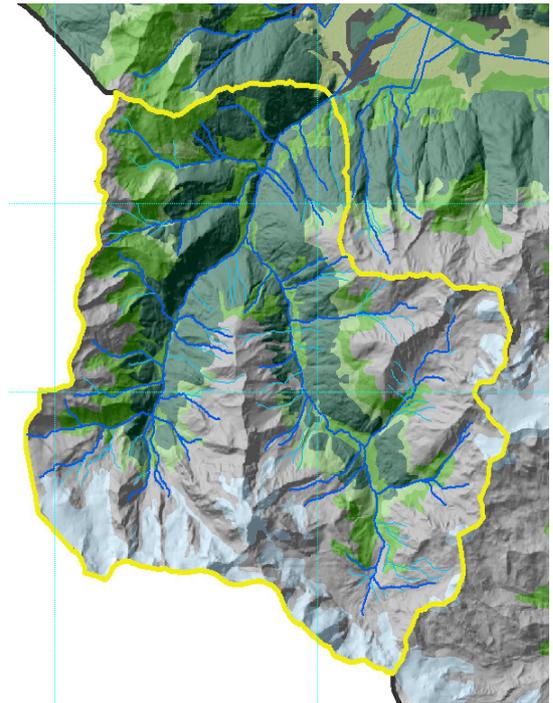
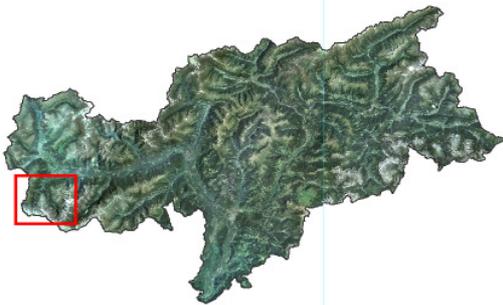




EINZUGSGEBIETSPLAN **Suldenbach**

Pr. Nr. 5-3b-211

PIANO DI BACINO **Rio Solda**



WASSERGEFAHREN / PERICOLI IDRAULICI

KB_Ix - KURZBERICHT (Italienische Version)

KB_Ix - RELAZIONE SINTETICA (versione italiana)

Version Versione	Datum Data	erstellt von Dr. Ing. Matteo Paternolli; kontrolliert von Dr. Ing. Corrado Lucarelli eseguito da Dr. Ing. Matteo Paternolli; controllato da Dr. Ing. Corrado Lucarelli
01	23.12.2014	
02	28.01.2015	





INDICE

1. Introduzione.....	3
2. Procedimento per la definizione delle Zone di Pericolo.....	4
2.1 Generalità.....	4
2.2 Identificazione dei pericoli e loro documentazione.....	5
2.2.1 Documentazione eventi.....	5
2.2.2 Analisi del territorio.....	5
2.2.3 Valutazioni idrauliche.....	5
2.3 Valutazione dei Pericoli e determinazione delle Zone di Pericolo.....	5
3. Pericoli idraulici.....	6
3.1 Generalità.....	6
3.2 Alluvione ed alluvione torrentizia.....	6
3.3 Erosione spondale.....	6
3.4 Debris flow (colate detritiche).....	7
4. Area di studio.....	7
4.1 Grado di studio.....	7
4.2 Corsi d'acqua studiati.....	8
5. Identificazione dei pericoli e rilevamento dei dati.....	10
5.1 Generalità.....	10
5.2 Dati ufficiali della Provincia Autonoma di Bolzano.....	10
5.3 Rilievi topografici.....	11
5.4 Indagini di campo.....	11
5.4.1 Opere idrauliche e strutturali.....	11
5.4.2 Analisi geomorfologiche.....	13
5.5 Analisi idrologiche.....	14
5.6 Analisi del trasporto solido.....	14
5.7 Interazione con le strade.....	15
5.8 Scenari.....	15
6. Valutazione dei pericoli.....	15
6.1 Software applicativi.....	15
6.2 Metodologie applicate.....	16
7. Descrizione dei prodotti cartografici.....	17
7.1 Generalità.....	17
7.2 Carta del grado di studio.....	18
7.3 Carta geomorfologica.....	18
7.4 Carta dei fenomeni.....	18
7.5 Carta delle Zone di Pericolo.....	19
7.5.1 Generalità.....	19
7.5.2 Determinazione dei livelli di pericolo.....	19



flussaufwärts
SULDENBACH RIO SOLDA

7.5.3 Determinazione delle zone di pericolo.....	20
8. Valutazioni conclusive	20





1. Introduzione

Il Piano di Gestione del Bacino Idrografico del Rio Solda, promosso e coordinato dalla Rip. 30 Opere Idrauliche della Provincia Autonoma di Bolzano, è inserito nel Programma Operazionale dell'UE "Competitività regionale e occupazione EFRE 2007 – 2013". L'obiettivo centrale è la difesa dai pericoli naturali e lo sviluppo sostenibile del territorio, tenendo in considerazione gli interessi della popolazione che vive e lavora sul territorio. L'area di studio copre interamente il Comune di Stelvio ed una parte del Comune di Prato allo Stelvio, per un bacino imbrifero oggetto di indagine di ca. 160 km².

Attraverso lo strumento del Piano di Gestione vengono elaborate soluzioni sostenibili in sintonia con le diverse esigenze di protezione dalle piene, ecologia dei corsi d'acqua, uso del suolo e gestione delle risorse idriche. Gli interventi futuri sono da concepire e progettare in modo tale da essere tecnicamente realizzabili, economicamente giustificabili, ecologicamente sostenibili e socialmente condivisi.

Nel modulo "Pericoli idraulici" vengono analizzati e definiti i pericoli idraulici che attualmente insistono nel territorio incluso nell'area di studio. I processi naturali analizzati comprendono alluvioni (statiche e dinamiche), colate detritiche e fenomeni erosivi (profondi, spondali ed areali). Di seguito è fornita in forma tabellare la documentazione prodotta specificatamente per il modulo "Pericoli Idraulici".

Doc. Nr.	Contenuto	Scala
AB_Ix	Relazione dettagliata	---
KB_Ix	Relazione sintetica	---
1_BT_Ix	Carta del grado di studio	1:20.000
2_GM	Carta geomorfologica	1:20.000
3_Ph_Ix_a	Carta dei fenomeni (inquadramento)	1:20.000
3_Ph_Ix_b	Carta dei fenomeni (quadro 1)	1:5.000
3_Ph_Ix_c	Carta dei fenomeni (quadro 2)	1:5.000
3_Ph_Ix_d	Carta dei fenomeni (quadro 3)	1:5.000
3_Ph_Ix_e	Carta dei fenomeni (quadro 4)	1:5.000
4_GZ_Ix_a	Carta delle zone di pericolo (inquadramento)	1:20.000
4_GZ_Ix_b	Carta delle zone di pericolo (quadro 1)	1:5.000
4_GZ_Ix_c	Carta delle zone di pericolo (quadro 2)	1:5.000
4_GZ_Ix_d	Carta delle zone di pericolo (quadro 3)	1:5.000
4_GZ_Ix_e	Carta delle zone di pericolo (quadro 4)	1:5.000

Tabella 1. Prodotti finali in forma cartacea.



