo 5**

### ***Valutazione dei rischi nella provincia di Massa Carrara***

---

*Nel presente capitolo si analizzeranno le categorie di rischi che risultano potenzialmente individuabili nella provincia di Massa Carrara, indicando la pericolosità associata ai vari eventi, nonché i danni potenziali che tali eventi potrebbero causare su determinati elementi a rischio. Si tratteranno, pertanto, il rischio sismico e il rischio idrogeologico, per quanto riguarda i rischi naturali, il rischio chimico-industriale e il rischio incendi boschivi per i rischi antropici.*

*Verrà riservata particolare attenzione al rischio incendi boschivi, in quanto la provincia di Massa Carrara risulta particolarmente esposta a tale tipo di evento. Si cercherà, di conseguenza, di individuare le aree a rischio più elevato e il loro grado di rischio e di indicare i periodi dell'anno in cui la pericolosità degli incendi risulta maggiore.*

## 5.1 La provincia di Massa Carrara

La provincia di Massa Carrara costituisce l'estrema propaggine nord-occidentale della Toscana e si inserisce tra due regioni, la Liguria e l'Emilia Romagna. A nord confina con la provincia di Parma, dalla quale la separano gli Appennini, a sud-ovest con la provincia di La Spezia, a sud-est con la provincia di Lucca e a nord-est con la provincia di Reggio Emilia, mentre a sud si affaccia sul mar Tirreno.

La provincia si estende per una superficie territoriale complessiva pari a 1156 kmq, a cui corrisponde una superficie agraria e forestale di 972 kmq e comprende 17 comuni: Aulla, Bagnone, Carrara, Casola di Lunigiana, Comano, Filattiera, Fivizzano, Fosdinovo, Licciana Nardi, Massa, Montignoso, Podenzana, Mulazzo, Pontremoli, Tresana, Villafranca in Lunigiana, Zeri.

In Figura 5.1 si illustra la collocazione geografica dei 17 comuni all'interno del territorio della provincia di Massa Carrara.

Il territorio della provincia di Massa Carrara per le specificità morfologiche, economiche, strutturali e le connotazioni geografiche, storiche, culturali e sociali che lo caratterizzano, può essere suddiviso in due zone omogenee: la *Zona di costa*, comprendente i Comuni di Massa, Carrara e Montignoso e la *Lunigiana*, comprendente i restanti comuni della provincia.

La superficie della Zona di costa è di 182 kmq, pari a circa un quinto della superficie totale della provincia, mentre la popolazione, come emerge dai dati riportati in Tabella 5.2, ammonta a circa 142000 abitanti, pari a quasi i due terzi della popolazione complessiva, con una densità di 742 abitanti per kmq.

La regione della Lunigiana, viceversa, corrisponde nelle sue grandi linee alla valle del Magra, il fiume principale della provincia e la sua popolazione residente ammonta a circa 56000 abitanti, con una bassissima densità di 66 abitanti per kmq. Dall'analisi di questi dati, si evince come il territorio litoraneo della provincia abbia rispetto alla Lunigiana un maggiore peso demografico, determinato dalla forte concentrazione di attività economiche e politico-amministrative, che fanno della zona costiera l'area trainante di tutta l'economia provinciale.

In sede di pianificazione di ogni attività di soccorso ed emergenza si dovrà valutare attentamente questa sostanziale differenza esistente tra il grado di antropizzazione del territorio della Zona di costa rispetto a quello della Lunigiana. E' lecito, infatti, ritenere che in zone caratterizzate da un grado di antropizzazione maggiore, essendo l'uomo il principale elemento a rischio da proteggere, il danno potenziale tollerabile sia inferiore a quello accettabile in zone scarsamente abitate.

*Figura 5.1: La provincia di Massa Carrara*

<b>Comuni</b>		<b>Popolazione residente</b>	<b>Densità per kma</b>
1	Massa	66.097	703,0
2	Carrara	65.560	919,6
3	Aulla	10.175	170,3
4	Montignoso	10.028	603,4
5	Fivizzano	9.144	50,6
6	Pontremoli	8.255	45,2
7	Licciana Nardi	4.884	87,3
8	Villafranca in L.	4.594	155,9
9	Fosdinovo	4.339	89,1
10	Mulazzo	2.564	41,0
11	Filattiera	2.471	50,5
12	Tresana	2.055	46,7
13	Bagnone	2.022	27,4
14	Podenzana	1.818	105,3
15	Zeri	1.382	18,8
16	Casola in Lunigiana	1.230	28,9
17	Comano	793	14,5
<i>Totale Zona di costa</i>		141.685	742
<i>Totale Lunigiana</i>		55716	66
<i>Totale Provincia</i>		197.401	89,58

*Tabella 5.2: Comuni della provincia di Massa Carrara elencati in ordine decrescente della popolazione residente. Fonte: dati ISTAT*



## **5.2 Il rischio sismico nella provincia di Massa Carrara**

### **5.2.1 Storia della classificazione sismica della Toscana**

La prima classificazione sismica della Toscana è avvenuta con Regio Decreto Legge 13 marzo 1927 n. 431 con il quale sono stati dichiarati in zona sismica poco più di 70 Comuni delle aree della Lunigiana, della Garfagnana, del Mugello, dell'Alta Val Tiberina e dell'Amiata. In seguito, i Regi Decreti Legge 25 marzo 1935 n. 640 e 22 novembre 1937 n. 2105 hanno provveduto a declassare una ventina circa dei comuni precedentemente classificati, tra cui tre comuni della Provincia di Massa Carrara, ivi compreso il capoluogo. L'elenco dei comuni classificati in zona sismica è stato successivamente modificato con la Legge 25 novembre 1962 n. 1684: sono stati inseriti due nuovi comuni, altri due sono stati riclassificati, mentre due comuni del Pistoiese sono stati esclusi. Fino al 1962, in Toscana, così come per il resto del territorio nazionale, la classificazione dei territori è avvenuta solo dopo il verificarsi di un evento sismico con la finalità di applicare i provvedimenti amministrativi e finanziari necessari per la ricostruzione e ha spesso ridotto il numero di comuni precedentemente classificati sismici. Con la Legge 2 febbraio 1974 n. 64, il quadro di riferimento per l'aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche e l'individuazione del grado di sismicità ha previsto l'adozione di Decreti del Ministro dei Lavori Pubblici, di concerto con il Ministero degli Interni e con le regioni interessate. Le mappe rappresentanti l'evoluzione della classificazione sismica dei comuni toscani tra il 1927 e i 1982 sono riportate in Figura 5.3.

Dal 1981 al 1984, a seguito dell'evento sismico che nel novembre del 1980 ha colpito l'Irpinia, sono stati adottati in tutto il territorio nazionale i Decreti Ministeriali di classificazione delle zone sismiche. Tra questi, il Decreto Ministeriale del 19 marzo 1982, entrato in vigore il successivo 19 giugno, ha classificato a rischio sismico 182 Comuni della Toscana su un totale di 287, di cui circa 130 inseriti per la prima volta in tale elenco. I 182 comuni della Toscana considerati a rischio sismico sono stati tutti classificati di seconda categoria ( $S=9$ ), cioè di media sismicità, per circa l'80% del territorio, pari al 75% della popolazione e al 70% delle abitazioni. In particolare, tra i comuni classificati a rischio sismico sono compresi tutti i 17 comuni della provincia di Massa Carrara. La mappa relativa a tale classificazione, elaborata sulla base della proposta di classificazione del "Progetto Geodinamica" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, è riportata in Figura 5.4.

In Figura 5.5 si riporta la mappa dell'ipotesi di riclassificazione del territorio regionale denominata "Proposta 1998", elaborata, come già approfondito al paragrafo 2.1.3, da un'apposita Commissione istituita nell'aprile del 1997 presso il

Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri e composta da esperti del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e del Servizio Sismico Nazionale. Dalla lettura di tale mappa, si evince che solo 55 dei 182 comuni classificati in seconda categoria (media sismicità) dal D.M. 19/03/82 sono stati confermati, mentre i rimanenti 127 sono stati declassati in terza categoria. In particolare, nella provincia di Massa Carrara, dei 17 comuni classificati in seconda categoria dal D.M. 19/03/82 solo 13 sono stati confermati, mentre 4 comuni (Carrara, Fosdinovo, Massa e Montignoso) sono stati declassati in terza categoria.

In base all'Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274, l'intero territorio della regione è classificato sismico (Figura 5.6). L'Ordinanza prevede l'inserimento di 4 comuni della provincia di Arezzo in zona 2, l'inserimento di 77 comuni in zona 3 e 24 comuni in zona 4 tra quelli che non erano classificati sismici con D.M. del 1982, mentre sono confermati in zona 2 tutti i comuni già classificati sismici in II categoria ( $S=9$ ) che ad oggi salgono a 186 comuni.

Nelle Figure 5.7 e 5.8, vengono forniti per tutte le province toscane i dati, ricavati dal censimento ISTAT 2001, relativi alla popolazione residente e alle abitazioni situate in zone sismiche. Si è ritenuto opportuno riportare tali dati allo scopo di mostrare il numero di persone ed edifici a rischio nelle varie province toscane, ossia l'esposizione al sisma sia dell'uomo che delle abitazioni. In particolare, l'esposizione dei due elementi a rischio considerati viene valutata in funzione della pericolosità del sisma.

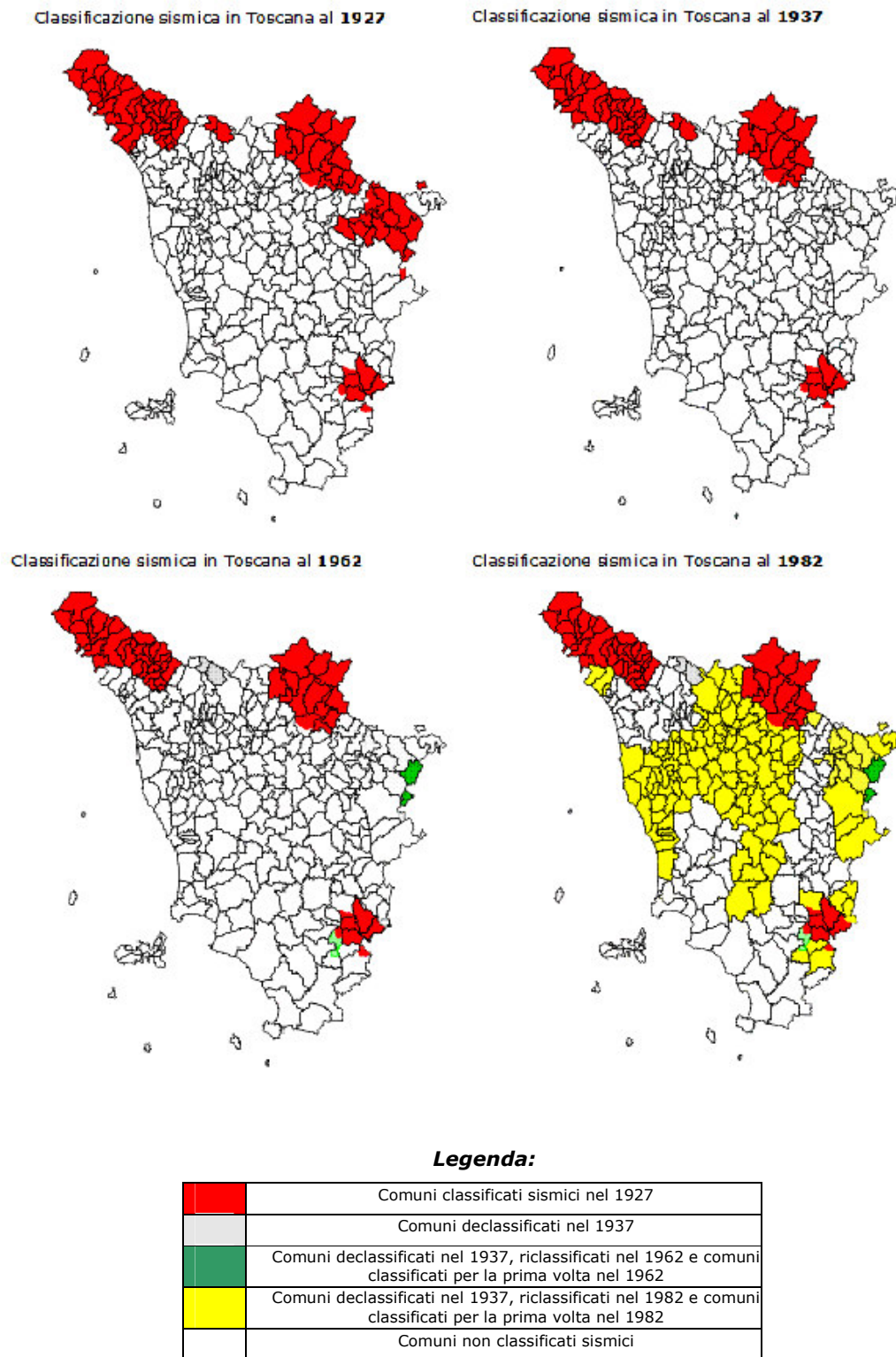


Figura 5.3: Evoluzione della classificazione sismica dei comuni della Toscana tra 1927 e 1982

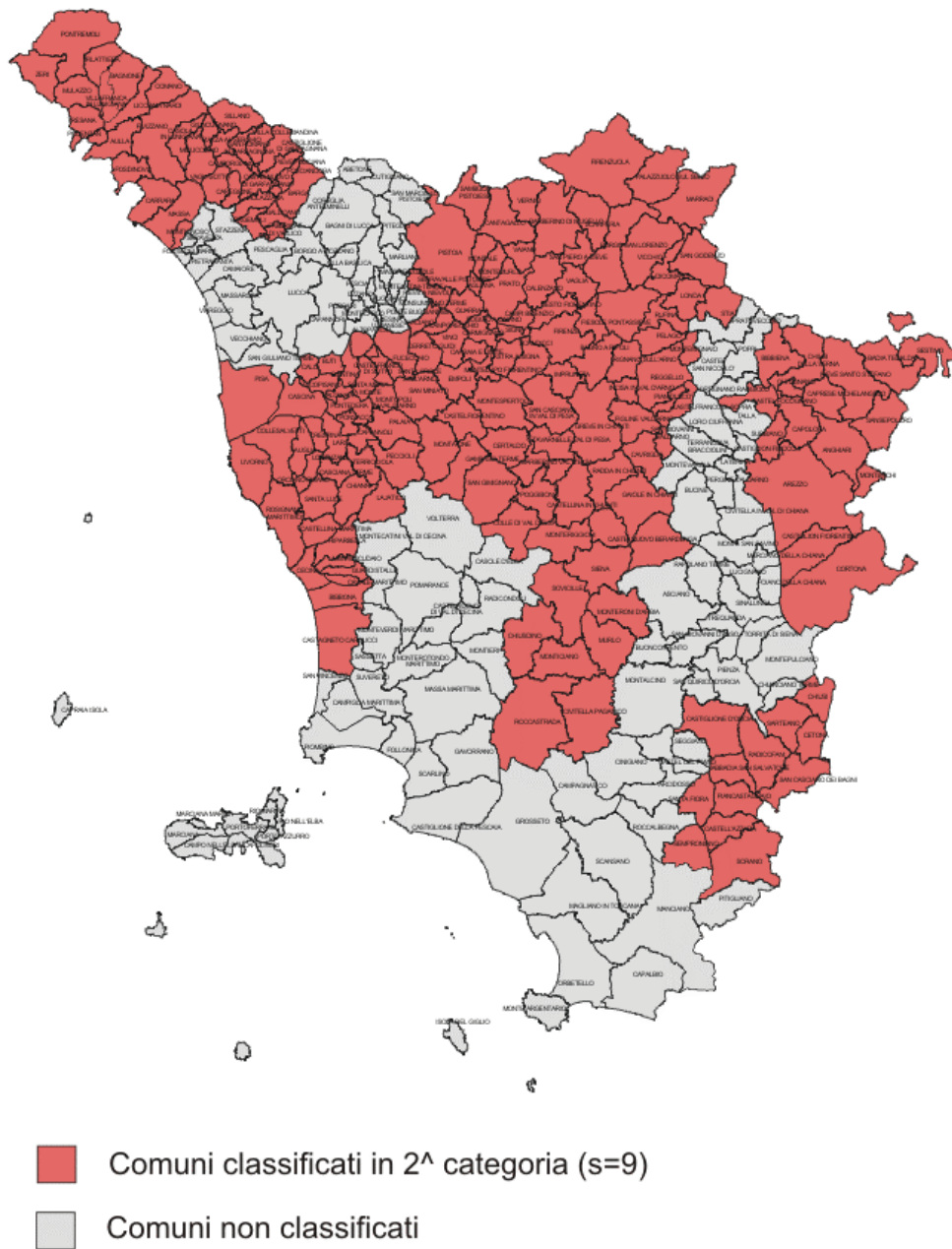


Figura 5.4: Classificazione sismica dei comuni della Toscana in base al D.M. 19/03/1982

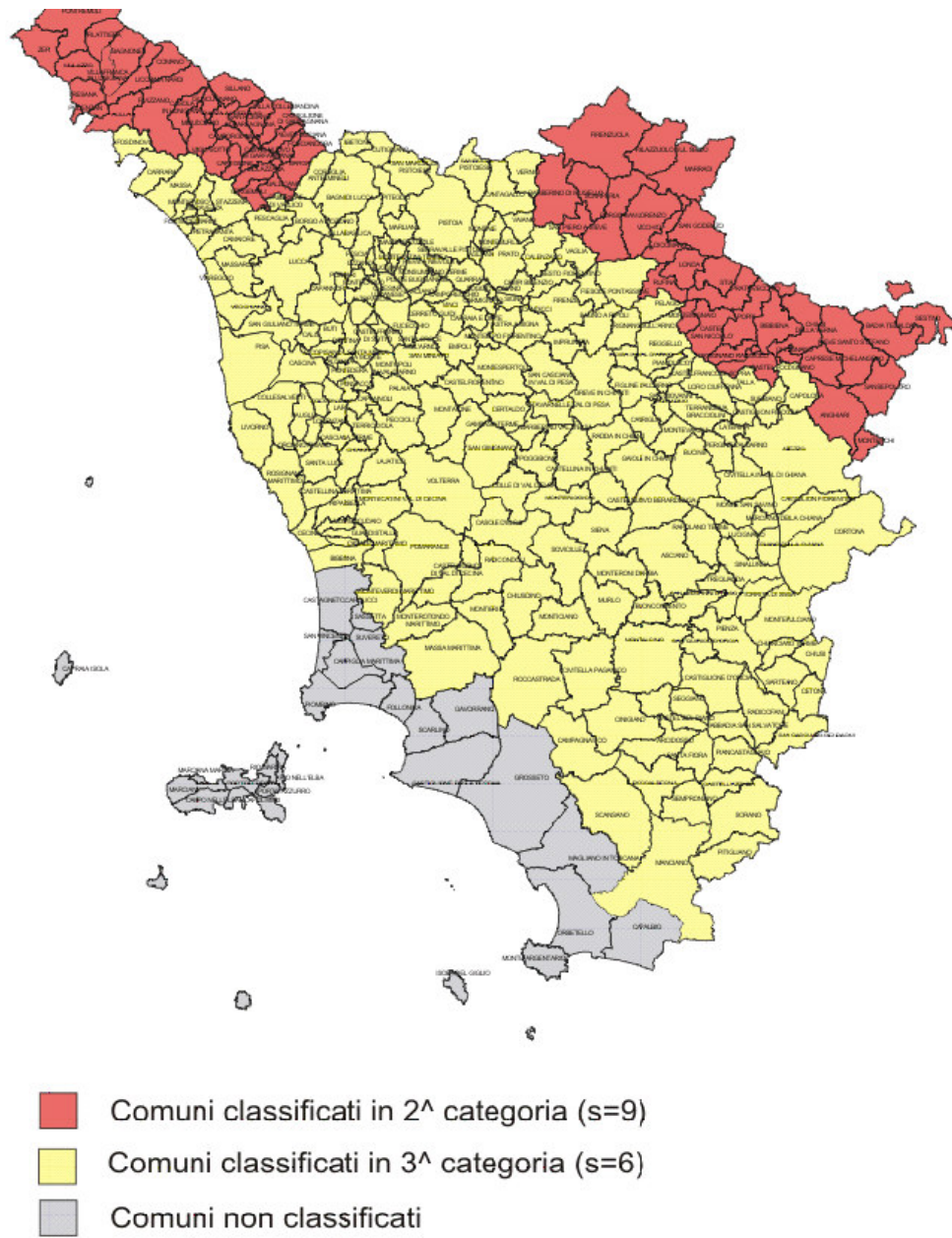


Figura 5.5: Proposta 1998 di riclassificazione sismica dei comuni della Toscana

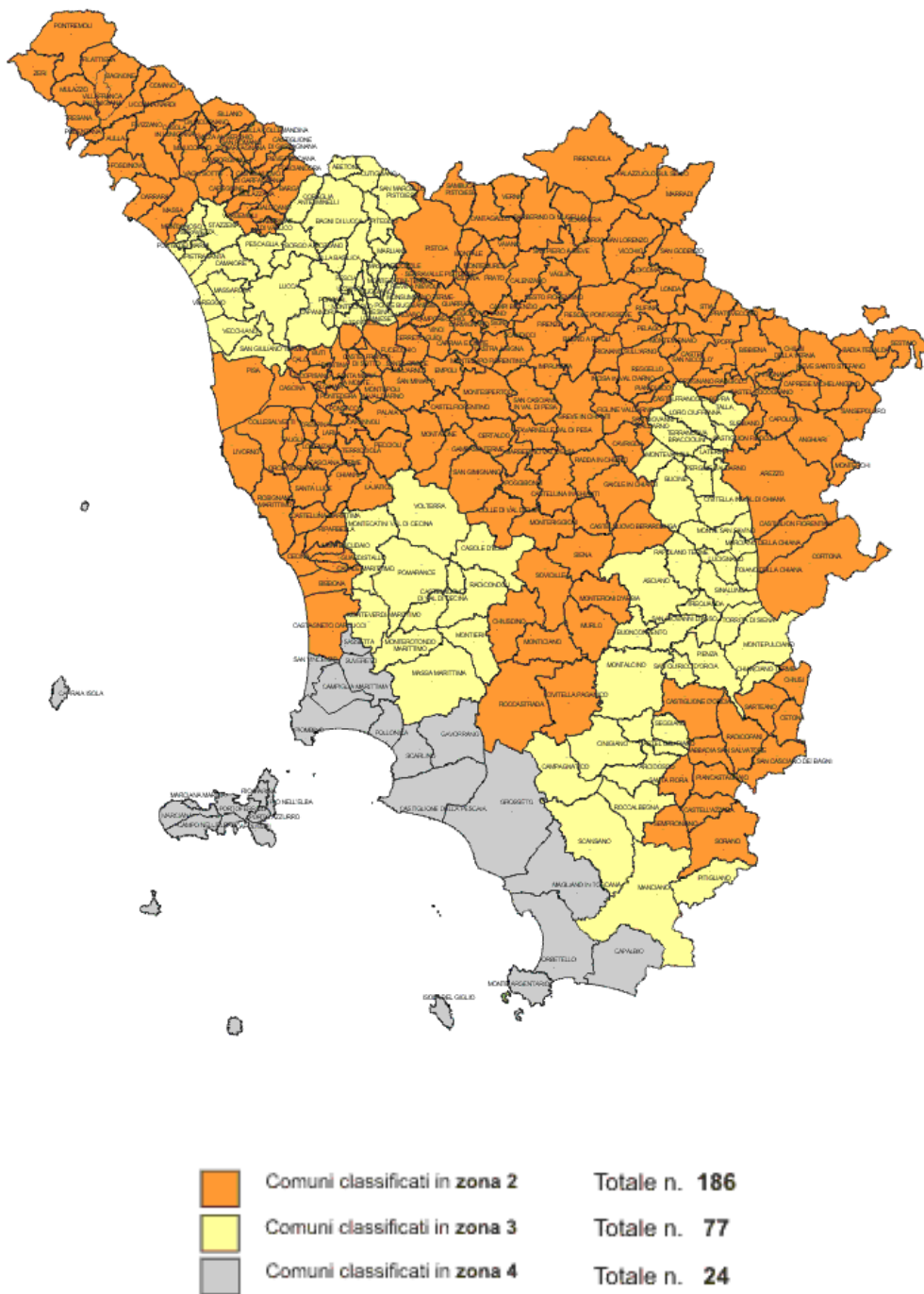
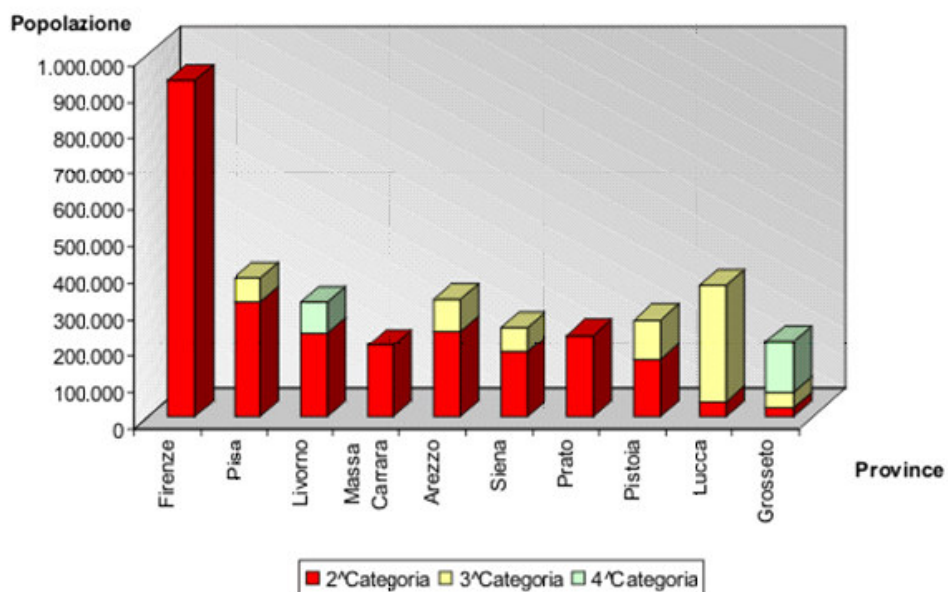


Figura 5.6: Riclassificazione sismica dei comuni della Toscana in base all'Ordinanza del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n°3274.



