

La nascita del primo spin off dell'Università di Trento per l'analisi idrogeologica del territorio tramite il software GEOtop

Dalla ricerca all'applicazione

Attraverso il regolamento in materia di spin off e start up l'Università degli Studi di Trento ha introdotto in maniera sistematica nel suo ordinamento la possibilità di costituire "iniziative imprenditoriali derivanti dai risultati della ricerca universitaria". Il regolamento vuole offrire a ricercatori e studenti uno strumento per tradurre i risultati della ricerca in prodotti e applicazioni fruibili da professionisti e cittadini nella quotidianità. Esistono esempi eccellenti di iniziative imprenditoriali di rilevanza mondiale partite dalla ricerca universitaria, come ad esempio Hewlett Packard e Google; si tratta di casi estremamente rari, ma anche progetti meno rivoluzionari possono comunque contribuire ad avvicinare ricerca universitaria e società civile. L'Università degli Studi di Trento propone due modalità di appoggio ad iniziative imprenditoriali: lo spin off e lo start up.

Si definisce spin off accademico "ogni iniziativa imprenditoriale avente come scopo lo sviluppo, la produzione e la commercializzazione di beni e servizi derivanti dalla ricerca dell'Università a cui il proponente (dottorando, ricercatore, post-doc) abbia contribuito". L'Università entra nella compagine societaria in qualità di socio per un periodo massimo di cinque anni, durante i quali l'impresa può beneficiare di grande visibilità e prestigio. Lo start-up rappresenta invece una nuova impresa a cui l'Università non partecipa direttamente come socio, "ma che si avvale, per una durata massima di tre anni, di strutture ed eventualmente attrezzature e/o servizi dell'Università, avente come scopo lo sviluppo precompetitivo di prodotti e servizi derivanti dalla ricerca universitaria".

Attualmente l'Università degli Studi di



Figura 1: Lo spin-off: anello di congiunzione tra ricerca e applicazione

Trento ha supportato la nascita di uno start up e di uno spin off. Lo start up è rappresentato da K4Sint S.r.l., una micro impresa nel campo dell'ingegneria dei materiali che si occupa dei processi di consolidamento/sinterizzazione di polveri assistita da pressione. Lo spin off è rappresentato da Mountaineering s.r.l. (www.mountaineering.com), una neo-società di ingegneria che lavora nel settore ambientale dedicato all'analisi delle risorse e alla protezione del territorio.

In tale settore si assiste ad un gap tra lo stato dell'arte della ricerca (idraulica, idrologia, geotecnica), e gli strumenti applicativi attualmente utilizzati nella pratica ingegneristica. Da un lato la ricerca e la modellazione numerico-matematica rendono disponibili strumenti di calcolo e di visualizzazione sempre più potenti, dall'altro le applicazioni più comuni usate dalle amministrazioni e dai professionisti fanno uso di teorie obsolete, che forniscono risultati sommari e impongono un atteggiamento conservativo nelle decisioni. Inoltre le amministrazioni investono ingenti somme di denaro in campagne per il reperimento di dati di alta qualità (es, rilievi laseraltimetrici e dati

meteorologici), che, se analizzati ed interpretati correttamente e con strumenti adeguati, porterebbero un grande beneficio alla gestione dei complessi fenomeni naturali. In questo contesto, come esemplificato in Figura 1 l'attività di uno spin off costituisce l'anello di giunzione tra la ricerca e la pratica, favorendo la diffusione della ricerca nel campo applicativo, migliorando da un lato la comprensione dei fenomeni, dall'altro fornendo casi studio per il test e la validazione degli strumenti scientifici.

La nuova frontiera dell'idrologia: il software GEOtop

Negli ultimi anni la ricerca in idrologia ha prodotto modelli che descrivono in maniera accurata a diverse scale spazio-temporali gli scambi di acqua, energia e quantità di moto tra suolo e bassa atmosfera, allo scopo di studiare e comprendere più a fondo il ciclo idrologico ed i processi ad esso connessi. I software attualmente disponibili trattano in modo soddisfacente solo alcune parti del ciclo, come i deflussi o gli scambi di energia e la neve, e sviluppano le altre parti con formulazioni empiriche approssimative, risultan-

