

## La tecnologia digitale a supporto della lista di priorità d'intervento contro la caduta massi sulle strade della Provincia Autonoma di Bolzano

Claudia Strada <sup>(a)</sup>, Silvia Tagnin <sup>(a)</sup>, Giovanni Villa <sup>(b)</sup>, Gianluca Battisti <sup>(c)</sup>, Volkmar Mair <sup>(a)</sup>, Judith Oberlechner <sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Ufficio Geologia e prove materiali PAB, via val d'Ega 48 – 39053 Cardano (BZ), 0471361511, [geologia@provincia.bz.it](mailto:geologia@provincia.bz.it);

<sup>(b)</sup> Servizio Strade PAB, Piazza Silvius Magnago 10 – 39100 Bolzano (BZ), 0471412664, [giovanni.villa@provincia.bz.it](mailto:giovanni.villa@provincia.bz.it); <sup>(c)</sup> Entity spa, via G.di Vittorio 23– 39100 Bolzano (BZ), 0471319610, [gianluca.battisti@entity-ag.it](mailto:gianluca.battisti@entity-ag.it); <sup>(d)</sup> Ufficio gestione del fabbisogno IT della PAB, via Crispi 15 – 39100 Bolzano (BZ), 0471413035, [judith.oberlechner@provincia.bz.it](mailto:judith.oberlechner@provincia.bz.it)

### Riassunto

L'amministrazione provinciale ha realizzato uno strumento che permette di stilare una lista di priorità d'intervento da rischio di caduta massi lungo le strade dell'Alto Adige. Inizialmente questo metodo si basava sul calcolo di un coefficiente di pericolosità (ASITA 2011). Poi, grazie alle esperienze fatte nell'ambito del Progetto Europeo Alpspace Paramount, è stato integrato con il calcolo di un coefficiente di danno atteso e quindi con un coefficiente di rischio specifico.

La lista di priorità che ne deriva e il metodo sono stati approvati con DGP 842 del 8/7/2014.

Dal punto di vista gestionale è stato prodotto un protocollo basato su una banca dati geometrica ed alfanumerica che permette la gestione delle informazioni di pericolo, danno atteso, rischio e di tutte le informazioni relative alle opere di protezione eventualmente esistenti (tipo, tipologia, caratteristiche geometriche, efficienza, efficacia e stato di conservazione).

I dati provenienti da più settori (piani del pericolo comunale, interventi di somma urgenza, nuove progettazioni e nuove costruzioni di opere, ispezioni e lavori di manutenzione) saranno in futuro inseriti nella banca dati anche tramite un applicativo web utilizzabile su tablet dai tecnici esperti che effettuano i sopralluoghi. I dati inseriti in forma temporanea verranno poi validati e resi definitivi dagli utenti gestori.

Le informazioni vengono infine restituite grazie a viste dedicate di facile consultazione che costituiscono un importante strumento decisionale e di programmazione a supporto dell'attività di progettazione e di manutenzione. Una parte delle informazioni viene esposta nel web in forma di servizi WMS e WFS (Geoportale Provincia di Bolzano) e in semplice visualizzazione (Geobrowser Provincia di Bolzano).

Un semplice applicativo intranet permette infine la visualizzazione della lista di priorità di intervento approvata (ogni sei mesi) e la sua evoluzione in tempo reale (nuove acquisizioni di dati).

### Summary

The public administration realized a tool to define a priority list based on the rock fall risk level along the South Tyrolean road net. At the beginning this method was based on the calculation of a hazard coefficient (ASITA 2011). After that, with the experience gained from the "Alpine Space project - PARAMount" it was integrated the calculation of an expected damage coefficient and consequentially the specific risk coefficient could be introduced.

That so the derived priority list and the method were passed as law from the provincial government (DGP 842 del 8/7/2014).

To handle this method there was produced a protocol based on an alphanumeric and geometrical database. These databases allow the management of all information about hazard, expected damage, risk and of eventually existing protective structures (type, typology, geometrical characteristics, efficiency, effectiveness and state of conservation).

The data, coming from different sources of information (hazard maps, intervention in case of geological emergencies, new planning and constructing of protective structures, field inspections and maintenance works) will also be inserted into the database by a web application. This app is usable also by a tablet from technicians during the field inspection. The temporary inserted data will then be validated and made definitive by the public administration.

