

50.5
012

23 # 1/2

(ISSN 0392-6672)

International Journal of Speleology

VOLUME 23 (1-2), 1994

CONTENTS

Section 1 Show caves problems

ARRIGO A. CIGNA: Preface.....	3
HUBERT TRIMMEL: Les grottes aménagées et l'Union Internationale de Spéléologie.....	7
JEANNE GURNEE: Management of some unusual features in the show caves of the United States.....	13
IVAN RACKO: Die slowakischen Schauhöhlen und ihre Probleme.....	19
FRANCE / HABE: Kurzer Bericht über die Probleme des Höhlenturismus in Jugoslawie.....	25
MILKA DUSAN: Problems of show caves in Bohemia and Moravia.....	27
FABIO FORTI: I problemi turistici della Grotta Gigante nel Carso Triestino.....	31
GUIDO PEANO and GIORGIO FISANOTTI: Valorisation et développement touristique de la Grotta di Bossea (Frabosa Soprana, Cuneo, Italie).....	37

(Continued on back cover)

Published quarterly by Società Speleologica Italiana
Printed by Museo di Speleologia "V. Rivera" - L'Aquila - Italy



INTERNATIONAL JOURNAL OF SPELEOLOGY

Official journal of the International Union of Speleology

Acknowledged by UNESCO as a Category B Non-Governmental Organisation

Printed with the financial support of: Ministero dei Beni Culturali e Ambientali

Consiglio Nazionale delle Ricerche

Museo di Speleologia "V. Rivera", L'Aquila

EDITOR IN CHIEF: Valerio Sbordoni, Dipartimento di Biologia, II Università di Roma, Via O. Raimondo, I-00173 Roma, Italy

ASSOCIATE EDITORS:
U.I.S. Representative: Paolo Forti, Dipartimento Scienze della Terra, Università di Bologna, Via Zamboni 67, I-40127 Bologna, Italy

Biospeleology: Gianmaria Carchini, Dipartimento di Biologia, II Università di Roma, Via O. Raimondo, I-00173 Roma, Italy

Physical Speleology: Ezio Burri, Dipartimento di Scienze Ambientali, Università dell'Aquila, I-67100 L'Aquila, Italy

Books and News: Brother G. Nicholas, F.S.C. Physics Department. Manhattan College, Parkway, Riverdale, N.Y. 10471 U.S.A.

EDITORIAL STAFF:
Biospeleology: Marina Cobolli, Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, I Università di Roma, Viale dell'Università 32, I-00185 Roma, Italy.

Physical Speleology: Arrigo A. Cigna, Frazione Tuffo, I-14023 Cocconato (Asti), Italy
Ugo Sauro, Università di Padova, Dipartimento di Geografia, Via del Santo 26, I-35123 Padova, Italy

ADVISORY BOARD:

V. Aellen, Genève; M. Anciaux de Faveaux, Constantine; I. Andrassy, Budapest; R. Argano, Roma; D. Balazs, Budapest; Th. C. Barr, Lexington; E. Bellard Pietri, Caracas; L. Botosaneanu, Amsterdam; J. Buresch, Sofia; A. Burger, Neuchâtel; J. Burman, Hermanns; V. Caumartin, Dijon; A. Eraso, Madrid; D. Escola, Barcelona; E.L. Friedman, Tallahassee; V.B. Gueorguiev, Sofia; F. Habe, Postojna; E. Hamilton Smith, Victoria; J.R. Holsinger, Norfolk; H. Jakobi, Curitiba; A. Nuñez Jimenez, La Habana; C. Juberthie, Moulis; N. Kashima, Matsuyama City; K. Matsumoto, Tokyo; R.W. Mitchell, Lubbock; G.W. Moore, Corvallis; C.N. Nath, Mandsaur; J. Nicod, Marseille; S.B. Peck, Ottawa; N. Peters, Hamburg; A. Petrochilos, Athens; Th.L. Poulson, Chicago; Ph. Renault, Villeurbanne; S. Ruffo, Verona; T.R. Shaw, Shoscombe, H. Siegl, Linz; B. Sket, Ljubljana; M. Sweeting, Oxford; G. Thinés, Pellenberg; H. Trimmel, Wien; A. Vigna Taglianti, Roma; N. Zaleskaja, Moscow.

- Manuscripts and editorial correspondence should be addressed to the Editor in chief.
- Correspondence concerning subscriptions and information should be sent to: M. Cobolli.
- Annual subscription rates: Italy 20,000 Italian Lire. Other countries 30,000 It. Lire for person, 60,000 It. Lire for institutions.
- Payment by bank cheque to Società Speleologica Italiana, International Journal of Speleology, c/o M. Cobolli.

Direttore Responsabile: F. Cucchi, Autorizz. Trib. Trieste, n. 333 del 7.12.1966.

Printed in Italy by Tecnova 2, Chieti, Agosto 1994

PROCEEDINGS OF THE 1ST CONGRESS OF THE
INTERNATIONAL SHOW CAVES ASSOCIATION

Arrigo A. Cigna
Editor

Genga, San Vittore Terme (Italy)
1-4 November 1990

International Journal of Speleology 23 (1-2) 1994

FLORIDA STATE
UNIVERSITY LIBRARIES

FEB 27 1996

TALLAHASSEE, FLORIDA

INTRODUCTION

Arrigo A. Cigna*

These Proceedings with the full text of the papers delivered at the Congress are published with some delay due to many reasons, both economical and concerning the management. Shortly after the Congress the minutes (translated into four languages: English, French, German and Italian) were issued and distributed to the participants.

If a record of the discussions during the Congress was therefore available, the transcription only of the oral presentation of the papers was reported. Obviously such a report was not adequate to scientific purposes and therefore these proceedings are presently issued.

The original papers have been subdivided into three sections:

- 1 - Show caves problems
- 2 - Scientific research
- 3 - Show caves descriptions

Most of the texts were available as a printed copies only: for editing purposes they were re-typed with great care and patience by Mrs. Renata Marinelli. Some authors were contacted to clarify some points and to provide figures more suitable for publication and a final editing was eventually carried out to ensure a rather uniform structure.

I am particularly grateful to all these persons for their contributions which led to the present issue of the Proceedings.

* Fraz. Tuffo, I-14023 COCCONATO (Asti), Italy

FLORIDA STATE
UNIVERSITY LIBRARIES

FEB 27 1996

JALAHASSEE, FLORIDA

Section 1

Show caves problems

**LES GROTTES AMENAGEES
ET L'UNION INTERNATIONALE DE SPELEOLOGIE
(1965 - 1990)**

Hubert Trimmel*

ABSTRACT [*The show caves and the International Union of Speleology*]

The initiatives of the International Union of Speleology concerning the show caves, approved during various International Congresses of Speleology are here reported. Among other things, an attempt of having a list of show caves is also recalled but only recently such an attempt produced successfully a document. An example of it is also given.

RIASSUNTO [*Le grotte turistiche e l'Union Internationale de Spéléologie*]

Vengono ricordate le varie iniziative dell'Union Internationale de Spéléologie in connessione con le grotte turistiche che si sono succedute nel corso dei vari Congressi Internazionali di Speleologia. Tra l'altro viene ricordato il tentativo di compilare un elenco delle grotte turistiche che soltanto in tempi più recenti ha consentito la preparazione di un documento illustrativo di cui viene riportato un esempio.

C'était le 16 septembre 1965 que l'Union Internationale de Spéléologie a été fondée dans la salle du Festival de Ljubljana en Slovénie pendant le 4^e Congrès International de Spéléologie. Pendant ce même Congrès, on avait organisé un «Symposium du tourisme en grotte». Dans un rapport concernant les résultats de ce symposium et présenté par Guy de Lavaur pendant la session plénière, on peut lire que le symposium a proposé (FYS, 1973):

- qu'il soit créé une commission permanente de liaison et d'information dont les membres seraient désignés par les associations nationales;

- qu'il soit automatiquement prévu à l'occasion de chaque congrès international un symposium sur le tourisme souterrain en liaison avec la section de spéléologie physique chargée de l'étude de la corrosion et de l'intensité corrosive.

Il est donc évident que déjà ce premier symposium a été particulièrement préoccupé par le grave problème de la conservation des grottes. Mais il faut aussi constater que la «Commission des grottes touristiques» a été une des premières commissions de l'Union Internationale de Spéléologie. Effectivement, les travaux de la Commission ont eu lieu pendant le 5^e Congrès International de Spéléologie à Stuttgart (République Fédérale Allemande) en 1969, où on a décidé d'élaborer un questionnaire avec des «questions très précises en ce qui concerne

*Draschestrasse 77, A-1232 WIEN (Autriche)

l'aménagement et la protection des grottes touristiques» (Blaha, 1970) et où on a envisagé la distribution de matériel collecté sous forme d'une publication.

Il est sûr que ces idées ont contribué à la publication de guides des grottes touristiques pendant les années suivantes en Allemagne (Binder & Bleich, 1969), en Autriche (ÖF, 1971), et surtout en France (Boulanger, 1970). Pour le 6^e Congrès International de Spéléologie, le Comité d'organisation a préparé une exposition sur les "grottes aménagées du monde" à Olomouc en Tchécoslovaquie, ouverte aux congressistes et au public intéressé de la région.

Ce Congrès, réalisé en Septembre 1973, a été caractérisé par la grande importance des questions touristiques. Les discussions sur le "tourisme des régions karstiques" ont été organisées en collaboration avec le groupe de travail de la "géographie du tourisme et du loisir" de l'Union Internationale de Géographie (International Geographical Union). La Commission de Protection et d'Aménagement des Cavernes de l'UIS a été réorganisée et élargie. Sous la présidence de France Habe et avec deux secrétaires, Heinz Ilming (Autriche) et Victor Caumartin (France), elle a décidé une définition pour le terme "grotte aménagée" ou "grotte touristique" (Table 1) et elle a défini les indications qui doivent figurer dans une liste mondiale de ces grottes ouvertes au public (Table 2). Les délégués nationaux ont été invités à rassembler toutes les données nécessaires de leur pays; la rédaction définitive a été déléguée à Helmut Frank (Allemagne).

Table 1 - Les caractères d'une grotte touristique selon les décisions du 7^e Congrès Internationale de Spéléologie, Olomouc 1973 (UIS, 1974: p. 25)

-
1. Une grotte aménagée pour le tourisme doit être accessible pour le public pendant des temps fixés.
 2. Elle doit avoir un responsable pour la protection de la grotte et la sécurité du visiteur.
 3. La visite d'une grotte aménagée doit avoir un tour guidé ou un tour non guidé mais commenté.
-

Selon les informations disponibles, on pensait qu'il y avait à ce temps-là environ 650 grottes aménagées dans le monde entier, parmi celles-ci au moins 360 en Europe (Trimmel, 1974). En automne 1973, un questionnaire a été distribué aux propriétaires des grottes touristiques; le résultat de ces efforts, d'arriver à une documentation complète, n'a pas été suffisant. Jusqu'au Congrès International de Spéléologie de 1977, il n'y avait que 173 réponses. De plus, l'idée de Helmut Frank de publier un livre sur les grottes touristiques de l'Europe, dans lequel chaque grotte devrait être présentée par une photo en couleur d'une page et d'une description d'une page, n'a pas pu être réalisée à cause des frais d'imprimerie et a été abandonnée.

Table 2 - Les données demandées pour une liste des grottes touristiques selon les décisions du 7^e Congrès Internationale de Spéléologie, Olomouc 1973 (UIS, 1974: p. 26)

-
1. Nom de la grotte (et nom original)
 - 1a. Situation géographique de la grotte
 - 1b. Type et caractère de la grotte
 2. Adresse du responsable.
 3. Longueur totale de la grotte
 4. Dénivellement de la grotte
 5. Longueur de l'itinéraire touristique
 - 5a. Moyen de visite
 - 5b. Type d'éclairage
 6. Année de la découverte
 7. Année de mise en exploitation touristique
 8. Période des visites
 9. Nombre de visiteurs à l'année 1973
 10. Prix de la visite
 11. Existe un livret-guide ? (Ajoutez un exemplaire si possible)
 12. Publication importante récente concernant la grotte
 13. La grotte est-elle site classé ou protégé par la loi ?
 14. Quelles sont les éléments d'accueil pour le touriste ? (hôtel, restaurant, etc)
 15. Problèmes de conservation.
-

Sous ces auspices peu favorables, la commune de Borgio Verezzi en Italie organisait une Conférence Internationale sur les grottes touristiques du 20 au 22 mars 1981. Cette conférence a obtenu un grand succès. Le Département de la Protection de l'UIS, y comprise la "Commission pour la protection, l'exploitation et le tourisme", a discuté le contenu d'une publication concernant les grottes touristiques et a pris les décisions nécessaires. Ces décisions ont été publiées ainsi que les 40 communications tenues pendant cette conférence, à laquelle ont participé environ 80 personnes, comprenant les conjoints, de 9 pays (Anonime, 1982).

Dès le Congrès de Sheffield (Grande-Bretagne) 1977, dans l'Union Internationale de Spéléologie, il y avait aussi un "Comité Scientifique et Technique" pour l'étude de la conservation des grottes aménagées sous la direction de Victor Caumartin. La base des travaux de ce Comité a été une étude (Caumartin, 1973) de son dirigeant.

On comptait sur la collaboration de laboratoires dans des pays différents et l'on s'occupait de beaucoup de questions: du problème de la stabilité des salles souterraines jusqu'aux méthodes de l'éclairage. Pendant quelques années, on trouve dans presque toutes les manifestations spéléologiques, sur le plan scientifique et international, des

rapports ou des remarques de ce Comité. Une Conférence Internationale sur les grottes touristiques et leurs problèmes a eu lieu à Athènes du 1^{er} au 4 Septembre 1983: furent présents des participants de 19 pays et on donna une possibilité extraordinaire pour un vaste échange d'expériences. La réalisation de cette Conférence et la publication des communications ont été l'oeuvre de la Société Spéléologique de Grèce et surtout de Mme. Anne Petrochilou, Président du Comité d'organisation (HSS, 1983).

C'était Russel H. Gurnee qui a invité les délégués des pays membres de l'Union Internationale de Spéléologie à une prochaine séance de la "Commission des Grottes Aménagées" pendant le 9^e Congrès International de Spéléologie à Barcelone (Espagne) en Août 1986. A cette séance, on a pu présenter, par exemple, les Actes d'un Symposium sur la flore des lampes dans les grottes touristiques, organisé en Octobre 1984 en Hongrie (MKBT, 1985), et on a discuté la possibilité de publier le catalogue des grottes touristiques du monde en employant des pictogrammes. Un exemple élaboré selon les idées discutées à Barcelone (Fig. 1) a été présenté pendant le symposium "Tourisme des grottes", organisé par la Commission de Tourisme et de Protection des Grottes de l'Union Internationale de Spéléologie à l'occasion du 170^e anniversaire de la Postojnska Jama (Grotte d'Adelsberg) en Slovénie (SAZU, 1989).

Au 10^e Congrès International de Spéléologie à Budapest en été 1989, l'Union Internationale de Spéléologie a présenté des listes nationales des grottes aménagées avec des données caractéristiques importantes pour les visiteurs, suivant la méthode de présenter ces données par pictogrammes. On a prié les délégués de corriger ces listes et d'envoyer tout supplément nécessaire. Ce travail est encore en cours.

Ce petit regard en arrière montre en grande ligne que l'intérêt de la spéléologie et de l'Union Internationale de Spéléologie pour le phénomène du tourisme souterrain a été toujours assez vif. Il ne faut pas omettre de souligner que toutes les activités de l'Union ont été toujours stimulées par l'idéalisme des collaborateurs et que pour cette raison, on est souvent arrivés aux limites personnelles ou financières; c'est ainsi qu'il n'a pas été possible de réaliser toutes les idées, toutes les propositions, toutes les intentions. Mais il faut remarquer que la vue d'ensemble des liens entre l'Union et les grottes touristiques dans le passé pourrait être complétée par un grand nombre d'activités régionales ou même locales au service d'une grotte aménagée ou d'un phénomène d'importance pour l'aménagement touristique. Il y a eu par exemple un symposium en Slovaquie avec un nombre très limité de participants - des spéléologues, des économistes et des techniciens - qui ont discuté les méthodes possibles d'une exploitation d'une grotte nouvelle - La Grotte de la Paix, Jaskina Miru - en gardant le caractère et les conditions naturelles.

Il y a eu des études concernant le climat dans les grottes et les influences des visiteurs sur les conditions climatiques du sous-sol, surtout dans les grottes glacées. Il y a eu et il y a une série d'exemples où les spéléologues ont élaboré les projets d'exploitation touristique d'une grotte en accordance avec les nécessités de la protection et de la préservation, souvent dans les régions dites d'outre-mer.

Nr.	NAME / L'exp NAME / Position Nom / Situation	△	□	⊙	⊕	⊖	⊗	⊘	⊙	⊕	⊖	⊗	⊘	⊙	⊕	⊖	⊗	⊘	1977
K 1	OSCHERTROPFSTEIN* Griffen	M 2	△												190				1945
N 2	ALLANDER TRÜPFSTEINHOHLE 4,5 km S ALLANDER im Alvier	L 5	∧												122	25	M		1928
O 3	EINHORNHOHLE DREIETZEN	L 1	∧												60				1927
P 4	EISENSTEINHOHLE BAD FISCHAU-BRUNN	L 5	∧												15	940	75	1855 *	
Q 5	HERMANNSHÖHLE KRECHSEL RIECHBERG am Wachsel	L 3	∧												7	4300	72	M	
R 6	HÖCHSTENWACHT HÖCHSTEN GOSTLING a. d. Toba	L 4	∧												1820	ac			1963
S 7	STANGE BRANKENFELS	L 5	∧																
T 8	OSCHERTROPFSTEINHOHLE 6 km E RIECHBERG-GAMING	L 4	∧												370				1920
U 9	DACHSTEIN-WANNUTHOHLE 5 km E OBERTRAUN	L 3	∧												360000	1180	1910		
V 10	DACHSTEIN-RIESENHOHLE 5 km E OBERTRAUN	L 2	∧												1	2700			1910 \
W 11	KOPFENBÜLLERHOHLE E OBERTRAUN	L 2	∧												3000G				1989
X 12	GRÄNDELTRÜPFSTEINHOHLE 5 km E EIBESSEE	L 3	∧												1200	ac			1918
Y 13	EISENHÖHLE REFFENBERG *	L 2	∧												2100 *				1980

Fig. 1 - Un exemple du catalogue des grottes touristiques du monde en employant des pictogrammes (SAZU, 1989).

Je suis sûr que la collaboration entre les administrations des grottes touristiques et la spéléologie scientifique pourra être continuée et approfondie sous les auspices de l'Association Internationale des Grottes touristiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonime, 1982 - *Atti Convegno Internazionale sulle grotte turistiche. Aspetti scientifici, tecnici ed economici, Borgio Verezzi, 20-21-22 Marzo 1981. Le Grotte d'Italia, 4^a s., 10: 1/357.*
- Blaha L., 1970 - *Commission of Tourist Caves. Commission des grottes touristiques. Kommission für Schauhöhlenwesen.* UIS Bulletin, N°1, Wien: 18.
- Binder H. & Bleich K.E., 1969 - *Schauhöhlen in Deutschland.* SWTaschenbuchreihe, Schwabenwerk GmbH. Stuttgart (o.J) 1969, 86 Seiten.
- Boulanger P., 1970 - *Guide des cavernes touristiques de France.* Nouvelles Editions Latines, Paris: 1/268.
- Caumartin V., 1973 - *La Conservation des Cavernes Aménagées.* Les Publications de l'A.N.E.C.A.T., Fasc. N° 1, Dijon: 1/24.
- FYS, 1973 - *Actes du IVème Congrès International de Spéléologie en Yougoslavie (12 - 26.IX.1965).*, Fédération Yougoslave de Spéléologie, Ljubljana, 1-2: 40/41.
- HSS, 1983 - *International Meeting on the Show Caves and their Problems.* Hellenic Speleological Society. 319 pages. Athens 1983.
- MKBT, 1985 - *Nemzetközi lampaflora kollokvium. Internationales Kolloquium für Lampenflora. International Colloquium on Lamp Flora.* 1984, Oktober 10-13, Budapest, Magyar Karsztés Barlangkutató Társulat, Budapest: 1/163.
- ÖF, 1971 - *Schauhöhlen in Österreich, Grottes à visiter en Autriche, Show caves in Austria.* Österreichische Fremdenverkehrswerbung, Wien, (o.J.): 1/32.
- SAZU, 1989 - *Cave Tourism.* Proceedings of International Symposium at 170th anniversary of Postojnska jama, Postojna (Yugoslavia) - November 10-12, 1988. The Institute of Karst Research SAZU and Postojnska Jama, Postojna: 1/204.
- Trimmel H., 1974 - *Fremdenverkehr und Schauhöhlen.* Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde, Reihe F, Heft 4. Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher, München, S.1 - 9.
- UIS, 1974 - *Commission de protection et d'aménagement des cavernes.* UIS Bulletin, No. 1 (9), Wien: 24/26.

MANAGEMENT OF SOME UNUSUAL FEATURES IN THE SHOW CAVES OF THE UNITED STATES

Jeanne Gurnee*

SUMMARY

Protection of the unusual features in some of the 200 show caves of the U.S. have required innovative management. The sea caves of both the east and west coasts present the need for special preservation methods. Throughout the nation sometimes glass enclosures, vehicles and boats are used to separate visitors from sensitive cave features. Lighting and cleaning techniques have been studied and altered to discourage growth of algae. Some show caves are protected by double glass entrance and exit doors. Many caves, particularly on public lands, are closed during the hibernation period of endangered bats. In a number of caves, Native Americans have left artifacts and other evidences of their early visits, which have either been preserved in situ or relocated at appropriate archival sites. The paper gives in more details specific caves and methods for the preservation of particular unique features.

RIASSUNTO

[La gestione di alcune caratteristiche insolite nelle grotte turistiche degli USA]

La protezione di attrattive insolite in alcune delle 2 grotte turistiche degli USA ha richiesto una gestione di tipo innovativo. Le grotte marine sia della costa orientale che di quella occidentale richiedono metodi di prevenzione del tutto appropriati. A seconda dei casi sono state impiegati ripari di vetro, veicoli e natanti per separare i visitatori dagli oggetti più a rischio.

Sono state studiate ed adattate allo scopo tecniche di illuminazione e di pulizia in modo da ostacolare la crescita delle alghe. Alcune grotte turistiche sono protette da doppie porte di vetro di ingresso ed uscita. Molte grotte, specialmente quelle aperte su terreno pubblico, vengono chiuse durante il periodo di ibernazione dei pipistrelli a rischio di estinzione. In varie grotte, popolazioni autoctone americane hanno lasciato segni od oggetti della loro presenza, che sono stati conservati sul luogo o trasferiti in appositi luoghi di raccolta.

Questo lavoro descrive, infine, con maggior dettaglio, grotte e metodi specifici per la protezione di alcune particolarità, uniche nel loro genere.

As we begin the work of the International Show Caves Association in November, 1990, one of the important values of the organization will be the exchange of information among nations and the discussion of scientific and other processes that contribute to cave preservation.

This first meeting provides an opportunity to show some of the unusual features in the caves of the United States and also to show some of the conservation techniques being employed, which probably parallel some of those being used elsewhere in the world.

Methods for the exhibition of caves in the U.S. depend not only on the technical steps that were used during their modification and development as

* 231 Irving Avenue, Closter, New Jersey 07624 USA

show caves; but developers and administrators also consider climate, topography, demographics and other factors.

If we were to consider a map of the United States, we note that the eastern half of the U.S. has a climate similar to Europe and has a relatively heavy population density. The extreme southern states are warmer and subtropical. Farther to the south is the U.S. island of Puerto Rico which contains several show caves in the heavily vegetated tropical karst region. The western half of the U.S. is more arid, and the population density is much less between mid-America and the west coast.

The morphology of the east coast of the country reveals the small boulder caves near the coast, which were created as a result of the rocks that were deposited by glaciers. As we move west, we note the old, glacier-worn Appalachian Mountains, the deserts and arid lands, a band of volcanos and lava tubes, the smaller limestone caves of California and Oregon, and finally the sea caves on the west coast.

There are over 200 show caves in the U.S. and most are privately owned; however, there are also a good number on federal public lands and in national and state parks (Fig. 1). A look at the limestone areas would of course show a correlation to the topography.

Under the rolling farmlands and woodlands of eastern U.S. are many fine caves. Because of the population density, methods for accommodating visitors and at the same time protecting the caves are employed. One of these occurs in Ohio Caverns, where the snow-white speleothems are protected because the visitor walks on a trail that is more than a meter below the level of the original floor. The positioning allows excellent viewing of the formations, but is effective in discouraging any contact with them.

Vehicles that transport visitors effectively avoid the possibility of vandalism and in Penn's Cave in Pennsylvania visitors travel the complete cave tour by boat. In Fantastic Caverns, Missouri, the entire tour is made by vehicle. This allows formations to remain clean without the blackening effect made from the oils of hands caused by people who might touch them while walking along trails.

In the country's mid-section are some of the largest and most impressive caves. The most well known is Mammoth Cave in Kentucky, the longest cave in the world, with over 300 miles of passageway. This cave is visited by almost a half million people a year, with over 2 million people visiting Mammoth Cave National Park. Numbers of visitors are limited on some cave trips to maintain the conditions necessary to sustain cave life, including blind fish and other cave-oriented species.

Many caves in the central states of Missouri, Tennessee and Arkansas sustain cave animals which are monitored by biologists from the National Speleological Society. In Missouri, for example, cave life is monitored in the lakes of Meramec Caverns, and isopods, salamanders, crayfish and other species are recorded in Onondaga and Cathedral Caverns. Blanchard Springs Caverns, operated by the US Forest Service, is sensitively developed and also monitored for the protection of its cave animals which include the Ozark blind salamander which lives in the lower passages.

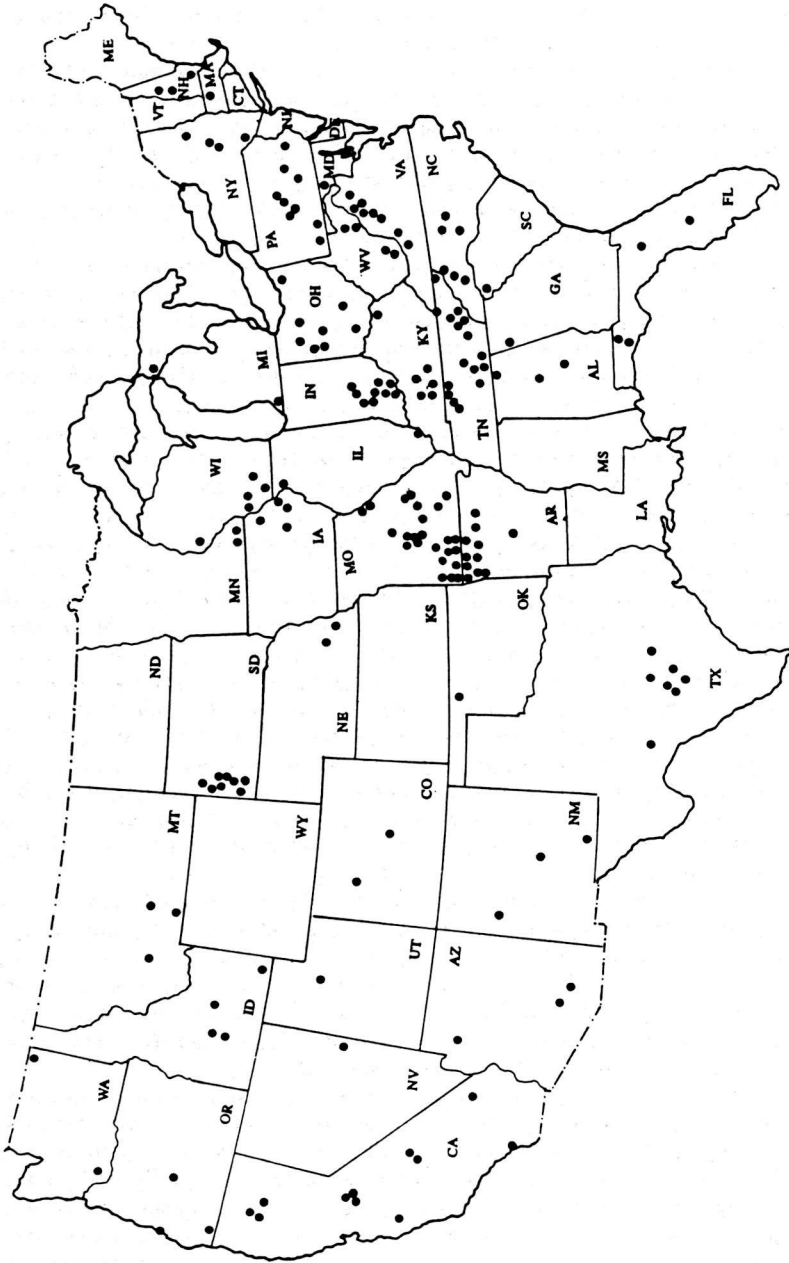


Fig. 1 - Locations of the show caves of the United States.

Caves throughout the country have made the transition from brightly colored lighting to the use of white lights to accurately display the colors of the calcite, contrasted with the areas influenced by iron oxide and other minerals. Because of the quantity of lampenflora produced when bright lights had to be left on in times of heavy visitation, specialists now suggest more subdued cave lighting that not only cuts down on the growth of algae but also gives the visitor a greater feeling of the cavern environment.

In Europe, many people have enjoyed concerts in such caves as Postojna or Frasassi. In the U.S. is Cumberland Caverns, Tennessee, which presents concerts and banquets. Some may feel the environment has been changed considerably in order to house a chandelier 40 feet overhead, as well as and other needs of man; however, except for this cave's dining room and area of the tour, over 23 miles of cave passageway remain un-disturbed. When a very small portion of a cave is developed, the remainder is protected in its wild condition, a common preservation technique. A map of Wind Cave, South Dakota, for example, shows more than 50 miles of National Monument cave untouched and only a small portion exhibited to the public.

The original planning process, the master plan, is an important factor in the exhibition and preservation of caves. Past difficulties are avoided by accurate master plans, now required by many governments, that encourage planning that avoids black top parking areas over caves, for example. Porous surfaces and natural surface vegetation allow percolating waters to penetrate as before. Sewage treatment is carefully engineered, and all surface construction and buildings are designed with the cave's health in mind.

On the island of Puerto Rico, the master plan for a cave development includes a two-kilometer-long tropical ravine. To avoid hauling construction materials through the tropical forest that leads to the cave, a 70-meter-high temporary construction elevator was built in a sinkhole at the back of the cave. All workers and equipment were transported to cave level by this route. The elevator preserved not only the tropical forest but also the natural entrance and its vegetation. Rare blind cave crustaceans, the *Allewekia gurneii* still live in the waters of the developed cave.

The co-existence of visitors with cave life is common throughout the show caves of the U.S. and bat programs are numerous. Cave administrators plan cave tours to fit the hibernation and migration seasons of bats and are open to visitors only after bats have migrated or have ended hibernation. To educate visitors about the beneficial life styles of bats, brochures are prepared by some cave owners as well as the National Speleological Society so that visitors can enjoy these previously misunderstood mammals.

Probably the most striking display of bat populations is in an arid desert region of New Mexico. At the large amphitheatre formed by the natural entrance to Carlsbad Caverns, visitors come in the evening to see hundreds of thousands of Mexican Freetail bats exit the cave, some pouring out of the entrance as numerous as 5,000 per minute in a great wave and in an undulating pattern appearing as smoke. The bats fly many miles each evening toward Mexico, and return again in the early morning hours. Carlsbad also holds restoration camps of volunteers who clear the cave of lint from visitors' clothing and restore areas beside the trails.

Other conservation projects involve the protection of Native American artifacts, because as many as one-quarter of the show caves of the U.S. have been connected in some way with Indians.

The most effective form of preservation of caves comes under the heading of artificial caves, and one of the best U.S. examples was constructed under the Arizona desert. Using speleological consultants, the cave contains formations that are so well reproduced that a caver standing among them would feel right at home. There are over 15 artificial caves in the U.S.

A number of the country's show caves are protected by double glass entrance and exit doors. One example is Sonora Caverns in Texas. The doors help maintain the 98 percent relative humidity in room after room of snow-white crystals, helictites, clear calcite wings on the wall, fields of calcite crystals, a butterfly speleothem, and countless other delicate features. Similar to other caves in the country, cave air and environmental conditions are being monitored. In Sonora, for maximum surveillance, visitor tours are confined to 12 persons.

And in the western volcanic rim of the U.S. there are many extinct and some active volcanos where travelers drive for miles through old lava flows and walk near extinct craters. In Hawaii, volcanos are still fountaining, and it is possible to walk out on the lava and see the 2,000-degree-Fahrenheit magma flowing below. When the magma flows out, it leaves tunnels which after cooling have become interesting visitor trips. In the state of New Mexico, some of these tunnels exhibit ice stratas that are over 1,000 years old. Because of low population density in western regions, self-guided tours are used, and visitors often supply their own lights or may rent lanterns from a park headquarters.

Spelunking tours are offered throughout the U.S. and while these are sometimes controversial because of the effect they may have on the cavern environment, in Moaning Cave in California there is little effect on the cave because the visitor does not walk underground. He rappels downward 54 meters on a rope.

And farthest west at the edge of the Pacific Ocean, large mammals live along the rocky shore. Over 600 sea lions make the area in and near Sea Lion Caves, Oregon, their home. Visitors take an elevator down over 70 meters to a sea cave where the animals (some weighing as much as a ton) are separated from visitors by a glass partition. The sea lions continue their life cycles undisturbed, and visitors witness this cave and the mammals at close range.

The caves mentioned are only a few of the several hundred show caves of the U.S. but they give some special considerations. It will be the global objective of cave owners and operators to continue to improve methods for giving the maximum enjoyment to the visitor without jeopardizing the quality of the underground environments of the world's most rare and treasured caverns.

DIE SLOWAKISCHEN SCHAUHÖHLEN UND IHRE PROBLEME

Ivan Racko*

ABSTRACT [*The Slovak show caves and their problems*]

In 1960 the Slovak Caves Administration, which managed twelve Slovak Caves was founded. It was controlled by the Ministry of Culture of the Slovak Socialist Republic and comprised also the Museum of Slovak Karst and the Slovak Speleological Society - a free speleological organisation.

In 1981 such an Administration became part of the State Centre for the Protection of Nature. The main task of this centre was obviously the protection of nature in Slovakia but unfortunately many problem remained unsolved. The social movement in November 1989 accelerated the process to solve such problems and the Forum of Professional Workers of Show Caves was set up in Slovakia. Thanks to a very hard work, the first objectives were achieved on July 1, 1990 when the Ministry of Culture of the Slovak Republic signed the Document of Establishment and the Statute of the Slovak Caves Administration. The task of this administration is to ensure a good management of the show caves together with their suitable protection.

In cooperation with UNESCO, a sort of Chart for the protection of the karst areas should be developed in order to acknowledge Karst as a natural heritage of Earth because Karst is one of the most important ecosystems.

