

**Zeitschrift:** Bollettino della Società ticinese di scienze naturali  
**Herausgeber:** Società ticinese di scienze naturali  
**Band:** 99 (2011)  
  
**Artikel:** Sviluppo dell'endocarso nell'area del Monte Generoso : conoscenze attuali e valutazioni teoriche  
**Autor:** Oppizzi, Nicola / Bianchi-Demicheli, Francesco  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1003141>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

---

# Sviluppo dell'endocarso nell'area del Monte Generoso: conoscenze attuali e valutazioni teoriche

Nicola Oppizzi<sup>1</sup>, Francesco Bianchi-Demicheli<sup>2</sup>

Laboratorio di Ricerca Sotterranea Monte Generoso  
Società Svizzera di Speleologia - Sezione Ticino

<sup>1</sup> Via Cantonale, CH – 6594 Contone

<sup>2</sup> Via G. B. Foletti 12, 6900 Lugano – Chemin de l'Argilière 42, CH – 1234 Vessy

---

**Riassunto:** Il Monte Generoso è un'area carsica dove sono attualmente (2009) conosciute 98 grotte per un totale di circa 14 km di gallerie topografate (SSTi 2009).

Tuttavia, lo sviluppo dell'insieme delle gallerie e il numero di ingressi sono nettamente inferiori a quelli realmente esistenti. Considerando il potenziale esplorativo teorico si ritiene che siano possibili ancora grandi e importanti scoperte. L'area carsica del Monte Generoso possiede infatti un elevato potenziale speleologico, ragguardevole a livello ticinese e anche svizzero, il cui sviluppo totale potrebbe raggiungere gli 80 km. A questo patrimonio naturalistico e scientifico dovrebbe imperativamente essere accordata una giusta e adeguata valorizzazione.

**Extension of the endokarst in the area of the Monte Generoso: the actual situation and theoretical estimates**

**Abstract:** The Monte Generoso is a carstic area where 98 caves are currently known (2009). These caves make up a total of almost 14 km of explored galleries. However, the known length of the galleries and the number of cave entrances are clearly short of that existing ones. On the base of the theoretical potential extension, it is foreseeable that a growing number of big and important discoveries will be made in the near future. It has been estimated that the carstic area of the Monte Generoso has a speleologic potential of 80 km of galleries, which should absolutely be considered for a fair valorization of the extraordinary scientific and natural heritage it represents.

**Key words:** grotte, carsismo, pseudo-endocarso, Monte Generoso, Cantone Ticino, Svizzera

---

## INTRODUZIONE

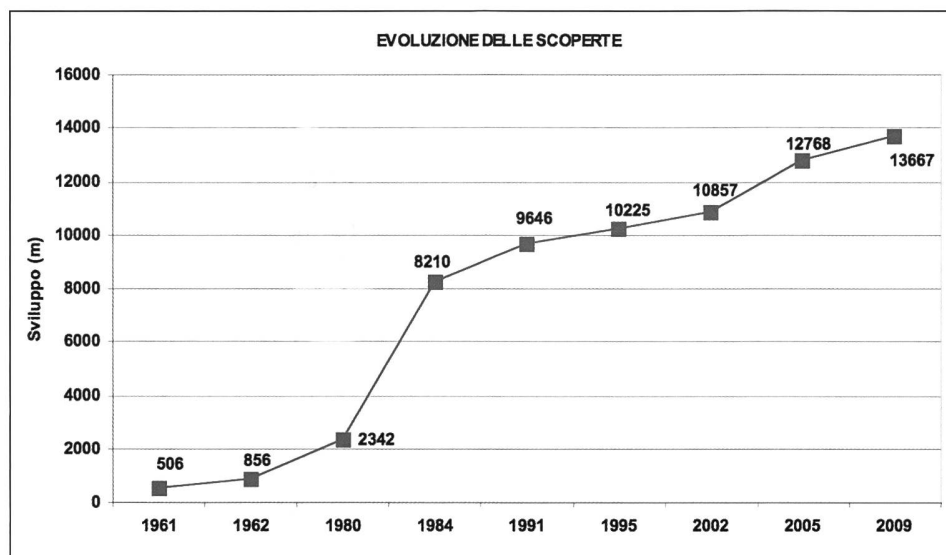
Da 30 anni la sezione Ticinese della Società Svizzera di Speleologia ricerca, esplora e studia le grotte dell'area carsica del Monte Generoso. Le accurate indagini e le scoperte recenti di vaste cavità lasciano supporre che all'interno della montagna, oltre le grotte visitate, esista un esteso sistema ipogeo ancora tutto da scoprire.

In generale si può affermare che l'estensione dell'endocarso di un massiccio dipende da tutta una serie di parametri quali per esempio la litologia, l'idrogeologia, la tettonica, e l'evoluzione climatica che interagiscono fra di loro (MAIRE1980). Una misura precisa dell'estensione dell'endocarso è ottenibile attraverso la quantificazione dello sviluppo del reticolo ipogeo conosciuto in una determinata area. Due parametri specifici, la **densità di ingressi** (I) per km<sup>2</sup> di superficie (DI; I/km<sup>2</sup>) e lo sviluppo totale delle gallerie (**densità grotte**: DG) in km per km<sup>2</sup> di superficie (DG; km/km<sup>2</sup>), permetto-

no di ricavare un indice che quantifica lo sviluppo dell'endocarso in una zona definita.

Chiaramente, il metraggio totale delle gallerie conosciute non corrisponde allo sviluppo reale dell'endocarso, ma alla sola parte esplorata. La differenza tra «**sviluppo conosciuto**» e «**sviluppo reale**» può esser solo stimata. Una proiezione teorica dello sviluppo reale (metraggio) delle gallerie (endocarso esplorabile) è ottenibile a partire, per esempio, dalla differenza del metraggio totale delle grotte di diverse zone di una stessa area carsica in un contesto idrogeologico comparabile. Tale misura permette di osservare le eventuali asimmetrie di sviluppo e di numero di ingressi che possono differire da zona a zona. Asimmetrie di questo genere consentono di formulare delle ipotesi sui fattori specifici che determinano lo sviluppo dell'endocarso nella zona considerata e apportare indicazioni utili per la ricerca di nuove cavità. Tuttavia, vista l'anisotropia del carsismo, queste interpolazioni sono da considerare con particolare prudenza.

Fig. 1 – Evoluzione delle scoperte (metri di sviluppo totale dell'insieme delle gallerie esplorate) dal 1961 al 2009 (SSTi 2009).



La figura 1 mostra l'evoluzione temporale delle scoperte (sviluppo in metri totale) all'interno del Monte Generoso (BIANCHI-DEMICHIELI & OPPIZZI 2009).

La superficie totale del massiccio del Generoso è di circa 45 km<sup>2</sup>. Fino al 2009 sono state catastate 98 grotte per uno sviluppo complessivo di 13.67 km (tab. 1).

Alcune di queste grotte sono ancora in fase di esplorazione. L'ingresso di molte grotte è spesso ostruito da frane oppure risulta troppo stretto per accedervi. L'esplorazione di una nuova grotta, dopo averne stabilita l'ubicazione, comporta così quasi sempre un lungo e impegnativo lavoro di scavo.

L'obiettivo del presente studio è di precisare lo sviluppo conosciuto dell'endocarso del Monte Generoso e di stimare la possibile dimensione reale del sistema carsico in base alle scoperte e alle ricerche sul terreno degli ultimi 30 anni, come pure attraverso valutazioni teoriche.

## MATERIALI E METODI

Per poter quantificare l'entità dello sviluppo del carsismo all'interno del Monte Generoso e valutare la sua variabilità sono state delimitate quattro aree specifiche (A-D) rappresentanti le zone nelle quali sono state effettuate ricerche approfondite (fig. 2). Queste aree coprono circa il 50% dell'intero comprensorio. Da esse è stato ricavato il valore unitario dell'attuale densità di ingressi (I) per km<sup>2</sup> di superficie (DI; I/km<sup>2</sup>) e il valore della densità di gallerie esplorate e topografate in km per km<sup>2</sup> di superficie (DG; km/km<sup>2</sup>) (SSTi 2009). Per ogni zona considerata sono descritte le potenziali nuove scoperte che porterebbero a nuovi valori di densità dell'endocarsismo. Lo scopo è di ricavare un valore medio che possa indicare la possibile estensione dell'endocarso del Monte Generoso, in vista anche degli importanti lavori per i nuovi tracciati ferroviari (galleria e non) che potrebbero attraversare il massiccio. Le prove di multitracciamento effettuate in passato (UFFICIO

GEOLOGICO CANTONALE 1989, BIANCHI-DEMICHIELI 1991) hanno infatti mostrato una grande diffidenza delle acque sotterranee (fig. 3) con lunghi percorsi ipogei e velocità di scorrimento elevate (in alcuni settori) a dimostrazione di un notevole sviluppo dell'endocarso.

### Aree carsiche considerate nello studio

#### *Area A / Valle del Bovè – Rovio*

L'area è situata principalmente a Est delle grandi faglie del Monte Generoso (Linea di Lugano e Faglia del Monte Generoso, Carta morfologica di BINI & CAPPA (1989) ed è caratterizzata dalla presenza di importanti sorgenti attive quali la *Sorgente Bossi* (fig. 4), la *Cà del Feree* e il *Buco della Sovaglia* (CASATI & BIANCHI-DEMICHIELI 1993, BIANCHI-DEMICHIELI 1994). Le indagini degli ultimi anni (2005–2009) hanno permesso di esplorare parte di grandi sistemi carsici sommersi e, per quanto riguarda la sorgente Bossi, si è potuto rilevare un vasto reticolo di gallerie asciutte che si estende per oltre 1.5 km (BIANCHI-DEMICHIELI & OPPIZZI 2006) (fig. 5).