Finally the information are visibly consultable in easily mode and constitute an important decisional and programming tool that support the activity for future protection projects and maintenances. A part of that information is exposed on web as WMS and WFS service (Geoportal Province of Bolzano) and for only viewing (Geobrowser Province of Bolzano).

At the end a simple intranet application displays the approved intervention priority list (every 6 months) and its real temporal evolution (newly data acquisition).

### Calcolo del Rischio

Nel progetto in oggetto il rischio è definito come la probabilità che un determinato danno si verifichi e che sia causato da un evento di entità definita in un tempo definito, per ogni tratta stradale:

$$R = H \times D$$

H = PERICOLO: probabilità che si verifichi un certo evento in un determinato periodo

D = DANNO ATTESO: danno atteso per quel tipo di fenomeno sulla specifica tratta

La pericolosità (H), stimata in funzione a quanto previsto dalla normativa per la redazione dei piani di pericolo comunali della Provincia Autonoma di Bolzano e riportata su una scala da 0 a 100, viene valutata considerando anche la funzione delle opere di protezione che incide, a seconda del tipo di opera e del tipo di fenomeno analizzati, sull'intensità del fenomeno e/o sul tempo di ritorno.

$$H^* = \phi (I; PA; O)$$

H\* = pericolosità in presenza di opera di protezione

I = *Slope Event Intensity* (S.E.I.)

PA = Probabilità d'accadimento

O = funzione dell'opera di protezione

Il S.E.I. è determinato in campagna in base ad alcuni parametri facilmente stimabili in maniera speditiva da un tecnico esperto ed è composta sia da parametri che individuano l'intensità del fenomeno che si può sviluppare sul versante (G.E.I. - *Geomechanical Event Intensity*), sia parametri legati alle caratteristiche del percorso tra nicchia di distacco e sede stradale; questi ultimi parametri rappresentano i fattori di attenuazione o amplificazione di G.E.I., e concorrono a definire l'ulteriore parametro S.C. (*Slope Coefficient*).

Il calcolo della probabilità di accadimento si basa sul conteggio degli eventi di caduta massi (protocolli di sopralluogo archiviati presso l'Ufficio Geologia e Prove Materiali) su una tratta tra due cippi distanti amministrativamente 500 m nel tempo di osservazione, tenendo anche conto della propensione del versante a eventi frequenti.

Il rilievo delle caratteristiche dell'opera protettiva comporta la definizione del suo stato di conservazione, della sua utilità e del suo posizionamento in funzione dell'intensità e della geometria del fenomeno che si può sviluppare sul versante. Esso è condotto in maniera speditiva e non può prescindere dalla pregressa definizione dell'intensità del fenomeno.

Per definire il danno atteso si è utilizzata la metodologia statistica proposta da Tacnect J.M., Button-Hubert M. Dezeret J: il metodo multicriteriale. Il metodo permette di ottenere un coefficiente che caratterizza il danno atteso in una scala definita e normalizzata in base al massimo danno atteso previsto nell'intera rete provinciale. Tale coefficiente non esprime un valore "assoluto", come ad es. la monetarizzazione del danno, ma è in grado di differenziare il suo valore sulle varie tratte stradali al fine di redigere una lista di priorità d'intervento.

Il metodo multicriteriale permette di attribuire pesi ai fattori che si ritiene influiscano sul danno atteso. Per la scelta dei fattori da prendere in considerazione ha influito sia l'importanza di tali fattori che la loro reperibilità su tutta la rete stradale. (Fig. 1).