Show caves can play a relevant role in the development of these feelings in the public opinion.

RIASSUNTO [*Le grotte turistiche della Slovacchia ed i loro problemi*]

Nel 1960 è stata fondata l'Amministrazione delle Grotte Slovacche che dirigeva dodici grotte turistiche. Era controllata dal Ministero dell Cultura della Repubblica Socialista Slovacca e comprendeva anche il Museo del Carso Slovacco e la Società Speleologica Slovacca, una libera associazione di speleologi.

Nel 1981 tale Amministrazione divenne parte del Centro Statale per la Protezione della Natura. Il compito essenziale di questo centro era ovviamente la protezione della natura nella Slovacchia ma, sfortunatamente, diversi problemi rimasero insoluti. Il movimento sociale del Novembre 1989 accelerò il processo di risoluzione di tali problemi e venne fondato nella Slovacchia il Foro dei lavoratori professionali delle grotte turistiche. Grazie ad una intensa attività i primi risultati vennero ottenuti il 1° Luglio 1990 quando il Ministro della Cultura della Repubblica Slovacca firmò il documento costitutivo e lo statuto dell'Amministrazione delle Grotte Slovacche. Il compito di questa amministrazione è quello di assicurare una buona gestione delle grotte turistiche insieme ad una loro adeguata protezione.

In cooperazione con l'UNESCO, dovrebbe essere preparata una sorta di Carta per la protezione delle aree carsiche in modo da riconoscere il Carso come un bene di interesse mondiale dal momento che esso è uno dei più importanti ecosistemi.

Le grotte turistiche possono avere un ruolo essenziale nello sviluppo di questi sentimenti nell'opinione pubblica.

Ich bin sehr froh, daß ich beauftragt bin unsere Organisation, die Verwaltung der slowakischen Höhlen, vorstellen zu dürfen. Gleichzeitig bin

* Hruskova, 7, 0031 04 Liptovsky Mikulás (Slovakia)

ich mir bewußt wie schwer es ist, ihre Entstehung und die Zahl der Probleme, die zu lösen sind, in Kürze zu erklären.

Die Existenz der Verwaltung der slowakischen Höhlen ist mit der gesamten sozialen, ökonomischen und politischen Entwicklung in der Tschechoslowakei verbunden.

Die Höhlen als Objekte der gesellschaftlichen Interessen sind durch viele Änderungen gekennzeichnet. Es änderten sich die Verwalter der Höhlen, die Behörden und die Ministerien, die die Leitung hatten. In den letzten zwanzig Jahren waren die Höhlen im Rahmen der Slowakei vom Ministerium der Kultur geleitet werden. Aber trotzdem gab es Bewegungen, die nicht nur das Beste für die Höhlen brachten.

Im Jahre 1970 entstand zum ersten Mal die vereinigte Höhlenorganisation, die Verwaltung der slowakischen Höhlen, die die Verwaltung über 12 zugängliche Höhlen in der Slowakei inne hatte. Die Verwaltung war direkt vom Kulturministerium der Slowakischen Sozialistischen Republik geleitet und in den Rahmen dieser Organisation war auch das Museum des slowakischen Karstes eingegliedert. Auch die slowakische speläologische Gesellschaft, die freiwillige gesellschaftliche speläologische Organisation war an die Verwaltung angeschlossen.

Im Jahre 1981 war sie jedoch durch den Einfluß der administrativ direktiven Regierung in der damaligen CSSR in die neuentstandene Organisation eingegliedert, deren Aufgabe der Schutz der Natur in der Slowakei war. Ich werde nicht an dieser Stelle die Positiva und Negativa dieser Behörde analysieren, aber in Beziehung zu den Schauhöhlen hat es sich nach mehr als 9 Jahren gezeigt, daß es nicht mehr so weiter gehen kann. Viele angestante Probleme, im Prinzip allgemein bekannt und registriert, konnten nicht gelöst werden hauptsächlich aus ökonomischen aber auch aus organisatorischen Gründen. Noch vor November 1989 wurden die Mitarbeiter der Höhlen aktiv und formulierten klare Stellungnahmen, daß die einzige mögliche Lösung der Probleme der zugänglichen Höhlen die Erneuerung der vereinigten Organisation für die Leitung und den Betrieb der Schauhöhlen ist und zwar die Verwaltung der slowakischen Höhlen.

Die gesellschaftliche Bewegung im November 1989 beschleunigte den Prozeß, der unumgänglich war. Es entstand das Forum der professionellen Angestellten der Schauhöhlen der Slowakei, das durch seine aktive Arbeit sein Ziel am 1.7.1990 erreichte. Der Minister der Kultur der Slowakischen Republik unterzeichnete die Entstehungsurkunde und das Statut der Verwaltung der slowakischen Höhlen als der zentralen Organisation für Leitung, Verwaltung und kulturelle Ausnutzung der Regionen und der Höhlen in der Slowakischen Republik.

Die Aufgabe der Verwaltung ist die Entwicklung und die kulturelle Nutzung der Höhlen, ihre Verwaltung, die Werbung im Inland und im Ausland, die Sicherung der Schutzbedingungen der Höhlen und die Bildung der Bedingungen, die die Beschädigungen des Höhleninneren und der Umgebung verhindern.

Die Verwaltung der slowakischen Höhlen ist also wieder da und durch ihre Tätigkeit will sie zur angemessenen Bewertung der

Untergrundjuwelen der Schauhöhlen beitragen. Jede Verwaltung der Schauhöhlen, ob durch Privatpersonen, Aktiengesellschaften oder staatliche Behörden bringt viele Risiken und Probleme mit sich. Das größte Problem der Schauhöhlen ist wie überall in der Welt der Schutz der Karstphänomene und zwar direkt in der Höhle oder in ihrer Umgebung.

Wie kann man diesen Schutz erreichen und was betrifft er konkret? In welchen Formen kann die Höhle geschützt und dabei gleichzeitig auch verwaltet werden? In welche Form kann man die Besucher beeinflussen? Wie soll man sie bestrafen im Fall der Dekorationsvernichtung oder der Vernichtung der Karstumgebung? Auf Grund welcher Gesetze? Ist es eigentlich möglich, eine internationale Behörde zum Schutz des Karstes zu konstituieren? Wie soll man es erreichen, daß sie von einzelnen Staaten respektiert wird?

Es gibt viele Fragen, aber eins ist sicher. Diese Fragen müssen schrittweise beantwortet werden, und die Probleme müssen auch schrittweise gelöst werden in dem Sinne, daß die zukünftigen Generationen sich an einer wunderschönen Höhlenumgebung erfreuen und ausbilden können.

Schon im Jahre 1985 fanden in zwölf zugänglichen Höhlen der Slowakei Gespräche und Besichtigungen von Kommissionen statt. Das Ziel der Gespräche war die Optimierung der Arbeitsbedingungen und der Schutz des Karstes. Die Besichtigungen bezogen sich sowohl auf die Aussens als auch auf die Innenbereiche. Man hat hauptsächlich die Einhaltung der Schutzbedingungen der Höhlen verfolgt:

- Beseitigung der Abfälle nach Betrieb der Fremdenverkehrseinrichtungen in der Umgebung;
- Es wurde der Zustand der Kanalisation der Abfallwässer im Sinne der gültigen Vorschriften der Wasserwirtschaft und der Hygiene geprüft;
- Der Schutz des Karstgebietes vor unerlaubten Mülldepots
- Es wurde die landwirtschaftliche Tätigkeit in den Regionen verfolgt, wie auch die Beschädigungen der Vegetation und der Wälder;
- Man prüfte die Kommunikationen und ihre Streuung im Winter in Zusammenhang mit der Qualität der Untergewässer;
- Zustand der Touristenwege und ihre Umgebung;
- Zustand der Parkplätze und ihre Kapazität;
- Zustand und Ausbau der Eingangsbereiche der einzelnen Höhlen;
- Niveau der geleisteten Dienste und Niveau der Begleitung.

DAS HÖHLENINNERE

Hier wurde der Gesamtzustand der Besichtigungswege mit Rücksicht auf Sicherheit der Besucher kontrolliert und die Beleuchtung der Höhlenräume, die Verschmutzung der Wege durch die Besucher oder die Umgebung in Zusammenhang mit Eingriffen in die Elektroinstallation während Reparatur- und Wartungsarbeiten (Kabelreste, Schläufe, Holz, Metallteile und Arbeitswerkzeug).

Während der Jahren und durch verschiedene Verwalter der Höhlen waren manche Höhlenecken verschmutzt bei oben angegebenen Arbeiten durch Abfallmaterial. Die Nichteinhaltung der Verträge oder unvollständige Verträge verursachten einen ernsten Eingriff in die Höhlenumgebung. Manche zugängliche Höhlenteile erwecken im breitesten Schutzkontext den Eindruck eines Mülldepots. Die angefangene Beseitigung dieses Zustandes fördert schon hohe Strebung und finanzielle Kosten.

Die Höhlendekoration, besonders die Stalaktiten, waren während des Betriebs in vielen Höhlen fast systematisch vernichtet worden. Die hohe Anzahl von Besuchern, vor allem in den Höhlen die das ganze Jahr geöffnet sind, verursachte wesentliche Vernichtung im Innere der Höhlen. Diese Vernichtung fing in den Sechzigerjahre an und dauert noch bis zum heutigen Tage. Es ist notwendig Maßnahmen zu treffen, die die weitere Vernichtung der Dekoration verhindern. Dieses sehr ernste Problem stellt die Wucherung von Moos und Algen dar.

Außerdem, haben wir auch Eishöhlen die kontrolliert werden müssen. Auch in diesen Höhlen, kann man sagen, daß durch Eingriffe viele Schäden verursacht worden sind.

Eins der wichtigsten Faktoren des Höhlenschutzes neben den natürlichen Möglichkeiten des Schutzes der Umgebung (damit wird die Entfernung der Dekoration von den Wege gemeint), ist die Aufsicht durch Begleiter oder die Kontrolle durch technische Einrichtungen, zum Beispiel Kameras, Sensoren, Alarmeinrichtungen und so weiter. Die anderen Hindernisse als Netze, wie Kunstglas und Gitter lösen das Problem nicht.

Die hochwertigen Sicherheitseinrichtungen sind teuer und zur Zeit für uns nicht erhältlich. Das gleiche Problem stellt sich für die Begleiter. Die qualifizierten Begleiter sind auch sehr teuer. Ich möchte Ihnen ein Teil vom Bericht zitieren den im Jahre 1988 gemacht worden ist bezüglich der Ergebnisse der Prüfungen die im Jahre 1985 gemacht worden sind: iefen die Probleme in die Zukunft und schieben die Möglichkeit der endgültigen Lösungen weiter.

Die Lösung der Probleme ist möglich nur dann, wenn es zu den qualitativen Änderungen des Systems kommt nicht nur in den Höhlen aber auch in der ganzen Gesellschaft. Das muß mit der Forschung und mit der methodischen Hilfe der Fachleute für Karst und Naturschutz verbunden werden. Nur so können die Interesse der Besucher und die Qualität der geleisteten Dienste und Höhlenschutz geeinigt werden.

Das weitere Problem, das nicht direkt mit Höhlenschutz verbunden ist, ist die Höhe des Eintrittspreises. Die heutigen Preise der Höhlen in der Slowakischen Republik sind im Vergleich mit den Eintrittspreise im Ausland wirklich lächerlich, aber im Vergleich mit den realen Einkommen der Bürger der Tschechoslowakischen Republik können wir feststellen daß diese relativ hoch sind. Hier entsteht fast ein philosophisches Problem. Wenn wir die Preise auf 50% der vergleichbaren Höhlenpreise in Europa erhöhen, sinkt die Besucherzahl der einheimischen Besucher aufs Minimum und das wird sicherlich nicht positiv sein. Im Fall der Preiserhöhung muß auch die Qualität der Dienstleistungen erhöht werden (Parkplatz, Erfrischung, Höhlenbesichtigung, Gepäckaufbewahrung, Souvenirverkauf

und so weiter).

Wenn wir wieder auf unsere soziale ökonomische Situation kommen, wissen wir daß die Ökonomie unseres Landes nicht diese Schutzprobleme lösen kann denn wenn wir auch bessere Bedingungen haben, kann die Höhle trotzdem immer beschädigt werden denn die Anzahl der Besucher ist zu groß. Also, was können wir dann tun ?

Auch in Gegenwart sind die Höhlen unter dem gesetzlichen Schutz des Staates. Aber auch trotzdem ist die Bestrafung des Schadenverursachers sehr selten. In unserer Gesetzgebung existiert eine unvorstellbare Lücke. Es gibt keine gültige Preisliste der Karstelemente, keine Strafspanne, es gibt Problemen mit Beweisverfahren und die Höhlenangestellten haben in diesem Sinne keine Rechte. Sollte der Schadenverursacher ein Ausländer sein, dann ist die Katastrophe vollkommen. Reiche Erfahrungen haben wir auf diesem Gebiet leider meistens mit den Besuchern aus dem ehemaligen Ostblock.

Ich glaube daß dieser Internationale Verband der Schauhöhlen uns helfen könnte bezüglich die Bewahrung und den Schutz unserer Höhlen und dies könnte in Zusammenarbeit mit der UNESCO gemacht werden. Es sollte ein gesetzliches Dokument ausgearbeitet werden zum Schutz der Höhlen und dieses Dokument sollte von allen Nationalparlamente angenommen werden. Die Grundideen des Dokumentes sollten folgendes beinhalten :

- die Definition des Karstes als Naturerbschaft der Erde
- der Karst ist eine der wichtigsten Größe des funktionsfähigen ökologischen Systems der Erde
- die Speläologie ist ein untrennbarer Teil der menschlichen Forschung der Erde mit breiter Wichtigkeit
- mit seinen Phänomen bietet der Karst den Menschen riesige Möglichkeiten zur klugen Ausnutzung zum Beispiel :
 - a) die Entwicklung der Speläologie als Wissenschaft;
 - b) die Entdeckung der Karstphänomene für die Menschen durch verschiedene Formen;
 - c) die Speläotherapie;
 - d) die physische und geistliche Regeneration der Kräfte in der Natur;
 - e) die Bildung der Menschen zum Naturschutz.

Die Höhlen stellen nur ein Stückchen in der langen Kette der Karstproblematik dar und sind am Anfang und am Ende der Strebung der Höhlenforscher in der ganzen Welt. Höhlenmonitoring und Informationsaustausch unter den ISCA Mitgliedern kann die Sprungchance zur breiten internationalen Zusammenarbeit sein, deren Früchte sollten qualitativ und kulturellhochwertige Betriebe der zugänglichen Höhlen sein. Der unabtrennbare Anteil und erste Bedingung des Betriebes wird der Schutz der Höhlenräume und Umgebung sein.

Meiner Meinung nach, ist die Hauptsache ganz bestimmt der Schutz unserer Höhlen, unserer Umwelt und ich glaube in unsere zukünftige Zusammenarbeit,

KURZER BERICHT ÜBER DIE PROBLEME DES HÖHLENTOURISMUS IN JUGOSLAWIEN

France Habe*

SUMMARY [Short note on the problems of the Yugoslav show caves]

In the frame of the IUS, the activities concerning the Yugoslav show caves are reported and the most relevant problems are emphasized.

RIASSUNTO [Breve nota sui problemi delle grotte turistiche in Jugoslavia]

Nell'ambito dell'IUS, vengono descritte le attività riguardanti le grotte turistiche jugoslave evidenziando i problemi più rilevanti.

Als Vorsitzender des Departements für den Karstschutz und Schauhöhlen bei der Union Internationale de Spéléologie und zugleich in Jugoslawien will ich kurz berichten, was sich in dieser Hinsicht in Jugoslawien und besonders in der Republik Slowenien verändert hat. Wie bekannt, ist die Skocjanske jame bei Divaca die einzige europäische Schauhöhle, die in die Liste der Natur- und Kulturerbes bei der UNESCO im Jahre 1986 eingetragen wurde. Leider werden diese Höhlen durch die noch immer starke Verschmutzung des Ponorflusses Reka (Er fließt vor der Höhle in der III. oder sogar in der IV. Qualitätsklasse).

Die Kommission für den Höhlenschutz und Schauhöhlen bei der speleologischen Föderation Jugoslawiens veranstaltete deswegen schon das zweite Symposium im Mai 1990 in Sezana, wo neben den allgemeinen Problemen des Karstschutzes hauptsächlich zwei Probleme angeschnitten wurden: die Sanierung des Ponorflusses Reka (Timavo), die nach dem Osimov-Vertrag mit Italien ein internationales Problem bedeutet.

Nach dem Beschluss von UNESCO muss die Sanierung des Flusses Reka bis zum Ende des Jahres 1991 vollendet werden.

Anbei eine Bemerkung: leider wird auch der berühmte Grottenmolc *Proteus anguinus* in der Höhle von Postojna wegen der Verunreinigung des Ponorflusses Pivka bedroht.

In Jugoslawien gibt es augenblicklich 42 Schauhöhlen, von denen sind 16 in der Republik Slowenien, unter denen zwei Weltschauhöhlen, die Höhle von Postojna und Skocjanske jame. Leider werden alle diese Höhlen verschieden betreut. So werden diese Schauhöhlen von verschiedenen wirtschaftlichen und anderen nicht fachmännischen Organisationen geführt. Nur 6 Schauhöhlen sind in der Hand der Höhlenforschervereine. Gerade die Frage der Verwaltung der Schauhöhlen war am II. jugosl. Symposium in Sezana im Vordergrund.

Darum wurde dabei beschlossen, dass es dringend nötig sei im Rahmen der einzelnen Republiken einen einheitlichen Fachkörper zu gründen,

* Vojkova 2, Postbox 44, SLO 66230 Postojna (Slovenia)

der die Aufgabe hätte, eine einheitliche Richtung zum Zwecke der Eröffnung, der Infrastruktur, Führung und Propaganda der Höhlen zu organisieren. Dass es dringend nötig ist, eine einheitliche Organisation zu gründen, beweist der unglückliche Tod einer jungen Biologin in der Planina-Höhle am Rande des Planinsko polje am 27 Oktober 1991, aufgrund der nicht ausreichenden Vorschriften über den Besuch der Höhle. Diese vorgeschlagene republikanische Fachkörper sollen von den fachmännischen speläologischen, touristischen und Umweltschutzorganisationen gebildet werden.

In der letzten Zeit plant die neue slowenische Demokratie bei den beiden slowenischen Weltschauhöhlen- bei der Höhle von Postojna und Skocjanske jame, ein Consortium, einen Höhlenrat oder eine Höhlenkommission zu gründen, die schon 1824 die leitende Rolle bei der Höhle von Postojna spielte.

Schon heute verzeichnet die Postojnska jama jährlich bis 900.000 Besucher. Diese Zahl wird sich bestimmt noch erhöhen können, wenn es uns gelingen wird, die Industrie wie auch die lästigen Kasernen, die stark zur Verunreinigung des klassischen Karstes beitragen, schnell abzuschaffen.

PROBLEMS OF SHOW CAVES IN BOHEMIA AND MORAVIA

Milka Dusan*

SUMMARY.

In the last years the show caves in Bohemia and Moravia were administrated by the Ministry of Culture with the status of a state assisted organization. That means that they were considered as those organizations not self-sufficient, without connections with tourism.

Presently, the management of the show caves in Bohemia and Moravia is at a cross-road: to remain under the administration of the Ministry of Culture or move under the newly formed Ministry of Environment. In the latter case the cave management should change into a business organization similar to a private body.

We believe that these problems can be fairly solved by the newly formed National Show Caves Association.

ZUSAMMENFASSUNG [*Probleme des Schauhöhlen in Böhmen und Mähren*]

In den vergangenen Jahren wurden die Schauhöhlen in Böhmen und Mähren durch das Kulturministerium verwaltet, wobei diese als "zuschussgetragene" (d.h. staatlich geförderte) Organisationen eingerichtet wurden. Des halb wurden sie als ökonomisch selbsttragend betrachtet und als solche von weiteren Bindungen, etwa an den Reisebetrieb abgeschnitten.

Gegenwärtig befinden sich die Verwaltungen der Schauhöhlen in Böhmen und Mähren an einem Scheideweg: Es handelt sich um die Frage, ob es weiterhin staatlich geförderte Organisationen bleiben oder ob es selbständige Unternehmen werden sollen; ob die zentral dirigierte Verwaltungen der Schauhöhlen weiterbestehen ob sie als Bestandteile der auf den Reisebetrieb orientierten Aktiengesellschaften oder als privatisierte Betriebe weiterexistieren sollen.

Wir möchten glauben, dass diese Probleme seitens der neuentstehenden Landesorganisation der Schauhöhlen gelöst werden.

In the middle of the Fifties the central authority moved also in the field of show caves management. At the time, show caves were operated by private persons or by cooperatives, nearly as in other countries.

In Moravian Karst, the most known area in Czech Republic, the show caves Punkevní, Katerinská, Balcarka and Sloupské were operated by the association "Turista". They were managed according to economic criteria in order to be self-sustaining, of course in connection with other tourist activities. E.g. the association "Turista" operated also some regular bus connection from the town of Blansko to the centre of Moravian Karst.

Other caves were private property: Chynov cave in the southern Bohemia was the property of the Rothbauer family. Thanks to a sensitive management and notwithstanding the lack of speleothems, it was regularly

* 512 13; Bozkov 253 (Slovakia)

visited by tourists

In 1956, a Nature Protection Act was passed in Bohemia and Moravia. According to this Act, show caves were declared protected natural objects and in the frame of the last wave of nationalization, they were transferred under the Ministry of Culture.

I agree that caves are part of the National Cultural Heritage and that show caves may be linked to other cultural activities. But the intentions of our central authorities were moved by a political view and slowly show caves became pure "containers" of cultural events sometimes without any connection with the cave itself.

According to these criteria show caves were evaluated, e.g., according to the number of lectures or the number of exhibitions installed every year. Concerts were also organized in show caves and musical festivals were common especially in Moravian Karst. In another case a cave was transformed into a theatre; a show cave in the northern Moravia was used as an exhibition for a sculptor and the tourist paid not only for visiting the cave but also for visiting the exhibition.

The original idea to give to artists and to visitors unusual and unique atmospheres became the leading criterion for the managers of show caves. When advertising was reduced because the state had to save money, in some caves the salaries of staff depended on the number of visitors, that means on tickets sold. In Bozkov Dolomite Caves it took a lot of time to persuade our boss that it is not possible to use the number of tourists as the unique index of activity and, what is the worst, to plan a growing number of visitors every year.

Who knows our small caves with narrow passages, he can imagine that in the full season, in the years 1986-1989, we were not able to increase the number of visitors simply because of the lack of space. On the other hand services connected with show caves like refreshment, accommodation, snaps photo, etc. were cancelled or transferred to other organizations. Reason? Coffee or hot dogs have nothing to share with culture! In show caves, only souvenirs with a given cultural level controlled by a central authority can be sold.

My personal opinion is that managers of show caves should try to keep a certain equilibrium between the number of visitors and the protection of the cave environment. But when the national economy is depressed, when the tourists industry is not developed, when advertising is reduced, the managers of the show caves are not able to influence the changes of the number of visitors.

Concerning the protection of caves, which was organized by the Ministry of Culture, let me emphasize some main points. I do not think that there is any cave in my country where the protection is to be put in the first place, e.g. like in Bear cave in Poland. For our show caves, the tourists who came after a whole-year-hard-work to have leisure and to see caves had the highest priority.

I do not mean that our caves were left in the hands of the visitors because the show caves managers did their best to preserve the treasure of their speleothems. Nevertheless many of these speleothems were destroyed.

In the high season many show caves were overcrowded mainly by large groups of organized tours and the maximum number of visitors was exceeded.

A certain amount of damaged speleothems was the obvious consequence. The managers interested in the protection of caves were stressed but they were also sometime responsible because of the low standard of the protection actions.

In late eighties the problem reached its maximum because there was not enough money from Ministry of Culture for further development of caves, particularly for investments. In that period the number of tourists increased of about 25 to 30% with reference to previous years. The general situation worsened and the protection of caves was jeopardized. Many managers developed secondary protection systems to counterbalance the growing number of tourists in caves. Sometimes the visit conditions in caves were changed; e.g., the guide stopped to give explanations in such places only where he could see all tourists or a second guide was placed at the end of the group. In some parts of the caves, technical protective measures, like nets, were used.

Concerning to the relation between protection and budget, my opinion is that any economic pressures on caves may result in a danger for it independently if the cave belongs to the state or to a private. But my feeling is that the economic pressure may be higher for private caves.

A positive role was played by the state during the opening of caves for tourists because it costs a large amount of money. I want to call your attention on the example of the Bozkov Dolomite cave, the youngest show cave in Czech and Slovak Federative Republic. The setting of these show caves was better than in many other caves abroad and I can hardly imagine a private person investing so much money in such an endeavour.

Presently the main problem, after the conditions of our republic changed radically, is the question to know in which direction the development will move and who will be the owner of the show caves. All present cave managers are against privatization because they fear an increased devastation of the cave environment.

The fact is that middle and younger generations have no business experience and most of the caves have no clear development plans. In particular some buildings are obsolete and rather few caves only are self-sustaining; most of show caves need additional contributions. In the present condition of economic stress with the transition to a capitalistic economy in C.S.F.R., also the cave management has to adapt to the new situation.

Therefore cave managers tried to organize their association at the beginning of 1990. They tried to find funds for the association in order to support caves budget. Initially this association should receive additional support, as grants from the state, and distribute it to individual caves. Then these grants should be gradually lowered until the show caves could be completely self-sustaining.

We would like to follow the examples of other associations. Thanks to Mr. Russel H. Gurnee we could get the know-how from the American National Association. Obviously the situation and the conditions in tourist industry in

Czech and Slovak Federative Republic and in the USA are completely different and the know-how cannot be transferred without any change and we should find out our own way.

In past years, many speleologists travelled abroad but unfortunately cave managers did not. Now, after the so called "Velvet Revolution" our boundaries are open and we would like to exchange information on show caves management abroad.

I hope that our show caves association in the frame of I.S.C.A. will contribute to the solution of this problem. In the Czech and Slovak Federative Republic there are nice, interesting and, in some case, unique show caves deserving much attention.

In the present time the Ministry of Environment in Czech Republic is willing to co-ordinate all show caves and organize a unified management of the existing 12 show caves. The protection of caves should be emphasized and the economic base should be formed by grants. Time will show if it is the best solution to the problems of show caves in Bohemia and Moravia.

PROBLEMI TURISTICI DELLA GROTTA GIGANTE NEL CARSO TRIESTINO.

Fabio Forti*

RIASSUNTO

Il lavoro presenta l'evoluzione turistica della Grotta Gigante in 80 anni (1908 - 1989) di apertura al pubblico. Inizialmente in concorrenza con altre grotte turistiche, anche ben più famose (Postumia, S. Canziano), dopo la II^a Guerra Mondiale rimase l'unica grotta turistica in questa zona d'Italia. Successivamente la Grotta Gigante ha saputo, sia pur lentamente, adeguarsi alle mutate esigenze dei tempi, attrezzandosi via via sempre più per venire incontro ai crescenti flussi turistici.

Negli ultimi anni però si è verificato un leggero ma costante calo di visitatori, le cui cause sono state individuate in fenomeni la cui soluzione non spetta alla Grotta Gigante: questi sono esposti ed analizzati e viene richiesta la collaborazione delle altre grotte turistiche per elaborare una strategia comune ove simili fattori si siano verificati.

SUMMARY [*Tourist problems of Grotta Gigante in the Trieste karst*]

The paper reports the tourist evolution of the Grotta Gigante (Giant Cave), near Trieste (Italy) during 80 years (1908 - 1989) of its opening to the public. At the beginning it entered in competition with some other local show caves, even much more famous (like Postojna and Stocjan), after the II World War on account of the change of the state boundaries it remained the sole show cave in that part of Italy. Then the Grotta Gigante succeeded, even if slowly, to cope with the changing touristic demands, improving more and more its facilities to follow the increasing touristic flows. In recent years the visitors decreased slowly but steadily. Such a decrease is due to reasons independent of the management of the Grotta Gigante; these facts are reported and analyzed and the cooperation of other show caves is asked in order to establish a common strategy when similar factors are present.

PREMESSA

La Grotta Gigante, una volta chiamata «Riesen Grotte», ha iniziato la sua vita turistica nel 1908. A quel tempo il territorio carsico, alle spalle della città di Trieste, faceva parte dell'Impero Austro-ungarico. Sul Carso vi erano però altre grotte di grande fama e richiamo e dotate di attrezzatura turistica, come le Grotte di Postumia (1818) e la Grotta di S. Canziano (1822).

Altre grotte con attrezzature parziali per le visite turistiche, venivano utilizzate solo in particolari periodi o su richiesta, tali erano ad esempio, la Grotta di Corgnale, la Grotta Rodolfo, la Grotta del Fumo, la Grotta Clementina ed altre ancora. Per la Grotta Gigante i suoi primi tempi furono simili alle

* c/o Commissione Grotte "E. Boegan, Via Machiavelli 17, I-34132 Trieste

cavità di interesse turistico secondario, anche se fin dal 1908 ebbe un'attrezzatura completa, con scale e sentieri, che la percorrevano in ogni sua parte.

Il grosso problema di questa vasta cavità è stato ovviamente quello della sua illuminazione. Da manifesti ed articoli sui giornali dell'epoca, apprendiamo che la grotta veniva «illuminata» alcune volte all'anno, usando dalle 3000 alle 5000 candele. In altri momenti era possibile visitarla, accompagnati da una guida che utilizzava una semplice lampada ad acetilene con due beccucci ed un grande specchio riflettente. Praticamente si riusciva stentatamente a rendersi conto dell'immensità dell'ambiente ipogeo. Questa situazione si protrasse per un lungo periodo di tempo, dal 1908 al 1949, anno in cui ebbe inizio la prima fase del lancio turistico della Grotta Gigante e che appena dal 1957, con l'avvento dell'impianto elettrico, si passò alle visite regolari, giornalieri, con un'organizzazione turistica moderna.

I PROBLEMI DEL 1° DOPOGUERRA

Dopo il 1918 con la vittoria italiana sull'Austria, i territori del Carso classico, dell'Istria, della zona di Postumia e dei grandi altopiani della Selva di Tarnova, di Piro e del Monte Nevoso, passarono sotto alla sovranità italiana. Luigi Vittorio Bertarelli, il dinamico Presidente del Touring Club Italiano, si occupò in prima persona della valorizzazione delle Grotte di Postumia, creando le premesse per un vero e proprio rilancio turistico, anche di tipo popolare, di questo prezioso gioiello che era entrato a far parte del nostro paese.

Negli anni successivi la Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie di Trieste, divenuta nel frattempo Sezione del Club Alpino Italiano, dette inizio ad una serie di importanti lavori per una migliore sistemazione del percorso turistico delle Grotte di San Canziano, chiamate anche «Grotte del Timavo». Tutti gli sforzi furono dunque indirizzati verso Postumia e San Canziano, creando così le premesse per un nuovo tipo di «turismo sotterraneo», parola questa coniata proprio in quegli anni. La Grotta Gigante, senza alcun miglioramento interno, entrò comunque a far parte delle tre grotte turistiche classiche del Carso, ossia della bellezza di Postumia, dell'orrido di S. Canziano e della grandiosità della Gigante. Furono queste le frasi con cui si stimolavano i visitatori a percorrere le terre «redente» e ad ammirare le bellezze del Carso nascosto.

LA FINE DI UN'EPOCA

Il grandioso sconvolgimento creato dalla seconda guerra mondiale (1939 - 1945), lasciò dei segni profondi e dolorosi sulle terre di confine. Il trattato di pace smembrò completamente la Venezia Giulia e con essa la maggior parte del territorio del Carso classico. Una piccola striscia del Carso rimase al di qua del nuovo confine, ma fu appena nel 1954 che la sovranità italiana ritornò su Trieste e sul suo piccolo territorio. Postumia, S. Canziano

passarono alla Jugoslavia e quindi sotto una sovranità non legata più con Trieste e con la speleologia italiana. In Italia, Postumia fu sostituita con la Grotta di Castellana e l'ultimo direttore di Postumia, il compianto Prof. Franco Anelli, fu anche il primo direttore di questa nuova realtà turistica pugliese, da lui esplorata nel 1938. Nel piccolo lembo residuo del Carso Triestino rimaneva dunque la Grotta Gigante, quale unico esempio di cavità turistica.

IL TURISMO NEL SECONDO DOPOGUERRA ALLA GROTTA GIGANTE

Nel 1949 con la riorganizzazione delle forze residue della Commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie (SAG), riprendeva anche l'attività connessa con le visite turistiche alla Grotta Gigante. Dal 1949 al 1957, la grotta continuò ad essere illuminata 6 - 8 volte all'anno con fanali ad acetilene. I visitatori, per lo più locali, furono contenuti in poche migliaia per anno. Continuarono anche le visite singole con accompagnamento di guida con un solo fanale. Con la sistemazione del primo impianto elettrico (1957) e la costruzione di due palazzine per la cassa, il custode ed il museo di speleologia, la grotta ebbe quella minima attrezzatura per poter entrare nel novero delle grotte turistiche dotate di una sistemazione continuativa per le visite.

Per parecchi anni non sorsero particolari problemi di propaganda, anche perchè la scarsa diffusione dei mezzi di trasporto sia pubblici che privati, limitava la provenienza dei visitatori alla città di Trieste ed alla Regione Friuli - Venezia Giulia con sporadiche presenze anche di altre regioni italiane; gli scarsi visitatori stranieri erano in prevalenza tedeschi.

LA RINASCITA DEL TURISMO IPOGEO (1965 - 1975)

Il boom economico degli anni '60, la sempre più larga diffusione dell'automobile in tutti gli strati sociali, le ferie, la voglia di conoscere, i problemi connessi alla nuova cultura di massa, fecero sì che le presenze in Grotta Gigante aumentarono di anno in anno. Scorsero così problemi di posteggio per le macchine, di segnaletica stradale, di propaganda commerciale, il tutto contenuto però in una certa «approssimazione turistica». Si intende che in quegli anni le persone avevano pochissime esigenze, si accontentavano facilmente, vi era insomma uno spirito di avventura nella nuova «libertà» di movimento del nostro popolo e di quelli dell'Europa Occidentale.

Il servizio in Grotta Gigante era ormai costituito da un gruppo di guide fisse, di custode, di cassiera, ma almeno non vi erano grossi problemi contabili: tutto funzionava con una certa approssimazione, molta inventiva e le spese generali erano molto contenute. Cominciarono però a delinearci alcuni nuovi problemi relativi alla sistemazione interna della grotta. Un po' alla volta i sentieri in terra battuta vennero sostituiti con il cemento, le persone ormai non visitavano più la grotta con scarponi da montagna come un tempo, ma con normali scarpe da passeggio, l'impianto elettrico dovette essere potenziato, la gente non si accontentava più di «intravedere», voleva

«vedere». Le strade esterne furono ampliate ed asfaltate, altrimenti i visitatori sensibili all'usura delle gomme delle proprie automobili se ne sarebbero andati altrove.