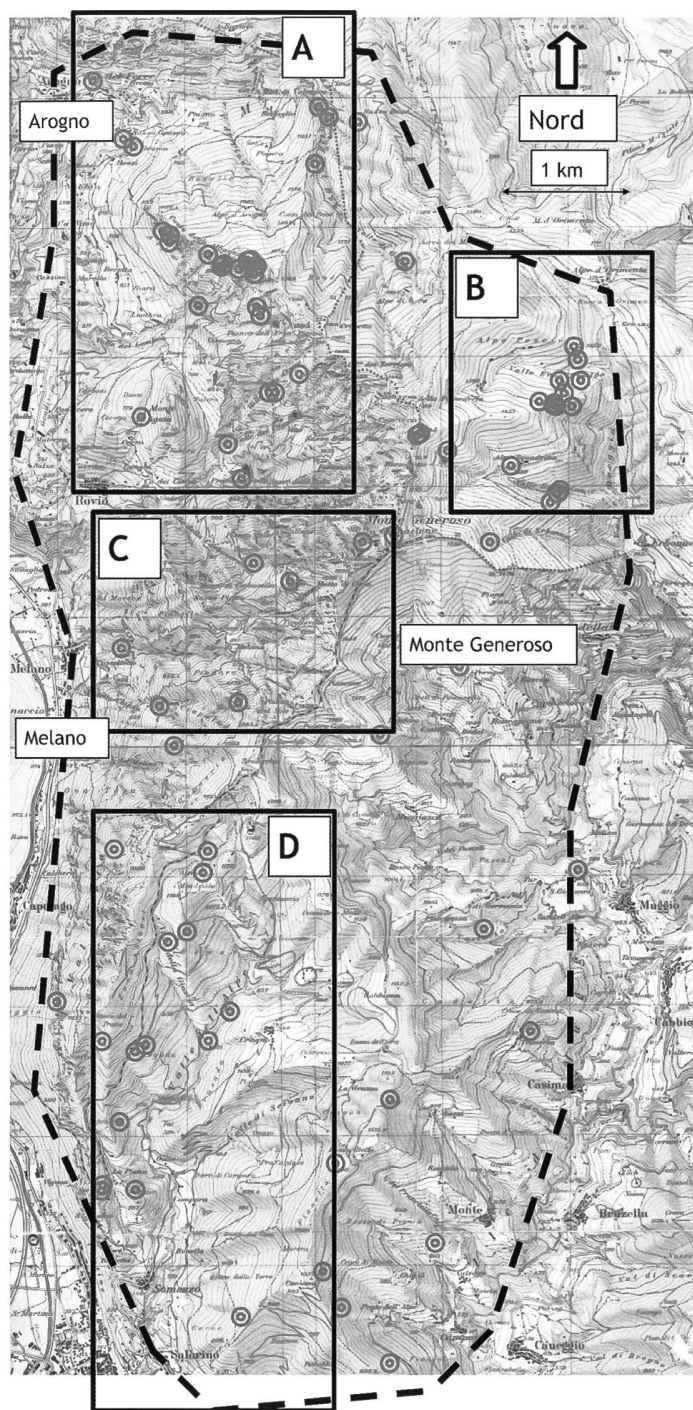
#### *Area B / Alta Val Breggia – Erbonne*

Questa vasta zona di assorbimento, compresa tra la vetta del Monte Generoso, l'Alpe di Orimento ed Erbonne, è caratterizzata dalla presenza di molte perdite (inghiottitoi) situate principalmente nelle vicinanze del solco torrentizio del fiume Breggia. Alcuni di questi inghiottitoi, il cui accesso ha richiesto imponenti lavori di disostruzione, hanno permesso di penetrare nei più grandi sistemi carsici finora conosciuti sul Monte Generoso (fig. 6) (BIANCHI DEMICHIELI & OPPIZZI 2006). Tutta quest'area drena probabilmente le acque verso la zona A.

#### *Area C / Vetta Monte Generoso – Melano*

Quest'area, situata in corrispondenza della faglia principale del Monte Generoso, è caratterizzata da inghiottitoi semi-attivi situati a quote elevate che hanno dimo-

CARTA GENERALE MONTE GENEROSO CON AREE DI RIFERIMENTO



- Aree considerate
- Entrate Grotte
- Confini Monte Generoso

**Superficie totale Monte Generoso: circa 45 km<sup>2</sup>**

Superficie area A circa 8 km<sup>2</sup>  
 Superficie area B circa 4 km<sup>2</sup>  
 Superficie area C circa 4 km<sup>2</sup>  
 Superficie area D circa 8 km<sup>2</sup>

Fig. 2 – Carta generale del Monte Generoso con aree di riferimento.

strato di drenare le acque in modo rapido (UFFICIO GEOLOGICO CANTONALE 1989) verso la zona sud del Monte Generoso (sorgenti del *Paolaccio* a Mendrisio e *Vernora* a Castel San Pietro). In questa zona si trova la grotta *Cappa 1* con un pozzo-sala, corrispondente al più grande volume ipogeo attualmente conosciuto (ca. 30'000 m<sup>3</sup>) di tutta l'area carsica del Generoso (e del Cantone Ticino). L'andamento (verticale-subverticale) di questa grotta e la sua funzione di inghiottitoio attivo

mostrano che la zona è caratterizzata da un trasporto rapidissimo delle acque in profondità verso grandi direttrici principali evidenziate dalle prove di tracciamento (UFFICIO GEOLOGICO CANTONALE 1989). A dimostrazione dell'intenso sviluppo del carsismo, è rappresentata, su una sezione est-ovest, la ripartizione altimetrica delle cavità attualmente conosciute partendo dalle sorgenti attive fino ad arrivare agli inghiottitoi di alta quota (fig. 7).



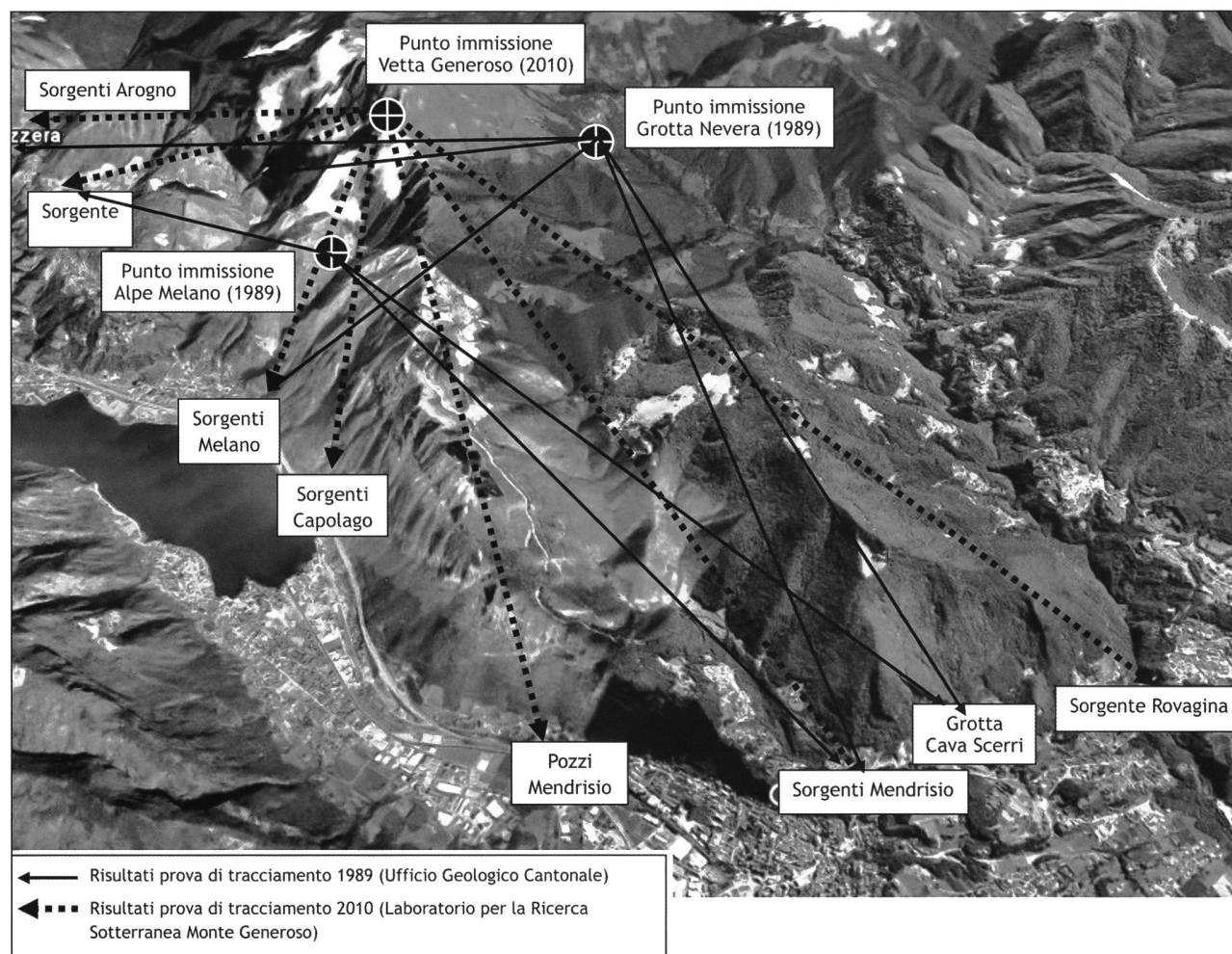


Fig. 3 – Risultati della prova di tracciamento alla Grotta Nevera (UFFICIO GEOLOGICO CANTONALE 1989, BIANCHI-DEMICHELI 1991).

