

# PIANO INTEGRATO DI PROTEZIONE CIVILE

*Approfondimento di  
analisi sui rischi naturali  
con riferimento alla  
gestione delle  
infrastrutture per la  
mobilità*

2014



# INDICE

PREMESSA	pag. 3
<b>CAPITOLO 1 - METODOLOGIA</b>	pag. 5
1.1 FINALITÀ E LIMITI	pag. 5
1.2 LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ	pag. 7
1.2.1 Approccio metodologico e fenomeni considerati	pag. 7
1.2.2 Frane	pag. 8
1.2.3 Esondazioni	pag. 10
1.2.4 Processi torrentizi sulla rete idrografica minore e sui conoidi	pag. 11
1.2.5 Valanghe	pag. 14
1.2.6 Terremoti	pag. 16
1.2.7 Incendi di interfaccia urbano - rurale	pag. 17
1.3 LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ	pag. 21
1.3.1 Approccio metodologico	pag. 21
1.3.2 Caratterizzazione dell'infrastruttura	pag. 22
1.3.3 Opere di sistemazione e difesa: censimento	pag. 26
1.3.4 Opere d'arte: censimento	pag. 28
1.4 L'ANALISI DEL RISCHIO E DEL MULTI - RISCHIO	pag. 29
<b>CAPITOLO 2 – INDIVIDUAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITÀ STRATEGICHE</b>	pag. 32
2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITÀ STRATEGICHE IN PROVINCIA DI CUNEO	pag. 32
<b>CAPITOLO 3 – ANALISI SUI RISCHI NATURALI CON RIFERIMENTO ALLA GESTIONE DELLE INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITÀ NELLA PROVINCIA DI CUNEO</b>	pag. 36
3.1 FASI DI LAVORO	pag. 36
3.2 ATTIVITÀ PRELIMINARI	pag. 38
3.2.1 Determinazione dello sviluppo dell'infrastruttura e suddivisione in segmenti	pag. 38
3.2.2 Determinazione dell'area di indagine	pag. 46
3.3 RACCOLTA DATI	pag. 47
3.4 INTEGRAZIONE DELLE BASI DATI	pag. 51
3.5 ORGANIZZAZIONE DELLE BASI DATI E RAPPRESENTAZIONE	pag. 53
3.5.1 Fasi operative	pag. 53
3.5.2 Analisi dei risultati – frane	pag. 53
3.5.3 Analisi dei risultati – esondazioni	pag. 55
3.5.4 Analisi dei risultati – processi torrentizi	pag. 56
3.5.5 Analisi dei risultati – valanghe	pag. 58
3.5.6 Analisi dei risultati – incendi di interfaccia	pag. 58
3.5.7 Analisi dei risultati – terremoti	pag. 60
3.5.8 Analisi dei risultati – elementi esposti	pag. 61
3.6 ANALISI DI RISCHIO	pag. 65
3.6.1 Analisi dei risultati – rischio frane	pag. 65
3.6.2 Analisi dei risultati – rischio esondazioni	pag. 66
3.6.3 Analisi dei risultati – rischio processi torrentizi sulla rete idrografica minore	pag. 67

3.6.4	Analisi dei risultati – rischio processi torrentizi in conoide	pag. 69
3.6.5	Analisi dei risultati – rischio valanghe	pag. 70
3.6.6	Analisi dei risultati – rischio incendi di interfaccia	pag. 71
3.6.7	Analisi dei risultati – rischio terremoti	pag. 72
3.6.8	Analisi dei risultati – multi-rischio	pag. 73

<b>ALLEGATO 1 – MAPPE DI RISCHIO</b>		pag. 77
--------------------------------------	--	---------

## PREMESSA

Nell'ambito di ALCOTRA (Alpi Latine Cooperazione Transfrontaliera) 2007 – 2013, quarto programma di cooperazione transfrontaliera lungo la frontiera continentale tra l'Italia e la Francia, gli Enti territoriali delle Alpi Occidentali hanno collaborato per costituire un polo transfrontaliero sui rischi naturali. E' così nato il progetto strategico RISK NAT che si è posto come elemento centrale di una rete consolidata, con l'obiettivo principale di creare e gestire una piattaforma interregionale di scambio di esperienze, di valorizzazione delle informazioni e di riflessione strategica.

Il partenariato che ha dato vita al progetto e che ne ha realizzato le attività è stato rappresentativo di tutto l'arco delle Alpi Occidentali. Ne hanno fatto parte la Regione Autonoma Valle d'Aosta (quale capofila), la Regione Piemonte, la Provincia di Cuneo, la DREAL Rhone Alpes, la Regione Rhone Alpes, la Provincia di Imperia, la Regione Liguria, la Regione Provence Alpes Cote d'Azur, il Conseil General des Alpes Maritimes, la DREAL PACA, il Conseil General de Savoie, il Conseil General de Haute Savoie, ed il Cantone elvetico del Valais. Alla pluralità riscontrabile nel partenariato ha corrisposto una analoga molteplicità di competenze, esperienze, esigenze e sensibilità territoriali, accomunate dal fine di conseguire la tutela dei cittadini riguardo ai rischi naturali in coerenza con i valori fondativi dell'architettura dell'Unione Europea.

All'interno del progetto strategico RISK NAT la Provincia di Cuneo e la Provincia di Imperia si sono occupate della definizione di criteri e metodologie per la realizzazione di cartografie multi-rischio per la gestione in sicurezza delle infrastrutture per la mobilità, nonché dell'analisi, in riferimento agli scenari di rischio presenti, delle procedure di gestione delle stesse e dell'informazione agli utenti<sup>1</sup>. La finalità del lavoro è stata quella di rendere disponibile uno strumento conoscitivo di supporto alle decisioni dei gestori delle infrastrutture e degli operatori di protezione civile sia nella fase della pianificazione preventiva sia in quella della gestione dell'emergenza.

Sono state prese in considerazione le categorie di rischio maggiormente significative per l'area transfrontaliera (con particolare riferimento, per parte italiana, alle Regioni Piemonte e Liguria e, per parte francese, alla Regione PACA): rischio idrogeologico e idraulico (frane, esondazioni, processi torrentizi sulla rete idrografica minore e processi torrentizi su conoidi), rischio valanghe, rischio sismico (terremoti) e rischio incendi boschivi (incendi di interfaccia urbano – rurale).

Il punto di partenza è rappresentato dalla raccolta ed organizzazione dei dati e delle informazioni relative alla pericolosità territoriale insieme alle caratteristiche dell'infrastruttura e delle opere d'arte e di protezione; questi dati vengono, quindi, integrati e verificati con rilievi e verifiche di terreno mediante l'utilizzo di apposite schede, sulle quali vengono anche registrati i parametri necessari per il successivo calcolo dei livelli di rischio riferiti al singolo segmento stradale, che rappresenta l'elemento di riferimento per questa metodologia. La base di dati così costruita viene organizzata su piattaforma GIS. I parametri significativi relativi alla pericolosità territoriale vengono processati per l'assegnazione dei fenomeni ad una delle classi di pericolosità definite mediante l'applicazione di apposite schede – matrici. Successivamente, tenendo conto dei parametri di vulnerabilità correlati sia all'infrastruttura ed opere d'arte connesse, sia all'efficacia delle opere di protezione, viene calcolato tramite un'equazione, a livello di segmento stradale, il valore di rischio riferito ad ogni categoria presa in considerazione e del multi - rischio (o rischio totale); ogni segmento stradale viene quindi assegnato ad una delle classi di rischio definite.

---

<sup>1</sup> Giraud G., Faletto C., Grosso G. F., Galli M., Spano M., Isoardi P., Pozzani R. (2012) "METODOLOGIE DI ANALISI DEL MULTI-RISCHIO – Le infrastrutture per la mobilità: valutazione e gestione dei rischi naturali"

Successivamente la Provincia di Cuneo ha affidato un incarico per lo svolgimento delle attività di analisi dei rischi naturali con riferimento alla gestione delle infrastrutture per la mobilità<sup>2</sup>, in applicazione della metodologia definita congiuntamente con la Provincia di Imperia. Tali attività hanno riguardato circa 850 km di strade statali e provinciali.

Il presente documento raccoglie la metodologia sviluppata e le risultanze delle analisi e studi effettuati dalle ditte SEA Consulting s.r.l e Polithema S.I. s.r.l.

---

<sup>2</sup> SEA Consulting s.r.l – Polithema S.I. s.r.l. (2012) *“Analisi sui rischi naturali con riferimento alla gestione delle infrastrutture per la mobilità del Progetto Strategico RISKNAT”*

# **CAPITOLO 1 - METODOLOGIA**

## **1.1 FINALITÀ E LIMITI**

Nell'ambito della prevenzione degli eventi calamitosi e della gestione delle emergenze è possibile affermare che le due principali tipologie di elementi territoriali a rischio siano rappresentati dai sistemi urbani e dalle reti infrastrutturali. I primi presentano caratteristiche di elementi areali con dimensioni molto variabili (dalle piccole frazioni alle grandi città e metropoli) che, almeno in Italia, si caratterizzano per una gestione in prevalenza locale, attraverso le competenze attribuite alle figure dei Sindaci, sia per quel che riguarda la disciplina di sviluppo urbano sia per quel che concerne le tematiche di protezione civile. Le seconde, riducendo l'analisi per semplicità alle infrastrutture per la mobilità terrestre, presentano caratteristiche di elementi lineari suddivisibili in gerarchie per quel che concerne i ruoli cui devono assolvere. Tenendo conto della funzione svolta (assicurare la mobilità) tali infrastrutture non possono essere esaminate nel solo contesto locale, soprattutto se si tiene presente il fatto che ogni tratto fa parte di una rete funzionale complessiva.

Pur non potendo ignorare i rapporti di interdipendenza esistenti non solo fra le diverse reti infrastrutturali ma anche fra le stesse ed i sistemi urbani (se prendiamo ad esempio un terremoto che provoca crolli di fabbricati in una data area urbana si potrà avere di conseguenza anche la potenziale interruzione delle strade che la attraversano), le considerazioni sopra riportate hanno una validità concreta e sono alla base del particolare interesse riservato alle infrastrutture per la mobilità e della conseguente necessità di un diretto approfondimento delle conoscenze sui rischi e sulle relazioni esistenti fra gli stessi e la gestione in sicurezza di tali infrastrutture.

È utile in questa sede ricordare la duplice importanza assunta dalle reti per la mobilità: da un lato rappresentano un elemento vulnerabile dall'altro costituiscono la più agevole via di accesso per i soccorsi alle aree colpite da una calamità.

Nell'approccio considerato è necessario tenere conto delle diverse tipologie di soggetti coinvolti e della necessità di un rapporto di scambio e collaborazione fra gli stessi:

- tecnici competenti nell'ambito dell'analisi dei rischi: il loro compito è quello di approfondire le conoscenze sui rischi;
- gestori delle infrastrutture: il loro compito, dovendo essere garantita la funzionalità e la sicurezza dei transiti, è prettamente operativo sia nelle fasi di programmazione e prevenzione (ad esempio attraverso l'esecuzione di opere di protezione) sia in situazioni di emergenza (ad esempio attraverso l'assunzione di provvedimenti di limitazione del traffico);
- strutture di protezione civile: il loro compito è il coordinamento in emergenza del complesso delle azioni poste in essere a tutela dell'integrità della vita, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente e l'attuazione, attraverso le componenti operative, degli interventi di soccorso ed assistenza.

Partendo dal confronto con tali soggetti è stata definita una metodologia di analisi multi-rischio finalizzata ad ottenere una valutazione dell'esposizione delle infrastrutture per la mobilità alle sorgenti di pericolo rappresentabile su supporto cartografico. L'obiettivo è quindi quello di rendere disponibile uno strumento conoscitivo di supporto alle decisioni dei gestori e delle strutture di protezione civile sia nelle fasi di pianificazione / prevenzione, sia nella fase di gestione di stati di crisi; approfondire quindi le conoscenze in materia di rischi per migliorare l'efficacia delle decisioni.

La metodologia, nella costruzione dei relativi prodotti, tiene pertanto conto della volontà di effettuare un'analisi su scala di rete funzionale complessiva ottenendo un livello di dettaglio coerente con le finalità stabilite (l'interesse non è rivolto alla singola opera o al singolo segmento di infrastruttura ma alla rete infrastrutturale per la mobilità). Da questo discende la necessità di una ridotta "complessità" dell'approccio seguito soprattutto in riferimento al numero e caratteristiche dei parametri che è necessario conoscere per la valutazione dell'esposizione delle infrastrutture per la mobilità ai rischi, anche al fine di contenere i costi (sostenibilità economica); contenere la "complessità" risulta poi utile in fase di aggiornamento dei prodotti che in questo caso è particolarmente importante in riferimento agli obiettivi stabiliti (ad esempio la costruzione di nuove opere paravanghe efficaci in un segmento stradale interessato da tali fenomeni può determinare rilevanti variazioni del livello di rischio).

L'utilizzo dello strumento conoscitivo così formato deve prevedere un approccio responsabile da parte dell'utente finale al fine di tenere conto dei limiti intrinseci dello stesso che lo configurano quale sede di informazioni multi-rischio generali disponibili a livello di segmento stradale. Per l'attuazione di azioni specifiche (sia strutturali - ad esempio la progettazione di opere di sistemazione e difesa -, sia gestionali - ad esempio la definizione delle condizioni di esercizio di un ponte non adeguato rispetto ai criteri di compatibilità idraulica -) è necessario avere informazioni peculiari e pertanto non si può prescindere dall'esecuzione di approfondimenti di indagine attuati facendo ricorso a metodologie di analisi differenti.

L'analisi multi-rischio, indispensabile in riferimento alle finalità stabilite, presenta sicuramente elementi di complessità, data la necessità di integrazione e comparazione delle diverse fonti, tuttavia permette di ottenere un prodotto conoscitivo complessivo omogeneo prendendo in considerazione, quale punto di partenza, l'insieme delle fonti di pericolo di interesse per arrivare, quale risultato finale, alla valutazione del rischio associato ad ogni tipologia di pericolosità (da frana, da valanga, ecc...) e totale.

È importante evidenziare che i prodotti derivanti dall'applicazione della metodologia definita possono presentare divergenze rispetto ad altre basi di dati sui rischi o strumenti di pianificazione territoriale, soprattutto per quel che concerne gli aspetti conoscitivi della pericolosità territoriale. Tale evenienza, che potrebbe a prima vista essere giudicata in modo negativo dal potenziale utilizzatore durante il confronto delle varie informazioni disponibili, deve però tenere conto delle differenti finalità (si pensi ad esempio a degli strumenti di pianificazione che comportano norme e vincoli all'uso del suolo anche ai fini urbanistici o a banche dati finalizzate ad ottenere un inventario generale di uno specifico tipo di fenomeno di dissesto o ancora, come nel nostro caso, ad uno strumento conoscitivo di supporto alle decisioni), scale di lavoro, ecc....

Un'ultima riflessione riguarda i possibili sviluppi futuri della metodologia. In primo luogo la stessa potrebbe essere approfondita prendendo in considerazione anche i cosiddetti "rischi tecnologici", tenuto conto dell'importanza che rivestono rispetto alle infrastrutture per la mobilità (si pensi, ad esempio, al rischio trasporto merci pericolose); in prospettiva potrebbero poi essere sovrapposti nelle rappresentazioni cartografiche, o addirittura integrati nello strumento, i dati di previsione e monitoraggio, al fine di ottenere una piattaforma dinamica di informazioni utile soprattutto nella fase di gestione di stati di crisi.

## 1.2 LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

### 1.2.1 Approccio metodologico e fenomeni considerati

In letteratura sono disponibili numerose proposte metodologiche finalizzate alla valutazione della pericolosità territoriale. In questa sede si è cercato di fornire dei criteri tenendo conto di due esigenze: quella di creare uno strumento conoscitivo di supporto alle decisioni e quella di assicurare una certa compatibilità almeno con le basi di dati e gli strumenti di pianificazione territoriale esistenti nelle Regioni Piemonte e Liguria.

Il punto di partenza è stato rappresentato dalla scelta delle fonti di pericolo: sono state prese in considerazione quelle collegate alle categorie di rischio maggiormente significative per l'area transfrontaliera (con particolare riferimento, per parte Italiana, alle Regioni Piemonte e Liguria e, per parte Francese, alla Regione PACA).

CATEGORIA DI RISCHIO	FONTE DI PERICOLO	
Rischio idrogeologico ed idraulico <sup>3</sup>	Frane	
	Esondazioni	
	Processi torrentizi	sulla rete idrografica minore su conoidi
Rischio valanghe	Valanghe	
Rischio sismico	Terremoti	
Rischio incendi boschivi	Incendi di interfaccia urbano - rurale	

Tabella 1.1 – Categorie di rischio e fonti di pericolo considerate

Successivamente si è cercato di individuare per ogni fonte di pericolo alcuni parametri significativi per la valutazione di due dati che è necessario conoscere per la quantificazione della pericolosità: la frequenza (o il suo inverso: il tempo di ritorno) e l'intensità. Tali informazioni sono associate alla perimetrazione di un'area all'interno della quale le stesse sono omogenee e caratteristiche.

Il processamento dei parametri significativi citati avviene mediante l'applicazione di apposite schede-matrici, che permettono l'assegnazione ad una delle 4 classi di pericolosità definite: molto elevata, elevata, media e bassa.

CLASSE	PERICOLOSITÀ
4	Molto elevata
3	Elevata
2	Media
1	Bassa

Tabella 1.2 – Classi di pericolosità

<sup>3</sup> Nella letteratura tecnica e scientifica e nei testi legislativi generalmente si utilizza il termine di rischio idrogeologico. L'APAT, nel manuale "Fenomeni di dissesto geologico-idraulico sui versanti – Classificazione e simbologia" (2006), al suo posto ha scelto di utilizzare la dizione geologico-idraulico, poiché nel campo delle Scienze della Terra il termine idrogeologico implica sempre il coinvolgimento delle acque, sia superficiali sia sotterranee, mentre molti dissesti hanno come agente morfogenetico la gravità.

### 1.2.2 Frane

In riferimento alle finalità dello studio si è scelto di adottare, come base per la valutazione della pericolosità, una carta-inventario delle frane. Tale approccio, pur avendo limiti intrinseci legati alla soggettività che lo caratterizza ed alla disponibilità di informazione per le sole aree già interessate da frane, garantisce un ridotto grado di complessità, utile per quel che concerne l'agile aggiornabilità dei dati ma anche in relazione al dettaglio necessario. Dalla carta-inventario è possibile ottenere informazioni su ubicazione e caratteristiche delle frane; la trasposizione di tali dati in termini di pericolosità territoriale necessita di un'interpretazione critica.

La metodologia prevede 3 fasi:

1. perimetrazione delle frane;
2. definizione delle caratteristiche;
3. applicazione delle schede – matrici.

In primo luogo tutte le frane vengono perimetrare rendendo possibile una visualizzazione delle aree interessate da tali fenomeni. Successivamente vengono definite le caratteristiche di ogni singola frana (comunemente velocità e dimensioni sono i principali parametri attraverso i quali viene stimata l'intensità).

Per quel che concerne la velocità raramente sono disponibili i dati strumentali necessari, tuttavia è possibile mettere in relazione questo parametro con la categoria / tipologia della frana; le velocità tipiche possono essere desunte dalla letteratura tecnico – scientifica<sup>4</sup>: i crolli sono da molto rapidi a estremamente rapidi mentre i ribaltamenti, che possono evolvere in crolli, possono variare da molto lenti ad estremamente rapidi; gli scivolamenti rotazionali e traslativi presentano una estrema variabilità potendo essere da lenti / molto lenti a molto rapidi / estremamente rapidi; i colamenti vengono distinti in lenti (da molto lenti a estremamente lenti) e rapidi (da rapidi a estremamente rapidi); le espansioni laterali sono da molto lente a moderate; infine le DGPV (deformazioni gravitative profonde di versante) sono generalmente da estremamente lente a molto lente.

Volendo giungere ad una suddivisione in classi sono state raggruppate le diverse tipologie di frana in base alle velocità caratteristiche.

CLASSE	TIPOLOGIE DI FRANA	VELOCITÀ CARATTERISTICA
V1	Crolli, ribaltamenti e colamenti rapidi	Rapida
V2	Scivolamenti rotazionali e traslativi	Moderata
V3	Colamenti lenti, espansioni laterali e DGPV	Lenta

Tabella 1.3 – Tipologie di frana in base alle velocità caratteristiche: suddivisione in classi

Passando alle dimensioni della frana è necessario rilevare come sia difficile stimare il volume coinvolto nel movimento in quanto è necessario conoscere la profondità della superficie di rottura; per tale motivo, nella suddivisione in classi, sono stati introdotti quali parametri di riferimento sia il volume, sia l'area .

<sup>4</sup> Highland L.M., Bobrowsky P., 2008. *The landslide handbook - A guide to understanding landslides*. Reston, Virginia, U.S. Geological Survey, Circular 1325.

APAT – Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, 2006. *Fenomeni di dissesto geologico-draulico sui versanti – Classificazione e simbologia*. Manuali e Linee Guida, 39/2006.

CLASSE	VOLUME (M <sup>3</sup> )	AREA (M <sup>2</sup> )	DIMENSIONE
D1	> 2500000	> 250000	Molto grande
D2	250000 - 2500000	50000 - 250000	Grande
D3	10000 - 250000	5000 - 50000	Media
D4	500 - 10000	500 - 5000	Piccola
D5	< 500	< 500	Molto piccola

Tabella 1.4 – Dimensioni delle frane: suddivisione in classi

L'ultima caratteristica considerata è lo stato di attività<sup>5</sup>.

CLASSE	STATO DI ATTIVITÀ
S1	Attivo / riattivato / sospeso
S2	Quiescente
S3	Stabilizzato

Tabella 1.5 – Stato di attività delle frane: suddivisione in classi

Infine i parametri significativi vengono processati utilizzando, a seconda dello stato di attività, una delle tre differenti schede – matrici proposte; è quindi possibile ottenere l'assegnazione ad una delle 4 classi di pericolosità definite.

S1		DIMENSIONE				
		D1	D2	D3	D4	D5
TIPO FRANA	V1	4	4	4	4	3
	V2	4	4	3	3	2
	V3	2	2	1	1	1

S2		DIMENSIONE				
		D1	D2	D3	D4	D5
TIPO FRANA	V1	4	4	3	3	2
	V2	3	3	2	2	1
	V3	2	1	1	1	1

S3		DIMENSIONE				
		D1	D2	D3	D4	D5
TIPO FRANA	V1	1	1	1	1	1
	V2	1	1	1	1	1
	V3	1	1	1	1	1

Figura 1.1 – Valutazione della pericolosità per le frane (stato di attività S1: attivo / riattivato / sospeso; stato di attività S2: quiescente; stato di attività S3: stabilizzato)

<sup>5</sup> Giglia A, Paro L, Damasco M., 2001. IFFI - Determinazione dello stato di attività dei fenomeni gravitativi. ARPA Piemonte.

### 1.2.3 Esondazioni

Volendo tener conto delle metodologie e dei dati sviluppati in Italia in riferimento ai Piani di Bacino (Legge 183/ 1989 - "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"), si è scelto di prendere in considerazione, per la delimitazione delle fasce di inondabilità, i tempi di ritorno delle piene e l'energia della corrente.

La metodologia prevede 2 fasi:

1. delimitazione delle fasce di inondabilità riferite a piene con differenti tempi di ritorno ed a differenti livelli di energia della corrente<sup>6</sup>;
2. applicazione della scheda – matrice.

Le fasce di inondabilità vengono delimitate prendendo in considerazione, per quel che concerne i tempi di ritorno delle piene, due tipologie di dati, di seguito elencati in ordine di priorità:

- studi idraulici disponibili (non è stata prevista l'esecuzione di nuove analisi);
- analisi morfologica e dati storici: le aree potenzialmente soggette ad inondazione vengono individuate, e differenziate in classi di ricorrenza relative, in base alla posizione plano-altimetrica rispetto al corso d'acqua ed alla presenza di forme fluviali tenendo conto dei dati storici disponibili.

Sulla base di tali dati viene applicata una suddivisione in classi relative ai tempi di ritorno / ricorrenza della piena.

CLASSE	TEMPO DI RITORNO	RICORRENZA
T1	Tr = 20 / 50 anni	Ricorrente
T2	Tr = 200 anni	Eccezionale
T3	Tr = 500 anni	Catastrofica

*Tabella 1.6 – Tempi di ritorno (studi idraulici) / ricorrenza (analisi morfologica e dati storici) delle piene: suddivisione in classi.*

In riferimento all'energia della corrente viene operata una suddivisione in due livelli: alta e bassa energia.

CLASSE	ENERGIA CORRENTE	FENOMENI
E1	Alta energia	Deflusso con elevata velocità della corrente / riattivazione forme fluviali
E2	Bassa energia	Inondazioni / allagamenti

*Tabella 1.7 – Energia della corrente: suddivisione in classi.*

<sup>6</sup> La delimitazione delle fasce di inondabilità presuppone l'approccio con geometrie solitamente caratterizzate da un'estensione spaziale notevole nella direzione del corso d'acqua (nel caso del Fiume Po, ad esempio, le stesse possono avere uno sviluppo di alcune centinaia di chilometri). Tenuto conto delle finalità di questo lavoro le fasce di inondabilità vengono pertanto suddivise in settori di limitata estensione contraddistinti da omogeneità in relazione sia alle caratteristiche del corso d'acqua, sia agli effetti sulle infrastrutture per la mobilità (con riferimento alla tipologia di effetto - ad esempio: erosione spondale con danni all'infrastruttura; innalzamento del livello idrometrico e conseguente superamento da parte delle acque del livello dell'impalcato di un ponte; ecc...- oppure alla replica in punti differenti e non contigui della stessa tipologia di effetto - ad esempio: allagamento dell'infrastruttura al Km 12+500 ed al Km 16+000 -)

Successivamente alla delimitazione delle aree inondabili è possibile ottenere l'assegnazione delle stesse ad una delle 4 classi di pericolosità definite processando i dati relativi a tempi di ritorno / ricorrenza della piena ed energia della corrente attraverso la scheda – matrice proposta.

		TR / RICORRENZA		
		T1	T2	T3
ENERGIA CORRENTE	E1	4	3	2
	E2	3	2	1

Figura 1.2 – Valutazione della pericolosità per le esondazioni.

#### 1.2.4 Processi torrentizi sulla rete idrografica minore e sui conoidi

Si è scelto di prendere in considerazione, come base per la valutazione qualitativa della pericolosità, alcuni parametri significativi in riferimento alla stima dell'intensità e i dati relativi alla frequenza di accadimento.

La valutazione viene condotta separatamente per l'asta torrentizia e per il conoide in quanto hanno significato differente per le finalità dello studio: la prima è rappresentabile come elemento lineare con intersezione puntuale rispetto all'infrastruttura (solitamente sono presenti opere di attraversamento non adeguate) dove si ha il transito con velocità elevata della miscela solido-liquida; il secondo si presenta come elemento areale all'interno del quale tipicamente si arresta la propagazione di detta miscela con il potenziale coinvolgimento di un tratto più o meno lungo delle infrastrutture presenti da parte del materiale depositato.

La metodologia prevede 5 fasi:

1. delimitazione del bacino di alimentazione, dell'asta torrentizia e del conoide;
2. valutazione dei parametri significativi relativi al bacino di alimentazione e all'asta torrentizia;
3. applicazione della scheda – matrice per l'asta torrentizia;
4. valutazione dei parametri significativi relativi al conoide;
5. applicazione della scheda – matrice per il conoide.

In primo luogo si procede quindi alla delimitazione del bacino di alimentazione, che rappresenta il settore di territorio da prendere in considerazione sia per gli apporti liquidi (piogge), sia per quelli solidi (materiali mobilizzabili), dell'asta torrentizia dove avviene il trasporto e, a valle, del conoide (apparato deposizionale).

Successivamente vengono valutati i parametri significativi relativi al bacino di alimentazione e all'asta torrentizia. Comunemente, nella letteratura tecnico-scientifica<sup>7</sup> l'intensità del processo torrentizio

<sup>7</sup> ARPA Piemonte, 2002. *Pericolosità geologica in conoide: ricerca bibliografica e analisi critica*. Quaderno n. 18 della Collana informativa tecnico-scientifica edita dal Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche di ARPA Piemonte. AA.VV., 2005. *Linee Guida*. Programma INTERREG IIIB Spazio Alpino, Progetto CatchRisk: Mitigation of Hydrogeological risk in alpine catchments. Arpa Piemonte.

è messa in relazione con la quantità di materiale detritico mobilizzabile durante l'evento. I fattori presi in considerazione come base di valutazione sono:

- quantità di materiale detritico mobilizzabile in alveo e sulle sponde dell'asta torrentizia;
- presenza di frane nel bacino di alimentazione;
- copertura forestale nel bacino di alimentazione;
- quantità delle coltri di copertura mobilizzabili (falde detritiche, depositi glaciali, ecc...) nel bacino di alimentazione.

La capacità di trasporto solido, che condiziona la mobilizzazione del materiale detritico, è invece rapportata con la pendenza media dell'asta torrentizia nel tratto intravallivo, nel caso di variazioni significative (soglie glaciali, laghi o dighe, ecc...) viene considerata la sola parte terminale.

Per addivenire alla stima della quantità di materiale detritico mobilizzabile, ai quattro fattori presi in considerazione sono stati assegnati dei punteggi differenti in base al grado di importanza (maggiori per quelli relativi ai volumi di materiale che possono essere mobilizzati direttamente in alveo); analogo punteggio è stato attribuito alla pendenza media dell'asta torrentizia nel tratto intravallivo.