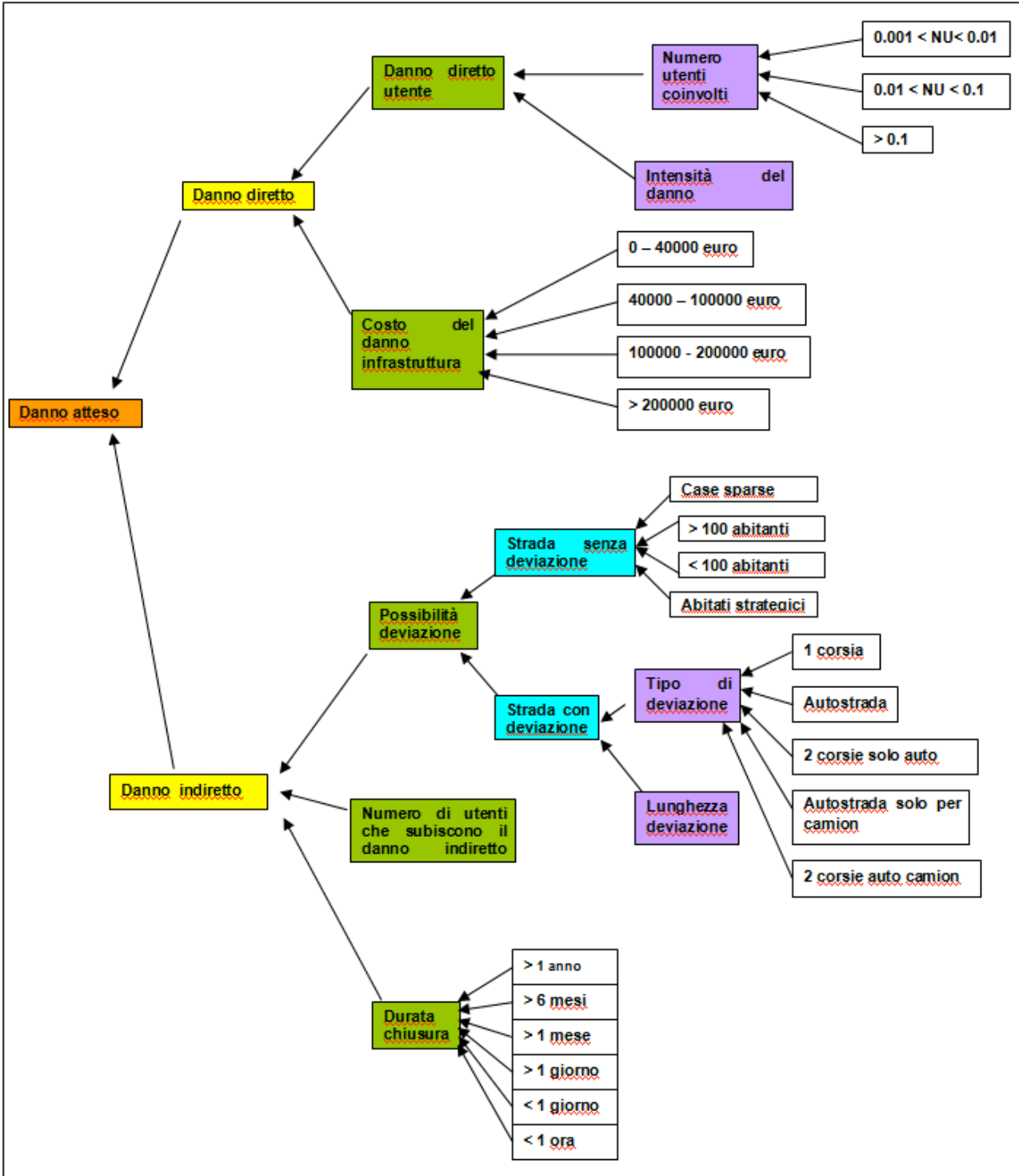


Figura 1 - Calcolo del danno atteso

I fattori principali che caratterizzano il danno atteso sono suddivisibili in:

- 1) danni immediati su cose e persone causati direttamente dall'evento (danni diretti):
  - danno diretto agli utenti (morti; feriti; invalidi; danni ai mezzi di trasporto);
  - costo del danno all'infrastruttura (ponti, paracarri, asfalto etc.).
- 2) conseguenze della chiusura dell'arteria dovuta all'evento (danni indiretti):
  - danno dovuto alla chiusura e alla possibilità di una deviazione;
  - numero di utenti che subiscono una deviazione o non possono raggiungere un luogo;
  - danno agli utenti dovuto alla durata della chiusura.

