

DISSESTI, DOVUTI AL CEDIMENTO DI CAVITÀ SOTTERRANEE NEL TERRITORIO DELLA REGIONE DEL VENETO

ARZILIERO LUCIANO*, **BAGLIONI ALBERTO***,
CURTARELLO MARINA*, **DE MARCO PALMIRO***,
MARIANI ROCCO*, **MASTELLONE FRANCESCA****,
MAURIZIO ILARIA*, **SCHIAVON ENRICO****, **TOSONI DARIO***

*Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile – Regione del Veneto

**Direzione Geologia e Ciclo dell'Acqua – Regione del Veneto

INTRODUZIONE

Il censimento, la classificazione e la valutazione del livello di pericolosità dei fenomeni franosi riveste un'importante priorità nell'attività di pianificazione svolta dalla Regione sia in collaborazione con le Autorità di Bacino territorialmente competenti sia direttamente attraverso le attività di controllo dei piani regolatori e delle relative varianti urbanistiche.

Al fine di dotarsi di un adeguato supporto per tali attività la Regione del Veneto, con l'adesione al progetto nazionale di inventario dei fenomeni franosi (Progetto IFFI), sta realizzando un'unica banca dati dei dissesti georeferenziata.

Nell'ambito di tale attività sono stati censiti anche un certo numero di fenomeni di sprofondamento, lento o veloce, che per le loro caratteristiche rientrano tra i cosiddetti fenomeni di sinkholes ed interessano zone abitate. A questi si devono aggiungere i numerosi fenomeni di sprofondamento di ambiente carsico, già censiti in un apposito catasto (MIETTO P. & SAURO U., 2000) diffusi prevalentemente negli altipiani calcarei del Cansiglio e di Asiago e nei rilievi montuosi del M.te Baldo, dei M.ti Lessini, del M.te Grappa e delle Vette Feltrine.

1. ATTIVITÀ DI CENSIMENTO

Con la partecipazione al progetto nazionale, la Regione del Veneto ha colto l'opportunità di creare una banca dati basata su criteri standard di raccolta ed elaborazione delle informazioni.

Il database, creato dalla riunione e omogeneizzazione di dati provenienti da vari archivi regionali è strutturato in modo da essere fruibile ed aggiornabile da parte di tutti i soggetti pubblici e privati che operano sul territorio regionale. Tale attività risponde all'esigenza di favorire la collaborazione tra coloro che operano sullo stesso territorio al fine di ottenere una corretta attività di pianificazione ed un'ottimizzazione degli interventi di mitigazione del rischio.

All'inizio delle attività di censimento, i dati relativi ai dissesti della Regione erano disomogenei e variamente organizzati attraverso tipo e criteri d'archiviazione differenti, ed ubicati presso uffici e sedi diverse: uffici regionali, province, comuni, enti parco, enti di ricerca (Università, Consiglio Nazionale delle Ricerche), spesso non in diretto collegamento tra loro. L'archivio unico, costruito dal gruppo di lavoro cui partecipano la Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile e la Direzione Geologia e Ciclo dell'Acqua della Segreteria Regionale Ambiente e Lavori Pubblici, è stato quindi impostato sulla base delle indicazioni proposte dal Progetto IFFI, seppur con qualche adattamento in funzione delle caratteristiche fisiche e delle esigenze territoriali.

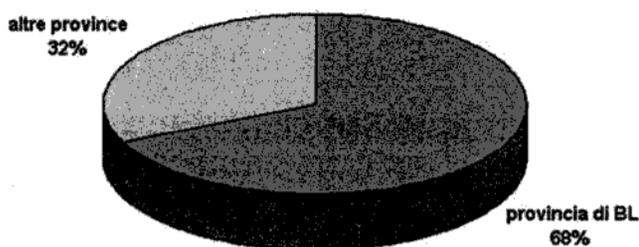


Fig. 1- Diffusione percentuale degli sprofondamenti nel territorio veneto (aggiornamento gennaio 2004)

La riunione delle informazioni in un'unica banca dati consente una maggiore velocità e precisione nella ricerca delle informazioni disponibili, una valutazione dell'attendibilità delle fonti, una stima della qualità dei dati. In tal modo viene costruito uno strumento, facilmente aggiornabile, in grado di rappresentare lo stato del dissesto idrogeologico del territorio regionale in funzione delle numerose applicazioni possibili.