QUANTITÀ DI MATERIALE DETRITICO MOBILIZZABILE IN ALVEO E SULLE SPONDE DELL'ASTA TORRENTIZIA	PUNTEGGIO
Elevata: abbondante materiale detritico a granulometria molto grossolana	9
Media: disponibilità da buona a di-screta di materiale anche a granulometria grossolana (ciottoli e blocchi)	6
Bassa: limitato materiale a granulometria prevalentemente non grossolana	3

PRESENZA DI FRANE NEL BACINO DI ALIMENTAZIONE	PUNTEGGIO
Frane numerose / estese interagenti con il reticolo idrografico	6
Frane numerose / estese non interagenti con il reticolo idrografico	4
Presenza limitata / assenza di frane	2

COPERTURA FORESTALE NEL BACINO DI ALIMENTAZIONE	PUNTEGGIO
Bassa: 0 – 20 %	3
Media: 21 – 60 %	2
Elevata: 61 – 100 %	1

QUANTITÀ DELLE COLTRI DI COPERTURA MOBILIZZABILI NEL BACINO DI ALIMENTAZIONE	PUNTEGGIO
Elevata: estese coltri di copertura mobilizzabili	3
Media: presenza localizzata di coltri di copertura mobilizzabili	2
Bassa: presenza molto modesta o assenza di coltri di copertura mobilizzabili	1

PENDENZA MEDIA DELL'ASTA TORRENTIZIA NEL TRATTO INTRAVALLIVO	PUNTEGGIO
Elevata: > 25 %	9
Media: 25 % - 10%	6
Bassa: < 10%	3

Tabella 1.8 – Fattori presi in considerazione per la determinazione della quantità di materiale detritico mobilizzabile e della capacità di trasporto solido: punteggi attribuiti.

I punteggi attribuiti ai vari fattori vengono quindi sommati algebricamente; il punteggio totale ottenuto consente l'assegnazione, per ogni asta torrentizia, ad una classe concernente la stima della quantità di materiale detritico potenzialmente mobilizzabile.

CLASSE	QUANTITÀ DI MATERIALE DETRITICO MOBILIZZABILE	PUNTEGGIO
M 1	Elevata	22 – 30
M 2	Media	15 – 21
M 3	Bassa	10 – 14

*Tabella 1.9 – Quantità di materiale detritico potenzialmente mobilizzabile nel corso dei processi torrentizi: suddivisione in classi in base ai punteggi attribuiti ai fattori presi in considerazione.*

Per il parametro di frequenza (numero di eventi registrati in un dato intervallo di tempo) è necessario tenere in debito conto la ricorrenza marcatamente irregolare di questi fenomeni: la data dell'ultima riattivazione non può essere assunta come unico parametro discriminante mentre è fondamentale ricercare tutte le informazioni disponibili sull'attività torrentizia passata. Sulla base di tali informazioni viene applicata una suddivisione in classi di ricorrenza.

CLASSE	RICORRENZA DEL FENOMENO
R 1	Periodico: > 5 eventi / 100 anni
R 2	Sporadico: 2 - 5 eventi / 100 anni
R 3	Storico: < 2 eventi / 100 anni
R 4	Nessuna registrazione

*Tabella 1.10 – Ricorrenza dei processi torrentizi: suddivisione in classi.*

Per le aste torrentizie è possibile a questo punto ottenere l'assegnazione ad una delle 4 classi di pericolosità definite processando i dati relativi alla quantità di materiale detritico potenzialmente mobilizzabile e alla ricorrenza del fenomeno attraverso la scheda – matrice proposta.

		RICORRENZA FENOMENO			
		R1	R2	R3	R4
QUANTITÀ DI MATERIALE DETRITICO MOBILIZZABILE	M1	4	4	3	2
	M2	4	3	2	1
	M3	3	2	1	1

*Figura 1.3 – Valutazione della pericolosità per i processi torrentizi sulla rete idrografica minore.*

Passando alla valutazione della propensione al deposito in conoide la stessa viene messa in relazione con le condizioni di deflusso nel canale principale.

CLASSE	CONDIZIONI DI DEFLUSSO
C 1	Deflusso ostacolato in canale pensile / poco inciso
C 2	Deflusso relativamente agevole in canale moderatamente inciso o oggetto di interventi di regimazione efficaci
C 3	Condizioni favorevoli al deflusso in canale marcatamente inciso

Tabella 1.11 – Condizioni di deflusso nel canale principale dei conoidi: suddivisione in classi.

Per i conoidi l'assegnazione ad una delle 4 classi di pericolosità definite avviene processando i dati relativi alla pericolosità riferita ai processi torrentizi sulla rete idrografica minore (aste torrentizie) e alle condizioni di deflusso nel canale principale del conoide attraverso la scheda – matrice proposta.

		PERICOLOSITÀ RIFERITA AI PROCESSI TORRENTIZI RETE IDROGRAFICA MINORE			
		4	3	2	1
CONDIZIONI DI DEFLUSSO	C1	4	4	3	2
	C2	4	3	2	1
	C3	3	2	1	1

Figura 1.4 – Valutazione della pericolosità per i processi torrentizi sui conoidi.

### 1.2.5 Valanghe

Vista l'estensione spaziale dell'area di indagine (le infrastrutture attraversano per lunghi tratti le vallate alpine interessate da questi fenomeni), si è scelto di prendere in considerazione, come base per la valutazione qualitativa della pericolosità la delimitazione dei siti valanghivi, l'estensione areale degli stessi e i dati relativi alla frequenza di accadimento.

La metodologia prevede quindi 3 fasi:

1. perimetrazione dei siti valanghivi;
2. definizione delle caratteristiche: dimensioni e frequenza di accadimento;
3. applicazione delle schede – matrici.

In primo luogo (tenuto conto che il dato relativo agli eventi valanghivi verificatisi nel passato ed opportunamente documentati è da considerarsi la fonte di informazione di riferimento da utilizzarsi nei processi di pianificazione dell'uso del territorio<sup>8</sup>) vengono perimetrati i siti valanghivi nell'estensione massima nota (ricostruita facendo riferimento sia alle fonti storiche sia mediante fotointerpretazione) non

<sup>8</sup> Barbolini M., Natale L., Tecilla G., Cordola M., 2005. *Linee guida metodologiche per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo di valanghe*. Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia, AINEVA.

tenendo conto dell'effetto delle opere di difesa esistenti e delle variazioni dello stato della vegetazione dall'evento massimo al quale si è potuto risalire.

Successivamente vengono definite le caratteristiche relative ad ogni singolo sito valanghivo: dimensioni (estensione areale) e frequenza di accadimento.

L'estensione areale viene correlata all'intensità anche se più correttamente dovrebbe essere presa in considerazione la pressione (forza per unità di superficie esercitata dalla valanga su di un ostacolo piatto, di grandi dimensioni disposto perpendicolarmente rispetto alla traiettoria di avanzamento della massa nevosa - Barbolini e altri 2005) che tuttavia richiede l'applicazione di specifici modelli. In riferimento alle dimensioni si è operata la una suddivisione in classi.

CLASSE	AREA (m <sup>2</sup> )	DIMENSIONE
D1	> 50000	Grande
D2	10000 - 50000	Media
D3	< 10000	Piccola

Tabella 1.12 – Estensione areale dei siti valanghivi: suddivisione in classi.

Passando al parametro di frequenza (o meglio al suo inverso: il tempo di ritorno) viene applicata una suddivisione in classi di ricorrenza riferite al raggiungimento delle infrastrutture per la mobilità da parte dei fenomeni valanghivi.

CLASSE	RICORRENZA (TEMPO DI RITORNO) DEL FENOMENO
R1	Annuale ( $Tr \leq 1$ anno)
R2	Periodico ( $1 < Tr \leq 5$ anni)
R3	Eccezionale ( $5 < Tr \leq 50$ anni)
R4	Storico ( $Tr > 50$ anni)

Tabella 1.13 – Ricorrenza dei fenomeni valanghivi: suddivisione in classi.

Infine i parametri significativi vengono processati utilizzando la scheda – matrice proposta; è quindi possibile ottenere l'assegnazione ad una delle 4 classi di pericolosità definite.

		RICORRENZA FENOMENO			
		R1	R2	R3	R4
ESTENSIONE AREALE SITO	D1	4	4	3	2
	D2	4	3	2	1
	D3	3	2	1	1

Figura 1.5 – Valutazione della pericolosità per le valanghe.

## 1.2.6 Terremoti

Per la valutazione della pericolosità sismica si è scelto di prendere in considerazione la classificazione sismica su base comunale (in riferimento all'accelerazione massima al suolo -  $a_g$ ) e gli effetti di sito nei termini riportati dai criteri per la microzonazione sismica proposti dal Gruppo di lavoro MS<sup>9</sup> (carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica).

La metodologia prevede 2 fasi:

1. definizione dei parametri significativi: accelerazione massima al suolo ( $a_g$ ) ed effetti di sito;
2. applicazione della scheda – matrice.

In primo luogo si specifica che, tenuto conto dell'estensione lineare delle infrastrutture per la mobilità, delle peculiarità dei terremoti e del fatto che il calcolo dei livelli di rischio viene effettuato in riferimento al singolo segmento stradale (elemento di riferimento per questa metodologia), i parametri significativi vengono valutati a livello di segmento stradale.

In riferimento alla posizione spaziale di detti segmenti gli stessi verranno assegnati ad una zona sismica (per quel che concerne l'accelerazione massima al suolo -  $a_g$ ) corrispondente a quella del/i comune/i che attraversano; nel caso in cui vengano attraversati più comuni e gli stessi siano classificati in zone sismiche differenti viene presa in considerazione la zona caratterizzata dai valori più elevati di  $a_g$ .

Passando agli effetti di sito vengono raccolti i dati di base per gli studi di MS o presi in considerazione gli studi stessi ove disponibili. Tenuto conto di queste informazioni viene utilizzata la seguente suddivisione in classi:

CLASSE	DESCRIZIONE
E1	Segmenti stradali collocati in zone stabili. Zone dove è affiorante o subaffiorante (copertura < 3 m) il substrato geologico (velocità delle onde S $V_s \geq 800$ m/s) con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a circa 15°)
E2	Segmenti stradali collocati in zone stabili suscettibili di amplificazioni locali. Zone dove sono presenti terreni alluvionali o di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde S ( $V_s < 800$ m/s) (con spessori compresi fra 3 m e 20 m) o zone interessate da: – amplificazione per effetti topografici e morfologici: pendii con inclinazione > 15° e dislivello superiore a circa 30 m; bordi di terrazzo o zone di ciglio ( $H > 10$ m); creste rocciose sottili (larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media > 30°) – amplificazione per effetti litologici: valli fluviali, conoidi, falde di detrito, ammassi rocciosi molto fratturati – amplificazione per morfologie sepolte: substrato roccioso con morfologia sepolta molto accidentata (ad esempio la presenza di paleovalvei)
E3	Segmenti stradali collocati in zone suscettibili di instabilità. Zone potenzialmente interessate da quattro categorie di effetti deformativi: instabilità di versante (aree interessate da frane), liquefazione (aree con depositi sabbiosi sciolti e saturi e con superficie della falda freatica e delle eventuali falde in pressione < 15 m), faglia attiva e capace, cedimenti differenziali (aree di contatto stratigrafico o tettonico di litotipo con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse)

Tabella 1.14 – Effetti di sito: suddivisione in classi.

<sup>9</sup>Gruppo di lavoro MS, 2008. *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.

Infine i due parametri significativi vengono processati utilizzando la scheda – matrice proposta; è quindi possibile ottenere l’assegnazione del segmento stradale ad una delle 4 classi di pericolosità definite.

		ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO ( $A_g$ )			
		Z1	Z2	Z3	Z4
EFFETTI DI SITO	E3	4	4	3	2
	E2	4	3	2	1
	E1	3	2	1	1

Figura 1.6 – Valutazione della pericolosità per i terremoti.

### 1.2.7 Incendi di interfaccia urbano - rurale

La normativa italiana (Legge n. 353 del 21 novembre 2000) definisce l’incendio boschivo come “un fuoco con suscettività 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”.

In ambito di protezione civile importanza specifica assumono gli incendi di interfaccia urbano - rurale. Per interfaccia urbano - rurale si definiscono quelle zone, aree o fasce, nelle quali l’interconnessione tra strutture antropiche e aree naturali è molto stretta; sono cioè quei luoghi geografici dove il sistema urbano e quello rurale si incontrano ed interagiscono. Ma quando si parla di interfaccia urbano-rurale non si deve pensare esclusivamente alla situazione di fuochi che si avvicinano alle case. Le aree di interfaccia sono infatti definite come “linee, superfici o zone dove costruzioni o altre strutture create dall’uomo si incontrano e si compenetrano con aree naturali o vegetazione combustibile”. In sede di pianificazione dell’emergenza si deve quindi pensare non solo alle case ed ai centri abitati ma estendere l’analisi alle zone industriali, alle principali vie di comunicazione la cui gestione, in caso di importanti incendi, può risultare particolarmente problematica anche in considerazione della concomitanza del problema incendi boschivi con giornate di grande traffico legate agli esodi estivi.

In questo lavoro si è scelto di mutuare l’approccio speditivo già utilizzato dall’Amministrazione Provinciale di Imperia e rielaborato dalla Regione Liguria e dal Dipartimento della Protezione Civile<sup>10</sup> con gli opportuni adattamenti al contesto preso in considerazione.

La metodologia prevede 3 fasi:

1. delimitazione di una fascia di contorno alle infrastrutture per la mobilità di larghezza pari a 200 m e successiva perimetrazione all’interno della stessa di sotto-aree omogenee in riferimento a presenza e diverso tipo di vegetazione;

<sup>10</sup>Capo del Dipartimento della Protezione Civile (commissario delegato ai sensi dell’OPCM 28 agosto 2007 n. 3006), 2007. *Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile.*

2. valutazione dei parametri significativi relativi alla suscettività allo sviluppo di incendi ed alla posizione e tipo di contatto dell'infrastruttura;
3. applicazione delle schede – matrici.

In primo luogo si procede quindi alla delimitazione di una fascia di contorno alle infrastrutture per la mobilità di larghezza pari a 200 m; all'interno di tale fascia vengono perimetrare le sotto-aree sulla base della presenza e tipo di vegetazione in riferimento alle seguenti tipologie:

- coltivi e pascoli;
- coltivi e pascoli abbandonati;
- boschi di latifoglie e conifere;
- boschi di latifoglie e conifere xerofile (degli ambienti asciutti e caldi).

Successivamente vengono valutati i parametri significativi relativi alla “propensione all'incendio” delle sotto-aree perimetrare prendendo in considerazione i seguenti fattori (vegetazionali, morfologici e di incendio):

- tipo di vegetazione;
- densità della vegetazione legnosa;
- esposizione;
- pendenza;
- incendi pregressi;
- classificazione del piano AIB (le classi possono essere differenti da regione a regione).

Per giungere alla valutazione della “propensione all'incendio” ad ogni fattore sono stati assegnati dei punteggi differenti in base all'incidenza che ognuno di questi ha sulla dinamica dell'incendio.

TIPO DI VEGETAZIONE	PUNTEGGIO
Coltivi e pascoli	0
Coltivi e pascoli abbandonati	2
Boschi di latifoglie e conifere	3
Boschi di latifoglie e conifere xerofile	4

DENSITÀ DELLA VEGETAZIONE LEGNOSA	PUNTEGGIO
Assente	0
Rada	2
Colma	4

ESPOSIZIONE	PUNTEGGIO
Nord / Nord-Est / Nord-Ovest (315° - 45°)	0
Est / Sud-Est (45°-135°); Ovest / Sud-Ovest (225°-315°)	1
Sud (135°-225°)	2

PENDENZA	PUNTEGGIO
Bassa (0° - 10°)	0
Moderata (10° - 30°) o terrazzamento	1
Accentuata (>30°)	2

INCENDI PREGRESSI	PUNTEGGIO
Assenza di incendi	0
50 m < evento < 200 m	4
evento < 50 m	8

CLASSIFICAZIONE DEL PIANO AIB	PUNTEGGIO
Rischio basso	0
Rischio medio	2
Rischio alto	4

*Tabella 1.15 – Fattori (vegetazionali, morfologici e di incendio) presi in considerazione per la valutazione della “propensione all’incendio” : punteggi attribuiti.*

I punteggi attribuiti ai vari fattori vengono quindi sommati algebricamente; il punteggio totale ottenuto consente l’assegnazione, per ogni sotto-area, ad una classe concernente la valutazione della “propensione all’incendio”.

CLASSE	PROPENSIONE ALL’INCENDIO	PUNTEGGIO
P 1	Elevata	≥19
P 2	Media	11 – 18
P 3	Bassa	≤ 10

*Tabella 1.16 – “Propensione all’incendio”: suddivisione in classi in base ai punteggi attribuiti ai fattori presi in considerazione.*

Passando ai parametri di posizione e tipo di contatto dell’infrastruttura con la vegetazione è necessario rimarcare come gli stessi influiscano in maniera importante sulla pericolosità dell’incendio di interfaccia urbano – rurale; viene applicata una suddivisione in classi per entrambe i parametri.

CLASSE	TIPO DI CONTATTO	DESCRIZIONE
C1	Continuo	La vegetazione della sotto-area è in contatto senza soluzione di continuità con l’infrastruttura
C2	Discontinuo o limitato	La vegetazione della sotto-area è in contatto parziale con l’infrastruttura
C3	Nessun contatto	La vegetazione della sotto-area, pur trovandosi all’interno della fascia di contorno di 200 m, non è in contatto con l’infrastruttura

CLASSE	POSIZIONE	DESCRIZIONE POSIZIONE DELL’INFRASTRUTTURA PER LA MOBILITÀ
P1	Cresta	Lungo un crinale
P2	Versante passaggio ripetuto	Con andamento tortuoso (presenza di tornanti) su di un versante
P3	Versante passaggio singolo	A mezzacosta su di un versante
P4	Fondovalle	In prossimità del fondovalle
P5	Aree pianeggianti	In aree pianeggianti

*Tabella 1.17 – Parametri di posizione e tipo di contatto dell’infrastruttura con la vegetazione: suddivisione in classi.*

Infine i parametri significativi vengono processati utilizzando, a seconda della propensione all'incendio, una delle tre differenti schede – matrici proposte; è quindi possibile ottenere l'assegnazione ad una delle 4 classi di pericolosità definite.

P1		POSIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA				
		P1	P2	P3	P4	P5
TIPO CONTATTO	C1	4	4	4	3	3
	C2	4	4	4	3	2
	C3	3	3	3	2	2

Figura 1.7 – Valutazione della pericolosità per incendi di interfaccia urbano – rurale (propensione all'incendio: elevata)

P2		POSIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA				
		P1	P2	P3	P4	P5
TIPO CONTATTO	C1	3	3	2	2	2
	C2	3	3	2	1	1
	C3	2	2	1	1	1

Figura 1.8 – Valutazione della pericolosità per incendi di interfaccia urbano – rurale (propensione all'incendio: media)

		POSIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA				
		P1	P2	P3	P4	P5
TIPO CONTATTO	C1	2	2	1	1	1
	C2	2	2	1	1	1
	C3	1	1	1	1	1

Figura 1.9 – Valutazione della pericolosità per incendi di interfaccia urbano – rurale (propensione all'incendio: bassa)

## 1.3 LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ

### 1.3.1 Approccio metodologico

Metodi per l'analisi di vulnerabilità delle infrastrutture per la mobilità sono stati sviluppati con prevalente riferimento agli eventi sismici e focalizzando l'attenzione sulla vulnerabilità fisica degli elementi esposti. Tuttavia, a partire dalla fine gli anni novanta del secolo scorso, si è assistito ad un progressivo ampliamento del campo di attenzione sia in relazione alla tipologia di eventi calamitosi presi in esame, sia in riferimento agli aspetti di vulnerabilità considerati<sup>11</sup>.

Come detto in precedenza il concetto di vulnerabilità è caratterizzato da una notevole complessità; la Regione Piemonte, nell'ambito delle attività legate al Programma regionale di previsione e prevenzione dei rischi, ha sviluppato una metodologia di analisi su scala regionale<sup>12</sup> nel quale la vulnerabilità complessiva viene rapportata ai seguenti aspetti:

- livello di esposizione - numero degli elementi esposti nell'area colpita;
- suscettibilità - propensione degli elementi del territorio a subire un certo danno o in altre parole la capacità intrinseca del territorio di proteggere i bersagli dalle conseguenze;
- capacità di far fronte - capacità del territorio di far fronte all'emergenza (comprende sia la capacità di far fronte organizzata - protezione civile - sia quella non organizzata - interventi autonomi dei cittadini -);
- capacità di ripristino - capacità del territorio di ripristinare le condizioni iniziali a seguito di una perturbazione causata da un evento dannoso.

Anche nell'ambito specifico delle infrastrutture per la mobilità è necessario tenere conto di aspetti differenti; in riferimento all'importanza che le stesse assumono nei sistemi socio-economici moderni non è possibile prendere in considerazione i soli impatti diretti (sia in riferimento all'infrastruttura ed alle opere d'arte connesse, sia in riferimento alla componente antropica che la utilizza) ma è necessario rapportarsi anche con gli impatti indiretti derivanti dall'interruzione dell'infrastruttura: perdite socio - economiche che possono derivare alle attività produttive, commerciali e di scambio merci oppure perdite in termini di servizi essenziali che possono derivare alle popolazioni isolate e costi derivanti / ritardi in operazioni di soccorso e disfunzioni nella gestione dell'emergenza.

Proprio in riferimento all'aspetto legato agli impatti indiretti è necessario poi tenere conto del fatto che ogni tratto fa parte di una rete funzionale complessiva; sotto questo punto di vista assume particolare rilievo da un lato l'analisi dei percorsi alternativi e dall'altro le considerazioni sugli effetti a cascata che possono essere prodotti anche da una singola interruzione.

La capacità di far fronte e di ripristino comporta poi considerazioni di ancora più ampio respiro, in quanto coinvolge aspetti legati, ad esempio, all'organizzazione degli Enti gestori, all'efficienza del Sistema di protezione civile, ecc...

Tenuto conto delle finalità dello studio, in questa sede si è scelto di prendere in considerazione, in generale, l'impatto dovuto al verificarsi dei fenomeni afferenti alle diverse categorie di rischio sulle infrastrutture per la mobilità in termini di perdita di funzionalità.

---

<sup>11</sup>Galderisi A, Ceudech A., 2009. *Reti per la mobilità e sicurezza*. TeMA - Trimestrale del Laboratorio Territorio Mobilità e Ambiente, Vol. 2, No. 2, giugno 2009, pag. 25-38.

<sup>12</sup>Commissione Europea - Direzione Generale CCR – IPSC, 2006. *Metodologia per l'analisi di vulnerabilità territoriale su scala regionale*. Accordo quadro CCR – Regione Piemonte del 12.01.2002 n. 21469-2003-12 T3ED ISP IT; Il Studio: Redazione di carte tematiche di vulnerabilità e rischio.

La vulnerabilità, ovvero il “grado di perdita” di funzionalità, viene rapportata da un lato all’efficacia delle opere di sistemazione / difesa ( $V_1$ ), dall’altro alla vulnerabilità dell’infrastruttura e delle opere d’arte connesse ( $V_2$ ) ed espressa mediante l’assegnazione ad una delle classi definite.

CLASSE	EFFICACIA DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE / DIFESA
$V_1 a$	Efficaci: sono presenti opere in grado di garantire la totale protezione dell’infrastruttura dalla fonte di pericolo
$V_1 b$	Parzialmente efficaci: sono presenti opere in grado di garantire (per dimensionamento, stato di conservazione, ecc...) una protezione solo parziale dell’infrastruttura dalla fonte di pericolo
$V_1 c$	Non efficaci / assenti: non sono presenti opere oppure sono presenti opere non in grado di garantire (per dimensionamento, stato di conservazione, ecc...) la protezione dell’infrastruttura dalla fonte di pericolo

*Tabella 1.18 – Efficacia delle opere di sistemazione / difesa: suddivisione in classi*

CLASSE	VULNERABILITÀ DELL’INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE D’ARTE CONNESSE
$V_2 a$	Non vulnerabili: le caratteristiche del corpo dell’infrastruttura e delle opere d’arte connesse rendono gli stessi non vulnerabili nei confronti di una determinata fonte di pericolo
$V_2 b$	Parzialmente vulnerabili: le caratteristiche del corpo dell’infrastruttura e delle opere d’arte connesse rendono gli stessi parzialmente vulnerabili nei confronti di una determinata fonte di pericolo
$V_2 c$	Totalmente vulnerabili: le caratteristiche del corpo dell’infrastruttura e delle opere d’arte connesse rendono gli stessi totalmente vulnerabili nei confronti di una determinata fonte di pericolo

*Tabella 1.19 – Vulnerabilità dell’infrastruttura e delle opere d’arte connesse: suddivisione in classi*

L’assegnazione avviene mediante una valutazione qualitativa e complessiva di  $V_1$  e di  $V_2$  in riferimento ad ogni singolo fenomeno che interagisce in modo conclamato o potenziale con l’infrastruttura.

A tal fine viene effettuato un censimento propedeutico sia delle opere di sistemazione / difesa, sia delle opere d’arte attraverso delle apposite schede.

### **1.3.2 Caratterizzazione dell’infrastruttura**

Le infrastrutture per la mobilità costituiscono l’elemento di riferimento del presente studio, la cui finalità è proprio la definizione dei livelli di rischio per ogni singolo segmento dell’infrastruttura stessa.

Nel caso delle strade, in questa sede si definisce segmento “un segmento di viabilità che unisce due elementi o nodi viari che interrompono la continuità dell’infrastruttura in riferimento agli aspetti gestionali e di protezione civile”. Tali elementi possono essere gli incroci con strade primarie e secondarie, borghi o elementi strategici (edifici pubblici o aperti al pubblico nei quali siano presenti comunità di dimensioni significative o suscettibili di grande affollamento; grandi impianti industriali o produttivi; principali strutture connesse al funzionamento di servizi essenziali o alle attività di protezione civile).

Ai fini della caratterizzazione dei singoli segmenti, particolare importanza assume il “valore” (E) assegnato agli stessi; tale parametro, tenuto conto delle considerazioni esposte nel paragrafo precedente, viene rapportato per le strade a tre indicatori:

- E1: classificazione funzionale dell’infrastruttura;
- E2: assenza di viabilità alternativa;
- E3: accesso esclusivo a elementi territoriali rilevanti.

Per quel che concerne la classificazione è possibile fare riferimento alle “*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*” approvate con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti italiano n. 6792 del 5 novembre 2001. In tale documento viene individuato un ordinamento delle strade basato sia sulla funzione ad esse associata nel territorio, sia sulla funzione da esse assolta all’interno della rete stradale di appartenenza. In riferimento al tipo di movimento servito (di transito, di distribuzione, di penetrazione, di accesso), all’entità dello spostamento (distanza mediamente percorsa dai veicoli), alla funzione assunta nel contesto territoriale attraversato (collegamento nazionale, interregionale, provinciale, locale) ed alle componenti di traffico e relative categorie (veicoli leggeri, veicoli pesanti, motoveicoli, pedoni, ecc.) vengono individuati quattro livelli di rete.

RETE	STRADE CORRISPONDENTI SECONDO IL CODICE	
	AMBITO EXTRAURBANO	AMBITO URBANO
Rete primaria (transito / scorrimento)	autostrade extraurbane / strade extraurbane principali	autostrade urbane / strade urbane di scorrimento
Rete principale (distribuzione)	strade extraurbane principali	strade urbane di scorrimento
Rete secondaria (penetrazione)	strade extraurbane secondarie	strade urbane di quartiere
Rete locale (accesso)	strade locali extraurbane	strade locali urbane

Tabella 1.20 – Classificazione dei livelli di rete per le strade in riferimento alle funzioni associate / assolte e corrispondenza indicativa con i tipi di strade previsti dal Codice.

RETE	MOVIMENTO SERVITO	ENTITÀ DELLO SPOSTAMENTO	FUNZIONE NEL TERRITORIO	COMPONENTI DI TRAFFICO
Primaria	transito / scorrimento	distanze lunghe	nazionale e interregionale	componenti limitate
Principale	distribuzione dalla rete primaria alla secondaria ed eventualmente alla locale	media distanza	interregionale e regionale	componenti limitate
Secondaria	penetrazione verso la rete locale	distanza ridotta	provinciale e interlocale	tutte le componenti
Locale	accesso	breve distanza	interlocale e comunale	tutte le componenti

Tabella 1.21 – Classificazione dei livelli di rete per le strade in considerazione dei quattro fattori fondamentali considerati.

Si ritiene, inoltre, di poter esprimere che la classificazione proposta possa anche essere indirettamente rappresentativa del valore socio-economico dell'infrastruttura da un lato e della rilevanza in termini di flussi di traffico dall'altra.

Nell'ambito della determinazione del "valore" (E) assegnato all'infrastruttura stradale, è tuttavia necessario tenere conto anche di un ulteriore aspetto: la possibilità di utilizzo di percorsi alternativi. Indipendentemente dalla classificazione funzionale di una strada, le conseguenze derivanti dalla perdita di funzionalità a danno di un dato segmento stradale assumeranno, infatti, gravità differente a seconda che siano o meno presenti percorsi alternativi; l'importanza degli stessi è facilmente intuibile facendo riferimento ad una valle alpina chiusa ove l'interruzione dell'unica strada di accesso comporta l'isolamento dell'area a monte con tutte le conseguenze che ne derivano (perdite economiche, difficoltà nelle operazioni di soccorso, ecc...). Più in dettaglio devono essere analizzate anche le componenti di traffico: la viabilità alternativa potrebbe non essere in grado di sopportare alcune tipologie come, ad esempio, il traffico pesante.

Al fine di descrivere l'indicatore relativo ai percorsi alternativi si è operata una suddivisione in classi tenendo conto dei diversi aspetti considerati.

CLASSE	ASSENZA DI VIABILITÀ ALTERNATIVA
E <sub>2a</sub>	Assenza di percorsi alternativi
E <sub>2b</sub>	Presenza di percorsi alternativi con caratteristiche non compatibili con tutte le componenti di traffico
E <sub>2c</sub>	Presenza di percorsi alternativi con caratteristiche compatibili con tutte le componenti di traffico

*Tabella 1.22 – Assenza di viabilità alternativa: suddivisione in classi.*

In ultimo si pone l'attenzione sull'aspetto locale: la classificazione funzionale e l'analisi della possibilità di utilizzo di percorsi alternativi permettono di caratterizzare in modo abbastanza accurato l'infrastruttura stradale ma non rappresentano tutte le potenziali conseguenze all'interno del singolo segmento stradale delle quali si vuole tenere conto in questa sede.

In caso di perdita di funzionalità a danno di un dato segmento è necessario, infatti, anche considerare le conseguenze derivanti dall'impossibilità di accesso a:

- nuclei abitati / case sparse;
- edifici pubblici o aperti al pubblico;
- impianti industriali / produttivi / turistici;
- strutture connesse al funzionamento di servizi essenziali o alle attività di protezione civile.

L'impossibilità di accesso può essere legata sia al fatto che gli elementi sopra citati siano collocati lungo il segmento stradale sia al fatto che siano raggiungibili esclusivamente tramite lo stesso.