2. Procedimento per la definizione delle Zone di Pericolo

2.1 Generalità

Nel presente progetto la valutazione dei pericoli idraulici è stata condotta secondo lo schema illustrato in Figura 1. Punto focale di questa metodologia è il diagramma dei livelli di pericolo (si veda anche Figura 7) in cui la combinazione tra la probabilità di accadimento (tempo di ritorno) e l'intensità dei singoli pericoli naturali porta alla definizione del livello di pericolo unitario proprio del fenomeno studiato. Tale procedimento parte dalle domande, cosa può accadere e dove può accadere, esamina poi la probabilità e l'intensità dei possibili eventi e chiarisce infine i provvedimenti necessari. I singoli passi da considerare sono riportati qui di seguito. La pianificazione degli interventi di protezione deve essere definita nella successiva fase di progetto insieme agli esperti degli altri moduli ed in accordo con tutti gli Enti coinvolti, in primis con la Ripartizione 30 Opere Idrauliche della Provincia Autonoma di Bolzano.

Nei paragrafi che seguono verranno forniti spunti e definizioni per meglio comprendere i fenomeni oggetto della presente relazione.

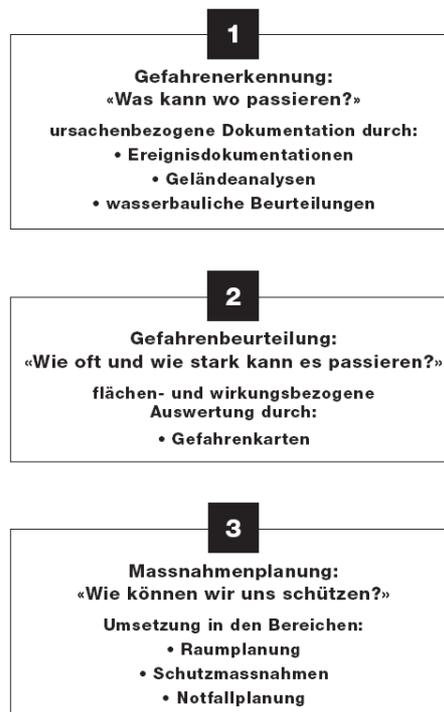


Figura 1. Procedimento per l'identificazione dei pericoli, la loro valutazione e la pianificazione delle misure (BWW, 1997).





flussaufwärts
SULDENBACH RIO SOLDA

2.2 Identificazione dei pericoli e loro documentazione

2.2.1 Documentazione eventi

Si tratta di un elenco degli eventi osservati e comprende l'annotazione dei processi determinanti, dei danni accertati, del campo d'azione, delle condizioni meteorologiche, dei dati idrogeologici e di altre indicazioni sul decorso degli avvenimenti. La documentazione dell'evento dà in ogni caso una risposta alle domande: cosa è successo, quando, dove e con quale intensità.

2.2.2 Analisi del territorio

Nella fase di analisi del territorio, vengono registrate in modo cartografico e documentale le caratteristiche e gli indicatori osservati e la loro interpretazione senza indicare il valore. Si intendono "fenomeni" tutte le manifestazioni di erosione di un fiume (erosione di sponda e in profondità), le zone di transito con mobilitazione e rimobilitazione di materiale, le zone di sedimentazione, di alluvione e di deposizione di sedimenti grossolani potenziali e dimostrate, così come le sistemazioni effettuate lungo un fiume e le caratteristiche del terreno.

Questa mappatura dei fenomeni persegue essenzialmente i seguenti scopi:

- identificare ed interpretare i „testimoni muti“ dei processi pericolosi accaduti in passato o che si stanno svolgendo attualmente;
- identificare e valutare i luoghi critici del territorio e le conformazioni speciali che concorrono con i fatti e i processi geomorfologici, geologici e idrogeologici.

I principali processi geomorfologici identificati in questa fase vengono successivamente rappresentati nell'apposita carta.

2.2.3 Valutazioni idrauliche

Nella valutazione idraulica si devono registrare tutti i fattori decisivi per lo sviluppo della piena di un fiume. Bisogna porre particolare attenzione all'idrologia, all'idraulica ed al bilancio del trasporto solido del fiume. Da tale valutazione si possono dedurre sia il decorso immediato di un evento dannoso che i suoi sviluppi a lungo termine.

2.3 Valutazione dei Pericoli e determinazione delle Zone di Pericolo

Grazie a tutte le documentazioni disponibili, deve essere possibile fare dichiarazioni sulla probabilità di un possibile evento dannoso e sulla sua probabile intensità. Questo passo coincide con la valutazione idraulica, tanto che talvolta non è né possibile né sensato separare le due cose. Le osservazioni vengono esaminate e valutate e, se necessario, completate con modelli o con ricerche più ampie.





flussaufwärts
SULDENBACH RIO SOLDA

3. Pericoli idraulici

3.1 Generalità

Le piene possono essere pericolose sotto molti punti di vista: possono erodere e quindi sottoscavare le fondamenta delle costruzioni esistenti, con il loro effetto dinamico possono trascinare via persone o veicoli o addirittura distruggere edifici, oppure possono straripare e danneggiare i raccolti ed i fabbricati con il detrito alluvionale trasportato dalle acque. Anche l'acqua stagnante può provocare gravi danni. A seconda delle ripercussioni delle piene sulle superfici sfruttate, si possono distinguere tre tipi di pericoli: alluvione, erosione spondale e colate detritiche.

3.2 Alluvione ed alluvione torrentizia

Con il termine alluvione si intende l'esondazione delle acque da un canale naturale o artificiale ed uno straripamento di acque stagnanti. Si distingue tra alluvioni statiche e dinamiche. Queste due tipologie possono succedersi rapidamente e, in uno stesso evento, entrambe le forme alluvionali possono alternarsi in zone limitate.

L'alluvione statica si verifica su superfici pianeggianti e lungo i laghi: se l'acqua scorre, scorre molto lentamente. Il parametro valido per la valutazione dei danni è la profondità massima dell'alluvione, talvolta per la valutazione dell'intensità dei danni viene considerata anche la durata (ad es. in Francia).