do quindi generalmente incompleti. Il software open source GEOtop (www.geotop.org), software nato in seno al gruppo di ricerca del Prof. Rigon del CUDAM, il Centro Universitario per la Difesa dell'Ambiente Montano dal quale provengono i soci di Mountain-eering srl, è invece un modello completo che tratta esaustivamente sia i deflussi che il bilancio di energia nel suolo e nella neve. GEOtop permette quindi di descrivere l'interazione ed i feed-back tra processi di deflusso e di scambio energetico in ambienti montani, dove la topografia complessa e l'eterogeneità del territorio richiedono una spazializzazione accurata delle forzanti e dei parametri. In particolare il modello, sulla base dei dati meteorologici e di suolo in input, permette di conoscere in ogni punto del dominio ed in ogni momento l'evaporazione del terreno, la traspirazione della vegetazione, la pressione dell'acqua nel suolo, l'andamento della falda, la portata in un torrente, la temperatura e il contenuto di ghiaccio nei suoli, nonché l'altezza e la densità della neve ed il bilancio di massa di un ghiacciaio. Inoltre, in base a queste analisi, permette di conoscere la propensione al dissesto idrogeologico e la sua evoluzione durante ed in seguito ad un evento di precipitazione.

Tipologia di applicazione di GEOtop
 GEOtop è integrato in ambiente GIS attraverso JGrass (www.jgrass.org), un GIS open-source multipiattaforma che calcola le caratteristiche topografiche (esposizione, pendenza, curvatura ecc.) e idrografiche (direzioni di drenaggio, rete idrografica, drainage directions, river networks ecc.) che servono come dati di input per GEOtop. Inoltre JGrass permette di visualizzare le mappe risultato di GEOtop e di fare calcoli di pre- e post-processing sui dati di input e sui risultati. GEOtop può trovare applicazione in svariate problematiche ambientali come di seguito illustrato.

Bilanci idrici, deflussi e umidità del suolo

GEOtop fornisce informazioni sui bilanci idrici all'interno di un bacino, tenendo

conto degli afflussi in entrata (piogge, scioglimento nivo-glaciale, deflussi da monte) ed in uscita (deflussi verso valle, evapotraspirazione). I modelli afflussi/deflussi permettono di conoscere gli effetti delle variabili climatiche e della topografia sul deflusso idrico nei fiumi, nei laghi o in un versante e, se usati con opportune scale temporali, prevedono i picchi di piena, le portate di magra e la distribuzione del contenuto d'acqua del suolo. Nei modelli concentrati, spesso costituiti da equazioni semplificate, il volume di controllo è l'intero bacino e le informazioni che si possono trarre sono generali e limitate alla "media". GEOtop, essendo un modello distribuito, applica il bilancio a piccole celle all'interno del bacino, spesso delle dimensioni dell'ordine del dato topografico digitale disponibile per cui permette di prevedere e simulare a diversi istanti temporali la distribuzione dei campi di pressione, contenuto d'acqua e dei flussi idrici in funzione della distribuzione delle condizioni iniziali e delle forzanti meteorologiche.

Predisposizione alle frane superficiali

I fenomeni franosi di tipo superficiale (shallow landslides) sono tra le principali cause di perdita di vite umane ed

interruzione di attività antropiche legate al tema del rischio idrogeologico. La crescente e spesso incondizionata urbanizzazione del nostro territorio ha indotto negli anni ad un progressiva amplificazione del problema. Non solo, le frane superficiali sono spesso anche uno dei maggiori fattori di alimentazione di sedimento per gli alvei naturali nelle sezioni montane e pedemontane, potendo indurre, in tal modo, problemi di esondazione in corrispondenza delle sezioni vallive delle aste fluviali, solitamente limitrofe a zone maggiormente urbanizzate. Allo stato dell'arte, gli strumenti usualmente utilizzati per l'individuazione delle aree maggiormente predisposte al franamento si basano su criteri di natura "qualitativa", spesso tanto distanti dalla reale interpretazione fisica dei processi, quanto eccessivamente cautelativi ed onerosi da un punto di vista di pianificazione del territorio. GEOtop, grazie al modulo sulla descrizione delle dinamiche delle pressioni interstiziali all'interno dei mezzi porosi, consente il monitoraggio real-time dell'evoluzione del coefficiente di sicurezza dei versanti naturali, durante e dopo fenomeni meteorici particolarmente avversi.