Al di là della possibilità di utilizzo di percorsi alternativi che permettano di by-passare il segmento interessato dalla perdita di funzionalità, un'analisi delle conseguenze a scala locale può evidenziare l'importanza in termini del "valore" (E) assegnato all'infrastruttura stradale anche quando la stessa rivesta rilevanza limitata in riferimento alla classificazione funzionale (ad esempio un segmento di una strada della rete locale per la quale siano disponibili percorsi alternativi che consentono di by-passare lo stesso ma lungo il quale sia presente una casa di riposo per anziani senza accessi alternativi avrà un'importanza diversa da un segmento con le stesse caratteristiche ma che non sia caratterizzato dalla presenza di tale struttura).

Anche in questo caso si è operata una suddivisione in classi in riferimento alla descrizione dell'indicatore relativo.

CLASSE	ASSENZA DI VIABILITÀ ALTERNATIVA
E <sub>3a</sub>	Segmento stradale caratterizzato dalla presenza e/o accesso esclusivo a nuclei abitati, principali edifici pubblici o aperti al pubblico , impianti industriali / produttivi / turistici, principali strutture connesse al funzionamento di servizi essenziali o alle attività di protezione civile
E <sub>3b</sub>	Segmento stradale caratterizzato dalla presenza e/o accesso esclusivo a case sparse, edifici pubblici o aperti al pubblico secondari, strutture secondarie connesse al funzionamento di servizi essenziali o alle attività di protezione civile
E <sub>3c</sub>	Segmento stradale caratterizzato dall'assenza e/o accesso non esclusivo a nuclei abitati e case sparse, edifici pubblici o aperti al pubblico, impianti industriali / produttivi / turistici, strutture connesse al funzionamento di servizi essenziali o alle attività di protezione civile

*Tabella 1.23 – Accesso esclusivo a nuclei abitati e case sparse, edifici pubblici o aperti al pubblico, impianti industriali / produttivi / turistici, strutture connesse al funzionamento di servizi essenziali o alle attività di protezione civile: suddivisione in classi.*

Per addivenire ad una valutazione complessiva del “valore” (E), ai tre indicatori presi in considerazione sono stati assegnati dei punteggi differenti in base al grado di importanza.

CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE DELL'INFRASTRUTTURA	PUNTEGGIO
E <sub>1a</sub> : rete primaria	0,6
E <sub>1b</sub> : rete principale	0,5
E <sub>1c</sub> : rete secondaria	0,4
E <sub>1d</sub> : rete locale	0,2

ASSENZA DI VIABILITÀ ALTERNATIVA	PUNTEGGIO
E <sub>2a</sub>	0,2
E <sub>2b</sub>	0,1
E <sub>2c</sub>	0

ACCESSO ESCLUSIVO A ELEMENTI TERRITORIALI RILEVANTI	PUNTEGGIO
E <sub>3a</sub>	0,2
E <sub>3b</sub>	0,1
E <sub>3c</sub>	0

*Tabella 1.24 – Indicatori presi in considerazione per la determinazione del “valore” (D) dei segmenti stradali: punteggi attribuiti.*

I punteggi attribuiti ai vari indicatori vengono quindi sommati algebricamente:

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

### 1.3.3 Opere di sistemazione e difesa: censimento

Le opere di sistemazione e difesa hanno lo scopo di fornire sicurezza per le infrastrutture per la mobilità nei confronti delle fonti di pericolo afferenti alle diverse categorie di rischio; in altri termini il loro ruolo è quello di diminuire o rendere nulla la vulnerabilità di dette infrastrutture.

Tali opere vengono realizzate dall'uomo fin dall'antichità anche se negli ultimi decenni, grazie soprattutto ai progressi tecnici e tecnologici in materia, si è assistito ad una importante evoluzione che ha portato allo sviluppo di una grande varietà tipologica in riferimento alle soluzioni disponibili per i diversi contesti e problematiche.

Le opere di sistemazione e difesa vengono realizzate principalmente a protezione delle fonti di pericolo relative al rischio idrogeologico e idraulico ed al rischio valanghe; da un punto di vista della loro classificazione è possibile operare una distinzione fra:

- opere di difesa attiva che agiscono sulle cause dei fenomeni (ad esempio il trattenimento del manto nevoso con ponti da neve per evitare il distacco di una valanga)
- opere di difesa passiva che agiscono sulla mitigazione degli effetti dei fenomeni (ad esempio la protezione di una strada da una valanga attuata con la costruzione di una galleria).

Al fine di censire le opere di sistemazione e difesa sono state predisposte delle schede di rilevamento speditivo, individuando nove differenti categorie:

- opere di controllo dell'erosione superficiale (utilizzate per ottenere una copertura vegetale utile ai fini del controllo e della mitigazione dei fenomeni di erosione);
- opere di stabilizzazione superficiale (utilizzate per stabilizzare e consolidare pendii e scarpate instabili);
- opere di sostegno (utilizzate per stabilizzare e/o sostenere terreni e/o rocce non in condizioni di equilibrio naturale);
- opere di drenaggio (utilizzate per intercettare / raccogliere e allontanare le acque superficiali / sotterranee in pendii e scarpate instabili);
- opere difesa massi (utilizzate a difesa dei crolli in roccia);
- opere idrauliche trasversali (utilizzate per il controllo del trasporto solido e/o per la difesa dall'erosione sui corsi d'acqua);
- opere idrauliche longitudinali (utilizzate per la difesa dall'erosione sui corsi d'acqua);
- opere di riduzione della portata (utilizzate per la riduzione della portata o il controllo del trasporto solido sui corsi d'acqua);
- opere di difesa dalle valanghe (utilizzate a difesa delle valanghe).

Nelle categorie sopra descritte sono state raggruppate le singole tipologie di opere per ognuna delle quali devono essere riportate caratteristiche costruttive e/o geometriche e lo stato di conservazione.

CATEGORIA	TIPO	CATEGORIA	TIPO
Opere di controllo dell'erosione superficiale	rivestimenti antierosivi biodegradabili (bioreti / biofeltri / biostuoie)	Opere di difesa massi	barriere paramassi rigide
	rivestimenti antierosivi sintetici (geostuoie tridimensionali / geocompositi antierosivi / rivestimenti vegetativi / geocelle)		barriere paramassi elastiche
			reti paramassi
inerbimenti (semina a spaglio / copertura con zolle erbose / sistema nero-verde / idrosemina)	vallo paramassi		
	rilevato paramassi		
Opere di stabilizzazione superficiale	piantumazioni	Opere idrauliche trasversali	briglia di trattenuta
	fascinate vive		briglia filtrante
	vimate e palizzate vive		soglia
	palificate vive		traversa
	gradonate vive	pennello	
	grate vive	Opere idrauliche longitudinali	difesa spondale
	materassi		canalizzazione a sezione aperta
	canalizzazione a sezione chiusa		
Opere di sostegno	muro in pietrame a secco	Opere di riduzione della portata	argine
	muratura in pietre e/o mattoni		strutture di diversione
	muro in calcestruzzo		rivestimento spondale
	muro in calcestruzzo armato		serbatoio di piena
	muro ad elementi prefabbricati	cassa di espansione	
	muro cellulare	canale scolmatore	
	terra armata e/o rinforzata	piazza di deposito	
	scogliera	Opere di difesa dalle valanghe	cunei spartivalanghe
	gabbioni		muri / rilevati (deviazione-arresto)
	opera in legname e pietrame		deflettori del vento
canalette in terra	coni di frenaggio		
canalette in legname e pietrame	rastrelliere		
canalette prefabbricate in cls	reti da neve		
canalette con rivestimento in cls	ponti da neve		
canalette prefabbricate in lamiera	terrazzamenti zone distacco		
fossi di guardia			
cuneo filtrante			
dreni sub-orizzontali			
trincee drenanti			
speroni drenanti			
pali e paratie drenanti			
pozzi drenanti			
gallerie drenanti			

Tabella 1.25 – Tipologie di opere di sistemazione e difesa

Alcune opere di difesa passiva, annesse al corpo dell'infrastruttura per la mobilità (gallerie paramassi o paravalanghe), vengono censite come opere d'arte al fine di raggruppare in modo omogeneo le stesse anche se caratterizzate da funzioni differenti.

#### **1.3.4 Opere d'arte: censimento**

Le opere d'arte sono manufatti o strutture annesse all'infrastruttura per la mobilità. La conoscenza dell'ubicazione e delle caratteristiche delle stesse risulta indispensabile per la valutazione della vulnerabilità dell'infrastruttura.

Al fine di censire le opere d'arte sono state predisposte delle schede di rilevamento speditivo in riferimento a quattro distinte categorie:

- opere di scavalco (ponti, viadotti, sovrappassi);
- attraversamenti e sottopassi;
- rilevati e trincee;
- gallerie.

Per ogni opera devono essere riportate caratteristiche costruttive e geometriche, stato di conservazione e verifiche di vulnerabilità disponibili.

## 1.4 L'ANALISI DEL RISCHIO E DEL MULTI - RISCHIO

Il concetto di rischio rapportato alle infrastrutture per la mobilità viene spesso riferito all'aspetto dell'incidentalità in riferimento al quale, in alcuni casi, vi sono prescrizioni normative di esecuzione di specifiche analisi.

In questa sede l'aspetto preso in considerazione è quello dei rischi naturali: viene calcolato, a livello di segmento stradale, il valore di rischio riferito ad ogni categoria di fonte di pericolo presa in considerazione e del multi - rischio (o rischio totale); ogni segmento stradale viene quindi assegnato ad una delle classi di rischio definite. A tal proposito è necessario specificare che la metodologia adottata fornisce indicazioni del rischio in termini comparativi e non assoluti; l'obiettivo è infatti quello di rendere disponibile uno strumento conoscitivo di supporto alle decisioni dei gestori e delle strutture di protezione civile (sia nelle fasi di pianificazione / prevenzione, sia nella fase di gestione di stati di crisi) per quel che concerne le valutazioni sulla funzionalità dell'infrastruttura (non si vogliono condurre analisi in termini di perdite economiche legate, per esempio, a danni subiti dall'infrastruttura stessa).

Il modello di analisi utilizzato per le valutazioni del rischio associato ad ogni categoria di fonte di pericolo presa in considerazione ed al multi - rischio (o rischio totale) si basa sui valori assegnati a:

- classi di pericolosità (P);
- classi di vulnerabilità (efficacia delle opere di sistemazione / difesa - V1 -; vulnerabilità dell'infrastruttura e delle opere d'arte connesse - V2 -);
- valore del segmento stradale (E).

Il rischio associato alla categoria di fonte di pericolo j-esima è calcolato tramite l'equazione:

$$R_{T,j} = \left[ \sum_i (P_{j,i} \cdot V_{1(j,i)} \cdot V_{2(j,i)}) \right] \cdot E_T$$

dove:

- $R_{T,j}$ : rischio associato alla categoria di fonte di pericolo j-esima calcolato per il segmento stradale T;
- $P_i$ : pericolosità del fenomeno i-esimo di categoria j-esima in riferimento al quale sono associati danni / effetti conclamati o potenziali per il segmento stradale T;
- $V1(j,i)$ : vulnerabilità riferita all'efficacia delle opere di sistemazione / difesa associata al fenomeno i-esimo di categoria j-esima;
- $V2(j,i)$ : vulnerabilità dell'infrastruttura e delle opere d'arte connesse associata al fenomeno i-esimo di categoria j-esima;
- "valore" ( $E = E1 + E2 + E3$ ) del segmento stradale T.

Ai fini del calcolo del rischio alle classi di pericolosità (P) e di vulnerabilità (V1 / V2) sono stati associati i valori contenuti nelle tabelle di seguito riportate.

CLASSE	PERICOLOSITÀ	PUNTEGGIO
4	Molto elevata	10
3	Elevata	8
2	Media	6
1	Bassa	3

Tabella 1.26 – Valori assegnati alle classi di pericolosità (P)

CLASSE	EFFICACIA DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE / DIFESA	PUNTEGGIO
V <sub>1</sub> a	Efficaci	0
V <sub>1</sub> b	Parzialmente efficaci	0,5
V <sub>1</sub> c	Non efficaci / assenti	1

CLASSE	VULNERABILITÀ DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE D'ARTE CONNESSE	PUNTEGGIO
V <sub>2</sub> a	Non vulnerabili	0
V <sub>2</sub> b	Parzialmente vulnerabili	0,5
V <sub>2</sub> c	Totalmente vulnerabili	1

Tabella 1.27 – Valori assegnati alle classi di vulnerabilità (V1 / V2)

Per quel che concerne il “valore” (E) del segmento stradale si deve fare riferimento ai punteggi assegnati ai tre indicatori presi in considerazione (tabella 3.7) che vengono sommati algebricamente (E1 + E2 + E3). Il “valore” (E) può quindi variare tra 0,2 e 1.

Passando al multi - rischio (o rischio totale) il calcolo è effettuato utilizzando l'equazione:

$$R_{TOTAL(E,T)} = \sum_j (R_{T,j})$$

dove

- RTOTALE(T): rischio totale calcolato per il segmento stradale T;
- RT,j: rischio associato alla categoria di fonte di pericolo j-esima calcolato per il segmento stradale T.

In base ai valori di rischio ottenuti (RT,j e RTOTALE(T)) è possibile assegnare ogni singolo segmento stradale ad una delle 4 classi di rischio definite : molto elevato, elevato, medio e basso.

RISCHIO ASSOCIATO ALLA CATEGORIA DI FONTE DI PERICOLO	RISCHIO (R <sub>T,j</sub> )			
	Basso (Classe 1)	Medio (Classe 2)	Elevato (Classe 3)	Molto elevato (Classe 4)
Frane	> 0	> 8,4	> 29,25	> 68,6
	≤ 8,4	≤ 29,25	≤ 68,6	
Esondazioni	> 0	> 4	> 8,6	> 15,9
	≤ 4	≤ 8,6	≤ 15,9	
Processi torrentizi sulla rete idrografica minore	> 1	> 3,2	> 7,2	> 11,6
	≤ 3,2	≤ 7,2	≤ 11,6	
Processi torrentizi su conoidi	> 0	> 3,6	> 12,8	> 35
	≤ 3,6	≤ 12,8	≤ 35	
Valanghe	> 0	> 6,4	> 20	> 37,2
	≤ 6,4	≤ 20	≤ 37,2	
Terremoti	> 0	> 1,35	> 2,1	> 2,8
	≤ 1,35	≤ 2,1	≤ 2,8	
Incendi di interfaccia urbano - rurale	> 0	> 21	> 50	> 96
	≤ 21	≤ 50	≤ 96	

Tabella 1.28 – Classi di rischio per i singoli segmenti stradali associate alle diverse categorie di fonte di pericolo (j) in base ai valori di RT,j

MULTI - RISCHIO	Basso (Classe 1)	Medio (Classe 2)	Elevato (Classe 3)	Molto elevato (Classe 4)
$R_{TOTALE(T)}$	> 0	> 34,8	> 85,8	> 162,45
	$\leq 34,8$	$\leq 85,8$	$\leq 162,45$	

Tabella 1.29 – Classi di multi - rischio (o rischio totale) per i singoli segmenti stradali in base ai valori di  $R_{TOTALE(T)}$ <sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> I valori di  $R_{T,j}$  riportati in tabella sono stati definiti dal R.T SEA Consulting s.r.l – Polithema S.l. s.r.l. affidatario dell'incarico per l'esecuzione delle analisi su circa 850 km di strade della Provincia di Cuneo in applicazione della metodologia per la realizzazione di cartografie multi-rischio.

## CAPITOLO 2 – INDIVIDUAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITÀ STRATEGICHE

### 2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITÀ STRATEGICHE IN PROVINCIA DI CUNEO

La Provincia di Cuneo, sviluppandosi su di una superficie di 6903 km<sup>2</sup> nella parte sud - occidentale del Piemonte, si caratterizza per un'estensione territoriale molto ampia. Il suo territorio è formato morfologicamente da una fascia montana occidentale e meridionale (comprendente le Alpi Cozie, Marittime e Liguri), da una zona collinare orientale dominata dalle Langhe e dalla pianura cuneese che si colloca fra questi due settori. La popolazione, di quasi 600000 abitanti, è distribuita su 250 comuni con densità alquanto disomogenee.

L'offerta di mobilità stradale è costituita da una rete caratterizzata da una forte predominanza di strade provinciali (in misura percentuale di gran lunga superiore alla media italiana). La dotazione di strade statali (SS20, SS21, SS28, SS231) e di autostrade (A6 e A33) risulta invece limitata con un conseguente significativo deficit strutturale soprattutto in riferimento ai collegamenti della provincia nei confronti dell'esterno.

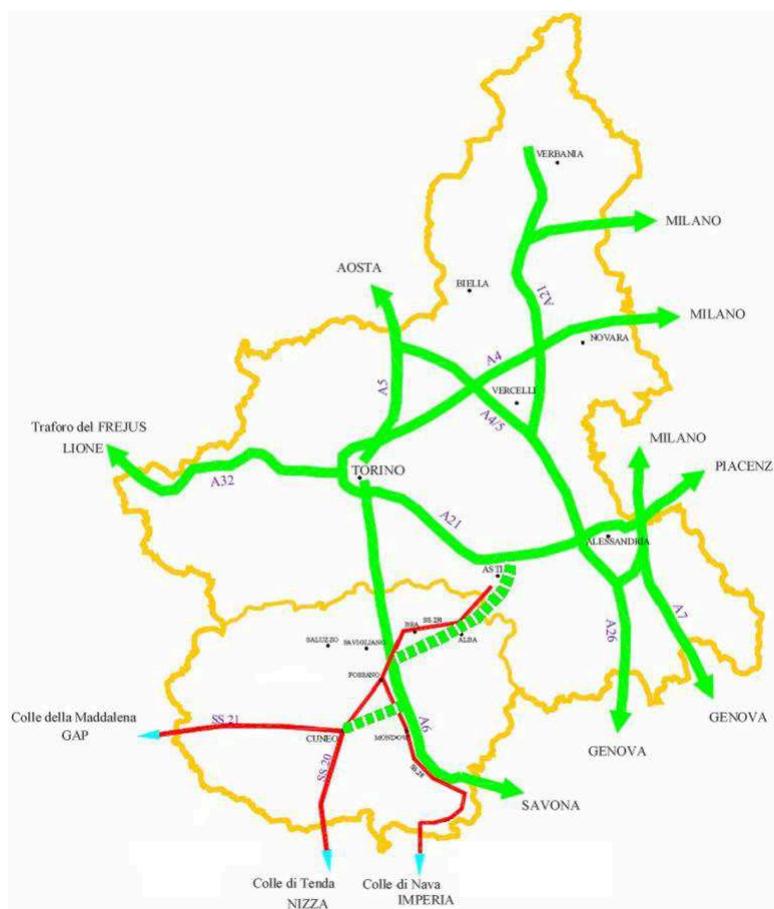
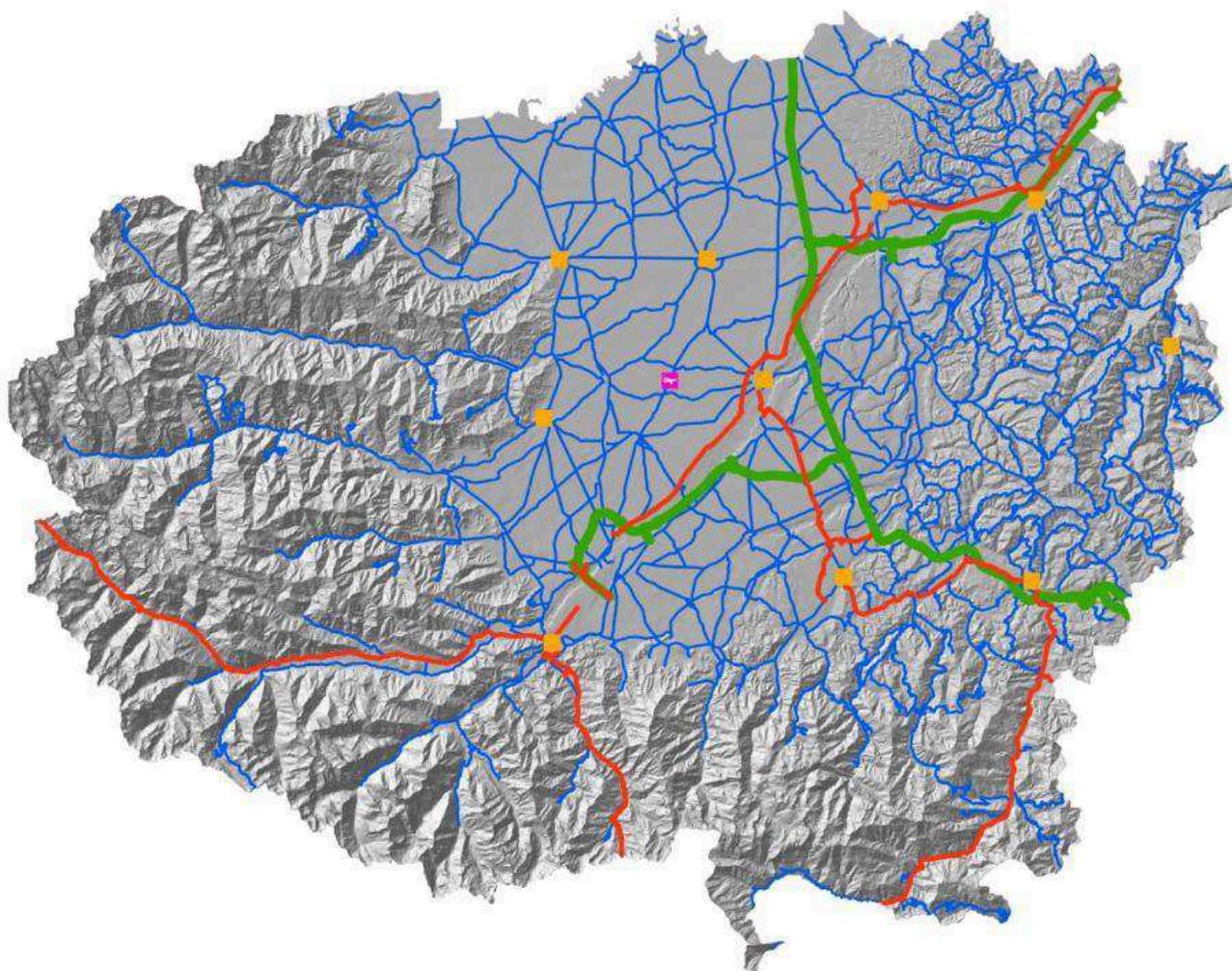


Figura 2.1 – Schema dei collegamenti autostradali piemontesi e dei principali valichi alpini (in verde la rete autostradale - l'autostrada A33, che presenta ancora dei lotti da completare, è indicata con una linea tratteggiata - in rosso le strade statali)

Le infrastrutture per la mobilità stradale di interesse strategico per le finalità di protezione civile devono consentire i necessari collegamenti sia con l'esterno del territorio provinciale, sia, al suo interno, con l'aeroporto di Cuneo (sito in località Levaldigi), il presidio territoriale di protezione civile regionale di Fossano, ove sono stoccati attrezzature e mezzi, ed i comuni sede di COM<sup>14</sup>.

I Comuni sede di COM (Cuneo, Alba, Borgo San Dalmazzo, Bra, Busca, Ceva, Cortemilia, Fossano, Mondovì, Saluzzo, Savigliano) raggruppano altresì i maggiori centri urbani a livello provinciale, ove hanno sede le principali articolazioni territoriali delle strutture operative del sistema di protezione civile.



*Figura 2.2 – Rappresentazione delle infrastrutture per la mobilità stradale (in verde le autostrade, in rosso le strade statali e in blu le strade provinciali), dei comuni sede di COM (simbolo arancione) e dell'aeroporto di Cuneo (simbolo viola).*

---

<sup>14</sup> I Centri Operativi Misti (COM) sono strutture operative decentrate di protezione civile a livello provinciale, attivate per il tempo dell'emergenza. Operano sul territorio di più comuni in supporto alle attività dei Sindaci favorendo il coordinamento dei servizi di emergenza e delle attività di soccorso organizzate a livello provinciale in aree intercomunali.

Tenuto conto dei criteri sopra esplicitati le infrastrutture per la mobilità stradale di interesse strategico per le finalità di protezione civile risultano essere quelle riportate nella tabella 2.1.

TIPOLOGIA	STRADA	DESCRIZIONE
Autostrade	A6	Autostrada Torino - Savona
	A33	Autostrada Asti - Cuneo
Strade Statali	SS20	Cuneo - confine di Stato con la Francia (Tunnel di Tenda)
	SS21	Borgo San Dalmazzo - confine di Stato con la Francia (Colle della Maddalena)
	SS28	Fossano - confine con la Regione Liguria
	SS231	Cuneo - confine con la Provincia di Asti
	SS702 (NSA29)	Tangenziale Ovest di Bra
	SS704 (NSA275)	Tangenziale di Mondovì
	SS 705 (NSA312)	Collegamento Est - Ovest di Cuneo
	SS490	Bagnasco - confine con la Regione Liguria
Strade Provinciali	SP3 (SP3bis)	Tratto Alba - Gallo d'Alba
	SP7	Tratto Roreto di Cherasco - Roddi e variante abitato di Savigliano
	SP12	Tratto Lesegno - SP661 (compresa la diramazione di Carrù) e tratto Mondovì - Bastia Mondovì
	SP20	Cuneo - confine con la Provincia di Torino (compresa variante Est Racconigi)
	SP21	Tratto Borgo San Dalmazzo - raccordo A33
	SP32	Tratto Alba - SP661 (compresa diramazione Montelupo Albese - SP429)
	SP45	Tratto Fossano - S. Antonio di Salmour
	SP206	SP45 - raccordo A6 / Benevagienna
	SP428	Tratto Fossano - Genola
	SP429	Alba - confine con la Regione Liguria
	SP430	Ceva - confine con la Regione Liguria
	SP439	Cortemilia - confine con la Regione Liguria
	SP564	Cuneo - Mondovì
	SP582	Garessio - confine con la Regione Liguria
	SP589	Cuneo - confine con la Provincia di Torino (compresa tangenziale Est Saluzzo)
	SP592	SP429 - confine con la Provincia di Asti
	SP661	Confine con la Provincia di Torino - confine con la Regione Liguria
	SP662	Saluzzo - Roreto di Cherasco
	SP663	Saluzzo - confine con la Provincia di Torino
	SP929	Alba - confine con la Provincia di Torino (compresa variante Montà d'Alba)

Tabella 2.1 – infrastrutture per la mobilità stradale di interesse strategico per le finalità di protezione civile.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 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" all'art. 2, comma 3 prevede che le opere strategiche per finalità

di protezione civile e quelle suscettibili di conseguenze rilevanti in caso di collasso siano sottoposte a verifica a cura dei rispettivi proprietari

L'individuazione, per parte statale, delle categorie di opere strategiche e rilevanti è stata effettuata con Decreto n. 3685 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 21 ottobre 2003<sup>15</sup>; per il territorio piemontese la Regione ha provveduto con D.G.R. n. 64-11402 del 23/12/2003 e con D.G.R. 4-3084 del 12/12/2011<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Allegato 1 – elenco A. Categorie di edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza statale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile – opere infrastrutturali: autostrade, strade statali e opere d'arte annesse [...].

<sup>16</sup> Allegato 1 - Definizione edifici ed opere infrastrutturali strategiche e rilevanti. 1.2 - Opere infrastrutturali: opere d'arte annesse a spazi pubblici soggetti ad affollamento e vie di comunicazione (strade, ferrovie, ecc.) regionali, provinciali e comunali, limitatamente a quelle strategiche individuate nei piani di protezione civile o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza [...].

## **CAPITOLO 3 – ANALISI SUI RISCHI NATURALI CON RIFERIMENTO ALLA GESTIONE DELLE INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITA' NELLA PROVINCIA DI CUNEO**

### **3.1 FASI DI LAVORO**

Per la realizzazione degli studi previsti dalla metodologia finalizzata alla realizzazione di cartografie multi-rischio per la gestione in sicurezza delle infrastrutture per la mobilità sono state individuate quattro fasi di lavoro, oltre le attività preliminari.

Questo permette di standardizzare le procedure, anche al fine di garantire risultati omogenei, tenuto conto della pluralità di tecnici coinvolti e coinvolgibili per future integrazioni.

#### **ATTIVITA' PRELIMINARI**

1. Determinazione dello sviluppo dell'infrastruttura per la mobilità in esame e prima suddivisione in segmenti (tenuto conto delle finalità dello studio è necessario partire dall'infrastruttura individuandone lo sviluppo sul territorio e operando una prima suddivisione in segmenti, elemento base della metodologia, che potrà in seguito essere affinata).
2. Determinazione dell'area di indagine in riferimento all'analisi della pericolosità territoriale e della vulnerabilità (successivamente viene individuata l'area di indagine in riferimento alle fonti di pericolo prese in considerazione, agli elementi da censire per la valutazione della vulnerabilità e tenuto conto delle condizioni geomorfologiche locali).

#### **PRIMA FASE : RACCOLTA DATI**

1. Censimento e raccolta dei dati e delle informazioni disponibili, per l'area indagata, inerenti:
  - la caratterizzazione della pericolosità territoriale (frane, esondazioni, processi torrentizi sulla rete idrografica minore e su conoidi, valanghe, terremoti, incendi di interfaccia urbano – rurale);
  - le caratteristiche dell'infrastruttura, delle opere d'arte e delle opere di sistemazione / difesa.
2. Verifica, in riferimento all'utilizzo nell'ambito della metodologia descritta in questa sede, dei dati e delle informazioni disponibili per quel che concerne:
  - affidabilità (metodologie di acquisizione ed elaborazione dei dati);
  - scala di acquisizione e rappresentazione;
  - livello di approfondimento (attributi dei dati geografici disponibili);
  - completezza (estensione delle coperture disponibili);
  - stato di aggiornamento.