L'alluvione dinamica (alluvione torrentizia) è caratterizzata dall'alta velocità della corrente delle acque e si verifica su superfici inclinate, lungo torrenti e fiumi montani. Sulle superfici pianeggianti sono probabili delle sollecitazioni dinamiche all'altezza di restringimenti e di brecce di argini. Il pericolo deriva in primo luogo dalla pressione della corrente. Il parametro valido per la valutazione dei danni è il prodotto derivante dalla velocità media della corrente e dalla profondità delle acque. L'alluvione dura di regola solo poche ore, perché l'acqua su superfici inclinate scorre via velocemente. Importanti sedimentazioni grossolane, come sassi e blocchi, rimangono spesso sulla superficie colpita. Questa sedimentazione di detriti viene spesso definita alluvionamento da sedimenti grossolani. In caso di alluvioni si verificano in modo particolare degli intasamenti a opere edili, come passaggi e ponti, o rotture degli argini di protezione, provocati da legno galleggiante o detrito alluvionale, che si rivelano spesso funesti.

3.3 Erosione spondale

Con il termine erosione spondale si intende il cedimento della scarpata di sponda in seguito all'erosione del fondo e dei lati. Questo tipo di pericolo è importante per la pianificazione territoriale solo quando le sue conseguenze superano l'ambito dell'alveo. Il parametro valido per la valutazione dei danni provocati dall'erosione spondale è la grandezza dell'erosione. In





flussaufwärts

SULDENBACH RIO SOLDA

molti casi l'erosione delle sponde è il tipo di pericolo che provoca maggiori danni. Può interrompere le strade che corrono parallelamente alle acque e far crollare case e ponti.

Per quanto riguarda fabbricati e costruzioni, il criterio decisivo per la loro sicurezza è quindi la profondità delle fondamenta. Il crollo è inevitabile se la profondità delle fondamenta è minore della profondità dell'erosione. I cedimenti di sponda avvengono quindi quando il piede della scarpata viene affossato da una erosione in profondità del fiume. A seconda delle condizioni topografiche e geologiche, queste possono essere superficiali ma anche molto profonde. Nel caso di fiumi a meandri o molto ramificati si verificano spostamenti del letto del fiume. A questi spostamenti sono legate anche le sedimentazioni sulle zone limitrofe, sulla riva opposta oppure poco al di sotto del tronco in erosione.

3.4 Debris flow (colate detritiche)

Un caso particolare legato alle piene è rappresentato dalle colate detritiche, che si verificano solo in zone torrentizie molto ripide che per lo più superano il 15% di pendenza, dove le colate possono avvenire in successione. Le colate detritiche sono caratterizzate da un'elevata densità (la percentuale volumetrica del materiale solido va dal 30 al 70%) e da un'enorme capacità di trasporto. Le colate detritiche possono trascinare non solo interi alberi, ma anche blocchi di molti metri cubi di volume. Un'altra caratteristica delle colate detritiche è costituita dai notevoli volumi di materiale solido spostato. Il deflusso di materiale solido e acqua può essere molto più importante dei normali deflussi di piena, pertanto le colate detritiche possono erigere un ripido fronte alto diversi metri. Inoltre, una colata detritica abbandona spesso l'alveo per propagarsi lateralmente. Le cause principali dei danni durante una colata detritica sono in primis la forza erosiva (che può destabilizzare le scarpate di sponda), l'effetto distruttivo del fronte di colata (che può essere ingigantita ulteriormente da singoli blocchi trascinati dalla colata) ed in ultimo la sedimentazione di blocchi e di detriti. Se la colata detritica raggiunge un emissario, allora il materiale solido trasportato può causare un'ostruzione dell'alveo e provocare la conseguente esondazione sul piano alluvionale.

4. Area di studio

4.1 Grado di studio

Al fine di procedere alla definizione delle zone di pericolo le aree indagate, a seconda della presenza di aree urbanizzate o da urbanizzare e dell'uso delle stesse, vengono divise in differenti categorie, che implicano differenti gradi di studio.

- **Categoria a:** aree molto urbanizzate e da urbanizzare. Comprende le zone edificabili esistenti e potenziali come anche le attrezzature e gli impianti turistici e collettivi, nei quali è prevista la presenza umana. Comprende in ogni caso tutte le aree ubicate all'interno del perimetro dei centri edificati di cui all'articolo 12 della Legge Provinciale n. 10/1991.





flussaufwärts

SULDENBACH RIO SOLDA

- **Categoria b:** aree singolarmente edificate o non urbanizzate con presenza di infrastrutture e condotte primarie d'interesse pubblico. Comprende tra l'altro le strutture di viabilità al di fuori degli insediamenti, le zone e gli impianti destinati ad uso ricreativo, che possono essere costruiti anche in zone di verde agricolo, come per esempio campi da golf e maneggi, piste da sci, impianti di risalita, piste da sci di fondo e piste da slittino, come anche le principali condotte di approvvigionamento.
- **Categoria c:** aree ed impianti che ai sensi della pianificazione delle zone di pericolo non sono d'interesse urbanistico. Comprende le zone di paesaggio naturale non edificato, le infrastrutture a rete e le zone con infrastrutture di interesse secondario.

Il grado di studio specifico per processo risulta dalla sovrapposizione delle aree urbanistiche selezionate con le informazioni esistenti sui pericoli naturali ed è stabilito dai Comuni interessati e dagli Uffici provinciali competenti. La definizione delle zone di pericolo avviene, in base al grado di studio specifico per processo, secondo la seguente procedura:

- **Grado di studio (BT05) relativo alla categoria a.** Tutti i fenomeni ed i processi incidenti sulle aree sono da studiare in modo dettagliato ed esaustivo con un alto grado di studio e con modellazioni/simulazioni (in scala adeguata) per la valutazione del pericolo. La scala di elaborazione deve essere per lo meno pari a 1:5.000.
- **Grado di studio (BT10) relativo alla categoria b.** Tutti i fenomeni e i processi incidenti sulle aree sono da studiare con un grado di studio minore. La scala di elaborazione deve essere per lo meno pari a 1:10.000. Per la valutazione del pericolo non sono richieste modellazioni di dettaglio.
- **Grado di studio (BT0) relativo alla categoria c.** L'analisi di processi riguardanti queste aree non è prevista; può essere fatta se i Comuni interessati lo ritengono necessario o utile.

Tutti i torrenti ed i fossati afferenti a zone sensibili ed urbanizzate, incluse nell'area di studio, sono stati valutati con un grado di studio BT05. I torrenti minori che solcano il territorio sono stati studiati con grado di studio BT10.