Foto 1 – La sorgente della Grotta della Sovaglia.



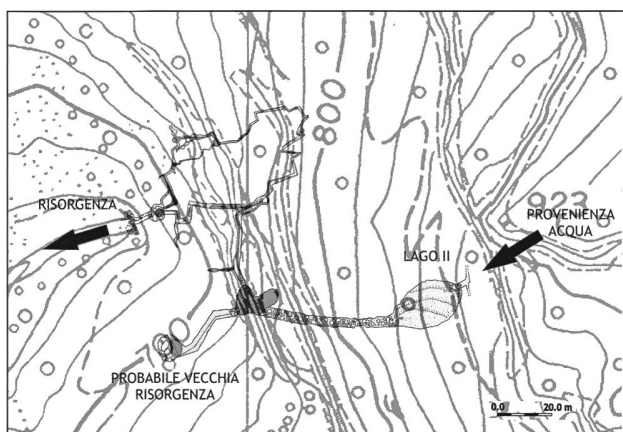


Fig. 4 - Topografia della sorgente Sovaglia proiettata sulla carta topografica.

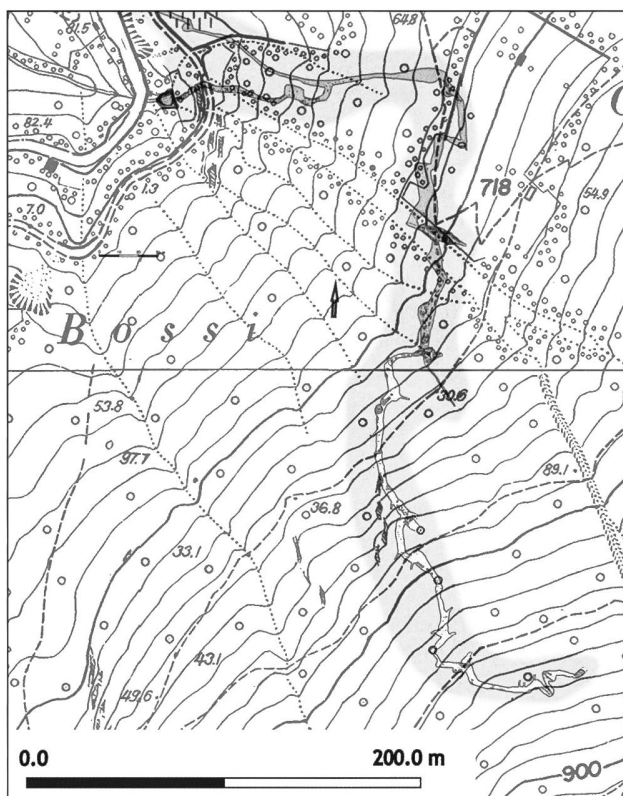


Fig. 5 - Topografia della sorgente Bossi proiettata sulla carta topografica.

#### Area D / Bellavista – Castel San Pietro

L'area meridionale del Monte Generoso è caratterizzata da una vasta zona di assorbimento (Bellavista – Valle dell'Alpe), da grandi sorgenti fossili (*Grotta di Bellavista*, *Chiave del Generoso*) e, ai piedi del massiccio, da importanti sorgenti. Nella grotta più importante di quest'area (*Grotta alla Cava Scerri*, foto 1) il Laboratorio per La Ricerca Sotterranea Monte Generoso (LRSMG) ha monitorato le variazioni idriche e le curve di piena durante un periodo di 5 anni (figg. 8 e 9).

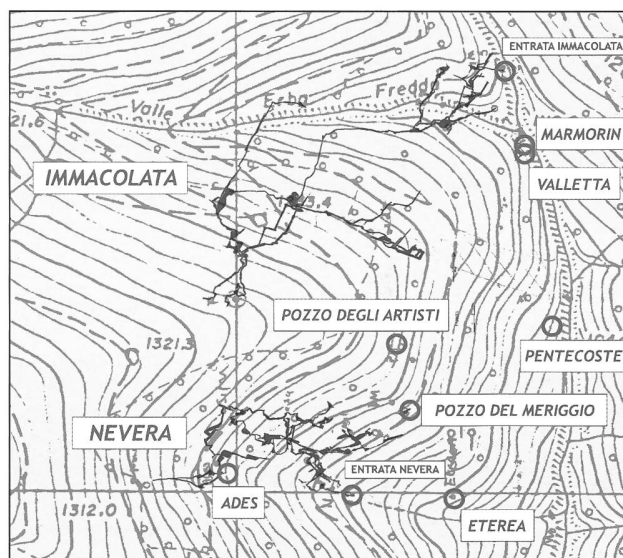


Fig. 6 - Grotte principali dell'area carsica dell'alta Val Breggia.

## RISULTATI

### Dati attuali e sviluppo potenziale teorico

#### Area A / Valle del Bovè – Rovio

- Superficie approssimativa 8 km<sup>2</sup>
- Totale ingressi conosciuti: 33
- Grotte con grande sviluppo: 10
- Sviluppo totale conosciuto: 3125 m
- DI: 4.125 I/km<sup>2</sup>
- DG: 3.125 km/8 km<sup>2</sup> = 0.4 km/km<sup>2</sup>
- Numero di grotte con probabili importanti prosecuzioni dopo ulteriori lavori di scavo: 12

#### Previsione di esplorazione di possibili nuove cavità:

La probabilità di ulteriori scoperte nella zona è elevata. Alcune cavità in quota (in fase di scavo o di esplorazione) potrebbero rivelare importanti scoperte. Anche le esplorazioni in corso (2009) nelle sorgenti attive mostrano la presenza di condotti importanti. Si deduce che lo sviluppo reale dell'insieme delle gallerie esplorabili possa essere molto superiore a quello conosciuto.

#### Area B / Alta Val Breggia – Erbonne

- Superficie approssimativa 4 km<sup>2</sup>
- Totale ingressi conosciuti: 20
- Grotte con grande sviluppo: 2
- Sviluppo totale conosciuto: 7756 m
- DI: 5 I/km<sup>2</sup>
- DG: 7.756 km/4 km<sup>2</sup> = 1.9 km/km<sup>2</sup>
- Numero di grotte con probabili importanti prosecuzioni dopo ulteriori lavori di scavo: 10

#### Previsione di esplorazione di possibili nuove cavità:

Tutta la zona alta Val Breggia-Erbonne è interessata da un reticolo di condotti di varie dimensioni che si ritiene facciano parte dello stesso sistema.

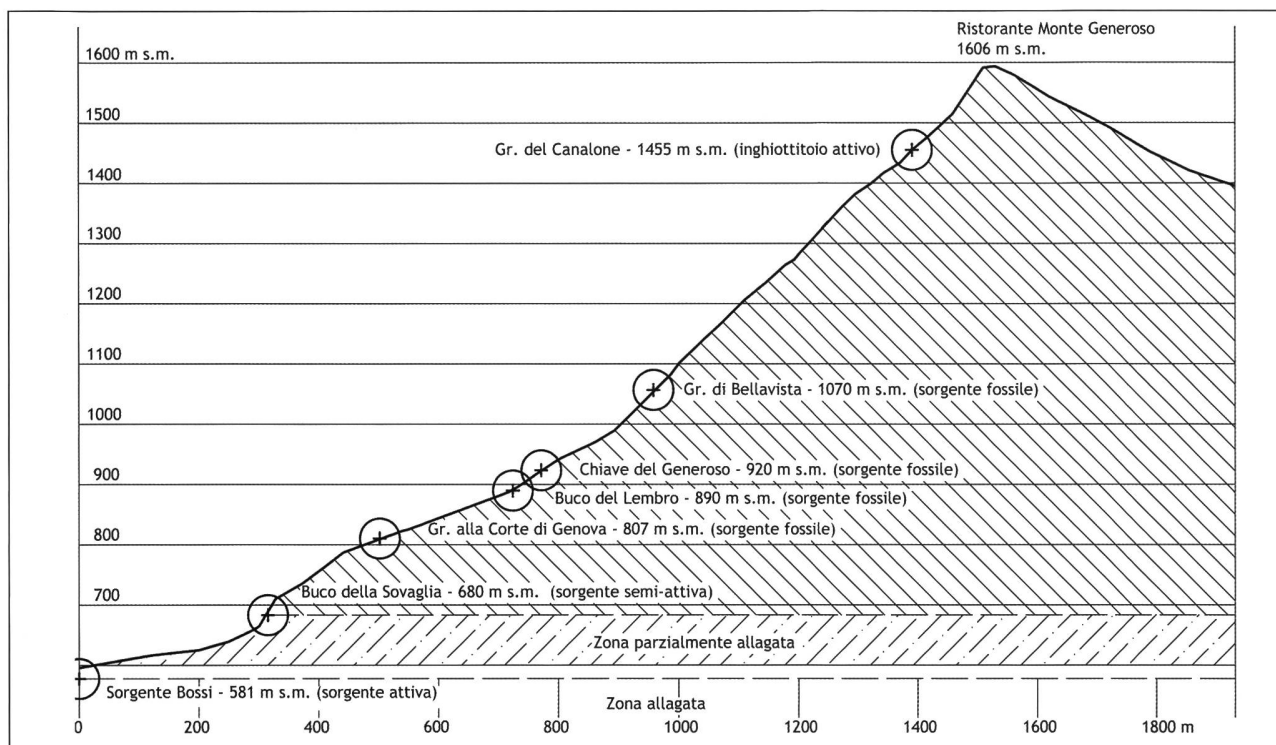


Fig. 7 – Sezione est-ovest del Monte Generoso.