### Gestione dei dati

Il sistema in via di realizzazione coinvolge più uffici con competenze diverse di protezione civile e di controllo del territorio (Protezione civile, Difesa del suolo, dipartimento infrastrutture, Comuni). Le informazioni vengono immesse nella banca dati centrale Oracle attraverso un servizio Web dai tecnici specializzati e dai liberi professionisti incaricati.

L'interfaccia "WEB semplificata" dovrà funzionare in modalità sia *online* che *offline* e permetterà di visualizzare i dati presenti nella banca dati e di inserire nuove informazioni. L'applicativo è stato pensato per dispositivi di tipo mobile e sfrutta le dotazioni di questi apparecchi (GPS e macchina fotografica). La possibilità di lavorare *offline* sincronizzando eventuali nuovi dati nel momento in cui il *device* viene collegato ad internet permetterà di inserire i dati direttamente in campagna anche laddove la rete internet non è disponibile; questo sistema si basa su una gestione mista *online* quando disponibile o *offline* quando non disponibile che garantirà la persistenza dei dati sul dispositivo.

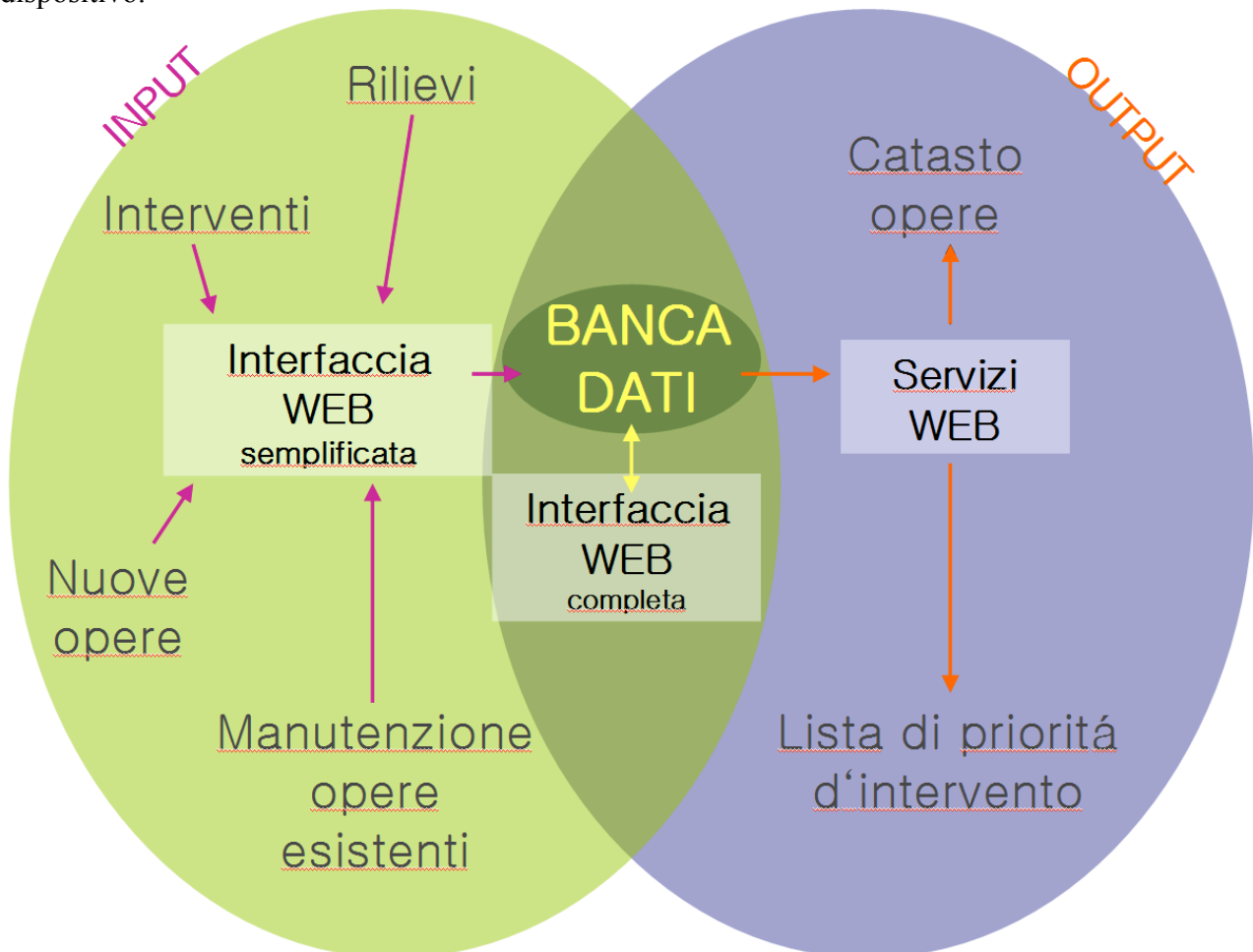


Figura 2 – Input e output del sistema

L'applicativo "WEB completo" con piene funzionalità d'inserimento, modifica e validazione dei dati implementa una serie di moduli che permettono sia la visualizzazione cartografica dei dati che la gestione completa dei metadati; questo applicativo si occupa anche di eseguire tutta la parte di calcoli relativa all'indice di rischio in base ai dati pregressi collegandosi anche ad altri applicativi per il reperimento completo delle informazioni necessarie. Dall'applicativo WEB completo il personale preposto validerà e confermerà le informazioni inserite dagli utenti rilevatori e le renderà quindi disponibili per essere visualizzate e consultate.

L'output dei dati avviene attraverso diversi servizi WEB che restituiscono viste semplificate del dato GIS e/o del metadato. Tali viste sono calibrate e dedicate a seconda degli scopi e degli utilizzatori finali. Una parte dei dati è disponibile in internet per i cittadini, le imprese, i tecnici liberi professionisti e altri uffici della pubblica amministrazione. Questa parte racchiude essenzialmente il catasto delle opere di protezione e la posizione delle opere. Mentre un'altra parte delle informazioni serve per la programmazione interna degli uffici della Provincia di Bolzano e dei Comuni dell'Alto Adige (liste di priorità d'intervento, controllo e gestione della manutenzione delle opere, controllo degli investimenti fatti per la sicurezza del territorio) e comprende anche altre informazioni come per esempio quelle sul rischio specifico.