4.2 Corsi d'acqua studiati

Si riportano di seguito i corsi d'acqua studiati, indicando il grado di studio richiesto e, dove disponibile, il codice delle Acque Pubbliche (Tabella 2). Per ogni torrente verranno definiti ed illustrati il grado di studio utilizzato nella redazione del presente studio, le peculiarità del bacino imbrifero, le opere chiave presenti nel bacino (se rilevanti) e nella zona di possibile alluvionamento, i fenomeni idraulici caratteristici che contraddistinguono sia il bacino imbrifero che la zona di possibile alluvionamento sino ad illustrare le risultanze dell'analisi idrologica e idraulica condotta e descrivere i livelli di pericolo indotti dai singoli corsi d'acqua.





flussaufwärts

SULDENBACH RIO SOLDA

Si osserva come il rio Dosso del Toro (A.400.60) sia stato declassato dal grado di studio BT10 al grado di studio BT0, in accordo con la Ripartizione Opere Idrauliche della Provincia Autonoma di Bolzano. Inoltre, il rio Schmelz (A.400.5) è stato studiato nel modulo “Pericoli Idraulici” del Piano dell’Area Fluviale Alta Val Venosta (“*Etsch Dialog*”), pertanto per la trattazione di questo corso d’acqua si fa riferimento al suddetto studio.

ID	Nome corso d’acqua	Grado di studio
A.400	Rio Solda	BT05 – BT10
A.400.5	Rio Schmelz	BT05
A.400.10	Rio di Valnera	BT10
A.400.15	Rio di Lasairen	BT10
A.400.20	Rio di Gavigo	BT10
A.400.25	Kronengraben (1)	BT05
A.400.30	Rio Tramentan	BT05
A.400.30.5	Rio di Faslar	BT10
A.400.35	Kronengraben (2)	BT05
A.400.40	Rio di Valle di Plaz	BT05
A.400.45	Rio Trafoi	BT05 – BT10
A.400.45.5		BT05
A.400.45.25	Rio della Forcola	BT05
A.400.45.30	Rio Rododendro	BT10
A.400.45.35		BT10
A.400.45.40	Rio di Costainas	BT05
A.400.45.45	Rio di Tarres	BT05
A.400.45.55	Vedretta di Trafoi	BT10
A.400.45.55.10	Vedretta del Circo	BT10
A.400.45.70	Rio Madaccio	BT10
A.400.55	Rio di Cavolano	BT10
A.400.65	Rio Valle di Razoi	BT10
A.400.70		BT10
A.400.90		BT10
A.400.95	Rio Marlet	BT10
A.400.105		BT10
A.400.110		BT10
A.400.115	Rio Casera	BT05
A.400.120	Rio della Valle di Zai	BT05
A.400.125	Rio Schrei	BT05
A.400.130	Rio Rosim	BT05
A.400.140		BT10
A.400.155	Vedretta del Madriccio	BT10

Tabella 2. Grado di studio richiesto per ogni corso d’acqua oggetto di studio.





5. Identificazione dei pericoli e rilevamento dei dati

5.1 Generalità

I dati utilizzati per l'analisi e la redazione del modulo Pericoli Idraulici del Piano di Gestione del Bacino Idrografico del Rio Solda sono stati elaborati secondo le seguenti metodologie:

- ricerca storica e bibliografica, basata sui dati forniti dai vari uffici della Provincia Autonoma di Bolzano e sulla consultazione di testi specifici e generici;
- identificazione e determinazione dei vari processi e fenomeni naturali attraverso l'analisi di ortofoto di diverse annate, aerofotogrammi storici e modelli digitali del terreno (DTM 2006 Laserscan);
- analisi di cartografie e database tematici;
- rilievi e sopralluoghi in campagna, acquisizione da interviste e riunioni tecniche;
- utilizzo di dati pluviometrici ed idrometrici;

5.2 Dati ufficiali della Provincia Autonoma di Bolzano

Ad integrazione e supporto dei rilievi e dei sopralluoghi effettuati, per la redazione della Carta delle Zone di Pericolo dell'area di studio si è proceduto a raccogliere ed utilizzare tutti i dati utili forniti dagli Uffici pubblici competenti. In particolare si ricordano:

- **Ripartizione 30 - Opere Idrauliche** della Provincia Autonoma di Bolzano, che ha fornito i dati dello studio "*Etsch Dialog*" (Modulo Pericoli Idraulici), redatto dalla Patscheider & Partner S.r.l. tra il 2008 ed il 2010. In particolare, sono stati utilizzati i dati relativi allo studio del rio Schmelz (A.400.5). Lo stesso Ufficio ha fornito anche i dati relativi al catasto opere ed al catasto valanghe per il territorio comunale oggetto di studio ed i dati della regionalizzazione Basin30 per lo studio delle piogge e dei regimi pluvioclimatici. Sono stati inoltre forniti i risultati della campagna di rilevamento geologico condotta dall'Università degli Studi di Milano Bicocca nel bacino imbrifero del rio Solda. Infine, la stessa Ripartizione 30 ha messo a disposizione il database dei fatti storici documentati interessanti da un punto di vista idraulico (ED30);
- **Ufficio Idrografico**, che ha fornito i dati delle stazioni pluviometriche presenti nell'area di studio;
- **Ufficio Coordinamento Territoriale Rip. 27**, che ha fornito i dati relativi al modello digitale del terreno (D.T.M.) realizzato con il sistema LiDAR - Laserscan (risoluzione maglia 2,5 m) e le ortofoto digitali relative al volo 2011 (risoluzione a terra 0,5 m). Inoltre sono stati messi a disposizione aerofotogrammi di diverse annate e la Carta tecnica di base (IGM 1:25.000, CTP 1:10.000 e 1:5.000). Sono inoltre state consultate



flussaufwärts

SULDENBACH RIO SOLDA

numerose cartografie tematiche (Corine, Uso del suolo etc.) per una corretta rappresentazione delle peculiarità idrologiche e geomorfologiche del territorio;

- **Uff. 11.6 Geologia e Prove Materiali**, che ha messo a disposizione i dati relativi ad opere di protezione ed eventi di natura geologica. Lo stesso Ufficio ha anche fornito le risultanze dei progetti PERMANET e PROALP relativi al rilevamento e monitoraggio dei fenomeni di permafrost nell'area oggetto di indagine, nonché gli studi effettuati sulla frana di Trafoi nell'ambito del progetto "Monitor" e della tesi di laurea di Jean Pascal Iannacone dell'Università degli Studi di Siena.

Infine, a supporto delle analisi idrologiche e idrauliche condotte, si è provveduto a raccogliere ed elaborare anche tutte le informazioni geologiche, geomorfologiche e litologiche fornite dai browser tematici della Provincia Autonoma di Bolzano, nonché alla consultazione delle schede dei fenomeni franosi censite nell'ambito del database I.F.F.I. messe a disposizione dal Servizio Geologico provinciale.

5.3 Rilievi topografici

Sono state condotte dettagliate campagne di rilievi topografici (con teodolite, stazione totale e GPS) sui principali corsi d'acqua oggetto di studio. In particolare sono stati condotti rilievi sui rii Solda (a Solda, Gomagoi e Ponte Stelvio), Trafoi (a Gomagoi), Rosim, rio della Valle di Zai, rio della Forcola, rio della Valle di Plaz e rio Tramentan. Complessivamente sono state rilevate 50 sezioni significative, oltre alle caratteristiche geometriche delle principali opere di protezione presenti (arginature, briglie, ...). In ogni bacino imbrifero oggetto di studio, indipendentemente dai dati disponibili, sono stati condotti rilievi puntuali degli attraversamenti e di altre sezioni critiche.