Prov	FI	PI	LI	<b>MS</b>	AR	SI	PO	PT	LU	GR
<b>2^Cat</b>	927.835	316.608	232.143	<b>197.411</b>	197.411	177.334	225.672	155.913	40.286	22.035
<b>3^Cat</b>	0	64.511	0	<b>0</b>	88.825	70.108	0	112.267	323.827	42.406
<b>4^ Cat</b>	0	0	84.614	<b>0</b>	0	0	0	0	0	144.854
<b>Totale</b>	927.835	381.119	316.757	<b>197.411</b>	323.011	247.442	225.672	268.180	364.113	209.295



**Popolazione in zona sismica in Toscana**

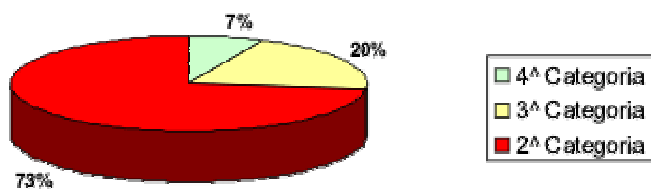
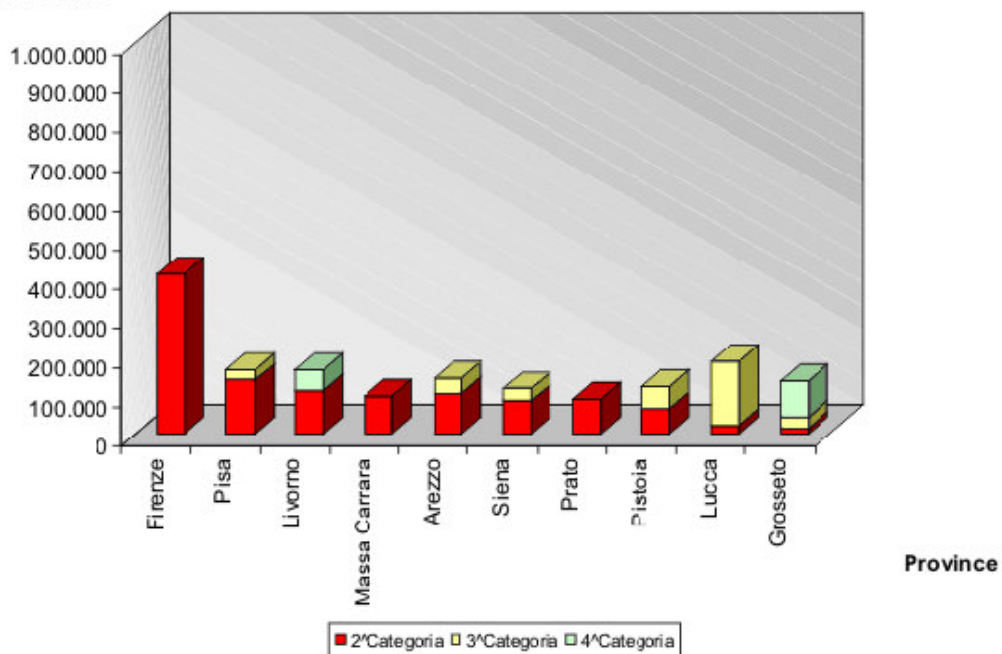


Figura 5.7: Popolazione residente in zona sismica in Toscana (fonte: ISTAT 2001)

Prov	FI	PI	LI	<b>MS</b>	AR	SI	PO	PT	LU	GR
<b>2^Cat</b>	408.112	136.948	109.310	<b>96.893</b>	104.206	83.846	87.719	65.653	20.974	14.382
<b>3^Cat</b>	0	27.796	0	<b>0</b>	37.286	32.066	0	55.569	163.771	28.845
<b>4^Cat</b>	0	0	53.425	<b>0</b>	0	0	0	0	0	92.102
<b>Totale</b>	408.112	164.744	162.735	<b>96.893</b>	141.492	115.912	87.719	121.222	184.745	135.329

N. Abitazioni



Abitazioni in zona sismica in Toscana

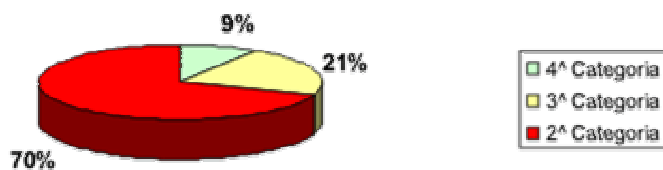


Figura 5.8: Abitazioni in zona sismica in Toscana (fonte: ISTAT 2001)



### 5.2.2 I comuni sismici nella provincia di Massa Carrara

Come si evince dal confronto delle Figure 5.4 e 5.6, l'Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 ha confermato in zona 2 tutti i 17 comuni della provincia di Massa Carrara già classificati sismici in seconda categoria dal Decreto Ministeriale 19/03/82.

In Tabella 5.9, si fornisce un elenco dei comuni sismici della provincia, evidenziando i cambiamenti di categoria che hanno, o avrebbero subito, in base alle varie proposte di riclassificazione elaborate a partire dal 1982.

<b>Provincia</b>	<b>Comune</b>	<b>Anno di prima class</b>	<b>Class. 1982</b>	<b>Proposta 1998 (SSN)</b>	<b>Proposta 2001</b>	<b>Proposta Ordinanza DPC 2003</b>	<b>Variatz 1998-2003</b>	<b>Variatz 1982-2003</b>
MASSA-CARRARA	AULLA	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	BAGNONE	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	CARRARA	1927	2	3	2	<b>2</b>	+1	=
	CASOLA IN LUNIGIANA	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	COMANO	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	FILATTIERA	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	FIVIZZANO	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	FOSDINOVO	1927	2	3	2	<b>2</b>	+1	=
	LICCIANA NARDI	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	MASSA	1927	2	3	2	<b>2</b>	+1	=
	MONTIGNOSO	1927	2	3	3	<b>2</b>	+1	=
	MULAZZO	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	PODENZANA	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	PONTREMOLI	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	TRESANA	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	VILLAFRANCA IN LUNIGIANA	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=
	ZERI	1927	2	2	2	<b>2</b>	=	=

Tabella 5.9: Elenco dei comuni sismici nella provincia di Massa Carrara.

### 5.2.3 Terremoti verificatisi nella provincia di Massa Carrara

La provincia di Massa Carrara è stata colpita nei secoli scorsi da due violenti terremoti, verificatisi l'11 aprile 1837 e il 7 settembre 1920.

Il terremoto avvenuto l'11 aprile 1837 è stato registrato con i seguenti parametri:

- epicentro localizzato a Casola in Lunigiana;
- intensità X grado della scala MCS;
- magnitudo 6,6 della scala Richter.

Alla scossa principale, avvertita alle ore 17:55, fecero seguito numerose repliche nei giorni seguenti: se ne contarono ben 32.

Il terremoto avvenuto il 7 settembre 1920 è stato registrato con i seguenti parametri:

- epicentro localizzato a Vigneta (Fivizzano);
- intensità X grado della scala MCS;
- magnitudo 6,6 della scala Richter;
- profondità ipocentrale 14 Km;

Tale evento fu avvertito alle ore 7:55 con una durata di circa venti secondi, fu preceduto da una serie di scosse minori (la maggiore delle quali pari al VI grado MCS avvenne il giorno precedente) e seguito da moltissime repliche che si protrassero con frequenza decrescente per molti mesi, fino all'agosto del 1921.

La zona di massima distruzione, circoscritta dall'isosista di IX grado della scala MCS, si estendeva dalla Lunigiana all'alta Garfagnana (provincia di Lucca). Le località nelle quali si verificarono danni di varia entità furono, inoltre, complessivamente circa 350, di cui almeno 100 subirono crolli e gravi lesioni all'uomo. Nella sola provincia di Massa Carrara si registrarono complessivamente 88 morti e 421 feriti. Il numero relativamente basso delle vittime in proporzione alla severità dell'evento dipese sia dal fatto che il giorno precedente si verificò una scossa abbastanza violenta che portò molte persone a pernottare all'aperto, sia dall'ora in cui si verificò l'evento (ore 7:55), in quanto, data l'economia della zona basata prevalentemente sull'agricoltura e sulla pastorizia, a quell'ora la maggior parte delle persone non si trovavano nelle loro abitazioni.

Dall'esame degli eventi sopra descritti si ricava una preoccupante analogia tra i due terremoti e un'alta probabilità di ripetizione di un sisma con caratteristiche analoghe: si può assumere, pertanto, il terremoto del 1920 come terremoto di riferimento per il territorio della provincia di Massa Carrara. Una tale assunzione può destare una certa preoccupazione, visto il grado di severità del sisma e i gravi danni provocati, tuttavia, dal 1920 ad oggi è trascorso quasi un secolo e sono stati compiuti molti passi in avanti nell'ambito delle attività di mitigazione dei danni provocati da un sisma, soprattutto nell'edilizia antisismica, con l'adozione di tecniche costruttive mirate ad aumentare la resistenza al sisma degli edifici e, di conseguenza, a diminuire la loro vulnerabilità sismica.

## 5.3 Il rischio idrogeologico nella provincia di Massa Carrara

### 5.3.1 Il rischio idrogeologico in Toscana

Con l'emanazione del D.L. 180/98 le Regioni sono state chiamate, tra l'altro, ad indicare le aree soggette a rischio di frana ed inondazione elevato e molto elevato, nonché ad emanare le relative misure di prevenzione e mitigazione atte a ridurre il valore del rischio stesso. La Regione Toscana ha individuato, nel proprio territorio, 168 comuni che rientrano nelle prescrizioni del D.L. 180/98; tale classificazione è stata propedeutica all'elaborazione dei progetti di PAI, Piano di Assetto Idrogeologico, alla preparazione dei quali si è provveduto in tutti i Bacini della Regione. Le zonizzazioni e le norme di salvaguardia ex D.L. 180/98, elaborate per rispondere rapidamente ad una fase emergenziale, sono state sviluppate e affinate nella elaborazione dei progetti di PAI per formare uno degli strumenti di pianificazione di settore previsti dalla L. 183/89 nell'ambito di formazione dei più ampi Piani di Bacino. L'obiettivo del PAI è la definizione delle condizioni d'uso del territorio finalizzata alla prevenzione del rischio attraverso il mantenimento e il recupero di condizioni di equilibrio e, in tale logica, anche alla riduzione del rischio esistente.



Figura 5.10: Comuni della Toscana con aree interessate da perimetrazione pericolosità ex DL 180/98

Si riporta di seguito, nelle Tabelle 5.11 e 5.12, una Sintesi provinciale della distribuzione dei comuni della Toscana in base al "Livello di attenzione per il rischio idrogeologico" elevato e molto elevato, fornita dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. In Tabella 5.13, inoltre, si riporta una stima delle superfici a rischio idrogeologico più elevato.

Per determinare il "Livello di attenzione per il rischio idrogeologico" su scala comunale sono state utilizzate sia le informazioni sui dissesti verificatisi nel passato nei territori dei diversi comuni, sia alcune considerazioni di carattere strutturale sulla vulnerabilità idrogeologica del territorio. In particolare si è fatto ricorso a:

- dati riportati nell'Archivio del Progetto Aree Vulnerate Italiane (AVI), realizzato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche, successivamente rielaborati dalla Segreteria Tecnica per la Difesa del Suolo del Ministero dell'ambiente;
- dati riguardanti le vittime accertate in conseguenza di dissesti idrogeologici, secondo le informazioni fornite dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri-Dipartimento della Protezione Civile e dal GNDCI;
- classificazione dei territori comunali in base alla "propensione al dissesto" predisposta dal Servizio Geologico Nazionale;
- valutazione della propensione al rischio idraulico predisposta dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale;
- dati ISTAT relativi alla superficie.

<b>Comuni con Livello di attenzione per il rischio idrogeologico "Molto Elevato" e "Elevato"</b>						
<b>Province</b>	<b>Molto Elevato v.a.</b>	<b>Elevato v.a.</b>	<b>Totale v.a.</b>	<b>Molto Elevato %</b>	<b>Elevato %</b>	<b>Totale %</b>
<b>Massa Carrara</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>5.9</b>	<b>70.6</b>	<b>76.5</b>
Lucca	1	21	22	2.9	60.0	62.9
Pistoia	1	8	9	4.5	36.4	40.9
Firenze	11	26	37	25	59.1	84.1
Prato	1	4	5	14.3	57.1	71.4
Livorno	0	9	9	0	45	45
Pisa	3	16	19	7.7	41.0	48.7
Arezzo	3	19	22	7.7	48.7	56.4
Siena	0	16	16	0	44.4	44.4
Grosseto	0	16	16	0	57.1	57.1
<b>TOTALE REGIONE</b>	<b>21</b>	<b>147</b>	<b>168</b>	<b>7.3</b>	<b>51.2</b>	<b>58.5</b>

*Tabella 5.11: Sintesi provinciale della distribuzione dei comuni della Toscana in base al "Livello di attenzione per il rischio idrogeologico" elevato e molto elevato.  
Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio*

<b>Comuni con Livello di attenzione per il rischio idrogeologico "Molto Elevato" e "Elevato"</b>				<b>Comuni con Livello di attenzione per il rischio idrogeologico "Molto Elevato"</b>			
<b>Provincia</b>	<b>Totale v.a.</b>	<b>Provincia</b>	<b>Totale %</b>	<b>Provincia</b>	<b>Molto Elevato v.a.</b>	<b>Provincia</b>	<b>Molto Elevato %</b>
Firenze	37	Firenze	84.1	Firenze	11	Firenze	25.0
Arezzo	22	<b>Massa C.</b>	<b>76.5</b>	Arezzo	3	Prato	14.3
Lucca	22	Prato	71.4	Pisa	3	Arezzo	7.7
Pisa	19	Lucca	62.9	Lucca	1	Pisa	7.7
Grosseto	16	Grosseto	57.1	<b>Massa C.</b>	<b>1</b>	<b>Massa C.</b>	<b>5.9</b>
Siena	16	Arezzo	56.4	Prato	1	Pistoia	4.5
<b>Massa C.</b>	<b>13</b>	Pisa	48.7	Pistoia	1	Lucca	2.9
Livorno	9	Livorno	45.0	Grosseto	0	Grosseto	0.0
Pistoia	9	Siena	44.4	Livorno	0	Livorno	0.0
Prato	5	Pistoia	40.9	Siena	0	Siena	0.0
<b>TOTALE</b>	<b>168</b>	<b>TOTALE</b>	<b>58.5</b>	<b>TOTALE</b>	<b>21</b>	<b>TOTALE</b>	<b>7.3</b>

Tabella 5.12: Sintesi provinciale della distribuzione dei comuni della Toscana in base al "Livello di attenzione per il rischio idrogeologico" elevato e molto elevato ordinata per valori decrescenti assoluti e percentuali.  
Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio

<b>Province</b>	<b>Superficie delle aree a rischio idrogeologico più alto (kmq)</b>			
	<b>Franabili</b>	<b>Alluvionabili</b>	<b>Totale</b>	<b>% del territorio provinciale</b>
Arezzo	69.1	276	345.1	10.7%
Firenze	159.9	163.7	323.6	9.2%
Grosseto	166.4	147.2	313.6	7%
Livorno	233.9	3.1	237	19.5%
Lucca	129.4	421.6	551	31.1%
<b>Massa Carrara</b>	<b>43.8</b>	<b>88.3</b>	<b>132.2</b>	<b>11.4%</b>
Pisa	318.8	42.8	361.6	14.8%
Pistoia	68.6	92.1	160.7	16.7%
Prato	25.6	18	43.6	11.9%
Siena	115.3	125.3	240.6	6.3%
<b>Totale Toscana</b>	<b>1330.9</b>	<b>1378.1</b>	<b>2709</b>	<b>11.8%</b>

Tabella 5.13: Sintesi provinciale della superficie delle aree a rischio idrogeologico in Toscana. Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio

### **5.3.2 Eventi idrogeologici nella provincia di Massa Carrara**

Con la dichiarazione di "Area ad elevato rischio di crisi ambientale" la Provincia di Massa Carrara (L. 195/91) veniva riconosciuta per la prima volta nell'ambito di un quadro generale caratterizzato dall'esistenza di importanti situazioni di degrado locale connesse al diffuso rischio idrogeologico. La vulnerabilità della zona è stata aggravata, nel corso degli anni, da evidenti fenomeni di abbandono delle attività agricole che hanno determinato la scomparsa del presidio umano sul territorio e quindi della regimazione idraulica e a causa della caratterizzazione diffusa del territorio in aree potenzialmente instabili con episodi di minuta urbanizzazione.

Attualmente, come si evince dall'esame delle Tabelle 5.11 e 5.12, nella provincia di Massa Carrara ben 13 dei 17 comuni sono ad elevato rischio idrogeologico. In particolare, dall'analisi della Tabella 5.13, si ricava che sono 44 kmq le aree potenzialmente inondabili e 88 kmq quelle potenzialmente franabili, per complessivi 112 kmq di aree a rischio idrogeologico, pari all'11,4% dell'intero territorio provinciale. Per un'illustrazione generale delle problematiche connesse con il rischio idrogeologico nel territorio provinciale è opportuno esaminare in maniera distinta il comprensorio della Lunigiana e la Zona di Costa, in quanto è evidente che tra queste due aree esistono sensibili differenze di carattere storico, amministrativo, sociale, ma anche geomorfologico, ambientale e paesaggistico.

#### ***La zona di costa***

Nel territorio costiero, i fenomeni di franosità sono molto diffusi, specialmente lungo la fascia pedemontana e spesso provocano danni alle infrastrutture di trasporto, mettendo in crisi i collegamenti con le frazioni montane.

La vulnerabilità idrogeologica del territorio dei comuni di Massa, Carrara e Montignoso è sostanzialmente differente rispetto a quella del territorio lunigianese, ma non di minore importanza. I fattori che influenzano la vulnerabilità del territorio di costa sono essenzialmente legati all'azione delle piogge, spesso a carattere di rovescio e nubifragio, all'erosione al piede dei versanti a seguito delle piene dei torrenti e, in secondo ordine, alla carenza di manutenzione idraulico-forestale dei pendii ed al disboscamento non compensato da opportuni interventi di rimboschimento. La forte attività estrattiva presente ha contribuito, inoltre, soprattutto in passato, alla formazione di imponenti accumuli detritici spesso instabili e alla modificazione diffusa dell'assetto idrogeologico, dovuta alla talvolta irrazionale localizzazione e coltivazione delle cave.

Un discorso a parte deve essere riservato alle problematiche legate all'erosione dei litorali, le cui cause devono essere ricercate nella complessa interazione tra fattori quali la subsidenza, la mancanza di supporto solido del fiume Magra, gli interventi localizzati dell'uomo e le modificazioni climatiche globali naturali e non.

### **Lunigiana**

Il territorio della Lunigiana, coincidente praticamente con l'Alto e Medio Bacino del Fiume Magra, è soggetto ad un notevole stato di degrado fisico ed ambientale: sono, pertanto, frequenti e rilevanti i fenomeni di dissesto idrogeologico.

Le ragioni dell'elevata vulnerabilità idrogeologica sono riconducibili a numerosi fattori, sia naturali che antropici, che caratterizzano praticamente l'intero territorio lunigianese. I fattori naturali sono legati alla natura litologico-strutturale delle rocce presenti, alla complessa storia tettonica della zona ed alle condizioni meteorologiche locali, mentre i fattori antropici sono riferibili alla progressiva mancanza del presidio dell'uomo lungo i versanti. Questi fattori agiscono ed interferiscono reciprocamente determinando modificazioni sensibili e spesso deleterie nell'assetto geomorfologico ed idrogeologico locale.

#### **5.3.3 Misure adottate nella provincia di Massa Carrara per la riduzione del rischio idrogeologico**

La provincia di Massa Carrara e, in particolare il Servizio Difesa Suolo, hanno scelto di operare, allo scopo di ridurre il rischio idrogeologico, prioritariamente cercando di coordinare le attività amministrative in materia di Vincolo Idrogeologico R.D. 3267/23 con gli studi per l'individuazione delle aree ad attività o potenziale franosità, anche in riferimento al D.L. 180/98. Sono in corso, quindi, attività di raccolta dati e di verifica in sito per la redazione e l'aggiornamento della Carta delle Frane del territorio provinciale, già presentata in parte come elaborato a corredo del Piano Territoriale di Coordinamento. Questo lavoro viene svolto di concerto con le Autorità di Bacino del fiume Magra e del Tirreno Nord che hanno adempimenti specifici in materia e può risultare molto utile per la stima della pericolosità associata all'evento frana nel territorio della provincia. Uno sviluppo interessante di questa attività è la valutazione del rischio associato al danno provocato da una frana sulla rete infrastrutturale del territorio, finalizzata anche alla individuazione dei centri abitati potenzialmente soggetti ad isolamento.

Un'altra misura di riduzione del rischio adottata è quella relativa all'attività di miglioramento delle condizioni della rete di deflusso delle acque. La pianura apuoversiliese è, infatti, attraversata da importanti corsi d'acqua, quali il Frigido ed il Carrione, e da una fitta rete di fossi e canali di scolo. Le opere e gli interventi di bonifica e regolazione hanno assicurato per decenni un certo grado di sicurezza idraulica agli insediamenti civili ed industriali ed hanno permesso l'esercizio e lo sviluppo dell'agricoltura nella provincia. Nel corso degli anni l'utilizzo delle aree rurali per altri scopi, la realizzazione di vasti complessi industriali, il diffondersi di insediamenti civili, lo sviluppo delle reti stradali hanno sostanzialmente modificato il regime delle acque superficiali, accrescendo le esigenze di difesa idraulica del territorio; nel contempo sono venuti a mancare gli interventi di manutenzione e rinnovamento delle opere di bonifica. E' per questa ragione che il Settore Ambiente ha intrapreso una attività di manutenzione programmata dei corsi d'acqua, così da ovviare alla carenza di interventi o alla loro saltuarietà.

E' doveroso sottolineare, infine, come, nonostante nella Provincia di Massa Carrara ogni anno vengano attivate dagli Enti Locali ingenti risorse finanziarie ed umane per gli interventi di ripristino di situazioni di dissesto, le risorse destinate ad attività di prevenzione siano ancora limitate, sebbene le conoscenze sulle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche del territorio siano ormai consolidate da molti anni e potrebbero permettere di definire anche a grandi linee validi indirizzi programmatici per gestire gli interventi finalizzati alla mitigazione ed alla prevenzione del dissesto idrogeologico.



## 5.4 Il rischio industriale nella provincia di Massa Carrara

### 5.4.1 Il rischio industriale in Toscana

La Regione Toscana è stata la prima regione ad approvare una legge specifica nel settore delle industrie "a rischio di incidente rilevante" in applicazione del D.Lgs.334/99. In seguito, con la Legge Regionale n. 30 del 20/03/2000 "Nuove norme in materia di attività a rischio incidenti rilevanti", la Regione Toscana ha disciplinato le competenze amministrative in materia di attività a rischio di incidenti rilevanti connessi a determinate sostanze pericolose. La regione ha fornito, inoltre, una mappa dettagliata delle aziende a rischio e della loro dislocazione: gli stabilimenti, ricadenti negli obblighi di cui al D.Lgs.334/99, in tutto il territorio regionale, sono 65, di cui 20 segnalati "per un rischio maggiore" e quindi ricadenti nelle prescrizioni dell'art.8 del D.Lgs.334/99. La provincia toscana con il maggior numero di stabilimenti a rischio è risultata essere Livorno con ben 19 aziende a rischio, di cui 11 a rischio elevato.

Provincia	Artt. 6 e 7	Art. 8	Totale
Arezzo	6	0	6
Firenze	6	4	10
Grosseto	2	2	4
Livorno	11	8	19
Lucca	0	3	3
<b>Massa Carrara</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
Pisa	4	2	6
Pistoia	7	0	7
Prato	0	0	0
Siena	4	1	5
Totale Toscana	45	20	65

Tabella 5.14: Distribuzione provinciale in Toscana degli stabilimenti a rischio

### 5.4.2 Gli stabilimenti a rischio nella provincia di Massa Carrara

Nella provincia di Massa Carrara gli stabilimenti attualmente a rischio, come si evince dall'analisi della Tabella 5.14, sono cinque, ma, nessuno di essi è segnalato per rischio elevato. Tutti e cinque gli stabilimenti rientrano, pertanto, nelle prescrizioni degli artt. 6 e 7 del D.Lgs.334/99.

In Tabella 5.15 si riporta un elenco degli stabilimenti in questione con indicazione delle attività svolte e della loro ubicazione.

Stabilimenti a rischio	Attività svolta	Sede
CHEDDITE ITALIA SPA	produzione e/o deposito di esplosivi	Aulla
LIQUIGAS SPA	deposito di gas liquefatti	Carrara
LUNIGAS IF SPA	deposito di gas liquefatti	Fosdinovo
SIAD GAS TECNICI SRL	produzione e/o deposito di gas tecnici	Massa
SOLVAY BARIO E DERIVATI SPA	stabilimento chimico o petrolchimico	Massa

*Tabella 5.15: Elenco degli stabilimenti a rischio nella provincia di Massa Carrara.  
Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio*

### 5.4.3 Il caso Farmoplant

La provincia di Massa Carrara è già stata colpita da un grave incidente industriale: il 18 luglio 1988 nell'industria chimica Farmoplant della Montedison scoppiò, infatti, una cisterna di quaranta metri cubi contenente un pesticida, il Rogor e un solvente, il cicloesanone, entrambi fortemente tossici. Si sviluppò un incendio, spento dopo alcune ore, e una gigantesca nube nera si alzò in cielo. Circa cinquantamila persone, tra villeggianti e residenti, terrorizzate dal fragore del boato, scapparono, intasando le autostrade, e cercarono rifugio in zone più interne. Per trenta ore non venne dato un allarme ufficiale e la popolazione non venne informata della gravità dell'incidente, ma 150 intossicati, solo il primo giorno, si rivolsero ad ospedali e pronto soccorso accusando sintomi di diversa natura tra cui tosse, arrossamento degli occhi, tracheiti e abbassamento della pressione. Un odore acre, nauseabondo, derivante dal pesticida bruciato, si diffuse ovunque, anche all'interno delle abitazioni. Nel torrente Lavello migliaia di pesci morirono e le varie Unità sanitarie locali proclamarono il divieto di balneazione lungo un chilometro di costa e raccomandarono inoltre di non nutrirsi di frutta e verdura locale. La Farmoplant produceva ogni anno 2500-3000 tonnellate di Rogor, insetticida usato sugli olivi, ortaggi, cereali, agrumi e fragole; cioè il 30-40% della produzione mondiale. La Farmoplant era una ditta già da tempo contestata, poiché più incidenti si erano già verificati, a partire dal 1976: esplosioni, incendi, infortuni mortali, inquinamento della falda freatica, perdita di sostanze tossiche e conseguente spargimento di sostanze maleodoranti. Il 25 ottobre 1987, un referendum tra gli abitanti di Massa era finalmente riuscito ad ottenere la chiusura dell'azienda, posta a soli tre chilometri dal centro città. Una sentenza successiva del Tar ne aveva tuttavia consentito la riapertura, poiché, di seguito ad alcune modifiche apportate, l'azienda si poteva considerare affidabile e sicura, nonché a basso rischio di inquinamento.

## **5.5 Il rischio incendi boschivi nella provincia di Massa Carrara**

### **5.5.1 La normativa antincendi in Toscana**

La legge 353/2000, "Legge quadro in materia di incendi boschivi", ha attribuito alle Regioni un ruolo rilevante nella lotta agli incendi boschivi: tutte le Regioni, a statuto ordinario o speciale, devono recepire i principi fondamentali della legge quadro e modificare la normativa regionale eventualmente in contrasto con essa entro un anno dall'entrata in vigore della legge stessa.