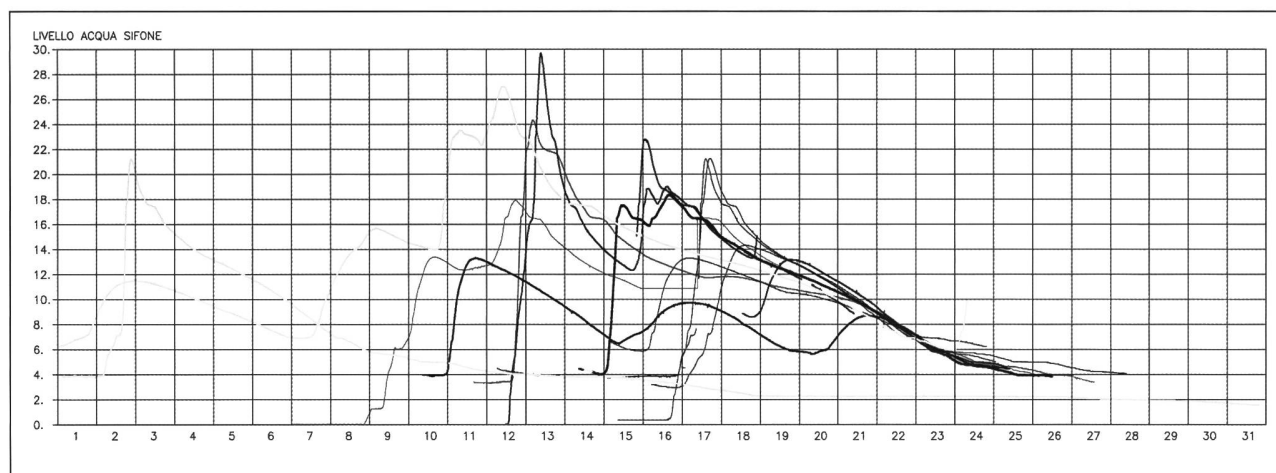


Fig. 8 – Idrogramma del sifone della cava Scerri (LRSMG).

Probabilmente tutte le entrate scoperte (e non ancora disostruite) sono tributarie dello stesso sistema esplorato attualmente (*Nevera* e *Immacolata*) (BIANCHI-DEMICHIELI 1991, 1991, 1993).

Questi collegamenti incrementerebbero sicuramente lo sviluppo totale (BIANCHI-DEMICHIELI & OPPIZZI 2006). Come per l'area C (vedi oltre), a dimostrazione dell'elevato sviluppo del carsismo, la ripartizione altimetrica delle cavità attualmente conosciute è rappresentata su una sezione est-ovest tra la cima della Piancaccia e la valle della Breggia (zona Orimento – Erbonne) (fig. 10).

#### **Area C / Vetta Monte Generoso – Melano**

- Superficie approssimativa 4 km<sup>2</sup>
- Totale ingressi conosciuti: 9
- Grotte con probabile grande sviluppo: 4
- Sviluppo totale conosciuto: 686 m
- DI: 2.25 I/km<sup>2</sup>
- DG: 0.686 km/4 km<sup>2</sup> = 0.2 km/km<sup>2</sup>
- Numero di grotte con probabili importanti prosecuzioni dopo ulteriori lavori di scavo: 4

*Previsione di esplorazione di possibili nuove cavità:*

In questa zona sono in fase di esplorazione (2008–2009)

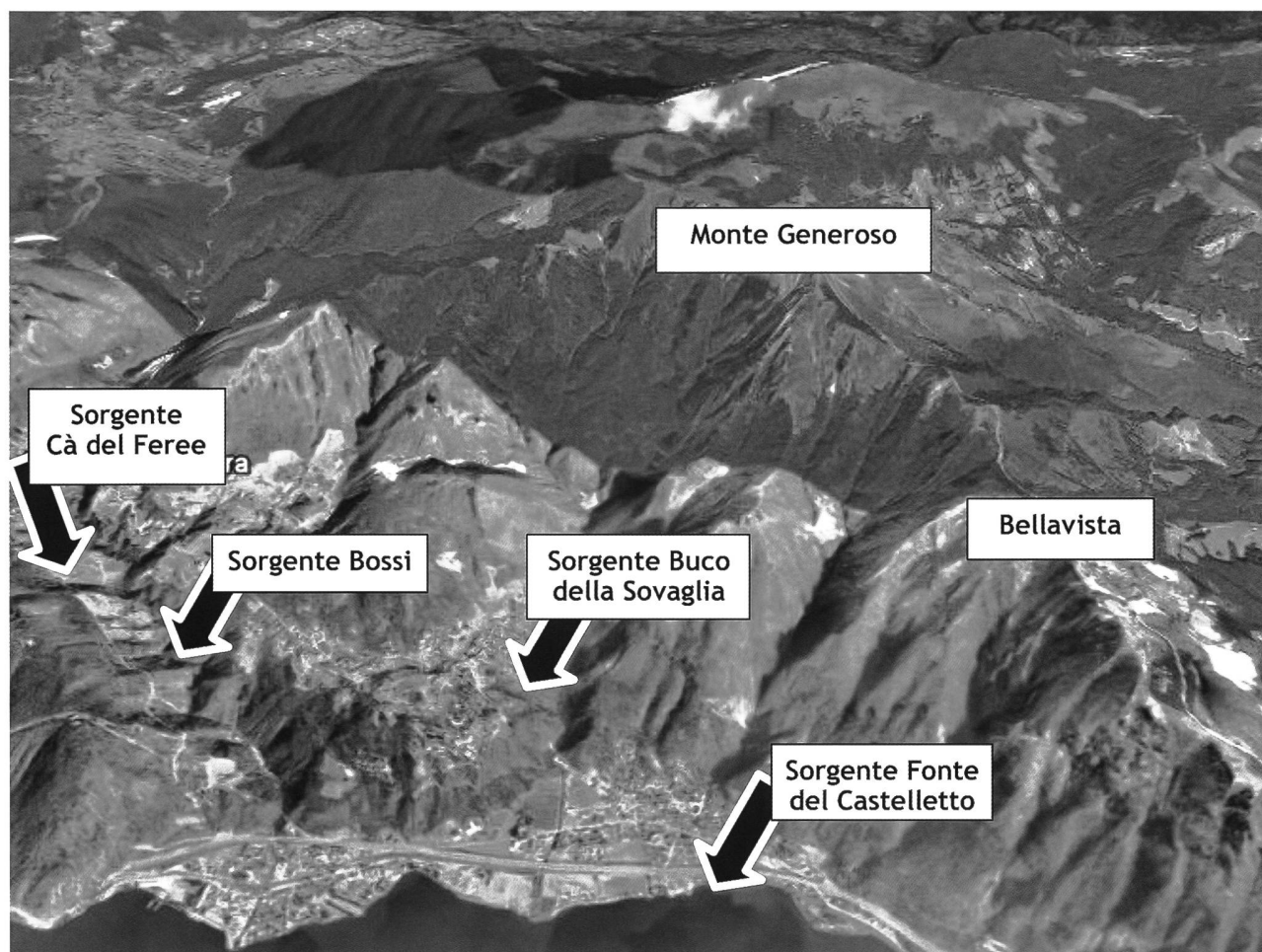


Fig. 9 – Deflussi idrici dell'endocarso dell'area A, B e C del Monte Generoso.

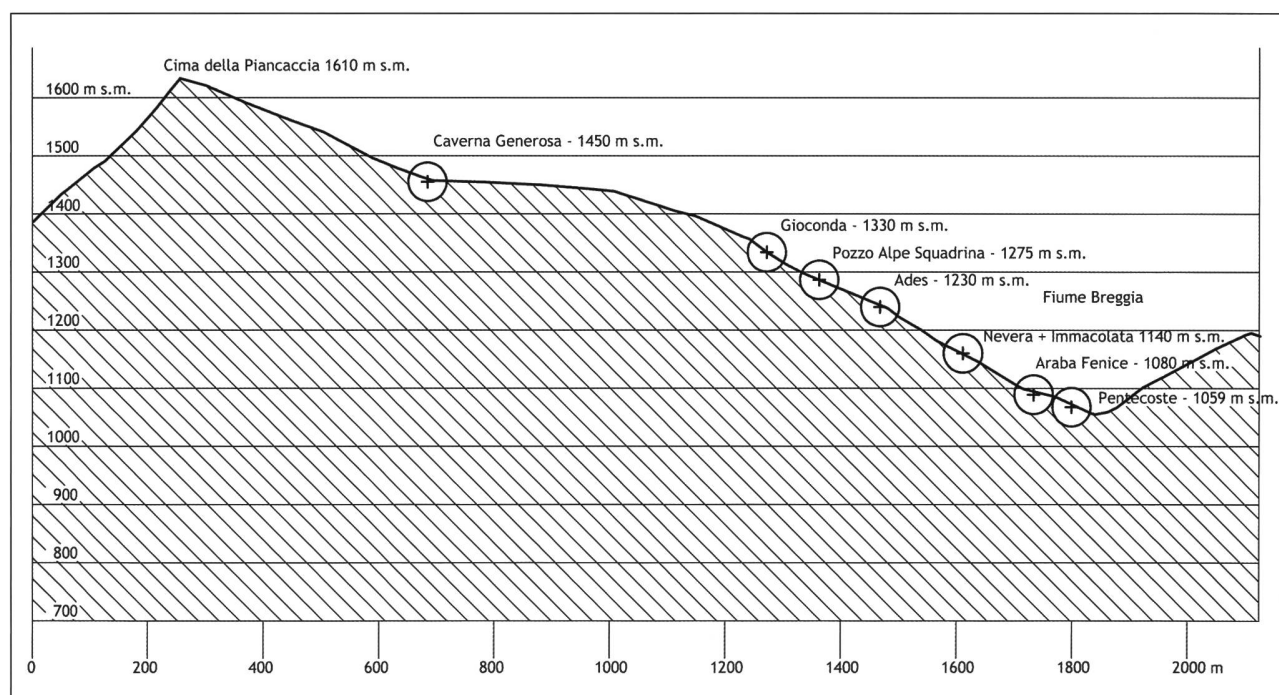


Fig. 10 – Sezione est-ovest tra la cima della Piancaccia e la valle della Breggia.