#### **SECONDA FASE : INTEGRAZIONE DELLE BASI DATI**

1. Pianificazione delle attività di verifica e integrazione dei dati disponibili ai fini del raggiungimento dei livelli di affidabilità, scala, approfondimento, completezza e aggiornamento richiesti dalla metodologia:
  - affidabilità: i dati e le informazioni disponibili devono derivare da rilievi / verifiche di terreno eventualmente integrati con indagini condotte con tecniche di telerilevamento, analisi di fonti storiche, dati di monitoraggio, ecc...;

- scala di riferimento: 1:10.000;
  - livello di approfondimento: devono essere acquisiti tutti gli attributi dei dati geografici necessari per le analisi previste dalla metodologia;
  - completezza: area di indagine individuata preliminarmente;
  - stato di aggiornamento: ultimi fenomeni significativi e più recenti lavori eseguiti sull'infrastruttura, opere d'arte e opere di sistemazione / difesa.
2. Esecuzione delle attività di verifica e integrazione dei dati disponibili attraverso indagini fotointerpretative (o con altre tecniche di telerilevamento) e rilievi / verifiche di terreno (attraverso la compilazione di schede di rilevamento ).

#### TERZA FASE : ORGANIZZAZIONE DELLE BASI DATI E RAPPRESENTAZIONE

1. Organizzazione dei dati relativi alla valutazione della pericolosità territoriale:
  - caricamento dei dati cartografici e relativi attributi su piattaforma GIS ed organizzazione degli stessi in base alla struttura delle informazioni stabilita ;
  - processamento dei parametri significativi (applicazione delle schede-matrici) per l'assegnazione dei singoli fenomeni alle classi di pericolosità individuate.
2. Organizzazione dei dati relativi all'infrastruttura, opere d'arte e opere di opere di sistemazione / difesa:
  - caricamento dei dati cartografici e relativi attributi su piattaforma GIS ed organizzazione degli stessi in base alla struttura delle informazioni stabilita ;
  - valutazione del punteggio da assegnare al valore del segmento stradale (E).
3. Valutazione del punteggio da assegnare alla vulnerabilità (efficacia delle opere di sistemazione / difesa - V1 -; vulnerabilità dell'infrastruttura e delle opere d'arte connesse - V2 -) ed inserimento in tabelle di collegamento fenomeni – segmenti stradali .
4. Creazione dei meta-dati secondo gli standard della direttiva europea INSPIRE.

#### QUARTA FASE : ANALISI DI RISCHIO

1. calcolo, a livello di segmento stradale, del rischio (assegnazione del segmento stradale ad una delle classi di rischio individuate) associato alle singole categorie di fonte di pericolo e relativa rappresentazione su piattaforma GIS.
2. calcolo, a livello di segmento stradale, del multi-rischio (assegnazione del segmento stradale ad una delle classi di rischio individuate) e relativa rappresentazione su piattaforma GIS.

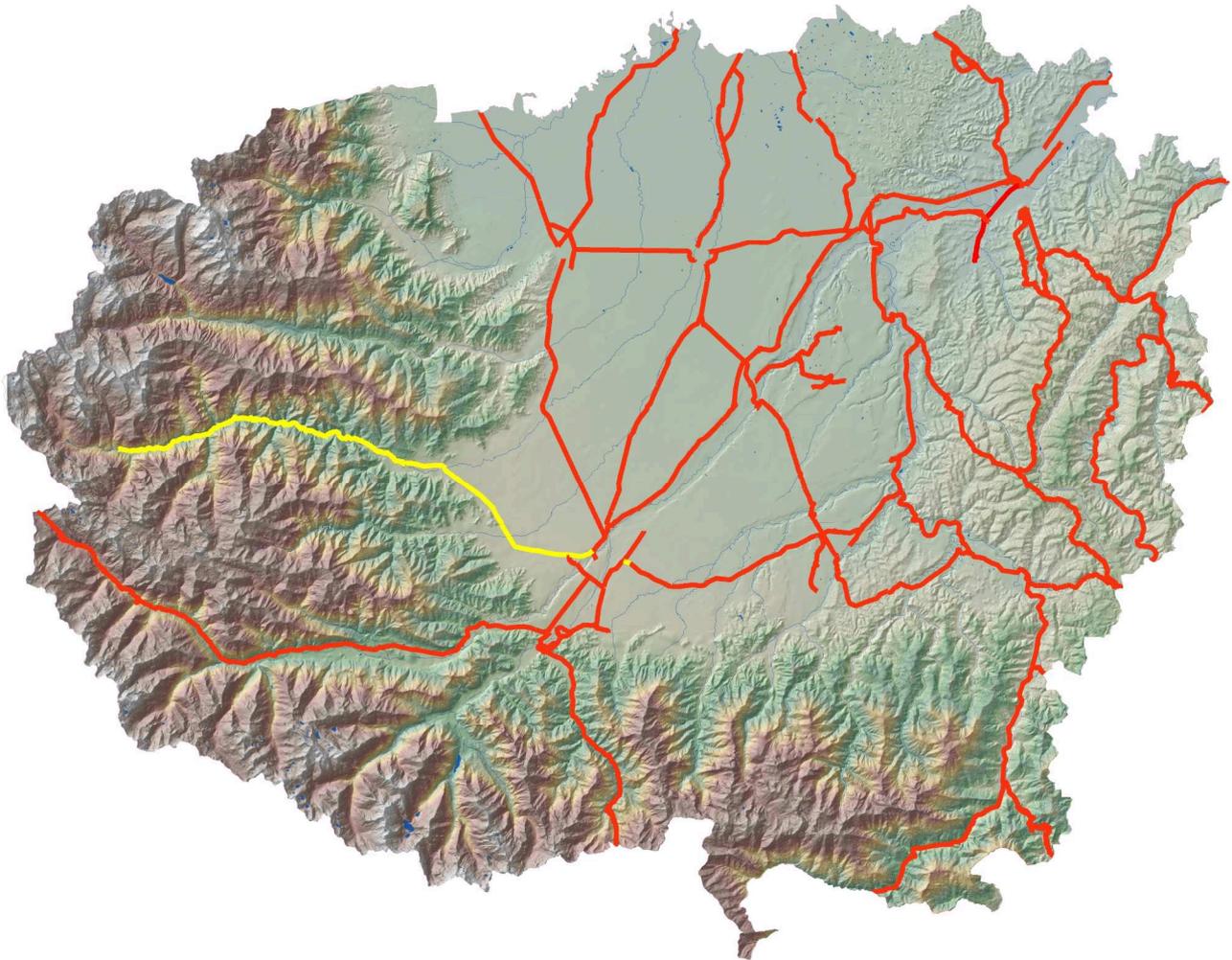
## 3.2 ATTIVITA' PRELIMINARI

### 3.2.1 Determinazione dello sviluppo dell'infrastruttura e suddivisione in segmenti

L'analisi è stata svolta sulle infrastrutture per la mobilità stradale di interesse strategico per le finalità di protezione civile oltre che sulla SP 422 (tratto Cuneo - Acceglio).

Strada	Km	Quota minima (m s.l.m.)	Quota massima (m s.l.m.)
<b>SP3 (SP 3bis)</b>	8,400	161	204
<b>SP7</b>	17,513	177	290
<b>SP12</b>	37,905	220	410
<b>SP20</b>	56,211	251	520
<b>SP21</b>	17,861	622	484
<b>SP32</b>	40,506	225	717
<b>SP45</b>	10,540	280	326
<b>SP206</b>	9,395	305	399
<b>SP422</b>	53,337	531	1240
<b>SP428</b>	4,714	339	351
<b>SP429</b>	43,382	188	665
<b>SP430</b>	10,950	433	728
<b>SP439</b>	33,435	260	425
<b>SP564</b>	20,855	413	515
<b>SP582</b>	15,700	571	957
<b>SP589</b>	46,421	279	512
<b>SP592</b>	16,493	165	322
<b>SP661</b>	71,682	254	792
<b>SP662</b>	25,784	283	337
<b>SP663</b>	24,070	252	323
<b>SP929</b>	27,248	165	315
<b>SS20</b>	32,261	558	1335
<b>SS21</b>	59,408	635	1997
<b>SS28</b>	86,144	354	837
<b>SS231</b>	68,780	136	505
<b>NSA275 (SS704)</b>	9,502	385	470
<b>NSA29 (SS704)</b>	5,300	275	287
<b>NSA312 (SS704)</b>	4,630	510	550
<b>SP490</b>	1,481	470	502
<b>TOTALE Km</b>	859,908		

Tabella 3.1 – Infrastrutture per la mobilità prese in considerazione



*Figura 3.1 – Infrastrutture per la mobilità prese in considerazione (in rosso le infrastrutture di interesse strategico per le finalità di protezione civile, in giallo la SP 422)*

La creazione del dato geografico del reticolo stradale è stata condotta come segue:

- acquisizione dei dati di riferimento in formato .dwg;
- mosaicatura degli elementi;
- conversione in formato di interscambio shape file dell'asse delle strade prese in considerazione e georeferenziazione dello stesso nel sistema UTM WGS84;
- validazione mediante sovrapposizione del dato vettoriale georiferito su fotografia aerea;
- validazione mediante confronto diretto in campo.

Le strutture viarie considerate sono state quindi suddivise in segmenti stradali che costituiscono l'elemento di riferimento per la caratterizzazione del rischio naturale riferito alla rete stradale. Il segmento stradale viene definito come "un segmento di viabilità che unisce due elementi o nodi viari che interrompono la continuità dell'infrastruttura in riferimento agli aspetti gestionali e di protezione civile".

L'identificazione dei segmenti è basata sui seguenti criteri:

- incroci con strade primarie e secondarie con particolare riferimento alla viabilità di connessione a centri urbani rilevanti, valli tributarie, strutture pubbliche rilevanti (scuole, ospedali, forze dell'ordine, sedi della protezione civile, ecc...);

- attraversamento di centri urbani rilevanti (in relazione alla gerarchia di importanza dei centri urbani attraversati dall'infrastruttura stradale considerata).

Sulla base dei criteri indicati sono stati identificati i 359 segmenti stradali di seguito riportati.

Nome strada	ID segmento	Lunghezza (km)	pk inizio	pk fine
NSA275	NSA275_TR0001	3.08	0.00	3.08
NSA275	NSA275_TR0002	0.70	3.08	3.78
NSA275	NSA275_TR0003	0.87	3.78	4.65
NSA275	NSA275_TR0004	1.49	4.65	6.14
NSA275	NSA275_TR0005	0.44	6.14	6.59
NSA275	NSA275_TR0006	2.16	6.59	8.75
NSA275	NSA275_TR0007	0.38	8.75	9.13
NSA275	NSA275_TR0008	2.80	9.13	11.93
NSA29	NSA29_TR0001	2.66	0.00	2.66
NSA29	NSA29_TR0002	0.53	2.66	3.19
NSA29	NSA29_TR0003	2.02	3.19	5.21
NSA29	NSA29_TR0004	0.98	5.21	6.19
NSA29	NSA29_TR0005	1.22	6.19	7.41
NSA29	NSA29_TR0006	3.17	7.41	10.58
NSA312	NSA312_TR0001	1.22	10.58	11.80
NSA312	NSA312_TR0002	1.70	11.80	13.50
NSA312	NSA312_TR0003	1.69	13.50	15.19
SP12	SP12_TR0001	2.47	0.00	2.47
SP12	SP12_TR0002	4.71	2.47	7.18
SP12	SP12_TR0003	1.74	7.18	8.92
SP12	SP12_TR0004	2.39	8.92	11.31
SP12	SP12_TR0005	1.25	11.31	12.56
SP12	SP12_TR0006	2.06	12.56	14.62
SP12	SP12_TR0007	1.39	14.62	16.01
SP12	SP12_TR0008	1.53	16.01	17.54
SP12	SP12_TR0009	2.33	17.54	19.88
SP12	SP12_TR0010	1.61	19.88	21.49
SP12	SP12_TR0011	3.73	21.49	25.22
SP12	SP12_TR0012	2.09	25.22	27.31
SP12	SP12_TR0013	1.63	27.31	28.94
SP12	SP12_TR0014	5.01	28.94	33.95
SP12	SP12_TR0015	2.49	33.95	36.44
SP12	SP12_TR0016	1.20	36.44	37.64
SP20	SP20_TR0001	1.57	0.00	1.57
SP20	SP20_TR0002	4.08	1.57	5.65
SP20	SP20_TR0003	3.20	5.65	8.85
SP20	SP20_TR0004	3.88	8.85	12.73
SP20	SP20_TR0005	3.59	12.73	16.32
SP20	SP20_TR0006	3.14	16.32	19.46
SP20	SP20_TR0007	4.73	19.46	24.19
SP20	SP20_TR0008	5.26	24.19	29.45
SP20	SP20_TR0009	2.64	29.45	32.09
SP20	SP20_TR0010	4.45	32.09	36.54
SP20	SP20_TR0011	4.59	36.54	41.13
SP20	SP20_TR0012	2.43	41.13	43.56
SP20	SP20_TR0013	1.01	43.56	44.57
SP20	SP20_TR0014	1.41	44.57	45.99
SP20	SP20_TR0015	1.01	45.99	47.00
SP20	SP20_TR0016	1.91	47.00	48.91
SP20	SP20_TR0017	0.86	48.91	49.78
SP20	SP20_TR0018	3.29	49.78	53.06
SP20	SP20_TR0019	1.32	53.06	54.38
SP20	SP20_TR0020	2.96	54.38	57.34
SP206	SP206_TR0001	2.66	0.00	2.66
SP206	SP206_TR0002	3.25	2.66	5.91
SP206	SP206_TR0003	1.48	5.91	7.38
SP206	SP206_TR0004	1.88	7.38	9.26
SP21	SP21_TR0001	3.33	0.00	3.33
SP21	SP21_TR0002	3.21	3.33	6.54

SP21	SP21_TR0003	3.43	6.54	9.97
SP21	SP21_TR0004	1.68	9.97	11.65
SP21	SP21_TR0005	2.34	11.65	13.99
SP21	SP21_TR0006	1.43	13.99	15.42
SP21	SP21_TR0007	1.16	15.42	16.58
SP21	SP21_TR0008	0.60	16.58	17.18
SP21	SP21_TR0009	0.77	17.18	17.94
SP3	SP3_TR0001	0.29	0.00	0.29
SP3	SP3_TR0002	1.24	0.29	1.53
SP3	SP3_TR0003	2.90	1.53	4.44
SP3	SP3_TR0004	1.17	4.44	5.61
SP3	SP3_TR0005	1.54	5.61	7.15
SP3	SP3_TR0006	0.35	7.15	7.49
SP3	SP3_TR0007	1.31	7.49	8.81
SP3	SP3_TR0008	0.75	8.81	9.55
SP3	SP3_TR0009	0.52	9.55	10.07
SP3	SP3_TR0010	0.89	10.07	10.96
SP3	SP3_TR0011	0.91	10.96	11.87
SP32	SP32_TR0001	1.71	0.00	1.71
SP32	SP32_TR0002	3.94	1.71	5.65
SP32	SP32_TR0003	5.97	5.65	11.62
SP32	SP32_TR0004	1.19	11.62	12.82
SP32	SP32_TR0005	4.18	12.82	17.00
SP32	SP32_TR0006	2.12	17.00	19.11
SP32	SP32_TR0007	2.43	19.11	21.54
SP32	SP32_TR0008	0.68	21.54	22.23
SP32	SP32_TR0009	0.65	22.23	22.88
SP32	SP32_TR0010	1.45	22.88	24.33
SP32	SP32_TR0011	1.34	24.33	25.66
SP32	SP32_TR0012	2.58	25.66	28.25
SP32	SP32_TR0013	1.55	28.25	29.80
SP32	SP32_TR0014	2.34	29.80	32.15
SP32	SP32_TR0015	0.74	32.15	32.88
SP32	SP32_TR0016	4.31	32.88	37.20
SP32	SP32_TR0017	3.99	37.20	41.19
SP422	SP422_TR0001	1.22	0.00	1.22
SP422	SP422_TR0002	1.06	1.22	2.27
SP422	SP422_TR0003	2.97	2.27	5.24
SP422	SP422_TR0004	2.16	5.24	7.41
SP422	SP422_TR0005	2.37	7.41	9.77
SP422	SP422_TR0006	0.81	9.77	10.59
SP422	SP422_TR0007	6.49	10.59	17.07
SP422	SP422_TR0008	1.05	17.07	18.12
SP422	SP422_TR0009	0.69	18.12	18.81
SP422	SP422_TR0010	2.31	18.81	21.12
SP422	SP422_TR0011	3.31	21.12	24.43
SP422	SP422_TR0012	2.98	24.43	27.41
SP422	SP422_TR0013	7.72	27.41	35.12
SP422	SP422_TR0014	4.17	35.12	39.30
SP422	SP422_TR0015	3.35	39.30	42.64
SP422	SP422_TR0016	0.94	42.64	43.58
SP422	SP422_TR0017	2.38	43.58	45.96
SP422	SP422_TR0018	0.83	45.96	46.79
SP422	SP422_TR0019	2.13	46.79	48.92
SP422	SP422_TR0020	2.97	48.92	51.89
SP422	SP422_TR0021	0.99	51.89	52.88
SP422	SP422_TR0022	0.64	52.88	53.52
SP428	SP428_TR0001	1.12	0.00	1.12
SP428	SP428_TR0002	2.92	1.12	4.04
SP428	SP428_TR0003	3.36	4.04	7.40
SP429	SP429_TR0001	2.52	0.00	2.52
SP429	SP429_TR0002	2.11	2.52	4.63
SP429	SP429_TR0003	6.80	4.63	11.43
SP429	SP429_TR0004	3.86	11.43	15.29
SP429	SP429_TR0005	2.36	15.29	17.65
SP429	SP429_TR0006	3.73	17.65	21.38

SP429	SP429_TR0007	5.03	21.38	26.41
SP429	SP429_TR0008	2.40	26.41	28.82
SP429	SP429_TR0009	4.00	28.82	32.81
SP429	SP429_TR0010	4.70	32.81	37.51
SP429	SP429_TR0011	4.06	37.51	41.57
SP429	SP429_TR0012	2.59	41.57	44.16
SP430	SP430_TR0001	2.11	0.00	2.11
SP430	SP430_TR0002	1.63	2.11	3.74
SP430	SP430_TR0003	1.24	3.74	4.98
SP430	SP430_TR0004	4.77	4.98	9.75
SP430	SP430_TR0005	0.93	9.75	10.68
SP439	SP439_TR0001	5.44	0.00	5.44
SP439	SP439_TR0002	2.33	5.44	7.77
SP439	SP439_TR0003	2.55	7.77	10.32
SP439	SP439_TR0004	3.72	10.32	14.04
SP439	SP439_TR0005	3.26	14.04	17.30
SP439	SP439_TR0006	1.84	17.30	19.14
SP439	SP439_TR0007	2.35	19.14	21.49
SP439	SP439_TR0008	3.10	21.49	24.59
SP439	SP439_TR0009	0.71	24.59	25.30
SP439	SP439_TR0010	3.06	25.30	28.36
SP439	SP439_TR0011	1.11	28.36	29.47
SP439	SP439_TR0012	3.37	29.47	32.84
SP45	SP45_TR0001	5.04	0.00	5.04
SP45	SP45_TR0002	3.07	5.04	8.11
SP45	SP45_TR0003	2.86	8.11	10.97
SP490	SP490_TR0001	1.47	0.00	1.47
SP564	SP564_TR0001	4.40	0.00	4.40
SP564	SP564_TR0002	1.36	4.40	5.76
SP564	SP564_TR0003	1.67	5.76	7.43
SP564	SP564_TR0004	1.59	7.43	9.02
SP564	SP564_TR0005	1.03	9.02	10.05
SP564	SP564_TR0006	1.32	10.05	11.37
SP564	SP564_TR0007	0.68	11.37	12.05
SP564	SP564_TR0008	2.34	12.05	14.39
SP564	SP564_TR0009	3.45	14.39	17.84
SP564	SP564_TR0010	2.95	17.84	20.79
SP564	SP564_TR0011	0.46	20.79	21.25
SP582	SP582_TR0001	1.02	0.00	1.02
SP582	SP582_TR0002	1.63	1.02	2.65
SP582	SP582_TR0003	5.05	2.65	7.70
SP582	SP582_TR0004	7.66	7.70	15.36
SP589	SP589_TR0001	1.90	0.00	1.90
SP589	SP589_TR0002	3.84	1.90	5.74
SP589	SP589_TR0003	2.76	5.74	8.50
SP589	SP589_TR0004	3.93	8.50	12.43
SP589	SP589_TR0005	2.20	12.43	14.62
SP589	SP589_TR0006	2.93	14.62	17.55
SP589	SP589_TR0007	1.63	17.55	19.18
SP589	SP589_TR0008	1.83	19.18	21.01
SP589	SP589_TR0009	2.32	21.01	23.33
SP589	SP589_TR0010	5.18	23.33	28.51
SP589	SP589_TR0011	1.38	28.51	29.89
SP589	SP589_TR0012	4.86	29.89	34.74
SP589	SP589_TR0013	2.96	34.74	37.70
SP589	SP589_TR0014	4.44	37.70	42.14
SP589	SP589_TR0015	2.06	42.14	44.21
SP589	SP589_TR0016	1.73	44.21	45.94
SP589	SP589_TR0017	1.94	45.94	47.87
SP592	SP592_TR0001	3.18	0.00	3.18
SP592	SP592_TR0002	0.87	3.18	4.05
SP592	SP592_TR0003	1.24	4.05	5.29
SP592	SP592_TR0004	3.38	5.29	8.67
SP592	SP592_TR0005	0.51	8.67	9.19
SP592	SP592_TR0006	3.51	9.19	12.70
SP592	SP592_TR0007	3.75	12.70	16.45

SP661	SP661_TR0001	3.93	0.00	3.93
SP661	SP661_TR0002	1.45	3.93	5.38
SP661	SP661_TR0003	2.14	5.38	7.51
SP661	SP661_TR0004	1.31	7.51	8.83
SP661	SP661_TR0005	4.85	8.83	13.68
SP661	SP661_TR0006	2.78	13.68	16.45
SP661	SP661_TR0007	2.26	16.45	18.71
SP661	SP661_TR0008	6.24	18.71	24.95
SP661	SP661_TR0009	1.98	24.95	26.93
SP661	SP661_TR0010	2.86	26.93	29.80
SP661	SP661_TR0011	1.74	29.80	31.53
SP661	SP661_TR0012	0.46	31.53	32.00
SP661	SP661_TR0013	1.20	32.00	33.19
SP661	SP661_TR0014	5.61	33.19	38.80
SP661	SP661_TR0015	1.79	38.80	40.59
SP661	SP661_TR0016	4.57	40.59	45.16
SP661	SP661_TR0017	1.11	45.16	46.28
SP661	SP661_TR0018	3.52	46.28	49.80
SP661	SP661_TR0019	1.08	49.80	50.88
SP661	SP661_TR0020	1.33	50.88	52.20
SP661	SP661_TR0021	2.94	52.20	55.14
SP661	SP661_TR0022	3.40	55.14	58.54
SP661	SP661_TR0023	1.57	58.54	60.11
SP661	SP661_TR0024	1.25	60.11	61.36
SP661	SP661_TR0025	3.17	61.36	64.53
SP661	SP661_TR0026	4.08	64.53	68.61
SP662	SP662_TR0001	0.75	0.00	0.75
SP662	SP662_TR0002	1.75	0.75	2.50
SP662	SP662_TR0003	5.48	2.50	7.98
SP662	SP662_TR0004	1.96	7.98	9.94
SP662	SP662_TR0005	3.05	9.94	13.00
SP662	SP662_TR0006	0.83	13.00	13.83
SP662	SP662_TR0007	1.33	13.83	15.16
SP662	SP662_TR0008	5.37	15.16	20.53
SP662	SP662_TR0009	5.03	20.53	25.57
SP663	SP663_TR0001	1.16	0.00	1.16
SP663	SP663_TR0002	3.29	1.16	4.44
SP663	SP663_TR0003	1.74	4.44	6.18
SP663	SP663_TR0004	5.15	6.18	11.33
SP663	SP663_TR0005	3.21	11.33	14.54
SP663	SP663_TR0006	5.10	14.54	19.64
SP663	SP663_TR0007	3.81	19.64	23.45
SP663	SP663_TR0008	1.75	23.45	25.20
SP7	SP7_TR0001	1.80	0.00	1.80
SP7	SP7_TR0002	1.65	1.80	3.45
SP7	SP7_TR0003	4.46	3.45	7.91
SP7	SP7_TR0004	2.43	7.91	10.34
SP7	SP7_TR0005	4.35	10.34	14.69
SP7	SP7_TR0006	1.08	14.69	15.78
SP7	SP7_TR0007	1.30	15.78	17.08
SP7	SP7_TR0008	0.12	17.08	17.20
SP7	SP7_TR0009	0.41	17.20	17.62
SP929	SP929_TR0001	0.50	0.00	0.50
SP929	SP929_TR0002	1.26	0.50	1.76
SP929	SP929_TR0003	0.41	1.76	2.17
SP929	SP929_TR0004	1.28	2.17	3.45
SP929	SP929_TR0005	1.92	3.45	5.37
SP929	SP929_TR0006	2.37	5.37	7.74
SP929	SP929_TR0007	2.45	7.74	10.18
SP929	SP929_TR0008	2.15	10.18	12.33
SP929	SP929_TR0009	1.76	12.33	14.09
SP929	SP929_TR0010	3.60	14.09	17.69
SP929	SP929_TR0011	1.70	17.69	19.39
SP929	SP929_TR0012	0.61	19.39	20.00
SP929	SP929_TR0014	4.31	20.00	24.30
SP929	SP929_TR0015	2.36	24.30	26.66

SS20	SS20_TR0001	2.66	0.00	2.66
SS20	SS20_TR0002	3.61	2.66	6.27
SS20	SS20_TR0003	0.35	6.27	6.62
SS20	SS20_TR0004	1.12	6.62	7.74
SS20	SS20_TR0005	0.74	7.74	8.48
SS20	SS20_TR0006	1.46	8.48	9.94
SS20	SS20_TR0007	0.70	9.94	10.64
SS20	SS20_TR0008	1.12	10.64	11.76
SS20	SS20_TR0009	1.85	11.76	13.61
SS20	SS20_TR0010	3.35	13.61	16.97
SS20	SS20_TR0011	1.92	16.97	18.89
SS20	SS20_TR0012	2.83	18.89	21.72
SS20	SS20_TR0013	5.96	21.72	27.68
SS20	SS20_TR0014	5.25	27.68	32.93
SS20	SS20_TR0015	1.66	32.93	34.59
SS20	SS20_TR0016	1.70	34.59	36.28
SS21	SS21_TR0001	1.18	0.00	1.18
SS21	SS21_TR0002	1.46	1.18	2.63
SS21	SS21_TR0003	2.60	2.63	5.24
SS21	SS21_TR0004	1.32	5.24	6.56
SS21	SS21_TR0005	0.99	6.56	7.55
SS21	SS21_TR0006	1.72	7.55	9.27
SS21	SS21_TR0007	0.88	9.27	10.15
SS21	SS21_TR0008	3.20	10.15	13.35
SS21	SS21_TR0009	4.07	13.35	17.42
SS21	SS21_TR0010	6.35	17.42	23.77
SS21	SS21_TR0011	3.65	23.77	27.42
SS21	SS21_TR0012	1.44	27.42	28.86
SS21	SS21_TR0013	3.85	28.86	32.72
SS21	SS21_TR0014	4.28	32.72	37.00
SS21	SS21_TR0015	1.37	37.00	38.37
SS21	SS21_TR0016	2.90	38.37	41.27
SS21	SS21_TR0017	2.03	41.27	43.30
SS21	SS21_TR0018	4.13	43.30	47.43
SS21	SS21_TR0019	2.27	47.43	49.70
SS21	SS21_TR0020	3.42	49.70	53.12
SS21	SS21_TR0021	6.46	53.12	59.58
SS231	SS231_TR0001	2.56	0.00	2.56
SS231	SS231_TR0002	1.43	2.56	3.98
SS231	SS231_TR0003	1.24	3.98	5.22
SS231	SS231_TR0004	2.04	5.22	7.26
SS231	SS231_TR0005	1.76	7.26	9.02
SS231	SS231_TR0006	1.02	9.02	10.05
SS231	SS231_TR0007	3.29	10.05	13.33
SS231	SS231_TR0008	1.55	13.33	14.88
SS231	SS231_TR0009	0.63	14.88	15.52
SS231	SS231_TR0010	1.94	15.52	17.46
SS231	SS231_TR0011	1.23	17.46	18.69
SS231	SS231_TR0012	1.57	18.69	20.25
SS231	SS231_TR0013	0.87	20.25	21.12
SS231	SS231_TR0014	2.91	21.12	24.03
SS231	SS231_TR0015	1.70	24.03	25.73
SS231	SS231_TR0016	2.95	25.73	28.68
SS231	SS231_TR0017	2.26	28.68	30.94
SS231	SS231_TR0018	2.71	30.94	33.65
SS231	SS231_TR0019	0.20	33.65	33.85
SS231	SS231_TR0020	2.66	33.85	36.50
SS231	SS231_TR0021	0.62	36.50	37.12
SS231	SS231_TR0022	2.22	37.12	39.34
SS231	SS231_TR0023	2.85	39.34	42.19
SS231	SS231_TR0024	8.01	42.19	50.20
SS231	SS231_TR0025	1.91	50.20	52.11
SS231	SS231_TR0026	1.85	52.11	53.96
SS231	SS231_TR0027	3.50	53.96	57.46
SS231	SS231_TR0028	3.36	57.46	60.82
SS231	SS231_TR0029	1.24	60.82	62.06

SS231	SS231_TR0030	4.30	62.06	66.36
SS231	SS231_TR0031	3.49	66.36	69.85
SS231	SS231_TR0032	4.23	69.85	74.08
SS231	SS231_TR0033	1.69	74.08	75.76
SS231	SS231_TR0034	1.44	75.76	77.21
SS28	SS28_TR0001	0.53	0.00	0.53
SS28	SS28_TR0002	0.28	0.53	0.81
SS28	SS28_TR0003	0.62	0.81	1.43
SS28	SS28_TR0004	2.75	1.43	4.18
SS28	SS28_TR0005	3.45	4.18	7.63
SS28	SS28_TR0006	2.47	7.63	10.10
SS28	SS28_TR0007	3.20	10.10	13.29
SS28	SS28_TR0008	1.03	13.29	14.32
SS28	SS28_TR0009	3.79	14.32	18.11
SS28	SS28_TR0010	1.55	18.11	19.66
SS28	SS28_TR0011	2.43	19.66	22.09
SS28	SS28_TR0012	1.81	22.09	23.89
SS28	SS28_TR0013	3.21	23.89	27.10
SS28	SS28_TR0014	2.25	27.10	29.35
SS28	SS28_TR0015	1.91	29.35	31.26
SS28	SS28_TR0016	2.20	31.26	33.46
SS28	SS28_TR0017	3.13	33.46	36.59
SS28	SS28_TR0018	3.15	36.59	39.74
SS28	SS28_TR0019	1.22	39.74	40.96
SS28	SS28_TR0020	4.82	40.96	45.78
SS28	SS28_TR0021	2.38	45.78	48.16
SS28	SS28_TR0022	5.47	48.16	53.62
SS28	SS28_TR0023	4.08	53.62	57.70
SS28	SS28_TR0024	6.00	57.70	63.70
SS28	SS28_TR0025	1.54	63.70	65.24
SS28	SS28_TR0026	4.42	65.24	69.66
SS28	SS28_TR0027	0.70	69.66	70.36
SS28	SS28_TR0028	2.86	70.36	73.22
SS28	SS28_TR0029	9.31	73.22	82.53
SS28	SS28_TR0030	3.52	82.53	86.05
SS28	SS28_TR0031	2.14	86.05	88.19

I segmenti stradali presentano una lunghezza compresa tra 0,12 km (codice segmento SP7\_TR0008) e 9,31km (codice segmento SS28\_TR0029), con una lunghezza media pari a 2,47 km.