Bisognò inventare una propaganda più capillare; cominciò ad affacciarsi il problema del turismo scolastico concentrato nel periodo primaverile. Cominciarono ad arrivare le comitive di tipo sociale, sportivo, culturale. Si svilupparono insomma nuovi problemi e nuovi orizzonti, con un'invadente problematica di impatto culturale - turistico a seconda del «tipo» del visitatore.

LE RECENTI ED ATTUALI PROBLEMATICHE TURISTICHE (1975 - oggi)

Il numero dei visitatori aumentava costantemente ad un ritmo medio del 15% ogni anno arrivando così nel 1984 a superare i 100.000 turisti/anno. Fu questo un momento assai particolare nella storia della Grotta Gigante. La città di Trieste e le sue attrezzature turistiche si accorsero che la grotta era divenuta un «polo» di attrazione piuttosto importante per tutta la Provincia di Trieste e che, per numero di visitatori, la grotta veniva superata solamente dal Castello di Miramare.

A questo riguardo venne posta maggiore attenzione ai quesiti che la Direzione della Grotta Gigante da tempo poneva alle varie Autorità locali. L'Azienda di Soggiorno e Turismo iniziò un colloquio più stretto per i numerosi problemi «logistici», riguardanti però un po' tutto il Carso Triestino e la Grotta Gigante in particolare, anche se per una strana ragione, il territorio carsico che sta alle spalle di Trieste non rientrava nelle competenze dell'Azienda di Soggiorno, anzi non rientrava in alcuna competenza turistica.

Contemporaneamente le nuove leggi fiscali rendevano sempre più complessa la gestione della grotta e la normativa in materia di «sicurezza» creava nuove problematiche, talune di difficile soluzione. Ciononostante fino al 1986 si assistette ad un'ulteriore aumento dei visitatori, anno questo in cui si raggiunse la cifra record di circa 116.000.

Ma improvvisamente, negli anni successivi, vi fu una costante diminuzione, per ritornare nel 1989 a circa 93.000, cifra questa che avevamo raggiunto già nel 1982. Che cos'era successo? Le spese di propaganda furono costantemente aumentate a partire dal 1986, l'Azienda di Soggiorno e Turismo ci aiutava a far conoscere la Grotta Gigante in mostre e fiere in tutta Europa, la gente indubbiamente si muoveva di più e con maggiore facilità di un tempo. Evidentemente avevamo sbagliato o trascurato qualcosa nella propaganda, oppure la nostra attrezzatura turistica aveva delle carenze e con il tempo si riflettevano in modo negativo.

Tutte queste novità ci portarono a fare un'attenta analisi delle cause di tale diminuzione, anche considerando infine che nell'arco degli ultimi anni avevamo ottenuto dell'ANAS, Provincia e Comuni vari la sistemazione di numerose tabelle segnaletiche GROTTA GIGANTE nei più importanti punti della Provincia di Trieste.

I risultati di detta analisi rilevarono inoppugnabilmente che con l'estendersi dei lavori della nuova autostrada sul Carso Triestino, per

collegare il posto di frontiera di Ferneti con il Porto di Trieste e con la nuova grande viabilità Trieste-Venezia e Trieste-Udine-Travisio, diminuiva contemporaneamente il flusso turistico sul Carso e conseguentemente nelle grotta.

E' ovvio che la cosiddetta viabilità normale (Strade Statali) è permeabile al turista per continui incroci con la viabilità secondaria (strade provinciali, comunali, vicinali). Le autostrade, per loro stessa configurazione, scavalcano o sottopassano tutti gli altri tipi di viabilità cosiddetta «ordinaria». Gli svincoli, essendo costosi, sono rari ed in un territorio ristretto come il Carso Triestino, sono previsti solamente in pochissimi punti, in particolare per i collegamenti con la città di Trieste. Vi è ancora da aggiungere che la maggiore sicurezza delle autostrade invoglia a correre di più, a fare meno attenzione alla segnaletica che indica località secondarie e vi è più fretta di raggiungere il confine di stato.

Bisogna considerare che la Grotta Gigante non si trova in prossimità di una strada principale, ma nel bel mezzo del Carso, lungo strade comunali del tutto secondarie, alle quali si accede percorrendo un tratto di una strada provinciale, che sbocca a sua volta sulla nuova autostrada in corrispondenza di un svincolo piuttosto complesso.

Tutti questi «fatti» sono stati trattati in diverse riunioni con ANAS, Regione, Provincia, Comuni, Azienda di Soggiorno e Turismo e si è evidenziato che siamo in presenza di un nuovo problema turistico, condizionato dal fatto che le autostrade aumentano in traffico veicolare in assoluto, ma diminuiscono quello relativo alla fruizione turistica dei territori che attraversano.

L'argomento è dunque importante e va affrontato in maniera globale e non settoriale. Con ciò si vuole dire che non è sufficiente porre in prossimità degli svincoli autostradali delle tabelle segnaletiche di uscita con un'indicazione progressiva, ma prolissa, di località perchè tali indicazioni vengono lette di sfuggita, a meno che il turista non abbia già visto, molti chilometri prima, un chiaro «invito», come ad esempio, nel nostro caso: «STATE ENTRANDO NELLE TERRE DEL CARSO», con sotto la più completa indicazione di tutti gli oggetti e località da «vedere» e le uscite corrispondenti.

Questo tipo di invito non va posto nei tratti di autostrada dove la velocità è elevata, ma in corrispondenza dei caselli di uscita di fine tratta; nel caso nostro vi è un casello all'inizio del territorio carsico e l'autostrada che segue non ha altri caselli fino al confine di stato.

Tutto ciò porta ad un'altra considerazione, ossia a quella degli spazi di parcheggio con servizi, in prossimità dell'oggetto da visitare, considerando infine che vi è una clientela sempre più numerosa che intraprende i viaggi per le vacanze con camper, roulotte, ecc.

Una delle domande più frequenti che ci sentiamo fare dai visitatori della Grotta Gigante è: «cosa c'è altro da vedere nei dintorni?». Ciò impone un'altra considerazione: è evidente che molti turisti non vengono sul Carso per visitare la «sola» Grotta Gigante, ma da informazioni generiche in loro possesso vogliono avere una visione d'insieme del Carso (punti panoramici, doline particolari, castellieri preistorici, campi solcati), oppure vogliono conoscere l'architettura dei paesi, gli usi, i prodotti locali, ecc. Ecco allora che

lo slogan «State entrando nelle Terre del Carso», acquista un nuovo significato turistico.

Ma qui iniziano anche i guai. Per dare una risposta a tutti i quesiti che i visitatori ci pongono, non bastano le forze di informazione di una semplice «grotta turistica», è necessario l'intervento di uffici regionali, provinciali, comunali, preposti alle necessità turistiche del territorio, delle Comunità Montane, delle Aziende di Soggiorno e Turismo, delle Soprintendenze ai Monumenti ed Antichità, dell'ANAS, delle Società che gestiscono le autostrade e così via.

Come si può agevolmente osservare la materia è assai complessa, i vari enti citati spesso agiscono indipendentemente l'uno dall'altro, ciascuno poi tende a privilegiare certi argomenti turistici, altri non se ne interessano affatto, altri ancora temono di trattare la materia turistica, perchè può significare la concessione di contributi, permessi, deroghe, ecc. Non ultimi vengono i problemi ambientali: infatti ogni iniziativa turistica viene guardata con sospetto dalle Autorità preposte, perchè temono le eccezioni talora più o meno fondate degli ambientalisti che generalmente si oppongono a qualsiasi iniziativa che potrebbe significare «sottrazione di territorio per usi cosiddetti commerciali».

CONCLUSIONI

Dopo aver illustrato e commentato la storia della vita turistica della Grotta Gigante, viene da considerare che vi sono dei problemi sorti negli anni recenti e che investono non solo questa grotta, ma riteniamo anche altre realtà turistiche consimili.

In sintesi, vi sono dei rapporti piuttosto complessi, talora difficili, talaltra di incomprendione, con varie realtà pubbliche e private in merito ai problemi gestionali di una struttura turistica un po' complessa, qual'è una grotta.

Tutto quanto sopra esposto presuppone una verifica in campo nazionale, per valutare se le altre grotte turistiche italiane abbiano problemi consimili, come siano stati risolti, oppure quali potrebbero essere gli interventi comuni, per sviluppare un discorso a più largo respiro, per eventuali interventi presso le varie autorità competenti.

VALORISATION ET DEVELOPPEMENT TOURISTIQUE DE LA "GROTTA DI BOSSEA" (Frabosa Soprana, Cuneo, Italie)

Guido Peano* & Giorgio Fisanotti**

ABSTRACT [*The exploitation and devopment of the "Grotta di Bossea" as a show cave*]

The Bossea Cave has a great interest from the point of view of nature and the environment because many karst and speleogenetic processes are still active. The water stream flowing in the cave was the determining factor of some picturesque morphologies and splendid scenographic effects.

An underground laboratory for experimental researches (the "Bossea Scientific Station") was established in the cave and is operating since 1969 (Biological Section) and 1982 (Physical Section).

The cave has been explored and studied since 1850 and opened to the public in 1874. At present its exploitation can be furtherly emphasized.

For this purpose a programme was prepared according the following items:

- 1 - rearrangement of the tourist facilities
- 2 - best exploitation of internal hydrography
- 3 - creation of alternative trails
- 4 - improvement of the scientific facilities
- 5 - creation of new outside facilities
- 6 - preparation of literature and visual aids.

The goals of the Scientific Station installed inside the cave and the results achieved, are described by Guido Peano, laboratory director; the cave exploitation project, concerning both the scientific and tourist facilities, is due to Giorgio Fisanotti.

RIASSUNTO [*Lo sviluppo turistico della "Grotta di Bossea"*]

La grotta di Bossea è particolarmente interessante dal punto di vista della natura e dell'ambiente poiché molti processi carsici e speleogenetici sono tuttora attivi. Il corso d'acqua che la attraversa è il fattore determinante per varie morfologie pittoresche e per splendidi effetti scenografici.

Un laboratorio sotterraneo per ricerche sperimentali (la "Stazione Scientifica di Bossea") è stato installato nella grotta; la Sezione biologica è operativa dal 1969 mentre quella fisica lo è dal 1980.

La grotta è stata esplorata e studiata fin dal 1850 ed è stata aperta al pubblico nel 1874. Attualmente il suo sviluppo turistico può essere ulteriormente incrementato. A tal fine è stato elaborato un programma così articolato:

- 1 - rifacimento delle attrezzature turistiche
- 2 - miglior sfruttamento dell'idrografia sotterranea
- 3 - creazione di percorsi alternativi
- 4 - miglioramento della strumentazione scientifica
- 5 - creazione di nuove attrezzature all'esterno
- 6 - preparazione di pubblicazioni ed audiovisivi

Gli scopi della Stazione Scientifica installata in grotta ed i risultati raggiunti sono stati descritti da Guido Peano, direttore del laboratorio; il progetto di sfruttamento della grotta, riguardante sia le attrezzature scientifiche che quelle turistiche è opera di Giorgio Fisanotti.

* Via Bassignano 5, I-12100 CUNEO (Italia)

** Via Gottardo 167, I- 10154 TORINO (Italia)

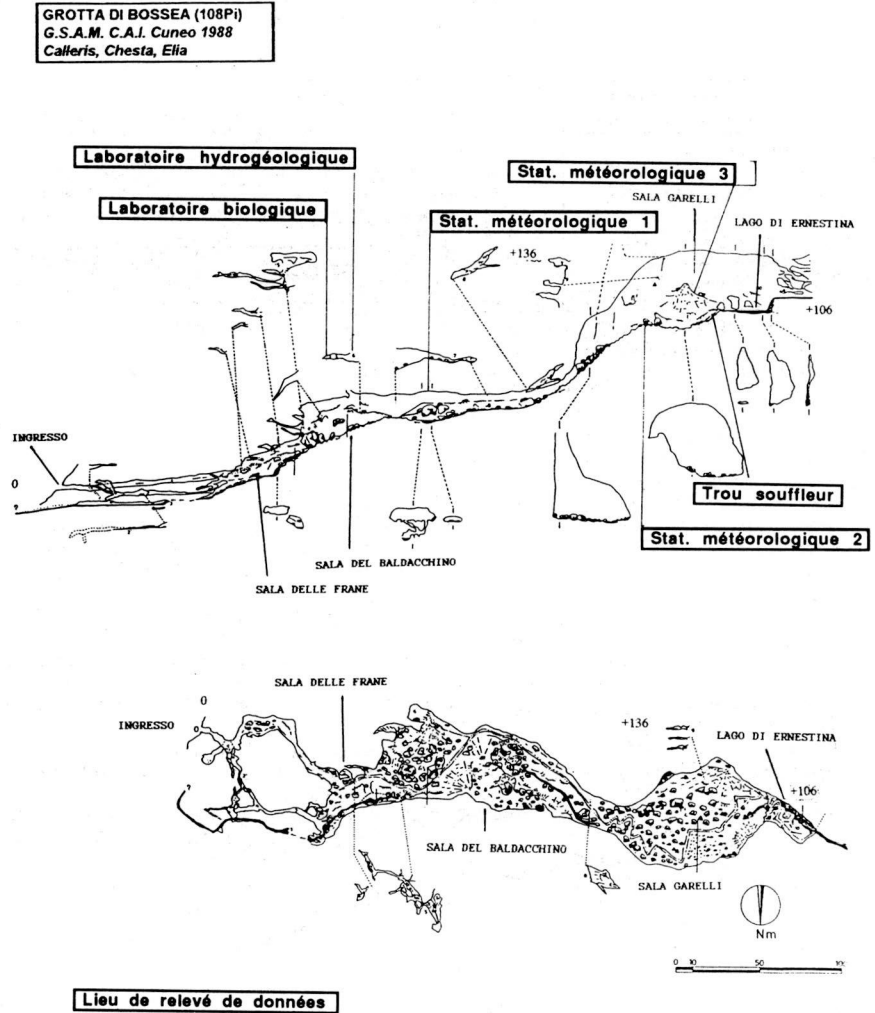


Fig. 1 - Plan de la "Grotta di Bossea": zone inférieure.

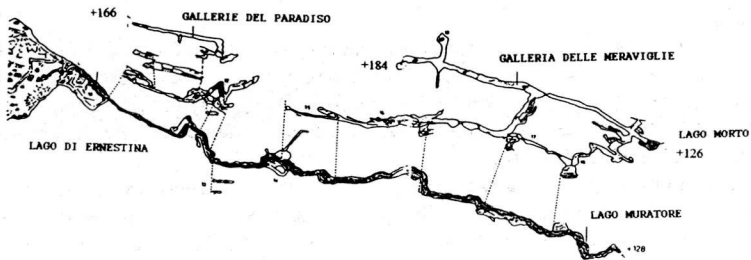
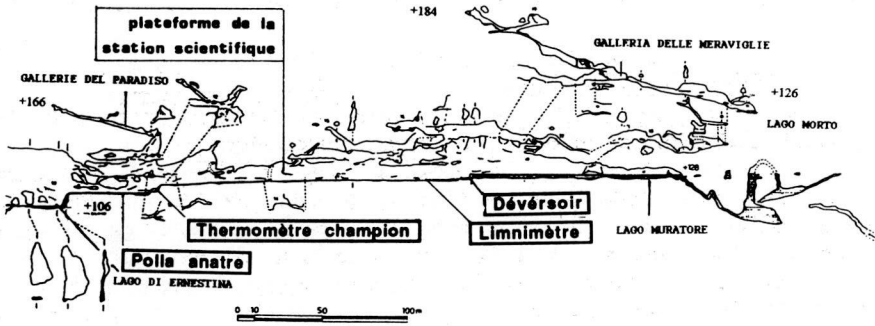


Fig. 2 - Plan de la "Grotta di Bossea": zone supérieure.

INTRODUCTION

La "Grotta di Bossea" s'ouvre à 836 m d'altitude, à l'endroit du même nom, sur la gauche hydrographique du torrent Corsaglia (cfr. Carta d'Italia 1:25.000 dell'I.G.M., foglio 91, I SE). Elle a un développement de 2.800 m environ et présente un dénivellement global de 199 m. Elle est parcourue par un torrent caractérisé par des crues élevées (jusqu'à 1200 l/s)

CARACTERISTIQUES DE LA CAVITE

La grotte est divisée en deux parties bien différentes du point de vue morphologique: zone inférieure et zone supérieure (Fig. 1 et 2).

La partie inférieure va de l'entrée au "Lago di Ernestina". S'étendant sur un km environ, elle a un dénivellement ascendant de 120 m. Elle est formée surtout par une suite de grandes salles, parmi lesquelles on distingue la avec ses dimensions de 100 x 60 x 45 m de haut. La verticalité de ses parois, les vastes plafonds entaillés à arêtes aiguës, la présence de blocs gigantesques, les concrétions grandioses, les cascades du torrent donnent à cette partie de la grotte un aspect majestueux et pittoresque. C'est le secteur de la cavité aménagé pour la visite touristique.

La partie supérieure est constituée par le canyon du torrent, très haut et étroit, qui se développe horizontalement et par les galeries fossiles au-dessus, subhorizontales ou inclinées, ornées de concrétions spectaculaires.

La cavité possède une grande valeur esthétique et naturalistique à cause d'une caractéristique particulière: la pleine vitalité du processus spéléogénétique. Bossea se présente donc comme une vraie, parcourue par des eaux impétueuses, dans laquelle le processus de formation est encore en plein développement avec de grandioses phénomènes lithogénétiques.

Tout cela est lié au dynamisme et à l'activité chimique et physiques des eaux courantes.

Cette action stimulante des eaux, augmentée par le fort dénivellement de la partie inférieure de la cavité (partie aménagée), les remarquables effets scénographiques (cascades, rapides, petits lacs), avec les grandioses dimensions des salles et les belles concrétions calcaires, donnent à la grotte une considérable valeur esthétique.

La grotte présente en même temps de très intéressants aspects naturalistiques et scientifiques pour ce qui concerne l'hydrogéologie, la météorologie, la biologie et la paléontologie, qu'on étudie depuis plusieurs années.

Tous les phénomènes physiques et biologiques qui ont eu lieu dans le passé ou qui se vérifient à présent, y ont déterminé, en 1970, la création d'un laboratoire souterrain pour les recherches expérimentales dans les domaines susmentionnés: la "Stazione Scientifica di Bossea", créée et gérée par le Groupe Spéléologique Alpi Marittime du C.A.I. de Cuneo, en collaboration avec le "Dipartimento Georisorse e Territorio" et le "Dipartimento di Elettronica" du Politechnique de Turin.

Cette réalisation, destinée à des buts autonomes de recherche mais aussi étroitement liée au développement touristique de la cavité, sera

analysée dans une brève relation particulière.

L'INTERET HISTORIQUE

La première exploration de la grotte remonte à 1850, d'autres eurent lieu dans les années suivantes. En 1875, on atteignit la première fois la partie supérieure de la cavité en dépassant la cascade du "Lago di Ernestina". Devenue célèbre par sa beauté, son intérêt hydrologique et par les fossiles d'*Ursus spelaeus*, Bossea fut déjà à cette époque-là objet des études de géologues et naturalistes.

En 1874, elle fut aménagée pour la visite touristique et ouverte au public. La célébrité de la grotte se répandit dans plusieurs régions d'Italie et pendant quelques dizaines d'années, elle fut visitée par un grand nombre de visiteurs. La gestion touristique a duré, avec des hauts et des bas, jusqu'à nos jours.

L'exploration de la cavité fut achevée, dans ses développements essentiels, seulement en 1948. Ensuite, on a cependant découvert d'autres galeries collatérales qui s'étendent dans l'ensemble pour un km environ. La recherche de nouvelles parties de la cavité continue encore. Plusieurs tentatives pour franchir le syphon terminal de la part du G.S.A.M., à partir des années '60, n'ont pas eu de bons résultats même s'ils ont permis l'exploration d'une partie assez considérable du grand réseau de galeries submergées.

Bossea fut une des premières grottes italiennes aménagées pour la visite du public. Les explorations effectuées, les importantes découvertes paléontologiques, le précoce aménagement touristique eurent un grand retentissement et répandirent dans tout le Piémont la connaissance et l'appréciation du milieu souterrain et de la culture spéléologique qui caractérise la région, et qui a eu dans la seconde partie de ce siècle son plus grand développement.

LA STATION SCIENTIFIQUE

La "Stazione Scientifica di Bossea", destinée à l'étude expérimentale du milieu karstique souterrain, est divisée dans les sections biospéléologique et hydrologique.

La Station Biologique, installée en 1969 dans la partie inférieure de la cavité, est constituée d'un laboratoire équipé avec des terrariums, des aquariums et d'autres appareils qui permettent des recherches non seulement systématiques mais aussi de caractère biologique et éthologique, sur les organismes de grotte.

La Station Hydrogéologique, progressivement équipée à partir de 1973 mais en fonction continue depuis 1982, est située dans la partie supérieure de la cavité, à 800 mètres environ de l'entrée. L'appareillage, disposé surtout dans le canyon du torrent, est formé d'appareils automatiques et manuels pour le relèvement continu ou périodique de nombreux paramètres

hydrologiques et météorologiques.

L'activité est adressée surtout vers trois buts de recherche :

- l'analyse détaillée d'un échantillon aquifère karstique concernant l'identification du réseau d'alimentation, les modalités d'absorption et de débit des eaux, l'hydrographie générale du réseau, l'analyse des caractéristiques chimiques et physiques des eaux et la corrélation de ces paramètres avec les phénomènes météorologiques extérieurs.

Un des buts de l'étude est l'élaboration d'un modèle de système karstique de moyenne altitude, très précis et en même temps assez flexible pour être appliqué à des systèmes karstiques analogues.

Tout cela pourra permettre de définir des procédés de protection du sol et des eaux qui, en considérant les caractères spécifiques des différents milieux karstiques, préviennent et éliminent les pollutions chimiques et biologiques possibles, et la programmation d'une utilisation rationnelle des ressources hydrologiques disponibles:

- l'étude climatologique du milieu souterrain par rapport à la situation météorologique de l'extérieur et aux variations du régime de la circulation hydrologique de l'intérieur ;

- l'étude de procédés de relevé et d'interprétation des données et d'appareils de relèvement automatiques des paramètres hydrogéologiques, chimico-physique et météorologiques du système souterrain. Les résultats de cette recherche permettront de déterminer les appareils et les systèmes de relèvement et d'étude des données pour des stations de mesure simplifiées pour le contrôle d'autres systèmes ou milieux karstiques.

Avec les recherches effectuées jusqu'à ce moment, on a la disponibilité de séries chronologiques s'étendant sur plusieurs années d'observation et de données, relevées de façon continue ou périodique. Ces séries sont quelquefois incomplètes ou irrégulières pour les difficultés opérationnelles interposées d'un appareillage n'étant pas encore adéquat et des conditions ambiantes défavorables. En plus, souvent les relevés périodiques ne permettent pas une analyse complète des différents paramètres et en limitent les possibilités de corrélation.

Cependant, on a pu acquérir un ensemble d'informations qui permettent l'interprétation des causes des phénomènes à l'étude et la connaissance de la modalité de la circulation hydrologique souterraine et du processus karstique. Les relevés météorologiques, jusqu' à ce moment pas encore continus, ont permis de déterminer certains aspects essentiels climatologiques de la cavité. Les résultats obtenus sont rapportés dans les "Atti della Stazione Scientifica di Bossea", publiés depuis peu.

La "Stazione Scientifica" a aussi un rôle important dans la valorisation ambiante, dans la sauvegarde écologique et dans l'information des visiteurs, réalisé entre autres dans la consultation aux projets de valorisation touristique, dans les stages de formation des guides, dans la préparation

du matériel de documentation (guide monographique, brochures, etc.).

Le développement de l'activité de recherche prévoit, à court terme, l'acquisition d'appareils appropriés aux exigences opérationnelles, le contrôle aux instruments des nouvelles parties du réseau karstique et l'automatisation totale du relèvement et de l'élaboration des paramètres les plus importants. Cela permettra une disponibilité rapide d'un ensemble de données plus complet et continu et un considérable enrichissement des connaissances.

De cela résultera encore un emploi plus systématique des données pour une meilleure utilisation touristique de la cavité. L'utilisation de ces données concernera la sauvegarde du milieu, la sécurité des usagers et l'information culturelle. Donc, au contrôle constant de la situation du milieu, à l'organisation rationnelle du flux touristique, au maintien des meilleures conditions de visite, on adjoindra une information continue des visiteurs en temps réel, par l'entremise d'un vidéo-computer, sur les phénomènes physiques et biologiques en cours dans la grotte.

LES POTENTIALITES DE VALORISATION TOURISTIQUE

La Grotta di Bossea présente donc ces principaux facteurs d'intérêt:

- vitalité du processus spéléogénétique et des phénomènes physiques et chimiques annexes;
- grande richesse d'eaux courantes;
- grandes dimensions des salles avec des paysages pittoresques et escarpés;
- remarquable valeur naturalistique et scientifique;
- existence d'une installation scientifique à l'intérieur;
- conséquente disponibilité de vastes connaissances pour la sauvegarde ambiante, la sécurité et l'information du visiteur.

Ces caractéristiques déterminent une grande potentialité d'utilisation touristique de la grotte soit esthétique soit culturelle. Mais au moment actuel, une telle potentialité est exploitée d'une façon limitée à cause de l'inadéquation des structures de visite, la carence des installations externes complémentaires, de l'absence de matériel de documentation et d'information culturelle du public, de l'insuffisante capacité réceptive de l'environnement, de l'insuffisante publicité de la grotte et en général des difficultés financières limitant fortement les possibilités opérationnelles aussi bien dans le domaine structural qu'en ce qui concerne la gestion.

Pourtant la valorisation touristique de la Grotte de Bossea est, au moment actuel, inférieure aux possibilités réelles. Il est donc évident que la grotte est tout à fait digne d'être relancée au point de vue touristique et culturel pour y diriger un nombre convenable de visiteurs et produire pour la zone tous les avantages qui dérivent d'une forte augmentation des présences touristiques.

Pour cela, la Commune de Frabosa Soprana, avec la consultation de la "Stazione Scientifica di Bossea", a préparé un projet global de valorisation et développement de la cavité, pour lequel a été demandé le financement de la aux termes des lois en vigueur.

LES ORIENTATIONS EN PROJET

Point fondamental dans la détermination des buts du projet est la recherche d'un programme, même si ambitieux, organisé et global et divisé seulement en deux phases: en effet, on a l'intention d'affronter dans le même temps et sur toute l'étendue du secteur touristique, l'ensemble des carences de l'aménagement.

De l'analyse de la condition actuelle, on relève que des interventions locales, partielles et irrégulières seraient insuffisantes à résoudre complètement les problèmes à caractère fonctionnel, de sécurité et d'utilisation du parcours de visite. Le caractère global qui doit caractériser l'intervention exige qu'elle s'étende aussi aux travaux nécessaires à la valorisation de la grotte et aux potentialités externes de réception.

Cela détermine donc une proposition de temps de réalisation divisée seulement en deux phases, dans lesquelles les interventions s'adressent à améliorer les conditions de visite selon les buts susmentionnés. Cette subdivision permet en outre de grouper dans chacune d'elles tous les travaux qui, même si concernant des secteurs technologiques distincts, sont étroitement en corrélation ou conséquents chronologiquement.

Dans la première phase, l'objet de l'intervention sera surtout l'intérieur de la cavité, tandis qu'on renvoie à la deuxième la solution des problèmes de l'accès et de carence de services à l'extérieur, ainsi que l'achèvement des oeuvres d'amélioration à l'intérieur.

A l'intérieur de la cavité, on réalisera des itinéraires alternatifs pour décongestionner le flux touristique dans les périodes de pointe et pour permettre la vue de parties de grotte actuellement inconnues au public. Ces itinéraires, alternatifs pendant la période des travaux, seront additionnels à la fin des travaux et consentiront en outre d'éviter l'élargissement du siège routier, en le limitant seulement aux tronçons à double sens de marche.

Les itinéraires supplémentaires sont prévus de toute façon dans les zones les plus vastes de la cavité (la Sala del Baldacchino, la Sala dell'Orso, la Sala Garelli), là où les grandes dimensions des salles permettent le camouflage des structures en réduisant le risque d'impact visuel de celles-ci.

L'utilisation est ensuite ultérieurement améliorée en procédant à l'agrandissement des petites places actuellement existantes mais de dimensions insuffisantes et à la création de nouvelles aires de stationnement et d'écoute des informations des guides, dans les points panoramiques les plus importants et où il y aura le croisement des groupes qui marchent dans la direction opposée. La typologie à adopter sera préférablement celle se rapportant aux structures à balcon permettant d'éviter la vision frontale des structures de soutien.

C'est encore une action sur tous les fronts celle qu'on a programmé sur l'installation de l'électricité: on a prévu la substitution des appareillages dégradés et donc sans sécurité, mais aussi le camouflage des parties nouvelles pour éviter des contrastes et des éblouissements qui détournent le regard ou qui donnent de la gêne; on étendra l'installation de l'électricité aux itinéraires alternatifs mais on posera aussi des phares sous les eaux pour exalter la beauté extraordinaire de l'hydrographie de la cavité.

Puisque c'est là un des points de mérite de la grotte, on a décidé d'ajouter ces oeuvres à la première phase.

On imperméabilisera les lits des bassins qui existent encore mais sans alimentation du torrent et on rétablira la circulation des eaux dans quelques parties du vieux lit du torrent avec la remise en activité de rapides et cascades. Le bassin de la "Sala dell'Orso", presque toujours peu visible étant caché sous un rocher, sera agrandi pour être vu avec n'importe quel débit du torrent.

La première phase du programme comprend l'amélioration des possibilités de recherche de la dont on reconnaît le rôle central, indispensable à la protection du milieu et du visiteur, et la qualification du niveau culturel et scientifique. On prévoit donc d'en augmenter les appareillages et les structures de base pour étendre les connaissances du système karstique, au service de l'utilisation touristique de la cavité.

Mais si ces travaux améliorent les conditions de parcours et permettent une augmentation du flux touristique, un ultérieur essor devra avoir la valorisation et surtout la dotation de services à l'extérieur.

Pour ce qui concerne l'accès à la grotte, dans cette seconde phase on prévoit le changement de la rampe pour éviter l'interruption des visites ou au moins une viabilité difficile sur le chemin actuel. D'autres objectifs aussi ont conseillé cette solution: le nouveau point de départ est central par rapport aux parkings actuels (de toute façon à agrandir), on a ainsi tout le parcours sur territoire communal, on peut "reformer" le vert interrompu par les lacets actuels de la rampe et former ainsi un écran devant la nouvelle. Les derniers lacets seront utilisés comme plate-forme pour la réalisation d'installations sanitaires et d'emplacements pour l'attente (l'un d'eux sera couvert).

Au niveau de la route on prévoit une structure polyvalente, au bord du parking, où il y aura des guichets, des installations sanitaires pour les visiteurs et le personnel, une salle pour le musée et les projections et pour abriter les groupes par mauvais temps.

Même la rampe en projet qui, avec une différence de niveau de 17 m, relie la route et l'entrée, sera couverte et formera un parcours équipé pour la documentation préliminaire du touriste avec l'installation de tableaux explicatifs.

Le programme se complète, à l'intérieur, avec l'élargissement des autres parties du parcours (sauf le couloir d'entrée où l'on préfère l'installation d'un feu) avec des structures appropriées pour la section biologique de la et des terrariums qui pourront en partie être transférés dans la dont on prévoit la réorganisation fonctionnelle comme musée à l'intérieur.

CHOIX OPERATIONNELS ET MODALITES EXECUTIVES

Si d'un côté il est nécessaire, pour la première chose, d'éliminer les causes du danger, de l'autre on doit rendre plus facile le parcours à l'intérieur et l'accès à la grotte avec une particulière attention aux normes concernant l'abolition des barrières architectoniques. La régularisation de l'escalier actuel et des nouvelles parties en projet devront tenir compte des rapports entre la contre-marche et l'embranchement, fixés de et les mains courantes des rampes seront doubles (l'une à cm 60 de haut) pour permettre l'appui même aux enfants.

L'introduction de tout ces éléments fonctionnels, de même que ceux relatifs à décoration ou technologies, est, dans ce milieu particulier, extrêmement délicat: on doit éviter un désagréable impact ambiant mais aussi on doit tenir compte de la nature périssable des matériels dans un milieu très humide même si non pollué et des difficultés de transport.

Pour cela on a choisi des éléments préfabriqués légers, faciles à réunir avec des processus qu'on peut diversifier selon les nécessités d'encrage. Les structures portantes seront préfabriquées en usine et montées sur place. Les escaliers auront des marches en grilles galvanisées antidérapantes avec des plaques latérales pour les fixer aux longerons par des boulons inox et d'un profilé antérieur en renfort et antidérapant.

Avec ces marches qui ne retiennent ni eau ni terre, on augmentera le niveau de sécurité du parcours, parfois glissant; le degré du bruit du métal lors du piétinement sera couvert par le bruit caractéristique du torrent. Les passerelles aussi seront réalisées avec les mêmes grilles à mailles serrées mais en même temps légères et lumineuses. Pour les mains courantes, on fera usage de tuyaux Mannesmann pour installations hydrauliques qui en plus d'être en fer galvanisé comme les autres structures, sont reliés entre eux à l'aide de normaux manchons filetés, par des opérations faciles à réaliser sur place. La continuité de la main courante, tout à fait indispensable pour des raisons de sécurité, permettra d'employer les tuyaux comme conduite de l'eau pour le lavage de la cavité. naturels locaux (pierre, bois) même si utilisés en typologie moderne et rapprochés des éléments plus actuels en verre et ciment armé à vue.

Comme dans les centres historiques urbains ou dans les villages de campagne ou de montagne de remarquable valeur artistique, le résultat des nouvelles introductions est dû surtout à la sensibilité de l'architecte puisque on ne peut avoir des règles univoques. Dans ce cas, on a l'appui de la critique compétente de la qui s'ajoutera à l'avis des organisations préposées à la sauvegarde du milieu.

Par analogie avec les interventions citées au-dessus, les choix des matériels et des typologies sont celles qui exaltent, avec un contraste délicat, les beautés existantes et s'harmonisent sans prévariquer.

CONSIDERATIONS FINALES

Par rapport aux potentialités caractéristiques de la Grotta di Bossea, si mises en valeur, on peut supposer, une augmentation du flux touristique de 35-40.000 présences annuelles à 110-120.000. On a déjà eu un certain accroissement, mais le caractère concret de cet objectif est lié non seulement aux oeuvres en projet mais aussi à une forte activité promotionnelle pour attirer l'intérêt des touristes au-delà des limites des régions piémontaises et limitrophes (les visiteurs proviennent surtout du Piémont, du Val d'Aoste, de la Ligurie et de la Lombardie).

En plus, la zone sur laquelle l'intervention pourra avoir une rechute économique est bien plus grande que celle locale, sauf évidemment les activités commerciales les plus proches de la grotte: outre que consolider la mise en ordre socio-économique globale de la zone (le maintien du peuplement, sauvegarde ambiante, les soins de l'environnement), les avantages de l'augmentation touristique auront un écho régional.