Tra i compiti più importanti attribuiti alle Regioni si ricorda l'approvazione di Piani regionali per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi (art.3), l'individuazione delle zone ad alto rischio di incendio in apposite planimetrie, nonché l'attività di formazione, informazione ed educazione ambientale. Il governo tramite le "linee guida" approvate con il Decreto del 20/12/01 della Presidenza del Consiglio dei Ministri (illustrate al paragrafo 3.2.2) ha fornito alle Regioni le indicazioni generali circa gli argomenti essenziali che dovranno essere contenuti nei Piani regionali.

La Regione Toscana aveva già provveduto a regolare la materia con la L.R. n. 52 del 1973, attuando il servizio di prevenzione e repressione degli incendi boschivi attraverso la redazione di Piani operativi Pluriennali, piani che sono adesso, ai sensi della 353/2000, obbligatori per tutte le Regioni. Nel 1996 con la L.R. n.73 "Norme per la difesa dei boschi dagli incendi" che è stata ripresa ed integrata in seguito nella L.R. n.39 del 21/03/2000 "Legge Forestale della Toscana", la Regione Toscana ha adeguato la propria normativa alle nuove esigenze strutturali, organizzative ed operative, individuando le proprie competenze, quelle degli enti locali, le modalità di finanziamento dell'attività, delle opere antincendio e degli interventi di ripristino, l'impiego del Corpo Forestale dello Stato, il ruolo del volontariato, i divieti e le prescrizioni, l'accertamento delle violazioni e le relative sanzioni. Con la recente Legge Regionale n.1 del 2/01/2003 si è provveduto, inoltre, ad adeguare la normativa regionale a quella nazionale in materia di incendi boschivi.

### **5.5.2 Il Piano Operativo Antincendi Boschivi della Regione Toscana**

La Regione Toscana redige il Piano Operativo Antincendi Boschivi (AIB), in attuazione della L.R. 39/2000, come modificata con L.R. 1/2003, nonché del "Regolamento forestale della Toscana" approvato con Decreto del Presidente della

Giunta Regionale dell'8 agosto 2003 n. 48/R e del Piano Forestale Regionale 2001/2005 approvato con DCR n. 75 del 14.03.2001.

Il Piano AIB indica tutti i riferimenti essenziali per consentire l'organizzazione ed il coordinamento dell'attività di previsione, prevenzione e lotta attiva degli incendi boschivi nel rispetto dei contenuti elencati all'articolo 74 della L.R. 39/2000 ed ha validità triennale e comunque fino all'entrata in vigore del piano successivo. Il Piano AIB regionale può, comunque, essere aggiornato ed integrato annualmente secondo il disposto del comma 3, art. 74, della L.R. 39/00 per adeguarlo ad eventuali necessità non previste al momento della sua approvazione. Attualmente è in vigore in Piano AIB 2004-2006 approvato dalla delibera 1351 del 22 dicembre 2003.

Gli strumenti di pianificazione previsti dalla L.R. 39/00 sono costituiti, oltre che dal Piano operativo regionale, anche dai Piani operativi annuali provinciali che contengono tutti gli elementi tecnici necessari ad allestire il vero e proprio servizio sul territorio. I Piani operativi provinciali sono approvati ogni anno dalle Province e contengono l'aggiornamento dei dati sottoposti a revisione annuale (es. dati anagrafici delle strutture, inventario e cartografia delle aree percorse dal fuoco...). La pianificazione AIB riguarda, come detto in precedenza, tutta l'attività connessa alla previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi boschivi, tuttavia, in alcuni casi, considerato che gli incendi possono determinare pericolo per la pubblica incolumità, è necessario attivare procedure che si riferiscono alle competenze di Protezione Civile, alle quali devono provvedere i soggetti istituzionalmente preposti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225, del decreto legislativo 31 marzo 1988 n. 112 e della legge regionale di attuazione. Pertanto, in questi casi deve essere realizzato un coordinamento tra le varie forze preposte, dove però rimangono ferme le competenze e le responsabilità fissate dalle rispettive normative. Vale a dire che le operazioni di spegnimento dell'incendio boschivo devono essere gestite secondo le procedure degli atti della pianificazione AIB, trovando un momento di sintesi tra le due tipologie di intervento.

Attraverso i Piani regionali, le Regioni realizzano la "carta del rischio", in cui devono essere indicati, in particolare, i boschi da difendere dagli incendi e i periodi dell'anno a rischio con l'indicazione dei dati anemologici e dell'esposizione dei venti e devono essere segnalate la presenza di eventuali acquedotti, bacini e serbatoi d'acqua, piazzole per elicotteri, piste forestali percorribili da fuoristrada ed ogni altro mezzo utile per la lotta agli incendi. Nel Piano AIB della Regione Toscana, le aree e i periodi a rischio sono stati individuati avvalendosi degli indici inseriti nel "Regolamento forestale della Toscana" e in accordo con quanto previsto dalla L.R. 39/2000.

Il Piano regionale contiene, inoltre, l'analisi dei dati relativi agli incendi in Toscana nell'ultimo decennio e la descrizione delle tipologie e delle caratteristiche delle opere di mitigazione (come ad esempio gli interventi selvicolturale, viali tagliafuoco, punti di avvistamento) e delle strutture di estinzione con l'indicazione dei mezzi e dei materiali per la stessa.

Il documento termina con la quantificazione economica necessaria per gli interventi.

### **5.5.3 Le aree a rischio**

L'ambito territoriale scelto per definire le aree a maggior rischio di incendio boschivo è stato quello comunale. Una tale scelta è motivata dal fatto che gran parte dei dati disponibili sono riconducibili ad un ambito comunale.

Il rischio di incendio è stato definito dalla somma di due indici: l'indice storico degli incendi e l'indice stazionale-vegetazionale.

Per il calcolo dell'indice storico degli incendi è stato preso a riferimento il decennio dal 1993 al 2002.

I parametri considerati sono stati:

- il numero medio degli incendi annuo;
- la superficie media annua boscata percorsa da ogni evento;
- la superficie massima boscata percorsa nel periodo di riferimento;
- la frequenza di accadimento (percentuale del numero di anni del periodo in cui si sono verificati incendi boschivi).

L'elaborazione dei dati ha assegnato un valore ad ogni parametro, considerando una scala di valori da 0 (nessun evento) a 5 (massima frequenza).

L'elaborazione dell'indice stazionale-vegetazionale ha comportato un calcolo più complesso poiché sono stati considerati vari parametri. Per quanto riguarda la componente vegetazionale è stato preso, come base dati, l'Inventario forestale regionale e per la componente stazionale ci si è avvalsi della collaborazione del servizio agrometeorologico dell'Arsia che ha fornito i dati climatici delle stazioni meteo presenti in Toscana dal 1993 al 2002. Dall'Inventario forestale sono stati estratti i codici "dell'uso del suolo riferito a terra" riferiti alla categoria bosco cui è stato successivamente assegnato un valore di rischio (da 0 a 5); a questo valore di rischio sono stati poi applicati dei fattori di correzione (uguali o minori all'unità) per il tipo di "coltura e struttura", per "l'esposizione prevalente" e per la "quota".

I dati meteorologici considerati rappresentativi del rischio di incendio ed elaborati sono stati:

- la piovosità media annua;

- il numero medio annuo di giorni di pioggia;
- i periodi di aridità nel decennio;
- il numero medio di giorni annuo per ogni classe di vento della Scala Beaufort.

Gli indici così elaborati sono stati poi sommati e dall'elenco di tutti i comuni toscani sono stati evidenziati quelli che avevano un indice globale uguale o superiore alla soglia stabilita come valore limite.

E'interessante sottolineare come gli indici storico e stagionale-vegetazionale, illustrati precedentemente, possano essere considerati rispettivamente come una misura della probabilità di occorrenza dell'incendio boschivo e della vulnerabilità del bosco. Stupisce, pertanto, la scelta operata dalla Regione Toscana di sommare e non di moltiplicare tali indici allo scopo di valutare il rischio.

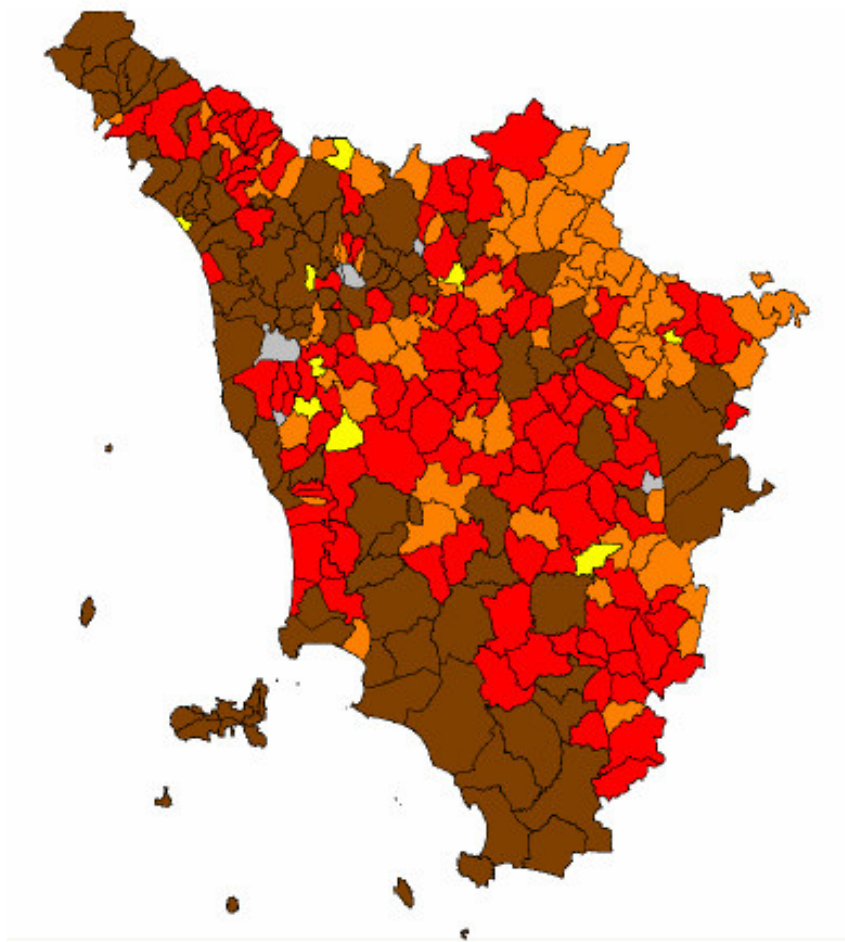
In Tabella 5.16 si riportano i comuni della provincia di Massa Carrara le cui aree boscate sono state classificate, in base ai criteri illustrati in precedenza, a rischio incendi e per ognuno di essi si indica il relativo grado di rischio.

	COMUNE	RISCHIO		COMUNE	RISCHIO
1	Aulla	EL	10	Massa	MX
2	Bagnone	MX	11	Montignoso	MX
3	Carrara	MX	12	Mulazzo	MX
4	Casola di Lunigiana	MX	13	Podenzana	ME
5	Comano	MX	14	Pontremoli	MX
6	Filattiera	MX	15	Tresana	MX
7	Fivizzano	EL	16	Villafranca in Lunigiana	MX
8	Fosdinovo	MX	17	Zeri	MX
9	Licciana Nardi	MX			

*Tabella 5.16: I comuni a rischio incendi boschivi nella provincia di Massa Carrara  
Fonte: Piano Operativo Antincendi Boschivi 2004-2006 della Regione Toscana*

Dall'esame della Tabella 5.16 si evince come nella provincia di Massa Carrara il rischio incendi boschivi sia molto alto: ben 14 comuni sui 17 totali sono stati classificati come a rischio massimo, 2 a rischio elevato e solo 1, Podenzana, a rischio mediocre.

In Figura 5.17 si riporta la classificazione delle aree boscate dei comuni toscani a rischio di incendi, ottenuta in base ai criteri illustrati in precedenza.



**Legenda:**

NC	Molto basso	Light Grey
BA	Basso	Yellow
ME	Moderato	Orange
EL	Elevato	Red
MX	Massimo	Dark Red

*Figura 5.17: Gradi di rischio degli incendi boschivi attribuiti alle aree boscate dei comuni della Toscana*  
*Fonte: Piano Operativo Antincendi Boschivi 2004-2006 della Regione Toscana*

### 5.5.4 I periodi a rischio

L'individuazione dei periodi di rischio per lo sviluppo degli incendi boschivi, indicati all'art. 61, commi 1 e 2 del Regolamento Forestale, è il risultato dell'analisi dei dati statistici del decennio 1993 -2002.

Dal grafico di Figura 5.18 si nota che nei mesi di luglio ed agosto si verifica a livello regionale un picco nel numero degli incendi, infatti, in questi due mesi avvengono il 50% degli eventi che interessano circa il 50% delle superfici boscate ed il 55% delle superfici non boscate. Per alcune province come Firenze, Livorno, Pisa, Arezzo, Siena, Grosseto, il numero degli incendi in questo periodo supera il 70% del totale. Nessuna provincia risulta, comunque, esente dal fenomeno.

Occorre osservare anche la presenza di un secondo picco, meno accentuato, in corrispondenza del mese di marzo, pari a circa il 15% del numero degli eventi, che però, a fronte di uno studio di maggior dettaglio, è risultato essere determinato dagli incendi che si verificano principalmente nelle province di Massa Carrara e di Lucca (rispettivamente il 32% ed il 23% sul numero degli eventi verificatesi in ogni singola provincia) e parzialmente, in relazione all'andamento climatico, anche nelle altre province il cui territorio interessa la fascia appenninica.

Sulla base di queste valutazioni, la Regione Toscana ha ritenuto opportuno, oltre ad individuare un periodo a rischio di incendi (luglio-agosto) comune per tutto il territorio regionale, lasciare alle Province la possibilità di modificarlo o di istituire periodi a rischio diversi, anche in relazione al fatto che la pericolosità normalmente inizia ad aumentare e/o diminuire in modo progressivo in prossimità di tali date.

Pertanto, la provincia di Massa Carrara ha individuato nei mesi invernali un secondo periodo a rischio incendi da affiancare al periodo estivo.

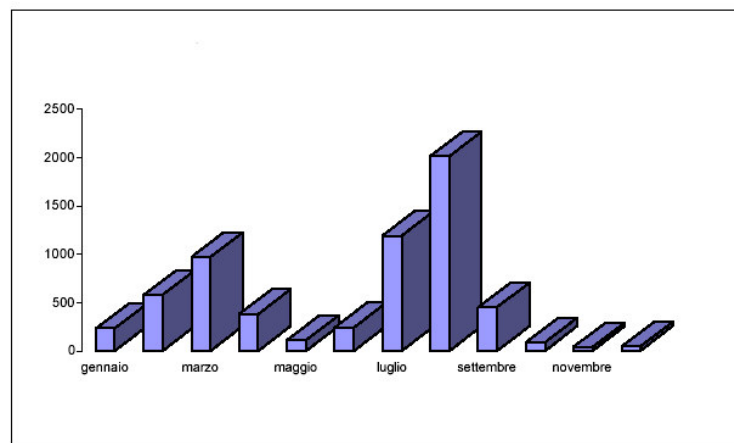


Figura 5.18: Ripartizione incendi per mese nella Regione Toscana.  
 Fonte: Piano Operativo Antincendi Boschivi 2004-2006 della Regione Toscana



### 5.5.5 I mezzi antincendi boschivi

Gli automezzi antincendi boschivi (AIB) costituiscono una componente fondamentale dell'organizzazione antincendi boschivi, in quanto permettono di effettuare i vari servizi sul territorio ed interventi di spegnimento. Si tratta di automezzi che devono potersi muovere sia su asfalto che su terreni accidentati, permettendo interventi tempestivi ed in sicurezza per gli operatori. Per questo motivo i mezzi AIB devono essere scelti tra quelli appositamente progettati per l'impiego in fuoristrada, anche in condizioni estremamente gravose.

Generalmente si hanno mezzi fuoristrada distinguibili in due tipi:

1) pick-up (fuoristrada con cassone) con allestimento AIB:

- cabina singola (2/3 posti): possono trasportare 400/600 litri di acqua più le attrezzature;
- cabina doppia (4/5 posti): possono trasportare 300/400 litri di acqua più le attrezzature.

Le attrezzature che devono essere presenti a bordo, in aggiunta ai componenti dell'allestimento AIB, sono:

- attrezzi manuali (pale, zappe, rastri, flabelli, accette, roncole);
- naspi e relativi raccordi;
- attrezzature per illuminazione notturna.

2) autobotti con allestimento AIB:

- leggere: piccole autobotti 4X4 < 35 q in grado di trasportare 1.000/1.500 litri di acqua più le attrezzature;
- pesanti: autobotti 4X4 > 35 q in grado di trasportare 3.000/3.500 litri di acqua più le attrezzature.

Le attrezzature che devono essere presenti a bordo, in aggiunta ai componenti dell'allestimento AIB, sono:

- vasca mobile componibile con capacità minima di 3.000 litri;
- idonea dotazione di naspi e/o manichette con relativi raccordi;
- attrezzi manuali (pale, zappe, rastri, flabelli, accette, roncole);
- attrezzature per illuminazione notturna.

Tutte le attrezzature devono essere disposte in maniera da bilanciare il carico trasportato ed essere assicurate in appositi alloggiamenti, onde evitare perdite o pericolosi spostamenti durante il movimento del veicolo.

Ci sono poi altre tipologie di mezzi che intervengono a supporto delle squadre nelle zone delle operazioni, consentendo il trasporto di uomini e attrezzature (autovetture fuoristrada, autocarri 4X4, pulmini 4X4).

Per ogni tipologia di automezzi antincendio boschivo sono da adottare degli equipaggiamenti minimi di bordo:

- estintore a polvere da almeno kg 2;
- cassetta pronto soccorso.

Gli allestimenti AIB possono essere fissi o scarrabili; quelli scarrabili devono essere montati e resi operativi sui mezzi e sulle autobotti nei periodi di rischio ed in caso di necessità di intervento.

I mezzi ed i relativi allestimenti AIB devono essere oggetto di costante manutenzione durante l'anno; in particolare, nei periodi di inattività, devono essere realizzate periodiche prove di funzionamento al fine di testarne l'efficienza.

#### **5.5.6 Piano Operativo Antincendi Boschivi della Provincia di Massa Carrara**

Il Piano operativo provinciale è il documento complementare al Piano AIB regionale, come previsto dall'art. 74 comma 1 della L.R. 39/2000 e viene predisposto ogni anno nel rispetto degli indirizzi e delle disposizioni previste dal Piano AIB regionale stesso. Si compone delle seguenti parti:

- *parte generale*, contenente un'analisi statistica del fenomeno incendi boschivi nella provincia riferita al decennio precedente con specificazione dell'evoluzione della superficie media ad evento, la descrizione dell'organizzazione AIB, la descrizione delle aree sottoposte a vincolo di protezione, suddivise tra parchi e riserve, statali, regionali, provinciali e comunali, con indicazione del sistema di difesa adottato;
- *sezione anagrafica*, contenente i dati anagrafici delle strutture, i numeri di reperibilità, le disponibilità di personale e mezzi e i territori comunali di competenza per quanto riguarda il servizio AIB;
- *sezione operativa*, contenente la descrizione, per ciascun territorio comunale, dei servizi attivati dalle singole strutture, l'individuazione della struttura a cui è affidata la direzione delle operazioni di spegnimento e le eventuali precisazioni o prescrizioni;
- *inventario* delle aree percorse dal fuoco nell'anno precedente.

Il Piano Operativo Antincendi Boschivi viene predisposto, quindi, per fornire informazioni a tutti gli Enti coinvolti a norma di legge nella prevenzione ed estinzione degli incendi di bosco sulla consistenza, l'organizzazione e le modalità operative dei mezzi, del personale e delle strutture del servizio Antincendi Boschivi. Il Piano si propone come strumento periodico di riferimento per migliorare il livello di coordinamento e la collaborazione tra gli Enti e le Associazioni interessate,

aumentando il grado di efficienza operativa della struttura intera per la tutela e la salvaguardia dagli incendi dei popolamenti vegetali della provincia.

Nel Piano Operativo vengono dettati, inoltre, sulla base delle indicazioni ricavate dai Piani degli altri Enti, del Corpo Forestale dello Stato e del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, alcune disposizioni per lo svolgimento delle attività di prevenzione e repressione degli incendi boschivi.

### **5.5.6 Le attività AIB nella provincia di Massa Carrara**

Come già illustrato in precedenza, in quasi tutto il territorio provinciale (ben 14 comuni sui 17 totali), il rischio incendi boschivi è classificato di grado massimo.

In questi casi, perciò, poter disporre di un'efficiente e tempestiva attività di repressione degli incendi boschivi costituisce un requisito essenziale e imprescindibile per cercare di ridurre l'esposizione e, di conseguenza, il danno potenziale. A tal fine, il territorio della Provincia di Massa Carrara, per i peculiari aspetti che lo caratterizzano, può essere suddiviso in due zone omogenee: la *Zona di costa* comprendente i Comuni di Massa, Carrara e Montignoso e la *Lunigiana*, comprendente i restanti comuni della provincia.

Gli Enti Delegati competenti per quel che riguarda la prevenzione e l'estinzione degli incendi boschivi nelle due zone anzidette sono rispettivamente la Provincia di Massa Carrara e la Comunità Montana della Lunigiana.

Nei paragrafi seguenti si descriveranno, oltre alle attività predisposte per la riduzione del rischio incendi boschivi nelle zone suddette, le loro caratteristiche meteorologiche, l'orografia e la morfologia del territorio e le tipologie vegetazionali, in quanto costituiscono fattori determinanti sia per la valutazione della vulnerabilità dei boschi presenti che della propagazione dell'incendio stesso.

#### ***La Zona di costa***

##### *Clima, morfologia e orografia e tipologie vegetazionali*

Il clima della zona è caratterizzato, soprattutto nei primi quattro mesi dell'anno, da periodi siccitosi accompagnati da forti venti di tramontana ed intense gelate che, abbassando il contenuto di umidità del materiale vegetale vivo e morto, ne aumentano il grado di infiammabilità. I venti tesi di tramontana, inoltre, influenzando in maniera determinante sulla propagazione e sulla intensità dei fronti di fiamma, rendono estremamente difficile l'avvicinamento e l'intervento diretto sui fronti di

fiamma stessi. E' in questo periodo che si verifica il maggior numero di incendi che, in genere, arrecano i danni più gravi al patrimonio boschivo.

I mesi estivi sono caratterizzati da alte temperature, scarse precipitazioni, venti tesi provenienti dal mare: queste condizioni atmosferiche facilitano l'innesco e la propagazione degli incendi che, infatti, risultano molto diffusi nei mesi da luglio a settembre lungo tutto il territorio.

Oltre al clima, un altro fattore penalizzante è costituito dall'orografia e dalla morfologia del territorio.

L'orografia accidentata, le strette valli e le forti pendenze che caratterizzano buona parte del territorio, infatti, da un lato favoriscono l'avanzare e l'espandersi dei fronti di fiamma, dall'altro pongono gravi ostacoli allo svolgimento delle operazioni di estinzione: ritardo nel pronto intervento, difficoltà di spostamento per le squadre a terra e per i mezzi aerei, aumento dei rischi per il personale durante i lavori di spegnimento delle fiamme e di bonifica.

Anche le tipologie vegetazionali, per le loro caratteristiche strutturali e di composizione specifica, influiscono ad aumentare la vulnerabilità del bosco agli incendi. Le principali tipologie vegetazionali che si possono trovare sul territorio sono:

- Pinete coetanee di pino marittimo o domestico spesso accompagnate da un fitto sottobosco arbustivo a corbezzolo, ginestrone e, soprattutto, erica che facilmente propaga le fiamme alle chiome dei pini;
- Castagneti da frutto o cedui misti abbandonati con sottobosco intricato costituito perlopiù da rovo in cui si sono accumulate con il tempo grandi quantità di materiale vegetale morto;
- Pinete coetanee di pino nero, su cui non sono stati eseguiti i necessari interventi di sfollo, diradamento e potatura;
- Vigneti ed oliveti abbandonati invasi da vegetazione arbustiva altamente infiammabile;
- Popolamenti misti arboreo-arbustivi su ex coltivi ricolonizzati.

#### *Le attività per la riduzione del rischio incendi boschivi*

Le attività di riduzione del rischio incendi boschivi nella Zona di costa sono svolte dal Settore Agricoltura e Foreste della Provincia e comprendono molteplici interventi in diversi settori quali: la pianificazione antincendi (acquisizione di tutti i dati fondamentali e redazione di supporti cartografici riepilogativi), la collaborazione con altri Enti Locali ed associazioni quali Parco delle Alpi Apuane, Comuni, Protezione Civile e Volontariato Antincendi Boschivi (VAB), la vigilanza (predisposizione di

pattugliamenti e sorveglianza), l'informazione alla popolazione. Purtroppo, occorre sottolineare come il comune di Massa, a fronte di un numero di incendi che lo pone fra quelli maggiormente colpiti dal fenomeno incendi boschivi, continui ad essere assente soprattutto dal punto di vista della messa disposizione di personale per spegnimento e personale tecnico per la direzione dell'operazione di estinzione.

L'Ente Provincia, ha invitato anche nell'anno 2004, come tutti gli altri anni, i Comuni di costa a coinvolgere nell'opera di vigilanza ed avvistamento, oltre al personale istituzionalmente impiegato, anche i comandi dei Vigili Urbani, il cui intervento si è rivelato, negli ultimi anni, molto utile in sede di verifica e segnalazione dei principi di incendio. Altri soggetti che da qualche anno sono impegnati nel pattugliamento sono le associazioni di volontariato che svolgono, nei periodi più pericolosi ed in coordinamento con il Servizio Antincendi Boschivi della Provincia, turni di vigilanza su percorsi predefiniti.

Le attività di mitigazione non possono prescindere, come detto in precedenza (paragrafo 3.2.3), dall'esecuzione di interventi mirati a migliorare la struttura e la composizione specifica dei popolamenti arborei accompagnata dalla manutenzione delle infrastrutture connesse con la cura dei boschi e la prevenzione degli incendi.

Il Servizio Foreste della Provincia di Massa Carrara sta portando avanti un programma organico di interventi da realizzarsi tramite le maestranze forestali in amministrazione diretta e l'affidamento di interventi alle imprese iscritte all'albo delle ditte forestali della Toscana. Tale programma, che vedrà i suoi frutti principali sul lungo periodo, prevede la realizzazione di interventi di diradamento a carico dei soprassuoli coetanei di conifere a densità colma, lavori di bonifica e ripristino delle aree forestali percorse da incendio per favorire l'affermazione di specie arboree meno suscettibili al fuoco, anche attraverso il reimpianto di suddette specie, apertura di nuove fasce parafuoco e la ripulitura periodica di quelle esistenti, ripulitura di fasce di terreno lungo strade e sentieri forestali, realizzazione di nuovi invasi artificiali per l'approvvigionamento idrico degli elicotteri e dei mezzi allestiti per la lotta agli incendi boschivi, manutenzione delle strutture della rete radio regionale, manutenzione e potenziamento della rete viaria forestale.