L'attività di censimento ha permesso fino ad ora di individuare nel territorio veneto circa 7.800 frane e tra queste, seppur con una diffusione decisamente più limitata (vedi Tab.1) rispetto a quella di altre tipologie di frana, sono rappresentati sia i fenomeni di sprofondamento singolo che le aree soggette a fenomeni diffusi di sprofondamento.

Suddivisione dei dissesti per provincia e tipologia						Totali per tipologia
Tipologia	Bl	Tv	Vi	Vr	Pd	
non definita	106	1	16	27	6	156
Crollo/ribaltamento	250	23	127	38	8	446
Scivolamento rotaz/trasl	2537	303	825	509	233	4407
espansione	0	0	0	0	0	0
colamento lento	387	10	101	3	52	553
colamento rapido	812	95	370	125	42	1444
sprofondamento	36	3	8	1	5	53
complesso	167	4	59	17	8	255
DGPV	6	0	3	0	7	16
Area soggetta a crolli/rib diffusi	62	4	43	38	0	147
Area soggetta a sprofondamenti diffusi	5	0	0	0	0	5
Area soggetta a frane sup. diffuse	243	9	31	2	13	298
Totali	4611	452	1583	760	374	7780

Tab. 1 - Distribuzione dei dissesti censiti in base alla tipologia (aggiornamento gennaio 2004)

Allo stato attuale delle attività di censimento sono stati individuati una sessantina di siti interessati da fenomeni classificabili come sinkholes.

Il numero relativamente ridotto di sprofondamenti rilevati è da ricollegare, oltre che alla effettiva diffusione della fenomenologia, anche alla tipologia dei dati a disposizione che ha privilegiato il censimento dei dissesti con influenza diretta sull'attività antropica tralasciando in questa fase, i fenomeni che per la loro ubicazione non rivestono un'importanza sociale.

Oltre a questo, come accennato in precedenza, si deve poi considerare che i diffusissimi fenomeni associati agli ambienti tipicamente carsici sono oggetto di un'altro specifico archivio realizzato in collaborazione con i gruppi speleologici operanti sul territorio regionale.

2. I SINKHOLES NEL VENETO

L'attività di raccolta dati condotta fino ad ora permette di suddividere i fenomeni di sinkholes in base ai loro differenti processi genetici.

Secondo una prima suddivisione infatti, gli sprofondamenti possono essere distinti in dipendenza della loro genesi che può essere antropica oppure naturale.

Mentre nel primo caso i fenomeni fino ad ora censiti sono riconducibili ad un meccanismo genetico abbastanza chiaro (es. fenomeni connessi allo scavo di gallerie), i meccanismi genetici naturali si diversificano in funzione delle condizioni geologiche al contorno (caratteristiche litologiche delle formazioni, assetto strutturale, assetto idrogeologico, ecc.) e spesso risultano di non facile comprensione.

2.1 Origine antropica

Gli sprofondamenti generati dall'attività antropica nel territorio veneto si riferiscono principalmente a cedimenti superficiali indotti dallo scavo di gallerie.

Appartengono a questa categoria i cedimenti superficiali geneticamente legati alla coltivazione mineraria sviluppatasi nei dintorni della miniera di solfuri di Salafossa, sita tra il comune di Santo Stefano di Cadore e San Pietro di Cadore in provincia di Belluno, e gli analoghi fenomeni sviluppatasi presso la cava di marmorino di Cordignano, in provincia di Treviso.

Sempre generati dallo scavo di gallerie, ma in questo caso ad uso idroelettrico, sono da citare i cedimenti superficiali verificatisi in comune di Quero in provincia di Belluno (PRAT E. & VITTORI P., 1992).

Per stabilire l'origine e le dimensioni del fenomeno sono state effettuate indagini specifiche utilizzando la tomografia sismica; i risultati degli studi hanno indotto le amministrazioni pubbliche a definire, in corrispondenza della verticale al tracciato della galleria, una zona nella quale è vietata qualsiasi espansione urbanistica.



Fig. 2 - Fenomeno di sprofondamento nei pressi della cava di Cordignano (TV)

2.2 Origine naturale

I sinkholes di origine naturale interessano con diversa diffusione le province venete; tra queste la provincia che presenta il maggior numero di fenomeni di sprofondamento è quella di Belluno.

Uno dei meccanismi genetici più diffusi e, almeno all'apparenza, più chiari dei fenomeni di sinkholes è il cedimento superficiale indotto dalla dissoluzione dei depositi evaporitici sia in posto che inclusi come detriti in depositi di origine alluvionale.