Section 2

Scientific Research

ACTIVITY OF THE SCIENTIFIC COMMISSION OF «GROTTA GRANDE DEL VENTO» (Genga, Ancona, Central Italy)

Mario Bertolani* and Arrigo A. Cigna**

SUMMARY

The Grotta Grande del Vento (the Great Wind Cave) was discovered in 1971. An administrative body (the «Consorzio Frasassi») under the control of some local authorities took care of its development and the cave was opened to tourists in 1974.

A Scientific Commission formed by some experts (chosen by the Consorzio Frasassi) of different disciplines was established in 1975. During these 15 years the Commission acted as an advisory committee for the Consorzio in order to guarantee the protection of the cave environment.

In particular the Commission set up a monitoring network of the most important environmental parameters (air and water temperature, air currents, relative humidity and CO₂ concentration) in some suitable locations and studied the best solutions to avoid algae and other plants proliferation in the vicinity of light sources.

The Commission promoted and directed researches in the karst system under a strict co-operation with the Consorzio Frasassi which funded most of them. Some scientific papers resulted from these researches.

RIASSUNTO

[L'attività della Commissione Scientifica della «Grotta Grande del Vento» (Genga, Ancona, Central Italy)

La Grotta Grande del Vento è stata scoperta nel 1971. Lo sviluppo della grotta venne portato avanti da un organismo amministrativo (il Consorzio Frasassi) costituito da rappresentanti delle varie alcune autorità locali; la grotta venne così aperta al pubblico nel 1974.

Nel 1975 venne istituita una Commissione Scientifica costituita da esperti in varie discipline, scelti dal Consorzio. Durante questi 15 anni la Commissione ha funzionato come organo consultivo del Consorzio con lo scopo di garantire la protezione dell'ambiente sotterraneo.

In particolare la Commissione ha dotato la grotta di un sistema di monitoraggio dei parametri ambientali principali (temperatura dell'aria e dell'acqua, correnti d'aria, umidità relativa e concentrazione della CO₂) in opportuni punti di misura ed ha studiato le migliori soluzioni per evitare la proliferazione di alghe ed altri vegetali in prossimità di sorgenti di luce.

La Commissione ha promosso e diretto studi e ricerche sul sistema carsico in stretta collaborazione con il Consorzio che ha garantito il necessario finanziamento. I risultati di queste ricerche sono stati riportati in alcuni lavori di interesse scientifico.

INTRODUCTION

The «Grotta Grande del Vento» is one of the most interesting show caves of Europe and belongs to a larger karst system which includes also the near-by «Grotta del Fiume». It is also known under the name of «Grotte di

* Ist. Mineralogia, Università, Piazza S. Eufemia 19, I-41100 MODENA (Italy)

** Fraz. Tuffo, I-14023 COCCONATO (Italy)

Frasassi» but it must be recalled here that in old literature such a name was generically attributed to some minor caves in the same area.

The cave was discovered on 27 September 1971 by some cavers of the Gruppo Speleologico Marchigiano of CAI (Ancona) and the first scientific investigations were carried on by some scientists of the University of Modena in the Spring of the following year (Bertolani *et al.*, 1975; 1976).

During the Summer of 1973 the «Consorzio Frasassi», an organization formed by the Commune of Genga and the Province of Ancona, was founded with the aim of developing and operating a show cave. The inherent works started immediately: an artificial entrance with a tunnel of 223 metres was excavated and on the 1st September 1974 the tourists were admitted to visit the first 850 metres of the cave.

The number of visitors reached a rather high value in a very short time. A comparison of the growth of visitors for the larger show caves in Italy is very interesting. While the growth of the Castellana caves took many years to reach a plateau, the Grotta Grande del Vento reached a steady state in a few months only. The reason of the different behaviour is due both to the location of the caves (quite central for the latter and peripheric for the former cave with respect to the main tourist routes) and to the living habits: in the 70's both private and public transports have much more expanded than in the 50's (Fig. 1).

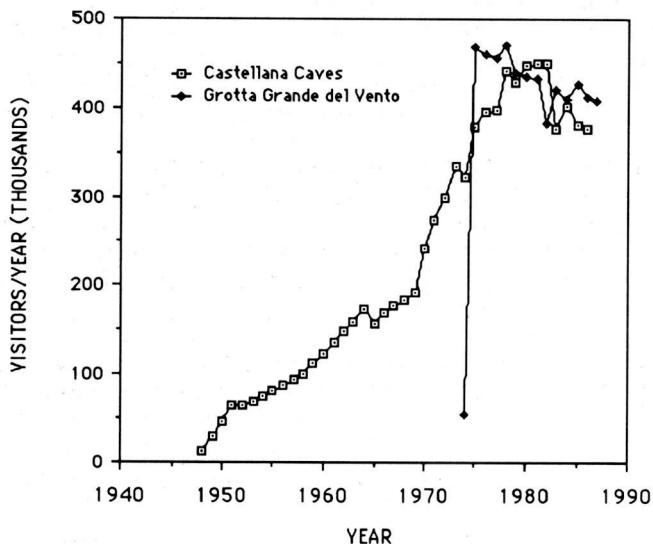


Fig. 1 - The visitors of the Castellana Caves (Bari) and Grotta Grande del Vento (Genga, Ancona) after their development as show caves (Direzione Grotte di Castellana, 1990; Consorzio Frasassi, 1990).

Because of the great number of visitors the Consorzio Frasassi deemed necessary to start a feasibility study of excavating a new tunnel in order to have a one-way tourist trail with an entrance through the old tunnel and the exit through the new one. To this purpose a Scientific Commission was nominated at the beginning of 1975 with the task of investigating the environmental implications of the new tunnel. In addition the Commission played the role of advising the Consorzio on the scientific researches to be supported and developed in the cave.

The members of the Commission are reported in the following table:

Name	Field of interest	Notes
Prof. Franco Anelli	Speleology, cave management	1975 - 1977
Prof. Mario Bertolani	Applied petrography	Chairman since 1978
Prof. Vittorio Castellani	Physics	since 1979
Prof. Arrigo A. Cigna	Physics, env. protection	Chairman 1975/1978
Prof. Mario Dall'Aglio	Geochemistry	1976 - 1979
Dr. Sergio Macciò	Speleology	Secretary
Prof. Lucio Morbidelli	Petrography	since 1975
Prof. Gian Paolo Sighinolfi	Chemistry	since 1984

In addition some scientific consultants supplied their advices according to the needs of the Commission. During the first years of its activity the Commission was also requested to report on problems of the show cave management, materials to be used in different cave installations and lights. At the same time the Commission had the opportunity to answer questions raised by different local authorities and environmental organizations concerning the works carried on in the cave and their compliance with the protection of the environment.

Another important problem considered at that time was the growth of green plants (especially *fungi* and *algae*) in the vicinity of lamps. Such plants develop from spores transported by the visitor's clothes. Some solutions of the problem (disinfection of tourists, inactivation by ultraviolet radiation, inactivation by periods of total darkness) were impossible to apply or scarcely efficient.

Some treatment with chemicals proved to be more convenient. At first an experiment was carried on with «Karmex»™ (Du Pont) according the advice of Prof. V. Caumartin. By taking into account both the chemical toxicity of the products, their aggressiveness on speleothems and the global efficiency, the best results were obtained by spraying an aerosol of an aqueous solution at 50% of sodium hypochlorite. Some cleverness of the personnel was required in order to reach any point to be treated.

THE MANUAL MONITORING NETWORK

The problem of tunnel required many meteorological and climatological data while some measurements only were available on air and water temperature and air humidity obtained during the study carried on in 1972. For this purpose the Commission started a monitoring programme of air temperature and humidity in about 20 stations with measurements to be carried on once a month.

A first set of data enabled the Commission to report a positive answer to the feasibility of a new tunnel with the constraint of air-locks and a severe procedure for their operation in order to exclude any possibility of influencing the equilibrium of the inside atmosphere. For reasons independent from these results such new tunnel was not excavated up to now. The tourist trail was prolonged (up to 1200 metres).

THE FIRST AUTOMATIC MONITORING NETWORK

In 1982 an automatic network consisting of two stations for the measurement of temperature, humidity and air velocity and a fixed infrared system with 10 sensors for the measurement of carbon dioxide concentration in air (Fig. 2) was set up.

The data obtained by this network emphasized the influence of the flow of tourists on some environmental parameters particularly from July to September when the number of persons is higher than during the rest of the year. In particular in the month of August the air temperature and the concentration of carbon dioxide increased during the day due to the presence of tourists and the night was not long enough to recover the equilibrium values (Fig. 3 and 4).

A failure of the air-lock in the entrance tunnel is rather evident in the bottom curve of Fig. 3 where the diurnal increase of temperature is accompanied by a consistent decrease of humidity. A similar phenomenon is shown by the variation of CO₂ concentration reported in Fig. 4: in fact during August 7 and 15 the doors in the entrance tunnel were open all the day long. It should be emphasized the increase of CO₂ concentration between these days, which occurs at a rate faster than that observed before August 7, 1989 according to Castellani (1988) this fact could be due not only to the contribution of the visitors but also to the contribution of a natural compartment acting as a reservoir of CO₂. On the other hand the peaks due to the visitors at the week-ends are clearly evident during September and October of 1983.

In Fig. 5, the diurnal variation of CO₂ concentration are reported for three sampling points during two days; the lowest values and the largest decrease correspond to the point 4 in the map of Fig. 2, which is closer to the entrance

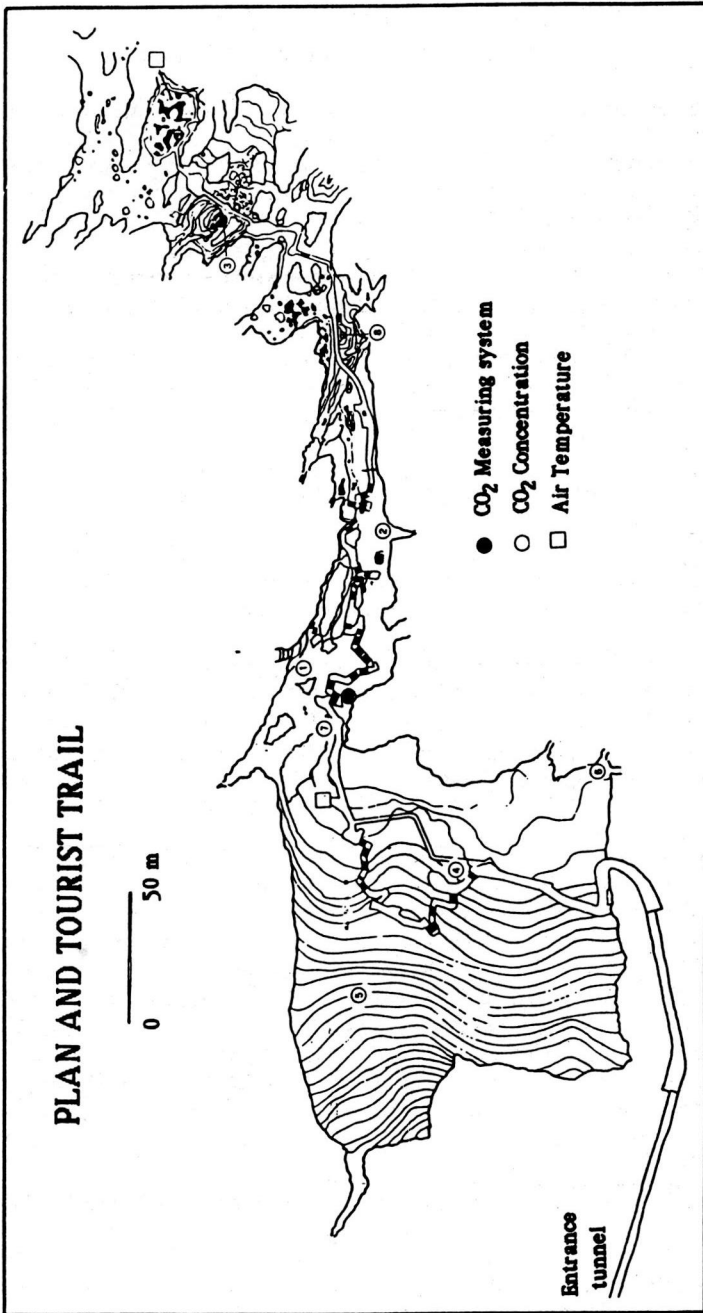


Fig. 2 - The sampling stations of the first automatic monitoring network in the Frasassi karst system (Castellani, 1988)

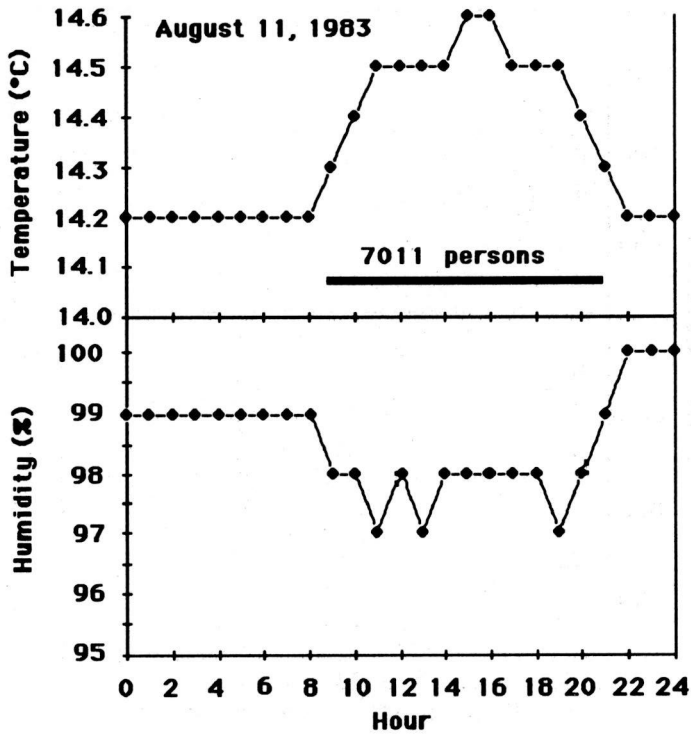


Fig. 3 - Air temperature and relative humidity measured at the bottom of the Ancona Hall (Castellani, 1988).

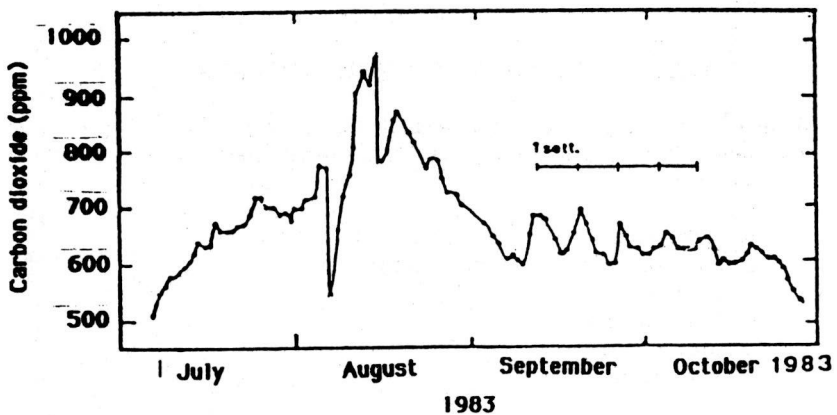


Fig. 4 - Carbon dioxide concentration measured daily at 12 p.m. at the sampling station N° 8 in the Ancona Hall (Castellani, 1988)

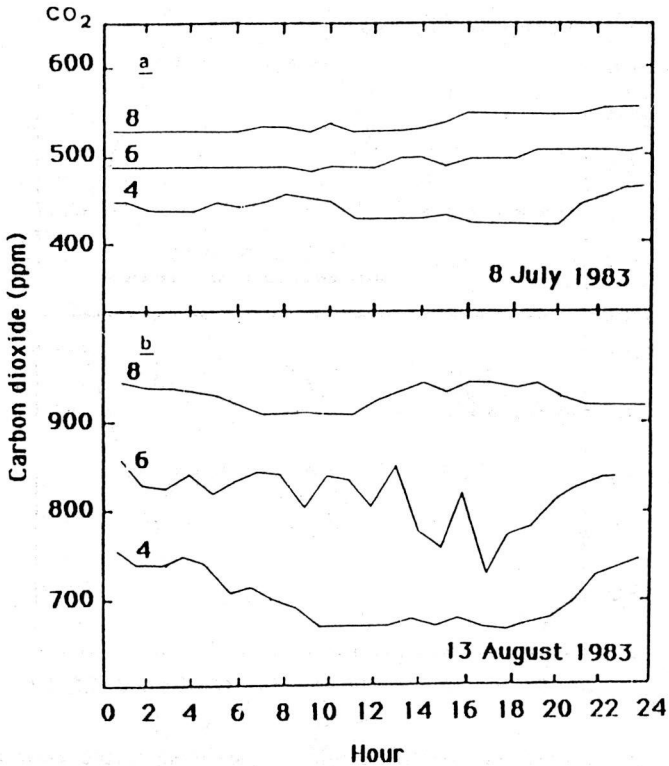


Fig. 5 - Carbon dioxide concentration measured hourly at the sampling stations N° 4,6 and 8 (Castellani, 1988).

THE NEW AUTOMATIC MONITORING NETWORK

A new monitoring system was installed two years ago. After its start up in November 1989 much more data are available because the following sensors are operating:

- 6 thermometers for air temperature
- 2 thermometers for water temperature
- 5 anemometers
- 6 hygrometers
- 2 pluviometers
- 2 barometers

Such sensors supply data on-line to a personal computer to record them and for any further elaboration.

The data supplied by this network give a rather detailed situation of the climatological parameters of the cave environment. A comparison of different functions can give a lot of information on the single processes occurring in various parts of the cave.

E.g. in Fig. 6. the comparison of the diagrams of inside and outside temperatures and of the air velocity shows the change of direction of the air flow at the upper entrance of the Ancona Hall when the function of outside air temperature crosses the line of inside air temperature. In the case of the Falconara Pitch there is a variation of the air velocity without changes of the flow direction. Many other interesting features were observed which will be reported in other publications.

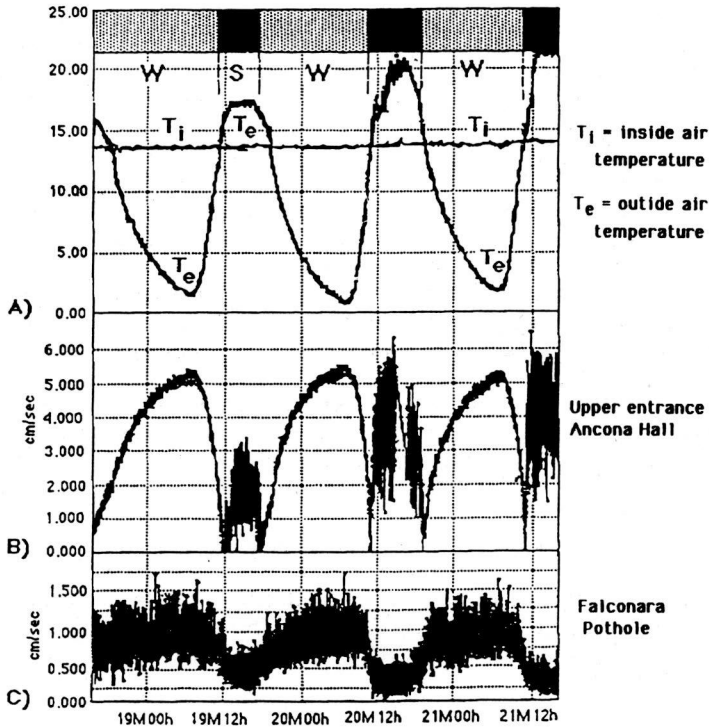


Fig. 6 - Diagrams of inside and outside air temperature and of the air velocity at the upper entrance of the Ancona Hall and in correspondence of the Falconara pothole. It is evident the change of direction of the air flow at the upper entrance of the Ancona Hall when the function of outside air temperature crosses the line of inside temperature. In the case of the Falconara pothole there is a variation of the air velocity without changes of the flow direction (Dragoni & Verdacchi, 1990).

SCIENTIFIC RESEARCHES

The problems deriving from the exploitation of show caves in connection with the preservation of the cave environment deserved much attention by the public opinion in last years. The results obtained in the «Grotta Grande del Vento» were presented in many congresses and meetings in such arguments (Bertolani 1982, 1983; Cigna & Forti 1989; Forti & Cigna 1989; Galdenzi & Menichetti (Eds.) 1990).

The Commission, which initially was appointed by the Consorzio Frasassi to advice on the cave management, has also a role for promoting and coordinating scientific researches supported directly by the Consorzio itself: a certain amount of its budget is devoted each year to this purpose.

A study on the hydrogeochemistry of the cave, directed by G.P. Sighinolfi of the University of Modena (1989), identified 3 kinds of waters: one directly originated by precipitations, one enriched of sulfide hydrogen and with a deep origin and a third one deriving from the aquifer of the Sentino creek. Another study carried on by A. Taddeucci (Univ. of Rome) dated some speleothems collected in different parts of the cave: ages varying from 190,000 years ago to present were found (Taddeucci A. & Conte A.) A research on cave fauna under the leadership of R. Bertolani (Univ. of Modena) supplied a wide review of the species found in the whole karst complex (Bertolani R. *et al.*, 1990).

In addition other studies, supported by ENEA, were carried out in this cave concerning, respectively, the radon concentration measured inside (Cigna A.A. & Clemente G.F., 1981; Cigna A.A. 1986) and the dating of some karst reservoirs (Cigna A.A. & Giorelli F.G. 1988).

A research on physical problems and particularly on speleogenetic processes is now in course under the direction of V. Castellani (Univ. of Pisa) and W. Dragoni (Univ. of Perugia); another one on the cave minerals will be carried on in the very near future by A. Rossi (Univ. of Modena) and P. Forti (Univ. of Bologna).

It must be emphasized the essential support of the Consorzio Frasassi which is not limited to a regular management of the show cave according to the principles of the environmental protection (which is already something very important!). The scientific researches financed by the Consorzio act as a catalyst for studies to be developed in the Universities and fill a gap otherwise left aside.

REFERENCES

- Bertolani M., 1982 - *I problemi dell'integrità della Grotta Grande del Vento (Genga, Ancona) e i provvedimenti di controllo ambientale e di difesa.* Atti Conv. Int. Grotte turistiche, Borgio Verezzi 20/23-3-1981, le Grotte d'Italia, (4) 10: 73-78.
- Bertolani M., 1983 - *Premières données sur le contrôle du milieu de la «Grotta Grande del Vento» (Ancona, Italie).* Proc. Int. Meeting on the

- Show Caves and their Problems, Athens, Sept. 1-4, 1983.
- Bertolani M., Garuti G., Rossi A., 1975 - *The speleologic complex «Grotta Grande del Vento-Grotta del Fiume» in the Frasassi Canyon (Ancona, Italy). A petrological and mineralogical study.* Proc. 6th Int. Congr. Speleology, Olomouc 1973, 1, Ab:357-366.
- Bertolani M., Garuti G., Rossi A., Bertolani Marchetti D., 1976 - *Motivi d'interesse mineralogico-petrografico nel complesso carsico «Grotta Grande del Vento-Grotta del Fiume» (Genga, Ancona).* Le Grotte d'Italia, (4) 6: 109-144.
- Bertolani R., Manicardi G.C., Rebecchi L., 1990 - *Faunistic study in the karst complex of Frasassi (Genga, Ancona, Central Italy).* Proc. 1st Int. Congr. ISCA, S. Vittore Terme, 1-4 November 1990.
- Castellani V., 1988 - *Frasassi e speleomonitoraggio.* Speleologia, Rivista della S.S.I., Milano, 9 (18):33-35.
- Cigna A.A., 1986 - *Radon Concentration in Some Italian Caves.* Proc. 9 Congr. Int. Espeleologia, Barcelona (Spain), 2: 84-88.
- Cigna A.A. & Forti p., 1989 - *The environmental impact assessment of a tourist cave.* Cave Tourism. Proc. Int. Symp. 170th Anniv. Postojnska Jama, Postojna, Nov. 10-12, 1988. Centre Scient. Res. SAZU & Postojnska Jama Tourist and Hotel Organiz.: 29-38.
- Cigna A.A. & Clemente G.F., 1981 - *Radiation Hazards in Natural Caves.* Proc. 8 Int. Congr. Speleology, Bowling Green (USA), 2: 420-423.
- Cigna A.A. & Giorcelli F.G., 1988 - *Underground water dating by tritium measurements.* Proc. 10th Congr. Speleology, Budapest, Magyar Karztés Barlangkutató Társulat, 2: 562-563.
- Consorzio Frasassi, 1990 - *Personal communication.*
- Direzione Grotte di Castellana, 1990 - *Personal communication.*
- Dragoni W. & Verdacchi A., 1990 - *First results of the monitoring system of the karstic complex of «Grotte di Frasassi-Grotta Grande del Vento» Central Apennines, Italy».* Proc. Int. Symp. on Hydrogeologic Processes in Karst Terrains, Oct. 7-16, 1990, Antalya, Turkey.
- Forti P. & Cigna A.A., 1989 - *Cave Tourism in Italy: an overview.* Proc. Int. Symp. on 170th Anniv. of Postojnska Jama. Postojna 10-12 November 1988.
- Galdenzi S. & Menichetti M. (Eds.), 1990 - *Il carsismo della Gola di Frasassi. In: Il carsismo della Gola di Frasassi.* Proc. Conv. Naz. «Il carsismo della Gola di Frasassi», Nov. 1989; Mem. Ist. It. Speleol., 4, s. 2: 109-122.
- Sighinolfi G.P., 1990 - *Studio chimico delle acque del complesso «Grotte di Frasassi» (Ancona). Implicazioni speleogenetiche ed ambientali.* In: *Il carsismo della Gola di Frasassi.* Proc. Conv. Naz. «Il carsismo della Gola di Frasassi», Nov. 1989; Mem. Ist. It. Speleol., 4, s. 2: 109-122.
- Taddeucci A. & Conte A., 1987 - *Datazione col ^{230}Th di alcuni speleotemi del complesso carsico «Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento» a Frasassi (Ancona).* Boll. Soc. Geol. It., 106: 807-812.

FAUNISTIC STUDY IN THE KARST COMPLEX OF FRASASSI (Genga, Italy)

Roberto Bertolani, Gian Carlo Manicardi and Lorena Rebecchi *

ABSTRACT

The cave fauna of the karst complex of Frasassi (Genga, Ancona, Italy), which includes a tourist attraction, was surveyed to provide detailed information on the hypogean animal populations. Indeed, for this area, only sporadic and limited studies are known in the literature to date. The bat populations, recently analyzed by Bassi and Fabbri (1986-87), were excluded from our study.

Ten collection campaigns were carried out in 12 different caves, including the tourist site, over a span of two years. Three caves were considered in all the collections and the others only on one or two occasions. The animals were captured for the most part on sight.

Faunistic analysis was supported by specialists in systematics for some animal groups. A total of 57 taxa were identified. Two endemisms were confirmed: the amphipod crustacean *Niphargus ictus* and the carabid beetle *Duvalius bensai lombardii*. Noteworthy are the histerid beetle *Gnathoncus cerberus*, to date only known in Sardinia, and a pseudoscorpion belonging to the genus *Roncus*, probably a new species, currently under study by a specialist. A karyological study on the plethodontid salamander *Speleomantes italicus* revealed the close similarity of the Frasassi population with others of the Italian peninsula.

Overall, the animal community appears relatively homogeneous, indicative of a very stable cave community throughout the entire karst complex of Frasassi. Only the show cave has an almost complete lack of animals, due to low organic supply. This homogeneity can be explained by the close geographical location and common origin of the caves. Moreover, the caves develop predominantly horizontally, located at 200 to 490 m asl. Our data are in agreement with the few available reports on other caves in central Italy.

According to our study, the low level of adaptation to cave dwelling was indicated by the 50% troglophile species, whereas only two species were troglobite. The large number of the first and the low number of the second types are related to the geological age of the complex, and they are the consequence of a relatively recent faunistic colonization.

RIASSUNTO [Studio faunistico del complesso carsico di Frasassi (Genga, Ancona, Italia)]

La fauna cavernicola del complesso carsico di Frasassi che include una parte attrezzata a grotta turistica è stata studiata per avere delle informazioni dettagliate sulla popolazione animale ipogea. Infatti, fino ad ora, erano noti in quest'area soltanto delle ricerche sporadiche e parziali. I chiroterteri, che sono stati oggetto di uno studio recente di Bassi and Fabbri (1986-87), non sono stati presi in considerazione in questo lavoro.

Nel corso di due anni sono state svolte dieci campagne di raccolta in 12 grotte diverse, compresa la parte turistica. Tre grotte sono state visitate in tutte le campagne mentre le altre sono state visitate soltanto in una o due occasioni. La maggior parte degli animali è stata raccolta a vista.

L'analisi faunistica è stata effettuata con l'aiuto di specialisti nella sistematica di vari gruppi animali e sono stati identificati complessivamente 57. Sono stati confermati due

* Dip. Biologia Animale, Univ. di Modena, Via Università 4, I- 41100 MODENA (Italy)

specie endemiche: il crostaceo anfipode *Niphargus ictus* ed il carbide *Duvalius bensai lombardii*. Sono risultati particolarmente interessanti un isteride, il *Gnathoncus cerberus*, fino ad ora noto soltanto in Sardegna, ed un pseudoscorpione appartenente al genere *Roncus*, probabilmente una nuova specie attualmente allo studio di uno specialista. Uno studio cariologico della salamandra pletodontide *Speleomantes italicus* ha mostrato la grande somiglianza della popolazione di Frasassi con le altre della penisola italiana.

La comunità animale appare soprattutto omogenea e ciò è indicativo di una comunità cavernicola molto stabile nell'intero complesso carsico di Frasassi. Soltanto nella parte turistica vi è una quasi totale assenza di animale a causa della scarsa disponibilità di materiale organico. Questa omogeneità può essere spiegata dalla notevole vicinanza geografica delle grotte e dalla loro origine comune. Inoltre le grotte in questione si sviluppano perlopiù in orizzontale ad una quota compresa tra i 200 to 490 m s.l.m. I nostri risultati concordano con i pochi altri disponibili sulle grotte dell'Italia Centrale. Secondo il nostro studio, lo scarso livello di adattamento all'ambiente cavernicolo è mostrato dalla presenza di specie troglofile nel 50% dei casi, mentre quelle troglobie sono soltanto due. Il grande numero delle prime e la scarsità delle seconde sono da attribuirsi all'età geologica del complesso e sono la conseguenza di una colonizzazione faunistica relativamente recente

INTRODUCTION

The "Consorzio Frasassi" commissioned an in-depth, prospective scientific investigation on the cave fauna of the hypogean complex of Frasassi (Genga, Ancona, Italy). We appreciated the initiative and were glad to accept this project; indeed environmental impact studies such as these should one day become a normal practice in all show caves. Currently available data on the biological aspects of the hypogean complex of Frasassi are limited to reports on individual animal groups (Straneo, 1939; Lanza, 1954; Magistretti, 1956, 1965; Baccetti and Capra, 1959; Roewer, 1962; Dresco, 1963; Ruffo and Vigna Taglianti, 1968; Vigna Taglianti, 1970; Brignoli, 1972, 1977, 1985; Bordoni, 1974; Cola and Freude, 1974; Teobaldelli, 1982; Karaman, 1985; Bassi and Fabbri, 1986-87). However, a comprehensive survey of the permanent and transient animal communities inhabiting this zone is still lacking, and our study directly addresses that gap in our knowledge. Moreover, we took this as an opportunity to collect data on the plethodontid salamander *Speleomantes*¹ of Central Italy, using karyological and electrophoretic techniques on the population from Frasassi. In fact, plethodontid amphibians have a peculiar species and population distribution bearing remarkable biogeographic interest.

The material for electrophoretic study was supplied by Professor Benedetto Lanza of the University of Florence; the other studies were carried out by one of us and Professor Irma Nardi of the University of Pisa, already experienced in some aspects of these problems (Nardi *et al.*, 1986).

¹ Dubois (1984) and Lanza (personal communication) assert that the name *Speleomantes* must be used instead of *Hydromantes* for the European plethodontids.

MATERIALS AND METHODS

The karst complex of the Grotta Grande del Vento and Grotta del Fiume is developed almost entirely in limestone ("calcare massiccio") attributed to the Lias or Giura. Only the eastern tip of the Grotta del Fiume reaches the Cretaceous limestone ("calcare maiolica").

The system tectonics includes the anticline of Mount Valmontagnana and is crossed by important fractures running NNW-SSE (Cristiani *et al.*, 1976). The karst system is developed on these fractures; it was formed by three types of waters: neutral, percolated water of high origin; weakly acidic sulfurous water of deep origin, and water from the Sentino River which penetrates laterally through fissures in the limestone rock (Dragoni and Verdacchi, 1993).

The Sentino River cuts deeply into the anticline, forming the Gola of Frasassi and establishes the water table which is fed by percolation down of water from above and the rising up sulfurous waters from below. The development and deepening of the karst system follows the altimetric variations of the river, well recognized by erosion of the gorge.

The three characteristic phases of speleogenesis can be identified in the karst complex: an erosive phase is still evident in the lower zone; a phase of collapse, typically represented in the Abisso Ancona; an encrustation phase, extending throughout the cave and still active.

Dating of the cave was performed with the ^{230}Th techniques and indicates that the first concretions date back 190,000 years and continue up to current times (Taddeucci *et al.*, 1987).

The wall temperature of show cave measured by the monitoring system remains constant at 14°C, with a slight increase on the order of 0.4°C over the period of heaviest visitor presence, namely, July, August, and early-mid September. The concentration of carbon dioxide also increased, from 600 up to 970 ppm (Bertolani & Cigna, this issue).

Five sampling campaigns were carried out in the karst complex of Frasassi over 1988 and another 5 in 1989. The first series considered the following caves (Fig. 1): natural entrance of the Grotta Grande del Vento (450 m), Grotta Bella (210 m), Grotta del Fiume (205 m), Grotta di Frasassi (340 m; also called Grotta del Santuario della Beata Vergine). The last three were surveyed during both field trips. Samples were also taken in the show cave. In the second year, a periodic check of the zoocenoses of the three caves sampled the preceding year was performed in order to obtain a true picture of the populations of the karst complex. The investigation was extended to other caves: Grotta dell'Orso Bruno (425 m), Caverna dei Baffoni (255 m), Grotta del Mezzogiorno (490 m), Caverna dell'Inferno (480 m), Grotta del Paradiso (420 m), Caverna della Fatticchiana (430 m) and Grotta dell'Infinito (480 m).

Bats were not included in the investigation because recently studied by Bassi and Fabbri (1986-87).