L'attività di estinzione sul territorio dei Comuni di costa viene eseguita principalmente dalle maestranze forestali, in amministrazione diretta presso l'Ente Provincia, coordinate dei tecnici del Servizio Foreste e dalle associazioni di volontariato VAB e Protezione Civile (PRO.CIV.) convenzionate, rispettivamente, la prima con i Comuni di Massa e Carrara, la seconda con il Comune di Montignoso. Anche nell'anno 2004, così come disciplinato nel riconfermato accordo siglato tra la Regione Toscana e il Corpo Nazionale di Vigili del Fuoco, è prevista l'attivazione di una squadra boschiva costituita da un capo squadra e da quattro vigili del fuoco in

servizio volontario con due mezzi attrezzati esclusivamente per l'attività antincendio. A partire dall'anno 2000, inoltre, nel periodo estivo di massima pericolosità, cioè dai primi di luglio alla fine di settembre, la Regione Toscana ha disposto lo schieramento, presso l'aeroporto del Cinquale, di un elicottero antincendi boschivi che effettua servizio con priorità per tutta la provincia di Massa Carrara e in parte per la provincia di Lucca, nella cosiddetta zona "mista" (Comuni di Pietrasanta, Seravezza, Forte dei Marmi e Stazzema).

### ***La Lunigiana***

Il territorio della Lunigiana si estende su una superficie di circa 920 km<sup>2</sup> ed è caratterizzato da un paesaggio montano notevolmente articolato e vario. L'elevato indice di boscosità e le caratteristiche dei popolamenti forestali presenti, la rendono un'area altamente vulnerabile agli incendi boschivi e, conseguentemente, gli Enti locali e la popolazione si dimostrano molto sensibili nei confronti dei problemi legati alle opere di prevenzione ed agli interventi di estinzione. Come per la Zona di costa e diversamente da molte altre zone della Toscana, la Lunigiana presenta il più alto numero di incendi boschivi nel periodo invernale, e più precisamente nei primi quattro mesi dell'anno.

### *Le attività per la riduzione del rischio incendi boschivi*

Gli sforzi compiuti in materia di riduzione del rischio incendi boschivi dalla Regione Toscana in collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato e gli Enti locali, hanno consentito di migliorare notevolmente i servizi ed il coordinamento nel settore della lotta agli incendi boschivi. Un efficace funzionamento della rete dei collegamenti radio costituisce, senza dubbio, un'importante attività di mitigazione. A causa delle caratteristiche morfologiche del territorio lunigianese si riscontrano, tuttavia, difficoltà nel raggiungere la copertura dell'intera area da parte della rete di collegamenti radio. Il previsto potenziamento della rete, che permetterebbe di coprire al meglio importanti aree dei Comuni di Pontremoli, Zeri, Filattiera e Mulazzo, oltre a quelli del fondo valle, non è stato ancora attuato; permangono così, numerosi problemi nelle comunicazioni radio, che spesso vanificano il lavoro organizzativo e preparatorio svolto dalla Comunità Montana della Lunigiana per migliorare l'operatività delle squadre AIB. Questi problemi possono compromettere, oltre che il coordinamento tra le forze in campo, la sicurezza degli operatori.

Un'altra fondamentale attività per la mitigazione del rischio incendi riguarda il monitoraggio del territorio tramite telecamere di rilevamento. Il territorio lunigianese, sotto questo aspetto, può presentare le condizioni per una forma di avvistamento e monitoraggio tecnologicamente avanzata degli incendi boschivi. I presupposti risiedono nella sua conformazione, nella presenza insufficiente di personale di vigilanza, nel rapporto territorio - numero di incendi e dal grado di pericolo, statisticamente definito elevato per la quasi totale maggioranza dei comuni lunigianesi.

L'organizzazione tecnica del sistema di prevenzione degli incendi boschivi si avvale, oltre che del coordinamento operativo del Corpo Forestale dello Stato, della manodopera volontaria fornita dai Comuni e gestita dal personale tecnico dell'Ente di appartenenza. L'Ente ha previsto, inoltre, la possibilità di organizzare personale volontario, preparato ed attrezzato, da utilizzarsi soprattutto nelle fasi di avvistamento e verifica delle segnalazioni.

L'attività di estinzione sul territorio della Lunigiana viene eseguita principalmente dalle maestranze forestali in amministrazione diretta presso l'Ente Comunità Montana, dalle associazioni di volontariato VAB convenzionate con i Comuni di Fivizzano e Fosdinovo e dai Vigili del fuoco dei distaccamenti di Aulla e Pontremoli.

E' d'obbligo rimarcare che il territorio lunigianese possiede già numerosi invasi, ed è, quindi, necessario che si preveda in futuro di sfruttarli in maniera ottimale. L'alimentazione di detti invasi è mista: artificiale e per captazione naturale. La Comunità Montana, sta intervenendo in opere relative alla manutenzione ordinaria e straordinaria degli invasi realizzati e prevede la programmazione di controlli periodici: la necessità di reperire acqua in tempi brevi è, infatti, uno tra i principali problemi relativi alle operazioni di estinzione degli incendi.

#### **5.5.7 Mezzi AIB disponibili nella provincia di Massa Carrara**

Dal Piano Operativo provinciale è possibile ricavare una descrizione sia del tipo di mezzi idonei allo spegnimento di un incendio che dei mezzi per il pattugliamento e il trasporto delle persone a disposizione nella provincia di Massa Carrara. In particolare, emerge come gli enti che hanno a disposizione mezzi idonei allo spegnimento siano: l'Amministrazione Provinciale, la Comunità Montana della Lunigiana, i Vigili del Fuoco e le Associazioni di Volontariato.

Di seguito si propone un elenco dei mezzi disponibili nella provincia, specificandone le caratteristiche, dove sono parcheggiati e l'ente di proprietà.

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE MASSA CARRARA

*Mezzi idonei allo spegnimento:*

- 2 Pick-up allestiti con modulo AIB scarrabile da 500 litri capienza 5 persone;
- 1 Autobotte allestita con modulo scarrabile da 2000 litri capienza 2 persone;
- 1 Autocarro Bucher BU200 4X4 con allestimento da 2000 litri capienza 2 pers.

*Mezzi per il pattugliamento e per il trasporto di personale idoneo allo spegnimento:*

- 1 Autoveicolo
- 1 Fuoristrada
- 1 Pulmino

*Sede Mezzi :* Massa

*Territori di competenza:* Comuni di Massa, Carrara, Montignoso

COMUNITA' MONTANA ZONA A -LUNIGIANA

*Mezzi idonei allo spegnimento:*

- 2 Pick-up allestiti con modulo AIB scarrabile da 500 litri capienza 5 persone
- 1 Autobotte allestita con modulo scarrabile da 1500 litri capienza 2 persone.
- 1 Autocarro Atego 4X4 con allestimento da 3500 litri capienza 2 persone.

*Mezzi per il pattugliamento e per il trasporto di personale idoneo allo spegnimento:*

- 5 Autoveicoli
- 1 Fuoristrada
- 13 Pulmini
- 2 Macchine movimento terra

*Sede Mezzi:* Fivizzano

*Territori di competenza:* tutti i comuni della Lunigiana

VIGILI DEL FUOCO

Comando provinciale

*Mezzi idonei allo spegnimento:*

- 1 Pick-up allestito con modulo AIB scarrabile da 500 litri capienza 5 persone

*Mezzi per il pattugliamento e per il trasporto di personale idoneo allo spegnimento:*

- 1 Fuoristrada

*Sede Mezzi:* Massa

*Territori di competenza:* intera provincia

Distaccamento di Aulla

*Mezzi idonei allo spegnimento:*

- 1 Pick-up allestito con modulo AIB scarrabile da 500 litri capienza 5 persone



*Mezzi per il pattugliamento e per il trasporto di personale idoneo allo spegnimento:*

1 Fuoristrada

*Sede Mezzi:* Aulla

*Territori di competenza:* tutti i comuni della Lunigiana

Distaccamento di Pontremoli (attivo solo nei mesi estivi)

*Mezzi idonei allo spegnimento:*

1 Pick-up allestito con modulo AIB scarrabile da 500 litri capienza 5 persone

*Mezzi per il pattugliamento e per il trasporto di personale idoneo allo spegnimento:*

1 Fuoristrada

*Sede Mezzi:* Pontremoli

*Territori di competenza:* tutti i comuni della Lunigiana

#### ASSOCIAZIONI DI VOLONTARIATO

##### VAB Carrara

*Mezzi idonei allo spegnimento:*

1 Pick-up allestito con modulo AIB scarrabile da 500 litri capienza 5 persone.

1 Pick-up allestito con modulo AIB scarrabile da 400 litri capienza 5 persone.

1 Autobotte allestita con modulo scarrabile da 2500 litri capienza 2 persone.

1 Autocarro con allestimento da 1000 litri capienza 2 persone.

*Mezzi per il pattugliamento e per il trasporto di personale idoneo allo spegnimento:*

1 Autoveicolo

*Sede Mezzi:* Carrara

*Territori di competenza:* Comuni di Massa e Carrara

##### PRO. CIV. Montignoso

*Mezzi idonei allo spegnimento:*

3 Fuoristrada allestiti con modulo AIB scarrabile da 500 litri capienza 5 persone.

*Mezzi per il pattugliamento e per il trasporto di personale idoneo allo spegnimento:*

2 Autoveicoli

*Sede Mezzi:* Montignoso

*Territori di competenza:* Comune di Montignoso

##### VAB Giucano

*Mezzi idonei allo spegnimento:*

6 Fuoristrada allestiti

*Sede Mezzi:* Loc. Giucano, comune di Fosdinovo

*Territori di competenza:* Comuni di Fivizzano e Fosdinovo



## Capitolo 6

### ***Modelli matematici per l'ottimizzazione dell'attività di estinzione di un incendio boschivo***

---

*L'estinzione è un'attività di mitigazione del rischio incendi boschivi e, quindi, il suo grado di efficienza viene valutato in base alla riduzione di danno potenziale che riesce a fornire. Il grado di efficienza di un'attività di estinzione viene generalmente stimato in funzione del tempo di risposta ad una segnalazione, ossia del tempo trascorso dall'istante in cui è stata ultimata l'operazione d'invio dei mezzi a quando il primo veicolo raggiunge il luogo in cui è avvenuto l'incendio. Molte ricerche<sup>1</sup>, infatti, hanno rilevato l'esistenza di una stretta correlazione tra il danno provocato dal verificarsi di un incendio e il tempo di risposta ad una segnalazione.*

*Il tempo di risposta varia notevolmente in base all'ubicazione dei mezzi idonei allo spegnimento e alla decisione di quali e quanti mezzi inviare inizialmente in risposta*

---

<sup>1</sup> Plane and Hendrick: "Mathematical Programming and the Location of Fire Companies for the Denver Fire Department"- Operations Research, Vol. 25, n°4, July 1977.  
Swersey: "A Markovian decision model for deciding how many fire companies to dispatch"- Management Science, Vol. 28, n° 4, April 1982.

*ad una segnalazione: per garantire un soddisfacente livello di efficienza è necessario, quindi, definire opportunamente le variabili precedenti. Per raggiungere questo scopo l'esperienza degli addetti ai lavori può senz'altro offrire significativi spunti, tuttavia, è importante che tali intuizioni siano verificate e convalidate sulla base di comprovati modelli matematici.*

*Nelle pagine seguenti si illustrerà come sia possibile risolvere, mediante l'applicazione di Modelli di Copertura e di Modelli di decisione markoviana, rispettivamente, i problemi dell'ottimizzazione delle localizzazioni dei depositi dei mezzi antincendio e della decisione del numero di mezzi da inviare inizialmente in risposta ad una segnalazione. Si proporrà, inoltre, un terzo Modello in grado di risolvere le ulteriori complicazioni che nascono qualora si consideri contemporaneamente al problema di quanti mezzi anche quello di quali mezzi inviare inizialmente in risposta ad una segnalazione.*

*E' bene sottolineare come tali metodi abbiano validità generale e possano essere applicati non solo al caso della pianificazione delle attività di estinzione di un incendio boschivo, ma anche, operando opportune modifiche, al caso della pianificazione dei soccorsi in caso di terremoti, considerando per esempio il problema dell'ubicazione ottimale delle ambulanze.*

## **6.1 Il problema della localizzazione ottimale dei depositi dei mezzi antincendio**

Il problema della localizzazione ottimale dei depositi dei mezzi antincendio può essere risolto tramite i Modelli di Copertura<sup>2</sup>, i quali permettono di stabilire il numero minimo di localizzazioni necessarie a garantire un soddisfacente livello di servizio, espresso in funzione del tempo di risposta precedentemente definito.

A volte le localizzazioni possibili sono in numero maggiore rispetto ai parcheggi da costruire effettivamente e, spesso, scelte differenti comportano costi differenti. Si tratta, quindi, di decidere quali e quanti parcheggi adibire al servizio antincendio, ragionando sempre nell'ottica di ridurre, per quanto possibile, i costi.

Per perseguire tale scopo è necessario, in primo luogo, definire l'insieme  $S$  da coprire, rappresentato in questo caso dai "punti a rischio incendio boschivo", cioè dalle zone dell'area di studio che sono ritenute ad elevato rischio incendio boschivo. I sottoinsiemi di  $S$ , attraverso i quali effettuare la copertura, sono associati alle singole potenziali localizzazioni: il sottoinsieme associato ad una data localizzazione

---

<sup>2</sup> Per la definizione formale del Modello di Copertura si veda l'Appendice

è costituito dagli elementi dell'insieme S, ovvero dai punti a rischio, raggiungibili, *in un tempo ammissibile*, da un mezzo parcheggiato in quella stessa localizzazione. Ogni potenziale localizzazione viene scelta con il vincolo che in ciascuna di esse sia ubicato un mezzo antincendio in grado di raggiungere, in un tempo ammissibile, *almeno* un punto a rischio. Per verificare che un mezzo antincendio sia in grado di raggiungere, in un tempo ammissibile, un dato punto a rischio, deve risultare:

$$t_R \leq t_U \quad (6.1)$$

dove:

$t_R$  è il tempo di risposta impiegato dal mezzo per raggiungere il punto a rischio;

$t_U$  è il tempo che, di qui innanzi, si definirà "utile", ossia il tempo massimo di risposta ritenuto accettabile in quel punto a rischio.

Il tempo utile, così definito, si può considerare come proporzionale al livello di danno che può essere assunto come tollerabile nella zona oggetto dello studio e a cui corrisponde un dato rischio accettabile. Si può concludere, pertanto, che il tempo utile aumenti all'aumentare del livello di danno tollerabile e sia indipendente dalla probabilità di occorrenza dell'incendio boschivo nella zona in considerazione.

Per chiarire questa affermazione si riporta in Figura 6.1 un esempio. In ambito urbano, generalmente, si accetta un livello di danno inferiore a quello tollerabile in ambito rurale, principalmente in ragione di un grado di antropizzazione più elevato. Il tempo utile per raggiungere un punto a rischio urbano, di conseguenza, risulta inferiore al tempo utile per raggiungere un punto a rischio rurale.

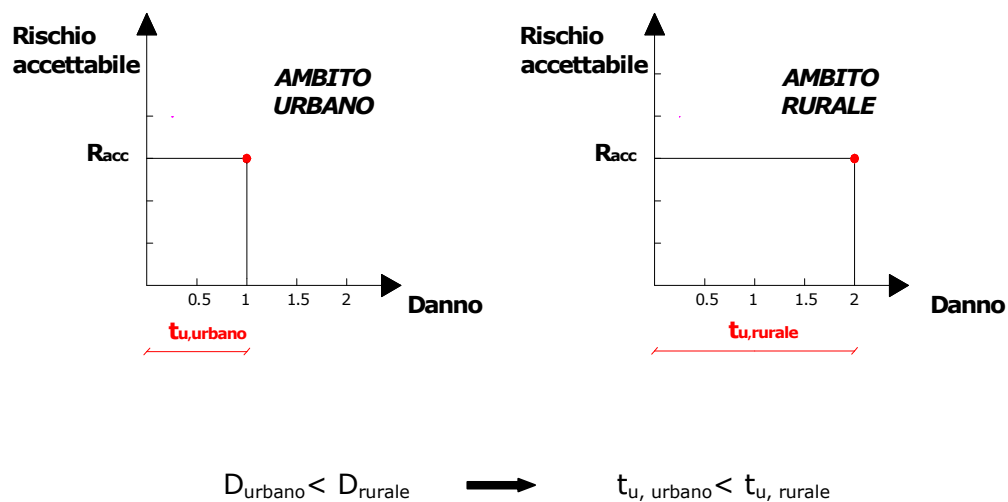


Figura 6.1

La soglia di danno tollerabile per ogni punto a rischio può essere espressa, per esempio, sulla base del numero di ettari di superficie che si accetta possano venire bruciati a seguito del manifestarsi di un incendio, oppure può essere assunta pari al 5% dell'intera superficie boscata del punto a rischio stesso. In virtù di tali considerazioni, il tempo utile si può stimare supponendolo pari al tempo impiegato dal fuoco a provocare quel determinato livello di danno, cioè a bruciare quei determinati ettari di superficie  $e$ , di conseguenza, risulta funzione della vulnerabilità dell'elemento a rischio bosco  $e$ , in particolare, del clima, della velocità del vento e del grado di umidità della vegetazione. Pertanto, si può assumere come tempo utile, il valore costante pari alla media tra il valore minimo del tempo utile che si avrebbe nel caso di condizioni di vulnerabilità sfavorevoli, quali un'elevata velocità del vento e un basso grado di umidità della vegetazione e del valore massimo del tempo utile che si avrebbe nel caso di condizioni di vulnerabilità favorevoli, quali una bassa velocità del vento e un elevato grado di umidità della vegetazione. Il tempo di risposta,  $t_R$ , impiegato da un mezzo, parcheggiato in una certa localizzazione, per raggiungere un punto a rischio è dato dalla somma di due aliquote: un tempo di reazione,  $u$  e un tempo di viaggio  $t_V$ .

$$t_R = u + t_V \quad (6.2)$$

Il tempo di reazione è il tempo che intercorre dall'istante in cui è stata ricevuta la segnalazione dell'incendio a quando è stata completata l'operazione di invio dei mezzi, ovvero a quando l'ultimo mezzo inviato esce dal deposito.

Il tempo di viaggio è il tempo impiegato da un mezzo, uscito dal deposito, per raggiungere il luogo dell'incendio (un dato punto a rischio) e risulta funzione, principalmente, della distanza tra il deposito e il punto a rischio in considerazione.

**Formulazione matematica del modello:**

$$\min f := \sum_{j=1}^n x_j \quad (6.3)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \geq 1 \quad (6.4)$$

con:  $i = 1, 2, \dots, m$  ;  $j = 1, 2, \dots, n$  ;  $x_j = 0$  oppure  $1$  ;  $a_{ij} = 0$  oppure  $1$

L'indice  $i$  è relativo agli  $m$  punti a rischio nella zona, mentre l'indice  $j$  si riferisce alle  $n$  variabili del Modello di Copertura, cioè alle potenziali localizzazioni.

$x_j$  è una variabile binaria e assume valore 1 se e solo se nella localizzazione  $j$  viene collocato un deposito di mezzi antincendio e valore 0 altrimenti.

I coefficienti  $a_{ij}$  esprimono l'eventualità che le possibili localizzazioni siano in grado di coprire gli  $m$  punti a rischio. In particolare,  $a_{ij}$  assume valore 1 se e solo se un mezzo antincendio ubicato nella localizzazione  $j$  è in grado di raggiungere, in un tempo inferiore, o al massimo uguale, al tempo utile, il punto a rischio  $i$ ; mentre, in caso contrario,  $a_{ij}$  assume valore 0.

La relazione (6.4) esprime il vincolo di copertura, cioè la limitazione che in ogni localizzazione esista almeno un mezzo antincendio in grado di raggiungere, in un tempo inferiore o al massimo uguale, al tempo utile, almeno un punto a rischio  $j$ . Il vincolo di copertura, come si evince alla luce delle considerazioni precedenti, esprime, quindi, la limitazione che per ogni punto a rischio esista almeno una localizzazione di parcheggi tale da garantire che, in quel punto a rischio, il danno che potrebbe essere provocato da un incendio, espresso in ettari di superficie bruciata, sia tollerabile.

La relazione (6.3) rappresenta l'obiettivo del modello, cioè la minimizzazione delle possibili localizzazioni. L'obiettivo del modello consiste, pertanto, nel fornire il numero minimo di localizzazioni necessarie a garantire che in ogni punto a rischio il danno che potrebbe essere causato da un incendio sia tollerabile.

Nel seguito si propone l'applicazione del modello ad un semplice caso di studio.

### 6.1.1 Esempio di applicazione del Modello

Si suppone che in una città ci siano 4 punti a rischio e 4 possibili localizzazioni dei parcheggi dei mezzi antincendio.

Punti a rischio	Tempo utile per ciascun punto a rischio (minuti)	Tempo di risposta per ciascuna localizzazione (minuti)			
		1	2	3	4
1	120	150	<b>110</b>	<b>90</b>	140
2	90	<b>60</b>	200	120	<b>80</b>
3	90	100	120	200	<b>80</b>
4	180	<b>150</b>	<b>170</b>	<b>90</b>	<b>100</b>

Tabella 6.2

In Tabella 6.2 si è riportato sia il tempo utile per ciascun punto a rischio che il tempo di risposta impiegato da un qualunque mezzo antincendio, situato in ognuna delle quattro localizzazioni, per raggiungere ciascun punto a rischio.

Dall'analisi di tali dati si evince che il vincolo di copertura è stato rispettato, infatti, ciascun punto a rischio è raggiungibile in un tempo inferiore al tempo utile da *almeno una* localizzazione.

Il problema della minimizzazione del numero delle localizzazioni si riconduce alla risoluzione delle seguenti relazioni:

$$\text{Obiettivo:} \quad \min x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

$$\text{Vincoli:} \quad x_2 + x_3 \geq 1, \quad x_1 + x_4 \geq 1$$

$$x_4 \geq 1, \quad x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 = 0, 1$$

### **6.1.2 Una funzione obiettivo gerarchizzata per la formulazione del Modello di Copertura**

La formulazione precedentemente illustrata del Modello di Copertura permette di individuare il numero minimo di localizzazioni necessarie, ma non distingue tra le localizzazioni già esistenti e quelle che andrebbero costruite ex-novo.

La soluzione migliore da perseguire è, chiaramente, quella di sfruttare il maggior numero dei parcheggi già esistenti, sia per non affrontare ulteriori spese per costruire nuovi parcheggi, sia, soprattutto, per evitare tutte le implicazioni politiche connesse con lo spostamento di un parcheggio da un luogo ad un altro.

Per arrivare ad una soluzione ottima, si deve, quindi, cercare di massimizzare il numero di parcheggi esistenti all'interno del numero minimo di localizzazioni necessario a garantire un soddisfacente livello di efficienza. Per perseguire tale scopo, è essenziale introdurre nel Modello di Copertura una funzione obiettivo gerarchizzata:



$$\min f_2 := \sum_{j=1}^p x_j + \sum_{j=p+1}^n (1 + \varepsilon) \cdot x_j \quad (6.5)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \geq 1 \quad (6.6)$$

con:  
 $i = 1, 2, \dots, m$   
 $x_j = 0$  oppure  $1, j = 1, 2, \dots, n$

La simbologia è la stessa illustrata nel caso precedente, le uniche differenze sono rappresentate dal coefficiente  $\varepsilon$  che è un numero compreso tra 0 e  $1/n$  e dalla diversa notazione utilizzata per distinguere i parcheggi esistenti, indicizzati da 1 a  $p$ , da quelli che andrebbero costruiti, indicizzati da  $p+1$  a  $n$ .

Dalla scelta di quali localizzazioni attivare e dalla valutazione del numero di punti a rischio raggiungibili in un tempo inferiore al tempo utile da tali localizzazioni, dipenderà la composizione della flotta di veicoli da collocare in ognuna delle localizzazioni attivate.

Si potrebbe prospettare, di conseguenza, il problema di decidere se sia opportuno dotare le localizzazioni in grado di raggiungere un numero maggiore di punti a rischio di un numero maggiore di veicoli rispetto alle altre localizzazioni. Una tale decisione deve essere presa considerando principalmente sia i costi connessi con una tale scelta sia l'eventuale aumento di efficienza dell'attività di estinzione che ne conseguirebbe.

I problemi di decisione che saranno affrontati nei paragrafi 6.2 e 6.3 forniscono, tra l'altro, preziosi spunti per risolvere le questioni precedenti.

## 6.2 Il problema della decisione di *quanti* mezzi inviare inizialmente

Stabilire quanti mezzi inviare inizialmente per estinguere un incendio è molto difficile, soprattutto perché, in seguito ad una segnalazione, chi deve prendere la decisione riceve solo frammentarie notizie sulle caratteristiche dell'evento e, quindi, ne ignora la effettiva severità. Un'attività di avvistamento sufficientemente avanzata, in cui fossero predisposte torri di avvistamento presidiate da personale esperto in grado di distinguere i "falsi fumi", quali quelli provocati da impianti industriali, da quelli che potrebbero costituire ragione d'allarme, faciliterebbe sicuramente la decisione, tuttavia, non sempre un tale servizio è disponibile su un territorio. La verifica della segnalazione da parte di tecnici competenti, se da un lato potrebbe fornire un valido supporto alla decisione, dall'altro potrebbe ritardare significativamente l'invio dei mezzi che, quindi, potrebbero raggiungere il luogo dell'incendio in un tempo superiore al tempo utile.

Alla luce delle valutazioni precedenti, si cercherà, nei prossimi paragrafi, di fornire, mediante l'implementazione di opportuni modelli matematici, dei criteri utili a stabilire il numero di mezzi da inviare inizialmente sul luogo dell'incendio, nel caso in cui non si conosca l'effettiva severità dell'incendio stesso, tenendo in considerazione l'aumento significativo delle chiamate che si è verificato negli ultimi anni. In passato, infatti, la percentuale di segnalazioni d'incendio ricevute era piuttosto bassa, pertanto, la strategia più comunemente adottata era quella di inviare sul luogo dell'incidente tutti i mezzi e tutto il personale disponibile. Attualmente, visto il notevole aumento delle chiamate verificatosi negli ultimi anni, una tale strategia non è perseguibile, in quanto inviando tutti mezzi a disposizione verso un determinato punto a rischio, si rimarrebbe completamente privi di protezione nel caso in cui si ricevesse un altro allarme nelle zone limitrofe durante l'intervallo di tempo nel quale tutti i mezzi sono impegnati.

Se da un lato, come chiarito in precedenza, inviare inizialmente troppi mezzi non rappresenta una soluzione corretta, dall'altro, anche inviare inizialmente un numero troppo esiguo di mezzi potrebbe risultare un errore: nel caso, infatti, in cui l'incendio fosse particolarmente severo così da richiedere il supporto di altri mezzi, questi potrebbero arrivare sul luogo dell'incidente troppo tardi.