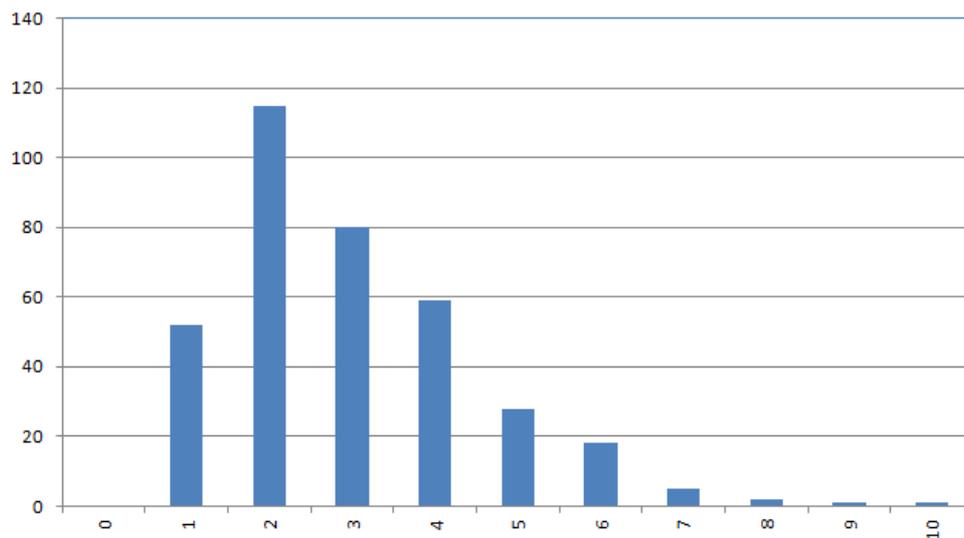


Figura 3.2 – Frequenza dei segmenti sulla base delle classi di lunghezza (espressa in km)

### **3.2.2 Determinazione dell'area di indagine**

La determinazione dell'area di indagine in riferimento all'analisi della pericolosità territoriale e della vulnerabilità è stata effettuata successivamente alla fase di raccolta dati.

### 3.3 RACCOLTA DATI

Le attività di raccolta dei dati sono state articolate in funzione della tipologia delle informazioni censite e pertanto sono state distinte modalità specifiche per la strutturazione della base dati relativa agli elementi di pericolosità e per la raccolta delle informazioni relative alla rete viaria oggetto dello studio.

La sequenza delle attività svolte (analisi della pericolosità territoriale → analisi della struttura viaria → definizione dell'area di studio) è stata strutturata in modo tale da permettere una perimetrazione dell'area di studio coerente con le dinamiche dei processi naturali considerati (estensione dei bacini idrografici, versanti in frana o soggetti all'occorrenza di valanghe, ecc.). In questo senso la definizione spaziale della porzione di territorio oggetto dell'analisi è stata preceduta da una fase di acquisizione bibliografica delle informazioni utili alla definizione del quadro di pericolosità e di vulnerabilità per la Provincia di Cuneo, con riferimento alle porzioni di territorio in diretto rapporto con le strutture viarie esaminate. In base a questi elementi sono state definite aree di studio specifiche, riferite ai singoli processi naturali, dalla cui unione risulta l'area di studio complessiva.

Per la caratterizzazione degli elementi di pericolo sono state condotte le seguenti attività di raccolta dati:

- individuazione delle fonti documentali disponibili presso gli enti pubblici comunali, provinciali e regionali;
- acquisizione dei dati disponibili;
- valutazione e verifica della compatibilità del grado di dettaglio delle informazioni con la scala dello studio;
- omogeneizzazione delle informazioni idonee in funzione delle specifiche tecniche della metodologia adottata;
- informatizzazione o importazione del formato elettronico e creazione della base dati di riferimento;
- integrazione delle informazioni relativi ai dissesti acquisiti mediante consultazione dei rapporti di evento.

Sono state prese in considerazione le seguenti fonti documentali al fine di definire un quadro esaustivo del grado di dissesto del territorio in relazione allo sviluppo lineare delle strutture viarie analizzate:

<b>Dato</b>	<b>Diffusione</b>	<b>Proprietario / gestore</b>
Sistema informativo DISUW (difesa del suolo)	WebGIS	Regione Piemonte
Banca Dati Geologica - Sottosistema processi ed effetti	WebGIS	ARPA Piemonte
Banca Dati Geologica scala 1:100.000	WebGIS	ARPA Piemonte
Evento alluvionale 2-6 novembre 1994	WebGIS	ARPA Piemonte
Evento alluvionale 28-30 maggio 2008	WebGIS	ARPA Piemonte
Studio della dinamica fluviale dei corsi d'acqua Stura di Demonte, Gesso e Vermenagna in relazione all'evento alluvionale del giugno 2000	Tesi di laurea	Quaranta Daniele
Sistema Informativo protezione civile	WebGIS	Provincia di Cuneo
Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)	WebGIS	ARPA Piemonte
RERCOMF – Rete Regionale Controllo Movimenti Franosi	WebGIS	ARPA Piemonte
Progetto speciale eventi alluvionali - Carta della pericolosità per instabilità dei versanti – Foglio DEGO	Carta tematica	ARPA Piemonte
Progetto speciale eventi alluvionali - Carta dei processi di instabilità conseguenti l'evento del 3-6 Novembre 1994 – Fogli DEGO, FOSSANO, ALBA	Carta tematica	Regione Piemonte

Gli scivolamenti planari nel territorio delle Langhe piemontesi attivati durante l'evento del 4-6 novembre 1994	Download dati	Regione Piemonte
Processi di instabilità per settori delle valli Belbo, Bormida e Susa	Carte tematiche	Progetto Interreg IIC
Atlante dei Centri Abitati Instabili Piemontesi (ai sensi della L. 445/1908 e seg.)	Pubblicazione	Regione Piemonte - GNDCl
Sistema Informativo Valanghe (SIVA)	WebGIS	ARPA Piemonte
Rendiconti nivometrici per le stagioni invernali 2005/2006, 2006/2007, 2008/2009 e 2009/2010	Pubblicazione	ARPA Piemonte
Sistema Informativo sulle Valanghe della Provincia di Cuneo	WebGIS	Provincia di Cuneo
Banca dati Geotecnica	WebGIS	ARPA Piemonte
Sismicità in Piemonte	WebGIS	ARPA Piemonte
Predisposizione di piani di protezione civile per settori delle valli Belbo, Bormida e Susa	Piani	Progetto Interreg IIC
Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi (validità 2007-2010)	Piano	Regione Piemonte
Piani Territoriali forestali (PTF)	Piani / Download dati	Regione Piemonte
Progetto RIVES: protezione del territorio dai rischi naturali	-	Provincia di Cuneo
Rapporti di evento / censimenti dissesti	-	Reg. Piemonte / Prov. Cuneo / ARPA Piemonte

Il censimento delle informazioni disponibili presso le banche dati consultate ha portato alla individuazione dei record destinati agli strati informativi di base per la caratterizzazione della pericolosità territoriale.

Parallelamente è stata condotta una ricerca da fonti bibliografiche per individuare le opere d'arte e di difesa associate alla funzionalità delle infrastrutture. Le fonti consultate sono state le seguenti:

- Sistema informativo DISUW - sottosistema SICOD;
- Dati progettuali delle opere di attraversamento forniti dal gestore.

Anche in questo caso il censimento delle informazioni disponibili presso le banche dati consultate ha portato alla individuazione dei record costituenti gli strati informativi di base per la caratterizzazione degli elementi esposti e della relativa vulnerabilità.

La successiva definizione dell'area di studio è stata condotta sulla base dell'elaborazione delle informazioni acquisite con l'esame dei dati disponibili in riferimento agli elementi di pericolosità e di quelle relative alla definizione dello sviluppo delle strutture viarie.

L'individuazione dei limiti spaziali dell'area di studio è articolata nelle seguenti fasi:

- determinazione dei limiti dell'area di studio riferita a ciascuno degli elementi di pericolosità considerati; tale operazione, condotta in ambiente GIS, è stata realizzata sulla base di criteri specifici in base al processo in esame ed ai rapporti spaziali con le strutture viarie;
- unione delle aree di studio specifiche determinate al punto precedente.

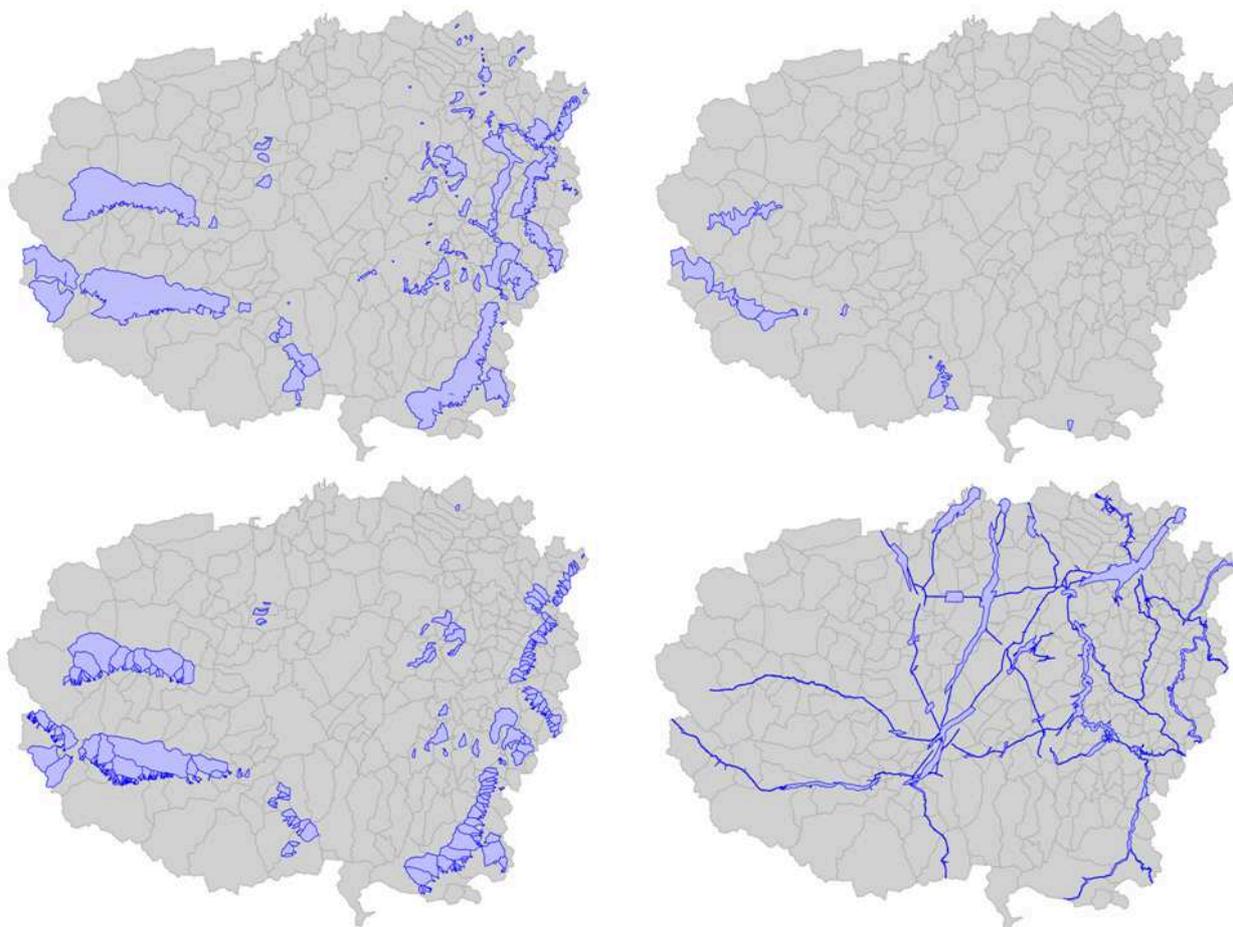
Per le differenti strutture viarie è possibile individuare, su base qualitativa, i processi naturali potenzialmente interferenti con la loro funzionalità. L'abbinamento dei differenti processi ai diversi ambiti morfologici permette una prima valutazione circa lo sviluppo complessivo dell'area di studio. Questa informazione costituisce un elemento di riferimento nella fase di unione delle aree di studio specifico, per la verifica della congruenza tra i processi in atto lungo i vari tratti della rete stradale considerata e l'estensione dell'area di studio definita per il presente lavoro.

	Frane	Valanghe	Processi torrentizi (rete idrogra- fica minore)	Processi torrentizi (conoidi)	Esondazioni	Incendi boschivi	Terremoti
Ambito montano	•	•	•	•		•	•
Ambito di pianura			•		•	•	•
Ambito collinare	•		•	•	•	•	•

Tabella 3.2 – Distribuzione dei processi naturali per ambito morfologico

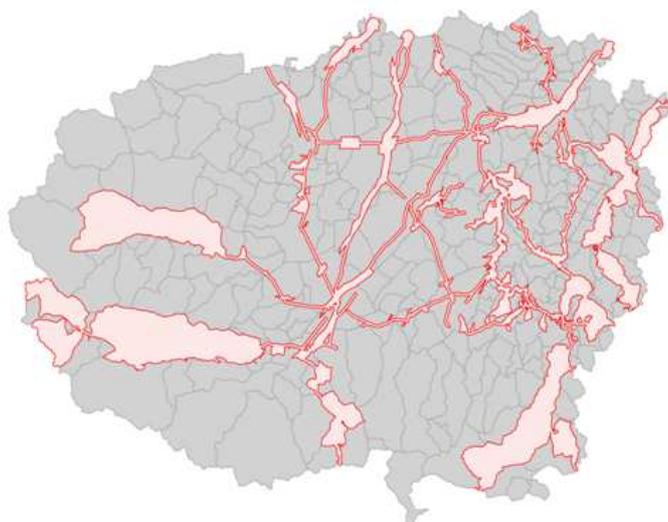
L'area di studio comprende pertanto tutte le porzioni del territorio entro le quali si originano ed evolvono i processi naturali che possono interferire con le infrastrutture per la mobilità:

Frane	<p>L'area di studio relativa alle frane è stata individuata tenendo conto di tutti i dati bibliografici a disposizione. Tra tutti i dissesti segnalati sono stati esaminati i seguenti elementi: i fenomeni che intersecano il grafo stradale; i fenomeni prossimi al grafo stradale; quelli la cui evoluzione (ad una prima osservazione della morfologia su base topografica CTR in scala 1:10.000 e modello digitale del terreno ottenuto a partire dalle curve di livello della CTR vettoriale, celle di 10 metri di lato) potrebbe arrivare a coinvolgere la sede stradale. In questo senso sono state considerate anche le possibili evoluzioni retrogressive di fenomeni franosi ubicati a valle della viabilità oggetto di studio. Nel caso di frane che insistono sul lato opposto della valle rispetto alla strada, generalmente non è stata considerata la possibile risalita del fenomeno franoso sul versante opposto.</p> <p>L'area di studio è costituita dal versante in cui ricadono le frane individuate, esteso fino al primo spartiacque a monte del coronamento e fino al fondovalle significativo per l'evoluzione del fenomeno; inoltre ai lati del fenomeno franoso considerato è stato perimetrato il versante con caratteristiche di esposizione e pendenza analoghe a quelle del dissesto.</p>
Valanghe	<p>L'area di studio relativa alle valanghe è stata individuata tenendo conto di tutti i dati bibliografici a disposizione (PAI, SIVA, dati Provincia di Cuneo). Tra tutti i dissesti segnalati sono stati esaminati: i fenomeni che intersecano il grafo stradale; i fenomeni prossimi al grafo stradale; quelli la cui evoluzione (ad una prima osservazione della morfologia su base topografica CTR in scala 1:10.000 e modello digitale del terreno ottenuto a partire dalle curve di livello della CTR vettoriale, celle di 10 metri di lato) potrebbe arrivare a coinvolgere la sede stradale. Nel caso di valanghe che interessano anche il fondovalle, è stata spesso considerata la possibile risalita del fenomeno sul versante opposto, come effetto ad esempio del "soffio".</p> <p>L'area di studio è costituita dal versante in cui ricadono le valanghe individuate, esteso fino al primo spartiacque a monte del coronamento e fino al fondovalle significativo per l'evoluzione del fenomeno; inoltre ai lati del fenomeno considerato è stato perimetrato il versante con caratteristiche di esposizione e pendenza analoghe a quelle del dissesto.</p>
Processi torrentizi	<p>Per la determinazione dell'area di studio relativa ai processi di dinamica torrentizia e di trasporto solido lungo i rii minori delle valli alpine della provincia di Cuneo, il criterio adottato è basato sull'individuazione dell'intersezione della rete idrografica minore con il grafo stradale oggetto di studio, sia nei casi di intersezione dell'asta torrentizia sia in quelli di intersezione con gli apparati di conoide sul fondovalle. In entrambe le situazioni i bacini idrografici relativi alle aste torrentizie sono stati delimitati sulla base della cartografia di riferimento (CTR in scala 1:10.000) e sulla base del modello digitale del terreno ottenuto a partire dalle curve di livello della CTR vettoriale, restituite con celle di 10 metri di lato.</p> <p>Nel caso di intersezione del grafo stradale con il conoide, il bacino tracciato presenta sezione di chiusura coincidente con l'apice del conoide, mentre nelle situazioni di intersezione del grafo con l'asta torrentizia si è scelta come sezione di chiusura dei bacini l'intersezione stessa.</p>
Esondazioni	<p>L'area di studio per le aree esondabili è stata perimetrata secondo i seguenti criteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inviluppo delle aree rientranti all'interno delle fasce fluviali del PAI, delle aree esondabili desunte da PAI e da PRGC, delle aree RME e delle aree allagate in base ai rapporti di evento disponibili, considerate in una fascia significativa, valutata in un intorno di 1 km dall'infrastruttura;</li> <li>• buffer 50 m dal ciglio della sede stradale, al fine di poter valutare le interferenze con la rete idrografica minore, principalmente nelle zone di pianura, anche in caso di mancanza di dati relativi a dissesti noti;</li> <li>• fondovalle dei corsi d'acqua principali, entro una distanza ed un dislivello significativi dalla sede stradale, al fine di permettere di valutare i fenomeni che si sviluppano lungo gli assi di valle (alluvionamento, erosione di sponda, ecc.) quando non classificabili all'interno della stretta dinamica torrentizia ed in caso di assenza di dati relativi a dissesti noti.</li> </ul>
Terremoti	<p>L'area di studio relativa alla valutazione della pericolosità sismica è stata definita considerando un buffer di 200 m su entrambi i lati dell'infrastruttura.</p>
Incendi boschivi	<p>L'area di studio relativa agli incendi è stata definita mediante un buffer di 200 m su entrambi i lati dell'infrastruttura.</p>



*Figura 3.3 – Limiti dell'area di studio per i fenomeni: frane, valanghe, esondazioni e processi torrentizi (in senso orario partendo in alto a sinistra)*

L'area di studio complessiva è quindi ottenuta come unione delle aree di studio specifiche dei singoli processi considerati nella valutazione degli elementi di pericolosità naturale. L'estensione dell'area risultante è pari a circa 1.277 km<sup>2</sup>.



*Figura 3.4 – Limiti dell'area di studio complessiva*

### 3.4 INTEGRAZIONE DELLE BASI DATI

Le attività di verifica, validazione ed integrazione dei dati sono state articolate in funzione della tipologia delle informazioni da acquisire in base alla specificità dei fenomeni e delle opere oggetto di studio. L'attività, pertanto, si è articolata in tre momenti principali:

1. fotointerpretazione, mediante analisi fotogrammetrica finalizzata alla verifica dei dissesti individuati su base bibliografica e all'individuazione di quelli occorsi successivamente alla compilazione delle banche dati esaminate, e analisi di fotogrammi orto-rettificati per la verifica preliminare dei dati acquisiti relativamente a infrastrutture viarie ed opere d'arte e di sistemazione/difesa ad esse connesse;
2. rilievi di terreno e verifica in campo degli elementi censiti durante la prima fase e validati preliminarmente mediante fotointerpretazione, e compilazione delle relative schede di campo;
3. restituzione dei rilievi di terreno in ambiente GIS e creazione di un sistema di archiviazione informatizzato dei dati acquisiti, mediante realizzazione di un database in formato MS Access®, per la consultazione dei medesimi e la produzione di schede anagrafiche relative a ciascun elemento censito.

La sequenza delle attività è stata quindi strutturata in modo tale da permettere la verifica puntuale degli elementi acquisiti da bibliografia nell'ambito della prima fase ed il progressivo approfondimento degli elementi necessari alla definizione della pericolosità e della vulnerabilità.

Al fine di effettuare una prima validazione dei dati acquisiti mediante analisi di fotogrammi aerei, ortorettificati e non, sono stati presi in esame:

- Ripresa aerea Alluvione 2000 (Regione Piemonte)
- Ortofoto colore 2006 fuso 32 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare)
- Google Maps – Street View

L'utilizzo in stereoscopia dei fotogrammi del volo Alluvione 2000 della Regione Piemonte ha in particolare consentito la definizione e l'approfondimento circa gli elementi di pericolosità naturali, rispetto a quanto ottenuto dalle sole fonti bibliografiche, consentendo da un lato la verifica dei dissesti precedentemente recepiti, con particolare riferimento a natura e perimetrazione degli stessi, e dall'altro l'individuazione di fenomeni di dissesto ulteriori.

Al termine del lavoro di fotointerpretazione ed analisi dei fotogrammi aerei, è stato possibile effettuare una prima verifica a grande scala di quanto acquisito su base bibliografica, individuando con maggiore precisione aree interessate dai fenomeni naturali presi in esame e tipologia ed ubicazione delle opere d'arte stradali connesse con il grafo stradale, punto di partenza per la successiva fase di rilievo in campo.

Per la verifica preliminare degli elementi strutturali relativi alle infrastrutture censite sono stati invece impiegati i fotogrammi ortorettificati del volo 2006 e, ove presenti in versione più aggiornata o di maggior qualità grafica, le immagini di Google Earth, fino all'utilizzo in molti casi dello strumento Street View, per la visione di dettaglio degli elementi analizzati.

I dati così ottenuti, nel caso di opere di scavalco e attraversamenti, sono stati integrati inoltre con i valori dimensionali e le caratteristiche tecnico-costruttive riportati all'interno del SICOD della Regione Piemonte.

Inoltre, al fine di verificare la correttezza spaziale ed il grado di aggiornamento del grafo stradale si è proceduto a sovrapporlo, in ambiente GIS, alle ortofoto del volo 2006 e, in seconda battuta, ad esportare il grafo stesso in formato .kml, visualizzabile in Google Earth. A seguito dell'analisi sono state apportate alcune rettifiche al tracciato stesso, le maggiori discrepanze si sono avute nel tracciato di alcune circoscrizioni o varianti, acquisite inizialmente a livello di ipotesi di tracciato.

Con la medesima metodologia sopra indicata, unita ad una valutazione di maggior dettaglio mediante Street View, si è proceduto ad individuare le opere d'arte stradale visibili a questa scala di lavoro. I dati sono stati confrontati ed integrati con quanto riportato nelle schede SICOD.

Successivamente si è proceduto a pianificare la fase di rilievi in campo, per la definitiva validazione e verifica degli elementi censiti, sia in termini di fenomeni naturali, sia per quanto connesso con opere d'arte stradali ed opere di sistemazione/difesa.

In caso di effettivo riscontro in situ, gli elementi censiti sono stati caratterizzati con i dati descrittivi reperibili in loco, in caso contrario sono stati eliminati; in caso di individuazione di nuovi elementi durante i sopralluoghi, non preliminarmente messi in luce né dalla ricerca bibliografica, né dalla foto interpretazione, i medesimi sono stati descritti, censiti e georeferenziati. Infine, per ciascun elemento censito si è provveduto, per quanto possibile date le condizioni di accessibilità e significatività dell'elemento, a produrre la documentazione fotografica relativa.

La seconda fase si è conclusa con la restituzione, in formato elettronico, e l'omogeneizzazione dei dati acquisiti nella fase precedente; rispetto a quest'ultima non sono state evidenziate discrepanze rilevanti, se non relativamente all'esclusione o all'inclusione di un limitato numero di elementi naturali minori o dubbi.

Ad ogni elemento è stato attribuito un codice univoco e, ove possibile, la relativa documentazione fotografica. La codifica è differente a seconda della categoria cui si riferisce:

- segmenti stradali: la codifica è composta dal nome della strada e da un progressivo a partire dal km 0;
- opere d'arte: la codifica è composta dal nome della strada, da una sigla identificativa del tipo di opera e da un progressivo, a partire dal km 0;
- fenomeni: la codifica è composta da un identificativo del Comune competente, a sua volta composto da un ID di ambito e dal codice ISTAT del Comune stesso, da una lettera identificativa del tipo di fenomeno e da un progressivo attribuito su base comunale;
- opere di difesa: la codifica è composta da un identificativo del Comune competente, a sua volta composto da un ID di ambito e dal codice ISTAT del Comune stesso, da un codice identificativo del tipo di opera e da un progressivo attribuito su base comunale.

### 3.5 ORGANIZZAZIONE DELLE BASI DATI E RAPPRESENTAZIONE

#### 3.5.1 Fasi operative

Le attività inerenti l'organizzazione delle basi dati e relativa rappresentazione cartografica sono state articolate nelle seguenti fasi operative principali:

1. Alimentazione della base dati, elaborazione, analisi dei dati di pericolosità e rappresentazione dei dati in forma di mappe di pericolosità (relativamente a frane, valanghe, esondazioni, processi torrentizi, terremoti e incendi boschivi);
2. Alimentazione della base dati, elaborazione e analisi dei dati relativi al valore esposto e alla vulnerabilità dei segmenti stradali;
3. Elaborazione dei dati pericolosità e di danno per il calcolo del rischio specifico (relativamente al rischio frane, valanghe, esondazioni, processi torrentizi, terremoti e incendi boschivi) e del rischio totale (multi-rischio) e produzione delle relative mappe tematiche.

#### 3.5.2 Analisi dei risultati – frane

I fenomeni caratterizzati da maggiore velocità di propagazione (V1) sono rappresentati principalmente da colamenti rapidi diffusi o localizzati (AS e CL ricadenti in classe V1). Tali fenomeni sono infatti censiti per i versanti sia dei settori alpini che di quelli collinari. I crolli (localizzati o diffusi) sono invece più circoscritti ai settori alpini. I fenomeni con velocità moderata sono in larga misura rappresentati da scivolamenti rotazionali (SR), a cui seguono gli scivolamenti traslativi (ST) ed i fenomeni complessi (CM). Infine, i fenomeni con velocità caratteristica lenta risultano essere in larga parte colamenti lenti (CL) e DGPV (DG). In generale i dissesti risultano essere prevalentemente molto rapidi (55% del totale).

Velocità	Tipologia								
	Aree con crolli/ribaltamenti puntiformi non cartografabili alla scala del rilevamento e livello di pericolosità	Aree con frane superficiali puntiformi non cartografabili alla scala del rilevamento	Colamenti	Fenomeni complessi	Crolli / ribaltamenti	DGPV	Scivolamenti rotazionali	Scivolamenti traslativi	Altro - sprofondamenti connessi a cavità carsiche -
V1	116	841	466		50				
V2				124			515	308	
V3			211			42			8

Tabella 3.3 – Numero di frane distinte sulla base della classificazione della velocità e della tipologia.

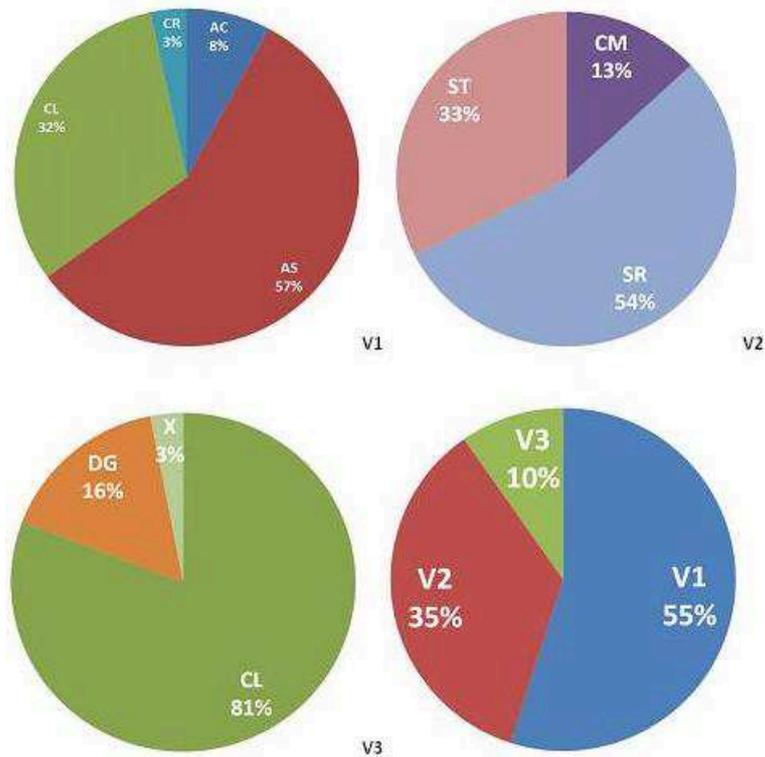


Figura 3.5 – Distribuzione della tipologia di frane per le differenti classi di velocità (V1, V2, V3) e distribuzione percentuale del numero di frane per le tre classi (grafico in basso a destra).