Questa tipologia di sprofondamento interessa in Veneto principalmente i litotipi gessosi della serie permiana, diffusi soprattutto nell'Agordino e in Cadore, nelle zone in cui è affiorante o subaffiorante la Formazione a Bellerophon.

Sempre nel Cadore gli stessi fenomeni coinvolgono anche i gessi appartenenti alla Formazione di Raibl di età triassica.

2.2.1 Descrizione di alcuni esempi

Il comune di Vallada Agordina (BL), situato nel bacino del T. Biois nell'alto Agordino, è caratterizzato dalla presenza dei litotipi gessoso-argillosi permiani interessati diffusamente da processi di solubilizzazione che inducono frequenti fenomeni di sprofondamento.



Fig. 3 - Diffusione di fenomeni di sprofondamento nell'abitato di Andrich, comune di Vallada Agordina (BL)

La frazione di Andrich (FENI V., 2001) è, da questo punto di vista, la zona più critica del territorio comunale in quanto il continuo cedimento del substrato gessoso provoca lo sviluppo di lesioni ad abitazioni, alla rete fognaria e agli acquedotti e lo sprofondamento di terreni e di tratti della viabilità comunale.

L'evoluzione del processo di cedimento ha indotto in alcuni edifici un aggravamento tale delle lesioni da consigliarne l'abbandono.

Nel processo evolutivo del fenomeno sembra avere un ruolo significativo l'azione esercitata dalle acque del Rio Pianezza che, infiltrandosi, accelerano i processi di dissoluzione dei gessi favorendo così lo sviluppo di cavità sotterranee con conseguente incremento dei fenomeni di cedimento superficiale.

In questa località sono state condotte in passato diverse campagne di indagini, sia di tipo diretto che geofisico, applicando anche per la prima volta in ambito regionale il georadar per ricercare le aree maggiormente indiziate dallo sviluppo di questo tipo di fenomeni.

Sempre nel bacino del T. Bios ma poco più a ovest, fenomeni di cedimento interessano in più punti la conoide del T. Gavon, in comune di Falcade (BL).

Il bacino del T. Gavon presenta una zona di testata denominata "Le Marmolade" costituita da rocce con caratteristiche di elevata erodibilità tra le quali sono diffusi i gessi della Formazione a Bellerophon.

L'intensa attività erosiva verificatasi nella zona di testata ha portato, attraverso l'azione di trasporto e di deposito operata nel tempo dal torrente, la creazione di un'estesa conoide su cui sorgono le frazioni di Canès, Marmolada e Caviola.

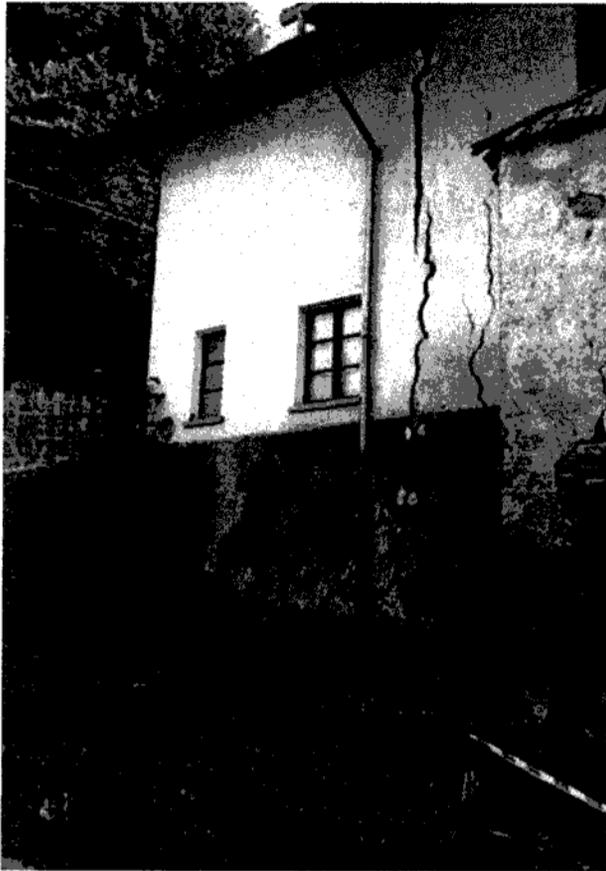


Fig. 4 - Particolare delle lesioni di un edificio della frazione di Andrich, comune di Vallada Agordina (BL)