5.4 Indagini di campo

5.4.1 Opere idrauliche e strutturali

In tutta l'area oggetto di studio si è provveduto a realizzare numerosi sopralluoghi, in modo da censire e valutare attentamente l'efficienza di tutte le opere di natura idraulica e strutturale lungo i rii Solda e Trafoi ed i principali torrenti laterali. Tutte le opere e le sistemazioni idrauliche che esercitano un'influenza diretta o indiretta nella corretta definizione delle zone di pericolo sono state incluse e considerate nell'elaborazione delle modellazioni numeriche e delle valutazioni idrauliche eseguite. Nelle immagini seguenti vengono forniti alcuni esempi delle opere e delle sistemazioni considerate nel presente lavoro.





flussaufwärts
SULDENBACH RIO SOLDA



Figura 2. Opere di sistemazione trasversali lungo il rio Solda.



Figura 3. Opere di sistemazione longitudinali lungo il rio Trafoi.



Figura 4. Argini di protezione dalle colate sui rii Rosim (a sinistra) e Tarres (a destra).





flussaufwärts
SULDENBACH RIO SOLDA



Figura 5. La cunetta nel tratto finale del rio della Forcola e, a destra, il vallo di protezione in sinistra orografica.

Occorre sottolineare come in tutti i casi si è provveduto a rilevare l'altezza delle opere di trattenuta e, qualora non disponibile, a stimare il volume di trattenuta utile delle opere, ricavato su base DTM o su stime locali in campo. Parallelamente, si è provveduto a rilevare anche il diametro e le dimensioni di tutti i sottopassi stradali, siano essi ponti (luce, larghezza, lunghezza) oppure attraversamenti a tubo (diametro), in modo da caratterizzare in dettaglio la geometria di tutti i manufatti che possono esercitare una anche minima influenza sul deflusso delle acque in caso di piena.



Figura 6. L'attraversamento stradale lungo il rio Marlet e, a destra, il bacino di deposito sul rio di Valle di Plaz.

5.4.2 Analisi geomorfologiche

Per ogni torrente oggetto di studio è stata valutata la posizione e la volumetria delle conoidi di deiezione presenti, sono state localizzate e studiate le zone in erosione nei canali afferenti al reticolo idrografico di ciascun corso d'acqua principale e perimetrare le possibili zone di deposito del materiale detritico trasportato a valle.

È stata condotta un'analisi qualitativa anche sulla forma delle conoidi di deiezione per la stima dell'origine morfologica dei depositi. In tal modo è stato possibile determinare se i fossati fossero propensi a generare colamenti detritici o semplici alluvioni torrentizie. Sono stati



flussaufwärts
SULDENBACH RIO SOLDA

quindi studiati e rilevati anche tutti i testimoni muti (lingue di colata, depositi in alveo, nicchie erosive, etc.) censiti durante i sopralluoghi e testimoni appunto di un certo grado di attività dei corsi d'acqua studiati.

5.5 Analisi idrologiche

Le analisi idrologiche condotte nell'ambito della redazione del modulo Pericoli idraulici del Piano di Gestione del Bacino Idrografico del Rio Solda sono state condotte per ogni bacino imbrifero di studio con l'obiettivo di quantificare le portate e gli idrogrammi di piena dei singoli corsi d'acqua.

Per la determinazione delle piogge di progetto caratteristiche dei diversi bacini imbriferi oggetto di studio si sono assunte le curve di possibilità pluviometrica proprie di ogni bacino in esame fornite dall'applicativo Basin30 della Ripartizione 30 Opere Idrauliche della Provincia Autonoma di Bolzano. Tramite tradizionali approcci idrologici, attraverso la determinazione dei coefficienti di deflusso e delle precipitazioni efficaci, si sono determinati i picchi di piena per differenti tempi di ritorno (30, 100 e 300 anni, nonché eventi più estremi di pericolo residuo marcati da probabilità di accadimento molto basse) come prescritto dalla Direttive provinciali in materia di pianificazione delle zone di pericolo (D.G.P. 17/2012).

Su tutti i corsi d'acqua sono stati inoltre valutati anche gli idrogrammi di progetto e i volumi liquidi ad essi associati. A tal fine si è fatto riferimento alla metodologia sviluppata da Aron e White (1982), che a partire dalle caratteristiche dei bacini imbriferi (superficie e tempo di corrivazione), dai valori massimi di portata calcolati in precedenza e dal tempo di corrivazione, attraverso una distribuzione di tipo gamma permette di estrapolare i corrispondenti idrogrammi di piena. L'utilizzo di una distribuzione matematica quale quella gamma ha infatti il vantaggio di possedere caratteristiche simili a quelle di un idrogramma unitario ideale, caratterizzato da una più ripida fase di crescita e da una parte terminale con una pendenza meno accentuata.

5.6 Analisi del trasporto solido

Per la valutazione del trasporto solido lungo i corsi d'acqua oggetto di studio sono state applicate differenti metodologie.

Per i corsi d'acqua non soggetti a colamenti detritici i picchi di piena solida ed i rispettivi sedimentogrammi sono stati calcolati con la formulazione proposta da Chiari e Rickenmann (2007) o, nei tratti a ridotta pendenza, con quella di Smart e Jäggi (1983), mentre per i torrenti forieri di colate detritiche è stata applicata la metodologia di Tognacca (1999) per la determinazione dei picchi di colata, utilizzando successivamente l'approccio di Marchi (2006) per la determinazione dei sedimentogrammi.

Per rafforzare le formulazioni utilizzate, sono stati svolti campionamenti granulometrici puntuali su differenti torrenti laterali e sono stati ripresi i risultati di campagne





flussaufwärts
SULDENBACH RIO SOLDA

granulometriche già svolte lungo il rio Solda nel corso dello studio “Etsch Dialog”. In tutti i casi, ed indipendentemente dal grado di studio prescritto, è stata calcolata la concentrazione solida caratteristica a scala d’evento, confrontando poi i risultati ottenuti con le evidenze della documentazione storica e dei sopralluoghi in campagna. Gli approcci fisici ed empirici utilizzati sono descritti in dettaglio nella relazione dettagliata.