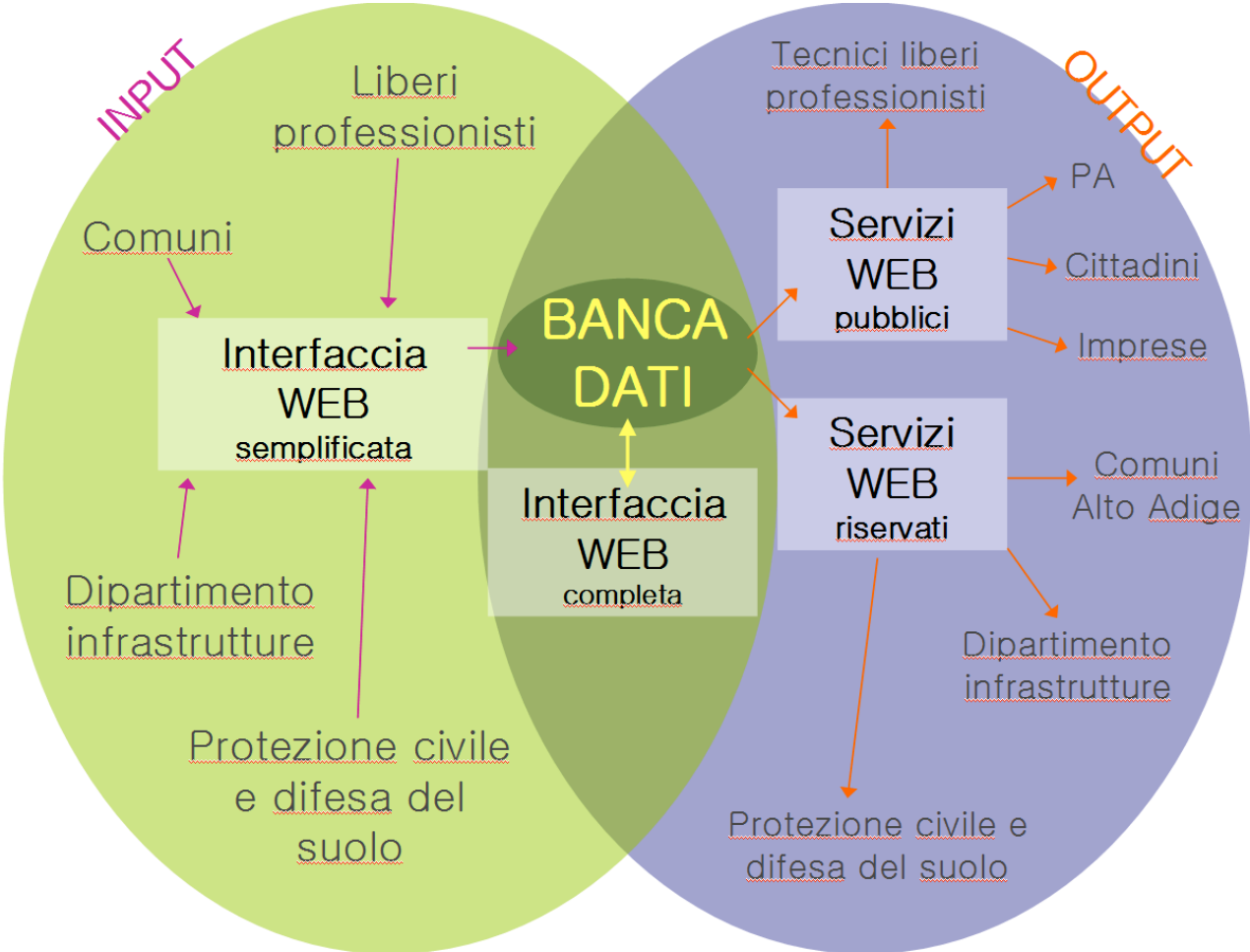


Figura 3 – Utilizzatori del sistema

### Lista di priorità d'intervento

Nella banca dati sono stati integrati tutti i calcoli che permettono di definire per ogni tratta omogenea un coefficiente di rischio sulla tratta stradale (r), normalizzato in base al massimo danno atteso su tutta la rete provinciale:

$$r = H^* \times d$$

H\* = pericolosità calcolata in presenza di opere di protezione laddove presenti

d = coefficiente di danno stimato in funzione del tipo d'evento atteso e le caratteristiche della tratta

Questi coefficienti sono calcolati per una data definita su tutte le tratte stradali soggette a fenomeni di crollo o fenomeni che possono raggiungere la carreggiata stradale con cinematismi simili.

Sulla base di questo coefficiente viene poi stilata una prima lista (lista del rischio da caduta massi) che viene poi discussa e validata da una conferenza dei servizi composta da tecnici dell'ufficio geologia e tecnici del servizio strade della Provincia Autonoma di Bolzano. Dalla conferenza dei servizi esce poi una seconda lista: la lista di priorità d'intervento sulle strade che ha una validità di 6 mesi. Tale lista costituisce un importante supporto per la programmazione degli interventi.