i più grandi vuoti del massiccio del Monte Generoso (sale e pozzi su faglia) e con un potenziale di sviluppo altimetrico di oltre 1000 m. Una recente prova di tracciamento (SUPSI 2002) eseguita in questa zona avrebbe dimostrato il collegamento veloce con le sorgenti nella parte Sud del massiccio. Una dimostrazione dell'elevata velocità di percorrenza dell'acqua sotterranea è stata data dalla prova di multi-tracciamento del 1989 (UFFICIO GEOLOGICO CANTONALE 1989) dove il tracciante immesso nel sottostante Alpe di Melano ha raggiunto, attraversando tutto il massiccio del Generoso, le sorgenti di Castel San Pietro in meno di due giorni. Il potenziale di sviluppo delle grotte di questa zona è quindi elevatissimo.

#### **Area D / Bellavista – Castel San Pietro**

- Superficie approssimativa 8 km<sup>2</sup>
- Totale ingressi conosciuti: 31
- Grotte con grande sviluppo: 4
- Sviluppo totale conosciuto: 1621 m
- DI: 3.875 l/km<sup>2</sup>
- DG: 1.621 km/8 km<sup>2</sup> = **0.2 km/km<sup>2</sup>**
- Numero di grotte con probabili importanti prosecuzioni dopo ulteriori lavori di scavo: 7.

#### **Previsione di esplorazione di possibili nuove cavità:**

La parte sud del Generoso presenta due importanti cavità, la *Sorgente del Paolaccio*, esutorio di un grande sistema carsico inesplorato, che alimenta l'acquedotto di Mendrisio, e la *Grotta alla Cava Scerri*, banco di studio del *Laboratorio per la ricerca Sotterranea del Monte Generoso* (LRSMG) e corrispondente alla parte sotterranea della *Sorgente Vernora*. La prima essendo percorsa da notevoli quantitativi d'acqua è impraticabile, mentre la seconda ha prospettive esplorative considerevoli anche se per ora l'avanzamento delle esplorazioni è bloccato da un camino ascendente ostruito da una pericolosissima frana. Le misurazioni eseguite (1995–2000) hanno evidenziato importanti deflussi idrici all'interno della montagna con piene di diversi m<sup>3</sup>/s (fig. 11). Anche il versante ovest della montagna (pareti impervie) risulta molto interessante dal punto di vista di possibili scoperte. In queste pareti sono stati trovati i resti delle maggiori risorgenze (ormai fossili) del Monte Generoso (*Grotta di Bellavista*, *Chiave del Generoso*) che presentano condotti freatici con dimensioni considerevoli (6 m x 5 m). Altre entrate si celano sicuramente in questo versante ma per l'inaccessibilità della zona risulta molto difficile individuarle (foto 3).

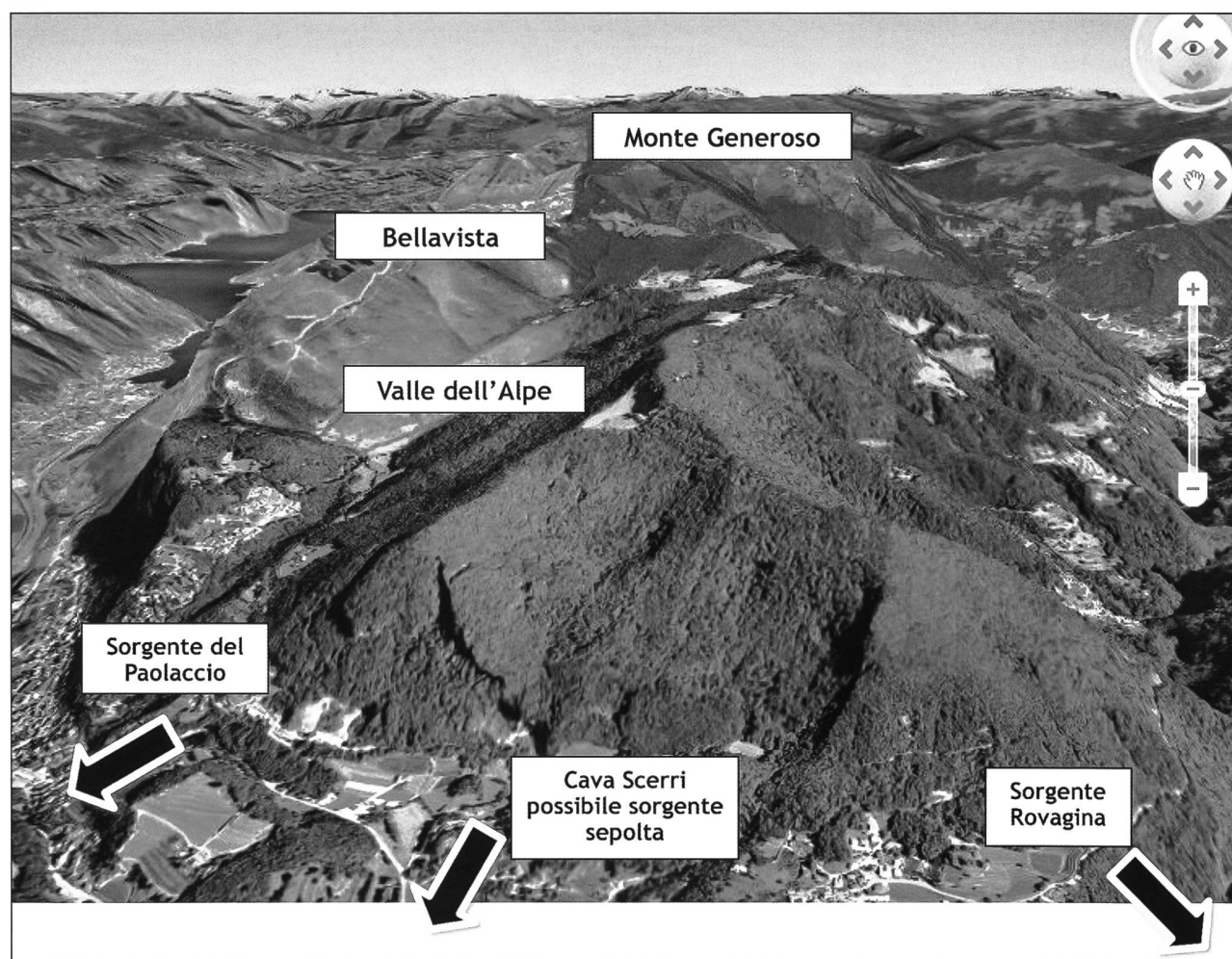


Fig. 11 – Deflussi idrici schematizzati dell'endocarso dell'area D del Monte Generoso.