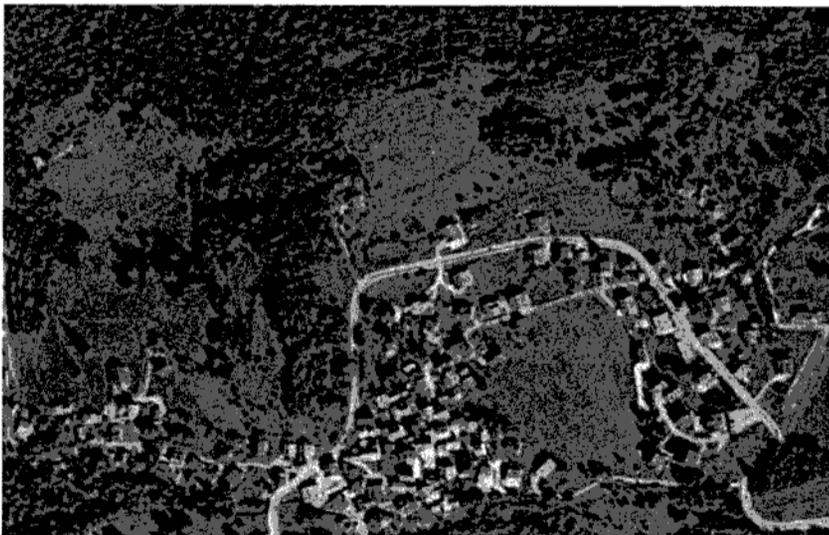


Fig. 5 - Ubicazione delle principali doline sviluppatesi per fenomeni carsici che interessano i gessi della Formazione a Bellerophon nei dintorni dell'abitato di Voltago Agordino(BL)

Questi abitati sono interessati da fenomeni di sprofondamento più o meno intensi ricollegabili sia alla presenza di un'importante frazione gessosa nei depositi che costituiscono la conoide sia alla natura delle rocce gessose che costituiscono il substrato. Fenomeni di sprofondamento con caratteristiche simili interessano la zona della conoide del T. Roa ad Agordo (BL), nelle località Mazzoch e Calzon, e a Voltago Agordino (BL) dove, in prossimità dell'abitato, sono evidenti le ampie depressioni di alcune doline, sempre generate dalla dissoluzione dei gessi della Formazione a Bellerophon; in prossimità di una di queste l'evoluzione del processo di sprofondamento ha provocato lesioni molto importanti ad una abitazione che è stata successivamente abbattuta in quanto pericolante.



Fig. 6 - Panoramica di una delle doline poste in prossimità dell'abitato di Voltago Agordino(BL)

Nel Cadore fenomeni simili a quelli sopra descritti, sono quelli che interessano diffusamente la Frazione di Vallesella in Comune di Domegge di Cadore (BL). Anche in quest'area affiora, con potenze rilevanti, la Formazione a Bellerophon.

L'evoluzione morfologica della valle del F. Piave ha fatto maturare i processi di carsismo nelle rocce gessose, i cui effetti si sono evidenziati con sprofondamenti e lesioni a fabbricati nelle aree urbanizzate prossime alle sponde del lago artificiale di Centro Cadore (GORTANI M., 1952).

Rimanendo nel comune di Domegge di Cadore, è opportuno segnalare un fenomeno di particolare interesse. Nell'inverno dell'anno 2000 lungo l'asta del torrente Cridola, affluente sinistro del Fiume Piave, si è verificata l'improvvisa sparizione delle acque dall'alveo del corso d'acqua per un fenomeno di cattura riferito al crollo di una cavità carsica. Il crollo ha determinato la formazione di un inghiottitoio del diametro di circa quindici metri, apertosi in corrispondenza di un affioramento di roccia gessosa appartenente sempre alla Formazione a Bellerophon. L'emergenza dell'acqua è avvenuta a distanza di una settimana circa quattrocento metri più a valle, con ricomparsa nell'alveo. Dai sopralluoghi effettuati è chiaramente emerso che la cavità, ricevendo l'intera portata del torrente, stimabile in alcune centinaia di litri al secondo, appartiene ad un sistema carsico evoluto. Tale evento ha evidenziato che, nonostante in questa occasione l'area interessata non abbia coinvolto elementi vulnerabili, sia comunque necessario segnalare e monitorare questi fenomeni di cattura, poiché l'immissione di grandi portate d'ac-

qua in massicci con rocce gessose per periodi prolungati può determinare in superficie, alla lunga, effetti imprevedibili di dissesto legati al progredire dei fenomeni di dissoluzione ed alla creazione di sovrappressioni nel versante.