In termini di pericolosità i fenomeni caratterizzati da velocità maggiori (crolli / colamenti rapidi) sono quelli per i quali risulta più frequente una pericolosità da elevata a molto elevata. I fenomeni complessi, gli scivolamenti rotazionali e quelli traslativi sono invece caratterizzati da una pericolosità da media ad elevata. Infine i colamenti lenti e le DGPV sono prevalentemente caratterizzati da pericolosità da bassa a media.

Tipologia	Pericolosità			
	Bassa	Media	Elevata	Molto Elevata
AC			3	113
AS	4	2	47	788
CL	195	37	111	334
CM	15	28	65	16
CR	1	2	10	37
DG	19	23		
SR	9	253	245	8
ST	1	41	219	47
X	8			

Tabella 3.4 – Livello di pericolosità per tipologia di frana

[AC: aree con crolli/ribaltamenti puntiformi non cartografabili alla scala del rilevamento e livello di pericolosità; AS: aree con frane superficiali puntiformi non cartografabili alla scala del rilevamento; CL: colamenti; CM: fenomeni complessi; CR: crolli / ribaltamenti; DG: DGPV; SR: scivolamenti rotazionali; ST: scivolamenti traslativi; X: altro - sprofondamenti connessi a cavità carsiche -]

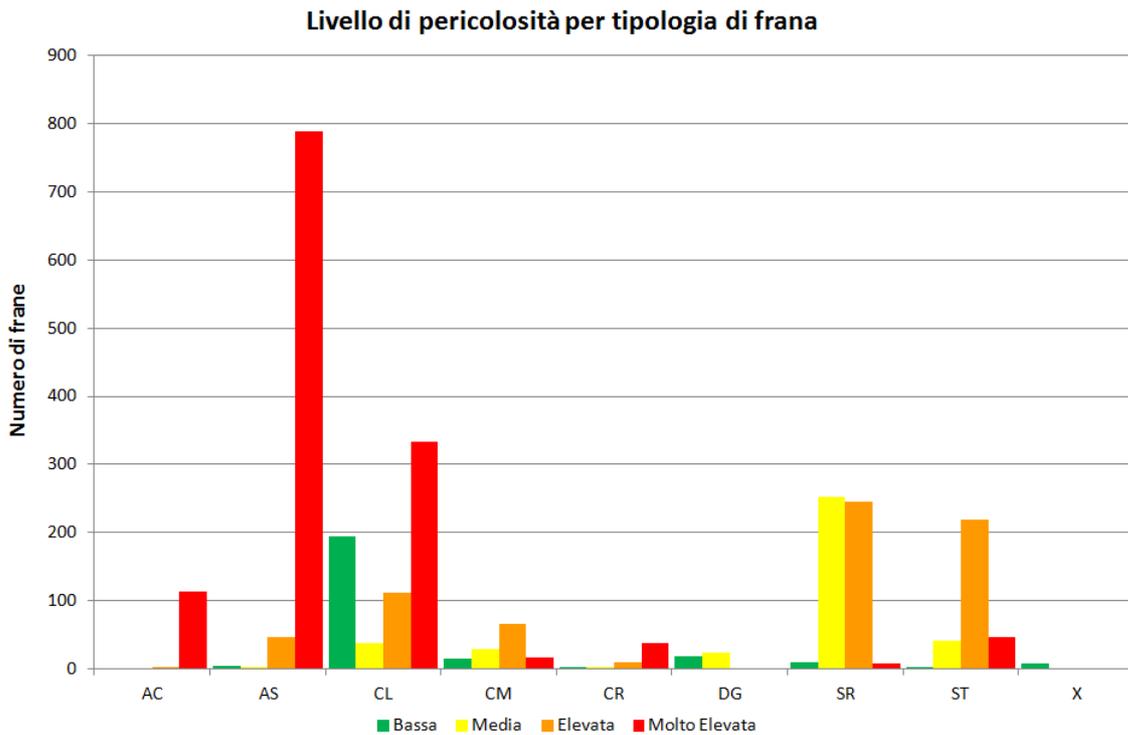


Figura 3.6 – Numero di frane distinto per tipologia e livello di pericolosità.

### 3.5.3 Analisi dei risultati – esondazioni

Per la pericolosità da esondazione sono stati censiti 552 fenomeni. L'analisi delle statistiche evidenzia la presenza di un elevato numero di tali fenomeni all'interno delle fasce B e C del PAI (33%) e di aree ad elevata pericolosità (Ee) (33%), mentre l'8% dei fenomeni ricade in fascia A, a causa dei numerosi attraversamenti con la rete idrografica principale.

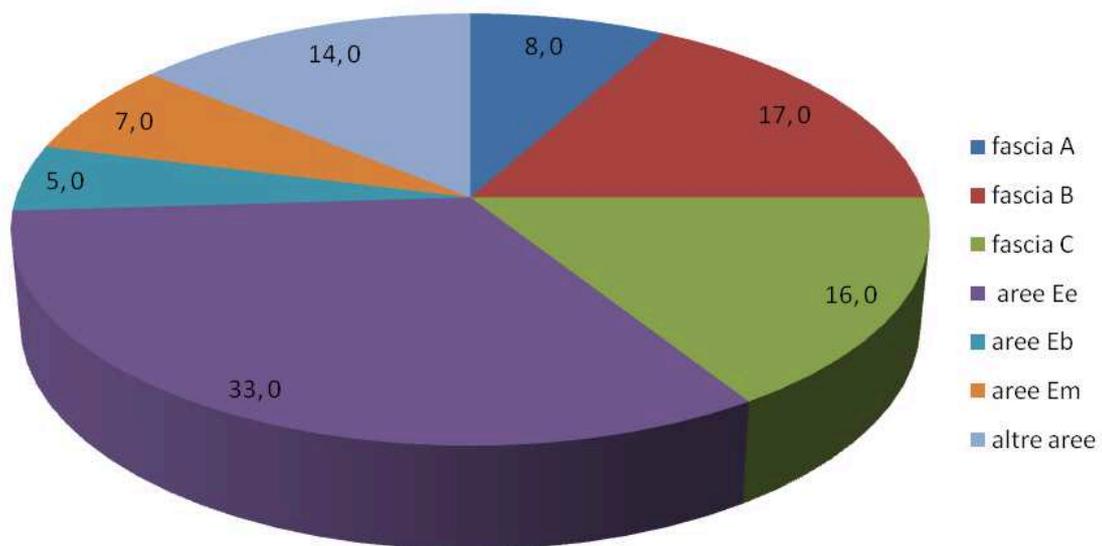


Figura 3.7 – Distribuzione dei fenomeni censiti secondo la classificazione del PAI

Il quadro della pericolosità dei fenomeni evidenzia una netta prevalenza di fenomeni a pericolosità molto elevata (45%) ed elevata (23%), mentre scarsamente significativi risultano essere i fenomeni a media pericolosità. I fenomeni a bassa pericolosità rappresentano il 31% del totale. La prevalenza di fenomeni a pericolosità elevata o molto elevata, pari al 68% del totale, indicano un livello elevato di compromissione del territorio analizzato in riferimento ai fenomeni alluvionali.

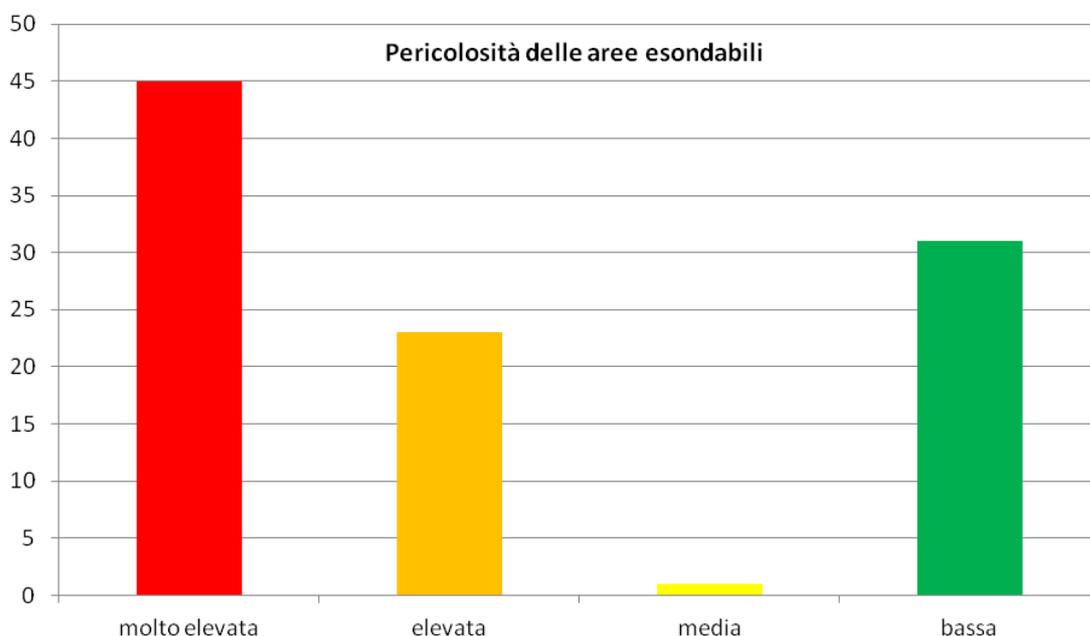


Figura 3.8 – Percentuale dei fenomeni ricadenti nelle differenti classi di pericolosità

### 3.5.4 Analisi dei risultati – processi torrentizi

Sono state esaminate 278 aste del reticolo idrografico minore. Per quel che concerne la distribuzione delle classi di quantità di materiale mobilizzabile circa la metà delle aste ricade nella classe M2 (media); sotto il punto di vista della ricorrenza dei fenomeni il 40% delle aste torrentizie è caratterizzato da una ricorrenza dei fenomeni superiore a 5 eventi ogni 100 anni.

Materiale	Percentuale	Ricorrenza	Percentuale
M1	23%	R1	40%
M2	53%	R2	26%
M3	24%	R3	5%
		R4	29%

Tabella 3.5 – Distribuzione delle classi di quantità di materiale mobilizzabile e delle classi di ricorrenza

In riferimento alla pericolosità, il 34% delle aste risulta caratterizzato da un livello di pericolosità molto elevato, mentre il 31% è caratterizzato da un livello di pericolosità elevato. Le aste con pericolosità media rappresentano l'11% del totale esaminato, mentre le aste con pericolosità bassa costituiscono il 25% delle aste totali.

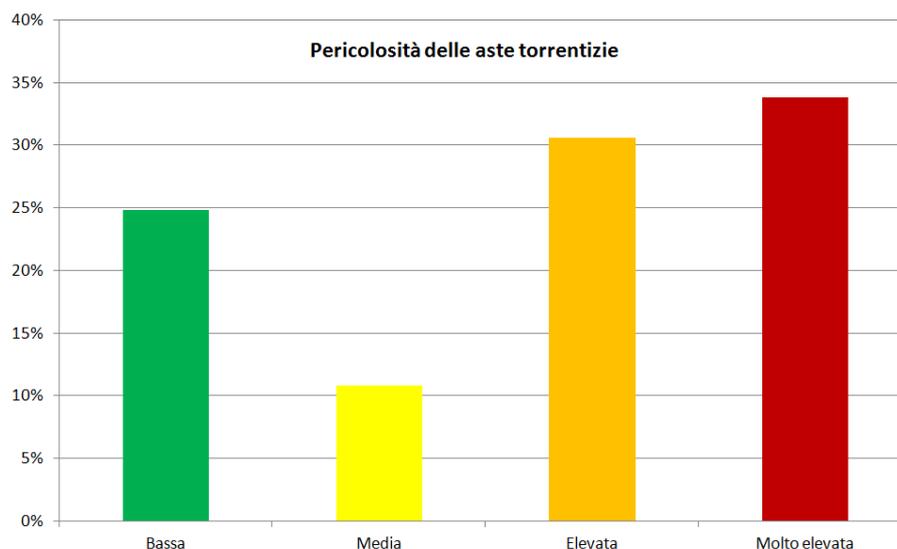


Figura 3.9 – Percentuale delle aste torrentizie ricadenti nelle differenti classi di pericolosità

Passando ai conoidi sono stati analizzati 137 apparati. Solo il 22% dei conoidi esaminati presenta canali con condizioni di deflusso favorevoli, mentre il 34% si caratterizza per condizioni relativamente agevoli; ben il 44% presenta condizioni di deflusso ostacolato.

Classi di deflusso	Percentuale
C1	44%
C2	34%
C3	22%

Tabella 3.6 – Distribuzione delle classi di deflusso

In riferimento alla pericolosità Solo il 7% dei conoidi esaminati presenta una pericolosità bassa, mentre l'11% dei conoidi si caratterizza per condizioni di pericolosità media. Il 32% dei conoidi si caratterizza per una pericolosità elevata e il 50% per una pericolosità molto elevata.

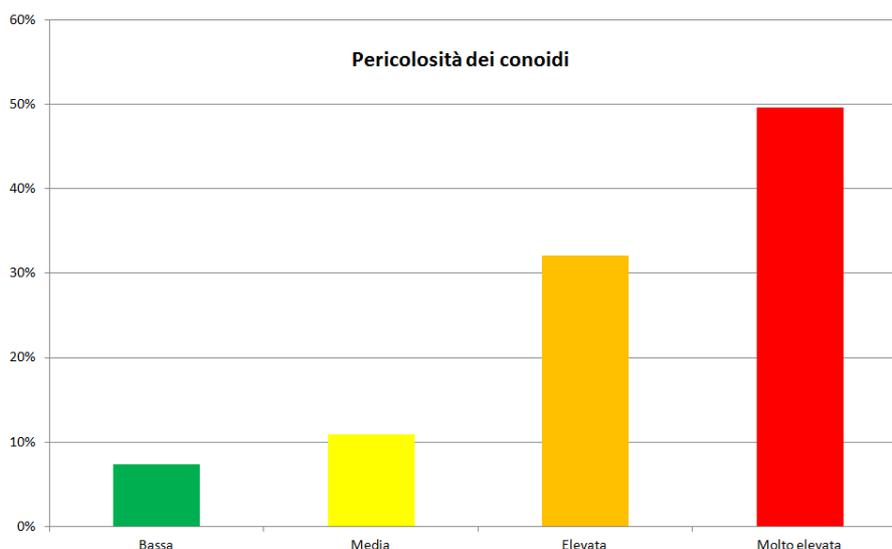


Figura 3.10 – Percentuale dei conoidi ricadenti nelle differenti classi di pericolosità.

### 3.5.5 Analisi dei risultati – valanghe

Quasi la metà dei fenomeni studiati si caratterizza per una ricorrenza annuale; un altro segmento importante è rappresentato da fenomeni con ricorrenza inferiore a 5 anni, per cui è possibile affermare che più dei tre quarti delle valanghe censite presenta una ricorrenza inferiore ai 5 anni.

Tale dato, se associato alla distribuzione delle classi dimensionali (la maggior parte dei fenomeni presenta superfici superiori a 50.000 m<sup>2</sup>), prelude ad un quadro caratterizzato da una netta prevalenza di valanghe a pericolosità elevata (30%) o molto elevata (60%).

Ricorrenza	Percentuale		Dimensioni	Percentuale
R1	44%		D1	60%
R2	35%		D2	36%
R3	21%		D3	4%

Tabella 3.7 – Distribuzione delle classi di ricorrenza e di dimensione delle valanghe

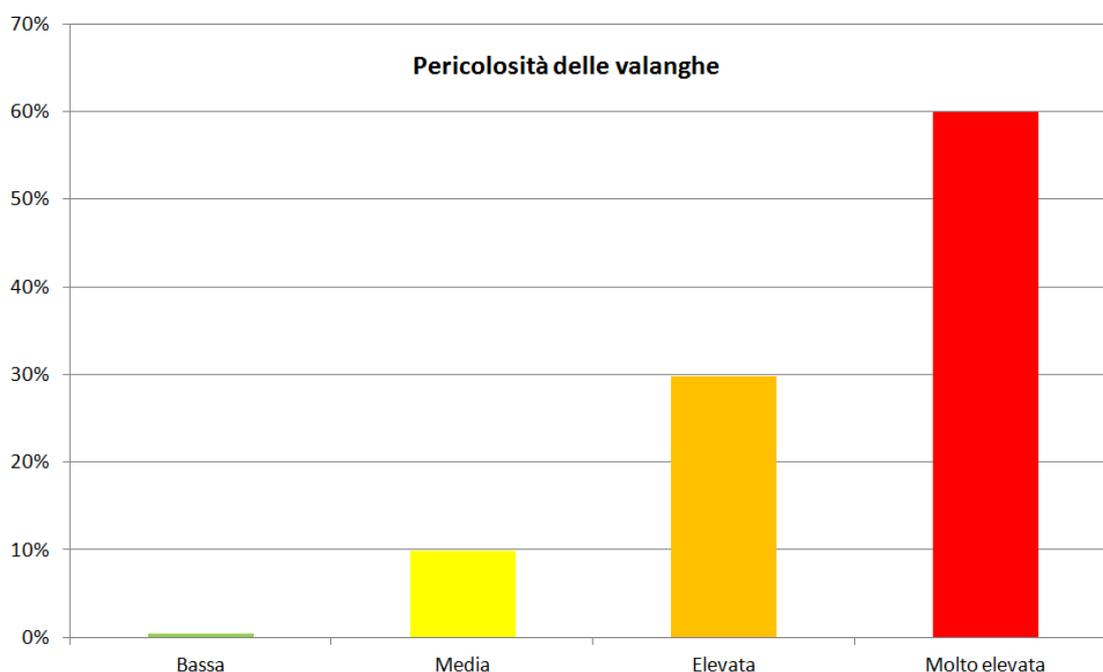


Figura 3.11 – Percentuale delle valanghe ricadenti nelle differenti classi di pericolosità.

### 3.5.6 Analisi dei risultati – incendi di interfaccia

L'analisi della pericolosità da incendi ha interessato 6.720 elementi, distribuiti in un intorno di 200 m dalle infrastrutture viarie e caratterizzati dalla presenza di formazioni boscate o, comunque, di vegetazione combustibile.

Dal punto di vista della classificazione delle tipologie vegetazionali i coltivi ed i pascoli, sia in attualità di coltura, sia abbandonati, costituiscono oltre la metà degli elementi censiti, mentre le superfici boscate non xerofile rappresentano il 37% e quelle xerofile il 6%. Tale quadro è da mettere in relazione con il territorio attraversato dalle infrastrutture analizzate, che si sviluppano per la maggior parte in area di

pianura o, comunque, fortemente antropizzate in cui le formazioni boscate sono state eliminate per fare spazio allo sfruttamento agricolo del territorio. Tale considerazione vale anche per la densità dei popolamenti: solo il 26% degli elementi presenta copertura colma.

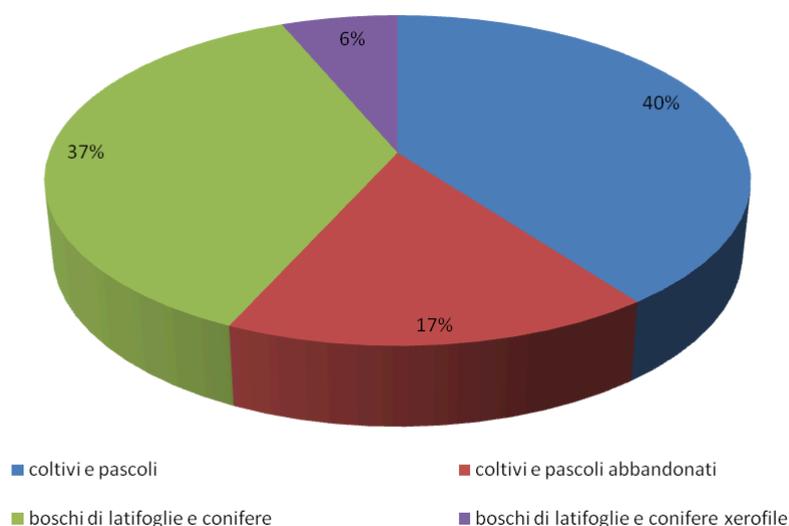


Figura 3.12 – Distribuzione delle tipologie vegetazionali

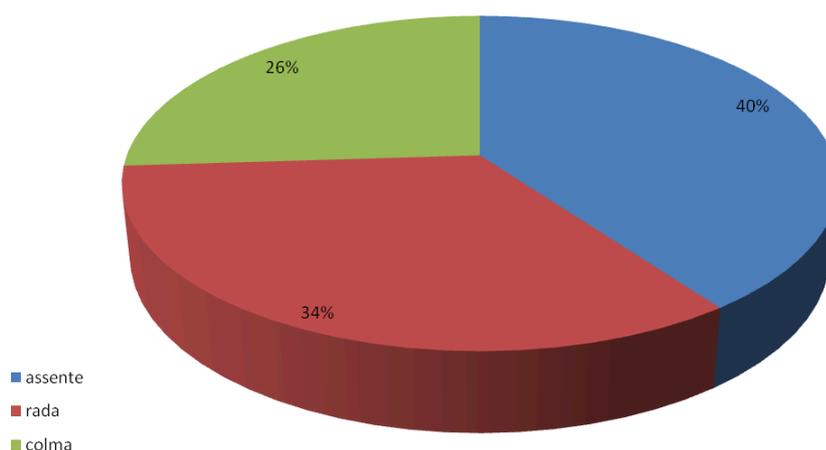


Figura 3.13 – Distribuzione della densità dei popolamenti

L'analisi degli incendi pregressi lungo le aree di pertinenza dell'infrastruttura ha evidenziato un'incidenza di questo fattore molto scarsa e limitata nello spazio; anche l'analisi della classificazione AIB dei territori comunali attraversati indica una netta prevalenza di aree a basso rischio (ciò è spiegabile con la prevalenza di Comuni posti in aree pianeggianti a vocazione prevalentemente agricola).

Presenza incendi	Percentuale	Clase AIB	Percentuale
Assenza	99.8%	Rischio alto	8.3%
Tra 50 e 200 m	0.1%	Rischio medio	15.3%
Entro i 50 m	0.1%	Rischio basso	76.4%

Tabella 3.8 – Percentuale di elementi con incendi pregressi (con riferimento alla distanza dall'infrastruttura) e percentuale di elementi suddivisi per classe AIB dei comuni

Propensione all'incendio	Percentuale
Elevata	0.04%
Media	9.09%
Bassa	90.86%

Tabella 3.9 – Percentuale di fenomeni per classe di propensione all'incendio

La somma di tutti i parametri analizzati e precedentemente illustrati, unita all'applicazione delle schede-matrice evidenza, in sintesi, una situazione generale di bassa pericolosità lungo la maggior parte del grafo stradale, con scarsi elementi di criticità.

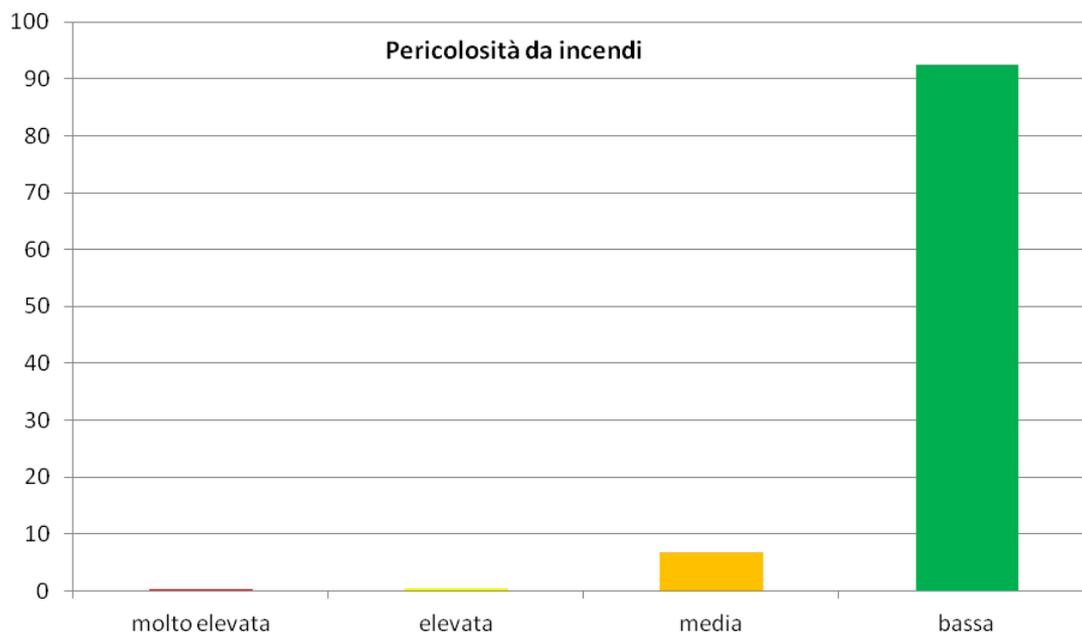


Figura 3.14 – Percentuale di elementi ricadenti nelle diverse classi di pericolosità

### 3.5.7 Analisi dei risultati – terremoti

I segmenti stradali analizzati ricadano in percentuale quasi identica all'interno di settori classificati in Zona 3 ed in Zona 4; poco più della metà risulta inoltre ubicata in settori caratterizzati dalla presenza di elementi che favoriscono fenomeni di amplificazione del moto sismico (questo dato è principalmente correlato alla presenza di lunghi tratti della viabilità in esame ubicati in aree che presentano depositi sabbiosi con soggiacenza della falda inferiore a 15 m dal piano campagna).

Zona	Percentuale	Effetti di sito	Percentuale
Z3	58%	E1	2%
Z4	42%	E2	42%
		E3	55%

Tabella 3.10 – Distribuzione percentuale della classificazione in riferimento alla accelerazione massima al suolo e distribuzione percentuale in riferimento alla classe effetti di sito

Il quadro della pericolosità risultante mostra che il 50% dei poligoni riferiti all'attività sismica risulta caratterizzato da un livello di pericolosità medio, il 31% è caratterizzato da un livello di pericolosità elevato, mentre il restante 19% si caratterizza per un livello di pericolosità basso.

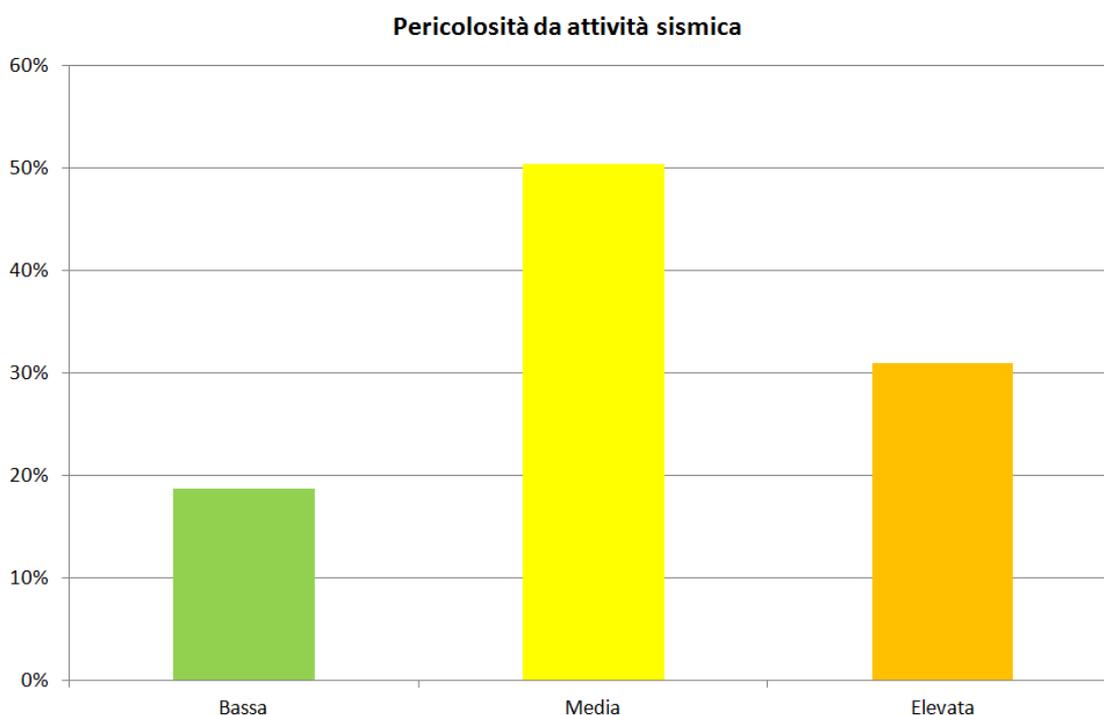


Figura 3.15 – Percentuale dei poligoni riferiti all'attività sismica ricadenti nelle differenti classi di pericolosità.

### 3.5.8 Analisi dei risultati – elementi esposti

La caratterizzazione degli elementi esposti definisce la componente che combinandosi con il dato di pericolosità porta all'identificazione del rischio.

La caratterizzazione degli elementi è basata sulla quantificazione dei seguenti aspetti:

- vulnerabilità dell'elemento (susceptibilità a subire danneggiamento in caso di evento), che è funzione dell'efficacia delle opere di protezione e delle caratteristiche strutturali e progettuali dell'elemento stesso;
- valore esposto: la rilevanza economica/funzionale/sociale dell'elemento.

La vulnerabilità dei segmenti stradali è stata valutata in modo tale da fornire il grado di riduzione/assenza delle funzionalità del segmento in relazione all'occorrenza di uno o più fenomeni naturali. Tale parametro è espresso attraverso due componenti:

- l'efficacia delle opere di sistemazione/difesa. Questo parametro è quindi svincolato dalla struttura dell'elemento esposto (segmenti stradali e opere d'arte associate);
- la vulnerabilità (la susceptibilità a subire danno) dell'infrastruttura e delle opere d'arte ad esse connesse. Questo elemento è svincolato dalla presenza o meno di strutture di protezione, ma è funzione alla conformazione stessa delle opere in relazione ai differenti fenomeni considerati (ad

esempio a parità di pericolosità da esondazioni un tratto stradale in trincea è più vulnerabile rispetto ad un tratto in rilevato).

Tali componenti (efficacia delle opere di sistemazione/difesa; vulnerabilità dell'infrastruttura e delle opere d'arte ad esse connesse) sono state valutate e valorizzate in conformità alle classi definite nella metodologia adottata ( $V_1 / V_2$ ) considerando i dati raccolti nel corso delle fasi di lavoro precedenti.