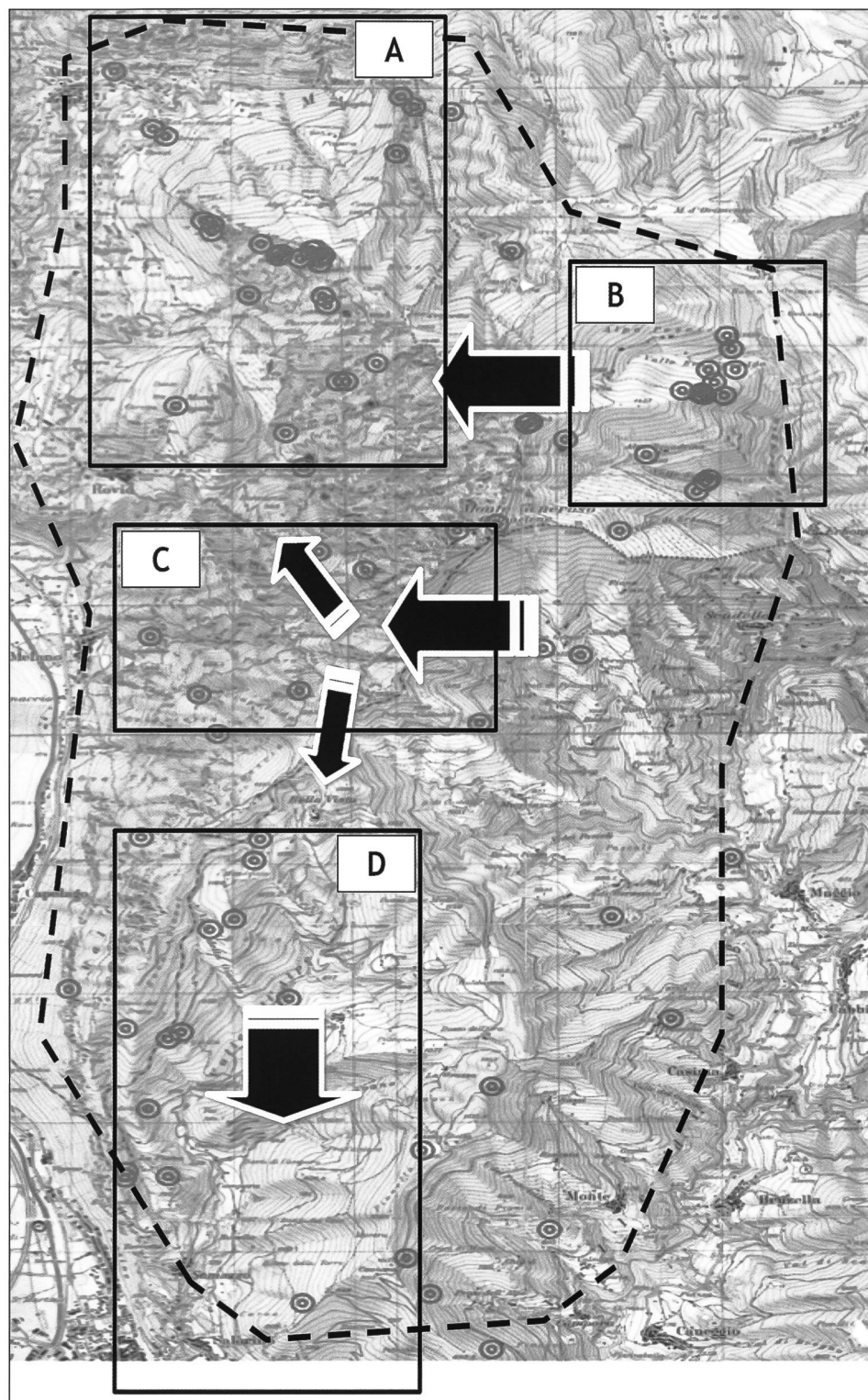


Fig. 12 – Schema di drenaggio sotterraneo delle acque delle diverse zone considerate. La zona B drena le acque verso le grandi sorgenti della zona A (*Cà del Fereè, Sorgente Bossi, Sovaglia*). La zona C probabilmente si trova lungo di uno spartiacque tra le zone A e D, mentre l'area D convoglia le acqua verso sud (*Sorgenti di Castel San Pietro, Sorgenti del Paolaccio*).

Nella figura 11 sono rappresentate le principali sorgenti conosciute nella zona. Una parte delle acque della *Grotta alla Cava Scerri* potrebbero essere riversate nel detrito del canyon sepolto poco lontano dagli ingressi. Questo canyon, scoperto durante una serie di sondaggi eseguiti per la ricerca dell'acqua, si troverebbe fra gli ingressi della grotta e i pozzi di captazione di Castel San Pietro.

#### Possibile funzionamento dei vari sistemi carsici

Le vie di deflusso principali delle diverse zone considerate sono schematizzate nella figura 12. Le conoscenze attuali fanno presumere che esistano diversi sistemi sotterranei in parte collegati fra di loro. La struttura dell'endocarso sembrerebbe essere caratterizzata da diversi sistemi che seguono le faglie principali. Le acque sarebbero concentrate lungo vie di drenaggio principa-



Foto 2 – Sifone all'interno della Grotta alla Cava Scerri.



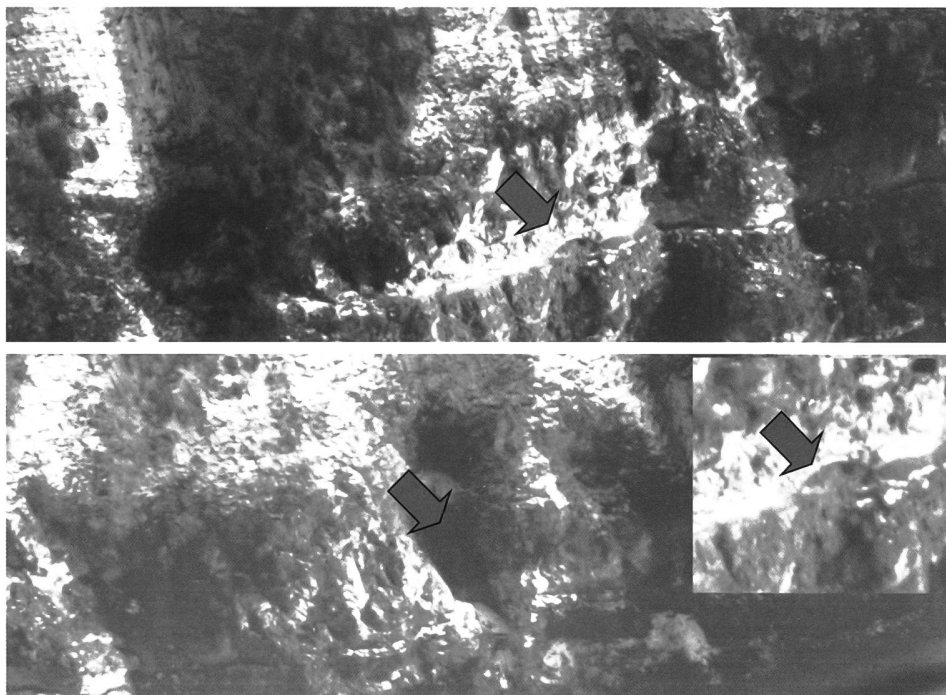
li attraverso importanti collettori, come ad esempio si presume si verifichi nella zona tra la Bellavista e Salorino/Castel San Pietro, dove si sviluppano due imponenti sinclinali paralleli con asse sud-nord. Altri sistemi sembrano invece drenare le acque in profondità verso vaste zone allagate (come nel caso del drenaggio est-ovest della Val Breggia) in relazione alla tettonica (pieghe e faglie).

L'area B drena principalmente le acque verso le grandi sorgenti dell'area A. L'area C si trova probabilmente su di uno spartiacque tra le aree A e D, mentre l'area D convoglia essenzialmente le acque verso sud.

## DISCUSSIONE

Attualmente (2009) su tutto il comprensorio del Monte Generoso (MG) possiamo calcolare un valore medio di densità di  $DG = 0.28 \text{ km/km}^2$  ( $13 \text{ km}$  sviluppo /  $45 \text{ km}^2$  superficie), vicino a quello attuale delle aree **A**, **C**, **D**. Il valore medio DG delle quattro aree considerate (A-D) è di  $0.67 \text{ km/km}^2$ . Assumendo questo valore medio per l'intera superficie del Generoso, otterremmo il reale sviluppo stimato dell'insieme dell'endocarso, che sarebbe così di  $30 \text{ km}$  ( $0.67 \text{ km/km}^2 \times 45 \text{ km}^2$ ), con una forchetta variabile da  $13 \text{ km}$  (per un fattore

Foto 3 – Fotografie scattate da un aereo in volo a bassa quota delle pareti ovest del Monte Generoso. In queste fotografie si osservano strutture che sembrano ampi imbocchi di grotta. Le cavità visibili non sono ancora state reperite sul terreno a causa della difficile accessibilità del luogo.