The animals were captured on sight utilizing aspirators or tweezers. A limited number of free-falling traps baited with pieces of bone were set up in the tourist cave, Grotta Bella, Grotta del Fiume and Grotta di Frasassi. The

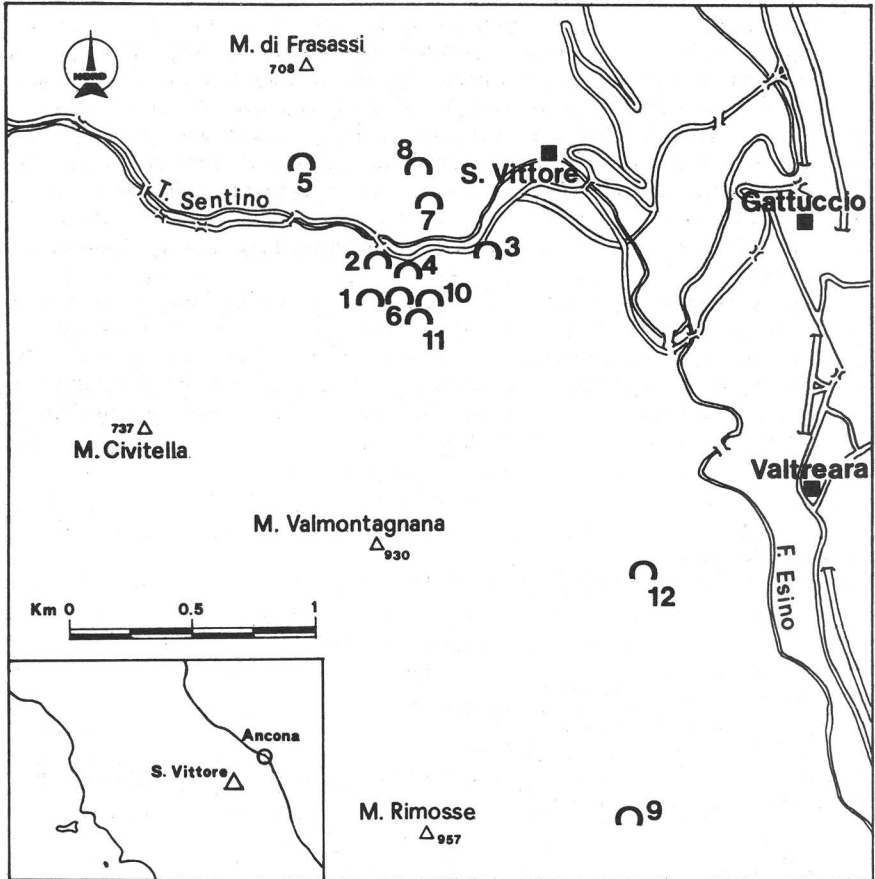


Fig. 1 - Map of the cave sites considered in the biospeleological study. 1: Natural entrance of the Grotta Grande del Vento; 2: show cave; 3: Grotta Bella; 4: Grotta del Fiume; 5: Grotta di Frasassi; 6: Grotta dell'Orso Bruno; 7: Caverna dei Baffoni; 8: Grotta del Mezzogiorno; 9: Caverna dell'Inferno; 10: Grotta del Paradiso; 11: Caverna della Faticchiana; 12: Grotta dell'Infinito.

guano-feeding mesofauna was studied in the laboratory after extraction with a Tullgren selector. The cave fresh-water animals were captured using a fine mesh net.

The collected material was supplemented with specimens kindly provided by Professor A. Antonucci, Chieti.

Some species were referred to specialists in the specific groups for systematic analysis. We wish to thank the following scientists for their collaboration: Professors Giusti (Siena) for the molluscs; Caruso (Catania) for the isopods; Ruffo (Verona) and Karaman (Titograd, Yugoslavia) for the amphipods; Minelli (Padova) for the centipedes and millipedes; Gardini (Genoa) for the pseudoscorpions; Sabatini (Modena) for the Collembola; Sbordonni (Rome) and La Greca (Catania) for the Orthoptera, Casale (Turin) for the carabid beetles; Vienna (Venice) for the clown beetles (Histeridae); Bordoni (Florence) for the rove beetles (Staphilinidae); Lanza (Florence) for the amphibians.

Karyotype analysis was performed on 6 males and 4 females of *Speleomantes italicus* from Frasassi. Mitotic and meiotic chromosomes were obtained by squashing pieces of gut and testicle. These pieces came from animals previously injected with colchicine solution (3 mg/ml, two times). For the squash technique see Kezer and Sessions (1979). C-banding method was performed according to Gall and Pardue (1971).

RESULTS

a) Faunistic results

Faunistic analysis identify 57 taxa, listed below:

MOLLUSCA

Gastropoda, Pulmonata

Oxychilus draparnaudi (Beck, 1837)

Grotta di Frasassi, Grotta del Fiume.

Species common in central-western Europe. Hygrophilous element which can be considered eutroglophile.

ARTHROPODA

Arachnida, Scorpionida

Euscorpius carpathicus (Linneo, 1767)

Grotta Bella, Grotta del Fiume.

To date reported in southern Europe, northern Africa and Russia. Troglonexene.

Euscorpius italicus (Herbst)

Natural mouth of the Grotta Grande del Vento.

To date, this species has only been found in Italy, Switzerland, Yugoslavia, and Turkey. Troglonexene.

Arachnida, Pseudoscorpionida*Chthonius* (s. str.) *ischnocheles* (Hermann, 1804)

Grotta Bella.

Species known in central-southern and western Europe, Anatolia, Madeira, Canary Islands, St. Helen Island and United States. Troglaxene.

Roncus sp. (Fig. 2)

Grotta di Frasassi.

Probably a new species, without special adaptations to cave life, and thus considered troglaxene.

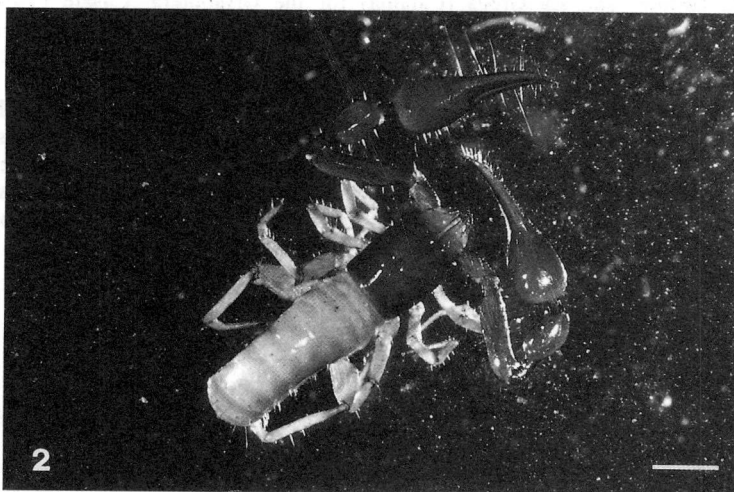


Fig. 2 - *Roncus* sp. (Pseudoscorpionida). This taxon probably represents a new species (bar = 1 mm).

Arachnida, Araneae*Meta menardi* (Lotheille, 1804)

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento, Grotta dell'Orso Bruno.

This species is distributed throughout Europe. In Italy, it is common in the caves of the central-northern regions, becoming rarer in the south and unknown in the Italian Islands. Eutroglophile.

Meta merianae (Scapoli, 1763)

Grotta del Fiume.

Species with wide palearctic distribution also frequent in caves throughout Italy. It becomes less common in the warmer Eastern and Western Mediterranean areas. Subtroglophile.

Nesticus eremita (Simon, 1879)

Natural entrance of Grotta Grande del Vento, Grotta Bella, Grotta del Fiume, Grotta di Frasassi, tourist cave (room G. da Fabriano), Grotta del Mezzogiorno, Caverna dell'Inferno, Grotta dell'Infinito, Grotta del Paradiso.

Species distribution in the Northern-Mediterranean area; found throughout the Italian territory. Common in natural and also artificial caves. Eutroglophile.

Tegenaria parietina (Fourcroy, 1785)

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento.

The species has been identified throughout Europe and northern Africa. Subtroglophile.

Tegenaria sp.

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento, Grotta del Fiume.

Tetragnatha obtusa C.L. Koch, 1837

Grotta del Fiume.

Species with paleartic distribution. Troglonexene.

Amaurobius sp.

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento, Grotta del Fiume.

Acarina

Grotta di Frasassi.

Undetermined species

Crustacea, Isopoda*Androniscus dentiger* Verhoeff

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento, Grotta Bella, Grotta del Fiume, Grotta di Frasassi, tourist cave (room G. da Fabriano), Grotta dell'Infinito, Grotta del Paradiso, Grotta del Mezzogiorno, Caverna dell'Inferno.

Reported throughout Europe (except Corsica and Sardinia) and in northern Africa. Eutroglophile.

Chaetophiloscia cellaria (Dollfus, 1884)

Grotta Bella.

Reported in Italy, Istria, southern France, Corsica and Catalogne. Considered eutroglophile.

Porcellio dilatatus Brandt

Grotta di Frasassi.

Species originating in the northern Mediterranean basin. Following accidental importation, also reported in North and South America. Troglonexene.

Porcellio sp.

Grotta del Fiume.

Crustacea, Amphipoda*Niphargus ictus* Karaman, 1985 (Fig. 3)

Grotta del Fiume (also in sulfurous water).

Species endemic to the Grotta Grande del Fiume. It is a form of phreatic habitat showing marked adaptation to subterranean life.

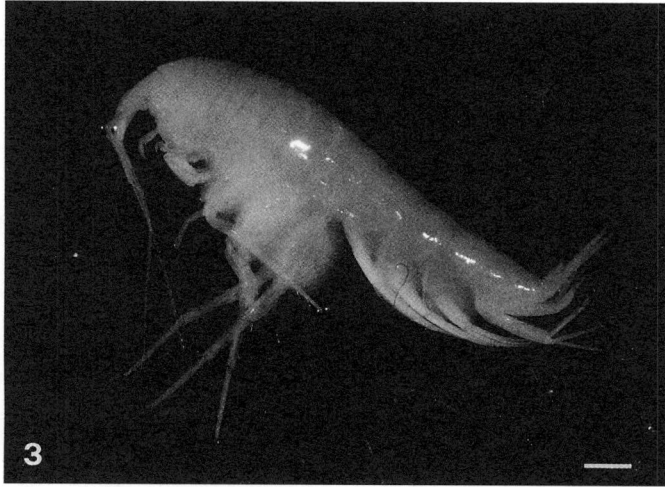


Fig. 3 - *Niphargus ictus* (Amphipoda). A species endemic to Frasassi and particularly adapted to hypogean life (bar = 1 mm).

Diplopoda

Polydesmus (Brachydesmus) sp.

Grotta Bella, Grotta Grande del Fiume, Grotta di Frasassi, Grotta dell'Infinito.

Chilopoda

Cryptops umbricus Verhoeff, 1931

Grotta di Frasassi.

Species diffuse in peninsular Italy , extending down to the Campania region. Troglaxene element.

Cryptops sp.

Grotta di Frasassi.

Henia (Chaetechelyne) vesuviana (Newport, 1845)

Grotta Bella.

Widespread throughout southern Europe and in the western Mediterranean region. Also introduced in North America. Troglaxene element.

Lithobius microps Meinert, 1868

Grotta Bella, Grotta del Fiume.

Species distribution including southern Europe. Considered troglaxene.

Insecta, Collembola

Onychiurus sp.

Tourist cave (hall G. da Fabriano).

Isotoma notabilis Schaeffer, 1896

Grotta di Frasassi.

Edaphic species with cosmopolitan distribution. Considered troglone.

Isotomiella minor (Schaeffer, 1896)

Grotta di Frasassi.

Like the previous species, it is edaphic, with worldwide distribution. No special adaptation to cave life (troglone).

Proisotoma sp.

Grotta di Frasassi.

Mesachorutes sp.

Grotta di Frasassi.

Tomocerus sp.

Grotta Bella.

Megalothorax minimus Willem, 1900

Grotta Bella.

Cosmopolitan distribution. Considered troglone.

Insecta, Thysanura

Machilis sp.

Grotta del Fiume, Grotta del Paradiso.

Insecta, Ortrhoptera

Dolichopoda laetitiae Menozzi, 1920

Natural mouth of the Grotta Grande del Vento, Grotta Bella, Grotta del Fiume, Grotta di Frasassi, Grotta del Mezzogiorno, Caverna dell'Inferno, Grotta dell'Infinito, Grotta del Paradiso, Caverna dei Baffoni.

Species with a limited area of distribution along the Apennine Ridge from Emilia to Lazio. Eutroglophile.

Grillomorpha dalmatina (Ocskay, 1932)

Grotta del Mezzogiorno.

Species widespread throughout southern Europe and northern Africa, namely circummediterranean distribution. Subtroglophile.

Insecta, Trychoptera

Micropterna fissa (McLachlan, 1875)

Grotta dell'Infinito.

Species distribution includes the entire Mediterranean area, as far north as the Alps. Considered a subtroglophile.

Insecta, Lepidoptera

Orneodes sp.

Grotta di Frasassi, Grotta dell'Infinito.

Triphosa dubitata (Linneo, 1758)

Grotta del Fiume, Grotta di Frasassi, Grotta dell'Infinito.

Species distribution throughout Eurasia, and all of Italy, even at high altitude

(2200 m). Subtroglophile.

Triphosa sabaudiata (Duponchel, 1840)

Grotta del Fiume, Caverna della Faticchiana, Grotta dell'Infinito.

Like above, this species has Eurasian distribution. In Italy, it has been reported in the central-northern regions even above 2000 m altitude. Subtroglophile.

Apopestes spectrum (Esper, 1787)

Grotta del Fiume, Grotta di Frasassi, Grotta del Paradiso, Caverna della Faticchiana.

Species with Mediterranean-Asiatic distribution. Present throughout Italy, but with a localized and less dense distribution in the northern regions. Subtroglophile.

Scoliopteryx libatrix (Linneo, 1758)

Grotta del Fiume, Grotta Bella, Grotta di Frasassi, Grotta dell'Infinito.

Species with Eurasian distribution. Known throughout Italy, even above 2000 m altitude. Subtroglophile.

Insecta, Thysanura

Limonia nubeculosa (Meigen, 1804)

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento, Grotta Bella, Grotta del Fiume, Grotta di Frasassi, Grotta dell'Orso Bruno, Caverna dell'Inferno, Caverna della Faticchiana, Grotta del Paradiso, Grotta dell'Infinito.

The species has been reported throughout Europe and Asia Minor. Subtroglophile.

Rhymosia fenestralis Meigen

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento, Grotta del Fiume, Grotta Bella, Grotta del Paradiso, Caverna della Faticchiana, Caverna dell'Inferno.

Area of distribution throughout Europe (especially, the central European regions), including Italy. Subtroglophile.

Exechia sp.

Grotta del Mezzogiorno.

Mycomya sp.

Grotta del Fiume.

Sciara sp.

Tourist cave (room G. da Fabriano).

Zygoneura sciarina Meigen

Grotta di Frasassi.

Common species throughout Europe, considered troglonexene.

Sycorax sp.

Grotta del Fiume.

Phora sp.

Grotta del Fiume, tourist cave, Caverna dell'Inferno, Grotta del Paradiso.

Helomyza serrata L.

Grotta del Fiume, Grotta di Frasassi, Grotta dell'Orso Bruno.

Saprophile and coprophile species found throughout Europe and North America. Eutroglophile.

Insecta, Coleoptera, Carabidae*Laemostenus latialis* Leoni, 1907

Grotta di Frasassi, Grotta dell'Infinito.

Species with very limited area of distribution, found only in the central-northern regions of Italy. Eutroglophile.

Duvalius bensai lombardii Straneo, 1939 (Fig. 4)

Grotta di Frasassi, Grotta del Fiume.

The genus *Duvalius* is characterized by species with very limited distribution. The group "*bensai*" is limited to the central Apennine; specifically, the subspecies *Duvalius bensai lombardii* has only been found in the caves of the karst complex of Frasassi. Troglobite, even if this is one of the species of the genus *Duvalius* still having eyes.



Fig. 4 - *Duvalius bensai lombardii* (Coleoptera, Carabidae), a subspecies endemic to Frasassi. The eyes are still present, as found in only some taxa of the genus *Duvalius* (bar = 1 mm).

Insecta, Coleoptera, Carabidae*Gnathoncus nannetensis* (Mars)

Grotta Bella.

Guanobic species widespread throughout Europe and northern Asia (especially Siberia). Troglaxene.

Gnathoncus cerberus Auzat, 1923

Grotta di Frasassi.

Guanobic species to date only reported in a cave in Sardinia (Grotta dell'Inferno, Sassari). Troglaxene.

Insecta, Coleoptera, Staphilinidae***Quedius (Microsaurus) mesomelinus***

(Marsham, 1802)

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento, Grotta di Frasassi, Grotta dell'Infinito.

This species can be considered cosmopolitan, being reported in the palearctic region, Greenland, North and South America, Australia and New Zealand. Found throughout Italy. Troglóxene.

Insecta, Hymenoptera***Amblyteles quadripunctorius*** (O.F. Muller, 1776)

Grotta dell'Orso Bruno.

Species diffuse in Europe and western Africa. Troglóxene.

VERTEBRATA

Amphibia, Urodela***Speleomantes italicu*** (Dunn, 1923) (Fig. 5)

Natural entrance of the Grotta Grande del Vento, Grotta Bella, Grotta del Fiume, Grotta dell'Orso Bruno, Caverna dell'Inferno, Caverna della Faticchiana, Grotta dell'Infinito.



Fig. 5 - *Speleomantes italicus* (Urodela, Plethodontidae). An element often present at the entrance to the caves at Frasassi (bar = 1 cm).

This species is distributed along the Apennine Ridge, extending north up to the border between the provinces of Parma and Reggio Emilia and south to the Abruzzese Apennines. Eutroglophile.

Amphibia, Anura

Rana dalmatina Bonaparte

Grotta del Fiume.

Species found throughout Europe (except the northernmost regions and in Asia Minor. Trogloxene.

Reptilia, Sauri

Podarcis sp.

Grotta del Fiume.

This lizard is only occasionally found in caves and thus represents a troglaxene element.

b) Karyological results on *Speleomantes*

Karyological analysis performed on *Speleomantes* from Frasassi revealed 28 chromosomes, grouped into 14 pairs, in both males and females. Except for pair XIV, all chromosomes pairs were metacentric or submetacentric. Pair XIV is the smallest; in the female, the two chromosomes are of the same size and subtelocentric. On the contrary, in the male one is subtelocentric and the other submetacentric.



Fig. 6 - *Speleomantes italicus*. Mitotic metaphase stained with the C-banding technique. Note the strongly stained heterochromatic bands. The arrows indicate sex chromosomes (bar = 10 μ m).

The C-bands are located at the level of the centromere and in the pericentric region. However, the pericentric C-bands stain more weakly than the centromeric ones in the majority of chromosomes. Moreover, the individual chromosomes of pair XIV have a peculiar C-banding pattern (Fig. 6). The X chromosome has a large C-band at the level of the centromere that can be split into two components: one is a heavier C-band on the long arm, close to the centromere, and the other is a much smaller band, corresponding to the centromere. Instead, the Y chromosome presents two distinct C-bands: one on the short arm and a smaller one at the centromere.

DISCUSSION

Examination of the cave dwelling population in Frasassi lead to the identification of a large number of taxa. The most significant species found in this survey are the amphipod crustacean *N. ictus*, the carabid beetle, *D. bensai lombardii*, the Histeridae beetle, *G. cerberus* and the pseudoscorpion of the genus *Roncus*. The first two species, *N. ictus* and *D. bensai lombardii*, provide further evidence for two significant endemisms; the third species, *G. cerberus* has only been reported in a single occasion and indeed, to date is only known in Sardinia (Grotta dell'Inferno, Sassari) (Auzat, 1923). These specimens were collected from guano deposits.

According to Prof. Gardini, the pseudoscorpion is definitely a new species, which can only be described following a thorough revision of the entire *Roncus* genus.

Repeated observations in various periods of the year, aimed at quantitatively evaluating the more abundant species, *A. dentiger*, *D. laetitia* and *S. italicus*, led to the conclusion that the first two species do not show variations, whereas the plethodontid salamander presents remarkable differences in the specimens number, that, however, do not seem related to seasonal cycles in our case.

We can state that the animal communities found in the studied caves during the second year sampling campaigns are not qualitatively or quantitatively different from those collected in the caves of the first year field trips. This further supports the high stability of the endogenous animal population throughout the karst complex of Frasassi. The situation can be explained by the close proximity and common origin of the studied caves, and also by their predominantly horizontal extension and similar altitudes. On the other hand, the available literature data on cave fauna from central Italy extends this homogeneity to the entire zone. If we consider the list of species found by Bani (1984) in the "Grotta dei Cinque Laghi" (Pesaro), 16 out of the 26 described taxa were also found by us in the karst complex of Frasassi.

The small number of animals in the tourist cave is probably related to the large distance from any natural entrance and to the modest amount of organic material it receives from the outside world. A survey of the biospeleologic features of this cave performed by one of the authors the year

the show cave was discovered (1971) had already pointed out the almost complete lack of fauna. Thus, the paucity of animals does not stem from the impact of cave tourism.

Adaptation to cave life in our study can be defined as troglophile in 50% of the collected species and troglobite (including the species inhabiting the phreatic zone) in only two animal species. The large number of troglophiles and the small number of troglobites may be related to the geological age of the studied caves (Taddeucci et al., 1987, and this issue) and can in any case be attributed to a relatively recent faunistic colonization, so as to halt the long process of adaptation that lie at the bases of troglobitic selection.

The study of plethodontid salamanders revealed that the karyotype of *S. italicus* found at Frasassi is not substantially different from that of other continental populations. A quite congruous karyological picture has been found in the species from eastern Sardinia. The karyotypes of the European and American species are also remarkably similar (Nardi et al., 1986). The only difference occurs at chromosome pair XIV. Indeed, the karyotypes of the American species do not have heterochromosomes. Additional data are provided by the study of repetitive DNA sequences within the genome, initially described by Nardi et al. (1986). A joint research project with the University of Pisa lead to several studies which have been published or are currently in press (Batistoni et al., 1989; Nardi, in press; Batistoni et al., in preparation).

The genome of *Speleomantes supramontis* (Lanza et al., 1986) from Sardinia evaluated in the study was found to consist of two families of highly repetitive DNA, labeled Hy500 and Hy5, differing from each other in terms of genomic organization and distribution of the single chromosomes. The Hy500 family is a typical highly repetitive satellite DNA, located at the level of centromeric heterochromatin of all chromosomes, including the sex chromosomes. Satellite DNA was also found in the Frasassi population and in all the examined European species, both from Sardinia and the continent. This situation implies that Hy500 probably already existed in a common ancestor and was amplified before the single species differentiated from each other, suggesting a relatively recent speciation. Instead, the Hy5 family consists of very long units. Unlike in the Hy500 family, it is dispersed throughout the genome, and *in situ* hybridization experiments have shown that the sequences are distributed throughout the chromosome set without a precise localization in a given chromosome. An important aspect is that this DNA group is found in much smaller amounts in *S. italicus* of Frasassi and also in *Speleomantes genei* (Temminck and Schlegel, 1838), than in the species from eastern Sardinia, where it is highly conserved.

Our data point out the high uniformity of the continental populations, in accordance with the karyological, morphological, biogeographic, ethological and biochemical data of other authors (Nardi et al., 1986; Lanza et al., 1986) and confirm that the continental populations are closer to the species from eastern than from western Sardinia.

In conclusion, this faunistic study has provided an embracing picture of the cave-dwelling animal populations of the Frasassi area and has added

valuable knowledge to aid the correct management of this natural resource.

REFERENCES

- Auzat V., 1923 - *Description d'un nouveau Gnathoncus de Sardaigne (Coleopt. Hist.)*. Boll. Soc. entomol. ital., 55: 145-147.
- Baccetti B., Capra F., 1959 - *Notulae Orthopterologicae. XII. Revisione delle specie italiane del genere Dolichopoda*. Bol. (Orthopt. Rhabdiphoridae). Redia, 44: 165-217.
- Bani M., 1984 - *La grotta dei cinque Laghi*. Sez. Speleol. Città di Castello, Urbana: 1- 214.
- Bassi S., Fabbri I., 1986/87 - *Note preliminari sui Chiroterri della grotta della B.V. di Frasassi*. Gruppo Speleol. Faentino, Faenza: 16-19.
- Batistoni R., Nardone M., Demartis A., Rebecchi L., Nardi I., 1989 - *Repetitive DNA sequence in the plethodontid salamander Hydromantes (Amphibia Urodela)*. Atti Ass. Genet. Ital., 35: 35-36.
- Batistoni R., Nardi I., Rebecchi L., Nardone M., Demartis A. - *Centromeric satellite DNA in the European plethodontid salamander Speleomantes (Amphibia, Urodela)*. In preparation.
- Bertolani M., Cigna A.A., 1990 - *Activity of the scientific commission of "Grotta Grande del Vento" (Genga, Ancona, Central Italy)*. This issue.
- Bordoni A., 1974 - *Studi sulla sistematica e la geonemia del genere Quedius Steph. - III. Le specie italiane appartenenti al sottogenere Microsaurus (Steph.) sensu Gridelli, 1924 (Coleoptera, Staphilinidae)*. Redia, 55: 1-82.
- Brignoli P.M., 1972 - *Catalogo dei Ragni Cavernicoli Italiani*. Quad. Speleol. Circ. Speleol. Rom., 1: 5-212.
- Brignoli P.M., 1977 - *Ragni d'Italia XXVII. Nuovi dati su Agelenidae, Argyronidae, Hahanidae, Oxyopidae e Pisauridae cavernicoli ed epigei*. Quad. Mus. Speleol. "V. Rivera", 4, :3-117.
- Brignoli P.M., 1985 - *Aggiunte e correzioni al Catalogo dei Ragni Cavernicoli Italiani*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona, Ser. II, Sez. biologica, 4: 51-64.
- Cola L., Freude H., 1974 - *Prima nota sulla fauna delle grotte nella zona di Genga (Ancona)*. Boll. Soc. Entomol. Ital., 106: 37-39.
- Cristiani R., Gambelli G., Moscardi F., 1976 - *Grotta Grande del Vento. Costruzione seconda galleria*. Relaz. Geol. per il Com. di Genga (Ancona).
- Dragoni W., Verdacchi A., 1993 - *First results of the monitoring System of the karstic complex of "Grotte di Frasassi-Grotta Grande del Vento" (Central Apennines, Italy)*. Proc. Int. Symp. on Hydrog. Proc. in Karst Terr., Antalya (Turkey) Oct. 1990, IAHS Publ. N° 207: 107-117.
- Dresco E., 1963 - *Araignées cavernicoles d'Italie (Ire note)*. Ann. Spéléol., 18: 13-30.
- Dubois A., 1984 - *Miscellanea nomenclatorica batracologica (IV)*. Alytes, 3 (3): 103-110.
- Gall J.C., Pardue M.L., 1971 - *Nucleic acid hybridization in cytological preparations*. Methods Enzymol., XXID: 470-480.

- Karaman G.S., 1985 - *New Data of the Genus Niphargus Schiodte (Fam. Niphargidae) in Italy and Adjacent Regions (Contributions to the Knowledge of Amphipoda 138)*. Boll. Mus. civ. St. nat. Verona, 12: 209-228.
- Kezer J., Sessions K., 1979 - *Chromosome variation in the plethodontid salamander, Aneides ferreus*. Chromosoma. 71: 65-80.
- Lanza B., 1954 - *Notizie sulla distribuzione in Italia del Geotritone (Hydromantes italicus) Dunn e descrizione di una nuova razza (Amphibia, Plethodontidae)*. Arch. Zool. it., 39: 145-160.
- Lanza B. - Personal communication.
- Lanza B., Nascetti G., Bullini L., 1986 - *A new species of Hydromantes from eastern Sardinia and its genetic relationships with the other Sardinian plethodontids (Amphibia: Urodela)*. Boll. Mus. reg. Sc. nat. Torino, 4: 261-289.
- Magistretti M., 1956 - *Coleoptera. 2. Cicindelidae, Carabidae dei Monti Sibillini*. Mem. Mus. civ. Stor. nat. Verona, 5: 229-256.
- Magistretti M., 1965 - *Coleoptera, Cicindelidae, Carabidae. Catalogo topografico. Fauna d'Italia, 8, Calderini, Bologna, 512 pp.*
- Nardi I., Andronico F., De Lucchini S., e Batistoni R., 1986 - *Cytogenetics of the European plethodontid salamanders of the genus Hydromantes (Amphibia, Urodela)*. Chromosoma, 3: 377-388.
- Nardi I., (in press) - *Cytogenetics of the plethodontic salamander Hydromantes (Amphibia, Urodela)*. In: D. Green, S.K. Sessions (eds.) *Amphibian cytogenetics and evolution*. Academic Press.
- Roewer C.F. 1962 - *Ueber einige Mediterrane Arachniden*. Fragm. Entom., 4: 11-18.
- Ruffo S., Vigna Taglianti A., 1968 - *Alcuni Niphargus delle acque sotterranee dell'Italia centro-meridionale e considerazioni sulla sistematica del gruppo orcinus (Amphipoda, Gammaridae)*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona, 16: 1-29.
- Straneo S.L., 1939 - *Sulla distribuzione geografica del Duvalius bensai Gestro (Coleopt. Carab.)*. Boll. Soc. entomol. ital., 71: 105-107.
- Taddeucci A., Conte A., Voltaggio M., 1987 - *Datazione col ²³⁰Th di alcuni speleotemi del complesso carsico "Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento" a Frasassi (Ancona)*. Boll. Soc. Geol. Ital., 106: 807-812.
- Taddeucci A., Tuccimei P., Voltaggio M. 1990 - *Th-230 dating and related implications of the speleothems from "Grotta del Fiume-Grotta grande del vento" karst cave at Frasassi (AN)*. This issue.
- Teobaldelli A., 1982 - *Lepidotteri rinvenuti all'interno di alcune caverne nelle Marche (Lepidoptera)*. Lavori Soc. ital. Biogeogr., 7: 809-816.
- Vigna Taglianti A., 1970 - *Osservazioni su alcuni Duvalius appenninici (Coleoptera, Carabidae)*. Fragm. Entom., 7: 45-54.

²³⁰Th DATING OF THE SPELEOTHEMS FROM THE "GROTTA DEL FIUME -GROTTA GRANDE DEL VENTO" KARST SYSTEM IN FRASASSI (Ancona, Italy) AND PALEOENVIRONMENTAL IMPLICATIONS

Adriano Taddeucci* , Paola Tuccimei* and Mario Voltaggio**

ABSTRACT

Chronological measurements have been carried out on speleothems from the «Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento» karst system in Frasassi (Ancona, Italy) by means of the ²³⁰Th radiometric method in order to date hypogean karst levels and related geological events. Higher levels were found to be older than the lower ones according to standstills and sinkings of the water table.

The dated speleothems from the first and second level formed less than 10,000 years ago; the minimum ages of the third and fifth levels, which are respectively 130,000 and 200,000 years old, were correlated to climatic events.

Dating different portions of a speleothem allows the measurements of the radial and vertical accretion rates and their variation over time. Such data together with the ²³⁴U/²³⁸U activity ratio and the uranium content of the speleothems have been correlated with the climatic variations connected to the glacial cycles. The same data have been used to fit a hydrogeological model.

RIASSUNTO

[Datazione col metodo del ²³⁰Th di concrezioni provenienti dal sistema carsico «Grotta del Fiume - Grotta Grande del Vento» presso Frasassi (Ancona) e correlazioni paleoambientali]

La cronologia di alcune concrezioni provenienti dal sistema carsico «Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento» è stata studiata datando col metodo del ²³⁰Th i livelli carsici e gli eventi geologici ad essi correlati. I livelli superiori sono risultati più vecchi di quelli inferiori in accordo con i progressivi approfondimenti della falda freatica.

Le concrezioni datate provenienti dal primo e secondo livello si sono formate 10.000 anni fa; le età minime del terzo e quinto livello, che sono, rispettivamente, 130.000 e 200.000 anni, sono state correlate con gli eventi climatici.

La datazione di diverse porzioni di una stessa concrezione permette la determinazione del rateo di accrescimento radiale e verticale e la sua variazione nel tempo. Tali risultati insieme al rapporto di attività ²³⁴U/²³⁸U e alla concentrazione dell'uranio nelle concrezioni stesse sono state correlate con le variazioni climatiche connesse con i cicli glaciali. Gli stessi dati sono stati utilizzati per costruire un modello idrogeologico.

INTRODUCTION

Dating speleothems by ²³⁰Th method (Gascoyne *et al.*, 1978) is a powerful tool for Earth Sciences to improve the knowledge on subjects such

* Dip. Scienze della Terra, Univ. "La Sapienza", ROMA (Italy)

** Centro St. Quatern. Evol. Amb., c/o Dip. Scienze della Terra, Univ. "La Sapienza", ROMA (Italy)

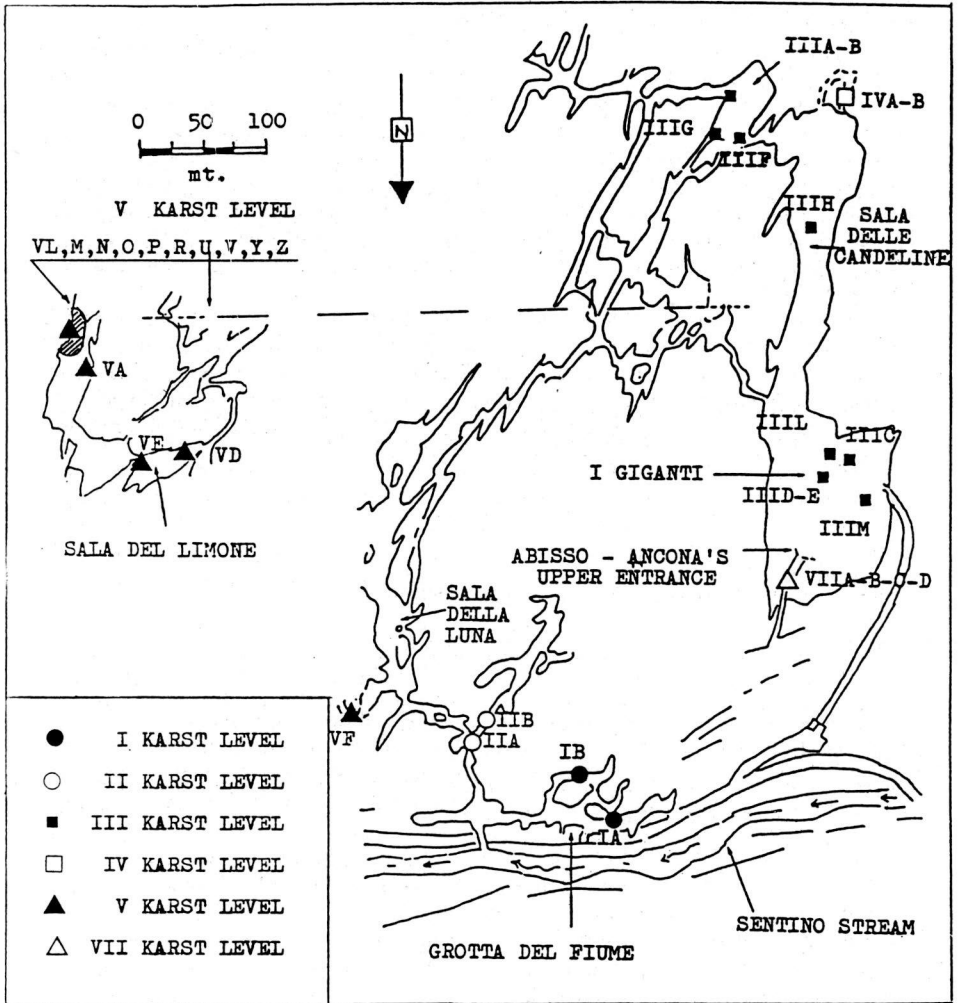


Fig. 1 - Locations of the speleothems sampled from the karst levels

as karst evolution, neotectonics, palaeoclimatology. The «Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento» karst system in Frasassi (Ancona, Italy) offers a unique situation: it covers a rather wide area (several square kilometers) well known from a geological point of view, interested by seven karst levels (Bocchini & Coltorti, 1978a, b) over 210 meters of vertical spread; an efficient management allows a quite good preservation of the environment and offers facilities to the interested scientists.