Un evento di dissesto riconducibile ai sinkholes e simile a quello avvenuto a Domegge (T. Cridola), si è verificato, alla metà degli anni '80, lungo il greto del T. Prognò d'Ilasi nel comune di Badia Calavena in provincia di Verona. Nell'alveo del torrente in prossimità della località S. Andrea, in terreni conglomeratici di natura carbonatica, si è creata un'apertura subcircolare di quattro metri di diametro che rappresenta l'imbocco di una cavità sotterranea di circa venti metri di diametro.

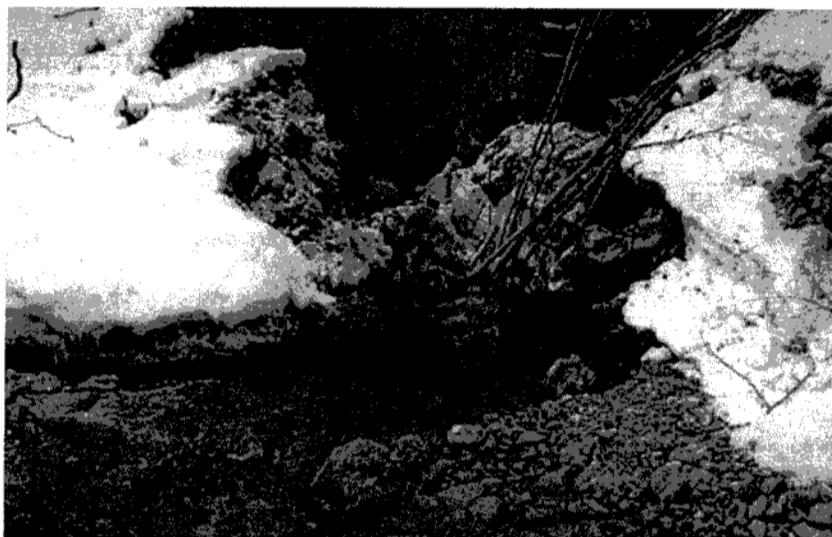


Fig. 7 - Punto in cui il T. Cridola sparisce nella cavità carsica Domegge di Cedore (BL)



Fig. 8 - Nuova emergenza del torrente alcune centinaia di metri più a valle rispetto al punto di ingrottamento

Il fenomeno ha destato inizialmente, qualche preoccupazione poiché in condizione di piena assorbiva un terzo della portata del torrente facendo presagire una possibile rapida evoluzione. In seguito all'effettuazione di sopralluoghi condotti in una fase successiva in collaborazione con gruppi speleologici locali, si sono chiarite le reali dimensioni del fenomeno permettendo di escludere situazioni di pericolosità per le abitazioni della vicina località Triga.

Per chiarire ulteriormente le caratteristiche del fenomeno è stata comunque condotta una campagna di indagini georadar e di misure geoelettriche che hanno permesso di individuare, lungo l'alveo del torrente, numerose altre aree indiziate dalla presenza di cavità nel sottosuolo potenzialmente in grado di dare luogo ad altri processi di sinkholes. Ritornando ai dissesti generati dalla dissoluzione di litotipi gessosi particolarmente significativi sono i fenomeni di sprofondamento sviluppatisi nel comune di Perarolo di Cadore (BL) che coinvolgono la Formazione di Raibl. In particolare la porzione settentrionale del paese, dove è situato il centro storico, con la chiesa e il municipio è stato oggetto di cedimento differenziale legato anche ai fenomeni di dissoluzione dei gessi raibliani individuati a 15 metri di profondità, da parte dell'intensa circolazione idrica sotterranea, che provoca fenomeni di progressiva subsidenza e improvvisi sprofondamenti di limitata estensione della superficie. Nel centro storico, come anche nelle frazioni di Costa, Col de Zordo e S. Rocco interessate da fenomeni simili, le strutture abitative mostrano vistose lesioni a testimonianza di una situazione di instabilità persistente (AA.VV., 1999).

In particolare, la chiesa Parrocchiale di Perarolo di Cadore ha manifestato fin dalla sua edificazione risalente alla metà del secolo XIX, lesioni tali da richiedere anche una parziale demolizione della facciata e della navata, che sono state ricostruite e realizzate in legno così come la struttura del campanile.

Le precarie condizioni statiche della chiesa e dei fabbricati ad essa prossimi hanno reso necessario nel corso degli anni, la realizzazione di numerosi studi al fine di comprendere la natura del substrato, la dinamica dell'intensa circolazione idrica sotterranea, e poter così mettere in atto gli adeguati interventi di consolidamento degli edifici coinvolti.