### 6.2.1 Il Modello Markoviano di decisione

L'applicazione del Modello Markoviano al caso dell'attività di estinzione degli incendi boschivi consente di sviluppare una procedura che permette di decidere *quanti*

mezzi antincendio inviare inizialmente in risposta ad una segnalazione e, in particolare, di chiarire in quali occasioni sia più opportuno inviare un solo mezzo e, in quali altre, sia preferibile inviarne due. Nella maggior parte delle città il problema di stabilire quanti mezzi inviare inizialmente a seguito di un allarme, si riconduce, infatti, a scegliere se inviare un mezzo antincendio oppure due: l'efficienza di un'attività di estinzione e la conseguente riduzione dei danni potenziali risulta funzione soltanto del tempo di risposta dei primi due mezzi arrivati. Anche negli incendi di maggiore intensità è importante che almeno due squadre arrivino in un tempo inferiore al tempo utile, mentre si ammette che altre squadre, qualora richieste, arrivino in un secondo tempo: se arrivassero tutte contemporaneamente creerebbero ulteriori problemi al direttore delle operazioni di spegnimento nell'assegnare ad ogni squadra il proprio compito.

Il modello considera tre fattori determinanti per la decisione:

- la probabilità che l'incendio segnalato sia caratterizzato da elevata severità;
- la probabilità che si verifichi un altro incendio nella zona circostante il primo incendio;
- il numero dei mezzi disponibili nell'area circostante il primo incendio.

In particolare, all'aumentare della probabilità che l'incendio segnalato sia serio e del numero dei mezzi disponibili nell'area circostante l'incendio, si può inviare inizialmente un numero maggiore di mezzi; viceversa, all'aumentare della probabilità che si verifichi un altro incendio nella zona circostante il primo incendio, si deve inviare un numero inferiore di mezzi.

In Figura 6.3, si riporta un diagramma che sintetizza le conseguenze che può comportare la scelta di inviare inizialmente una squadra piuttosto che due.

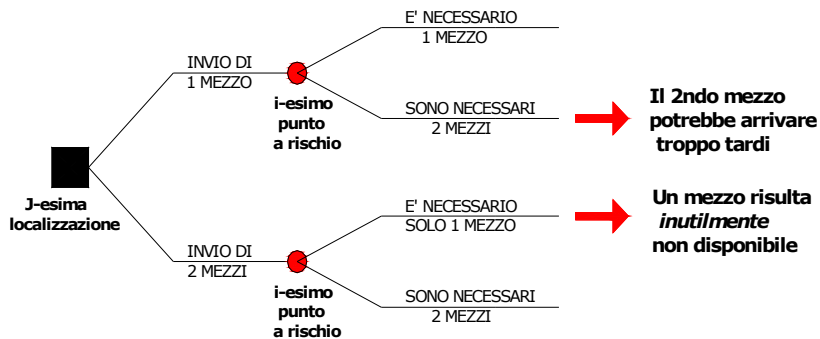


Figura 6.3: Diagramma di decisione

Come si evince dal diagramma riportato in Figura 6.3, nel caso in cui si decida di inviare una sola squadra, si potrebbe verificare l'eventualità che tale squadra da sola non sia in grado di spegnere l'incendio e abbia bisogno del supporto di una seconda squadra. La seconda squadra, tuttavia, non viene inviata fino a quando la prima squadra, raggiunto il luogo dell'incendio, ne richiede l'intervento e, pertanto, potrebbe arrivare in loco troppo tardi, non contribuendo adeguatamente alla riduzione del danno potenziale che potrebbe, quindi, raggiungere un livello tale da non poter essere ritenuto accettabile. Il danno provocato dal verificarsi di un primo incendio viene definito, da qui innanzi, "danno immediato". L'arrivo del secondo mezzo in un tempo superiore al tempo utile adottato per quella zona determina, quindi, un aumento del danno immediato che potrebbe assumere un livello non tollerabile.

Viceversa, se si decide di inviare inizialmente due mezzi, mentre, una volta giunti sul luogo dell'incendio, ci si accorge che soltanto uno sarebbe stato necessario, si potrebbe verificare un aumento del "danno futuro". Per un certo intervallo di tempo, infatti, si verifica una diminuzione del livello di protezione e nel caso in cui in tale intervallo si ricevesse una seconda segnalazione, nella zona potrebbe non esservi alcuna disponibilità di mezzi e si potrebbe presentare la prospettiva di dover utilizzare mezzi ubicati in parcheggi più distanti, con conseguente aumento del tempo di risposta e dell'aspettativa di danno.

Alla luce di queste considerazioni, il criterio suggerito è quello di inviare 1 mezzo se il rischio di danno immediato, derivante dall'aver inviato inizialmente 1 mezzo piuttosto che 2, risulta essere inferiore al rischio di danno futuro, derivante dall'aver inviato inizialmente 2 mezzi anziché 1.

**Formulazione matematica del modello:**

Il rischio di danno immediato provocato dal verificarsi di un incendio è dato dalla seguente espressione:

$$D_{imm} = [s_j \cdot (1 - \alpha) \cdot t_1] - (1 - s_j) \cdot w \tag{6.7}$$

dove:

$s_j$  è la probabilità che l'incendio segnalato sia caratterizzato da elevata severità;  
 $\alpha$  è un coefficiente che assume valori compresi tra 1/2 e 1 ed è funzione dell'importanza che si attribuisce al tempo di risposta del primo mezzo che arriva sul luogo dell'incendio, rispetto al tempo di risposta del mezzo che vi arriva per secondo.

$t_1$  è il tempo di viaggio impiegato dal primo mezzo inviato per raggiungere il luogo dell'incendio.

$w$  è il carico di lavoro, espresso in unità di tempo, ovvero il supplemento di costo che si provoca inviando sul luogo dell'incendio mezzi che non sarebbero stati necessari.

Il danno futuro che si potrebbe verificare durante  $t_1$  dipende:

- dal numero di segnalazioni ricevute durante  $t_1$ ;
- dal numero di mezzi non disponibili quando viene ricevuta ciascuna segnalazione;
- dal numero di mezzi inviati inizialmente per ciascuna segnalazione;
- dalla probabilità che ciascun incendio segnalato sia caratterizzato da elevata severità.

Per stimare il danno futuro si assume che, per ciascuna segnalazione che si riceve durante l'intervallo di tempo  $t_1$ , il tempo di viaggio atteso per l' $i$ -esimo mezzo più vicino all'incendio sia dato da:

$$T_1 = \frac{K_1}{\sqrt{a}} \quad (6.8)$$

dove:

$K_1$  è un coefficiente che dipende dalle caratteristiche delle strade nella zona considerata;

$a$  è il numero di mezzi disponibili.

Si considerano due casi:

- 1) Durante l'intervallo di tempo  $t_1$  sono state inviati due mezzi per ogni segnalazione ricevuta;
- 2) Durante l'intervallo di tempo  $t_1$  è stato inviato un solo mezzo per ogni segnalazione ricevuta.

Caso 1: dopo opportuni passaggi matematici, si individua il seguente criterio:

*Inviare inizialmente due mezzi se e solo se:*

$$s_j \geq \frac{\left[ \frac{\lambda \cdot t_1 \cdot s_0}{2} \cdot [\alpha \cdot K_1 + (1 - \alpha) \cdot K_2] \cdot (a_1)^{\frac{-3}{2}} + w \right]}{(1 - \alpha) \cdot t_1 + w} \quad (6.9)$$

dove:

$K_2$  è un coefficiente funzione del numero di mezzi che si rendono disponibili al di fuori della zona considerata, nel caso in cui tutti i mezzi dell'area stessa fossero impegnati;

$s_0$  è la frazione di segnalazioni che sono serie nell'area presa in considerazione;

$a_1$  è la media dei mezzi disponibili nel caso in cui 1 mezzo venga inviato in risposta ad una segnalazione.

Viceversa, nel caso in cui la disuguaglianza (6.9) non fosse verificata, il modello stabilisce di inviare 1 mezzo.

Caso 2: Il criterio da seguire è lo stesso illustrato per il caso 1, sostituendo  $\alpha K_1$  con  $K_1$  e  $a_1$  con  $a_2$ , cioè il numero medio di mezzi disponibili se 1 mezzo viene inviato in risposta ad una prima segnalazione e 1 altro mezzo viene inviato in risposta ad una seguente segnalazione.

Il criterio consiste, pertanto, nell'inviare due mezzi se e solo se:

$$s_j \geq \frac{\left[ \frac{\lambda \cdot t_1 \cdot s_0}{2} \cdot [K_1 + (1 - \alpha) \cdot K_2] \cdot (a_2)^{\frac{-3}{2}} + w \right]}{(1 - \alpha) \cdot t_1 + w} \quad (6.10)$$

Caso generale

Dopo aver indicato con  $s_L$  il secondo membro della relazione (6.9) e con  $s_U$  il secondo membro della relazione (6.10) e constatato che  $s_L$  assume un valore prossimo a  $s_U$ , si può considerare la media dei loro due valori, sia essa  $s_M$  e ricavare un criterio generale di scelta che sia applicabile in entrambi i due casi precedenti.

Il criterio generale di scelta prevede di inviare 2 mezzi se e solo se:

$$\text{Inviare 2 mezzi se: } s_j \geq s_M \quad (6.11)$$

$$\text{con: } s_M = \frac{s_L + s_U}{2}$$

*Inviare 1 mezzo ALTRIMENTI*

### 6.3 Il problema della decisione di *quanti* e *quali* mezzi inviare inizialmente

Il Modello esposto nel paragrafo precedente è in grado di fornire dei criteri utili per decidere quanti mezzi inviare inizialmente, ossia per stabilire in quali casi sia più conveniente inviare inizialmente un mezzo e in quali altri due.

Prendendo spunto da tali risultati, alcuni autori<sup>3</sup> hanno sviluppato un algoritmo di calcolo in grado di scegliere non solo *quanti* mezzi sia necessario inviare inizialmente in risposta ad una segnalazione, ma anche *quali* mezzi inviare.

Si potrebbe, infatti, erroneamente ritenere che inviare la squadra più vicina ad un incendio costituisca la soluzione migliore in ogni circostanza. In molti casi l'affermazione precedente non è corretta e, viceversa, è possibile ridurre il tempo di risposta e, di conseguenza il danno potenziale, inviando una squadra più lontana.

Si riporta in Figura 6.4 un esempio al fine di chiarire meglio la questione.

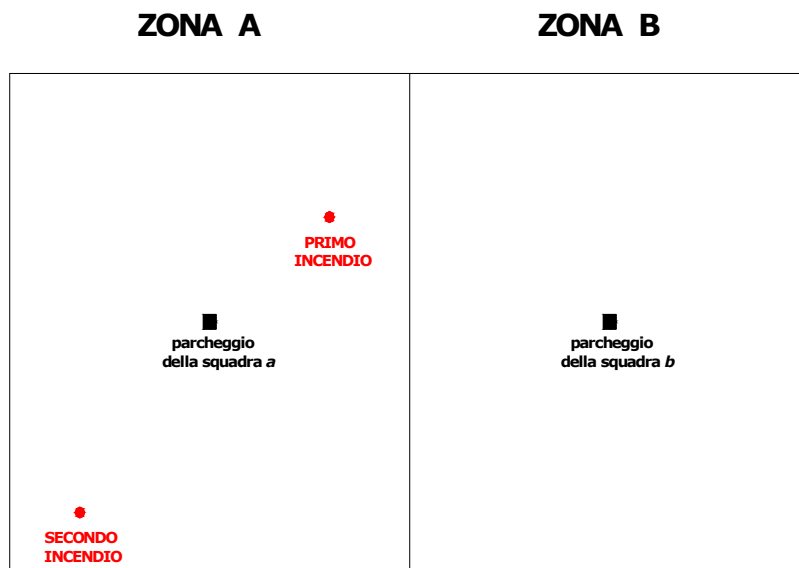


Figura 6.4: Esempio a supporto dell'asserto che inviare il mezzo più vicino all'incendio non costituisca sempre la migliore soluzione

Siano la Zona A e la Zona B due zone a rischio incendio in uno stesso comune e, in particolare, nella Zona A sia presente un elevato livello di rischio, mentre nella Zona B il livello di rischio sia mediocre. Al centro di ciascuna zona si suppone sia collocata

<sup>3</sup> E.Ignall, G.Carter and K.Rider: "An algorithm for the initial dispatch of fire companies"-*Management Science*, Vol.2 , n°4, April 1982

una squadra antincendio; si ipotizza, inoltre, che nello spazio di breve tempo si verificano due incendi

Secondo la teoria di inviare la squadra più vicina al luogo dell'incendio, la squadra *a* sarebbe inviata a spegnere il primo incendio e, pertanto, la squadra *b* dovrebbe essere inviata ad estinguere il secondo incendio, sorto però in una zona distante dalla sua ubicazione. Una scelta di questo tipo, se da un lato diminuisce sia il tempo di risposta al primo incendio che il danno immediato, dall'altro aumenta notevolmente sia il tempo di risposta al secondo incendio che il danno futuro: il tempo di risposta totale e il danno totale, provocato dai due incendi, di conseguenza assumono valori piuttosto elevati.

Il tempo totale di risposta e quindi, il danno totale provocato dai due incendi, potrebbe essere ridotto, nell'esempio considerato, inviando squadra *b* a spegnere il primo incendio e lasciando alla squadra *a* il compito di estinguere il secondo incendio. In tal modo, a fronte di un lieve aumento del danno immediato, si riscontra una netta diminuzione del danno futuro e di conseguenza una netta riduzione del danno totale.

Sulla base di queste considerazioni l'algoritmo di seguito proposto suggerisce di inviare quei mezzi che minimizzano il rischio (*R*) associato al danno totale connesso con il verificarsi di un incendio, dato dalla somma del rischio di danno immediato (*C*) associato al verificarsi del primo incendio segnalato e del rischio di danno futuro (*F*) associato alla probabilità che si riceva una seconda segnalazione di incendio durante l'intervallo di tempo nel quale i mezzi sono impegnati a spegnere il primo incendio. I rischi precedentemente definiti sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$R = C + F \quad (6.12)$$

$$C = q(x, j) \cdot t_{R1} + s(x, j) \cdot \beta \cdot t_{R2} \quad (6.13)$$

dove:

$t_{R1}$  e  $t_{R2}$  sono i tempi di risposta, rispettivamente, del primo e del secondo mezzo inviati sul luogo dell'incendio;

$s(x, j)$  è la probabilità che l'incendio segnalato nella zona *x* sia caratterizzato da elevata severità;

$q(x, j) = s(x, j) + (1 - s(x, j))b$  in cui *b* è un coefficiente che esprime l'importanza del tempo di risposta ad una segnalazione fondata, rispetto al tempo di risposta ad una segnalazione non fondata.



$\beta$  è un coefficiente che misura l'importanza del tempo di risposta del primo mezzo arrivato sul luogo dell'incendio rispetto al tempo di risposta del secondo mezzo arrivato.

$$F_m = T_m \cdot \frac{\rho}{1 + \rho} \quad (6.14)$$

$$\text{con: } \rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$F_m$  è il rischio di danno futuro, ossia il rischio associato al danno totale provocato da un incendio scoppiato nell'intervallo di tempo in cui un mezzo  $m$  non è disponibile;  
 $T_m$  è l'aspettativa di danno nella zona quando un mezzo  $m$  non è disponibile;  
 $\lambda$  è la percentuale totale di segnalazioni nella zona di studio ed è funzione delle dimensioni della zona stessa;  
 $\mu$  è il tempo di servizio, ossia il tempo durante il quale il mezzo  $m$  non è disponibile nel deposito.

La relazione (6.14) può essere spiegata come segue: se il mezzo  $m$  viene inviato in risposta ad una segnalazione e non fa ritorno al deposito prima che si riceva un secondo allarme, il danno associato al secondo incendio è pari a  $T_m$ ; inoltre se le segnalazioni seguono la legge di Poisson e i tempi di servizio hanno andamento esponenziale, la quantità  $\rho / (\rho + 1)$  esprime la probabilità che il secondo incendio si possa verificare prima che il mezzo  $m$  faccia ritorno nel deposito.

Si riportano di seguito i passi dell'algoritmo necessari per arrivare alla scelta dei mezzi da inviare inizialmente in risposta ad una segnalazione.

### **Primo passo**

Si calcola il rischio associato al danno totale, nel caso si decida di inviare il generico mezzo  $z$ , tramite la relazione:

$$R_1(z) = [q \cdot (x, j) \cdot t_z \cdot (x)] + \theta_z \quad (6.15)$$

La relazione precedente è una semplificazione della (6.13), in cui si è posto  $\beta=0$ .

Si sceglie, quindi, di inviare il mezzo  $m$  tale che  $R_1(m) \leq R_1(l)$ ,  $\forall l \in$  alla flotta nella data localizzazione e con  $l \neq m$ .

**Secondo passo**

Si calcola, tramite espressione rigorosa, il rischio associato al danno totale nel caso si decida di inviare inizialmente il mezzo  $m$ :

$$R_2(m) = [q \cdot (x, j) \cdot t_m \cdot (x)] + F_m + s(x, j) \cdot \beta \cdot t_i(x) \quad (6.16)$$

$t_m(x)$  è il tempo di risposta del mezzo  $m$ ;

$F_m$  è il rischio associato al danno totale provocato da un incendio scoppiato nell'intervallo di tempo in cui  $m$  non è disponibile;

$t_i(x)$  è il tempo di risposta del mezzo  $i$  che, dopo  $m$ , fornisce il valore più basso di  $R_1(z)$

**Terzo passo**

Dopo aver scelto di inviare  $m$ , si cerca di individuare il mezzo più adatto ad affiancare  $m$  nel caso si decidesse di inviare due mezzi. Pertanto per tutti i mezzi  $l \neq m$  si calcola:

$$R_3(m, l) = q(x, j) \min(t_m(x), t_l(x)) + b s(x, j) \max(t_m(x), t_l(x)) + F_l + (1 - s(x, j))w \quad (6.17)$$

dove:

$t_l(x)$  è il tempo di risposta del mezzo  $l$ ;

$w$  è il carico di lavoro, espresso in unità di tempo, ovvero il supplemento di costo che si provoca inviando sul luogo dell'incendio mezzi che non sarebbero stati necessari.

$F_l$  è il rischio associato al danno totale provocato da un incendio scoppiato nell'intervallo di tempo in cui  $l$  non è disponibile;

Si sceglie di affiancare eventualmente a  $m$ , il mezzo  $l^*$  che verifica:

$$R_3(m, l^*) \leq R_3(m, l), \quad \forall l \in \text{alla flotta nella data localizzazione e con } l \neq l^*.$$

**Quarto passo**

Se	$R_3(m, l^*) \leq R_2(m)$	si decide di inviare due mezzi: $m$ e $l^*$
Se	$R_3(m, l^*) \geq R_2(m)$	si decide di inviare solo il mezzo $m$ .

## **Capitolo 7**

### ***Il problema della localizzazione ottimale dei depositi dei mezzi antincendio nella provincia di Massa Carrara***

---

*In questo capitolo si descriverà l'applicazione del Modello di Copertura, illustrato al paragrafo 6.1, al problema della localizzazione dei mezzi antincendio nella provincia di Massa Carrara.*

*Per poter eseguire tale applicazione ci si avvarrà delle informazioni riportate nel capitolo 5 circa l'organizzazione attuale del servizio antincendio nella provincia stessa, la localizzazione attuale dei depositi di mezzi antincendio e la valutazione del livello di rischio fornita dalla Regione Toscana per tutti i comuni della provincia. In primis, si cercherà di capire se il grado di efficienza attuale dell'attività di estinzione nella provincia sia soddisfacente. Pertanto, dopo aver assunto come localizzazioni potenziali i depositi di mezzi antincendio predisposti attualmente, si verificherà se queste soddisfano il vincolo di copertura, cioè se in ogni localizzazione esiste almeno un mezzo antincendio in grado di raggiungere in un tempo inferiore,*

o al massimo uguale, al tempo utile almeno un punto a rischio  $j$ . Nel caso in cui le localizzazioni attualmente esistenti soddisfino il vincolo di copertura, si confronterà il loro numero  $N_{es}$ , con il numero minimo,  $N_{min}$ , di localizzazioni necessarie a garantire nella provincia un grado di efficienza soddisfacente, ricavate implementando il modello.

In seguito a tale confronto si potrebbero verificare 3 casi:

- 1)  $N_{es} = N_{min}$ , cioè la scelta delle localizzazioni attuali rappresenta la soluzione ottima;
- 2)  $N_{es} < N_{min}$ , cioè il numero di localizzazioni esistenti è insufficiente a coprire l'intera provincia ed è necessario predisporre  $N_{min} - N_{es}$  nuove localizzazioni;
- 3)  $N_{es} > N_{min}$ , cioè il numero di localizzazioni esistenti è superiore a quello strettamente necessario ed è opportuno eliminarne una quantità pari a  $N_{es} - N_{min}$  allo scopo di ridurre i costi di gestione.

Nel caso in cui le localizzazioni attualmente esistenti non soddisfino il vincolo di copertura oppure risultino insufficienti a coprire l'intera provincia, si proporrà una soluzione alternativa per cercare di aumentare il grado di efficienza dell'attuale attività di estinzione.

## 7.1 Verifica dell'efficienza dell'attuale attività di estinzione

### 7.1.1 Dati di ingresso del Modello

#### Scelta delle localizzazioni potenziali

	Localizzazione	Ente di appartenenza
1	Massa	Amm. provinciale di Massa Carrara
2	Massa	Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
3	Carrara	VAB Carrara
4	Montignoso	PRO. CIV. Montignoso
5	Fosdinovo, loc. Giucano	VAB Giucano
6	Fivizzano	Comunità Montana della Lunigiana
7	Aulla	Distaccamento dei Vigili del Fuoco
8	Pontremoli*	Distaccamento dei Vigili del Fuoco

\*attiva solo durante i mesi estivi

Tabella 7.1: Elenco delle potenziali localizzazioni

Le potenziali localizzazioni assunte in questo primo caso di studio, come si evince dall'analisi della Tabella 7.1, sono 8 e sono rappresentate, come detto in precedenza, dai depositi di mezzi antincendio attualmente esistenti.

La localizzazione 8, cioè il Distaccamento di Pontremoli dei Vigili del Fuoco, a differenza delle altre, è attiva soltanto nei mesi estivi.

### **Scelta dei punti a rischio**

Per ognuno dei 17 comuni della provincia è stato scelto come punto a rischio la località del comune nella quale, dall'analisi delle statistiche relative agli incendi verificatesi negli ultimi 10 anni consultate presso gli Uffici "Agricoltura e Foreste" della provincia di Massa Carrara e della Comunità Montana della Lunigiana, è stato rilevato il maggior numero di incendi dannosi. Queste località, inoltre, nella maggior parte dei casi, costituiscono le zone dei vari comuni più difficilmente raggiungibili, cioè quelle caratterizzate da un maggior tempo di viaggio, quindi, la loro assunzione come punti a rischio può essere considerata una scelta a favore di sicurezza.

<b>COMUNI</b>		<b>PUNTI A RISCHIO</b>
1	Carrara	loc. Castelpoggio
2	Massa	loc. Monte Brugiana
3	Montignoso	loc. Sant'Eustachio
4	Aulla	loc. Stadano
5	Bagnone	loc. Compione
6	Casola in Lunigiana	loc. Reusa
7	Comano	loc. Camporaghena
8	Filattiera	loc. Gigliana
9	Fivizzano	loc. Tenerano
10	Fosdinovo	loc. Canepari
11	Licciana Nardi	loc. Villa di Panicale
12	Mulazzo	loc. Parana
13	Podenzana	loc. Loppiedo
14	Pontremoli	loc. Montelungo
15	Tresana	loc. Villa
16	Villafranca	loc. Fornoli
17	Zeri	loc. Coloretta

*Tabella 7.2: Elenco delle località assunte come punti a rischio*

### ***Stima del tempo utile***

Per stimare la soglia di danno tollerabile in ciascun punto a rischio, espressa sulla base del numero di ettari di superficie boscata che si accetta possano venire bruciati a seguito del manifestarsi di un incendio, occorre distinguere i vari punti a rischio alla luce del differente grado di antropizzazione presente nella zona in cui sono ubicati. La scelta di assumere il danno massimo tollerabile in funzione del grado di antropizzazione della zona e quindi, della probabilità che un incendio possa coinvolgere l'uomo, viene operata nella consapevolezza che nel caso degli incendi boschivi, a differenza di tutti gli altri eventi, il principale elemento a rischio da difendere è il bosco: si ritiene, infatti, che una tale assunzione sia la più cautelativa anche nei confronti del bosco stesso.

Pertanto, per i punti a rischio dei comuni della zona costiera (Massa, Carrara e Montignoso), caratterizzati da un elevato grado di antropizzazione, la soglia massima di danno tollerabile sarà assunta pari ad 1 ettaro di superficie bruciata, valore inferiore a quello di 2 ettari scelto per i comuni della Lunigiana, contraddistinti da un grado di antropizzazione piuttosto basso. L'assunzione della soglia massima di un ettaro per i comuni della zona costiera è giustificabile dal fatto che in quelle zone, dove molte abitazioni sorgono nelle zone limitrofe ai punti a rischio definiti in precedenza, è molto frequente che un incendio, dopo aver bruciato una superficie di 1 ha, possa coinvolgere i centri abitati e provocare danni diretti e indiretti alle persone. La decisione per i comuni della Lunigiana di adottare una soglia massima di danno tollerabile pari a 2 ha è giustificabile, oltre che sulla base della loro bassa densità abitativa, anche alla luce delle statistiche degli incendi verificatesi negli ultimi anni, dalle quali emerge come la superficie media bruciata nei comuni stessi sia di circa 2 ha e come non si siano registrati danni alle persone. La scelta dei valori di 1 ha e 2 ha, come soglie di danno tollerabile, rappresenta, inoltre, un'ipotesi realistica se si considera che il Corpo Forestale dello Stato redige il documento AIB/FN, nel quale vengono inserite le caratteristiche principali dell'evento al fine di permettere di catalogarlo nelle statistiche nazionali, solo se un incendio brucia una superficie superiore a 1 ha.

In virtù della dipendenza del tempo utile dalla soglia di danno tollerabile, esposta nel capitolo precedente (paragrafo 6.1), si assumono due valori diversi del tempo utile per i comuni della zona costiera rispetto ai comuni della Lunigiana.

Per i comuni di Massa, Carrara e Montignoso, si assume un tempo utile, ossia il tempo necessario a bruciare la superficie di 1 ha, pari a 50 minuti. Questo valore è il risultato della media, arrotondata per difetto, tra il valore minimo del tempo utile, assunto pari a 25 minuti, generalmente impiegato dal fuoco per bruciare 1 ha in

condizioni di elevata vulnerabilità (elevata velocità del vento, basso grado di umidità della vegetazione...) e il valore massimo del tempo utile, assunto pari a un'ora e venti minuti, generalmente impiegato dal fuoco per bruciare la stessa superficie in condizioni di vulnerabilità minore.