5.7 Interazione con le strade

L’interazione dei rii Solda e Trafoi con le vicine strade statali (SS38 e SS622) è una tematica particolarmente importante, anche alla luce degli eventi avvenuti nel recente passato. L’erosione spondale può infatti portare al danneggiamento e, nel peggiore dei casi, allo scalzamento della sede stradale, con possibili conseguenze sia sulla viabilità che sull’incolumità delle persone. La valutazione del pericolo sulle strade statali dovuto all’erosione spondale è stata in questo caso svolta tenendo conto di diversi fattori, quali:

- la vicinanza della strada al corso d’acqua;
- la presenza di opere di protezione longitudinale;
- il tirante idrico raggiunto in alveo per le piene di progetto;
- la configurazione planimetrica del corso d’acqua (tratti in curva, ...);
- la presenza di fonti detritiche laterali che possano portare ad una parzializzazione del corso d’acqua e al conseguente spostamento della linea di corrente;
- la presenza di fenomeni di erosione laterale in atto.

5.8 Scenari

Nel presente documento si è provveduto a studiare i fenomeni idraulici possibili lungo ciascun corso d’acqua per tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni. Gli scenari di rischio residuo sono invece da ricondurre ad eventi con tempi di ritorno superiori a 300 anni. Le probabilità di accadimento dei fenomeni idraulici oggetto di studio (corrispondenti a tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni) sono prescritte dalle attuali normative provinciali.

6. Valutazione dei pericoli

6.1 Software applicativi

Per lo studio e la valutazione dell’estensione delle aree coinvolte e dei pericoli idraulici insistenti sull’area di studio sono stati utilizzati principalmente i seguenti programmi:

- **Global Mapper 13**, utilizzato per la verifica delle quote e per la visualizzazione ed il controllo delle sezioni rilevate sui diversi torrenti e fossati;





flussaufwärts

SULDENBACH RIO SOLDA

- **HEC-RAS 4.1.0** (River Analysis System), consente il calcolo idraulico monodimensionale di canali naturali ed artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ad es. ponti) eventualmente presenti nel sistema idrografico considerato;
- **Flo 2D v2007.01**, codice commerciale 1D-2D per la propagazione di onde di piena e colata detritica sul piano alluvionale (a fondo fisso);
- **Trent2D v. 1.84** (Transport in Rapidly Evolutive Natural Torrent), ovvero un modello matematico bidimensionale per la simulazione di colate detritiche e di fenomeni di trasporto solido intenso. E' un software bifasico a fondo mobile e la sua evoluzione è studiata in modo accoppiato con l'idrodinamica.

Per la realizzazione e l'elaborazione del layout finale di tutti gli elaborati cartografici prodotti, per i prodotti finali ed intermedi, si è fatto infine ricorso ad un applicativo commerciale operante in ambiente GIS (**ArcGIS 9.3**) dotato anche di estensione Spatial Analyst.

6.2 Metodologie applicate

Nelle seguenti tabelle sono illustrati i modelli e le metodologie utilizzate per lo studio dei pericoli idraulici che insistono sull'area di studio. La scelta dei metodi e dei modelli per i vari corsi d'acqua determina a sua volta il relativo grado di studio definitivo.

Per l'analisi della propagazione dei flussi esondati sul piano campagna sono stati generalmente elaborati dei modelli bidimensionali, per valutare in dettaglio l'estensione delle aree inondate e determinare in ogni singola cella di calcolo l'intensità dei fenomeni, legati ai tiranti (e nel caso di colate ai depositi) ed alle velocità di flusso raggiunti sul piano campagna. Gli oggetti dislocati nelle aree potenzialmente soggette ad alluvionamento (edifici, infrastrutture verticali, ostacoli) sono stati modellati come oggetti non permeabili. La capacità di deflusso degli attraversamenti è stata determinata con modelli monodimensionali e/o con formulazioni dell'idraulica classica.

L'analisi delle infrastrutture presenti è stata svolta infine con grado di studio BT10, mediante calcoli idraulici monodimensionali e valutazioni tecniche qualitative sulla scorta dei numerosi sopralluoghi effettuati.

Descrizione	Modello / Approccio
Curve ADF - IDF	Basin30
Piogge efficaci	Coefficiente di deflusso
Picchi di piena	Metodo razionale / regionalizzazione
Idrogrammi di piena	Metodologia gamma (Aaron e White, 1982)
Modellazioni 1D	HEC-RAS 4.1.0
Modellazioni 2D	Flo 2D 2007.01 (fondo fisso)

Tabella 3. Modelli e metodologie per lo studio idraulico dei rii Solda e Trafoi, caratterizzati da trasporto solido.





flussaufwärts

SULDENBACH RIO SOLDA

Descrizione	Modello / Approccio
Curve ADF – IDF	Basin30
Piogge efficaci	Coefficiente di deflusso
Picchi di piena	Metodo razionale
Idrogrammi di piena	Metodologia gamma (Aaron e White, 1982)
Modellazioni 1D	HEC-RAS 4.1.0
Modellazioni 2D	Flo 2D 2007.01 (fondo fisso)

Tabella 4. Modelli e metodologie per lo studio idraulico dei rii Tramentan e rio di Valle di Plaz, caratterizzati da trasporto solido.

Descrizione	Modello / Approccio
Curve ADF – IDF	Basin30
Piogge efficaci	Coefficiente di deflusso
Picchi di piena	Metodo razionale
Idrogrammi di piena	Metodologia gamma (Aaron e White, 1982)
Modellazioni 2D	Flo 2D 2007.01 (fondo fisso)

Tabella 5. Modelli e metodologie per lo studio idraulico dei rii A.400.45.5 e A.400.140, caratterizzati da trasporto solido.

Descrizione	Modello / Approccio
Curve ADF – IDF	Basin30
Piogge efficaci	Coefficiente di deflusso
Picchi di piena	Metodo razionale
Idrogrammi di piena	Metodologia gamma (Aaron e White, 1982)
Modellazioni 2D	Trent2D (fondo mobile)

Tabella 6. Modelli e metodologie per lo studio idraulico dei rii Kronengraben, della Forcola, di Costainas, di Tarres, Casera, Schrei, Rosim e rio della Valle di Zai, caratterizzati anche da fenomeni di colamento detritico.

Descrizione	Modello / Approccio
Curve ADF – IDF	Basin30
Piogge efficaci	Coefficiente di deflusso
Picchi di piena	Metodo razionale
Idrogrammi di piena	Metodologia gamma (Aaron e White, 1982)
Studio capacità di deflusso	Formulazioni classiche dell'idraulica
Analisi delle aree inondate	Valutazioni qualitative in sede di zonazione

Tabella 7. Modelli e metodologie per lo studio idraulico lungo i corsi d'acqua minori studiati con grado di studio BT10.

7. Descrizione dei prodotti cartografici

7.1 Generalità

In tutti i prodotti cartografici allegati al modulo Pericoli idraulici del Piano di Gestione del Bacino Idrografico del Rio Solda i pericoli idraulici studiati sono indicati con le abbreviazioni prescritte dalle Direttive. In Tabella 8 sono indicati i codici ed i colori dei processi idraulici ed il loro significato.