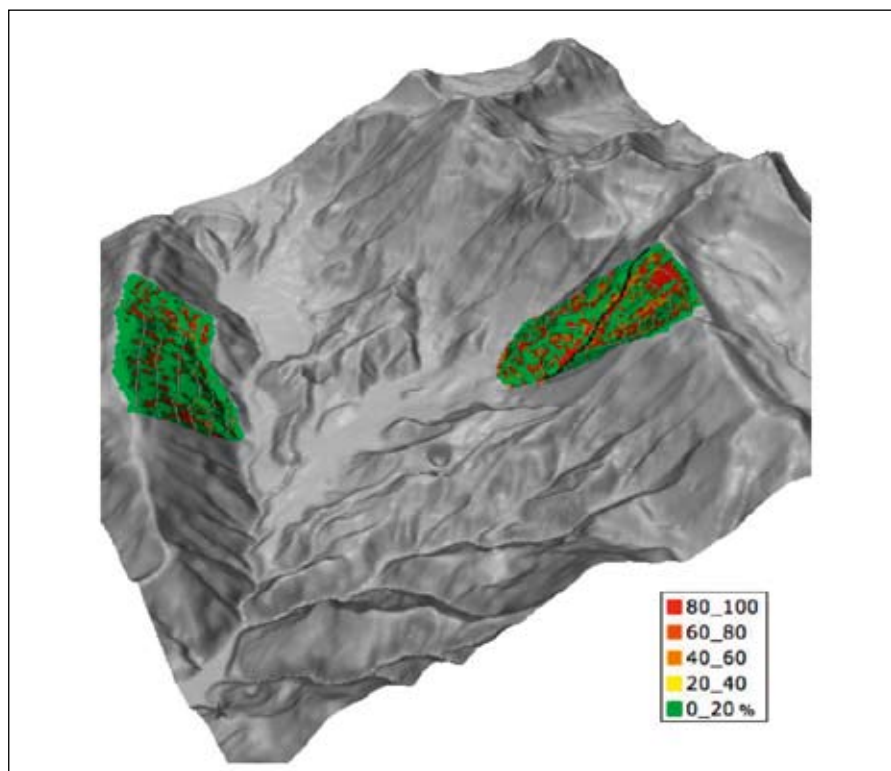


Figura 2: Probabilità di innesco di frane superficiali in un versante alpino.

Criosfera

(neve, ghiaccio e permafrost)

sulla scia dei cambiamenti climatici in atto, la criosfera sta diventando un “punto caldo” nel dibattito ambientale. L’arretramento dei ghiacciai e la degradazione del permafrost nelle Alpi pongono serie questioni sulle riserve d’acqua dolce nelle valli alpine e sull’instabilità dei versanti rocciosi in alta montagna. Il modulo neve di GEOTop permette di modellare e simulare lo spessore e l’equivalente in acqua della neve ed il bilancio di massa di un ghiacciaio, permettendo quindi di proiettare scenari futuri sulle riserve d’acqua immobilizzate nei ghiacciai. Inoltre, grazie al modulo “freezing soil”, permette di stimare le interazioni termiche neve-suolo e lo stato termico della roccia soggetta a permafrost. Il modello è stato recentemente applicato per simulare lo stato termico delle pareti dell’Aiguille du Midi sul Monte Bianco, per valutare la propensione al permafrost di parte della provincia di Trento e per simulare il bilancio di massa del ghiacciaio del Mandrone sul gruppo dell’Adamello.

Traspirazione della vegetazione

Il modello GEOTop include un modulo sulla vegetazione, che permette di calcolare i processi evapotraspirativi a seconda del tipo di piante e tenendo in considerazione l’apparato radicale. Tali processi tengono in conto le condizioni meteorologiche esterne e l’umidità del suolo iniziale, tramite la risoluzione della turbolenza dello strato limite atmosferico. Questo permette di ottenere informazioni sui flussi di calore latente e sensibile nell’atmosfera e nella vegetazione in ogni istante temporale, con interessanti risvolti sia in agricoltura che ambito forestale. Al momento GEOTop viene usato per studiare le dinamiche vegetazione-atmosfera in alcuni bacini nelle Alpi e nell’Artico canadese.

Telerilevamento

L’uso di immagini telerilevate e la loro classificazione stanno acquisendo grande interesse nell’ambito dei modelli idrologici, sia come dati di input che come dati di validazione. Infatti

l’acquisizione automatica di input quali l’uso del suolo, la temperatura e l’umidità superficiale del suolo, le zone coperte da neve, la quota di copertura nuvolosa, la tipologia ed estensione di specie vegetali permette una più affidabile descrizione delle condizioni iniziali e quindi una più fedele simulazione delle dinamiche. Al momento un progetto in comune tra il CUDAM e l’ASI (Agenzia Spaziale Italiana) è incentrato sullo sfruttamento da parte di GEOTop di immagini satellitari al fine di monitorare l’innesco di frane superficiali.