On this basis we carried out a research in order to improve the knowledge of the karst evolution in terms of dates related to the concretionary stages. Moreover, the rate of accretion can be measured for the speleothems, giving indications on the palaeoclimate; finally, the data on U content and its isotopic composition can be used for speculations on palaeo-hydrogeology. All analyses have been performed by means of alpha spectrometry.

SAMPLING

This research deals with more than 20 stalagmites (and a stalagmitic flowstone) from the 1st to the 5th karst level (Fig. 1).

The base and the top of some stalagmites have been dated; one has been sampled along its vertical axis by collecting 11 subsamples; others have been horizontally drilled to obtain a 2.5 cm diameter core reaching generally the nucleus of the stalagmite at its base; 10 cm long portions of such cores have been dated.

ANALYTICAL DATA

Elemental, isotopic (activity ratio) and age data are displayed in Tab. 1. It is very important to point out right now that the interpretation of the age data must be carried out only after a very careful evaluation of their validity. In fact, at least two kind of situations can occur to unvalidate the measured ages.

The first one depends on the sampling direction related to the conditions of accretion. Two examples are shown in Fig. 2. If the speleothem accreted as a sequence of vertical (Fig. 2a) or horizontal (Fig. 2b) concretionary sheets, it is quite evident that a set of subsamples along an horizontal core can give the same age, or that an inner subsample can appear to be younger than the outer ones. This can be the case of sample FRS 3H and FRS 3E respectively.

The second situation probably occurred during the accretion of sample FRS III B; in this case, it is very probably correct to assume a uranium mobilization responsible for the modification of the $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ activity ratio. Consequently, the basic assumption of the method which requires a chemically and isotopically closed system since the deposition of the speleothem, could not be fulfilled.

Anyway, it must be emphasized that if a cluster of subsamples, large

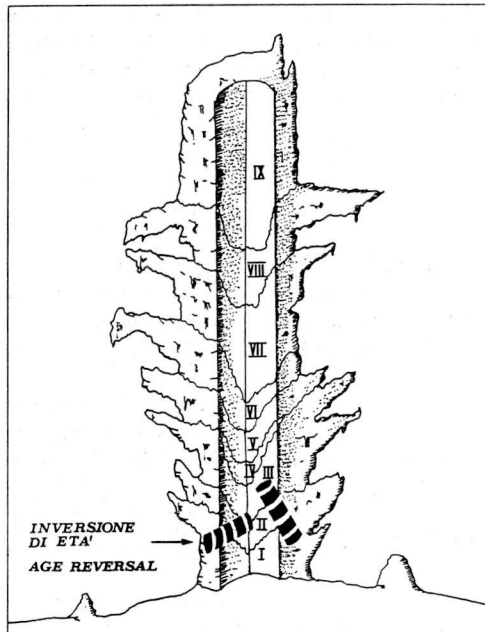
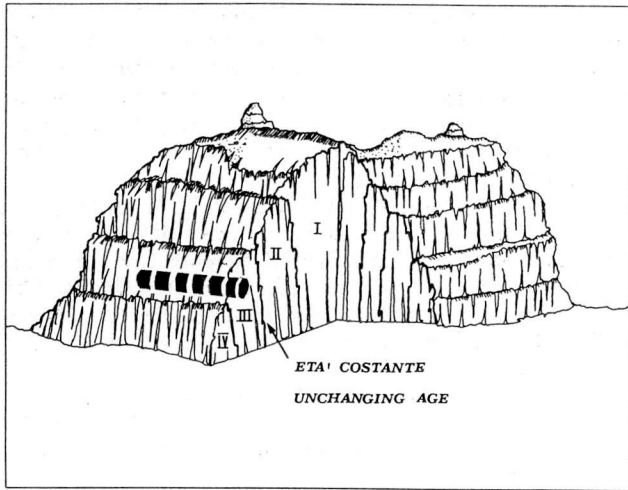


Fig. 2a and 2b - Relationships among sampling directions, accretion conditions and ages of speleothems (see text)

enough to be considered as a closed system, is defined, the average age of the whole cluster is stratigraphically consistent. Obviously, the values related to these stalagmites have never been used for the following discussions.

THE CHRONOLOGY OF THE KARST EVOLUTION

In Tab. 2 the ages of speleothems are related to the evolution of the karst process, by taking into account only the oldest measured age for each level, with the assumption that the beginning of the concretionary phase took place just after the end of the formation of the same karst level. The probability that the measured age approaches the oldest one depends on the number of the dated samples; for this reason we can assume, as reasonably reliable, only the age of 130,000 years (Riss-Würm) for the 3rd level and that of 200,000 years for the 5th level (Mindel-Riss). Because of the few dated samples, an age of less than 10,000 years can be considered reasonable for the 1st and the 2nd karst levels, according to their poor concretioning.

Sampling will be extended in the future in order to give a better reliability to the dates and to obtain ages for the other karst levels also.

The variations of vertical and radial accretion rates are shown in Fig. 3. A sharp increase between 130,000 and 70,000 years could be related to the Riss-Würm interglacial climate that, according to Bortolami *et al.* (1977), was warm and wet in our region. A second increase which ranges from 30,000 years to present, is related to the post-Würm interglacial. The direct correlation of the concretioning to the precipitation has been also stated by Hennig *et al.* (1983) and Gascoyne and Schwarcz (1982).

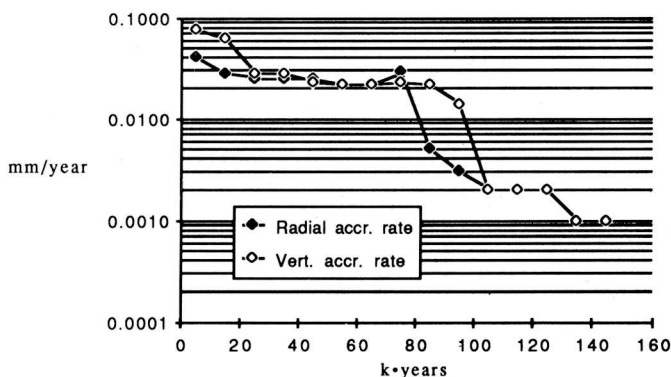


Fig. 3 - Variations of the vertical and radial accretion rates of the speleothems in the last 130,000 years.

During the Würm glacial period the accretion rates remained stationary, whereas their decrease could be expected. We believe that the lower amount

of circulating water and the consequent lower amount of dissolved carbonate could have been compensated by the longest residence time of the seepage water in the wall-rock due to the deepening of the base level.

PALEOHYDROGEOLOGY

The climatic factors as temperature and precipitation, together with the pedology and the lithology of the region interested by the percolation water affect the dissolved uranium concentration and its isotopic composition. In fact, the interaction of carbon dioxide-rich waters with the carbonate wall rocks will result in their dissolution with the enrichment of the water in uranium with a $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratio close to the unity. On the other side, during the interaction of less acid water with the carbonate wall-rocks, the leaching will prevail over the dissolution: the water will contain a smaller amount of uranium characterized by higher $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratio, due to the easier leacheability of ^{234}U lying in «hot» sites (Fleischer, 1980). The leaching of non-carbonate rocks will result in waters richer in uranium, with a higher isotopic ratio (Taddeucci *et al.* 1987).

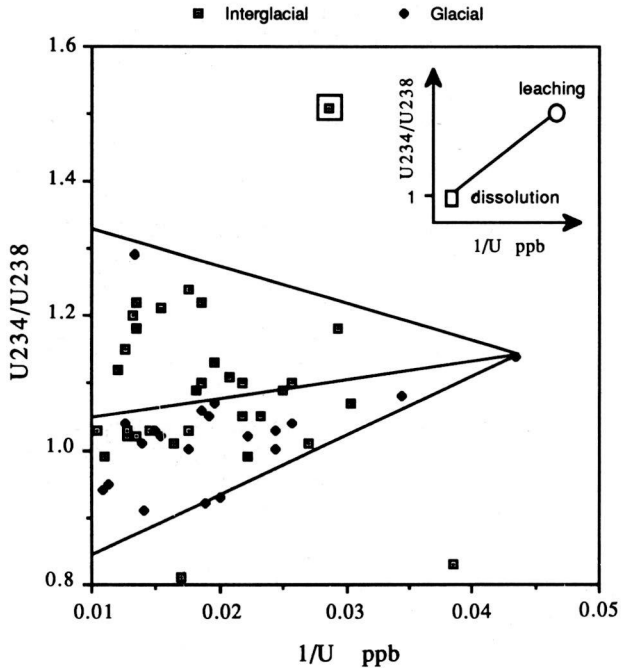


Fig. 4 - Initial uranium isotopic composition of the speleothems versus the reciprocal value of their uranium content.

In Fig. 4, the initial uranium isotopic composition of the speleothems, corresponding to that of the deposition water, is plotted versus the reciprocal value of their uranium elemental content (black circles refer to material deposited during glacial periods, and open squares to the interglacials). «Cold» samples seem to lie on an array that can be explained in terms of mixing between two end members; the first one (square in the insert) refers to «dissolved uranium» water and the second one (circle in the insert) refers to «leached uranium» water interacting in a lithologically homogeneous reservoir; the low uranium content of the «leached» end member (extreme right valve in the figure) agrees with the existence of a carbonate reservoir.

By taking into account the «warm» samples, a third end member must be considered, represented by waters leaching (more than dissolving) uranium-rich rocks, different from carbonates (marls and clayey marls). This is compatible with an interglacial warm-wet climate, when the abundant rainfall was responsible for a better hydrologic connection among lithologically different reservoirs.

Double square in Fig. 4 represents a very interesting case dealing with a small stalagmite from the 5th karst level (FRS VF) only 5 centimeters high, overlying a cherty archaeological artefact and connected to a palaeolithic fireplace with bones. The ^{230}Th age integrated over the whole stalagmite (due to its small size) turned out to be $1,500 \pm 400$ years; the same speleothem has been dated by means of ^{14}C method by Prof. G. Calderoni (Earth Science Department, University of Rome «La Sapienza») and gave the age of $1,700 \pm 100$ years. The ^{14}C age of fire carbons and bones is $13,000 \pm 100$ years, that can therefore be assumed as the age of the artefact.

It is worthwhile to note that the ^{230}Th and the ^{14}C ages agree within the limit of the errors; that means that no carbon exchange occurred between the seepage water and the «infinite age ^{14}C » carbonate wall-rock. This conclusion is in agreement with the low uranium content and the very high isotopic ratio shown by the depositing water that had to be a typical «leaching» one.

CONCLUSIONS

The work that has been carried out identifies at least two dates within the whole evolution of the karst system: 130,000 and 200,000 years respectively for the end of the formation of the 3rd and 5th karst levels. Also the variations over time of the speleothems accretion rate agree with the palaeoclimatic conditions. The uranium content and its isotopic composition calculated for the carbonate-depositing waters have been used to figure out a hydrogeologic model involving a mixing among three end-members:

- i) «dissolving» waters in a carbonate reservoir
- ii) «U-leaching» waters in the same carbonatic reservoir
- iii) «U-leaching» waters in a non-carbonate reservoir.

The first and second end-members prevail during the glacial period

while the third one prevails during the interglacial period.

The high accretion rate of the speleothems occurring over the last thousands of years can be regarded as an index of the good «state of health» of the cave, at least from the tourist point of view. Because of the intense anthropization now occurring, we think that it should be easy and quite inexpensive to survey the accretion rate of carbonate concretions simply by periodically weighting some standard concreting objects, appropriately located within the cave.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was carried on thanks to the generous contribution of the «Consorzio Frasassi» by an appropriate grant and a post-graduate fellowship, in the frame of a research contract stipulated with the Earth Science Department, University of Rome «La Sapienza».

We like to thank Mr. Giancarlo Marinelli and Mr. Terzo Marinelli together with all the personnel working for the Consorzio, since their friendly help is making possible our work in the cave.

Dr. Mauro Coltorti and Mr. Andrea Bocchini gave us a precious help for sampling the speleothems out of the touristic trail. The Scientific Committee of the Consorzio encouraged this work and gave us the most precious advises.

REFERENCES

- Bocchini A. & Coltorti M., 1978a - *Rilievo topografico e geomorfologico del complesso carsico Grotta del Fiume (8 MA - AN) Grotta Grande del Vento (307 MA - AN)*. Atti XIII Cong. Naz. Speleol., Perugia 30 sett. - 4 ott. 1978. Preprints, Gruppo Spel. CAI Perugia.
- Bocchini A. and Coltorti M., 1978b - *Considerazioni sulla speleogenesi della zona carsica di Frasassi (AN) in relazione all'evoluzi one geomorfologica esterna*. Atti XIII Cong. Naz. Speleol., Perugia 30 sett. - 4 ott. 1978. Preprints, Gruppo Spel. CAI Perugia.
- Bortolami G.C., Fontes J.F., Markgraf V., Saliege J.F., 1977 - *Land, sea and climate in the northern adriatic region during late pleistocene and holocene*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 21: 139-156.
- Fleisher R.L., 1980 - *Isotopic disequilibrium of uranium: alpha-recoil damage and preferential solution effects*. Science, 207: 979- 981.
- Gascoyne M. & Schwarcz H.P., 1982 - *Carbonate and sulphate precipitates*. in: Ivanovich H. & Harmon R.S. (Eds.) *Uranium series disequilibrium - Application to environmental problems*. Oxford, Clarendon Press: 268-300.
- Hennig G.J., Grün R., Brunnacker K., 1983 - *Speleothems, travertines and palaeoclimates*. Quaternary Research, 20:1-29.
- Taddeucci A., Voltaggio M., Conte A., 1987 - *Datazione col ^{230}Th di alcuni speleotemi del complesso carsico «Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento» a Frasassi (AN)*. Boll. Soc. Geol. It., 106: 807-812.

Table 1 - Analytical data. Roman numerals refer to the karst level, letter to the speleothem and arabic numerals to its parts. All speleothems are stalagmites except FRS 4 which is a stalagmitic flowstone. For each sample in the first row are reported the values while in the second row are reported the errors.

Sample	Subsample	Period (Glacial or Interglacial)	U ppb	²³⁴ U	²³⁴ U	²³⁰ Th	²³⁰ Th	Age k•years
				²³⁸ U	²³⁸ U	²³² Th (initial)	²³⁴ U	
FRS I A2	top	I	96	0.99	1.03	1	0.05	10
			3	0.04	0.04	0.1	0.02	
FRS II A1	base	I	78	1.03	1.03	1	0.07	10
			3	0.03	0.03	0.1	0.02	
FRS II A2	top	I	33	1.06	1.07	3	0.08	10
			2	0.08	0.08	0.2	0.02	
FRS II B1	base	I	74	1.22	1.22	2	0.03	10
			4	0.06	0.06	0.1	0.01	
FRS III A1	base	I	79	1.11	1.15	24	0.60	93
			5	0.06	0.06	4	0.05	
FRS III A3	top	G	50	0.94	0.93	inf.	0.40	55
			3	0.02	0.02		0.03	
FRS III B1	base	I	55	1.06	1.09	32	0.70	130
			4	0.07	0.07	5	0.04	
FRS III B2	4.5-9 cm (upwards)	G	65	1.01	1.02	14	0.47	68
			3	0.04	0.04	2	0.03	
FRS III B5	18-22.5 cm (upwards)	I	57	1.03	1.03	inf.	0.49	74
			2	0.03	0.03		0.11	
FRS III B6	22.5-27 cm (upwards)	I	45	0.99	0.99	inf.	0.62	104
			2	0.05	0.05		0.04	
FRS III B7	27-31.5 cm (upwards)	I	43	1.04	1.05	99	0.56	88
			1	0.06	0.06	26	0.03	
FRS III B8	31.5-36 cm (upwards)	I	34	1.12	1.18	65	0.70	132
			2	0.07	0.07	20	0.05	
FRS III B9	36-40.5 cm	G	41	1.03	1.03	inf.	0.26	33
			2	0.05	0.05		0.02	
FRS III B10	40.5-45 cm	G	72	1.01	1.01	inf.	0.40	55
			4	0.06	0.06		0.02	
FRS III B11	top	G	39	1.04	1.04	inf.	0.13	15
			3	0.09	0.09		0.03	
FRS III C1	75-85 cm (inwards)	G	45	1.02	1.02	15	0.09	10
			2	0.05	0.05	2	0.01	

FRS III C2	65-75 cm (inwards)	I	48	1.11	1.11	inf.	0.07	8
			1	0.02	0.02		0.01	
FRS III C8	0-10 cm (inwards)	I	46	1.05	1.05	inf.	0.02	3
			7	0.04	0.04		0.01	
FRS III E1	100-110 cm (inwards)	I	40	1.09	1.09	inf.	0.08	9
			5	0.07	0.07		0.01	
FRS III E2	90-100 cm (inwards)	I	54	1.10	1.10	inf.	0.06	7
			2	0.03	0.03		0.01	
FRS III E10	0-10 cm (inwards)	G	23	1.13	1.14	inf.	0.14	16
			1	0.07	0.07		0.04	
FRS III F1	75-85 cm (inwards)	G	88	0.96	0.95	inf.	0.51	76
			1	0.04	0.04		0.03	
FRS III G1	100-110 cm (inwards)	I	59	0.93	0.81	inf.	0.55	82
			3	0.04	0.04		0.05	
FRS III H1	100-110 cm (inwards)	I	76	1.19	1.20	inf.	0.08	9
			3	0.04	0.04		0.01	
FRS III H2	90-100 cm (inwards)	G	51	1.07	1.07	inf.	0.10	12
			3	0.03	0.03		0.02	
FRS III H4	73-85 cm (inwards)	I	74	1.18	1.18	inf.	0.07	7
			2	0.03	0.03		0.01	
FRS III H5	60-73 cm (inwards)	I	65	1.21	1.21	inf.	0.07	7
			2	0.03	0.03		0.01	
FRS III H6	47-60 cm (inwards)	G	75	1.27	1.29	11 2	0.19	23
			4	0.06	0.06		0.01	
FRS III H7	35-47 cm (inwards)	I	54	1.22	1.22	inf.	0.08	9
			2	0.05	0.05		0.01	
FRS III H8	23-35 cm (inwards)	I	51	1.13	1.13	inf.	0.05	6
			2	0.05	0.05		0.01	
FRS III H9	10-23 cm (inwards)	I	57	1.24	1.24	inf.	0.05	8
			2	0.05	0.05		0.01	
FRS III H10	0-10 cm (inwards)	I	26	0.83	0.83	inf.	0.07	8
			2	0.09	0.09		0.01	
FRS III L1	100-110 cm (inwards)	I	74	1.02	1.02	inf.	0.49	73
			4	0.05	0.07		0.04	
FRS III L5	55-65 cm (inwards)	G	52	1.05	1.05	inf.	0.38	52
			2	0.03	0.03		0.02	
FRS III L10	0-10 cm (inwards)	I	37	1.01	1.01	inf.	0.08	9
			1	0.04	0.04		0.01	
FRS III M1	20-30 cm (inwards)	I	39	1.10	1.10	inf.	0.01	1
			2	0.05	0.05		0.01	

SPELEOTHEM DATING

89

FRS 2 (III) nucleus	G	53 2	0.92 0.05	0.92 0.05	inf.	0.10 0.01	12 1
FRS 4 (III) flowstone	I	91 5	0.99 0.18	0.99 0.18	1 (#)	0.02 0.03	4 2
FRS IV A2 top	G	67 2	1.02 0.03	1.03 0.03	12 3	0.10 0.01	11 1
FRS IV B1 base	G	71 3	0.91 0.04	0.91 0.04	1 0.1	0.11 0.01	13
FRS IV B2 top	G	29 1	1.07 0.06	1.08 0.06	1 0.1	0.11 0.01	10
FRS V A1 base	I	61 3	1.01 0.04	1.01 0.04	40 9	0.53 0.03	82 8
FRS V A2 top	G	54 1	1.06 0.03	1.06 0.03	10 1	0.30 0.02	39 3
FRS V D1 base	G	57 3	1.00 0.04	1.00 0.04	11 1	0.44 0.03	64 +6-5
FRS V D2 top	G	79 3	1.03 0.03	1.04 0.03	18 7	0.19 0.26	22 +3-2
FRS V E1 base	I	83 5	1.07 0.07	1.12 0.07	inf.	0.93 0.06	199 +22-20
FRS V E2 top	G	92 4	0.95 0.03	0.94 0.03	12 2	0.37 0.02	50 4
FRS V F1 integrated (see text)	I	35 3	1.51 0.13	1.51 0.13	inf.	0.01 0.01	2 1
FRS 3a (V) nucleus	I	78 5	1.02 0.02	1.02 0.02	12 2	0.48 0.04	71 +8-7
FRS 3b (V) external	I	46	1.10	1.10	23	0.05	6
FRS IIID1 100-110 cm (VII) (inwards)	G	41 1	1.00 0.04	1.00 0.04	inf.	0.76 0.04	157 +21-18
FRS 1 (VII) external layer of III D1	I	69 2	1.02 0.03	1.03 0.03	inf.	0.69 0.03	124 +12-11

Age corrected for detrital thorium.

Tab. 2 - Ages of the speleothems in relation to the evolution of the karst process.

Karst level	Height above water table (m)	N° of sampled speleothems	N° of measured samples	Karst level minimum age (k•years)	Related climatic event
VII	+ 210	4	5	> 200	> Mindel-Riss
VI	+ 65	-	-	> 200	> Mindel-Riss
V	+ 52	16	21	200	Mindel-Riss
IV	+ 35	2	3	200 - 130	Riss
III	+ 25	12	34	130	Riss-Würm
II	+ 12	2	2	10	Post-Würm
I	+ 2	2	1	10	Post-Würm

PROPOSITION POUR UNE ETUDE MICRO-CLIMATIQUE EN ZONES SOUTERRAINES PROFONDES

Jacques Choppy* et Arrigo A. Cigna**

SUMMARY

[Proposal for a micro-climatic research to be carried on in deep underground zones]

Deep underground zones of karst systems are practically isolated from the outside influence and their climatological characteristics are scarcely known. To improve the knowledge of the karst areas it would be therefore rather useful to obtain energy balances for different environmental situations in order to evaluate both the deep climatological phenomena and the outside influence

RIASSUNTO *[Proposta per uno studio micro-climatologico in zone sotterranee profonde]*

Le zone sotterranee profonde dei sistemi carsici sono praticamente isolati rispetto all'esterno e le loro caratteristiche climatologiche sono poco note. Per migliorare le conoscenze sulle aree carsiche sarebbe pertanto molto utile ottenere dei bilanci energetici per diverse situazioni ambientali in modo da poter distinguere e valutare separatamente sia i fenomeni climatologici profondi sia l'influenza dell'ambiente esterno;

OBJET

L'étude micro-climatique des cavités naturelles s'est le plus souvent limitée aux régions proches des entrées, en contact avec l'atmosphère extérieure.

Les réseaux de grottes comportent des zones profondes, isolées de l'air extérieur par des obstacles tels qu'un remplissage, un siphon, des conduits étroits ou de parcours complexe: ces zones occupent la plus grande partie de beaucoup de massifs calcaires; l'air y est confiné et peut-être parfois «fossile». On y admire souvent des cristallisations remarquables. Et il existe encore un réseau de fentes impénétrable.

Le micro-climat de ces zones résulte d'échanges avec l'eau qui les atteint (y compris les gaz qu'elle transporte) et avec la roche encaissante, se traduisant par des variations très faibles. Compte tenu de la sensibilité requise, leur mesure n'est devenue possible que ces dernières années.

Mais les rares mesures faites n'ont pas été menées dans l'optique de ce milieu particulier: par exemple, les échanges sont probablement plus importants au niveau des voûtes et du sol mais, pour des raisons pratiques, on n'y a pratiquement pas fait de mesure; de même, la température de la roche a été mesurée à trop faible profondeur, et n'est donc pas significative.

* Rue Vaugirard 182, F-75015 PARIS (France)

** Fraz. Tuffo, I-14023 COCCONATO (Asti) (Italie)

PROCEDURES

Ces zones profondes sont d'ordinaire pénible d'accès; du reste, le passage régulier d'un observateur fausserait les résultats. Seul es les télémessures sont envisageables; les capteurs devant être laissés sur place, un acte de vandalisme est alors à craindre; deux sortes de sites demeurent possibles:

- les parties profondes, non visitées, de grottes aménagées (ou
- les zones derrière siphon.

Au moins trois ans de mesures sont à prévoir, afin d'éviter le risque de faire toute l'étude dans une période de climat exceptionnel; de plus, certaines variations climatiques extérieures se répercutent à l'intérieur avec un retard se comptant au moins en trimestres et qu'il faudra préciser.

L'objectif à se fixer est de faire un bilan climatique au plan énergétique, mais aussi à celui des échanges gazeux et entre phases.

Les mesures devront être digitalisées de manière à en permettre le traitement direct.

MISE EN PRATIQUE

On définira d'abord le protocole de mesures; puis on évaluera le budget d'équipement et de fonctionnement d'un site, comme du traitement de l'information.

Deux objectifs sont possibles pour le choix des sites :

- soit pouvoir comparer un site à un autre; donc interpréter les écarts constatés, quantitativement si possible, en fonction de différences objectives entre sites; cela exige, on le sait, que ces différences soient en nombre réduit, si possible à une seule; on choisira par exemple deux grottes d'altitudes nettement différentes, mais de morphologie comparables et situées dans un même contexte géologique et géographique;
- on peut privilégier une démarche exploratoire, que l'actuelle médiocrité de nos connaissances justifierait; et l'on cherchera des sites dont les environnements soient aussi divers que possible.

INTERET DE L'ETUDE

Les phénomènes climatiques à étudier dans les zones profondes se produisent également dans celles soumises aux échanges avec l'air extérieur; dans cette superposition de phénomènes, les premiers sont d'abord masqués par les seconds, mais prennent progressivement le dessus à mesure que la circulation de l'air provenant de l'extérieur devient plus difficile; ce qui n'est

pas seulement fonction de la distance de l'entrée.

Des galeries aménagées se situent aussi bien dans les zones d'entrée, de transition, que dans les zones profondes. Des échanges liés à l'aménagement et à la visite s'ajoutent alors aux phénomènes naturels; il est souhaitable de pouvoir faire la part des uns et des autres. Les mesures proposées intéressent donc toutes les grottes touristiques.

Et l'étude envisagée permettra une meilleure connaissance des phénomènes, donc une meilleure préservation du domaine souterrain.

DESCRIZIONE MORFOLOGICA E STIMA DELL'IMPATTO AMBIENTALE DERIVANTE DALL'APERTURA AL PUBBLICO DELLE GROTTI DI «IS ZUDDAS» PRESSO SANTADI (Nuoro, Sardegna, Italia)

Roberto Curreli* , Nicolino Diana** , Antonello Floris*** , Antonello Sulas†

SUMMARY

[Morphological description and environmental impact evaluation due to the development as a show cave of the "Grotte di Is Zuddas" (Nuoro, Sardinia, Italy)]

After a short history of the discovery of the caves of "Is Zuddas" a geological description of the region and the geomorphological evolution of the cave are recorded. The results of a preliminary climatological research are reported and a rough evaluation of the visitors capacity is also given.

RIASSUNTO

Dopo una breve storia delle grotte di "Is Zuddas" a partire dalla loro scoperta, viene riportata una descrizione della geologia della zona insieme all'evoluzione geomorfologica della cavità. Sono infine forniti i risultati preliminari di uno studio climatologico nonché una valutazione approssimata della capacità ricettiva della grotta.

PREMESSA

Le grotte sono degli ambienti naturali molto delicati, creatisi in centinaia di migliaia di anni ed, al contrario di altri ambienti o situazioni, una volta alterato il proprio interno, tale alterazione diventa praticamente irreversibile. Il rischio è appunto quello di deteriorare irrimediabilmente l'ipogeo se un qualsiasi sconsiderato intervento umano non tiene presente alcuni fondamentali fattori.

Per quanto riguarda le grotte disseminate in Sardegna (circa 1600), la mancanza di una legge di tutela, sempre in riferimento alla Sardegna, espone le cavità naturali ad una serie di pericoli causati da fenomeni di inciviltà: taglio di concrezioni che hanno impiegato migliaia di anni a formarsi, le batterie abbandonate, il carburante lasciato a terra, la caccia a reperti biologici, sono tra i più comuni.

Nelle grotte turistiche, paradossalmente il discorso varia rispetto al caso precedente, per i seguenti motivi:

a) Vengono turisticizzate soltanto le grotte che, dal punto di vista estetico, siano interessanti e quindi precedentemente difese dall'assalto vandalico.

* Via S. Pietro 61, I-09010 NUXIS (Cagliari) Italia

** Via Carbonia, I-09010 SANTADI (Cagliari) Italia

*** Cas. Post. 17, I-09126 CAGLIARI, Italia

† Via Giardini 11, I-09010 SANTADI (Cagliari) Italia

b) Si ha tutto l'interesse a mantenere intatto nel tempo l'ambiente, in quanto fonte di reddito.

La Grotta Is Zuddas per quanto riguarda il punto a) è certamente all'avanguardia nell'isola poichè, prima i soci dello Speleo Club Sandadese e poi quelli della Cooperativa Monte Meana, hanno chiuso la grotta per proteggerla dai vandali, dormivano a turno nelle sue vicinanze tutte le notti di tutto l'anno per sorvegliarla, finché è stato ottenuto il vincolo paesaggistico ministeriale sulla stessa. Oggi, la sua incomparabile bellezza è debitrice proprio a quest'opera di costante salvaguardia.

Per il punto b) occorre tenere sotto controllo alcuni aspetti tra i quali il più importante riguarda un corretto rapporto tra visitatori ed ambiente: occorre cioè tenere sotto controllo gli effetti dell'impatto antropico che non deve mai creare delle situ azioni di irreversibilità ma essere armonico.

L'impatto antropico, se non tenuto in debita considerazione, potrebbe provocare l'innalzamento della temperatura ed una maggiore concentrazione di anidride carbonica, fattori apparentemente innocui ma di straordinaria importanza. E' noto che quando, tra una visita e l'altra, oppure tra un giorno e l'altro, nell'ambiente ipogeo i valori ambientali tornano normali l'impatto antropico non produce effetti negativi. Quando invece la variazione diventa irreversibile le conseguenze sull'ambiente possono risultare molto gravi.

Il monitoraggio continuo dei parametri ambientali ha il compito di consentire l'apporto di eventuali correttivi secondo i risultati ottenuti, preservando nel tempo un bene di inestimabile valore e fonte di reddito.

In Sardegna non esistono simili reti di monitoraggio nelle grotte turistiche ed anche in Italia sono ancora pochi, anche se vi è la tendenza ad aumentarne la diffusione.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il settore interessato comprende terreni che vanno dal Paleozoico (Auct.) sino al Quaternario, ad esclusione del Mesozoico.

Al Paleozoico appartengono la serie Cambro-Ordoviciano. Procedendo dal basso verso l'alto si trova la Formazione di Nebida (Cambrico inf.) suddivisa in due membri:

1) Membro di Matopa costituito da alternanze di metarenarie più o meno fini.

2) Membro di Punta Manna caratterizzato dalla presenza di abbondanti lenti carbonatiche (calcarei ad Archeociatine).

Subito dopo si trova la Formazione di Gonnese (Cambrico inf.). In questa formazione puramente carbonatica, con una potenza è di circa 800 metri, si apre la cavità carsica oggetto di studio. Al suo interno si possono distinguere tre membri:

1) Membro della Dolomia rigata.

2) Membro della Dolomia grigia massiva.

3) Membro del Calcareo ceroidale.

Il primo è costituito da alternanze di lamine dolomitiche chiare e scure, tali rocce sono scarsamente carsificabili. La seconda unità, nella parte alta

risulta in eteropia di facies con il calcare ceroide, queste sono costituite da Dolospariti equigranulari, definite da rotture non regolari con successiva dolomitizzazione diagenetica molto spinta. Pare si sia formata per processi di metasomatosi con il calcare ceroide, ovvero deriverebbe da quest'ultimo per vicarianza fra ioni Ca^{++} e ioni Mg^{++} .

Il Membro del calcare ceroide rappresenta la parte alta della Formazione di Gonnesa, e presenta vari litotipi. Sono stati riscontrati nel settore il calcare nero, il calcare bianco, ed il calcare grigio «ceroide». La loro rottura è concoide e presentano un'alta percentuale di carsificazione, al contrario delle dolomie grigie. Il colore del calcare nero pare sia dato dalla presenza di sostanze carboniose. Esistono anche facies ricristallizzate sicuramente prodotte dalla vicinanza del batolite granitico del complesso Monte Lattias-Pantaleo.

Il calcare grigio invece è una microsparite molto scheggiata e così anche il calcare bianco. Successivamente affiora la Formazione di Cabitza (Cambrico medio-Ordoviciano inf.) la cui base è costituita dal alternanze di letti calcarei con letti terrigeni (siltiti ed argilliti). Il tetto, invece, è puramente detrico (argilloscisti).

Questa formazione, nella quale sono assenti fenomeni carsici, è costituita da due membri:

- 1) Membro dei Calcari modulari
- 2) Membro degli argilloscisti.

Successivamente si passa al Cenozoico con una formazione continentale, la Formazione del Cixerri (Eocene inf. - Oligocene sup.) con alternanze di arenarie silt ed argille di colore che varia dal grigio al rosso al violetto. In essa si notano spesso dei livelli calcari di scarsa potenza di origine puramente lacustre. Esiste, sempre dell' Oligocene, il complesso vulcanico di Pani Loriga-Praneda. Alla base si trovano andesiti a pirosseno, nella parte intermedia si trovano dei tufi pomicei dacitici o riodacitici.

La parte alta presenta delle piroclastiti in facies ignimbratica costituite prevalentemente da rioliti e riodaciti.

Il quaternario è costituito da alluvioni antiche e alluvioni recenti separate da livelli travertinosi formati prevalentemente dalla vicinanza di sorgenti carsiche.