La lista del rischio da caduta massi è una lista dinamica che si aggiorna con ogni nuovo inserimento ma che può essere ricalcolata anche a una precisa data. La lista di priorità d'intervento è invece una lista statica che si aggiorna ogni sei mesi.

Data la possibilità di condivisione del dato offerta dall'applicativo WEB, questa procedura, in via di realizzazione, sarà estendibile ad altri settori una volta individuati fattori di rischio omogenei e condivisi anche per quel che riguarda altri tipi di dissesti idrogeologici e l'intersezione di questi con le aree urbanizzate.

### Bibliografia

Provincia Autonoma di Bolzano (1998) "Linee Guida alla redazione di piani del pericolo." *Regolamento di esecuzione alla legge urbanistica provinciale*. Decreto del Presidente della Giunta Provinciale n. 989 13 settembre 2016

Provincia Autonoma di Bolzano (2014) "Approvazione di una lista di priorità delle misure di protezione contro la caduta massi per le tratte stradali di competenza dell'Amministrazione Provinciale di Bolzano". *Allegato tecnico alla DGP 842 del 8/7/2014*. Decreto del Presidente della Giunta Provinciale

Tacnet J.M., Button- Hubert M. Dezert J (May 2010) "A two-step fusion process for multi-criteria decision applied to natural hazards in mountains". *arXiv:1005.0896v1 [cs.AI]* 6