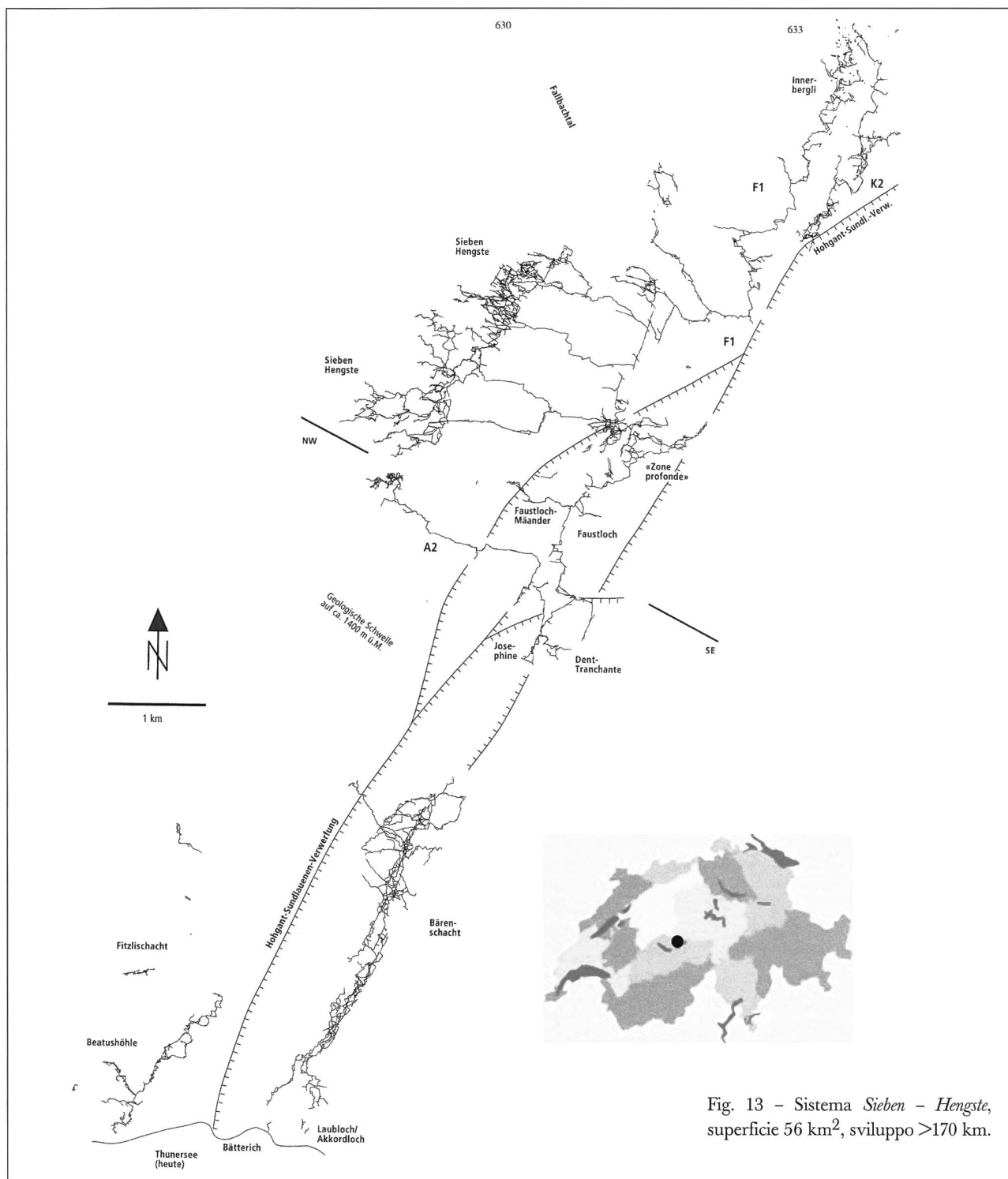


Fig. 13 – Sistema *Sieben – Hengste*, superficie 56 km<sup>2</sup>, sviluppo >170 km.

DG = 0.28 km/km<sup>2</sup>) a **85.5 km** (per un fattore di DG = 1.9 km/km<sup>2</sup>).

Anche lo sviluppo medio delle grotte, se confrontato con la vicina area del *Pian del Tivano* (stessa formazione geologica del Monte Generoso), appare nettamente troppo piccolo. In questa zona le scoperte recenti hanno infatti permesso di topografare oltre **50 km** di gallerie in un'area di soli 15 km<sup>2</sup> (DG = 3.33 km/km<sup>2</sup>) una densità significativamente superiore a quella osservata

finora sul Monte Generoso (figg. 16 e 17) (BUZIO & POZZO 2005). Si tenga presente che il *Pian del Tivano* presenta differenze ma anche similarità carsologiche e idrogeologiche con l'area carsica del Generoso, per cui è presumibile che la densità di gallerie, anche nelle zona con densità maggiore come per esempio l'area B (Alta Val Breggia-Erbonne), sia inferiore a quella reale.

Pur considerando che la genesi e lo sviluppo dei siste-

Fig. 14 – Pian del Tivano. Superficie 15 km<sup>2</sup>, sviluppo >50 km.

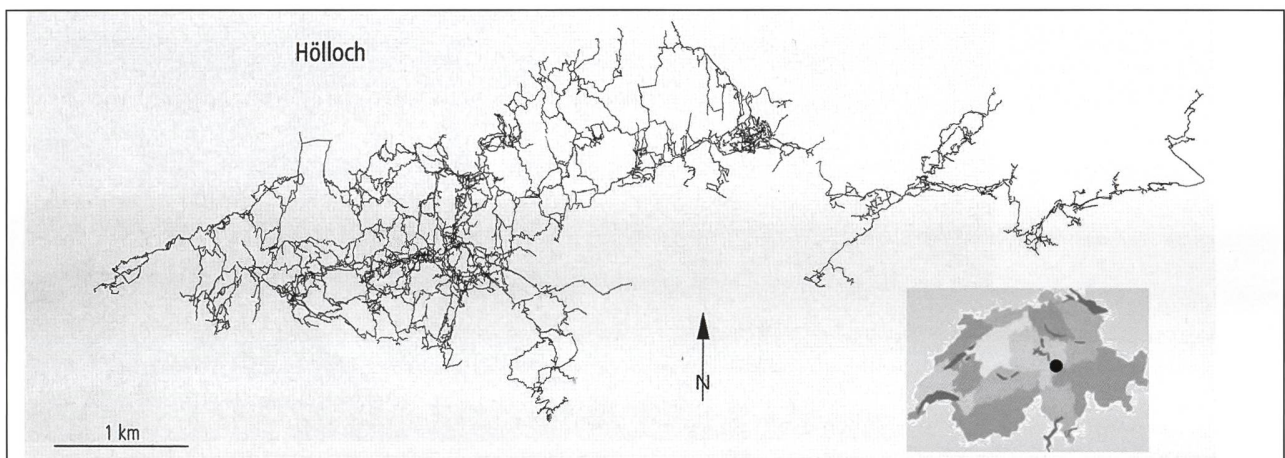
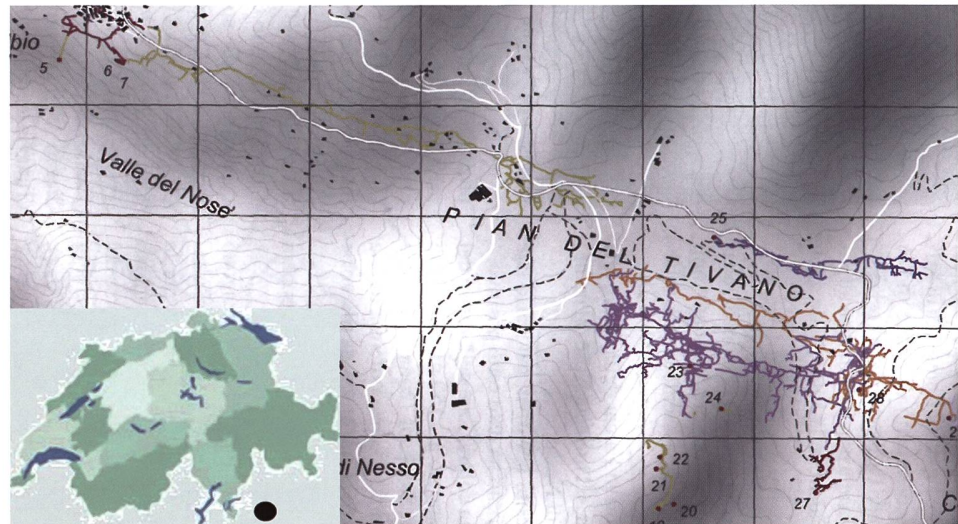


Fig. 15 – Topografia del sistema Höllloch (Muotatal). Superficie 35 km<sup>2</sup>, sviluppo >195 km.

mi sotterranei che si estendono nei calcari di Moltrasio è da attribuire in gran parte all'evoluzione di «*fantômes de roche*» (VERGARI & QUINIF 1997, VERGARI 1998, BINI 1999, TOGNINI 1999, BIANCHI-DEMICHIELI & OPPIZZI 2006), e quindi molto dipendenti dalla tettonica, ciò non significa che nella zona del Generoso il contesto idrogeologico sia sostanzialmente diverso.

Come riportato da BINI (1999), infatti, la genesi di numerose grotte della zona, come per esempio la *Nevera*, sarebbe da attribuirsi, almeno in parte, a fenomeni di pseudo-endocarsismo e non soltanto al carsismo classico. Questo termine riferendosi a una genesi non propriamente e specificamente chimica, ma per dissoluzione della frazione carbonatica e poi per asportazione del materiale (*piping*) delle rocce decalcificate (*phantômes de roche*) che ne risultano (BINI 1999; BIANCHI-DEMICHIELI & OPPIZZI 2006).

Le grotte dell'area del Generoso sembrano quindi avere una genesi complessa che sovrapporrebbe processi come la pseudo-endocarsogenesi e la carsogenesi classica che interagirebbero fra di loro secondo modelli complessi e caotici (BIANCHI-DEMICHIELI & OPPIZZI 2006) (fig. 15).

Tuttavia, anche tenendo conto di questi fattori speleogenetici, non vi sono motivi per ritenere che nell'area del Monte Generoso la densità di gallerie sia significativamente differente, almeno per certe aree o zone, da quella del *Pian del Tivano* (BUZIO & POZZO 2005).

Considerando quindi l'estensione dei sistemi idrogeologici, le elevate velocità di scorrimento sotterraneo (UFFICIO GEOLOGICO CANTONALE 1989), la geometria dei reticoli e l'organizzazione dei deflussi idrici ipogei che caratterizzano l'area carsica del *Monte Generoso* e tenendo conto dell'indice di carsificazione profonda dell'area del *Pian del Tivano*, che presenta condizioni idrogeologiche simili a quelle del *Generoso*, possiamo ipotizzare l'esistenza di complesso sotterraneo di straordinario sviluppo anche sul Monte Generoso (fig. 16 e 17). In alcuni settori della montagna, la densità di grotte è certamente piuttosto ridotta con uno sviluppo medio delle gallerie corrispondente ai valori trovati di 0.2 km/km<sup>2</sup>). In altri settori però lo sviluppo medio è certamente superiore.

In particolare nelle quattro aree considerate (A-D), si può ritenere che lo sviluppo medio delle gallerie dovrebbe corrispondere a un valore situato tra la den-





Foto 4 – Abisso Cappa 1 : si tratta della grotta con i più grandi volumi del Monte Generoso. Il fenomeno dei pseudo-edocarso è evidente nei grandi pozzi iniziali. L'immagine mostra il primo vasto pozzo dove si getta un ruscello temporaneo. Se i *fantômes de roche* sono predominanti nei pozzi, tra un pozzo e l'altro si trovano grandi meandri indici di carsismo «classico».