Sulla base di considerazioni analoghe, per i comuni della Lunigiana si assume un tempo utile, ossia il tempo necessario a bruciare la superficie di 2 ha, pari a 100 minuti.

### **Stima del tempo di risposta**

Il tempo di risposta atteso,  $t_R$ , è dato, come detto nel capitolo precedente e riportato di seguito nella relazione (7.1), dalla somma di due aliquote: un tempo di reazione,  $u$  e un tempo di viaggio  $t_V$ .

$$t_R = u + t_V \quad (7.1)$$

Il tempo di reazione delle localizzazioni 2,9,10, costituite dai mezzi dei Vigili del Fuoco, viene posto pari a 5 minuti, considerato il fatto che il loro personale si trova sempre in prontezza operativa, visto il loro obbligo di rispondere tempestivamente ad ogni segnalazione. Per le restanti localizzazioni si assume, viceversa, un tempo di reazione pari a 10 minuti, ossia l'intervallo di tempo necessario affinché, a seguito della segnalazione, gli addetti si riuniscano, si equipaggino, allestiscano il mezzo ed escano dal deposito.

I tempi di viaggio sono stati calcolati usufruendo dei dati, elencati in Tabella 7.3, relativi alle distanze intercorrenti tra ciascuna delle 8 potenziali localizzazioni e ognuno dei 17 punti a rischio considerati e dopo aver stimato la velocità media di percorrenza dei mezzi antincendio su tali tratti.

La velocità media di percorrenza dei mezzi antincendio nei comuni di costa è stata assunta pari a 25 km/h ed è stata stimata avvalendosi dei dati sperimentali, riportati in Tabella 7.4, acquisiti presso l'Ufficio "Agricoltura e Foreste" della provincia di Massa Carrara e relativi alla misura del tempo di viaggio impiegato dai comuni mezzi antincendio per raggiungere alcuni delle principali zone a rischio dei comuni di Massa e Carrara. La scelta di un tale valore di velocità è legittima, sia in virtù del tipo di mezzi utilizzati per l'estinzione degli incendi (fuoristrada, autocarri e autobotti), sia del tipo di strade percorse, essenzialmente strade di montagna, sia del traffico.

Per i comuni della Lunigiana, non potendo disporre di dati sperimentali, si è deciso di assumere una velocità media di percorrenza pari a 22 km/h, valore del 10%

inferiore a quello assunto per la zona costiera. Una tale riduzione rispetto al valore stimato per i comuni di costa è giustificabile considerando il minore stato di manutenzione presente nelle strade lunigianesi, nonché la loro maggior pendenza. Per i mezzi dei Vigili del Fuoco, inoltre, la velocità media di percorrenza è stata assunta pari 27 km/h nella zona di costa e pari a 24 km/h in Lunigiana. La decisione di adottare questi valori, superiori del 10% rispetto a quelli stimati per gli altri mezzi nelle zone corrispondenti, è motivata dalla loro possibilità, a differenza di tutti gli altri mezzi antincendio, di viaggiare a sirene spiegate e quindi di evitare, per esempio, i semafori.

<b>DISTANZE (km)</b>		<b>Localizzazioni</b>							
<b>Punti a rischio</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	Carrara	15.5	15.5	9.1	10.8	10.8	26.4	23.5	44.5
<b>2</b>	Massa	8.4	8.4	15.7	12	35.2	62	45	62.8
<b>3</b>	Montignoso	6.7	6.7	14.5	0.3	34	59.8	42.9	52.2
<b>4</b>	Aulla	40.1	40.1	35.1	44.3	30.4	23.9	6.9	24.7
<b>5</b>	Bagnone	56.9	56.9	51.9	61.6	47.2	26.9	21.2	21.3
<b>6</b>	Casola in L.	63.9	63.9	58.9	68.1	32	11.2	28.2	38
<b>7</b>	Comano	68.9	68.9	63.9	73.1	37	16	33.2	43.1
<b>8</b>	Filattiera	59.7	59.7	54.7	63.9	50	43.6	26.6	8.5
<b>9</b>	Fivizzano	40	40	33	59.1	18.5	13.4	19.2	29
<b>10</b>	Fosdinovo	26	26	21	51.1	7.3	21.8	11.2	21.1
<b>11</b>	Licciana Nardi	48.8	48.8	43.8	53	39.1	18.9	13.1	11.8
<b>12</b>	Mulazzo	63.6	63.6	58.6	67.8	53.9	45.9	37.7	58.2
<b>13</b>	Podenzana	44.5	44.5	39.5	48.6	34.8	25.7	8.8	14
<b>14</b>	Pontremoli	67.4	67.4	62.4	71.6	57.7	51.2	34.3	23.7
<b>15</b>	Tresana	51	51	46	55.2	35.2	44.3	36	45.3
<b>16</b>	Villafranca	41.5	41.5	36.5	45.7	34.4	22.7	5.8	6.2
<b>17</b>	Zeri	71.5	71.5	66.5	75.6	62	55.3	38.6	27.9

*Legenda delle localizzazioni:*

- 1 Massa - Amministrazione provinciale di Massa Carrara
- 2 Massa - Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
- 3 Carrara - VAB Carrara
- 4 Montignoso - PRO. CIV. Montignoso
- 5 Fosdinovo - VAB Giucano
- 6 Fivizzano - Comunità Montana della Lunigiana
- 7 Aulla - Distaccamento dei Vigili del Fuoco
- 8 Pontremoli - Distaccamento dei Vigili del Fuoco (attiva solo nel periodo estivo)

*Tabella 7.3: Distanze tra ogni punto a rischio e ciascuna localizzazione*



<b>Partenza</b>	<b>Arrivo</b>	<b>Tempo (minuti)</b>	<b>Distanza (km)</b>
<b>Parccheggio Carrara</b>	Campocecina	43	21,0
	Castelpoggio	20	8,6
	Fontia	25	8,0
	Gabellaccia	33	16,4
	La Pizza	30	14,1
	Maestà	27	13,2
	Ponte Storto	15	6,0
	Santa Lucia	20	7,2
	Uccelliera	40	20,5
	Vivaio	20	9,2
<b>Velocità media di percorrenza: <math>v_1 = 27</math> km/h</b>			

<b>Partenza</b>	<b>Arrivo</b>	<b>Tempo (minuti)</b>	<b>Distanza (km)</b>
<b>Parccheggio Massa</b>	Cantoresa	30	10,4
	Collepiano	25	10,2
	Crocello	20	7,4
	Cupido	15	5,0
	Il Santo	15	
	Monte Pepe	25	9,0
	Santa Croce	40	17,6
	S.Eustachio		
	Vivaio	10	
<b>Velocità media di percorrenza: <math>v_2 = 22,6</math> km/h</b>			

**Velocità media di percorrenza assunta nella zona di costa:**

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2} \qquad v = 25 \cdot \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

*Figura 7.4: Percorrenze principali dei cantieri di lavoro.  
Fonte: Ufficio "Agricoltura e Foreste" della provincia di Massa Carrara*

Le stime dei tempi di viaggio, ottenute in base alle valutazioni delle distanze e delle velocità medie di percorrenza precedentemente descritte, sono riportate nella seguente Tabella 7.5:

<b>TEMPO DI VIAGGIO (minuti)</b>		<b>Localizzazioni</b>							
<b>Punti a rischio</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	Carrara	37	34	26	26	28	69	61	116
<b>2</b>	Massa	20	19	29	29	92	162	117	164
<b>3</b>	Montignoso	16	15	35	1	89	156	112	136
<b>4</b>	Aulla	105	100	92	116	83	65	17	62
<b>5</b>	Bagnone	148	142	135	161	129	73	53	53
<b>6</b>	Casola in L.	167	160	154	178	87	31	71	95
<b>7</b>	Comano	180	172	167	191	101	44	83	108
<b>8</b>	Filattiera	156	149	143	167	136	119	67	21
<b>9</b>	Fivizzano	104	100	86	154	50	37	48	73
<b>10</b>	Fosdinovo	68	65	55	133	20	59	28	53
<b>11</b>	Licciana N.	127	122	114	138	107	52	33	30
<b>12</b>	Mulazzo	166	159	153	177	147	125	94	146
<b>13</b>	Podenzana	116	111	103	127	95	70	22	35
<b>14</b>	Pontremoli	176	169	163	187	157	140	86	59
<b>15</b>	Tresana	133	128	120	144	96	121	90	113
<b>16</b>	Villafranca	108	104	95	119	94	62	15	16
<b>17</b>	Zeri	187	179	173	197	169	151	97	70

*Legenda delle localizzazioni:*

- 1 Massa - Amministrazione provinciale di Massa Carrara
- 2 Massa - Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
- 3 Carrara - VAB Carrara
- 4 Montignoso - PRO. CIV. Montignoso
- 5 Fosdinovo - VAB Giucano
- 6 Fivizzano - Comunità Montana della Lunigiana
- 7 Aulla - Distaccamento dei Vigili del Fuoco
- 8 Pontremoli - Distaccamento dei Vigili del Fuoco (attiva solo nel periodo estivo)

*Tabella 7.5: Stima del tempo di viaggio impiegato da ogni localizzazione per raggiungere ciascun punto a rischio*

Dopo aver stimato i tempi di reazione e i tempi di viaggio è stato possibile ricavare, tramite la relazione (7.1), i tempi di risposta impiegati dai mezzi posti in ciascuna delle 8 localizzazioni potenziali per raggiungere ciascuno dei 17 punti a rischio.

<i>Punti a rischio</i>		<b>TEMPO UTILE (minuti)</b>	<b>TEMPO MEDIO DI RISPOSTA PER CIASCUNA LOCALIZZAZIONE (minuti)</b>							
			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	Carrara	50	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	79	66	121
<b>2</b>	Massa	50	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	102	172	122	169
<b>3</b>	Montignoso	50	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>45</b>	<b>11</b>	99	166	117	141
<b>4</b>	Aulla	100	115	105	102	126	93	<b>75</b>	<b>22</b>	<b>67</b>
<b>5</b>	Bagnone	100	158	147	145	171	139	<b>83</b>	<b>58</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	Casola in L.	100	177	165	164	188	97	<b>41</b>	<b>76</b>	100
<b>7</b>	Comano	100	190	177	177	201	111	<b>54</b>	<b>88</b>	113
<b>8</b>	Filattiera	100	166	154	153	177	146	129	<b>72</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	Fivizzano	100	114	105	96	164	<b>60</b>	<b>47</b>	<b>53</b>	<b>78</b>
<b>10</b>	Fosdinovo	100	<b>78</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	143	<b>30</b>	<b>69</b>	<b>33</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	Licciana	100	137	127	124	148	117	<b>62</b>	<b>38</b>	<b>35</b>
<b>12</b>	Mulazzo	100	176	164	163	187	157	135	<b>99</b>	151
<b>13</b>	Podenzana	100	126	116	113	137	105	<b>80</b>	<b>27</b>	<b>40</b>
<b>14</b>	Pontremoli	100	186	174	173	197	167	150	<b>91</b>	<b>64</b>
<b>15</b>	Tresana	100	143	133	130	154	106	131	<b>95</b>	118
<b>16</b>	Villafranca	100	118	109	105	129	104	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
<b>17</b>	Zeri	100	197	184	183	207	179	161	102	<b>75</b>

*Legenda delle localizzazioni:*

- 1 Massa - Amministrazione provinciale di Massa Carrara
- 2 Massa - Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
- 3 Carrara - VAB Carrara
- 4 Montignoso - PRO. CIV. Montignoso
- 5 Fosdinovo - VAB Giucano
- 6 Fivizzano - Comunità Montana della Lunigiana
- 7 Aulla - Distaccamento dei Vigili del Fuoco
- 8 Pontremoli - Distaccamento dei Vigili del Fuoco (attiva solo nel periodo estivo)

*Tabella 7.6: Confronto tra il tempo utile caratteristico di ciascun punto a rischio e il tempo medio di risposta impiegato dai mezzi ubicati in ogni localizzazione per raggiungere ciascun punto a rischi*

### 7.1.2 Analisi dei dati di ingresso del Modello

In Tabella 7.6 sono state riportate le stime dei tempi di risposta, evidenziando in grassetto i valori che risultano inferiori al tempo utile scelto per un dato punto a rischio. Come già illustrato nel capitolo precedente, la condizione che  $t_R \leq t_U$  è necessaria e sufficiente a garantire che un mezzo posto in una data localizzazione sia in grado di raggiungere in un tempo ammissibile un dato punto a rischio, ossia sia in grado di coprire il punto a rischio stesso. Di conseguenza i  $t_R$  riportati in grassetto esprimono la condizione che una data localizzazione è in grado di coprire un determinato punto a rischio.

Sulla base di queste valutazioni si può costruire una matrice di sintesi dei dati di ingresso del Modello illustrati nel paragrafo precedente. Tale matrice ha per righe i 17 punti a rischio e per colonne le 8 localizzazioni potenziali e in essa ogni elemento può assumere valore 0 oppure 1. In particolare, un elemento assumerà valore pari a 1 se e solo se la localizzazione potenziale è in grado di coprire il punto a rischio e pari a 0 viceversa.

		<i>Localizzazioni</i>							
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Punti a rischio</b>									
<b>1</b>	Carrara	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	0
<b>2</b>	Massa	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	0	0
<b>3</b>	Montignoso	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	0	0
<b>4</b>	Aulla	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	Bagnone	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>6</b>	Casola in L.	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	0
<b>7</b>	Comano	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	0
<b>8</b>	Filattiera	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>9</b>	Fivizzano	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>10</b>	Fosdinovo	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>11</b>	Licciana N.	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>12</b>	Mulazzo	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0
<b>13</b>	Podenzana	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>14</b>	Pontremoli	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>15</b>	Tresana	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0
<b>16</b>	Villafranca	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>17</b>	Zeri	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>

Tabella 7.7: Sintesi dei dati di ingresso

Dall'analisi della Tabella 7.7 si evince come il punto a rischio del comune di Zeri, cioè la località Coloretta, sia raggiungibile in un tempo inferiore al tempo utile solo dalla localizzazione 8, ossia dal Distaccamento dei Vigili del Fuoco di Pontremoli. Essendo, tuttavia, questa localizzazione attiva solo nei mesi estivi, il punto a rischio del comune di Zeri rimane privo di protezione nei mesi invernali. Questa situazione non è certamente accettabile, visto che la Lunigiana presenta il più alto numero di incendi boschivi nel periodo invernale e più precisamente nei primi quattro mesi dell'anno.

In base a questa considerazione, si può senza dubbio concludere che il livello di efficienza attuale dell'attività di estinzione nella provincia di Massa Carrara non è soddisfacente, in quanto non garantisce durante tutto l'anno un'adeguata copertura di tutti i punti a rischio della provincia. E' necessario, pertanto, introdurre nuove localizzazioni di depositi di mezzi antincendio e, in particolare, dall'esame della Tabella 7.7, emerge come sia opportuno collocare i nuovi depositi in modo che da essi siano raggiungibili, in tempo utile, il maggior numero di punti a rischio della Lunigiana, in quanto in quelle località si riscontra un minor livello di copertura rispetto ai comuni della zona costiera. Considerando inoltre che, come era lecito attendersi dalla collocazione geografica dei vari comuni e dalle loro caratteristiche morfologiche, i punti a rischio dei comuni della zona costiera sono raggiungibili in tempo utile quasi esclusivamente dalle localizzazioni poste nella stessa zona costiera e, viceversa, i punti a rischio dei comuni della Lunigiana sono raggiungibili in tempo utile quasi esclusivamente dalle localizzazioni poste in Lunigiana, è doveroso che le nuove localizzazioni siano attivate in Lunigiana.

## 7.2 Proposta di una nuova localizzazione dei depositi dei mezzi antincendio

### 7.2.1 Dati di ingresso del Modello

Alla luce di quanto emerso nel paragrafo precedente, si suggerisce di migliorare il grado di efficienza dell'attività di estinzione della provincia di Massa Carrara, introducendo, nella zona della Lunigiana, due nuove localizzazioni potenziali di mezzi antincendio, poste rispettivamente nelle zone di Aulla e Villafranca in Lunigiana, in corrispondenza delle sedi distaccate della Comunità Montana della Lunigiana. Le potenziali localizzazioni dei depositi antincendio salgono in tal modo a 10 e sono elencate in Tabella 7.8. In tale Tabella, le nuove localizzazioni sono evidenziate in grassetto.

Localizzazione		Ente di appartenenza
1	Massa	Amm. provinciale di Massa Carrara
2	Massa	Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
3	Carrara	VAB Carrara
4	Montignoso	PRO. CIV. Montignoso
5	Fosdinovo, loc. Giucano	VAB Giucano
6	Fivizzano	Comunità Montana della Lunigiana
<b>7</b>	<b>Aulla</b>	<b>Comunità Montana della Lunigiana, sede distaccata</b>
<b>8</b>	<b>Villafranca</b>	<b>Comunità Montana della Lunigiana, sede distaccata</b>
9	Aulla	Distaccamento dei Vigili del Fuoco
10	Pontremoli*	Distaccamento dei Vigili del Fuoco

\*attiva solo durante i mesi estivi

Tabella 7.8: Elenco delle potenziali localizzazioni

Come punti a rischio si assumono ancora le 17 località riportate in Tabella 7.2, mentre il tempo utile per le 17 località così scelte viene calcolato come esposto al paragrafo precedente. Di seguito, nelle Tabelle 7.10 e 7.11, si riporta un elenco aggiornato dei tempi di viaggio e dei tempi di risposta impiegati dai mezzi situati in ciascuna localizzazione per raggiungere ciascun punto a rischio. Per stimare questi tempi ci si è avvalsi delle distanze tra ciascun punto a rischio e ciascuna localizzazione elencate in Tabella 7.9 e delle velocità medie di percorrenza calcolate nel paragrafo precedente.

<b>DISTANZE (km)</b>		<b>Localizzazioni</b>									
<b>Punti a rischio</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	Carrara	15.5	15.5	9.1	10.8	10.8	26.4	23.5	33.3	23.5	44.5
<b>2</b>	Massa	8.4	8.4	15.7	12	35.2	62	45	54.4	45	62.8
<b>3</b>	Montignoso	6.7	6.7	14.5	0.3	34	59.8	42.9	52.2	42.9	52.2
<b>4</b>	Aulla	40.1	40.1	35.1	44.3	30.4	23.9	6.9	16.2	6.9	24.7
<b>5</b>	Bagnone	56.9	56.9	51.9	61.6	47.2	26.9	21.2	12.1	21.2	21.3
<b>6</b>	Casola in L.	63.9	63.9	58.9	68.1	32	11.2	28.2	38	28.2	38
<b>7</b>	Comano	68.9	68.9	63.9	73.1	37	16	33.2	43.1	33.2	43.1
<b>8</b>	Filattiera	59.7	59.7	54.7	63.9	50	43.6	26.6	8.5	26.6	8.5
<b>9</b>	Fivizzano	40	40	33	59.1	18.5	13.4	19.2	29	19.2	29
<b>10</b>	Fosdinovo	26	26	21	51.1	7.3	21.8	11.2	21.1	11.2	21.1
<b>11</b>	Licciana Nardi	48.8	48.8	43.8	53	39.1	18.9	13.1	11.8	13.1	11.8
<b>12</b>	Mulazzo	63.6	63.6	58.6	67.8	53.9	45.9	37.7	58.2	37.7	58.2
<b>13</b>	Podenzana	44.5	44.5	39.5	48.6	34.8	25.7	8.8	14	8.8	14
<b>14</b>	Pontremoli	67.4	67.4	62.4	71.6	57.7	51.2	34.3	23.7	34.3	23.7
<b>15</b>	Tresana	51	51	46	55.2	35.2	44.3	36	45.3	36	45.3
<b>16</b>	Villafranca	41.5	41.5	36.5	45.7	34.4	22.7	5.8	6.2	5.8	6.2
<b>17</b>	Zeri	71.5	71.5	66.5	75.6	62	55.3	38.6	27.9	38.6	27.9

*Legenda delle localizzazioni:*

- 1 Massa - Amministrazione provinciale di Massa Carrara
- 2 Massa - Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
- 3 Carrara - VAB Carrara
- 4 Montignoso - PRO. CIV. Montignoso
- 5 Fosdinovo - VAB Giucano
- 6 Fivizzano - Comunità Montana della Lunigiana
- 7 Aulla - Comunità Montana della Lunigiana
- 8 Villafranca - Comunità Montana della Lunigiana
- 9 Aulla - Distaccamento dei Vigili del Fuoco
- 10 Pontremoli - Distaccamento dei Vigili del Fuoco (attiva solo nel periodo estivo)

*Tabella 7.9: Distanze tra ogni punto a rischio e ciascuna localizzazione*

TEMPO DI VIAGGIO (minuti)		Localizzazioni									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1</b>	Carrara	37	34	26	26	28	69	61	87	61	116
<b>2</b>	Massa	20	19	29	29	92	162	117	142	117	164
<b>3</b>	Montignoso	16	15	35	1	89	156	112	136	112	136
<b>4</b>	Aulla	105	100	92	116	83	65	19	44	17	62
<b>5</b>	Bagnone	148	142	135	161	129	73	58	33	53	53
<b>6</b>	Casola in L.	167	160	154	178	87	31	77	104	71	95
<b>7</b>	Comano	180	172	167	191	101	44	90	118	83	108
<b>8</b>	Filattiera	156	149	143	167	136	119	73	23	67	21
<b>9</b>	Fivizzano	104	100	86	154	50	37	52	79	48	73
<b>10</b>	Fosdinovo	68	65	55	133	20	59	31	58	28	53
<b>11</b>	Licciana N.	127	122	114	138	107	52	36	32	33	30
<b>12</b>	Mulazzo	166	159	153	177	147	125	103	159	94	146
<b>13</b>	Podenzana	116	111	103	127	95	70	24	38	22	35
<b>14</b>	Pontremoli	176	169	163	187	157	140	94	65	86	59
<b>15</b>	Tresana	133	128	120	144	96	121	98	124	90	113
<b>16</b>	Villafranca	108	104	95	119	94	62	16	17	15	16
<b>17</b>	Zeri	187	179	173	197	169	151	105	76	97	70

*Legenda delle localizzazioni:*

- 1 Massa - Amministrazione provinciale di Massa Carrara
- 2 Massa - Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
- 3 Carrara - VAB Carrara
- 4 Montignoso - PRO. CIV. Montignoso
- 5 Fosdinovo - VAB Giucano
- 6 Fivizzano - Comunità Montana della Lunigiana
- 7 Aulla - Comunità Montana della Lunigiana
- 8 Villafranca - Comunità Montana della Lunigiana
- 9 Aulla - Distaccamento dei Vigili del Fuoco
- 10 Pontremoli - Distaccamento dei Vigili del Fuoco (attiva solo nel periodo estivo)

*Tabella 7.10: Stima del tempo di viaggio impiegato da ogni localizzazione per raggiungere ciascun punto a rischio*



Punti a rischio	TEMPO UTILE (minuti)	TEMPO MEDIO DI RISPOSTA PER CIASCUNA LOCALIZZAZIONE (minuti)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Carrara	50	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	79	71	97	66	121
2 Massa	50	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	102	172	127	152	122	169
3 Montignoso	50	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>45</b>	<b>11</b>	99	166	122	146	117	141
4 Aulla	100	115	105	102	126	93	<b>75</b>	<b>29</b>	<b>54</b>	<b>22</b>	<b>67</b>
5 Bagnone	100	158	147	145	171	139	<b>83</b>	<b>68</b>	<b>43</b>	<b>58</b>	<b>58</b>
6 Casola in L.	100	177	165	164	188	97	<b>41</b>	<b>87</b>	114	<b>76</b>	100
7 Comano	100	190	177	177	201	111	<b>54</b>	<b>100</b>	128	<b>88</b>	113
8 Filattiera	100	166	154	153	177	146	129	<b>83</b>	<b>33</b>	<b>72</b>	<b>26</b>
9 Fivizzano	100	114	105	96	164	<b>60</b>	<b>47</b>	<b>62</b>	<b>89</b>	<b>53</b>	<b>78</b>
10 Fosdinovo	100	<b>78</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	143	<b>30</b>	<b>69</b>	<b>41</b>	<b>68</b>	<b>33</b>	<b>58</b>
11 Licciana	100	137	127	124	148	117	<b>62</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>35</b>
12 Mulazzo	100	176	164	163	187	157	135	113	169	<b>99</b>	151
13 Podenzana	100	126	116	113	137	105	<b>80</b>	<b>34</b>	<b>48</b>	<b>27</b>	<b>40</b>
14 Pontremoli	100	186	174	173	197	167	150	104	<b>75</b>	<b>91</b>	<b>64</b>
15 Tresana	100	143	133	130	154	106	131	108	134	<b>95</b>	118
16 Villafranca	100	118	109	105	129	104	<b>72</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
17 Zeri	100	197	184	183	207	179	161	115	<b>86</b>	102	<b>75</b>

Legenda delle localizzazioni:

- 1 Massa - Amministrazione provinciale di Massa Carrara
- 2 Massa - Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
- 3 Carrara - VAB Carrara
- 4 Montignoso - PRO. CIV. Montignoso
- 5 Fosdinovo - VAB Giucano
- 6 Fivizzano - Comunità Montana della Lunigiana
- 7 Aulla - Comunità Montana della Lunigiana
- 8 Villafranca - Comunità Montana della Lunigiana
- 9 Aulla - Distaccamento dei Vigili del Fuoco
- 10 Pontremoli - Distaccamento dei Vigili del Fuoco (attiva solo nel periodo estivo)

Tabella 7.11: Confronto tra il tempo utile caratteristico di ciascun punto a rischio e il tempo medio di risposta impiegato dai mezzi ubicati in ogni localizzazione per raggiungere ciascun punto a rischio

### 7.2.2 Analisi dei dati di ingresso del Modello

Come nel paragrafo precedente in Tabella 7.11 si sono evidenziati in grassetto i valori dei tempi di risposta che risultano inferiori al tempo utile scelto per un dato punto a rischio, in quanto esprimono la condizione una data localizzazione è in grado di coprire un determinato punto a rischio.

Si riporta di seguito, in Tabella 7.12, la matrice di sintesi dei dati di ingresso di questa seconda applicazione del Modello. Analogamente al caso precedente, ogni elemento è stato posto pari a 1 se e solo se la localizzazione potenziale è in grado di coprire il punto a rischio e pari a 0 viceversa.