I dati risultanti sono stati quindi inseriti nelle tabelle di collegamento tra i fenomeni censiti e segmenti stradali della base-dati adottata.

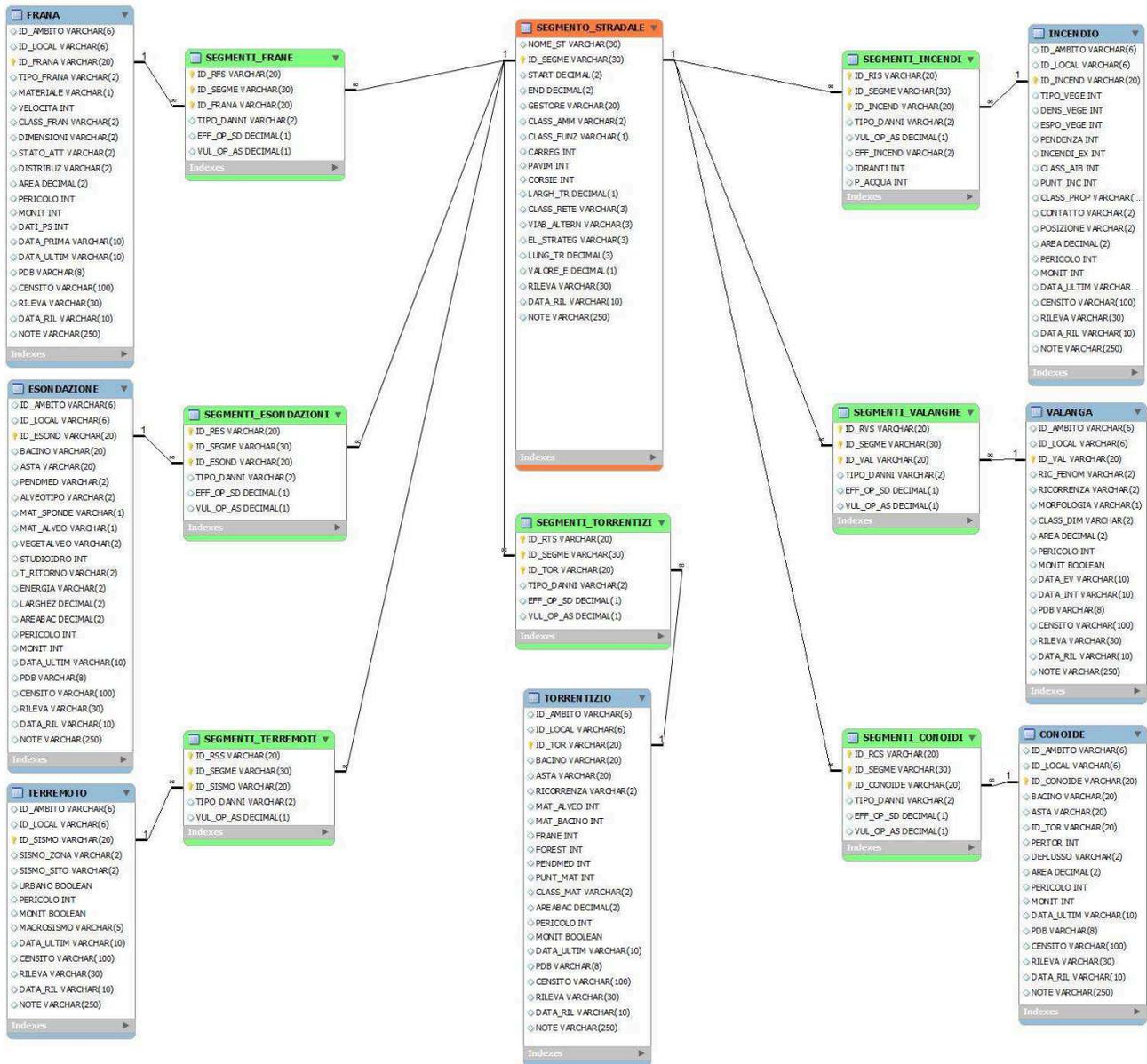


Figura 3.16 – Struttura della base-dati adottata (sfondo azzurro: fenomeni / sfondo arancione: segmenti stradali / sfondo verde: tabelle di collegamento)

La valutazione della rilevanza dei segmenti stradali (“valore esposto”) è invece definita dalla combinazione dei seguenti fattori:

- classificazione funzionale dell’infrastruttura (E1)
- presenza di una viabilità alternativa a quella definita dai segmenti stradali (E2)
- accesso esclusivo ad elementi territoriali rilevanti (E3)

La classificazione funzionale dell’infrastruttura prevede la suddivisione in: rete primaria (E1a), rete principale (E1b), rete secondaria (E1c) e rete locale (E1d).

<b>Strada</b>	<b>Classificazione funzionale dell'infrastruttura</b>
SP3	E1c
SP7	E1c
SP12	E1c
SP20	E1a
SP21	E1c
SP32	E1c
SP45	E1c
SP206	E1c
SP422	E1c
SP428	E1a
SP429	E1b
SP430	E1a
SP439	E1b
SP490	E1b
SP564	E1b
SP582	E1b
SP589	E1b
SP592	E1b
SP661	E1b
SP662	E1b
SP663	E1b
SP929	E1b
SS20	E1a
SS21	E1a
SS28	E1a (tratto SS231 - Ceva) / E1b (tratto Ceva - Confine Regione)
SS231	E1a
NSA275	E1a
NSA29	E1a
NSA312	E1a

*Tabella 3.11 –Classificazione funzionale della viabilità oggetto del presente studio (E1a: rete primaria / E1b: rete principale / E1c: rete secondaria / E1d: rete locale)*

Per quel che concerne la viabilità alternativa (intesa come possibilità di utilizzo di percorsi alternativi in caso di interruzione della viabilità, indipendentemente dalla classificazione funzionale della strada) si è anche tenuto conto della compatibilità dei flussi di traffico. Nell’analisi è stata considerata la presenza di una viabilità alternativa senza limitazioni nel caso di connessioni alternative mediante strade di

pari rango e caratterizzate da lunghezze confrontabili con quelle del segmento stradale in esame. Nel caso di percorsi alternativi mediante viabilità di rango inferiore e/o attraversamento di centri abitati significativi e/o lunghezza del percorso molto maggiore di quella del segmento è stata valutata la presenza di una viabilità alternativa con limitazioni. Infine i casi non rientranti nelle prime due categorie sono stati considerati come casi di assenza di viabilità alternativa.

La valorizzazione del parametro “accesso esclusivo ad elementi territoriali rilevanti” è stata infine condotta mediante esame della CTR in ambiente GIS utilizzando i dati raccolti nel corso delle fasi di lavoro precedenti.

Per addivenire ad una valutazione complessiva del valore esposto E ai tre indicatori presi in considerazione sono stati assegnati dei punteggi, che sono stati poi sommati come previsto dalla metodologia adottata:

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

### 3.6 ANALISI DI RISCHIO

#### 3.6.1 Analisi dei risultati – rischio frane

Su 359 segmenti stradali considerati, 236 sono caratterizzati da un livello di rischio frane nullo.

Classe di rischio	Numero segmenti
Molto elevato	7
Elevato	29
Medio	56
Basso	31
Nulla	236

Tabella 3.12 –Classi di rischio specifico associato al fenomeno frane

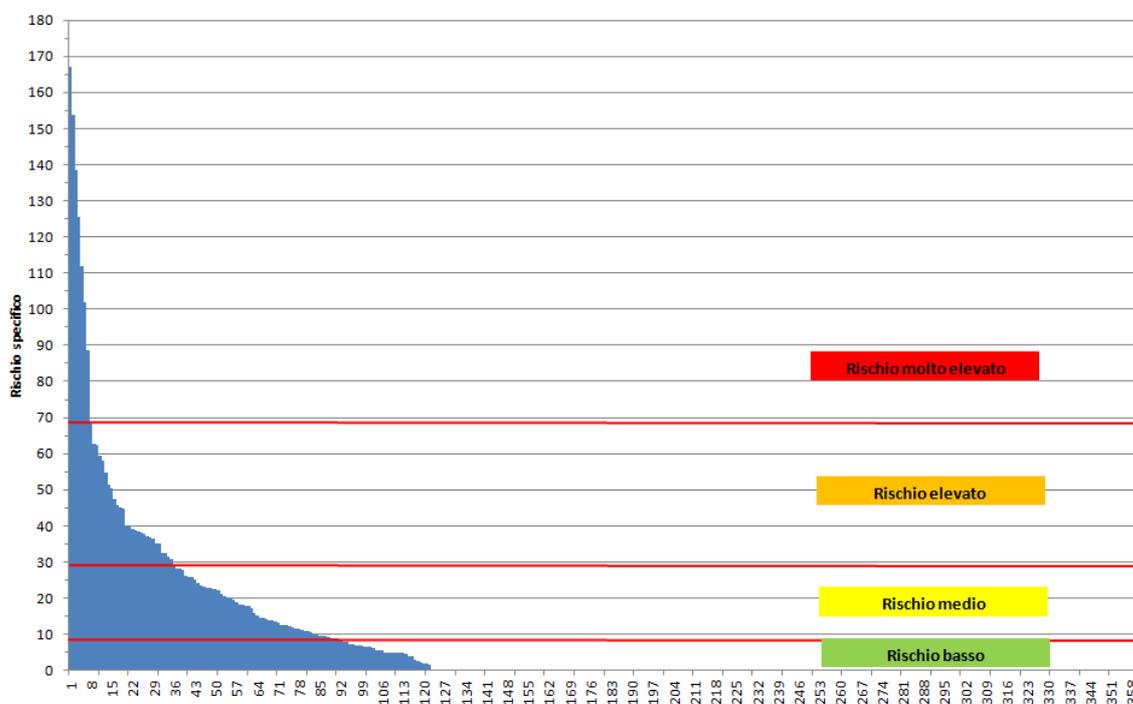


Figura 3.17 – Distribuzione dei valori ripartiti nelle classi di rischio specifico frane

Le strade interessate dal fenomeno in esame sono localizzate nei settori alpini e nei settori collinari delle Langhe e delle colline monregalesi, dove si registrano livelli cumulati del rischio frana per asta viaria più alti. La localizzazione dei segmenti stradali con livelli del rischio frana più elevato nel settore delle Langhe è da ricercarsi nel fatto che in questo ambito si localizzano numerose frane, quasi tutte interagenti direttamente (quindi considerate per il calcolo del rischio) con il reticolo stradale. I settori vallivi alpini, pur presentando un numero significativo di dissesti, vedono questi ultimi prevalentemente localizzati nei bacini idrografici secondari, per cui il numero di frane che interagiscono direttamente con il reticolo stradale è minore.

La viabilità caratterizzata da un livello di pericolosità nullo per tutti i segmenti è ovviamente quella localizzata nei settori di pianura.

Strada	Segmenti stradali (n°)	Rischio cumulato
NSA275	8	0,000
NSA29	6	0,000
NSA312	3	0,000
SP20	20	0,000
SP21	10	0,000
SP3	11	0,000
SP428	3	0,000
SP45	3	0,000
SP490	1	0,000
SP589	17	0,000
SP662	9	0,000
SP663	8	0,000
SP7	9	4,800
SP206	4	9,000
SP564	11	20,200
SS231	34	24,400
SP430	5	31,000
SP582	4	33,000
SS20	16	47,000
SP12	16	65,100
SP592	7	94,175
SP929	14	103,500
SP422	22	103,600
SS28	31	238,650
SP439	12	314,925
SS21	21	318,100
SP429	12	418,450
SP661	26	596,500
SP32	17	848,650

Tabella 3.13 – Numero di segmenti stradali e rischio frana cumulato per struttura viaria.

### 3.6.2 Analisi dei risultati – rischio esondazioni

Su 359 segmenti stradali considerati, 197 sono caratterizzati da un livello di rischio esondazione nullo.

Classe di rischio	Numero segmenti
Molto elevato	14
Elevato	32
Medio	38
Basso	78
Nulla	197

Tabella 3.14 – Classi di rischio specifico associato al fenomeno esondazione

Le strade interessate dai fenomeni in esame sono localizzate sia in settori di pianura, sia nelle vallate alpine, sia nella zona delle Langhe. Praticamente tutte le strade analizzate presentano, in uno o più segmenti, problematiche legate alle esondazioni.

Per il settore di pianura i fenomeni sono riconducibili ad allagamenti diffusi sul territorio in corrispondenza dell'idrografia principale; nelle valli alpine i fenomeni censiti sono invece principalmente causa di dissesti dovuti all'erosione di sponda, e presentano caratteri di maggior energia dovuti alle pendenze più elevate; per ciò che riguarda il settore delle Langhe e quello delle valli del monregalese le caratteristiche possono essere considerate medie tra il settore di pianura e quello delle valli alpine.

Strada	Segmenti stradali (n°)	Rischio cumulato
NSA29	6	0,000
NSA312	3	0,000
SP582	4	0,000
SP32	17	2,000
SP206	4	2,500
SP490	1	3,500
NSA275	8	4,500
SP428	3	4,800
SP45	3	8,500
SP430	5	9,800
SP21	10	12,600
SP7	9	15,325
SP3	11	15,625
SP564	11	17,900
SP662	9	27,700
SP592	7	38,550
SP589	17	42,000
SP429	12	43,100
SP422	22	43,350
SP663	8	44,025
SP661	26	46,375
SS231	34	47,100
SS20	16	75,025
SP439	12	78,875
SS28	31	84,850
SS21	21	93,925
SP12	16	98,200
SP929	14	106,375
SP20	20	119,125

*Tabella 3.15 – Numero di segmenti stradali e rischio esondazione cumulato per struttura viaria.*

### **3.6.3 Analisi dei risultati – rischio processi torrentizi sulla rete idrografica minore**

Su 359 segmenti stradali considerati, 324 sono caratterizzati da un livello di rischio processi torrentizi sulla rete idrografica minore nullo.

Classe di rischio	Numero segmenti
Molto elevato	1
Elevato	7
Medio	16
Basso	11
Nulla	324

*Tabella 3.16 – Classi di rischio specifico associato al fenomeno processi torrentizi sulla rete idrografica minore*

Le strade interessate da questi fenomeni sono localizzate nei settori alpini e nei settori collinari delle Langhe e delle colline monregalesi, dove si registrano livelli cumulati del rischio per asta viaria più alti. I settori di pianura presentano valori di rischio nullo.

Strada	Segmenti stradali (n°)	Rischio cumulato
NSA275	8	0,000
NSA29	6	0,000
NSA312	3	0,000
SP12	16	0,000
SP20	20	0,000
SP206	4	0,000
SP21	10	0,000
SP3	11	0,000
SP32	17	0,000
SP428	3	0,000
SP45	3	0,000
SP564	11	0,000
SP589	17	0,000
SP662	9	0,000
SP663	8	0,000
SP7	9	0,000
SP929	14	0,000
SS231	34	0,000
SP661	26	3,200
SP490	1	4,200
SP430	5	9,100
SS28	31	9,600
SS20	16	10,200
SP582	4	11,550
SP429	12	17,700
SP592	7	19,650
SP439	12	29,100
SP422	22	35,600
SS21	21	43,150

*Tabella 3.17 – Numero di segmenti stradali e rischio processi torrentizi sulla rete idrografica minore cumulato per struttura viaria.*

### 3.6.4 Analisi dei risultati – rischio processi torrentizi in conoide

Su 359 segmenti stradali considerati, 303 sono caratterizzati da un livello di rischio processi torrentizi in conoide nullo.

Classe di rischio	Numero segmenti
Molto elevato	6
Elevato	12
Medio	23
Basso	15
Nullo	303

Tabella 3.18 – Classi di rischio specifico associato al fenomeno attività torrentizia in conoide

Le strade interessate dal fenomeno in esame sono localizzate nei settori alpini e nei settori collinari della Valle Belbo, della Valle Bormida e dell'alta Val Tanaro, che sono gli unici settori caratterizzati dalla presenza di apparati di conoide alluvionale.

Strada	Segmenti stradali (n°)	Rischio cumulato
NSA275	8	0,000
NSA29	6	0,000
NSA312	3	0,000
SP12	16	0,000
SP20	20	0,000
SP206	4	0,000
SP21	10	0,000
SP3	11	0,000
SP32	17	0,000
SP428	3	0,000
SP430	5	0,000
SP45	3	0,000
SP564	11	0,000
SP582	4	0,000
SP589	17	0,000
SP661	26	0,000
SP662	9	0,000
SP663	8	0,000
SP7	9	0,000
SP929	14	0,000
SS231	34	0,000
SP490	1	1,050
SP429	12	2,700
SS28	31	46,525
SP592	7	48,000
SP439	12	64,775
SS20	16	88,500
SP422	22	89,700
SS21	21	452,800

Tabella 3.19 – Numero di segmenti stradali e rischio processi torrentizi in conoide cumulato per struttura viaria.

### 3.6.5 Analisi dei risultati – rischio valanghe

Su 359 segmenti stradali considerati, 337 sono caratterizzati da un livello di rischio valanghe nullo.

Classe di rischio	Numero segmenti
Molto elevato	6
Elevato	2
Medio	11
Basso	3
Nulla	337

Tabella 3.20 – Classi di rischio specifico associato al fenomeno valanghe

Le strade interessate dal fenomeno in esame sono localizzate nei settori alpini, che sono gli unici ambiti caratterizzati dalla presenza di fenomeni valanghivi. La strada con il rischio valanghe cumulato più elevato è la SS21.

Strada	Segmenti stradali (n°)	Rischio cumulato
NSA275	8	0,000
NSA29	6	0,000
NSA312	3	0,000
SP12	16	0,000
SP20	20	0,000
SP206	4	0,000
SP21	10	0,000
SP3	11	0,000
SP32	17	0,000
SP428	3	0,000
SP429	12	0,000
SP430	5	0,000
SP439	12	0,000
SP45	3	0,000
SP490	1	0,000
SP564	11	0,000
SP582	4	0,000
SP589	17	0,000
SP592	7	0,000
SP661	26	0,000
SP662	9	0,000
SP663	8	0,000
SP7	9	0,000
SP929	14	0,000
SS231	34	0,000
SS28	31	0,000
SP422	22	103,800
SS20	16	129,000
SS21	21	604,000

Tabella 3.21 – Numero di segmenti stradali e rischio valanghe cumulato per struttura viaria.

### 3.6.6 Analisi dei risultati – rischio incendi di interfaccia

Su 359 segmenti stradali considerati, 203 sono caratterizzati da un livello di rischio incendi di interfaccia nullo o basso.

Classe di rischio	Numero segmenti
Molto elevato	11
Elevato	39
Medio	106
Basso	200
Nullo	3

Tabella 3.22 – Classi di rischio specifico associato al fenomeno incendi

Il fenomeno interessa, in varia misura, tutti gli assi stradali con solo 3 segmenti con rischio nullo, in corrispondenza delle maggiori aree urbanizzate.

Strada	Segmenti stradali (n°)	Rischio cumulato
SP490	1	26,250
SP428	3	30,300
SP206	4	39,000
NSA275	8	39,600
NSA29	6	42,900
NSA312	3	47,250
SP3	11	59,700
SP21	10	72,600
SP45	3	100,950
SP7	9	103,350
SP662	9	109,050
SP663	8	128,400
SP564	11	137,250
SP430	5	166,050
SP582	4	191,000
SP589	17	308,100
SP20	20	337,800
SP592	7	338,100
SP929	14	365,200
SP12	16	391,950
SS231	34	533,400
SS20	16	553,650
SP429	12	642,600
SP439	12	656,850
SP32	17	692,550
SS21	21	711,900
SP422	22	798,350
SP661	26	884,350
SS28	31	1160,250

Tabella 3.23 – Numero di segmenti stradali e rischio incendi di interfaccia cumulato per struttura viaria.

I rischi maggiori sono concentrati nelle aree montane, caratterizzate dalla maggior presenza di popolamenti forestali propriamente detti e da elevate pendenze dei versanti, mentre le aree di pianura, in cui lo sfruttamento agricolo è di tipo intensivo e le aree naturali o naturaliformi sono decisamente limitate, sono interessate marginalmente dal questo fattore di rischio specifico. All'interno delle aree naturali il rischio derivante dagli incendi di interfaccia prevalente risulta concentrato nelle vallate appenniniche più meridionali, ove i popolamenti forestali presentano caratteri di tipo xerofilo.

### 3.6.7 Analisi dei risultati – rischio terremoti

Tutti i 359 segmenti stradali considerati sono caratterizzati da un livello di rischio terremoti non nullo.

Classe di rischio	Numero segmenti
Molto elevato	51
Elevato	112
Medio	126
Basso	70
Nulla	0

*Tabella 3.24 – Classi di rischio specifico terremoti*

Le infrastrutture per la mobilità considerate ricadono all'interno di territori comunali classificati in zona 3 o 4. Il rischio specifico calcolato varia, in funzione del valore esposto e della vulnerabilità delle infrastrutture, tra la classe di rischio basso e quella di rischio elevato per la maggior parte dei segmenti stradali considerati. Solo in alcuni casi è registrato un livello di rischio molto elevato associato al valore esposto elevato, in relazione alla classificazione funzionale e/o all'assenza di viabilità alternativa.

L'esame della carta del rischio specifico terremoti permette di individuare tre macrosettori: settore alpino e di alta collina, settore di pianura e settore collinare.

Nel primo sono registrati valori di rischio, variabili da medio ad elevato, determinati soprattutto dal valore esposto dell'infrastruttura (classificazione funzionale) e dalla scarsità di percorsi alternativi utili (in ambito vallivo il principale, se non spesso unico, elemento di collegamento tra i differenti centri abitati è rappresentato dalla viabilità di fondovalle).

Per i settori di pianura, considerato un grado di valore esposto delle infrastrutture relativamente eterogeneo, si registra un livello di rischio generalmente variabile correlato alla pericolosità specifica, da mettere in relazione alla possibilità di fenomeni di liquefazione per la presenza di abbondanti depositi alluvionali, con frequenti e potenti livelli sabbiosi, e di una falda superficiale con soggiacenza inferiore a 15 m dal piano campagna (tali fenomeni possono riguardare anche il fondovalle della Valle Tanaro tra Alba e Bra).

I settori collinari delle Langhe, anche essi caratterizzati da un grado di valore esposto delle infrastrutture eterogeneo, presentano invece livelli di pericolosità compresi tra basso e medio.

Strada	Segmenti stradali (n°)	Rischio cumulato
SP490	1	1,050
SP45	3	4,850
SP206	4	6,000
NSA312	3	8,200
SP582	4	8,700
SP428	3	9,600
SP592	7	10,050
SP430	5	10,250
NSA29	6	13,500
SP429	12	14,250
SP7	9	15,200
SP21	10	15,600
SP3	11	18,300
SP32	17	19,050
SP439	12	19,800
SP662	9	21,100
SP663	8	22,600
SP12	16	24,550
NSA275	8	24,800
SP929	14	25,500
SP564	11	25,800
SP589	17	43,100
SS20	16	44,900
SP422	22	45,700
SP661	26	46,200
SS21	21	50,700
SP20	20	58,400
SS28	31	78,700
SS231	34	85,750

Tabella 3.25 – Numero di segmenti stradali e rischio terremoti cumulato per struttura viaria.

### 3.6.8 Analisi dei risultati – multi-rischio

Il multi - rischio (o rischio totale) è calcolato come sommatoria dei livelli di rischio associati alle differenti fonti di pericolo prese in considerazione (frane, valanghe, esondazioni, processi torrentizi, terremoti e incendi boschivi).

Classe di multi-rischio	Numero segmenti
Molto elevato	17
Elevato	36
Medio	94
Basso	212
Nulla	-

Tabella 3.26 – Classi di multi-rischio

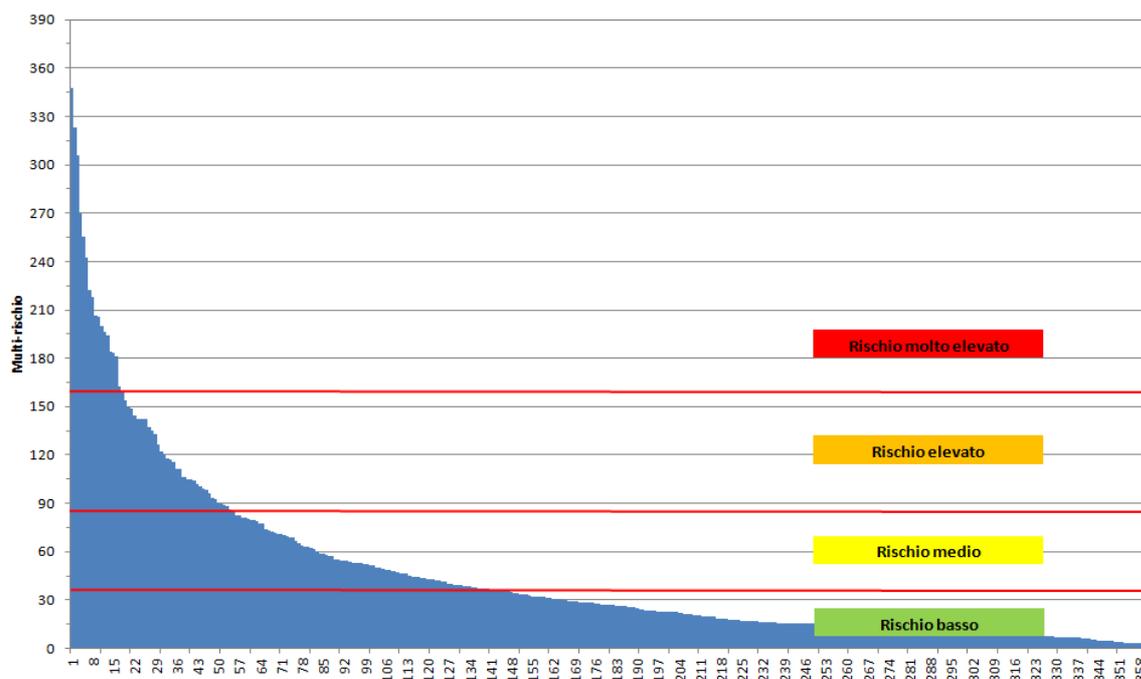


Figura 3.18 – Distribuzione dei valori ripartiti nelle classi di multi-rischio.

STRADA	Segmenti (n°)	Rischio frane	Rischio esondazioni	Rischio processi torrentizi	Rischio conoidi	Rischio Valanghe	Rischio terremoti	Rischio incendi interfaccia	RISCHIO TOTALE
SP490	1	0,000	3,500	4,200	1,050	0,000	1,050	26,250	36,050
SP428	3	0,000	4,800	0,000	0,000	0,000	9,600	30,300	44,700
NSA312	3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,200	47,250	55,450
NSA29	6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,500	42,900	56,400
SP206	4	9,000	2,500	0,000	0,000	0,000	6,000	39,000	56,500
NSA275	8	0,000	4,500	0,000	0,000	0,000	24,800	39,600	68,900
SP3	11	0,000	15,625	0,000	0,000	0,000	18,300	59,700	93,625
SP21	10	0,000	12,600	0,000	0,000	0,000	15,600	72,600	100,800
SP45	3	0,000	8,500	0,000	0,000	0,000	4,850	100,950	114,300
SP7	9	4,800	15,325	0,000	0,000	0,000	15,200	103,350	138,675
SP662	9	0,000	27,700	0,000	0,000	0,000	21,100	109,050	157,850
SP663	8	0,000	44,025	0,000	0,000	0,000	22,600	128,400	195,025
SP564	11	20,200	17,900	0,000	0,000	0,000	25,800	137,250	201,150
SP430	5	31,000	9,800	9,100	0,000	0,000	10,250	166,050	226,200
SP582	4	33,000	0,000	11,550	0,000	0,000	8,700	191,000	244,250
SP589	17	0,000	42,000	0,000	0,000	0,000	43,100	308,100	393,200
SP20	20	0,000	119,125	0,000	0,000	0,000	58,400	337,800	515,325
SP592	7	94,175	38,550	19,650	48,000	0,000	10,050	338,100	548,525
SP12	16	65,100	98,200	0,000	0,000	0,000	24,550	391,950	579,800
SP929	14	103,500	106,375	0,000	0,000	0,000	25,500	365,200	600,575
SS231	34	24,400	47,100	0,000	0,000	0,000	85,750	533,400	690,650
SS20	16	47,000	75,025	10,200	88,500	129,000	44,900	553,650	948,275
SP429	12	418,450	43,100	17,700	2,700	0,000	14,250	642,600	1138,800
SP439	12	314,925	78,875	29,100	64,775	0,000	19,800	656,850	1164,325
SP422	22	103,600	43,350	35,600	89,700	103,800	45,700	798,350	1220,100
SP32	17	848,650	2,000	0,000	0,000	0,000	19,050	692,550	1562,250
SP661	26	596,500	46,375	3,200	0,000	0,000	46,200	884,350	1576,625
SS28	31	238,650	84,850	9,600	46,525	0,000	78,700	1160,250	1618,575
SS21	21	318,100	93,925	43,150	452,800	604,000	50,700	711,900	2274,575

Tabella 3.27 – Numero di segmenti stradali e multi-rischio cumulato per struttura viaria.