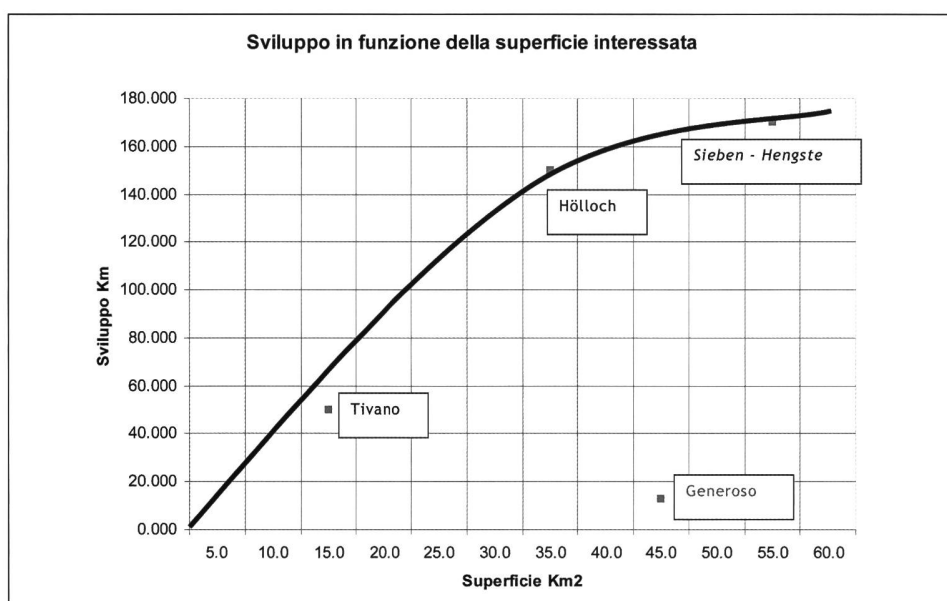


Fig. 16 – Sviluppo in funzione della superficie in km<sup>2</sup>.

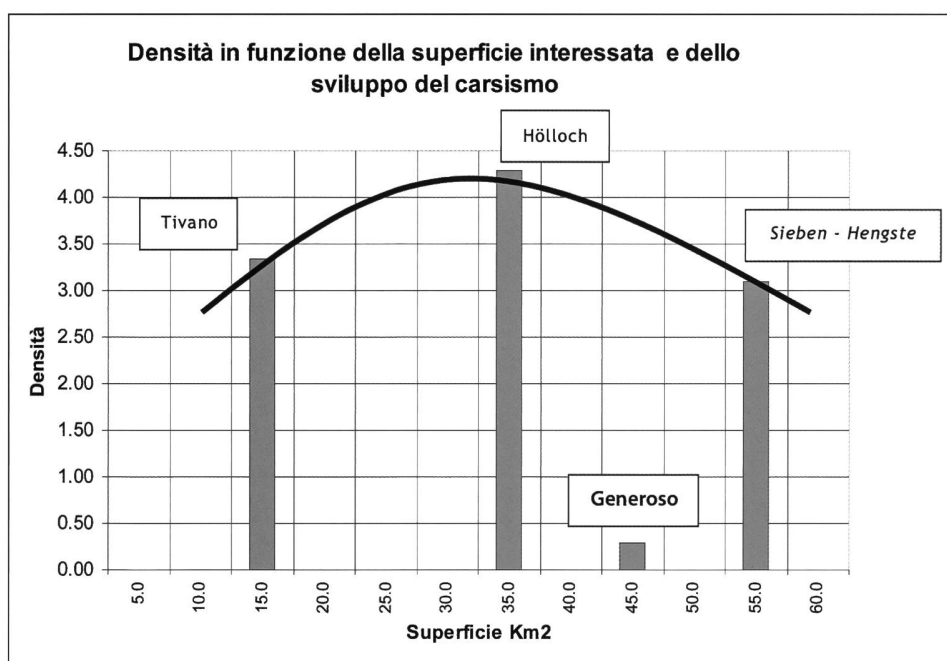


Fig. 17 – Densità comparata dello sviluppo/km<sup>2</sup>.

sità dell'area B ( $1.9 \text{ km/km}^2$ ) e quello del Pian del Tivano ( $3.3 \text{ km/km}^2$ ). Se queste considerazioni teoriche sono confermate si può ipotizzare che nell'area A (Val del Bové/Rovio) lo sviluppo totale delle gallerie sarebbe di oltre 15 km (forchetta da 14.8 a 25.7 km). Nell'area B (Val Breggia) sarebbe compreso fra gli attuali 7.7 km e 13.4 km. Nell'area C (Vetta/Melano) lo sviluppo totale sarebbe di oltre 6 km (forchetta da 6.5 a 11.3 km) e nell'area D (Bellavista/Castel San Pietro) di oltre 15 km (forchetta: 15.2 a 26.7 km). Lo sviluppo totale dell'insieme di queste zone sarebbe quindi di oltre 45 km (forchetta da 44.2 a 77.1 km).

Inoltre, tenendo conto della densità degli ingressi possiamo dedurre che specialmente nella area C (Vetta/Melano) vi siano nuovi ingressi da trovare (DI:  $2.25 \text{ I/km}^2$  rispetto a una densità media di ingressi delle altre tre aree di  $4.33 \text{ I/km}^2$ ). La topografia estremamente scoscesa di questa area rende difficile la prospezione e può spiegare la bassa densità d'ingressi conosciuti. Altri due esempi di elevata densità dei fenomeni carsici sono i due grandi sistemi presenti in Svizzera e più precisamente il sistema *Hölloch* (sviluppo oltre 195 km, fig. 15) e quello del *Sieben-Hengste* (sviluppo >170 km, fig. 13). La superficie interessata da questi due grossi sistemi è di circa  $35 \text{ km}^2$  (*Hölloch*) e  $56 \text{ km}^2$  (*Sieben-Hengste*) e il rispettivo sviluppo totale di gallerie raggiunge dei valori simili (rispettivamente  $DG = 4.6$  e  $3.3 \text{ km/km}^2$ ) a quelli riscontrati nel Pian del Tivano.

## CONCLUSIONI

Il numero di ingressi e lo sviluppo dell'insieme delle gallerie conosciute nel massiccio del Monte Generoso sembrano nettamente inferiori a quelli realmente esistenti. Considerando quindi l'evoluzione attuale delle scoperte e il potenziale esplorativo esistente, si può dedurre che nei prossimi anni ci sarà un netto aumento di sviluppo per tutte le aree considerate. Il potenziale speleologico dell'area del Monte Generoso è quindi enorme e se saranno disostruite le giuste cavità, si potrà assistere, nei prossimi anni, a un incremento spettacolare delle conoscenze del patrimonio ipogeo.

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano in particolare e di cuore all'amico Sergio Vorpe che è stato un protagonista indiscusso delle grandi scoperte speleologiche del Monte Generoso. Ringraziamo anche Roberto della Toffola per il contributo importante alle ricerche scientifiche dell'area carsica del Generoso. Un vivo e caloroso ringraziamento ai «Cavalieri dell'ignoto», Pino Beati, Ricki Pontiggia e Luigi Tantardini, per lo straordinario impulso che stanno fornendo alle ricerche speleologiche nel Cantone Ticino.

## BIBLIOGRAFIA

- BINI A. 1999. Rapporti tra evoluzione dei versanti e endocarso: studio dei sedimenti della Grotta La Nevera (2693 LoCo) sul Monte Generoso (Svizzera, Italia). *Geologia Insubrica*. Numero della rivista / volume: 76-61.
- BUZIO A. & POZZO M. 2005. Lombardia «DENTRO». Multimedia Publishing. Milano, pag. 503.
- BIANCHI-DEMICHIELI F., OPPIZZI N. 2006. Grotte, sorgenti e abissi del Monte Generoso. *Memorie della Società ticinese Scienze naturali*. 8, 110 pag.
- BIANCHI-DEMICHIELI F. 1991. Il complesso carsico della Nevera e dell'Immacolata. *Atti del 9° Congresso nazionale della Società Speleologica Svizzera, Charmery*.
- BIANCHI-DEMICHIELI F. 1991. Il carsismo dell'alta Valle della Breggia. *Atti del 9° Congresso nazionale della Società Speleologica Svizzera, Charmery*.
- BIANCHI-DEMICHIELI F. 1993. Monte Generoso: Il complesso carsico della Nevera – Immacolata. *Première, Bollettino della Società Svizzera di Speleologia – Sezione Ticino*.
- BIANCHI-DEMICHIELI F. 1994. La sorgente Bossi (Monte Generoso) un exploit mondiale. *Il Nostro Paese*, anno 46.
- CASATI L. & BIANCHI-DEMICHIELI F. 1993. La sorgente Bossi (TI 118). *Stalactite*.
- MAIRE R. 1980. *Eléments de karstologie physique-Spelunca spécial no. 3*, pag. 56.
- TOGNINI P. 1999. Individuazione di un nuovo processo speleogenetico: il carsismo del Monte Bisbino (Lago di Como). *Tesi di dottorato di Ricerca, Università di Milano*.
- UFFICIO GEOLOGICO CANTONALE 1989. Monte Generoso. Studio multidisciplinare: geologia, tettonica e geofisica, carsismo idrologia, idrogeologia, chimismo, isotopi e multitracciamento, Bellinzona pag. 67.
- VERGARI A., QUINIF Y. 1997. Les paléokarsts du Hainaut (Belgique). *Geodinamica Acta* 10 (4):175-187.
- VERGARI A. 1998. Nouveau regard sur la spéléogénèse: le pseudo-endokarst du Tournaisis (Hainaut, Belgique). *Karstologia*, 31.