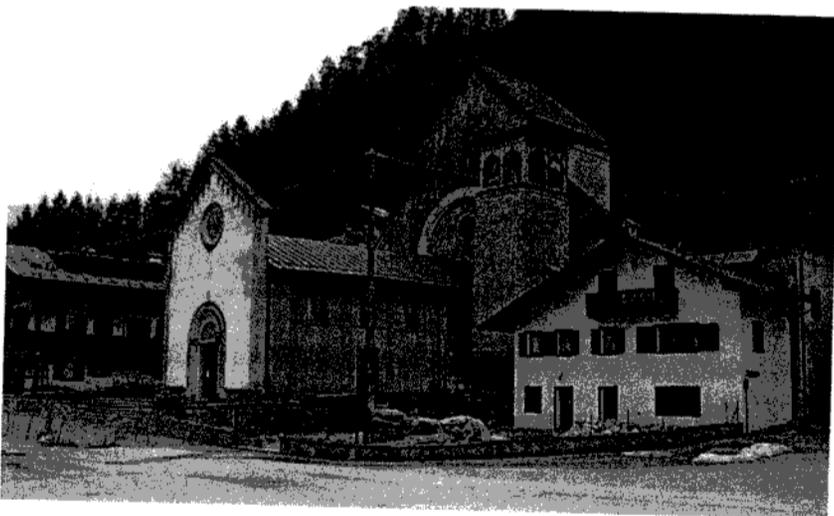


Fig. 9 - Perarolo di Cadore (BL), vista della chiesa Parrocchiale realizzata in gran parte in legno

Anche la zona dei Colli Euganei è interessata seppur marginalmente da sinkholes. In località Valle S. Giorgio nel comune di Baone (PD) negli ultimi venti anni si sono verificati tre

episodi di sprofondamento. Il primo si è verificato nel marzo 1994 senza alcun segno precursore, a seguito di un evento meteorico particolarmente intenso. Questo ha determinato il crollo di una coltre detritica di ricoprimento di circa 3 metri di spessore e portato alla luce una cavità carsica profonda circa 12 m e di diametro variabile da 1 a 5 metri, scavata nei terreni calcareo marnosi della Scaglia Rossa. Alla base del pozzo erano presenti due fessure non percorribili le quali evidenziavano un proseguimento verso il basso.

Nel 1987, poco più a valle, si è verificato un secondo episodio. A seguito del passaggio di un trattore, crollò una coltre colluviale di ricoprimento di circa 20 cm, portando a giorno una piccola cavità (peraltro già conosciuta come dimostra il ritrovamento di assi di legno al fondo) con diametro di circa 0,7 e 0,8 m all'imboccatura, lunga circa 4 m e profonda circa 2,5 m.

Il terzo episodio si è verificato nel novembre 1999, nei pressi di una canaletta di scolo per la raccolta delle acque di dilavamento di una strada e di quelle di drenaggio da un'area in frana. In quel punto, infatti, il fossato presentava una lieve contropendenza che non favoriva il deflusso delle acque, determinando ristagni idrici i quali hanno accelerato il cedimento della coltre di ricoprimento. Il crollo ha portato alla luce una cavità profonda circa 12,5 m scavata in terreni attribuibili alla formazione della Scaglia Rossa. I tre fenomeni sopra descritti sono localizzati lungo linee strutturali e questo porta a pensare che fenomeni simili si potrebbero ripetere in futuro. Inoltre, la presenza di una coltre detritica di ricoprimento contribuisce ad aumentare il grado di imprevedibilità del fenomeno, nascondendo, di fatto l'evoluzione delle morfologie carsiche superficiali.



Fig. 10 - Uno dei fenomeni di sinkholes verificatosi in loc. Valle S. Giorgio in comune di Baone (PD)

3. ATTIVITÀ DI PIANIFICAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI

I fenomeni di sinkholes censiti attraverso il progetto IFFI rientrano nel novero dei dati presi in considerazione nell'ambito delle attività di studio che la Regione del Veneto, in collaborazione con le Autorità di Bacino territorialmente competenti, sta portando avanti per la redazione dei piani stralcio di assetto idrogeologico secondo quanto deriva dalle leggi nazionali 183/89, 267/98 e 365/00.

Tali dati vengono inoltre considerati nell'ambito dell'attività di controllo della pianificazione a livello comunale (PRG e varianti urbanistiche), esercitata sulla base di una specifica normativa regionale.