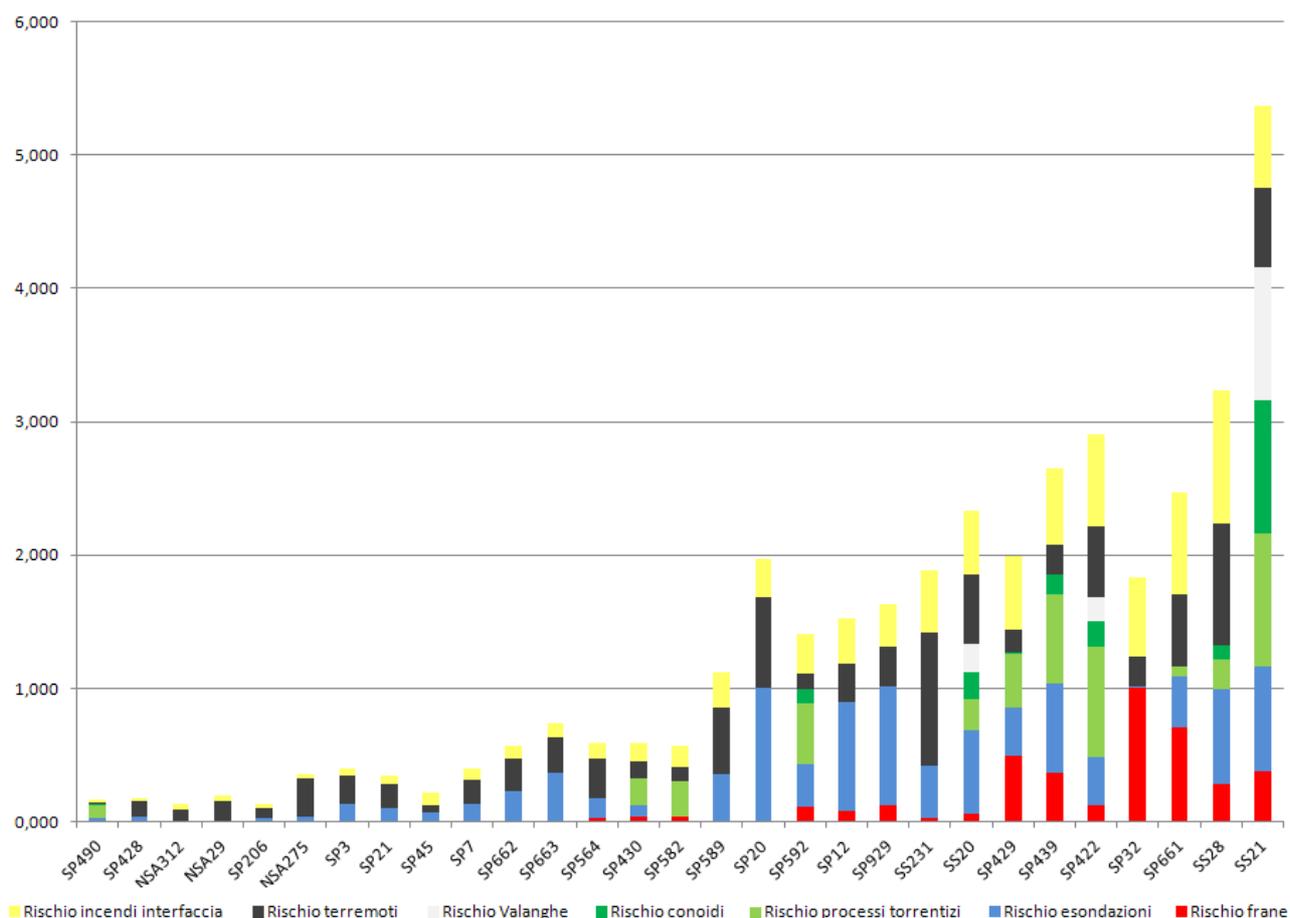


Figura 3.19 – Contributo al multi-rischio totale per asta viaria dato dai contributi totali per asta viaria dei rischi specifici (i valori di ciascun rischio specifico sono normalizzati al valore massimo della categoria di fenomeno registrato sul territorio)

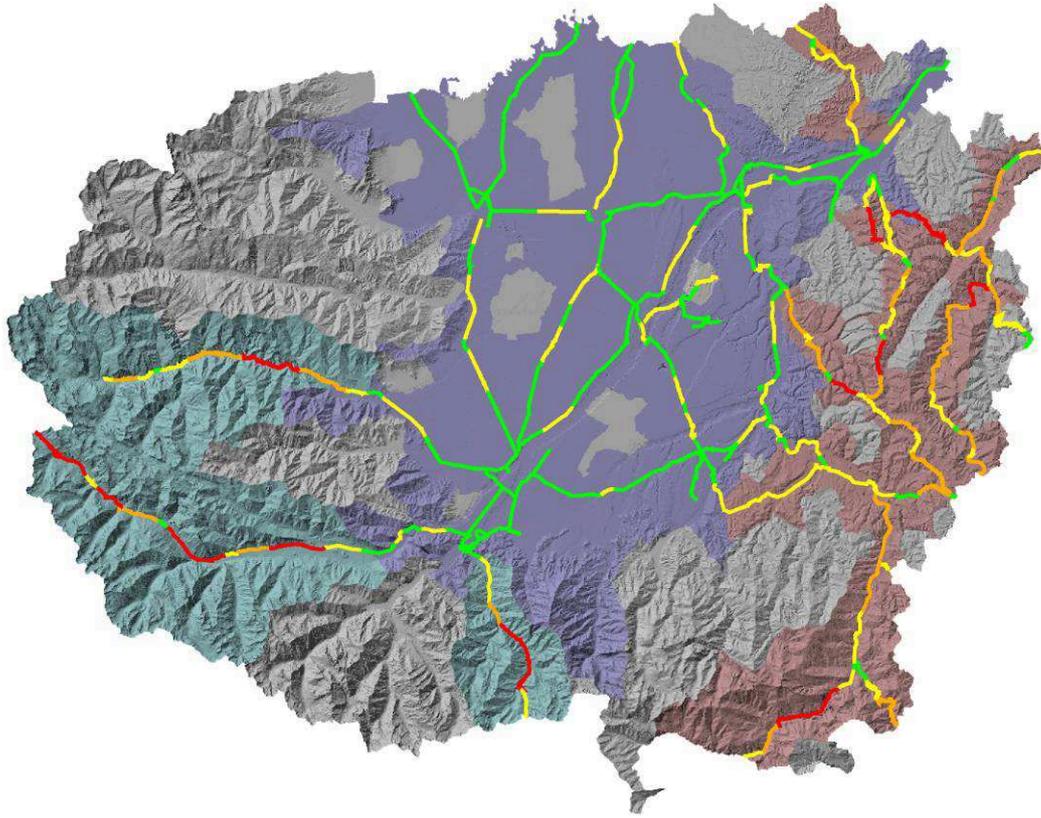
L’analisi multi-rischio permette di definire un quadro generale per le infrastrutture esaminate, è infatti possibile identificare tre settori omogenei:

1. Valle Maira, Valle Stura, Valle Vermenagna
2. Pianura compresa nel quadrilatero definito da Cuneo, Mondovì, Racconigi, Barge e fondovalle della Valle Tanaro tra Alba e Bra
3. Alta Valle Tanaro, Langhe, settori collinari del Roero e della porzione meridionale dell’Altopiano Poirinese

Il settore 1 comprende segmenti stradali caratterizzati, per la quasi totalità, da livelli di rischio variabili da elevato a molto elevato; si tratta di ambiti caratterizzati da un livello di rischio specifico non nullo per tutti i fenomeni considerati.

Il settore 2 è caratterizzato dalla presenza di segmenti stradali con livello di rischio variabile da basso a medio. Gli elementi esposti di questo settore sono interessati quasi esclusivamente dai processi connessi all’attività fluviale, all’attività sismica e agli incendi.

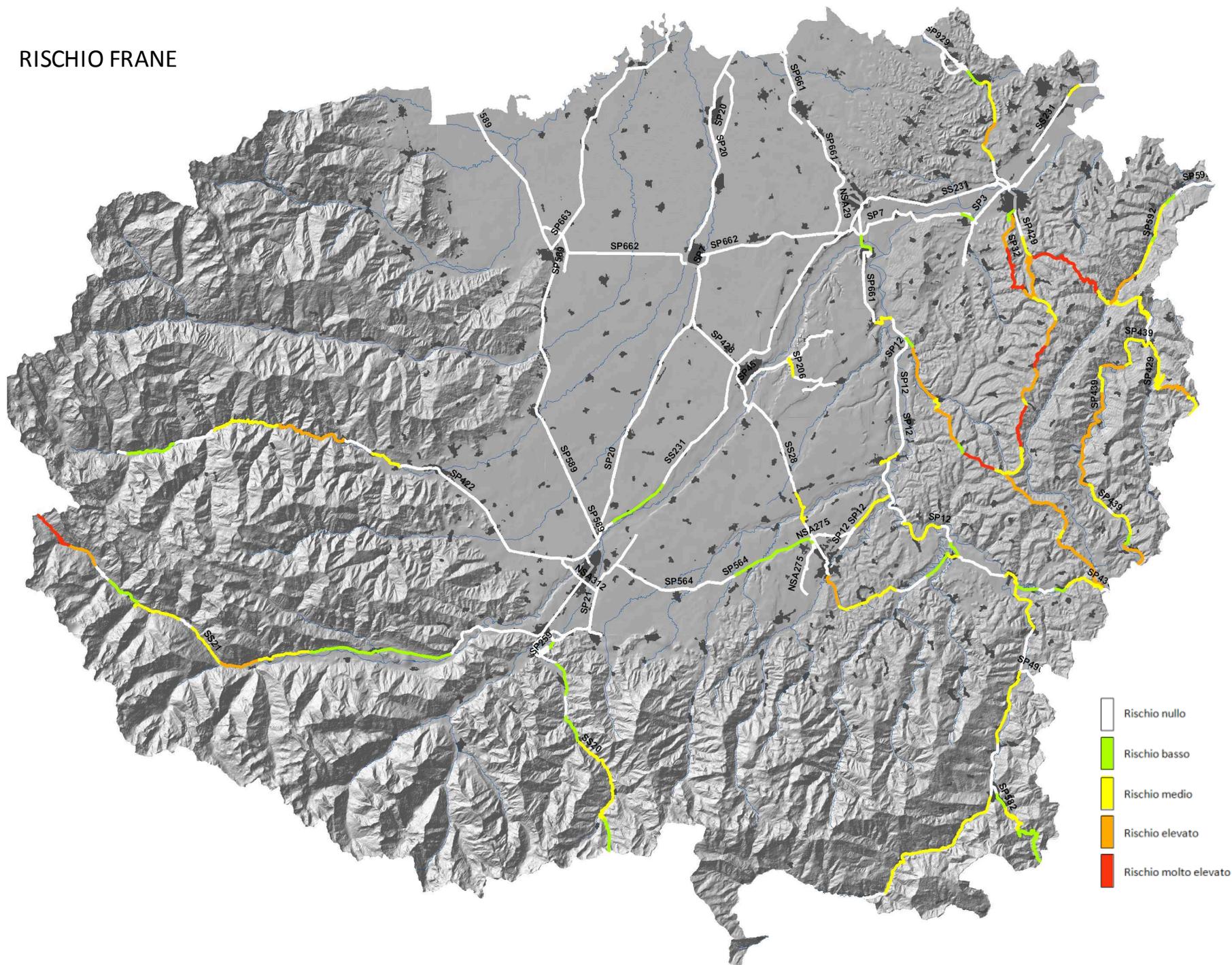
Il settore 3 presenta in prevalenza segmenti stradali caratterizzati da un livello di rischio totale variabile da medio a elevato. Si tratta di settori interessati in prevalenza da processi riconducibili alla dinamica di versante, a quella torrentizia, a quella fluviale, all’attività sismica ed agli incendi boschivi.



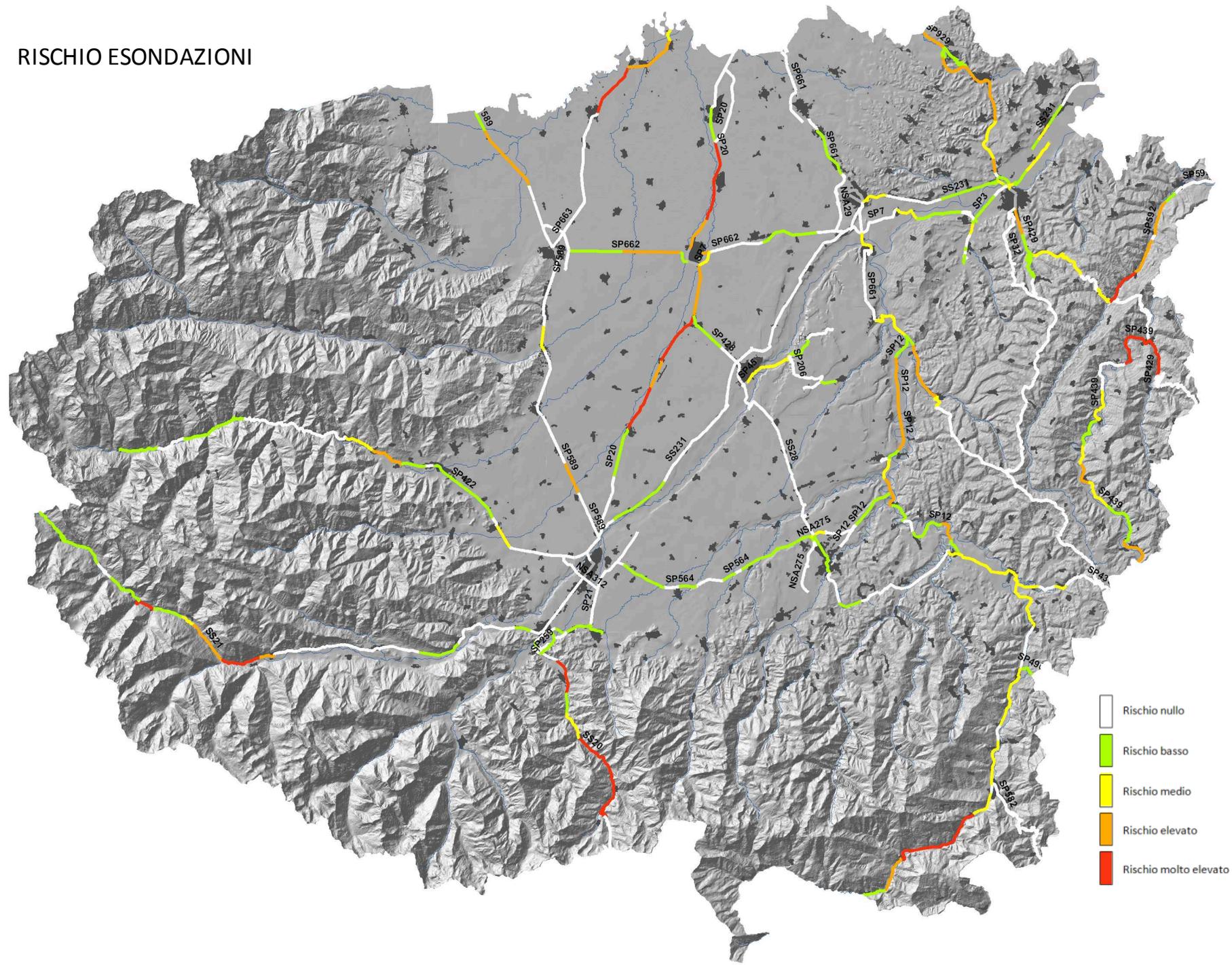
*Figura 3.20 – Tematizzazione dei segmenti stradali in funzione della classe di multi-rischio (verde: rischio basso; giallo: rischio medio; arancione: rischio elevato; rosso: rischio molto elevato) e visualizzazione dei settori omogenei definiti sulla base del valore del multi-rischio per i segmenti stradali analizzati (azzurro: settore 1; viola; settore 2; arancione: settore 3)*

***ALLEGATO 1 – MAPPE DI RISCHIO***

# RISCHIO FRANE

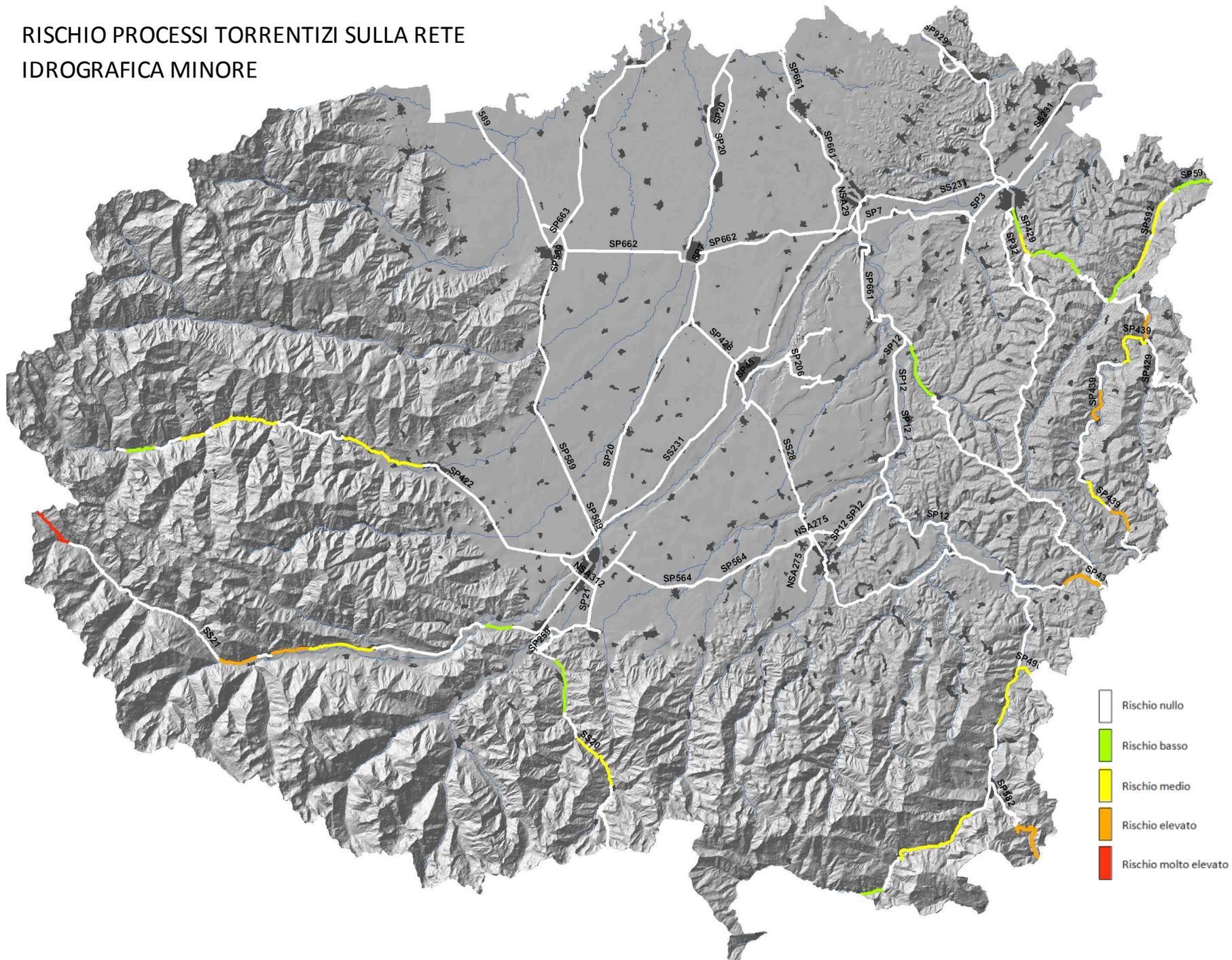


# RISCHIO ESONDAZIONI

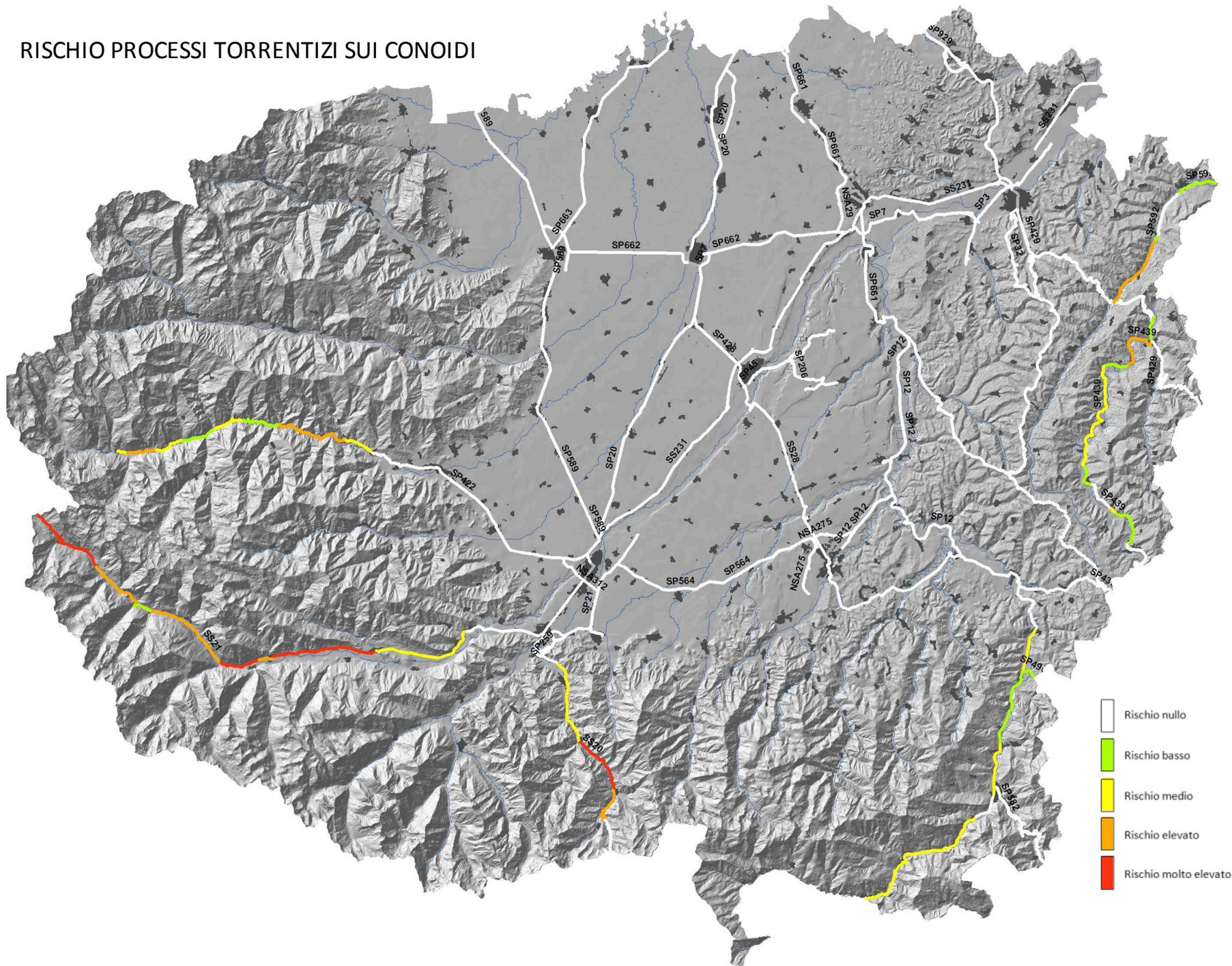


- Rischio nullo
- Rischio basso
- Rischio medio
- Rischio elevato
- Rischio molto elevato

# RISCHIO PROCESSI TORRENTIZI SULLA RETE IDROGRAFICA MINORE

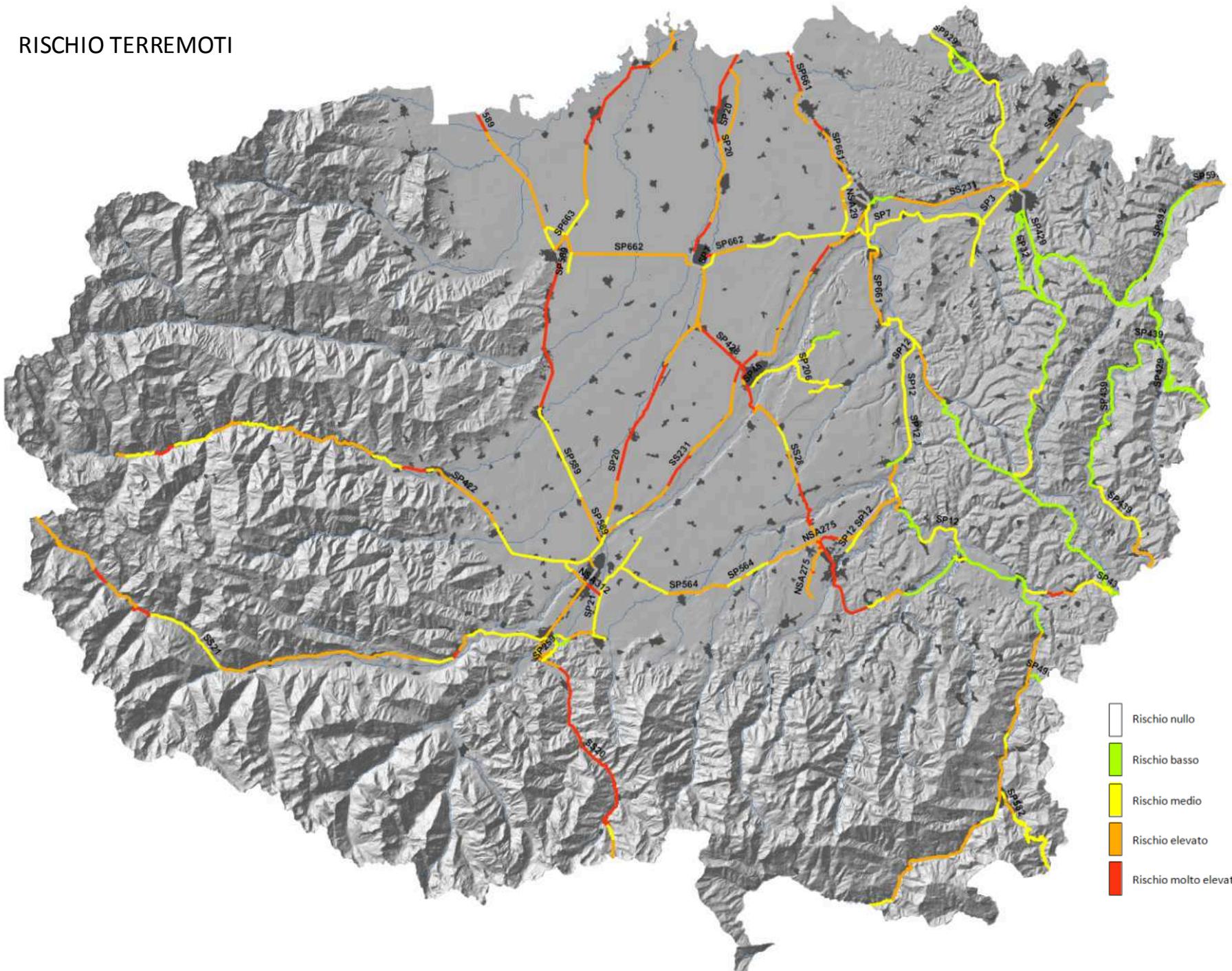


# RISCHIO PROCESSI TORRENTIZI SUI CONOIDI



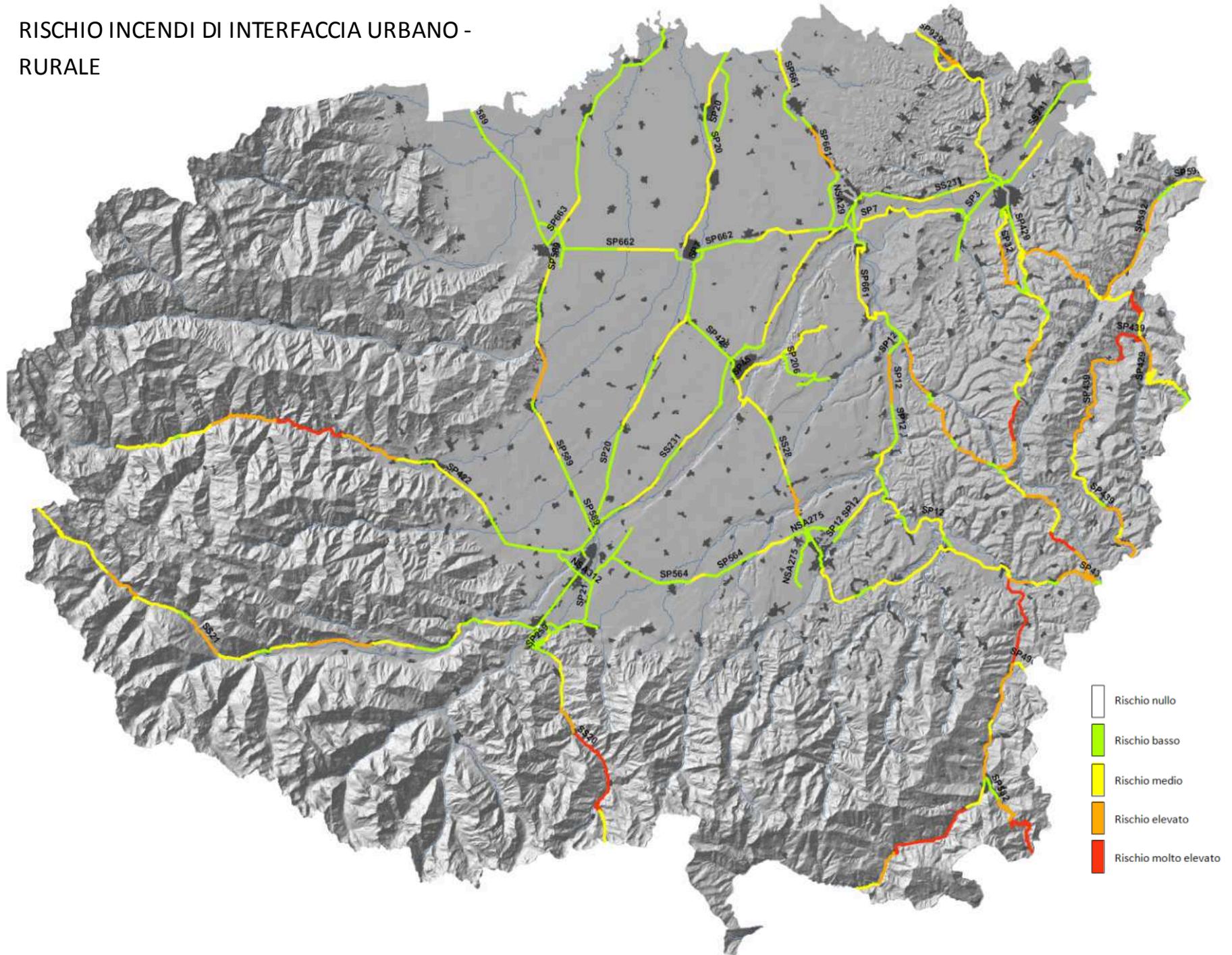


# RISCHIO TERREMOTI



- Rischio nullo
- Rischio basso
- Rischio medio
- Rischio elevato
- Rischio molto elevato

# RISCHIO INCENDI DI INTERFACCIA URBANO - RURALE



# RISCHIO TOTALE