		<b>Localizzazioni</b>									
<b>Punti a rischio</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	Carrara	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	0	0	0
<b>2</b>	Massa	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	0	0	0	0
<b>3</b>	Montignoso	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	0	0	0	0	0
<b>4</b>	Aulla	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	Bagnone	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>6</b>	Casola in L.	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	0
<b>7</b>	Comano	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	0
<b>8</b>	Filattiera	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>9</b>	Fivizzano	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>10</b>	Fosdinovo	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>11</b>	Licciana	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>12</b>	Mulazzo	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0
<b>13</b>	Podenzana	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>14</b>	Pontremoli	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>15</b>	Tresana	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0
<b>16</b>	Villafranca	0	0	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>17</b>	Zeri	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0	<b>1</b>

Tabella 7.12: Sintesi dei dati di ingresso

Dall'esame della Tabella 7.12 emerge come in questa seconda applicazione le localizzazioni potenziali soddisfino il vincolo di copertura, ossia ciascuna localizzazione è in grado di raggiungere in tempo utile *almeno* un punto a rischio. Nello specifico, ogni punto a rischio può essere raggiunto in tempo utile da più di una localizzazione, fatta eccezione per i punti a rischio dei comuni di Mulazzo e

Tresana, rispettivamente le località Parana e Villa, raggiungibili in un tempo inferiore al tempo utile solo dalla localizzazione 9, ossia dai Vigili del Fuoco di Aulla. Anche con l'aggiunta delle due nuove localizzazioni, inoltre, vale ancora l'affermazione, già illustrata nel paragrafo 7.1.2, di come i punti a rischio dei comuni della zona costiera siano raggiungibili in tempo utile quasi esclusivamente dalle localizzazioni poste nella stessa zona costiera e, viceversa, i punti a rischio dei comuni della Lunigiana siano raggiungibili in tempo utile quasi esclusivamente dalle localizzazioni poste in Lunigiana. Le uniche eccezioni sono rappresentate dal punto a rischio del comune di Carrara (loc. Castelpoggio), raggiungibile in tempo utile dalla localizzazione 5, la VAB Giucano e dal punto a rischio del comune di Fosdinovo (loc. Canepari) raggiungibile da tutte e quattro le localizzazioni della zona costiera. Tali eccezioni non stupiscono, vista la vicinanza del comune di Fosdinovo ai comuni di costa.

Le valutazioni precedenti e l'osservazione che l'attività di estinzione nella zona costiera e nella Lunigiana è di competenza di due diversi enti suggeriscono di risolvere in seguito una terza applicazione, nella quale, invece di un'unica area di studio, ossia la provincia di Massa Carrara, si prendano in esame due aree di studio, la Lunigiana e la zona di costa, ognuna delle quali caratterizzate dai propri punti a rischio e dalle proprie localizzazioni potenziali.

### **7.2.3 Soluzioni del Modello**

Si riporta nelle pagine seguenti la risoluzione di questa seconda applicazione, ricavata tramite un'implementazione AMPL<sup>1</sup> del modello e dei dati forniti nel paragrafo 7.2.1 e sintetizzati in Tabella 7.12.

Si affronteranno quattro casi corrispondenti a quattro diverse richieste di copertura, allo scopo di verificare quale sia la soluzione ottima, ossia quella in grado di fornire il maggior livello di copertura possibile senza appesantire eccessivamente i costi di gestione.

#### ***Primo caso***

Si considera come area di studio l'intera provincia di Massa Carrara, come punti a rischio le 17 località elencate in Tabella 7.2 e come localizzazioni potenziali i 10

---

<sup>1</sup> *Nell'appendice si riporta il Modello AMPL e un esempio di applicazione ai dati del quarto caso esposto in questo paragrafo.*

depositi dei mezzi riportati in Tabella 7.8. Come vincolo di copertura si assume, inoltre, la limitazione che ogni punto a rischio sia raggiungibile, in un tempo inferiore al tempo utile, da *almeno una* localizzazione potenziale.

Ottimizzando il numero totale delle localizzazioni, si ottiene che le localizzazioni strettamente necessarie a garantire la copertura dell'intera provincia sono tre: 1, 8 e 9. Il risultato ottenuto è sicuramente economico dal punto di vista dei depositi da gestire, ma non è altrettanto affidabile dal punto di vista della sicurezza. Per rendersene facilmente conto basta pensare alla possibilità, piuttosto frequente nei periodi ad elevato rischio incendi boschivi, che si verifichino due incendi a distanza di pochi minuti l'uno dall'altro, per esempio in due punti a rischio della zona costiera. Se si decidesse, in accordo con i risultati del modello, di attivare nella zona costiera solo la localizzazione 1, vista la scarsa dotazione di mezzi della localizzazione stessa, si potrebbe verificare l'eventualità che ad estinguere il secondo incendio debbano provvedere i mezzi delle localizzazioni 8 e 9, situate in Lunigiana, perché tutti i mezzi presenti nella localizzazione 1 sono impegnati a spegnere il primo incendio. Una tale situazione comporterebbe un danno non tollerabile, vista l'impossibilità dei mezzi delle localizzazioni della Lunigiana di raggiungere, in un tempo inferiore al tempo utile, le località a rischio nella zona costiera e, pertanto, non può essere accettabile.

Per ridurre il livello di danno potenziale e quindi aumentare il livello di copertura della provincia si potrebbe aumentare il numero di mezzi costituenti la flotta della localizzazione 1 oppure aumentare il numero di localizzazioni da attivare imponendo un vincolo di copertura più restrittivo. Quest'ultima soluzione rappresenta l'obiettivo che si cercherà di perseguire nei casi successivi.

### **Secondo caso**

Come nel primo caso si considera come area di studio l'intera provincia di Massa Carrara, come punti a rischio le 17 località elencate in Tabella 7.2 e come localizzazioni potenziali i 10 depositi dei mezzi riportati in Tabella 7.8, però si assume un vincolo di copertura più restrittivo: si richiede la copertura di ciascun punto a rischio da parte di *almeno due* localizzazioni potenziali, con esclusione dei punti a rischio di Mulazzo e Tresana che non possono essere soddisfatti da questa limitazione e per i quali, pertanto, si accetterà che possano essere raggiunte da *almeno una* localizzazione.

Le localizzazioni strettamente necessarie a garantire la copertura dell'intera provincia, in questo secondo caso, salgono a sei e sono: 1, 2, 6, 8, 9 e 10. Una tale soluzione è certamente realistica, perché se da un lato riduce i costi, in quanto diminuisce il numero di depositi da gestire rispetto alla situazione esistente,

dall'altro aumenta il grado di efficienza dell'attività di estinzione, in quanto garantisce un'adeguata copertura dei punti a rischio della provincia.

### **Terzo caso**

Si assume ancora come area di studio l'intera provincia di Massa Carrara, come punti a rischio le 17 località elencate in Tabella 7.2, tuttavia, in questo caso si considerano solo 9 localizzazioni potenziali, escludendo la localizzazione 10, il distaccamento dei Vigili del Fuoco di Pontremoli, essendo questa attiva solo nel periodo estivo. Come nel caso precedente, si richiede la copertura di ciascun punto a rischio da parte di *almeno due* localizzazioni potenziali, con l'eccezione dei punti a rischio di Mulazzo e Tresana che non possono essere coperti da più di una localizzazione. Implementando il modello, si ottiene che le nove localizzazioni potenziali non garantiscono il livello di copertura richiesto.

Si potrebbe, pertanto, modificare leggermente il vincolo di copertura, diminuendo la richiesta di copertura del punto a rischio del comune di Zeri ad una sola localizzazione, come nel caso dei punti a rischio di Mulazzo e Tresana. Per i restanti punti a rischio, inoltre, si richiede ancora la copertura da parte di *almeno due* localizzazioni potenziali. Un tale livello di copertura è assicurato dall'attivazione delle cinque seguenti localizzazioni: 1,2,6,8,9.

### **Quarto caso**

Allo scopo di verificare se si possa ancora migliorare il grado di efficienza dell'attività di estinzione nella provincia, si richiede un vincolo di copertura ancor più restrittivo: si richiede la copertura di ciascun punto a rischio da parte di *almeno tre* localizzazioni potenziali, con esclusione dei punti a rischio di Mulazzo e Tresana che non possono essere soddisfatti da questa limitazione e per i quali, pertanto, si accetterà che possano essere raggiunte da almeno una localizzazione e del punto a rischio del comune di Zeri, per il quale si accetterà che possa essere raggiunto da almeno due localizzazioni.

Se si assume come area di studio l'intera provincia di Massa Carrara, come punti a rischio le 17 località elencate in Tabella 7.2 e come localizzazioni potenziali i 10 depositi dei mezzi riportati in Tabella 7.8, la copertura richiesta necessita dell'attivazione dei depositi: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10.

Se si considerano solo 9 localizzazioni potenziali, escludendo la localizzazione 10, il distaccamento dei Vigili del Fuoco di Pontremoli, essendo questa attiva solo nel periodo estivo, la copertura del punto a rischio del comune di Pontremoli verrebbe ridotta a due depositi e i depositi da attivare sarebbero: 1,2,3, 6, 7, 8, 9.

#### **7.2.4 Analisi dei risultati del Modello**

In base alla risoluzione dei casi precedentemente esposti, si ritiene che la soluzione migliore da perseguire sia quella, illustrata nel quarto caso, di attivare i seguenti 8 depositi: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10. Una tale scelta garantirebbe, infatti, una copertura molto affidabile della provincia, in quanto quasi tutti i punti a rischio potrebbero essere raggiungibili in tempo utile da almeno tre localizzazioni.

Il numero di depositi da attivare è, pertanto, pari a quello dei depositi attuali, tuttavia, rispetto alla situazione esistente è necessario attivare due nuove localizzazioni, poste rispettivamente nelle zone di Aulla e Villafranca in Lunigiana, in corrispondenza delle sedi distaccate della Comunità Montana della Lunigiana ed eliminare due localizzazioni, la VAB Carrara e la VAB Giucano. Si potrebbe, inoltre, rendere operativa anche d'inverno la stazione dei Vigili del fuoco di Pontremoli, ma questa scelta avrebbe solo l'effetto di aumentare, nel periodo invernale, da due a tre depositi la copertura del punto a rischio del comune di Pontremoli e da uno a due depositi la copertura del punto a rischio del comune di Zeri, quindi, visto l'elevato aumento dei costi di gestione che comporterebbe, non è consigliabile.

E' bene sottolineare come non debba preoccupare il fatto che i punti a rischio dei comuni di Mulazzo, Tresana, a differenza degli altri, siano raggiungibili in tempo utile solo da una localizzazione: tali località, infatti, sorgono in zone a bassissima antropizzazione e l'aver adottato un danno massimo tollerabile di 2 ettari, per uniformità rispetto agli altri comuni della Lunigiana, è stata senza dubbio una scelta fin troppo protettiva nei confronti del bosco, unico elemento a rischio.

La soluzione precedentemente esposta di attivare otto localizzazioni potrebbe essere, tuttavia, ancora migliorata: si potrebbe studiare separatamente la zona costiera dalla Lunigiana, ammettendo, come in realtà avviene, che i punti a rischio di ogni zona siano raggiungibili in tempo utile solo dalle localizzazioni poste nella zona stessa e imponendo, inoltre, due diversi vincoli di copertura per ciascuna delle due zone. Se, infatti, come emerge dalle Tabelle 7.13 (ricavate dalla Tabella 7.12), nella zona della Lunigiana non è possibile garantire un vincolo di copertura migliore di quello imposto sull'intera provincia, cioè della richiesta che ogni punto a rischio della Lunigiana sia raggiungibile in un tempo inferiore al tempo utile da almeno tre localizzazioni poste in Lunigiana, nella zona di costa è possibile imporre un vincolo ancor più restrittivo, cioè la richiesta che ogni punto a rischio della zona di costa sia raggiungibile in un tempo inferiore al tempo utile da almeno quattro localizzazioni poste nella zona di costa stessa. Una richiesta di copertura maggiore nella zona di costa è giustificabile anche alla luce del maggior grado di antropizzazione di questa zona rispetto alla Lunigiana.

		<b>Localizzazioni potenziali nella zona di costa</b>			
<b>Punti a rischio nella zona di costa</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	Carrara	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	Massa	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	Montignoso	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

*Localizzazioni potenziali nella zona di costa:*

- 1 Massa - Amministrazione provinciale di Massa Carrara
- 2 Massa - Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
- 3 Carrara - VAB Carrara
- 4 Montignoso - PRO. CIV. Montignoso

		<b>Localizzazioni potenziali in Lunigiana</b>					
<b>Punti a rischio In Lunigiana</b>		<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	Aulla	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	Bagnone	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>6</b>	Casola in L	0	<b>1</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	0
<b>7</b>	Comano	0	<b>1</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	0
<b>8</b>	Filattiera	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>9</b>	Fivizzano	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>10</b>	Fosdinovo	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>11</b>	Licciana	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>12</b>	Mulazzo	0	0	0	0	<b>1</b>	0
<b>13</b>	Podenzana	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>14</b>	Pontremoli	0	0	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>15</b>	Tresana	0	0	0	0	<b>1</b>	0
<b>16</b>	Villafranca	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>17</b>	Zeri	0	0	0	<b>1</b>	0	<b>1</b>

*Localizzazioni potenziali in Lunigiana:*

- 5 Fosdinovo - VAB Giucano
- 6 Fivizzano - Comunità Montana della Lunigiana
- 7 Aulla - Comunità Montana della Lunigiana
- 8 Villafranca - Comunità Montana della Lunigiana.
- 9 Aulla - Distaccamento dei Vigili del Fuoco
- 10 Pontremoli - Distaccamento dei Vigili del Fuoco (attiva solo nel periodo estivo)

*Tabelle 7.13: Sintesi dei dati di ingresso per la zona di costa e per la Lunigiana*

In tal modo, mentre per la Lunigiana occorre ancora attivare le localizzazioni 6,7,8,9,10, per la zona di costa il numero di localizzazioni da attivare sale a quattro ed è pari a tutte quelle già esistenti nella zona di costa stessa.

Sulla base di tutte queste valutazioni si ritiene che, affinché si possa fornire un'efficiente attività di estinzione nella provincia, sia necessario attivare nove localizzazioni, di cui quattro sono necessarie nella zona di costa e sono già attualmente esistenti, mentre le altre cinque sono indispensabili in Lunigiana. Di queste, tre localizzazioni sono già esistenti, ovvero i depositi situati a Fivizzano, Aulla e Pontremoli, mentre due devono essere attivate presso le sedi distaccate della Comunità Montana di Aulla e di Fivizzano.

Localizzazione		Ente di appartenenza
1	Massa	Amm. provinciale di Massa Carrara
2	Massa	Comando provinciale dei Vigili del Fuoco
3	Carrara	VAB Carrara
4	Montignoso	PRO. CIV. Montignoso
6	Fivizzano	Comunità Montana della Lunigiana
7	Aulla,	Comunità Montana della Lunigiana, sede distaccata
8	Villafranca in L.	Comunità Montana della Lunigiana, sede distaccata
9	Aulla	Distaccamento dei Vigili del Fuoco
10	Pontremoli*	Distaccamento dei Vigili del Fuoco

*\*solo d'estate*

*Tabella 7.14: Elenco delle localizzazioni da attivare per garantire un'efficiente attività di estinzione nella provincia di Massa Carrara*



## ***Conclusioni***

---

Il percorso che ha portato alla definizione di una metodologia orientata alla valutazione del rischio che permettesse di valutare le attività di Protezione Civile e fosse applicabile al rischio di danno provocato da ogni tipo di evento è stato piuttosto lungo e travagliato.

Le difficoltà incontrate sono dovute soprattutto sia alla scarsa disponibilità in letteratura di trattazioni omogenee e trasversali che analizzino la teoria del rischio a livello generale, sia alla abbondanza di materiale spesso disomogeneo relativo agli specifici settori in cui è applicabile l'analisi del rischio. E' possibile, infatti, trovare parecchie definizioni di rischio e delle variabili ad esso connesse che sono spesso in netto contrasto l'una con l'altra in quanto relative a studi svolti nell'ambito di settori specifici e, di conseguenza, esse non possono essere trasferite a contesti diversi.

A tutto questo si deve aggiungere la difficoltà nell'affrontare settori che esulano dall'Ingegneria Civile, quali la Sismologia e il settore chimico-industriale e

nell'inserire le loro particolarità nello schema metodologico generale dell'analisi del rischio.

Il consistente sforzo richiesto, tuttavia, non fa che aumentare la soddisfazione per la sensazione di essere riusciti alla fine a fornire uno schema di analisi del rischio con validità generale e con il quale è quindi possibile trattare ogni tipo di evento. Poter disporre di una precisa stima del rischio di un evento e della accettabilità del danno potenziale ad esso relativo è senza dubbio molto importante allo scopo di individuare situazioni critiche e di programmare misure necessarie per la riduzione del loro rischio. La riduzione del rischio, teoricamente, può avvenire mediante l'adozione di misure di prevenzione atte a ridurre la probabilità del verificarsi dell'evento atteso e/o misure di mitigazione atte a ridurre il danno associabile ad un dato evento.

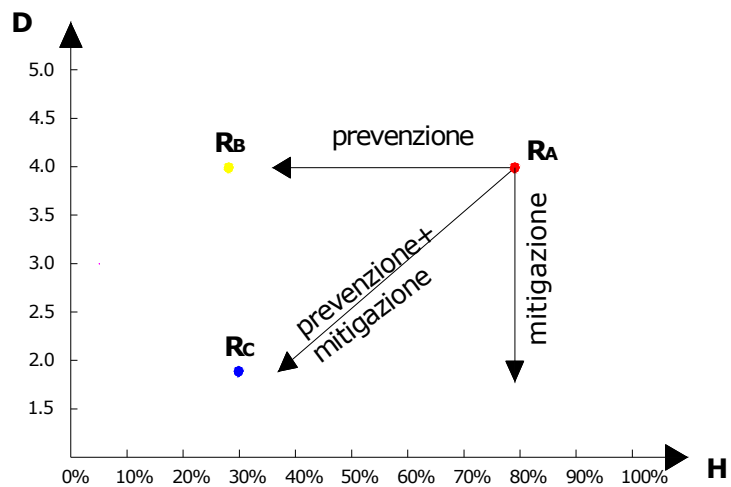


Figura 8.1: Azioni correttive per la riduzione del rischio

Gli interventi di prevenzione, tuttavia, non sono spesso di facile attuazione, sia per l'esistenza di eventi ancora non prevedibili, quali i terremoti, sia perché talvolta condizionati dal ridotto grado di libertà imposto dal sistema antropizzato, nonché per i tempi lunghi di realizzazione necessari.

Nonostante ogni piano di Protezione Civile abbia come obiettivo sia la programmazione delle attività di previsione e prevenzione che la pianificazione delle attività di emergenza e soccorso, è auspicabile privilegiare pertanto, in primo luogo,

questo secondo aspetto. Una tale scelta è motivabile anche alla luce della sensibile riduzione del danno potenziale che può essere garantita a fronte di un impiego relativamente basso di risorse. La riduzione del danno potenziale è conseguibile, infatti, con la riduzione dell'esposizione degli elementi a rischio e questa può essere ottenuta con un'attenta pianificazione delle attività di emergenza e soccorso, accompagnata da un'adeguata informazione della popolazione sugli eventi a cui può essere sottoposta e sui comportamenti di autoprotezione da adottare nel caso tali eventi si manifestino realmente.

In questo lavoro di tesi si è cercato di fornire un modello in grado di ottimizzare l'attività di soccorso nel caso del manifestarsi dell'evento incendi boschivi e, in particolare, si è affrontato il problema dell'ottimizzazione delle localizzazioni dei mezzi adibiti all'attività di estinzione di un incendio boschivo. Garantendo un'efficiente attività di estinzione, si riduce, infatti, il tempo nel quale l'elemento a rischio "bosco" si trova sottoposto all'incendio e, pertanto, se ne riduce l'esposizione e di conseguenza il danno potenziale.

E' stato molto confortante constatare come l'applicazione del Modello di Copertura alla verifica dell'efficienza dell'attività di estinzione nella provincia di Massa Carrara abbia fornito risultati realistici. La mancanza di adeguata copertura nei mesi invernali del comune di Zeri che risulta dall'applicazione del modello proposto, infatti, è coerente con l'esperienza dei responsabili del servizio antincendio nella provincia di Massa Carrara.

Inoltre, è da sottolineare come il Modello di Copertura, utilizzato in questo caso specifico per l'ottimizzazione dell'attività di estinzione, abbia validità generale e possa essere adottato nell'ambito della pianificazione di emergenza per l'ottimizzazione di un'altra qualsiasi attività volta alla riduzione dell'esposizione degli elementi a rischio. Oltre al caso perfettamente analogo della pianificazione dei soccorsi in caso di terremoto e della localizzazione ottimale dei parcheggi delle ambulanze, si pensi ai piani di evacuazione dagli edifici: ottimizzando la localizzazione delle uscite di sicurezza, è possibile diminuire il tempo impiegato dalle persone bloccate nell'edificio per allontanarsi dall'edificio stesso. In tal modo, si può diminuire il numero delle persone bloccate all'interno di un edificio reso, per esempio, pericolante a seguito di un incendio: si può ridurre, cioè, l'esposizione dell'elemento a rischio "uomo" al crollo dell'edificio.

In Figura 8.2 si riportano due grafici, al fine di evidenziare come, applicando il Modello di Copertura ai due casi precedentemente esposti, si ottenga alla fine lo stesso risultato, ossia una riduzione del danno potenziale. Ottimizzando le localizzazioni dei depositi dei mezzi antincendio si può diminuire, infatti, il tempo di esposizione del bosco ad un incendio e di conseguenza il danno potenziale espresso

in ettari di superficie di bosco bruciati, mentre ottimizzando la localizzazione delle uscite di emergenza si diminuisce il tempo in cui le persone rimangono bloccate all'interno dell'edificio e quindi il danno potenziale, ossia il numero di persone che possono rimanere ferite o uccise in seguito al crollo dell'edificio stesso.

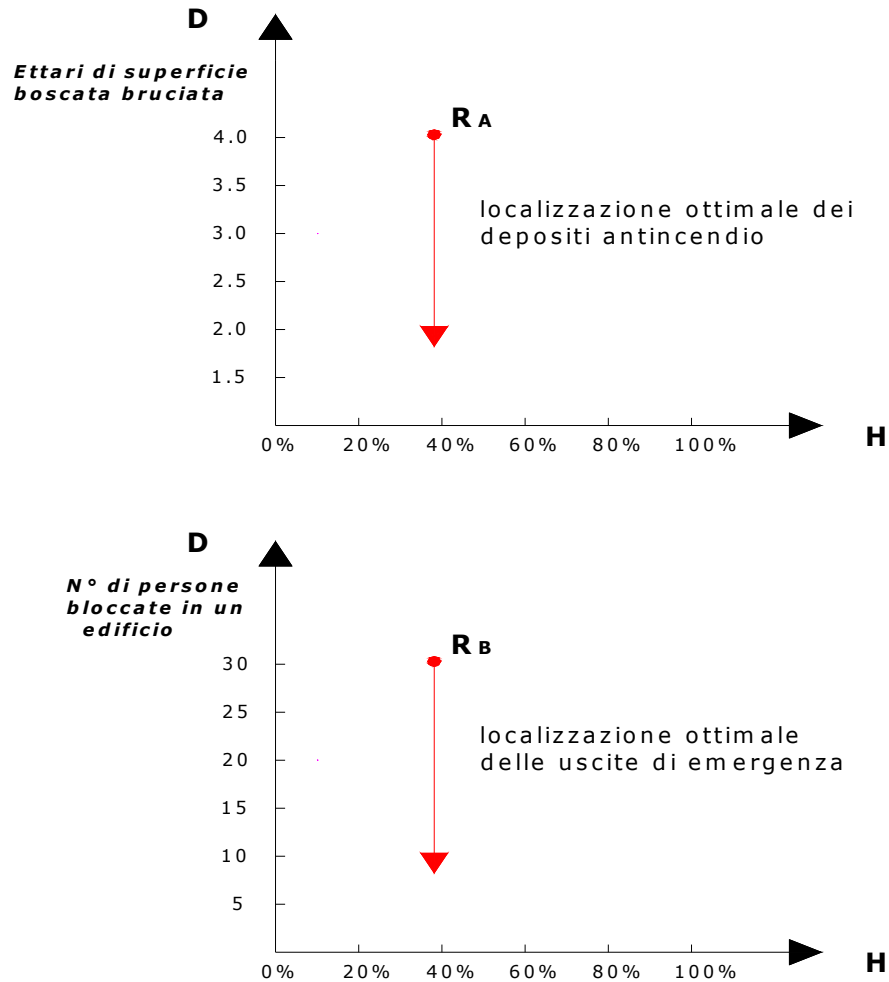


Figura 8.2: Esempi di riduzione dell'esposizione e quindi del danno potenziale, in seguito all'applicazione del Modello di Copertura

# ***Appendice***

---

## **A1 I Modelli di Copertura**

I problemi della famiglia della copertura tramite insiemi (set-covering) rappresentano alcuni dei modelli più diffusamente utilizzati nelle applicazioni di grandi dimensioni.

La definizione formale del problema è la seguente: sia dato un insieme finito  $S$  ed una collezione di sottoinsiemi di  $S$ ,  $C \subseteq 2^S$ .

Una *copertura* di  $S$  mediante insiemi della collezione  $C$  è definita come un insieme di elementi  $C_1, \dots, C_k \in C$  tali che

$$\bigcup_{j=1}^k C_j \supseteq S \tag{9.1}$$

Si parlerà invece di *impaccamento* (set-packing) se nella (9.1) al posto del segno di  $\supseteq$  si pone quello di  $\subseteq$ , mentre si dirà *partizione* (set-partitioning) un insieme che sia contemporaneamente un impaccamento ed una copertura, cioè tale per cui nella (9.1) valga il segno di  $\equiv$ .

Si presenta di seguito una formulazione del problema in termini di programmazione lineare intera.

**Insiemi:**

- *Esigenze*: un insieme di esigenze da coprire;
- *Risorse*: un insieme di risorse potenzialmente disponibili;
- *Abbin*  $\subseteq$  Esigenze  $\times$  Risorse: un insieme di coppie di esigenze e risorse; una coppia  $(i, j)$  con  $i \in$  Esigenze e  $j \in$  Risorse appartiene all'insieme Abbin se e solo se l'attivazione della risorsa  $i$  è sufficiente a coprire l'esigenza  $j$ . E' possibile pensare a questo insieme come ad un insieme di archi che connettono esigenze a risorse.

**Parametri:**

- *Costo $j$*  il costo di attivazione della risorsa  $j \in$  Risorse;

**Variabili:**

- $\delta_j$ : variabile binaria, con valore pari ad uno se e solo se viene decisa l'attivazione della risorsa  $j \in$  Risorse;

**Vincoli:**

- *Vincolo di copertura*: ogni esigenza deve essere coperta *almeno* da una risorsa:

$$\sum_j \delta_j \geq 1$$

$\forall i \in$  Esigenze e con  $j \in$  Risorse:  $(i,j) \in$  Abbin

**Obiettivo:** Minimizzazione del costo di attivazione:

$$\min \sum_j \text{costo}_j \cdot \delta_j$$

con  $j \in \text{Risorse}$

Il modello appena visto corrisponde alla definizione formale di set-covering.

L'insieme  $S$  corrisponde, infatti, all'insieme Esigenze, mentre i diversi sottoinsiemi di  $S$  attraverso i quali effettuare la copertura sono costituiti dagli elementi di Esigenze collegati ad uno stesso elemento dell'insieme Risorse.