L'attività di censimento riunione e omogeneizzazione dei dati associata ad un aggiornamento dei dati sulla base di fotointerpretazione e controllo sul terreno si sta rilevando uno strumento estremamente valido a supporto di una corretta gestione dell'attività di pianificazione territoriale.

Nelle aree interessate da sinkholes vengono normalmente previste limitazioni all'attività urbanistica e misure di mitigazione del rischio che prevedono, in linea generale, una fase di studio e monitoraggio, prospezioni geofisiche, indagini dirette nonché interventi tesi ad eliminare le cause stesse dell'evoluzione dei fenomeni, (ad esempio cautele nello scavo delle gallerie, creazione di barriere idrauliche ove siano presenti i fenomeni di dissoluzione). In questa ottica, la Regione intende proseguire nella attività di censimento dei sinkholes e favorire studi specifici sui casi di maggiore interesse, in modo da elaborare un più corretto schema di interventi su questo tipo di fenomeno.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1999) - 1° Piano Straordinario delle aree a rischio idraulico, idrogeologico e valanghivo della Regione del Veneto. Relazione interna della Regione del Veneto.

ARZILIERO L., BAGLIONI A., BETTELLA M., DE MARCO P., FORTUNATO L., MARIANI R., MASTELLONE F., PUIATTI M., SCHIAVON E. & TOSONI D. (2004) - L'esperienza della Regione Veneto nel Progetto di inventario dei fenomeni franosi in Italia - IFFI. 10° Congresso INTERPRAEVENT 2004. Riva del Garda, Trento - Italy. (In fase di stampa).

AURIGHI M., CISOTTO A., DAL PRÀ A., JANZA M., MARIANI R., NORDIO M., SOCCORSO C. & STECCANELLA D. (2001) - Carta idrogeologica dell'altopiano dei Sette Comuni; Progetto Kater in programma comunitario Interreg IIC - CADSES. Regione del Veneto, Segreteria Regionale all'Ambiente e ai Lavori Pubblici, Direzione Geologia e Ciclo dell'Acqua, Segreteria Regionale al Territorio Servizio Cartografico.

FENTI V. (2001) - Studio di fattibilità per l'attivazione di un sistema di decisione territoriale rispetto ai problemi di difesa del suolo, Rischio di frana, relazione geologica. Associazione temporanea studi Alpiconsult - Tei. Studio redatto per conto della Regione del Veneto.

GORTANI M. (1952) - Relazione geologica sulle condizioni geoidrologiche e la stabilità degli abitati di Vallesella e Domegge di Cadore. Relazione interna dell'Istituto di geologia della università di Bologna.

MIETTO P. & SAURO U. (2000) - Grotte del Veneto II edizione. La Grafica Editrice, edito con il patrocinio della Regione del Veneto.

PRAT E. & VITTORI P. (1992) - Impianto idroelettrico di Quero, indagini geognostiche sul terreno sovrastante la galleria di derivazione. Relazione interna della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Servizio Geologico.