L'assetto tettonico particolarmente complicato del blocco sulcitano crea anche in quest'area complicazioni di interpretazione dei dati. E' valido il modello proposto da Arthaud (1970), Carmignani et alii (1982). Essi distinguono quattro fasi plicative con direzioni diverse:

- 1) Fase Sarda: ha dato blandi piegamenti con assi E-W.
- 2) Prima fase ercinica: blande pieghe E-W che accentuano le precedenti.
- 3) Seconda fase ercinica: pieghe dirette N-S.
- 4) Terza fase ercinica: modeste pieghe in varie direzioni.

Successivamente alla tettonica ercinica si ha la tettonica alpina che, al contrario della precedente, di tipo compressivo, questa è di tipo distensivo, ed ha formato delle strutture a Horst-Graben.

La valle di Is Zuddas potrebbe essere interpretata come una serie di faglie parallele orientate NE-SW le cui linee tettoniche principali hanno creato una zona di debolezza in cui si è impostata la grotta di Is Zuddas.

GEOMORFOLOGIA DELLA GROTTA

La cavità in esame si apre nel complesso carbonatico paleozoico della «Formazione di Gonnesa» (Cambrico inf.) in località Is Zuddas, comune di

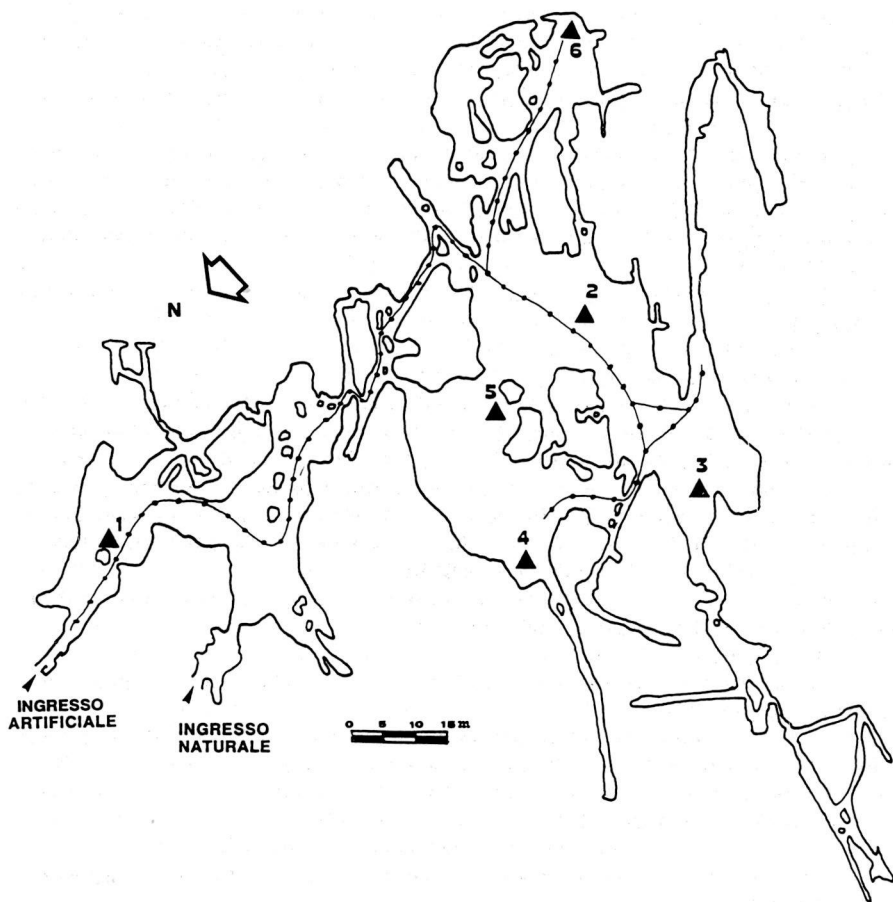


Fig. 1 - Pianta della Grotta di Is Zuddas. Sono anche indicati: il percorso turistico e le stazioni di monitoraggio: 1 - La Colata; 2 - L'Organo; 3 - L'Organo (zona delle aragoniti); 4 - Sala del Teatro (a circa 15 cm da un faro); 5 - Sala del Teatro (zona alta); 6 - Sala delle Eccentriche.

Santadi, Provincia di Cagliari, individuata nella Carta d'Italia 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare (foglio 233 II SO), lungo una serie di faglie parallele che hanno determinato l'approfondirsi dell'alveo del Rio Cambudu, colmato in periodi recenti, da alluvioni quaternarie.

L'impostazione della grotta segue l'evoluzione di un reticolo di fratture perpendicolari tra loro orientate principalmente N 70° e N 340°. All'incrocio di queste fratture si sono formati degli ambienti di considerevoli dimensioni, come la Sala del crollo (m 40 x 30). In quest'ultima sono ben visibili dei canali di volta che seguono le linee tettoniche precedentemente citate.

L'evoluzione di queste sale non è avvenuta soltanto per fenomeni chimici, ma anche per fenomeni meccanici, soprattutto a seguito di cedimenti di parti della volta che hanno prodotto massi di enormi dimensioni. Nella Sala del crollo, ma anche in altre parti della grotta, si notano fratture beanti di circa 3 centimetri, e dei ribaltamenti di blocchi con un rovesciamento obliquo di circa 50 gradi. Tutto ciò è stato probabilmente prodotto da erosione al di sotto del pavimento per opera delle acque freatiche.

L'accesso alla cavità si presenta come un tunnel artificiale utilizzato negli anni sessanta come cava di alabastro. L'ingresso naturale si trova a circa 30 metri a W e ad una trentina di metri più in alto come quota. Come forme di erosione si notano delle condotte forzate di forma circolare od ellittica. In alcune sale della cavità, come la Sala delle eccentriche, è manifesta l'evoluzione dei vani fusiformi, poi riempiti da sedimenti carbonatici. Oltre a delle vaschette superficiali alimentate da stillicidio, dal punto di vista idrogeologico esiste un lago sifone che evidenzia il livello della falda acquifera a circa 115 metri di quota (Fig. 1).

Per quanto attiene la sedimentologia, si possono classificare il deposito: in due tipi: detritici e carbonatici.

I primi possono essere ancora suddivisi in due sottotipi: da crolli di volta e da depositi da parte delle acque circolanti. Essi hanno dimensioni eterogenee, sono privi di indice di arrotondamento e presentano spigoli vivi. Tendono a riempire quasi tutte le grosse sale, spesso evolvendo in vere e proprie frane di crollo.

I secondi sono invece ben classati e si possono rinvenire in quasi tutta la cavità; principalmente sono argille e silt a giacitura orizzontale tra loro alternati, tra questi spesso sono intercalati livelli di sabbie fini. Un attento studio palinologico potrebbe determinare anche l'età di questi riempimenti.

Sempre trasportati dalle acque circolanti si possono rinvenire delle breccie ossifere, principalmente costituite da ossa di uccelli e piccoli roditori (*Prolagus sardus*). I riempimenti carbonatici sono numerosissimi ed hanno svariate forme. Possono distinguersi in due tipi: concrezioni semplici e cristallizzazioni.

1) Le concrezioni semplici

Queste possono essere classificate a loro volta in:

A1 - Depositi pendenti: tra essi troviamo stalattiti, stalagmiti, cannule e cortine.

- A2 - Depositi conseguenti a caduta libera dell'acqua:
tra essi si rinvencono concrezioni a splash e stalagmiti. Dal
congiungimento tra le stalattiti e stalagmiti si sono formate talvolta
grosse colonne.
- B - Depositi dovuti a scorrimento dell'acqua lungo una superficie:
tra essi si annoverano colate, crostoni, e barriere di vaschette.
- C - Depositi dovuti a precipitazione di calcare di acque tranquille:
si osservano tracce di livello e calcite galleggianti.
- D - Depositi dovuti a moto turbolento dell'acqua:
in questo caso si rinvencono perle di grotta o pisoliti.
- E - Depositi dovuti a capillarità:
foglie ma soprattutto le eccentriche. Queste, con le aragoniti
aciculari, sono una delle caratteristiche fondamentali della grotta.
Nella parte terminale della stessa abbondano, sia come quantità
che come forma. La loro genesi pare sia avvenuta grazie ad una
scarsa portata d'acqua nel canale interno della concrezione
(frazioni di cm³ al giorno), variazione di pressione idrostatica e
presenza di impurezze nel microcanale che, per fenomeni di
tensione superficiale, riescono a far deviare le micro-gocce non
rispettando la gravità.
- F - «Latte di monte»:
da uno studio spettrografico il «latte di monte» di Is Zuddas non è
costituito da una calcite, ma da huntite CaMg₃(CO₃)₄.
- G - Concrezioni gluteiformi formatesi in condizioni freatiche.

2) Cristallizzazioni

Di queste si citano le aragoniti aciculari perchè insieme alle eccentriche costituiscono il maggiore interesse e richiamo della grotta. Si presentano come dei grossi ciuffi di cristalli simili a tanti aghi. Il sistema di cristallizzazione è quello rombico. La loro genesi è ancora incerta: si pensa ad una vicarianza tra ioni Ca⁺⁺ e ioni Mg⁺⁺, questi ultimi con raggio ionico minore, oppure vicarianza tra ioni Ca⁺⁺ e ioni Pb⁺⁺, Ba⁺⁺, Zn⁺⁺, Fe⁺⁺, Sr⁺⁺ ed altri.

LE VARIAZIONI CLIMATICHE

Nei mesi di luglio ed agosto 1990, la grotta è stata sottoposta ad un primo controllo climatico per notare eventuali variazioni climatiche da porre in relazione al tipo di flusso turistico più o meno intenso.

Sono state individuate 6 zone caratteristiche interessate dal passaggio di visitatori che qui si elencano:

- zona n. 1 : La Colata
- zona n. 2 : L'Organo
- zona n. 3 : L'Organo (relativamente alla zona delle aragoniti)
- zona n. 4 : Sala del Teatro (a circa 15 cm da un faro)
- zona n. 5 : Sala del Teatro
- zona n. 6 : Sala delle Eccentriche

I rilevamenti sono stati effettuati in giornate con flussi diversi di visitatori, corrispondenti, rispettivamente, a 20, 240 e 1000 turisti/giorno. Il valore "naturale" della temperatura è stato rilevato in periodi di nessun flusso turistico. I rilevamenti sono stati ripetuti all'apertura antimeridiana, alla chiusura antimeridiana, all'apertura pomeridiana ed alla chiusura pomeridiana.

Nella tabella seguente sono riportati i valori così ottenuti:

Turisti/giorno:		0	20	240	1000
Zona		°C	°C	°C	°C
1	La Colata	15,0	15,0	15,0	15,0
2	L'Organo	15,0	15,0	15,0	15,0
3	L'Organo (zona delle aragoniti)	15,9	15,9	15,9	16,0
4	Sala del Teatro (a circa 15 cm da un faro)	15,9	15,9	15,9	16,4
5	Sala del Teatro	15,7	15,7	15,7	15,7
6	Sala delle Eccentriche	15,7	15,7	15,8	15,9

Nelle zone 1 e 2 la temperatura non varia passando da 0 a 20 turisti/giorno. Questo fatto è da mettere in relazione all'ampiezza degli ambienti ed al fatto che sia l'ingresso artificiale sia quello naturale (che influiscono sulla zona 1) svolgono una funzione compensativa. In particolare l'ingresso naturale si trova in una zona alta rispetto al passaggio dei turisti, per cui eventuali aumenti di temperatura vengono smaltiti facilmente. L'umidità relativa si attesta sul 95% costante nel tempo.

Con un flusso di 1000 turisti/giorno, la zona 3 ha un aumento di 0,1°C, passando da 15,9 a 16°C che rimangono costanti nel tempo anche nel periodo di chiusura antimeridiana (60 minuti), per tornare al valore normali il giorno dopo, all'apertura antimeridiana.

Sempre con un flusso di 1000 turisti/giorno, nella zona 4 si registra una variazione di 0,5°C passando da 15,9 a 16,4°C. Ciò però è dovuto ad un effetto diretto dei turisti ma al riscaldamento prodotto dal faro che rimane acceso per un tempo più lungo rispetto agli altri casi, dato il flusso praticamente continuo dei visitatori.

Ciò è del resto confermato dall'invarianza della temperatura nella zona 5, indipendentemente dall'intensità del flusso dei visitatori..

Nella zona 6 con un flusso di 1000 turisti/giorno, si registra un aumento della temperatura di 0,2°C alla chiusura antimeridiana, valore che scende di un decimo alla apertura pomeridiana, per risalire di un decimo alla chiusura, per cui può notarsi un aumento di 0,2°C alla fine di ogni turno, sia esso antimeridiano che pomeridiano. Nel giorno successivo si ritorna al valore naturale.

Sempre nella zona 6 ma con un flusso di 240 turisti/giorno si osserva un'aumento della temperatura di 0,1°C.

Mentre nella zona 4 l'equilibrio termico tende a ristabilirsi durante la chiusura antimeridiana, nella zona 6 è necessario attendere tutta la notte per raggiungere lo stesso risultato. Ciò è dovuto sia all'ambiente alquanto ristretto, sia alla sosta di più lunga durata rispetto alle altre probabilmente forse perchè si tratta dell'angolo più suggestivo di tutta la grotta.

LA RICETTIVITA'

Per motivi strettamente economici non è stato possibile installare una rete di rilevamento che registri la temperatura e l'umidità dell'aria nonché l'intensità ed il verso delle correnti d'aria.

Comunque i primi dati, peraltro parziali e riferiti ad un breve periodo di rilevamento, mostrano che la grotta che registra punte massime intorno ai 1000 visitatori giornalieri, nel complesso, è in grado di assorbire senza particolari problemi un impatto antropico di questa intensità, riuscendo a ritornare alla situazione iniziale nell'arco di una notte, se non addirittura prima.

Rimane un dubbio circa la zona 6 che in effetti, anche per la straordinaria e concentrata presenza di concrezioni, risulta essere uno dei punti da tenere in maggiore considerazione, in una politica di salvaguardia ambientale. Un correttivo potrebbe essere dato, per esempio, da una sosta leggermente più breve dei visitatori. Inoltre le luci potrebbero essere meno intense per evitare un'altra fonte di calore. Anche una riduzione generalizzata del periodo di accensione dei fari, in modo da limitarne il funzionamento al tempo strettamente necessario contribuirebbe a ridurre l'inquinamento termico insieme all'adozione di lampade per quanto possibile "fredde"

Per il futuro potrebbe valer la pena di concentrare in questa zona le ricerche climatologiche, per valutare meglio l'effettiva ricettività ambientale. Il resto della grotta non presenta particolari problemi, anzi sembra esserci una buona sintonia tra esigenze turistiche e conservazione dell'ambiente. L'impianto di monitoraggio, attualmente allo studio, contribuirà a muoversi in questa direzione.

BIBLIOGRAFIA

- Arthaud F., 1963 - *Un exemple de tectoniques exposées dans le Paléozoïque de l'Iglesiente (Sardaigne)*. C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., 9: 303-304.
- Cabrol P., Coudray J., Dandurand J.L., Schott J., 1978 - *Sur la possibilité de transformation naturelle calcite-aragonite dans les conditions ordinaires de température et pression; reproduction expérimentale du phénomène*. C. R. Acad. Sc. Paris, 287, s. D: 411-414.
- Carmignani L., Cocozza T., Gandin A., Pertusati P.C. (1982) - *Lineamenti della geologia dell'Iglesiente. Sulcis. Guida alla geologia del Paleozoico Sardo*. Guide geologiche regionali. Soc. Geol. It.: 55/57.
- Cervellati R., Forti P., Zavatti R., 1971 - *L'aragonite azzurra sarda*. Speleologia Emiliana, s. 2, 3(7): 43/60.
- Cigna A.A., Forti P., 1989 - *I principali agenti di degrado nelle grotte turistiche: loro effetti e possibili rimedi*. In: Soc. Spel. It. e Club Alp. It. - *Problemi di inquinamento e salvaguardia delle aree carsiche*. Nuova Editrice Apulia, Martina Franca: 47/60.
- Cigna A.A., 1989 - *La capacità ricettiva delle grotte turistiche quale parametro per la salvaguardia dell'ambiente sotterraneo. Il caso delle grotte di Castellana*. Atti XV Congr. Naz. Speleol., Gruppo Puglia Grotte - Amm. Com. Castellana Grotte: 999/1012.
- Curreli R., 1989 - *Rilevamento geologico e inventario delle risorse geominerarie, pedologiche e fitogeografiche di una porzione del territorio di Nuxis (Sardegna meridionale)*. Tesi di laurea inedita: Università di Cagliari, Dip. Scienze della Terra.
- Curreli R., 1988 - *Speleogenesi; rapporti fra strutture geologiche e carsismo ipogeo in Sardegna*. Speleologia Sarda 67: 1/12.
- Di Stefano M., 1984 - *Sulla Grotta Is Zuddas*. Relazione inedita per "Italia Nostra".
- Pensabene G., 1986 - *Studio sulle aragoniti della Risalita dei Lucchesi nell'Antro del Corchia (120. T/LU)*. Rivista Speleologica Toscana, 2: 29-46.
- Società Speleologica Italiana, 1978 - *Manuale di speleologia*. Longanesi, Milano.
- Todde F., Barbata P., 1972 - *Grotta di «Is Zuddas»*. Speleologia Sarda, 1(1): 5-10.

Section 3

Show Caves Descriptions

DIE SAALFELDER FEENGROTEN: EIN SCHAUBERGWERK MIT HÖHLENSCHARAKTER

Bernd Lochner*

ZUSAMMENFASSUNG

Die weltbekannten Saalfelder Grotten sind hervorgegangen aus einem alten Alaunschieferabbau namens "Jeremiasglück".

Der untertätige Abbau begann um 1543 und endete 1846, wobei das Alter der Tropsteine auf maximal 350 Jahre zu bemessen ist.

Die Tropfsteinbildung ist an oxidative Prozesse gebunden, was die im Vergleich zu Calcitropfsteinen sehr hohe Wachstumsgeschwindigkeit erklärt.

Seltene Minerale haben sich in den Feengrotten ausgebildet, der Hauptvertreter ist das Weichmineral Diadochit, ein Eisen (III)-phosphat wechselnder Zusammensetzung.

Die Beseitigung der Lampenflora ist sehr kompliziert, sie wird unter Zuhilfenahme grottentypischer Verbindungen realisiert.

Die Feengrotten werden derzeit von etwa 250.000 Besuchern pro Jahr aufgesucht, bisher von über 15 Millionen.

ABSTRACT [*The "Saalfelder Feengrotten": a show mine with cave features*]

The well known "Saalfelder Feengrotten" originated from an old aluminium mine called "Jeremiasglück".

The mine has been worked from 1543 to 1846; the oldest formations have an age of about 350 years. Such formations were formed by an oxidation process which explains the rather fast growth rate in comparison to the growth rate of calcite formations.

In the "Feengrotten" rare minerals can be found: the most common is a soft unstable compound, the diadochite (iron(III) phosphate).

The control of the lampenflora is rather complicate and it is obtained with some compounds normally used in caves. The "Feengrotten" are visited yearly by about 250,000 persons and the global number of visitors up to now is more than 15 millions of persons.

Im Vorfeld des nach Norden hin steil abfallenden Thüringer Schiefergebirges liegen nahe der malerischen Stadt Saalfeld (Saale) die Weltbekannten Saalfelder Grotten.

Hervorgegangen sind diese Grotten aus einem alten Alaunschieferbergwerk namens "Jeremiasglück".

Alaunschiefer ist eine Tonschieferformation, welche sich aus organischen und anorganischen Ablagerungen am Grunde des silurischen Meeres vor etwa 410-430 Millionen Jahren gebildet hat.

Unter anaeroben Bedingungen, wie sie heute etwa noch im Schwarzen Meer vorzufinden sind, ging der organische Teil infolge der Sauerstoffarmut in Fäulnis über und setzte sich zu schwefel- und kohlenstoffreichen Verbindungen um.

Durch die starken tektonischen Kräfte des naheliegenden

* Saalfelder Feengrotten D-06800 SAALFELD (Saale) Deutschland

Thüringer Schiefergebirge wurde die silurischen Alaunschiefer gefaltet und zerklüftet, sodaß sich mineralreiche, aufsteigende Tiefenwässer ihrer gelösten Stoffen entledigen und den Alaunschiefer nachträglich aufmineralisieren konnten.

Allgemein wird um 1540 von einem aufblühenden Alaunschieferabbau in Deutschland berichtet, nachdem man den Wert des Gesteins erkannt hatte und die Technologie der Aufbereitung beherrschte.

Um 1543 begann man im Gebiet der heutigen Feengrotten, das Gestein unter Tage abzubauen und an die Oberfläche zu transportieren. Dort wurde es zerkleinert, auf Lattengerüste gelegt und über zwei bis drei Jahre der Verwitterung durch Luft und Wasser ausgesetzt. Die abtropfende Flüssigkeit wurde aufgefangen, eingedampft und durch Auskristallation zu Alaun $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O]$ verarbeitet. Die verbleibende Restlauge versetzte man danach mit Eisenschrott, welcher sich auf Grund des stark sauren Charakters dieser Lösung schnell auflöste.

Durch weitere Verarbeitungsstufen erhielt man den grünen Vitriol, das Eisen (II) sulfat $[FeSO_4 \cdot 7H_2O]$.

Um 1840 war die chemische Industrie bereits soweit entwickelt, daß sie diese begehrten Produkte schneller und billiger herstellen konnte. Somit kam der Bergbau sehr schnell zum Erliegen. Damit war das Schicksal der Grube besiegelt um 1846 fuhren die Bergleute ihre letzte Schicht.

Es wurde still im Revier, nur ein kleines Rinnsal des noch austretenden mineralreichen Grubenwassers kündete vom einst blühenden Bergbau. Doch gerade dieses Wasser war später der Anstoß zum umfangreichen wissenschaftlichen Untersuchungen, nachdem man von der einheimischen Bevölkerung Kunde erhielt über den medizinischen Wert.

So wurde um 1911 das Wasser untersucht, und man fand die Aussagen bestätigt. Erneut stieß man an gleicher Stelle in den Berg vor, um den Ursprungsort des Wassers zu erkunden.

Völlig unerwartet fand man in den alten Weitungen der ehemaligen Grube eine Faszination an Form und Farbe, die man schon auf Grund der relativ kurzen Ruhezeit von etwa 60 bis max. 350 Jahren nie für möglich gehalten hätte.

In gewissen Sinne hat sich die Natur diese künstlich geschaffene Hohlräume zurückerobert und mit einem höhlenartigen Charakter versehen.

Der Gedanke an eine Eröffnung als Schauobjekt lag nun sehr nahe, zumal Weihnachten 1913 der älteste und zugleich schönste Teil, der heutige Märchendom, hinzuentdeckt wurde und den späteren Touristenrundgang vorzeichnete.

Bereits ein halbes Jahr später, zu Pfingsten des Jahres 1914, wurden im Scheine umfangreicher elektrischer Beleuchtung die ersten Besucher unter Tage begrüßt. Seit dieser Zeit besuchten weit über 15 Millionen Gäste die Feengrotten. Der derzeitige Jahresdurchschnitt beläuft sich auf etwa 250.000 Besucher.

ZUR GEOLOGIE DER SAALFELDER FEENGROTEN

Der Saalfelder Talkessel ist in geologischer Sicht sehr vielschichtig und interessant. Dem steil aufragenden Schiefergebirge, welches sich an dieser Stelle vorzugsweise aus ordovizischen Schichten (Phycodenschiefer) zusammensetzt, ist ein silurisches Alaunschieferfeld vorgelagert mit einer Ausstrichmächtigkeit von etwa 30 m.

Überlagert werden diese Schieferformation von obersilurischem Ockerkalk mit einigen mesovulkanischen Phosphoritintrusionen. Im Alaunschiefer selbst sind Fossilien (Graptolithen) nachweisbar.

ZUR CHEMIE DER FEENGROTEN

Den relativ leicht zu überblickenden geologischen Verhältnissen stehen in den Saalfelder Feengrotten recht komplizierte chemische Verhältnisse gegenüber, welche erst im Verlaufe langwieriger Untersuchungen ihrem Charakter nach geklärt werden konnten. Dies ist bedingt durch die im Laufe der Erdgeschichte ständig geänderten Bedingungen (Atmosphäreinflüsse, Wasserzirkulation) und menschliche Eingriffe in den Berg (luftgefüllte Hohlräume im Wasserzirkulationsgebiet).

Ursprünglich stiegen neutrale bis alkalische Tiefenwässer ohne oxidativen Charakter bis an die Oberfläche des noch nicht mit einem Talabschnitt versehenen Vorgebirges und schützten den Alaunschiefer vor sauren und sauerstoffreichen Oberflächenwässern.

Mit der Ausbildung des naheliegenden Tales senkte sich die Mischzone langsam ab, der oberflächennahe Teil der Alaunschieferschichten war nunmehr dem langsamen Zerfall preisgegeben.

Verstärkt wurde dieser Prozeß durch den Bergbau, indem der Luftsauerstoff direkt in den Gebirgsstock eindringen und wirken konnte. Der schrittweise Zerfall und Wiederaufbau einer Reihe chemischer Verbindungen kam ab dieser Epoche ins Rollen und hält auch heute noch ungebrochen an.

Ausgangsubstanz dieser komplex verlaufenden chemischen Prozesse ist der im Alaunschiefer reichlich und sehr fein verteilt vorkommende Pyrit (Schwefeleisen), der sich unter dem Einfluß saurer Wässer leicht auflöst und zerfällt.

Hierbei bilden sich primär Eisen (II) sulfat und freie Schwefelsäure. Letztere löst in der Folge weitere Gesteinsbestandteile (insbesondere Tonerde und Phosphorit) auf.

Das Eisen (II) sulfat kann unter den gegebenen Bedingungen nur zum Teil auskristallisieren als hellgrüner Melantherit (grüner Vitriol), der überwiegende Teil setzt sich unter Einwirkung von Luft und Wasser zu Eisen (III) sulfatum.

Steigt der pH-Wert der Lösung auf über 3 bis 4 an, zerfällt auch diese Verbindung un hydrolysiert zu Eisen (III) hydroxid und Schwefelsäure.

Eine andere Umsetzungsmöglichkeit besteht darin, daß das reaktive

Eisen (III) sulfat weiteren Pyrit auflöst und der gesamte Eisenanteil als Eisen (II) sulfat in Lösung verbleibt.

Der Schwefelanteil setzt sich um zu Schwefelsäure, der wiederum in den Prozeß eingreifen kann. Da die Schieferschichten zu einem Teil Carbonate (meist Kalk) enthalten, werden diese sofort aufgelöst und zu Gips umgesetzt. Phosphate (sie liegen im Gestein als sogenannte Phosphoritknollen vor), setzen sich ebenfalls mit Schwefelsäure um und bleiben bei genügendem Säuregrad im Wasser gelöst.

Dieses Löslichkeitsverhalten in saurer Lösung ist auch von entscheidender Bedeutung für die Ausbildung von Tropfsteinen und Versinterungen.

Gelangt eine mit Eisen (II)-Verbindung angereicherte Lösung aus dem Gestein an die Oberfläche der bergbaulichen Hohlräume, so findet automatisch eine Oxidation von Eisen (II) zu Eisen (III) statt. Dabei wird ein äquivalenter Teil der Schwefelsäure chemisch gebunden, wobei der pH-Wert ansteigt.

Nunmehr kann ein großer Teil der in reinem Wasser oder schwach saurer Lösung unlöslichen Verbindungen ausfallen, sich als Sediment oder Tropfstein ablagern (pH-Werte 4 und höher).

Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht spielt zur Tropfsteinbildung in den Feengrotten keine Rolle, da alle Carbonate bereits vorher chemisch umgesetzt wurden. All diese Sedimente und Tropfsteinmassen bestehen im wesentlichen aus dem seltenen Weichmineral "Diadochit", einem Eisensinterphosphat wechselnder Zusammensetzung.

Eine weitere Besonderheit stellt auch die Wachstumsgeschwindigkeit der Tropfsteine in den Feengrotten dar.

Unter Beachtung der bergbaulichen Abbauphasen, in der wohl keine Sedimentation von Dauer war, läßt sich das Alter der Tropfsteine auf sechzig bis maximal 350 Jahren datieren.

Die obere und zugleich jüngste Sohle der Grotten weist Stalaktiten von etwa 15 bis 20 cm Länge auf, die älteste Sohle (Märchendom) solche bis 150 cm.

Trotz schwankender Klimabedingungen und spürbaren Rückgang des Wasserangebotes (derzeit nur etwa 40 % der damligen Menge!) sowie der touristischen Einflüsse hält die Sedimentbildung nach wie vor an.

Die einst zu medizinischen Zwecken genutzten Quellen sind derzeit versiegt. Ihre Zusammensetzung entsprach etwa der, wie sie heute noch in den Heilquellen von Levico-Vetriolo bei Trient zu verzeichnen ist.

Die Saalfelder Heilquellen, entsprungen in den Feengrotten, waren damals Deutschlands einzige Eisen-Arsen-Sulfat-Phosphat-Quellen und auf Grund ihrer seltenen Zusammensetzung eine sehr begehrte Medizin.

LAMPENFLORA IN DEN FEENGROTTE

Bedingt durch den nicht abreißen den Besucherstrom sowie durch technische Einflüsse (Beleuchtung, Belüftung) hat sich in den letzten Jahren in zunehmendem Maße eine sehr resistente Lampenflora

angesiedelt. Einige Spezies sind außer in den Feengrotten in keiner anderen deutschen Schauhöhle oder einem Schaubergwerk zu finden!

Die besondere Gefahr dieser Vergrünung bestand darin, daß über Jahre kein großer Einfluß auf die Verminderung des Wachstums ausgeübt wurde und darüber hinaus mit der Lampenflorabeseitigung in Kalkhöhlen nicht verglichen werden konnte.

Einzelne Tropfsteine hatten bereits den dreifachen Durchmesser durch Moosablagerungen angenommen, eine mechanische Beseitigung war nicht möglich.

Somit verblieb als einziger Weg nur noch eine vorsichtige chemische Behandlung unter Beachtung folgender Grundsätze:

- die befallenen Flächen sind sehr empfindlich, können also mechanisch nicht behandelt werden
- die Anwendung handelsüblicher Biocide ist aus bestimmten Umweltgründen nicht gestattet.
- die Behandlung muß schadlos wiederholbar sein und darf die Tropfsteine in Form und Farbe nicht verändern.
- die eingesetzten Mittel müssen lange Wirksamkeit besitzen und dürfen nicht abdriften.

Somit gelangten nur solche Verbindungen zum Einsatz, die auch in der Natur der Feengrotten nachgewiesen und bei entsprechender Konzentration wirksam genug waren.

Es handelt sich um folgende Substanzen:

- $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ (Alaun, Kalialaun)
- $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$ (Eisenvitriol, Eisen (II) sulfat)
- $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ (Kupfervitriol, Kupfersulfat)

Durch Vernebeln der 0,5 bis 5 % starken Lösungen gelang es im Verlaufe mehrerer Monate, die Lampenflora schrittweise zu beseitigen und den ursprünglichen Zustand größtenteils wieder herzustellen.

Die grünliche Färbung der bereits abgestorbenen Pflanzenteile konnte mit einer verdünnten H_2O_2 - Lösung (max. 5%) beseitigt werden.

Nach einer Anwendungszeit von nunmehr etwa drei Jahren kann eingeschätzt werden, daß der eingeschlagene Weg richtig ist und den Feengrotten nicht geschadet hat.

Somit gelingt es, die Saalfelder Feengrotten dem Besucher wieder so zu zeigen, wie es mit der Eröffnung im Jahre 1914 möglich war.

LA CUEVA DEL TESORO - RINCON DE LA VICTORIA (Málaga, España)

Antonio Guzmán, Fernando Mendoza, José Luís Gutiérrez*

ABSTRACT [*The Treasure Cave, Rincón de la Victoria (Málaga , España)*]

«La Cueva del Tesoro» (The Treasure Cave) is located on the East, 10 kilometres from the city of Málaga, in a coastal promontory called «El Cantal» (a small steep), which is situated in the municipality of Rincón de la Victoria.

The composition of land in this zone «El Cantal» is made up of limestone and there are many caves which are located within a radius of 2 kilometres, although some of them have already disappeared: la Cueva del Tesoro, la cueva del Hoyo de la Mina, Cuevas de Navarro, Cuevas de la Cantera, Cueva de los Molinos, Cueva de la Raja del Humo, etc. The best known of these caves and the only one who can be visited is the Cueva del Tesoro. It has been also known by some other names, such as the Cueva del Higuerón or the Cueva del Suizo.

The Cueva del Tesoro has its origin in the sea coast depths; that is why its morphology is made up of halls, gorges and columns. Then, and because of the upheaval of «El Cantal» the cave emerged out of the sea. Finally, fresh water percolation resulted in the formation of some stalactites and stalagmites, although they are of less importance within the whole cave .

This cave, which was already used as shelter for 8 months by Marcus Crassus (according to a legend) in 86 B.C. when he was prosecuted, it was also used, according to another tradition, to hide the Almoravid treasure in the 12th century.

This treasure has been searched for by some people in the last two hundred years. One of them was, the Swiss, Antonio de la Nari, who died because of an explosion inside the cave in 1847. Professor Manuel Laza Palacios from Málaga, owner of the cave, has been the best specialist and treasure searcher. He was an exceptional person, has knew how to keep alive hopefully the old legend throughout his whole life.

Besides, the cave has provided some important archaeological discoveries: Father Breuil found out some cave paintings in 1918 and excavations have been recently carried out by Mr. Manuel Laza. A rather interesting material appeared, such as Neolithic pottery, lithic industry (the most important object is an Upper Paleolithic arrow-head), human and animal remains. According to these discoveries, the presence of human beings in this cave is proved since the Paleolithic.

There are also a series of legends and traditions related to the Cueva del Tesoro. So, in this frame, it has been given for sure and for a very long time that the ghost of the Swiss still appears in «El Cantal» to look for the treasure. Another tradition, studied by Mr. Laza, places the sanctuary of the old goddess Noctiluce inside a hall of the cave.

RIASSUNTO [*La grotta del Tesoro, Rincón de la Victoria (Málaga , España)*]

«La Cueva del Tesoro» (Grotta del Tesoro) si apre a 10 km ad Est della città di Málaga, in un promontorio denominato «El Cantal» (piccolo scoscendimento) nel territorio del comune di Rincón de la Victoria.

Il terreno nella zona del «El Cantal» consiste in calcare e vi sono numerose cavità nel

* c/o Cueva del Tesoro, Ayuntamiento de Rincón de la Victoria, E-29730 MALAGA (España)

raggio di 2 chilometri, anche se di alcune di esse si è persa traccia: la Cueva del Tesoro, la cueva del Hoyo de la Mina, Cuevas de Navarro, Cuevas de la Cantera, Cueva de los Molinos, Cueva de la Raja del Humo, ecc. La più nota di queste grotte e l'unica che può essere visitata è la Cueva del Tesoro. Essa è anche nota sotto altri nomi come la Cueva del Higuerón o la Cueva del Suizo.