Sviluppi futuri

Giunto alla terza versione, GEOTop è distribuito open source secondo licenza GPL e può essere implementato in tutti i sistemi operativi (Windows, Mac OS, Linux). Viene attualmente usato per scopi di ricerca in alcune istituzioni italiane e straniere quali l’Università di Zurigo, il Politecnico di Losanna, il Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute in Cina, l’Università del Connecticut, l’USGS (United States Geological Survey), l’Università di Dublino e l’ARPA Valle d’Aosta. È inoltre al centro di progetti promossi dall’Agenzia Spaziale Italiana e dalla Protezione Civile Nazionale. La prossima versione del software sarà integrata all’interno di un sistema informatico chiamato GEO-

FRAME, un sistema che permette l’integrazione e l’accoppiamento di software in “run-time”, ossia in esecuzione, in modo che possano essere combinati a seconda delle esigenze. Tale sistema includerà una modalità di raccolta dei dati provenienti dai sensori in tempo reale via GPRS, che poi saranno usati come condizioni iniziali del modello e come dataset di calibrazione. Questo permetterà di simulare ogni fenomeno in modo efficiente e flessibile, rendendo possibile una migliore comprensione della problematica.

Referenze

- Bertoldi, G., R. Rigon & T. M. Over, Impact of watershed geomorphic characteristics on the energy and water budgets, *Journal of Hydrometeorology*, Vol. 7, No. 3, p. 371-388. Vol. 7, No. 3, pages 389 - 394, 2006.
- Rigon R., Bertoldi G e T. M. Over, GEOTop: A distributed hydrological model with coupled water and energy budgets, *Journal of Hydrometeorology*, Vol. 7, No. 3, pages 371-388., Vol. 7, No. 3, pages 371-388., 2006
- Simoni, S., F. Zanotti, G. Bertoldi and R. Rigon, Modelling the probability of occurrence of shallow landslides and channelized debris flows using GEOTop-FS, *Hydrological Processes* Vol 22, No. 4, pages 532 - 545, 2007
- Zanotti F, Endrizzi S, Bertoldi G, Rigon R. The GEOTOP snow module. *Hydrological Processes* Vol 18, No. 18, pages 3667 - 3679, 2004

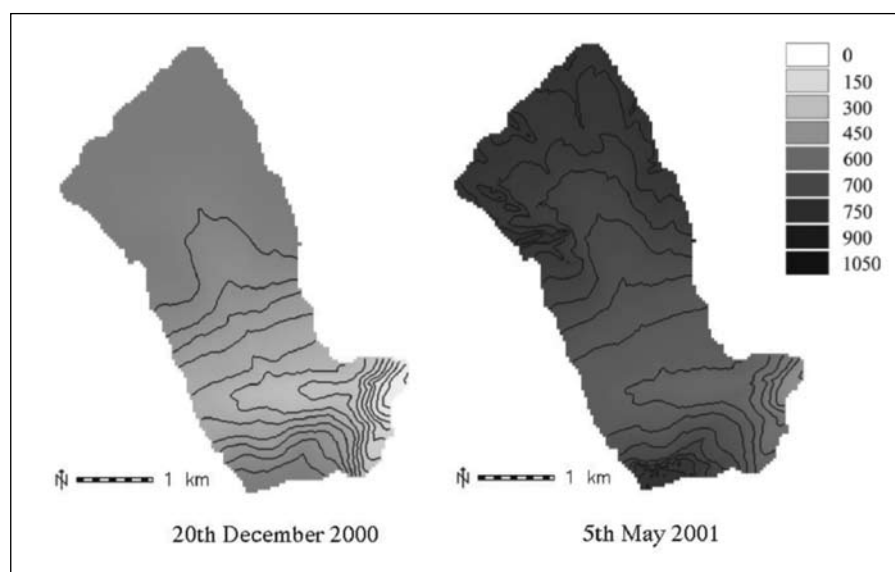


Figura 3: Equivalente in acqua della neve in un bacino alpino in due diversi istanti temporali (Zanotti et al, 2004).