Pericoli naturali	Processi	Colori	Abbreviazione
Pericoli idraulici IX	Alluvione	blu scuro	IN...inundation
	Alluvione torrentizia	arancione	IS...inundation+solid
	Colata detritica	arancione	DF...debris flow
	Erosione	rosso chiaro	E...(L,D,A)

Tabella 8. Legenda di base dei fenomeni e dei processi idraulici.

7.2 Carta del grado di studio

Sulla Carta del grado di studio relativa ai pericoli idraulici (Tav. nr. 1_BT_Ix) sono rappresentati i gradi di studio in scala 1:20.000. I processi naturali inerenti al pericolo idraulico vengono rappresentati in forma lineare (corsi d'acqua). Per i torrenti che ricadono all'intero dei centri edificati (secondo l'Art. 12 della Legge Provinciale 15 aprile 1991, Nr. 10) incluso un buffer di 300 m è stata sempre condotta un'analisi con elevato grado di studio (BT05).

7.3 Carta geomorfologica

La Carta geomorfologica (Tav. nr. 2_GM) descrive le caratteristiche geomorfologiche e gli indicatori dei processi idrogeologici rilevati, come ad esempio la presenza di nicchie di distacco, erosione laterale e profonda, argini e teste di colata, testimoni muti. Tale rappresentazione consente di indicare con chiarezza la predisposizione di un dato territorio a generare determinate tipologie di processi idrogeologici. Le caratteristiche, gli elementi e gli indicatori rilevati in campagna vengono rappresentati in scala adeguata secondo la legenda IFFI.

7.4 Carta dei fenomeni

Per la rappresentazione dei fenomeni idraulici insistenti e potenziali nell'area oggetto di studio è stata redatta in scala 1:5.000 la Carta dei Fenomeni (3_Ph_Ix), suddivisa in opportuni quadranti (B, C, D, E). Per quanto concerne i pericoli idraulici, si distingue tra processi come alluvione, alluvione torrentizia, colata detritica ed erosione.

Come si evince dalle cartografie prodotte, quasi tutti i tributari laterali sono in grado di generare ingenti colamenti detritici, trasportando a valle consistenti quantità di materiale solido. I corsi d'acqua di fondovalle (rii Solda e Trafoi) sono invece forieri di fenomeni di alluvionamento torrentizio (piene con trasporto solido), pur con mobilitazione di quantità di materiale detritico non trascurabili. Diversi tratti della rete stradale principale risultano inoltre soggetti a potenziali e significativi danneggiamenti a causa dell'erosione laterale arrecata dai rii Solda e Trafoi, soprattutto nei pressi di Gomagoi e a valle di Ponte Stelvio. L'intera area di studio a valle di Ponte Stelvio è infine gravata da una situazione permanente di rischio residuo, imputabile ad esempio al possibile franamento generalizzato dei versanti presenti nel tratto finale del rio di Valle di Plaz. In questo caso si genererebbe infatti



l'ostruzione della valle del Solda a Ponte Stelvio e il conseguente pericolo di dambreak lungo il rio Solda.

7.5 Carta delle Zone di Pericolo

7.5.1 Generalità

Per la redazione della Carta delle Zone di Pericolo (Tav. Nr. 4_GZ_Ix), devono essere innanzitutto calcolati i livelli di pericolo e le intensità dei fenomeni idraulici secondo la matrice dei pericoli riportata in Figura 7, in base a quanto riportato nelle attuali direttive della Provincia Autonoma di Bolzano.

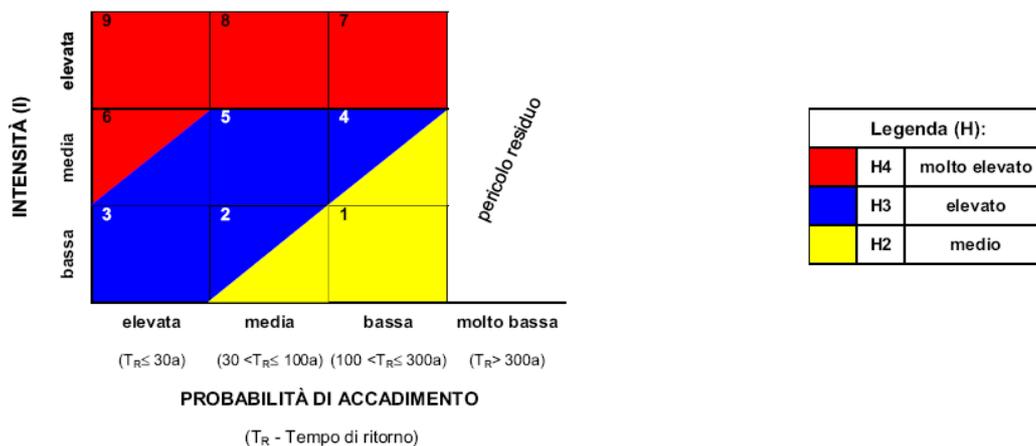


Figura 7. Matrice per la determinazione dei livelli di pericolo (Direttive Provinciali 2012).

7.5.2 Determinazione dei livelli di pericolo

I valori delle soglie di intensità sono differenti e caratteristici per ogni tipologia di evento. Per ogni fenomeno studiato a scala d'evento è stato pertanto valutato il livello di pericolosità attraverso la combinazione dell'intensità del fenomeno stesso e della sua probabilità di accadimento sulla base dei valori soglia prima citati (Tabella 9). Tali valori sono differenti perché ogni singolo fenomeno presenta dinamiche specifiche (velocità di flusso, volumi, spessore dei depositi, tiranti, diametri etc.) ed effetti diversi sugli elementi a rischio presenti. I livelli di pericolo rappresentano il risultato delle modellazioni numeriche effettuate. Per la determinazione dei livelli di pericolo idraulico sono da considerarsi i seguenti parametri, come prescritto dalle attuali direttive provinciali:

- **h**: altezza dell'acqua
- **v**: velocità di flusso
- **M**: spessore dei depositi di materiale



flussaufwärts SULDENBACH RIO SOLDA

- **d**: spessore medio dell'erosione o erosione di sponda, misurata perpendicolarmente al pendio / scarpata / fondo
- **v x h**: pressione idrodinamica

Processo	Valori soglia	Intensità bassa	Intensità media	Intensità elevata
Alluvione	pendenza < 1,5% mat. solido < 30%	$h < 0,5\text{m}$	$h = 0,5\text{-}2\text{m}$	$h > 2\text{m}$
		oppure	oppure	oppure
		$vxh < 0,5\text{m}^2/\text{s}$	$vxh = 0,5\text{-}2\text{m}^2/\text{s}$	$vxh > 2\text{m}^2/\text{s}$
Alluvione torrentizia	pendenza 1,5-15% mat. solido < 30%	$h < 0,5\text{m}$	$h = 0,5\text{-}2\text{m}$	$h > 2\text{m}$
		oppure	oppure	oppure
		$vxh < 0,5\text{m}^2/\text{s}$	$vxh = 0,5\text{-}2\text{m}^2/\text{s}$	$vxh > 2\text{m}^2/\text{s}$
Colata detritica	pendenza > 15% mat. solido 30-70%	non nota	$M \leq 1\text{m}$	$M > 1\text{m}$
			oppure	e
			$v \leq 1\text{m}/\text{s}$	$v > 1\text{m}/\text{s}$
Erosione s.l.	sempre presente	$d < 0,5\text{m}$	$d = 0,5\text{-}2\text{m}$	$d > 2\text{m}$

Tabella 9. Tabella dei valori soglia e dei livelli di intensità per i pericoli idraulici.