In altri termini, usando la notazione presentata all'inizio del paragrafo:

$$C_j = \{i \in \text{Esigenze} : (i, j) \in \text{Abbin}\} \quad \forall j \in \text{Risorse}.$$

### Esempio di implementazione AMPL del Modello di Copertura

```

set ESIGENZE;           # esigenze da coprire
set RISORSE;           # risorse disponibili

param ABBIN{ESIGENZE,RISORSE};
param Minimo{ESIGENZE}, default 1;

param costo {RISORSE} >= 0, default 1;

var Delta{RISORSE} binary;

minimize Total_Cost:
    sum {j in RISORSE} costo[j] * Delta[j];

subject to Esigenza {i in ESIGENZE}:
    sum {j in RISORSE : ABBIN[i,j] ==1} Delta[j] >= Minimo[i];
    
```

**Dati relativi al quarto caso del paragrafo 7.2.3**

set ESIGENZE := Carrara Massa Montignoso Aulla Bagnone Casola Comano  
 Filattiera Fivizzano Fosdinovo Licciana Mulazzo Podenzana Pontremoli Tresana  
 Villafranca Zeri;

set RISORSE := 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10;

param ABBIN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:=
Carrara	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Massa	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Montignoso	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Aulla	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Bagnone	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Casola	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	
Comano	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	
Filattiera	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
Fivizzano	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
Fosdinovo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
Licciana	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Mulazzo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Podenzana	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Pontremoli	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Tresana	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Villafranca	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Zeri	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	

;
   
 let {i in ESIGENZE} Minimo[i] := min(3,sum{j in RISORSE} ABBIN[i,j]);
   
 display Minimo;



**A2 Descrizione dei rami dell'albero logico utilizzato per l'elaborazione della Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale secondo i criteri imposti dall'Ordinanza PCM 20 Marzo 2003 n. 3274, All.1.**

Si descrivono di seguito i rami dell'albero logico per la valutazione di  $a_{max}$ , esplorati dal codice SEISRISK III allo scopo di elaborare la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale secondo i criteri imposti dall'Ordinanza PCM 20 Marzo 2003 n. 3274, All.1. I suddetti rami individuano alternative riguardanti: le modalità di valutazione della completezza del catalogo, le modalità di determinazione della magnitudo massima  $M_{max}$ , le modalità di valutazione dei tassi di sismicità e le relazioni di attenuazione del moto del suolo. I rami dell'albero logico sono elencati in Figura 9.1.

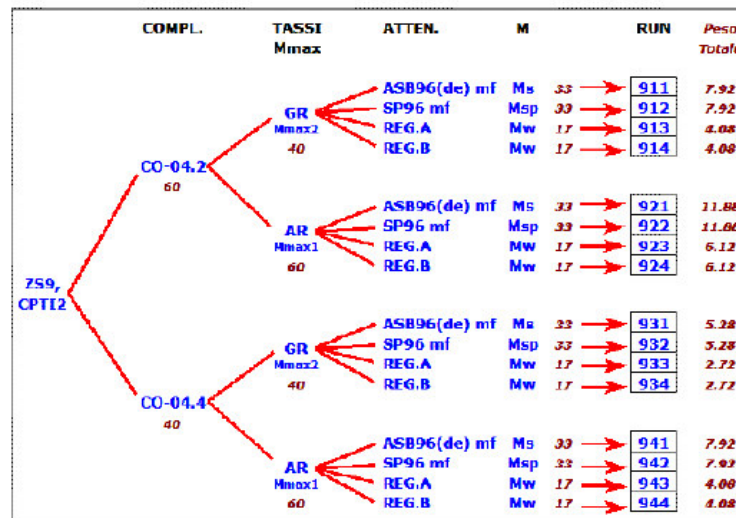


Figura 9.1: Albero logico per la valutazione di  $a_{max}$

**Intervalli di completezza**

I primi due rami dell'albero logico sono relativi a due insiemi di intervalli di completezza, definiti rispettivamente (prevalentemente) "storico" (CO-04. 2) e (prevalentemente) "statistico" (CO-04. 4).

Agli intervalli di completezza "storici" è stato attribuito un peso leggermente superiore in considerazione del fatto che entrambi gli insiemi di intervalli possono essere considerati cautelativi.

Per determinare gli intervalli di completezza (prevalentemente) "storici" sono state scelte 18 località e per ognuna di esse sono state utilizzate stime di completezza dei dati storici di sito ( $I_{\text{sito}} \geq 9/10$  MCS,  $I_{\text{sito}} \geq 8/9$  MCS,  $I_{\text{sito}} \geq 7/8$  MCS) ottenute con approcci di tipo storico da ricerche svolte per il Servizio Sismico Nazionale (SSN) e per il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT).

Le stime in questione riguardano dunque la completezza dell'informazione al sito, e sono espresse in termini di anno di decorrenza della completezza del relativo valore di  $I$  risentito al sito. Esse sono interpretabili anche in termini di intensità epicentrale come riferite ad eventi con  $I_0 = I_{\text{sito}}$  e epicentro nella località e di conseguenza, sono interpretabili in termini di  $M_W$ ,  $M_S$ ,  $M_{SP}$  mediante opportune corrispondenze proposte in Tabella 9.2.

N	$M_W$	$M_S$	$M_{SP}$	$I_0(\text{MCS})$
1	$4.76 \pm 0.115$	$4.3 \pm 0.15$	$4.49 \pm 0.14$	6
2	$4.99 \pm 0.115$	$4.6 \pm 0.15$	$4.77 \pm 0.14$	6/7
3	$5.22 \pm 0.115$	$4.9 \pm 0.15$	$5.05 \pm 0.14$	7
4	$5.45 \pm 0.115$	$5.2 \pm 0.15$	$5.33 \pm 0.14$	7/8
5	$5.68 \pm 0.115$	$5.5 \pm 0.15$	$5.61 \pm 0.14$	8
6	$5.91 \pm 0.115$	$5.8 \pm 0.15$	$5.89 \pm 0.14$	8/9
7	$6.14 \pm 0.115$	$6.1 \pm 0.15$	$6.17 \pm 0.14$	9
8	$6.37 \pm 0.115$	$6.4 \pm 0.15$	$6.45 \pm 0.14$	9/10
9	$6.60 \pm 0.115$	$6.7 \pm 0.15$	$6.73 \pm 0.14$	10
10	$6.83 \pm 0.115$	$7.0 \pm 0.15$	$7.01 \pm 0.14$	10/11
11	$7.06 \pm 0.115$	$7.3 \pm 0.15$	$7.29 \pm 0.14$	11
12	$7.29 \pm 0.115$	$7.6 \pm 0.15$	$7.57 \pm 0.14$	11/12

Tabella 9.2: Confronto tra i valori centrali delle classi adottate di  $M_W$ ,  $M_S$ ,  $M_{SP}$  (e di  $I_0$ )

Gli intervalli di completezza sono stati ottenuti per ciascuna ZS, per le tre classi di  $I_0$  citate e per le magnitudo corrispondenti, attribuendo a ciascuna ZS gli intervalli determinati per le località che vi ricadono, operando scelte di tipo esperto per le ZS in cui ricadono più località studiate.

L'estensione alle ZS per le quali non sono disponibili dati di sito è stata eseguita mediante considerazioni storiche di prima approssimazione, facendo riferimento a 5 macrozone (Alpi, pianura padana, centro, sud, Sicilia). Poiché le considerazioni di tipo storico che stanno alla base del metodo non si applicano a terremoti con scarsa capacità distruttiva, gli intervalli di completezza determinati per le tre classi di  $M_W$  citate sono stati estesi in modo ragionato alle classi di  $M_W$  inferiori, avendo come riferimento le determinazioni di tipo statistico.

Per determinare gli intervalli di completezza (prevalentemente) "statistici" sono state considerate le stime di tipo statistico ottenute dall'applicazione della metodologia di Albarello et al. (2001) ad una trentina di punti, dalle stime sono corredate da un intervallo temporale di confidenza. In analogia a quanto fatto per i valori storici, i valori statistici di sito sono stati attribuiti in modo ragionato alle ZS e estesi alle ZS prive di dati, utilizzando vincoli di coerenza areale con riferimento a 5 macrozone (Alpi, pianura padana, centro, sud, Sicilia) e avendo cura che le scelte effettuate ricadessero all'interno del relativo intervallo di confidenza.

### **Tassi di sismicità e Magnitudo massima**

I successivi rami dell'albero logico di Figura 9.1, sono costituiti dagli insiemi di  $M_{max1}$  e  $M_{max2}$  usati in combinazione rispettivamente con i tassi di sismicità AR (Activity rates) e GR (tassi ricavati dalla relazione di Gutenberg-Richter). Si può notare come ai tassi AR e agli insiemi  $M_{max1}$  sia stato attribuito un peso leggermente maggiore rispetto ai tassi GR e agli insiemi  $M_{max2}$ .

Il valore di magnitudo  $M_{max}$  rappresenta un elemento di tipo cautelativo che viene adottato per garantire le determinazioni di  $a_{max}$  dalla possibilità che si verifichino, sia pure con probabilità molto bassa, eventi di  $M$  superiore a quelle verificatisi nel corso del periodo di osservazione del catalogo. Questa scelta riflette la scarsa conoscenza del potenziale sismogenetico di una regione; non a caso, è oggetto di particolare attenzione nelle regioni a sismicità medio - bassa e/o in quelle poco investigate.

Come detto in precedenza, per l'elaborazione dell'albero logico sono stati definiti due insiemi di valori di  $M_{max}$ : uno calibrato, in modo cautelativo, sui dati sismologici e geologici, definito  $M_{max1}$  e uno di tipo maggiormente cautelativo, definito  $M_{max2}$ . Ciascun insieme è stato determinato inizialmente per  $M_w$  e, in seguito, per gli altri due tipi di  $M$  utilizzati ( $M_S$  e  $M_{Sp}$ ).

I tassi AR sono stati calcolati, per ciascuna classe di  $M$  e per ciascuna ZS, utilizzando i valori di magnitudo riportati nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI2, dividendo il numero di terremoti presenti nella ZS, nella classe e nella finestra temporale ritenuta completa, per la lunghezza della finestra stessa.

Il numero totale di terremoti afferenti alle ZS è 1525; con l'adozione degli intervalli di completezza diventa 1137(CO-04. 2) e 768 (CO-04. 4). I tassi relativi ai valori di  $M_{wmax}$  sono stati determinati come segue:

- nel caso in cui  $M_{wmax} = M_{wmax}CPTI2$ , dagli intervalli di completezza;

- nel caso di valori di  $M_{wmax}$  corrispondenti ad eventi collocati al di fuori del relativo intervallo di completezza, utilizzando l'intervallo temporale trascorso da tale evento al 2002 (termine del catalogo);
- nel caso di valori da DISS2, dai valori di ricorrenza minimi ivi proposti.

I parametri  $a$  e  $b$  della relazione di Gutenberg-Richter, che lega il numero annuo dei terremoti ( $N$ ) con la magnitudo ( $M$ ) tramite la relazione  $\log N(M) = a - b M$ , sono stati determinati in termini di  $M_w$ , per tutte le ZS e per ciascuno degli insiemi di intervalli di completezza con le seguenti procedure:

- il valore del parametro  $b$  è stato ottenuto interpolando, con il metodo dei minimi quadrati, il logaritmo dei tassi AR cumulativi. Fanno eccezione alcune ZS per le quali lo scarso numero di tassi su cui eseguire l'interpolazione non garantisce la stabilità dei risultati. Per questi casi sono stati adottati valori di  $b$  come segue: alla ZS 903 (Grigioni-Valtellina) è stato attribuito il valore di  $b$  della ZS 902 (Vallese); alla ZS 920 (Val di Chiana-Ciociaria) quello della ZS 916 (Versilia-Chianti), alla ZS 922 (Colli Albani) quello della ZS 921 (Etruria).
- i valori di  $M_{max}$  non "osservati", ovvero non compresi nel campione utilizzato per ricavare tassi AR, non sono stati utilizzati per calcolare il parametro  $b$ ;
- il valore del parametro  $a$  è stato assunto sempre uguale al tasso relativo a  $M_{wmin}$ , per garantire il bilanciamento energetico fra campioni utilizzati per determinare i tassi AR e GR ;
- i tassi GR sono quindi stati calcolati "decumulando" la distribuzione logaritmica fornita dalla relazione di Gutenberg-Richter;
- i tassi relativi ai valori di  $M_{wmax}$  sono stati determinati scegliendo il valore inferiore tra il tasso calcolato da Gutenberg-Richter e il tasso calcolato dagli intervalli di completezza, allo scopo di garantire che il periodo di ritorno associato a  $M_{wmax}$  sia superiore all'intervallo di completezza della classe.

### **Leggi di attenuazione di $a_{max}$**

Gli ultimi rami dell'albero logico sono, infine, riferiti alle leggi di attenuazione di  $a_{max}$ , cioè la variazione degli effetti dei terremoti che si possono generare nelle ZS, con la distanza.

Le principali relazioni di attenuazione determinate a scala europea, quali quella di Ambraseys et al. (ASB 96) e a scala nazionale, quali quelle di Sabetta e Pugliese (SP 96), sono tutte derivate dall'analisi statistica di insiemi simili di dati accelerometrici. Tali relazioni sono state verificate alla luce dei dati dei terremoti più recenti, utilizzando distanze epicentrali calcolate in modo appropriato e le modifiche per i meccanismi focali prevalenti introdotte da Bommer et al.

Le relazioni ASB 96 sono state ricavate da Ambraseys et al. (1996) da alcune centinaia di relazioni strong-motion europee di terremoti con  $M_s$ , magnitudo calcolata sulle onde superficiali, compresa tra 4.0 e 7.6. Tra queste registrazioni rientrano i terremoti del Friuli 1976, della Valnerina 1980, dell'Irpinia 1980 e di Gubbio 1984.

Il codice SEISRISK III scelto per il calcolo della pericolosità sismica, suddivide le aree sorgente in celle e considera i terremoti generati dal baricentro di ciascuna di esse. L'accelerazione è calcolata per ogni nodo di una griglia di punti utilizzando la distanza geometrica tra il sito e il baricentro della cella attivata. Questa misura non corrisponde esattamente né alla distanza dalla faglia, né a quella epicentrale, anche se quest'ultima sembra fornire un'approssimazione migliore perché è una misura della distanza tra due punti su una superficie. Di conseguenza, tutte le equazioni predittive dello scuotimento che, come ASB 96, non sono definite per distanze epicentrali, devono essere corrette. La correzione per la distanza è stata applicata alla relazione ASB 96 esclusivamente per  $M_s \geq 6.0$ . Dal confronto dei risultati ottenuti da vari test, la scelta migliore è sembrata quella di introdurre una relazione di conversione tra distanza dalla faglia e distanza epicentrale calcolata a partire dal database europeo pubblicato da Ambraseys e Bommer.

Le relazioni SP 96 sono state calcolate da Sabetta e Pugliese (1987 e 1996) esclusivamente dalle registrazioni dei terremoti italiani (circa 100 dati), ma utilizzando, rispetto alle relazioni ASB 96, diversi criteri di selezione e correzione dei dati. Partendo da leggi di scala determinate su base regionale a partire da registrazioni strong-motion e weak -motion, sono state, inoltre, calibrate tre relazioni di attenuazione regionali, valide per tre macrozone: Italia occidentale/Alpi occidentali (zona 1); Italia orientale/Alpi orientali (zona 2); Appennino centro-settentrionale (zona 3). Le relazioni così ottenute sono state definite in termini di  $M_w$ . Per quanto riguarda le porzioni di territorio per le quali non sono ancora disponibili leggi di scala regionalizzate, il problema è stato risolto estendendo i risultati disponibili per le tre macrozone predette a macrozone con caratteristiche crostali analoghe. Poiché questa estensione implica livelli diversi di affidabilità per le varie zone, è stato deciso di introdurre alcune alternative in due rami dell'albero logico.

Nel ramo regionale A (REG.A) l'Appennino meridionale e l'Arco Calabro sono stati assimilati alle Alpi occidentali, la Sicilia Settentrionale è stata assimilata all'Appennino, la Piattaforma Apula e la Sicilia orientale sono state assimilate alle Alpi orientali.

Come alternativa, nel ramo regionale B (REG.B) la Piattaforma Apula e l'Appennino meridionale sono stati assimilati all'Appennino centro-settentrionale.

## **Bibliografia**

---

Canuti P. e Casagli N.: *Considerazioni sulla valutazione del rischio da frana. CNR-GNDCI Pubbl. n. 846, Risma, Firenze, 57.*

Delmonaco G.: *Considerazioni metodologiche sulla valutazione del rischio idrogeologico, tratto da Mare e cambiamenti globali pp.207-216, 2000 ICRAM.*

PODIS (Progetto Operativo Difesa Suolo): *Metodologie e linee guida per la prevenzione e il controllo del rischio idrogeologico.*

Piegai D.: *Percezione, accettabilità del rischio e informazione alla popolazione, Convegno VGR, Pisa 2004.*

Gruppo di Lavoro (2004): *"Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile".*

A. Lucantoni, V. Bosi, F. Brammerini, R. De Marco, T. Lo Presti, G. Naso, F. Sabetta: *"Il rischio sismico in Italia"*, Ingegneria sismica, XVIII 1, 5-36, 2001.

Servizio Sismico Nazionale: *"Conoscere il terremoto"*, Giugno 1999.

Tarback, Lutgens, Tozzi: *"Scienze della terra"* ed. Principato.

APAT e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio: *"Mappatura del rischio industriale in Italia" - Rapporto 22/2002.*

Monetti, De Dominicis, Stanghellini, Zilli: *"Effetto domino: proposta di una metodologia di approccio per l'individuazione e la valutazione di apparecchiature bersaglio"*, Convegno VGR, Pisa 2004.

Astorri, Boscaino, Caparresi, Capponi, Cerritelli et al.: *"Proposta di metodologia speditiva per la valutazione delle conseguenze ambientali di incidenti rilevanti"*, Convegno VGR, Pisa 2004.

DPC INFORMA - Periodico informativo del Dipartimento della Protezione Civile - Giugno 1997: *"Il Metodo Augustus"*

Regione Toscana: *"Piano Operativo Antincendi Boschivi 2004-2006"*

Regione Toscana e Provincia di Massa Carrara: *"Piano Operativo Antincendi Boschivi Anno 2004"*

Donald R. Plane and Thomas E. Hendrick: *"Mathematical Programming and the Location of Fire Companies for the Denver Fire Department"*- Operations Research, Vol. 25, n° 4, July 1977.

Arthur J. Swersey: *"A markovian decision model for deciding how many fire companies to dispatch"*- Management Science, Vol. 28, n° 4, April 1982.

E. Ignall, G. Carter and K. Rider: *"An algorithm for the initial dispatch of fire companies"* - Management Science, Vol. 28, n° 4, April 1982.

E. Ignall, Arthur J. Swersey, P. Kolesar, W. Walker, E. Blum and G. Carter: *"Improving the deployment of New York city fire companies"*- Interfaces Practice of Management Science Vol.5, n° 2, February 1975 .

Fabio Schoen: *Modelli di programmazione matematica- Università di Firenze*

**Riferimenti normativi principali**

Legge 2 febbraio 1974, n°64: *"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*.

Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n°112: *"Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59"*

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274: *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*.

Decreto Legislativo 17 agosto 1999, n. 334 *"Attuazione della direttiva 96/82/CEE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose"*.

Legge 24 febbraio 1992, n. 225: *"Istituzione del Servizio nazionale della Protezione Civile"*.

Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112: *"Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni e agli enti locali, in attuazione del capo I della Legge 15 Marzo 1997, n. 59 "*.

Decreto del Consiglio dei Ministri 12 aprile 2002: *"Costituzione della Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi"*.

Legge Regionale 29 dicembre 2003, n.67: *"Ordinamento del sistema regionale della protezione civile e disciplina della relativa attività"*.

**Principali siti web consultati:**

Dipartimento della Protezione Civile: <http://www.protezionecivile.it>

Provincia di Massa Carrara: <http://www.provincia.massa-carrara.it>

Regione Toscana: <http://www.regione.toscana.it>

Servizio Sismico Nazionale: <http://www.serviziosismico.it/>

Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche:  
<http://www.gndci.pg.cnr.it>



# Indice

Introduzione

Capitolo 1

*L'analisi del rischio*

1.1 Le variabili nell'analisi del rischio

1.1.1 Evento

1.1.2 La pericolosità

1.1.3 Gli elementi a rischio: esposizione e vulnerabilità

1.1.4 Il danno potenziale

1.1.5 Il rischio

1.2 Schema metodologico per l'analisi del rischio

1.2.1 Applicazione dello schema metodologico proposto

1.3 Criteri di accettabilità del rischio

1.4 Misure per la riduzione del rischio

1.4.1 L'informazione alla popolazione

1.4.2 Sistemi di monitoraggio ed allarme

1.5 La classificazione dei rischi

Capitolo 2

*I rischi naturali*

2.1 Il rischio sismico

2.1.1 L'evento sismico

La pericolosità sismica

La vulnerabilità sismica

I danni potenziali

2.1.2 Misure per la riduzione del rischio sismico

2.1.3 Storia della classificazione sismica del territorio nazionale: dal Regio Decreto 18 aprile 1909 n. 193 all'Ordinanza del PCM 20 marzo 2003 n. 3274

2.1.4 Criteri per la redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 20 Marzo 2003 n. 3274, Allegato 1

2.2 Il rischio idrogeologico

2.2.1 Il rischio frana

L'evento frana

La pericolosità

La vulnerabilità

2.2.2 Il rischio alluvione

L'evento alluvione

La pericolosità

Vulnerabilità e danni potenziali

- 2.2.4 Misure per la riduzione del rischio idrogeologico
- 2.2.5 Linee di attività a livello nazionale
  - Il Progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane)
  - Il Progetto SCAI (Studio dei Centri Abitati Instabili)
  - Il Progetto VAPI (Valutazione delle Piene)
- 2.2.6 Linee di attività a livello di bacino
  - Le Autorità di Bacino e i Piani di Bacino
  - Il Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e il Piano per l'Assetto idrogeologico (PAI).

## Capitolo 3

### *I rischi antropici*

- 3.1 Il rischio chimico-industriale
  - 3.1.1 La normativa di riferimento
  - 3.1.2 L'evento incidente rilevante: tipologie ed effetto domino
    - La pericolosità
    - La vulnerabilità e i danni potenziali
  - 3.1.3 La classificazione delle industrie a rischio
  - 3.1.4 Documentazioni obbligatorie per i 4 tipi di industrie a rischio
    - La notifica
    - Il Rapporto di sicurezza
    - I piani di emergenza
  - 3.1.5 Metodo speditivo per la valutazione delle zone a rischio
  - 3.1.6 La mappa del rischio industriale in Italia
- 3.2 Il rischio incendi boschivi
  - 3.2.1 L'evento incendi boschivi
    - L'innescò
    - La pericolosità
    - Propagazione e vulnerabilità
  - 3.2.2 La "legge-quadro in materia di incendi boschivi"
    - I Piani regionali di prevenzione, previsione e lotta attiva contro gli incendi boschivi
  - 3.2.3 Misure per la riduzione del rischio incendi boschivi
    - Gli interventi di spegnimento
    - I viali parafuoco
    - Invasi e punti di approvvigionamento idrico

## Capitolo 4

### *I piani di Protezione Civile*

- 4.1 Il Servizio Nazionale della Protezione Civile
  - 4.1.1 Il Dipartimento della Protezione Civile
    - La Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi
    - Il Comitato operativo della Protezione Civile
    - Il Consiglio nazionale della Protezione Civile
    - Strutture operative nazionali del servizio

- 4.2 Il metodo Augustus
- 4.3 Le attività di programmazione e pianificazione
- 4.4 Il Piano di Protezione Civile
  - 4.4.1 Componenti di un piano
    - Parte generale
    - Lineamenti della Pianificazione
    - Modello di intervento
- 4.5 Il ruolo della provincia nella Protezione Civile
- 4.6 Il sistema della Protezione Civile in Toscana

## Capitolo 5

### *La valutazione dei rischi nella provincia di Massa Carrara*

- 5.1 La provincia di Massa Carrara
- 5.2 Il rischio sismico nella provincia di Massa Carrara
  - 5.2.1 Storia della classificazione sismica della Toscana
  - 5.2.2 I comuni sismici nella provincia di Massa Carrara
  - 5.2.3 Terremoti verificatisi nella provincia di Massa Carrara
- 5.3 Il rischio idrogeologico nella provincia di Massa Carrara
  - 5.3.1 Il rischio idrogeologico in Toscana
  - 5.3.2 Eventi idrogeologici nella provincia di Massa Carrara
    - La zona di costa
    - Lunigiana
  - 5.3.3 Misure adottate nella provincia di Massa Carrara per la riduzione del rischio idrogeologico
- 5.4 Il rischio industriale nella provincia di Massa Carrara
  - 5.4.1 Il rischio industriale in Toscana
  - 5.4.2 Gli stabilimenti a rischio nella provincia di Massa Carrara
  - 5.4.3 Il caso Farmoplant
- 5.5 Il rischio incendi boschivi nella provincia di Massa Carrara
  - 5.5.1 La normativa antincendi in Toscana
  - 5.5.2 Il Piano Operativo Antincendi Boschivi della Regione Toscana
  - 5.5.3 Le aree a rischio
  - 5.5.4 I periodi a rischio
  - 5.5.5 I mezzi antincendi boschivi
  - 5.5.6 Piano Operativo Antincendi Boschivi della Provincia di Massa Carrara
  - 5.5.7 Le attività AIB nella provincia di Massa Carrara
    - La Zona di costa
    - La Lunigiana
  - 5.5.8 Mezzi AIB disponibili nella provincia di Massa Carrara

## Capitolo 6

### *Modelli matematici per l'ottimizzazione dell'attività di estinzione di un incendio boschivo*

- 6.1 Il problema della localizzazione ottimale dei depositi dei mezzi antincendio
  - 6.1.1 Esempio di applicazione del Modello

- 6.1.2 Una funzione obiettivo gerarchizzata per la formulazione del Modello di Copertura
- 6.2 Il problema della decisione di *quanti* mezzi inviare inizialmente
  - 6.2.1 Il Modello Markoviano di decisione
- 6.3 Il problema della decisione di *quanti* e *quali* mezzi inviare inizialmente

## Capitolo 7

*Il problema della localizzazione ottimale dei depositi dei mezzi antincendio nella provincia di Massa Carrara*

- 7.1 Verifica dell'efficienza dell'attuale attività di estinzione
  - 7.1.1 Dati di ingresso del Modello
    - Scelta delle localizzazioni potenziali
    - Scelta dei punti a rischio
    - Stima del tempo utile
    - Stima del tempo di risposta
  - 7.1.2 Analisi dei dati di ingresso del Modello
- 7.2 Proposta di una nuova localizzazione dei depositi dei mezzi antincendio
  - 7.2.1 Dati di ingresso del Modello
  - 7.2.2 Analisi dei dati di ingresso del Modello
  - 7.2.3 Soluzioni del Modello
  - 7.2.4 Analisi dei risultati del Modello

Conclusioni

Appendice

Bibliografia