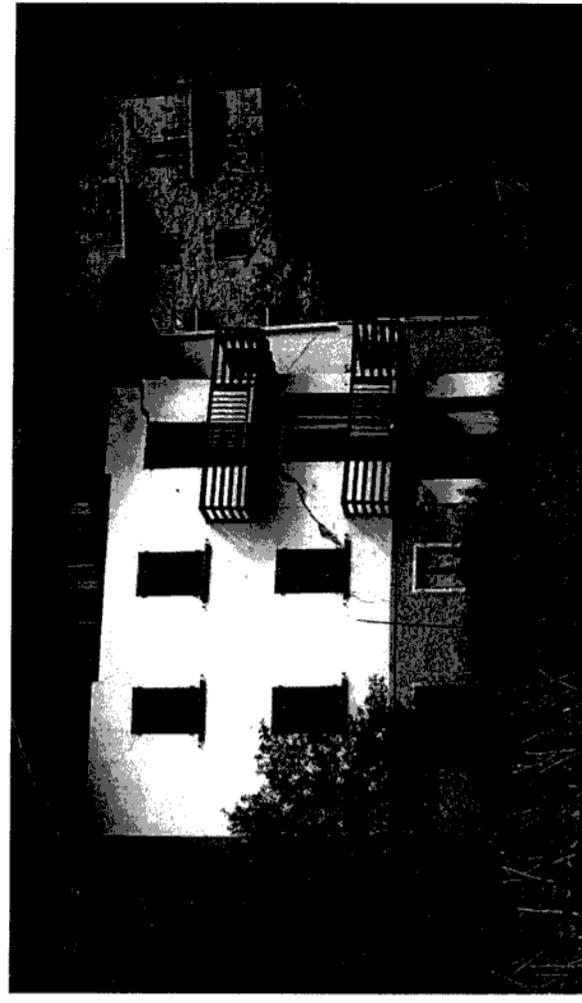
DOLINA IN VAL SARZANA



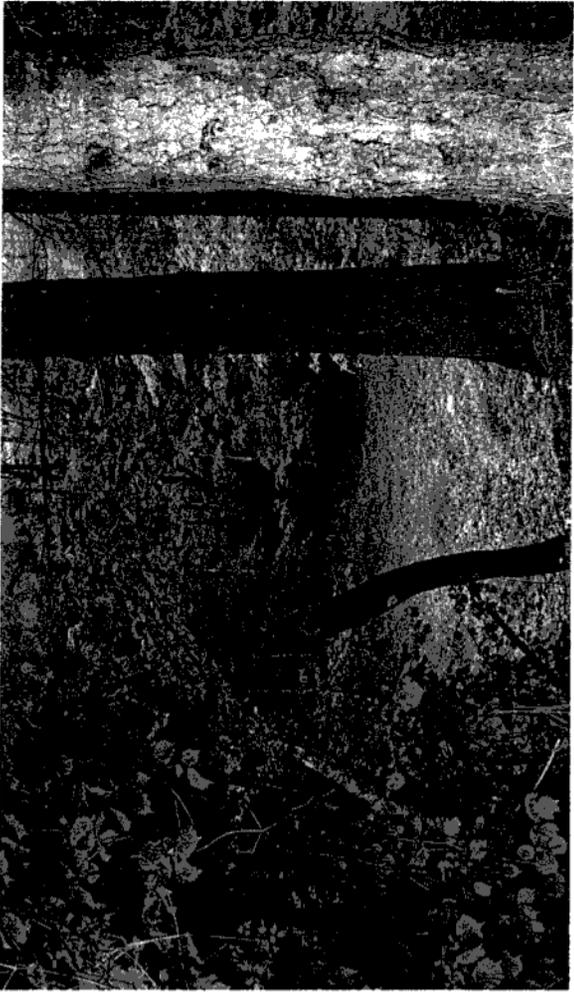
DOLINA IN VAL SARZANA



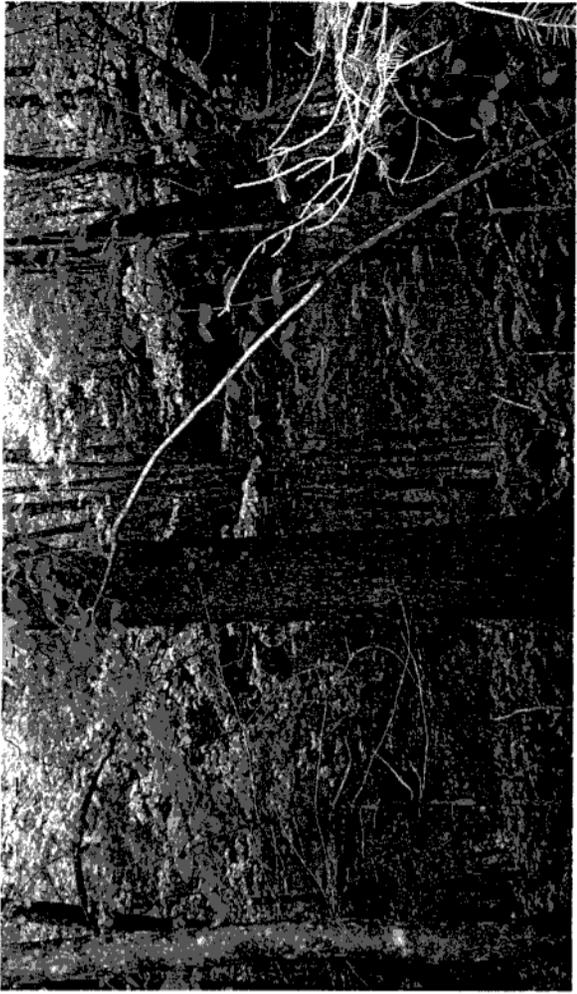
DOLINA IN VAL SARZANA



VECCHIO FABBRICATO SU DOLINA ORA DEMOLITO



DOLINA IN LOCALITA' CORONE



DOLINA IN LOCALITA' CORONE



DOLINA IN LOCALITA' CORONE



DOLINA IN LOCALITA' CORONE