7.5.3 Determinazione delle zone di pericolo

Attraverso una serie di appositi sopralluoghi in campagna e di controlli tecnici per verificare la bontà delle simulazioni numeriche effettuate, si è proceduto alla zonazione dei pericoli sulla base dei livelli di pericolo calcolati numericamente. Si è pertanto giunti alla definizione delle zone di pericolo. Le zone di pericolo sono descrivibili come aree omogenee classificate a pericolo „molto elevato“, „elevato“ e „medio“ secondo la matrice dei pericoli riportata nelle Direttive della Provincia Autonoma di Bolzano. Per i pericoli idraulici è stata redatta la specifica Carta delle Zone di Pericolo (4_GZ_Ix), suddivisa in opportuni quadranti (scala 1:5.000) in accordo con le prescrizioni delle Direttive provinciali.

8. Valutazioni conclusive

Dalle analisi condotte sui diversi corsi d'acqua oggetto di studio per l'elaborazione del modulo Pericoli idraulici del Piano di Gestione del Bacino Idrografico del Rio Solda si può concludere quanto segue riguardo le principali zone urbanizzate presenti:

- **Solda**

Il vallo di protezione presente sul rio Rosim risulta efficiente per la difesa del centro di protezione civile, pertanto vengono interessati dalle deiezioni detritiche del torrente solo il bosco sottostante e parte dei parcheggi presenti a servizio della funivia (**zone blu - H3**). Il rio Solda provoca delle inondazioni sia in sinistra (**zone blu - H3**) che in destra orografica (**zone gialle - H2**) in prossimità della confluenza col rio della Valle di Zai, nonché a valle del ponte sulla S.S.622 (**zone a pericolo medio ed elevato**). La sezione di deflusso del rio della Valle di





flussaufwärts

SULDENBACH RIO SOLDA

Zai è insufficiente a contenere le piene di progetto, pertanto si generano ampie zone soggette a pericolo medio ed elevato (**zone gialle e blu**) lungo la conoide e zone rosse a ridosso degli edifici. Il rio Casera fuoriesce dall'alveo al termine del tratto boscato generando zone blu (pericolo elevato) sul centro del tennis e gli impianti sciistici fino alla confluenza col rio Solda.

▪ Trafoi

Il centro del paese non risulta direttamente interessato da pericoli idraulici urbanisticamente rilevanti. A monte della frazione il rio di Costainas genera ampie zone a pericolo elevato (**H3 – zone blu**) sulla S.S.38 e i campi sottostanti, mentre le colate lungo il rio di Tarres inducono aree blu (**pericolo elevato**) sulla strada statale dello Stelvio e vanno a lambire il sottostante campeggio. In località Aussererhof il rio della Forcola genera aree a pericolo elevato e molto elevato (H3 e H4) su gran parte degli edifici sottostanti.

▪ Gomagoi

Gli edifici presenti nella frazione di Gomagoi non vengono interessati da pericoli idraulici urbanisticamente rilevanti. Si verificano limitate esondazioni del rio Solda in prossimità della confluenza col rio Trafoi. I fenomeni erosivi lungo il rio Trafoi vanno ad interessare i terreni limitrofi e tratti della vicina strada statale, mentre il rio A.400.45.5 induce ampie zone blu (**pericolo elevato**) sui prati sottostanti.

▪ Ponte Stelvio

Il rio Solda genera inondazioni in sinistra e destra orografica a valle del ponte sulla S.S., con livelli di pericolo medio ed elevato (**H2 e H3**). Inoltre l'erosione spondale indotta dal torrente genera delle zone di pericolo medio, elevato e molto elevato sull'adiacente strada statale. Lungo il tratto terminale del rio di Valle di Plaz il franamento dei versanti in sinistra e destra orografica provoca per tempi di ritorno di 100 e 300 anni dei flussi iperconcentrati che vanno a generare delle ampie zone a pericolo medio (**H2**) sui terreni, la strada e gli edifici posti in prossimità della confluenza col rio Solda. Lungo il rio Tramentan si verificano delle ridotte esondazioni che inducono delle limitate zone gialle (**pericolo medio**), senza interessare peraltro le abitazioni presenti. Le colate detritiche generatesi sui due fossati Kronengraben generano delle zone a pericolo elevato (**H3**) sui terreni adiacenti e la sottostante strada statale.

▪ Stelvio

L'abitato di Stelvio non risulta interessato da pericoli idraulici urbanisticamente rilevanti.

Per quanto riguarda l'interazione con le strade statali, l'erosione spondale lungo il rio Trafoi genera delle zone gialle (**H2**) lungo un breve tratto di strada a monte della località Aussererhof, e tratti soggetti a pericolo medio e molto elevato all'altezza della confluenza col





flussaufwärts

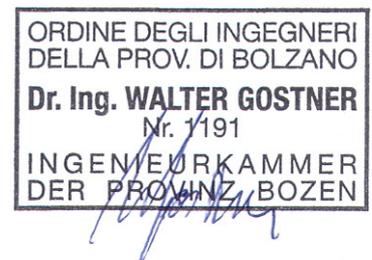
SULDENBACH RIO SOLDA

rio A.400.45.15. A Gomagoi ca. 700 m di strada statale sono soggetti ad un livello di pericolo medio e molto elevato (**H2 e H4**).

L'erosione spondale lungo il rio Solda genera delle zone gialle, blu e rosse (**H2, H3, H4**) sulla strada statale in prossimità della confluenza col fossato A.400.85. Zone rosse si generano all'altezza del "Feuchtebrücke" sulla S.S.622, e più a valle fra Gomagoi e Ponte Stelvio si localizzano tratti soggetti a un livello di pericolo medio (**zona gialla**). All'altezza di Ponte Stelvio e a valle della frazione stessa si registrano diversi tratti di strada statale interessati da pericolo medio e molto elevato (**H2, H4**), per una lunghezza complessiva di ca. 2 km.

Malles / Bolzano, 28.01.2015

Il Tecnico



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Abteilung 30 - Wasserschutzbauten



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Ripartizione 30 - Opere idrauliche