La Cueva del Tesoro ha la sua origine nell'interno della costa marina e ciò spiega la presenza di sale, gole e colonnati. Successivamente la grotta è emersa dal mare per l'innalzamento del «El Cantal». Infine, la percolazione di acque dolci ha portato alla formazione di alcune stalattiti e stalagmiti che, tuttavia, non hanno eccessiva rilevanza in tutto l'insieme della grotta.

Questa cavità, che era già stata il rifugio per 8 mesi di Marco Crasso (secondo una leggenda) nel 86 a.C. quando era sotto processo, pare sia stata adoperata, secondo un'altra tradizione, per nascondere il tesoro degli Almoravidi nel 12° secolo.

Questo tesoro è stato oggetto di ricerche da parte di varie persone negli ultimi duecento anni. Una di queste era lo svizzero Antonio de la Nari, che morì all'interno della grotta a causa di un'esplosione nel 1847. Il professor Manuel Laza Palacios from Málaga, proprietario della grotta, è stato il miglior specialista e cercatore di tesori. Era una persona eccezionale che ha saputo tener viva la vecchia leggenda nel corso di tutta la sua vita.

Inoltre, la grotta è stato il luogo di importanti scoperte preistoriche: l'Abate Breuil trovò alcune pitture rupestri nel 1918 e Manuel Laza ha effettuato recentemente degli scavi. E' stato così rinvenuto del materiale piuttosto interessante, come della ceramica neolitica, dell'industria litica (l'oggetto più importante è una punta di freccia del Paleolitico superiore) e dei resti umani e di animali. Secondo queste scoperte la presenza umana è documentata fin dal Paleolitico.

Vi è anche tutta una serie di leggende e di tradizioni legate alla Cueva del Tesoro. Così, a questo proposito, a lungo si è dato per certo che lo spettro dello svizzero appare ancora nella zona del «El Cantal» alla ricerca del tesoro.

Un'altra tradizione, studiata dal Laza, pone in una sala della grotta il santuario dell'antica dea Noctiluca.

SITUACION

A unos 10 kilómetros al este de la ciudad de Málaga se encuentra la Cueva del Tesoro, en el municipio costero de Rincón de la Victoria. La Cueva se halla sobre uno de los Cantales (o pequeños acantilados), que en forma de promontorios calizos de la época jurásica se a soman al mar por esta parte de la costa mediterránea. El mar es el principal agente erosivo que ha contribuido a la formación del actual relieve de los Cantales. A través de milenios se han ido originando las cuevas y acantilados que hoy son lo característico de este paisaje.

ORIGEN GEOLOGICO DEL CANTAL

a) El Cantal se originó en una cuenca de sedimentación submarina donde había plegados y depositados materiales silíceos (filitas). Sobre estos terrenos se depositaron varias capas de material calizo que se fueron sedimentando sobre la pizarra.

b) Más tarde la caliza se fue plegando junto con los materiales silíceos y, juntos, comenzaron su movimiento de ascensión creado por los cambios

isostáticos. Al salir fuera del mar, los materiales calizos se fueron erosionando hasta desgastarse y aflorar a la superficie los materiales silíceos situados debajo.

c) Con posterioridad, y gracias de nuevo a los movimientos isostáticos, emergieron del fondo del mar los terrenos calizos que se encontraban en los extremos de la plataforma de sedimentación y que no habían sufrido la erosión, ya que habían quedado debajo del agua. Estos dos extremos son las escamas (restos de anteriores composiciones geológicas) calizas de El Cantal y de Comares. Ambas son el último reducto de los terrenos calizos en esta zona.

d) La plataforma de abrasión, o rompeolas de El Cantal actual se encuentra bajo un acantilado calizo que emergió del mar gracias a los movimientos isostáticos a los que se ve sometida la costa. Al repetirse varias veces este movimiento, podemos observar la existencia de antiguos acantilados y plataformas.

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA CUEVA DEL TESORO.

El complejo subterráneos de El Cantal está formado por varias cavidades que poseen vestigios culturales desde el Musteriense así como arte rupestre. Este complejo está formado por dos cavidades principales:

a) La cueva del Tesoro, llamada anteriormente del Suizo y más antiguamente del Higuérón. Tiene aproximadamente unos 500 metros de galerías.

b) La Cueva de la Victoria, en estado actual de abandono y degradación.

Centrándonos en la Cueva del Tesoro, hay que decir que tiene unas formaciones calizas típicas de las cuevas formadas en las profundidades marinas. La acción de las corrientes y el oleaje hace que se vayan erosionando, las partes más blandas y queden en forma de las columnas vetas de caliza más fuertes.

Más tarde, cuando las tierras emergieron, las filtraciones de agua dulce, han creado algunas estalactitas y estalagmitas. Sin embargo esto es lo menos significativo de la cueva.

LA CUEVA DEL TESORO DURANTE LA HISTORIA

La Cueva del Tesoro ha estado vinculada a múltiples leyendas y hechos históricos relacionados con el supuesto tesoro que se cree que existe todavía escondido en su interior. Don Manuel Laza Palacio, profesor muy querido en Málaga y propietario de la cueva hasta su muerte acaecida en 1988, ha sido un entusiasta estudioso de la cueva y buscador del tesoro. Don Manuel era una persona muy atractiva que le supo buscar un sentido a su vida con la búsqueda de este tesoro durante cerca de 40 años. El interés de don Manuel no era materialista sino que lo que él pretendía era demostrar que varias

intuiciones pueden llevar a un hombre a conseguir su objetivo. Don Manuel simplemente buscaba un tesoro aunque probablemente no lo iba a encontrar nunca.

Por los estudios de don Manuel Laza conocemos la historia de la cueva en las distintas épocas, Asimismo conservamos sus Cuadernos de Excavaciones donde se nos informa de los trabajos arqueológicos por él llevadas a cabo.

Los datos más antiguos que tenemos de la Cueva del Tesoro y de la leyenda de los Cinco Reyes se remonta al siglo XVIII. Un ilustrado local, don Cristobal Medina Conde, publica en 1789, bajo el seudónimo de Cecilio García de la Leña, la obra titulada *Conversaciones Históricas Malagueñas*. Según esta obra, fue utilizada la Cueva del Higuerón (actual Cueva del Tesoro) en el año 86 a. C. por Marco Craso para refugiarse durante 8 meses en los que fue perseguido por Mario y Cinna. La tradición del refugio de Craso en la cueva es más antigua porque el propio Medina Conde la recoge de un autor anterior, de finales del siglo XVII, que ya menciona también la del tesoro. Se trata de Fray Antonio Agustín de Milla y Suazo autor de una obra aún inédita titulada *Historia Eclesiástica y Secular de Málaga y su Obispado*.

LA TRADICION DEL TESORO Y SU BUSQUEDA HASTA LA ACTUALIDAD.

Es antigua la tradición oral y escrita que recoge la existencia de un tesoro escondido durante la época árabe en la Cueva del Higuerón. Esta tradición ya se refleja en la obra de Fray Antonio Agustín de Milla y Suazo (Siglo XVII).

Según don Manuel Laza, este tesoro fue mandado esconder por el emperador de los almorávides Tasufín ibn Alí en el siglo XII. Para ello se basa en algunos hallazgos y en el análisis de las fuentes de la época árabe en España.

El tesoro ha tenido diversos buscadores en los tres últimos siglos. Medina Conde nos relata una expedición a la cueva en ple no siglo XVII por 17 personas que, tras presenciar diversos hechos mágicos y maravillosos, salieron de la cueva con mucho miedo.

En la primera mitad del siglo XIX, un suizo, Antonio de la Nari, pasó varios años buscando el tesoro. A partir de entonces la cueva pasó a llamarse del Suizo. Este utilizó la pólvora para abrir nuevas galerías y fue el descubridor de una parte de la cueva que estaba taponada y oculta desde hacía siglos. El Suizo murió en 1847 víctima de una de sus explosiones provocadas en la cueva. Existe la tradición en la zona de que todavía se aparece como espectro para buscar el tesoro.

Don Manuel Laza ha sido el último buscador del tesoro durante 38 años. Hasta el último momento de su vida don Manuel creyó en la existencia del tesoro y los hallazgos que relaciona con el mismo son los siguientes:

a) Hallazgo en el siglo XVIII de una porción de granates (Según el relato de Medina Conde).

b) Aparición en las cercanías de un tesorillo de 6 monedas almorávides

de oro de la época de Yusuf ibn Tasuffin. Tanto este hallazgo como los siguientes son de la época de don Manuel Laza.

c) La rotura y desaparición de los niveles arqueológicos normales en todo gruta prehistórica en la parte del centro en una de las salas de la Cueva (Sala de la Virgen). Esta zona estaba constituida, cuando se excavó por tierra removida con mezcla de cerámicas neolíticas, objetos de sílex, huesos humanos, etc. El resto de la sala si conservaba intactos sus estratos normales.

d) Hallazgo de tres puertas o torcas que daban a la misma sala de la cueva y que habían sido taponadas de forma artificial con grandes piedras. Al quitar estas piedras aparecieron con ellas restos de cerámica árabe vidriada similar a la aparecida en la cercana ciudad árabe de Bezmiliana.

e) En la misma sala se encontró una sima llena de grandes piedras y barro. La posición de estos materiales hacía pensar que se trataba de un relleno artificial muy antiguo.

Estos hallazgos y otros posteriores hicieron creer a don Manuel Laza que se encontraba cada vez más cerca del tesoro y que siguiendo la investigación alguien lo encontrará alguna vez.

LOS HALLAZGOS ARQUEOLOGICOS

En 1918 visita la Cueva del Suizo el abate Breuil y nos deja una descripción de la misma en un artículo de la revista «L'Anthropologie», tomo XXXI, titulado «Nouvelles cavernes ornées paléolithiques dans la province de Málaga». Describe restos de pinturas rupestres que relaciona con las pinturas de signos rojos de la Cueva de la Pileta de Benaoján.

Los trabajos arqueológicos han sido desarrollados por don Manuel Laza y don Simeón Giménez Reyna en una zona muy pequeña de la cueva en la sala antes mencionada. Los suelos aparecieron revueltos y muy difíciles de adecuar a una estratigrafía. Se supone que todo está revuelto por antiguos buscadores del tesoro como el mítico suizo.

Los restos aparecidos en estas excavaciones, de los que se puede observar una muestra en el Museo Arqueológico Nacional, en Madrid, los clasificamos en los siguientes grupos:

a) Cerámicas: Son numerosos vasos y fragmentos correspondientes al llamado Neolítico de las cuevas.

b) Industria lítica: Son numerosas las piezas de sílex aparecidas. Destacamos la punta de flecha clasificada por el profesor Luis Pericot como solutrense.

c) Restos humanos: Abundantes también. Destacamos dos cráneos completos.

d) Restos de animales: Hay gran abundancia de ellos. Destacamos un conchero y un hueso fósil de Bisón (Paleolítico Superior).

OTRAS LEYENDAS Y CURIOSIDADES

En relación con la Cueva del Tesoro hay una serie de leyendas y curiosidades que forman parte de la tradición de estos pueblos marineros de la costa mediterránea. De entre ellas destacamos:

- La historia del suizo que dio nombre a la cueva durante años, Antonio de la Nari, posiblemente un licenciado de la guardia walona de los Reyes, al igual que la de su paisano Benedicto Mol, descrito por el inglés George Borrow (llamado don Jorgito en España) en su obra «La Biblia en España», se dedicó a la busca de tesoros. Atraído por la leyenda de los Cinco Reyes Moros, vino a Málaga y se dedicó a buscar el tesoro de la Cueva del Higuerón. Varios escritores de la época dan fe de su trágica muerte, destrozado por la explosión de un barreno en 1847.

Una leyenda de terror y misterio se extendió por la zona en torno a la Cueva del Suizo (así llamada desde entonces). Durante la noche vagaba en pena su alma por las soledades del Cantal Alto. Muchos vecinos atestiguaban apariciones terroríficas.

- Según los estudios de don Manuel Laza, se sitúa en la cueva el antiguo Santuario de la Diosa Noctiluca. Festo Avieno en su poema latino «Ora Maritima», cita tres santuarios prehistóricos en el sur de España: uno consagrado a Hércules; otro dedicado a Venus en el Cabo de Gata en Almería; y el tercero en Cádiz a la diosa Noctiluca en Málaga. Esta diosa de la fecundidad, la vida y la muerte, era representada por los fenicios en forma de betilo (piedra basta) en la Tierra, y en los Cielos era la Luna en sus distintas fases. La monedas fenicias de Malaka (actual Málaga) representan el culto a esta divinidad bajo los mismos elementos.

En la cueva del Tesoro existe una formación pétreo (betilo) que nos recuerda las características de esta divinidad lunar de la moneda. Esto hace pensar, junto con la descripción del poema de Festo Avieno, que estamos ante el antiguo Santuario de la diosa Noctiluca.

ESTADO ACTUAL DE LA CUEVA DEL TESORO

La cueva del Tesoro se encuentra cerrada al público y detenidas sus investigaciones desde hace cinco años.

Ultimamente el Ayuntamiento de Rincón de la Victoria, en cuyo término se encuentra la cueva, ha llegado a un acuerdo con los actuales propietarios para volver a abrirla y que se pueda disfrutar de sus bellezas por parte de los turistas que acuden a estas costas a pasar sus vacaciones, así como por todas las personas estudiosas o interesadas por estos temas.

Actualmente la cueva se encuentra en fase de estudio y reformas para poder abrirla en un futuro no muy lejano.

LAS CUEVAS CERCANAS - ESTADO DE CONSERVACION

En el mismo Cantal y cerca de la Cueva del Tesoro se encuentra:

a) La cueva de la Victoria. Descubierta en 1939 y con un importante yacimiento arqueológico destruido desde hace tiempo. El Museo Arqueológico Provincial de Málaga conserva el material recogido.

También se encontró en esta cueva una serie de pinturas esquemáticas de la época neolítica. Su estado de conservación es bastante malo y en situación de abandono.

En otro Cantal situado entre 1 y 2 kilómetros, se encuentran una serie de cuevas muy deterioradas por la existencia de una fábrica de cemento que usa el Cantal como cantera de materia prima. Asimismo el impacto de la nueva autovía ha influido negativamente en la conservación de las cuevas. Entre ellas citamos:

b) Cueva del Hoyo de la Mina (o del Tío Leal), era conocida en 1833. En 1917 fue excavada por don Miguel Such, obteniendo materiales neolíticos y eneolíticos que se encuentran en el Museo Arqueológico de Málaga. Esta cueva ha desaparecido por el avance de la cantera de la fábrica.

c) Cuevas de Navarro. Cerca de la barriada de La Araña, donde se halla enclavada la fábrica de cemento, y en dirección a la Cala del Moral y Rincón de la Victoria, se encuentran una serie de cuevas (de la I a la VIII), llamadas de los Hermanos Navarro. Estas han ido desapareciendo por el avance de una cantera existente.

La más interesante es la llamada Navarro IV, formada por 1.156 metros de galerías en forma laberíntica. En su interior se encuentra un santuario solutrense con pinturas en rojo y ocre, descubierto en 1979.

d) Cuevas de la Cantera. Desde 1969 han ido apareciendo en los trabajos de la cantera de la fábrica de cemento las Cuevas de la Cantera (de la I a la III). Han ido desapareciendo asimismo con los trabajos de la propia cantera. La Cueva de la Cantera I, la más interesante, estaba formada por 200 metros de bellas galerías en X con formaciones cristalinas. También apareció en ella abundante material prehistórico.

e) Cueva de los Molinos. Se encuentra también en la cantera de La Araña (fábrica de cemento) en dirección a Málaga. Consta de una galería de unos 40 metros donde han aparecido fragmentos de sílex paleolítico y restos de conchas.

f) Cueva de la Raja de Humo. Conocida anteriormente con los nombres de Montijano y del Higuern. Pascual Madoz la cita con este nombre en su célebre «Diccionario Geográfico» en 1845. Se sitúa en el extremo de La Araña, a 200 metros de la Cala del Moral.

Sucevivas excavaciones han puesto de manifiesto un importante yacimiento paleolítico. Se conserva una gran cantidad lítica de la cuarcita perteneciente al Musteriense de técnica Levallois. También son abundantes los concheros de mejillones y lapas.

Su estado de conservación se ha visto recientemente afectado por la construcción de la nueva autovía.

BIBLIOGRAFIA

- Gimenez Reyna S., 1946 - *Memoria Arqueológica de la Provincia de Málaga hasta 1946*. Ministerio de Educación Nacional. Madrid.
- Gimenez Reyna S. & Laza Palacio M., 1964 - *Informe de las Excavaciones en la Cueva del Higuero o Suizo*. Noticiario Arqueológico Hispánico, 6, Madrid.
- Laza Palacio M., 1962 - *La Cueva del Tesoro*. Revista Gibralfaro, 11, Málaga.
- Laza Palacio M., 1988 - *El hombre que creía saber dónde había un tesoro*. Príntel. Universidad de Málaga.
- Lopez Moreno J.B., 1989 - *Proyecto Interdisciplinar sobre la Cueva del Tesoro y su entorno*. Instituto de Bachillerato, Rincón de la Victoria.
- Perez Berrocal J.A. & Moreno Wallace L., 1988 - *Guía de la Cuevas de Málaga*. Diputación Provincial de Málaga.
- Perez de Barradas J., 1968 - *Los primitivos pobladores de la Costa del Sol*. Caja de Ahorros de Málaga.

LA CUEVA DE NERJA (Malaga, España)

José Ramón Andérica Frías*

SUMMARY [*The cave of Nerja (Malaga, Spain)*]

The history and the development of the cave of Nerja are here summarized. A short description of the cave with the main goals for the future are also reported.

RIASSUNTO [*La grotta di Nerja (Malaga, Spagna)*]

Vengono riassunti la storia e lo sviluppo della grotta di Nerja. Segue una breve descrizione della grotta con i punti essenziali del futuro sviluppo.

INTRODUCCION

El presente trabajo pretende ser una carta de presentación en este Congreso sobre cuevas turísticas, al que venimos con la idea de aprender y ponernos de acuerdo para mejorar la gestión y conservación de las cuevas turísticas. Por ello hemos pensado, ayudados por las imágenes, hacer un recorrido breve por la Cueva y al final hacernos unas interrogantes.

La Cueva de Nerja fue descubierta en el año 1959 casualmente por unos jóvenes de la vecina localidad de Maro. Desde el primer momento de su descubrimiento se vió la importancia del monumento y se creó para su conservación un Patronato que, desde entonces, bajo la presidencia de los Gobernadores Civiles de la provincia de Málaga, han potenciado el estudio de los aspectos geológicos y arqueológicos y han preparado el interior y exterior de la Cueva, para las numerosas personas que desde el primer momento la han visitado y que, en la actualidad, podemos cifrar en unas quinientas mil al año.

Tiene la Cueva una Comisión Científica Asesora que en los últimos años ha impulsado los estudios, fruto de ello ha sido la publicación en el año 1986 del primer volumen de una colección editada por el Patronato de la Cueva: «La Prehistoria de la Cueva de Nerja. Málaga»; una serie de estudios dirigidos por los catedráticos Jordá Cerdá, de la Universidad de Salamanca y Pellicer, de la Universidad de Granada.

Está próximo a salir el número dos de la colección con los trabajos que dirigen los doctores Marí Girón, de la Universidad de Málaga y Hoyos, del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.

Yo quiero, desde aquí, invitar a todos los que quieran conocer nuestra Cueva y, a tal efecto, hacemos una invitación para celebrar una reunión en

* c/o Patronato de la Cueva de Nerja, Carretera de Maro s/n, E-29787 NERJA (Malaga) España

Nerja en una fecha próxima. Ahora ofrezco la posibilidad de un recorrido por las salas ayudado por las diapositivas, haciendo la observación preliminar de que la Cueva se divide en dos partes, la primera acondicionada para la visita turística y la segunda «galerías altas» cerradas al público. La gran diferencia entra una y otra ya la pueden imaginar: la primera, visitable por el gran público, ha sufrido con la iluminación artificial, con la presencia de miles de visitantes, con el peligroso aumento de cantidad de CO₂, sobreto en el periodo estival y con un horario excesivo de iluminación; la segunda ha permanecido cerrada desde su descubrimiento y no está acondicionada para la visita turística, como luego veremos, es mucho mayor que la primera en longitud, altura, en formaciones geológicas -originales y es donde se encuentran las pinturas rupestres mejor conservadas.

RECORRIDO

Galerías visitables.

La entrada y la salida que hoy se utilizan, no fueron las que utilizaron descubridores, que se encuentran muy próximas. La entrada antigua que en un momento se cerró por causas naturales, es la que hoy se utiliza, después de una serie de estudios arqueológicos. Se atraviesan unas salas pequeñas conocidas con los nombres del «belén», donde se encuentran expuestas en unas vitrinas algunas mues tras de restos encontrados en las diversas excavaciones; y del «colmillo», con unos paneles informativos; después de un pasillo se llega a una balconada desde la que se divisa una bellísima perspectiva de la sala de «la Cascada» o del «Ballet», así llamada por celebrarse en ella, todos los años, durante el mes de julio, unos festivales internacionales de música y danza.

La altura de techo en esta sala es de veinticinco metros y el ancho de treinta metros; a continuación la sala de los «fantasmas» y a través de los «organos» llegamos a la grandiosa sala del «cataclismo», con la gran columna en el centro de 32 metros de altura y 13 de diámetro. Esta sala supera, en algunos puntos los 35 metros de altura. En línea recta, la Cueva visitable sería de 200 metros.

Galerías altas.

No están preparadas para la visita turística y son aproximadamente el doble en tamaño que las galerías visitables. Las salas reciben los nombres de : «Las columnas de Hércules», «Camarin de los pisciformes», «Los niveles», «La lanza», «La montaña»

No es mi intención agotar al auditorio con subjetivas alabanzas sobre la Cueva de Nerja y les remito a una biografía, creo que ya extensa para los treinta años que lleva la Cueva descubierta.

EL FUTURO

Por último y como apunté al comienzo, el intercambio que solicito y que esbozo en los siguientes puntos:

- a) Apoyar y reforzar la Asociación Internacional de Cuevas Turísticas.
- b) Como vehículo de intercambio editar una publicación periódica.
- c) Intercambiar publicaciones.
- d) Elaborar, mediante una encuesta, un inventario europeo de cuevas turísticas
- e) Ofrecer las instalaciones de la Cueva de Nerja y la hospitalidad de la localidad de Nerja en Málaga, para un futuro, no lejano encuentro entre los socios y amantes de las cavidades naturales.

LA GROTTA DEL VENTO: UNA REALTA' NEL CONTESTO DEL PARCO NATURALE DELLE ALPI APUANE

Vittorio Verole-Bozzello*

RIASSUNTO

Dopo una breve storia delle esplorazioni della grotta, viene descritta in dettaglio l'opera di turisticizzazione della grotta stessa. Questa è avvenuta cercando di salvaguardare al massimo non soltanto la sostanza dell'ambiente sotterraneo ma anche la forma con la quale il visitatore vede la grotta.

La grotta viene anche utilizzata da diversi anni, in collaborazione con la Facoltà di Medicina dell'Università di Pisa, per una interessante sperimentazione di cura dell'asma bronchiale che ha dato ottimi risultati.

ABSTRACT

[*The "Grotta del vento" (Wind Cave):
a feature within the Natural Park of the Apuan Alps*]

After a short history of the explorations of the cave its development as a show cave is here reported with details. Such a development was carried out in order to preserve not only the physical integrity of the cave environment but also to keep the tourists' approach as natural as possible.

In co-operation with the Medical Faculty of the Pisa University the cave is also used since many years for an interesting and quite successful experiment for the treatment of brochial asthma.

Le Alpi Apuane, incunee tra l'Appennino Tosco-Emiliano e la costa tirrenica, costituiscono in Italia una delle zone carsiche di maggiore interesse. L'estensione dei calcari non è omogenea, ma in più punti risulta interrotta da profonde incisioni vallive che hanno finito per toccare i sottostanti scisti impermeabili e insolubili. Lungo il piano di contatto tra i calcari e gli scisti (o poco più in alto) si aprono numerose risorgenze e sorgenti carsiche, alcune attive, altre semiattive o fossili; nelle zone più elevate abbondano gli abissi, molti dei quali veri e propri complessi sotterranei, raggiungono diverse centinaia di metri di profondità (due superano addirittura i 1000 metri) e, talvolta, diversi chilometri di sviluppo.

Il paesaggio apuano è caratterizzato da montagne aguzze e rocciose, creste affilate e imponenti pareti che emergono dalla lussureggiante vegetazione delle vallate, dominando ad oriente il profilo dolce dei rilievi appenninici, ad occidente, la costa tirrenica e le isole dell'Arcipelago Toscano. Nelle giornate più limpide la vista può spaziare fino alla Corsica ed alle Alpi Marittime, mentre a settentrione, oltre le brume della Pianura Padana, è possibile scorgere le vette del Monte Bianco, del Monte Rosa, dell'Adamello, e

* c/o Grotta del Vento, I-55020 FORNOVOLASCO (Lucca) Italia

In una delle zone più suggestive delle Alpi Apuane, nel Massiccio delle Panie, si apre la «Grotta del Vento», cavità carsica molto complessa che dal 1967 è attrezzata per le visite turistiche.

Conosciuta un tempo solo per il forte vento che spirava dallo stretto pertugio d'accesso, fu sfruttata per secoli dagli abitanti del vicino villaggio di Trimpello per alimentare un singolare frigorifero, costituito da una capanna dove la corrente d'aria veniva convogliata per raffreddare e conservare nei mesi estivi le vivande più deperibili.

Dopo alcuni tentativi effettuati dagli abitanti del luogo, l'esplorazione ebbe inizio nel 1932 ad opera del Gruppo Speleologico Fiorentino del C.A.I., che avanzò per soli settanta metri, arrestandosi di fronte alle acque di un sifone, superato 29 anni più tardi da speleologi di Bologna.

L'esplorazione decisiva ai fini della valorizzazione turistica fu quella compiuta dal Gruppo Speleologico Lucchese nel 1964; in quell'occasione fu percorso uno sviluppo complessivo appena superiore al chilometro, sufficiente comunque per far maturare in alcuni componenti del gruppo il desiderio di attrezzare turisticamente la grotta per offrire a tutti la possibilità di ammirare e conoscere un mondo meraviglioso altrimenti riservato alla curiosità scientifica di pochi appassionati. La valorizzazione turistica avrebbe inoltre consentito la tutela e la sorveglianza costante di un patrimonio destinato a un degrado inevitabile di cui già si potevano notare le avvisaglie nelle gallerie più facilmente accessibili; alcune concrezioni erano state infatti asportate da gente del luogo per ornare le tombe di un paese vicino.

Nell'ambiente speleologico la decisione di attrezzare turisticamente questa grotta fu accolta con un certo scetticismo: si trattava di una cavità troppo difficile, con un andamento altimetrico eccessivamente movimentato, con lunghi tratti verticali e con numerose gallerie soggette a inondazioni periodiche. Scarseggiava inoltre un requisito fondamentale secondo la corrente concezione di «grotta turistica»: la presenza di grandi ambienti pianeggianti e ricchi di concrezioni.

I fautori della turistizzazione non si scoraggiarono: «non vogliamo una grotta-vetrina», sostenevano, «di grotte turistiche orizzontali stracolme di concrezioni ne è pieno il mondo; noi, come speleologi, dobbiamo fornire al pubblico la possibilità di vivere un'esperienza diversa, basata non sulle solite immagini stereotipate e poco attinenti alla realtà, bensì sulla visione diretta e la comprensione di ogni aspetto del carsismo profondo. La valorizzazione turistica della Grotta del Vento deve assumere una funzione didattica e culturale».

E fu con questo spirito che nel 1965 tra mille difficoltà di ordine materiale e burocratico ebbero inizio i lavori. Nel 1967 fu aperto il «primo itinerario», un percorso abbastanza lineare e «classico», costituito per la massima parte da una galleria suborizzontale abbastanza ampia e particolarmente ricca di concrezioni policrome e vive, preceduta da un centinaio di metri di condotta freatica caratterizzata da vistosi fenomeni erosivi; l'ostacolo costituito dal sifone che nel 1929 aveva fermato gli speleologi di Firenze era stato superato mediante una galleria artificiale. La visita veniva effettuata in un'ora, alla luce di maleodoranti lampade a gas portate dalle guide e dai sorveglianti. Nonostante il fatto che per raggiungere

l'ingresso della grotta era necessaria mezz'ora di cammino lungo una ripida e assoluta mulattiera, il consenso dei visitatori e della stampa fu molto lusinghiero ed incoraggiò a realizzare la seconda fase del progetto, più consona agli scopi che si prefiggevano gli speleologi valorizzatori.

Nel 1970, dal termine del «primo itinerario», il sentiero venne prolungato lungo le pareti di un baratro profondo cinquanta metri, alla base del quale, superato un tratto orizzontale ed un secondo salto di una quindicina di metri, si attraversava un salone nel quale si univano tre torrentelli, e si proseguiva lungo un'ampia galleria percorsa da un piccolo fiume sotterraneo. Il ritorno avveniva mediante un arduo sentiero che, arrampicandosi sin sul soffitto del salone, percorreva una lunga condotta freatica fossile completamente tappezzata da singolari concrezioni sabbiose e raggiungeva di nuovo il «primo itinerario». L'energia elettrica necessaria per l'impianto di illuminazione veniva fornita da due gruppi elettrogeni.

I turisti potevano scegliere tra due itinerari: il «primo» durava un'ora ed aveva un andamento abbastanza pianeggiante; il «secondo» (comprendente anche il primo) durava due ore e coi suoi strapiombi ed i suoi tratti in parete trasformava la visita in un'avventura, dando ai visitatori emozioni e sensazioni prima riservate ai soli speleologi.

Ancora una volta i commenti furono più che incoraggianti e negli anni successivi venne portata a termine la parte più ambiziosa dell'intero progetto: quella relativa al «terzo itinerario», che si sviluppa lungo un ramo a struttura prevalentemente verticale con incredibili sentieri sospesi sul vuoto di un pozzo a campana profondo settanta metri, percorso durante i periodi di piena da una fragorosa cascata. La visita di questo itinerario si compie in un'ora e un quarto e comprende, oltre al pozzo, gallerie finemente concrezionate, un canyon ed un'ampia sala il cui soffitto è inciso da un caratteristico solco scavato dalla regressione di una cascata.

Oggi sono disponibili tre itinerari, con durate che variano da un minimo di un'ora (primo itinerario) ad un massimo di tre ore (visita completa)

Allo scopo di evitare gli errori compiuti altrove ed apprendere al contempo spunti ed idee utili per una valorizzazione ottimale della «Grotta del Vento», prima di iniziare i lavori fu compiuto un lungo viaggio attraverso le grotte turistiche italiane ed europee.

Per quanto concerne i sentieri, nella «Grotta del Vento» si è accuratamente evitato di spianare o di inghiaiare il pavimento delle gallerie, soluzione altrove adottata allo scopo di occultare o rendere più «naturali» i camminamenti. I sentieri sono stati realizzati in cemento, avendo cura di evitare nella maniera più assoluta il danneggiamento delle concrezioni e dei particolari morfologici più significativi; anche il contatto con la roccia delle pareti e del pavimento è stato evitato il più possibile, ricorrendo spesso a passerelle sospese. La larghezza media dei tratti di scorrimento è inferiore al sessanta centimetri; ciò oltre a limitare l'impatto ambientale, consente ai visitatori di appoggiarsi a entrambe le ringhiere, a tutto vantaggio della sicurezza. Ovviamente i tratti di scorrimento sono intervallati a zone più ampie, destinate all'incrocio e alla sosta dei gruppi.

Nella realizzazione dei sentieri più recenti si sono preferite le linee curve alle linee spezzate e le ringhiere, eseguite in acciaio zincato, seguono

perfettamente l'andamento dei bordi in modo che sia praticamente impossibile mettere un piede in fallo. L'acciaio zincato è stato preferito ad altri materiali per il suo colore neutro, per la sua curvabilità e per la sua relativa inossidabilità. L'acciaio verniciato non regge alla corrosione, l'acciaio inossidabile risulta troppo brillante, mentre le materie plastiche, benchè più piacevoli al tatto, risultano scarsamente modellabili consentendo la realizzazione soltanto di segmenti di retta. Per le gradinate sono stati preventivamente calcolati i raggi di curvatura, egualizzando le alzate e le pedate dei gradini in modo da offrire il massimo comfort anche alle persone anziane.

Il sentiero ottimale dovrebbe consentire ai visitatori di procedere senza essere costretti a guardare in continuazione dove mettere i piedi. In tal modo tutta l'attenzione può essere rivolta all'osservazione dell'ambiente ed all'apprendimento di quanto viene esposto dalle guide.

L'impianto elettrico evita accuratamente sia l'«effetto presepe» (troppe piccole luci che punteggiano l'ambiente), sia l'«effetto vetrina» (illuminazione sfarzosa senza zone d'ombra). I punti-luce, sempre costituiti da lampade ad incandescenza, lasciano in ombra ampie zone povere di particolari interessanti allo scopo di rispettare quel senso di mistero che l'ambiente sotterraneo deve suscitare nel visitatore.

Le lampade ad incandescenza sono state preferite a quelle «a scarica di gas» (vapori di mercurio, neon, vapori di sodio ad alta o bassa pressione, joduri metallici) sia per la loro migliore o comunque più gradevole resa cromatica, sia perchè il raggiungimento della piena potenza luminosa è immediato. Per evitare la formazione di muschi, felci ed alghe verdi, oltre che per ovvi motivi di risparmio energetico, l'impianto è stato frazionato in vari tratti in modo da limitare il più possibile il tempo di accensione di ogni singolo tratto.

Particolare cura viene posta nell'addestramento delle guide, che prima di cominciare a fornire spiegazioni al pubblico debbono seguire un corso di preparazione che le pone in grado di rispondere con precisione e competenza alla maggior parte dei quesiti che possono essere posti dai visitatori. La spiegazione si basa in gran parte sulle domande dei visitatori: ciò vivacizza l'esposizione degli argomenti, che altrimenti rischiano di venire trattati in maniera sempre più piatta, adottando sempre lo stesso ordine e lo stesso frasario. Una guida non può limitare la propria conoscenza ad un minimo di nozioni indispensabili per la spiegazione; solo sapendo molto di più di ciò che si dice, è possibile variare l'esposizione degli argomenti adattandola alle esigenze ed al tipo di interesse dei visitatori.

Un'altra qualità essenziale per una buona guida è la capacità di comunicare agli altri il proprio entusiasmo per il mondo sotterraneo; per raggiungere questo scopo non basta provare interesse o amore per le grotte, ma è necessario immedesimarsi nello stato d'animo dei visitatori cercando ogni volta di riscoprire la grotta attraverso i loro occhi.

Negli ultimi anni sono stati organizzati più volte viaggi di istruzione e aggiornamento per le guide, che in tal modo hanno potuto visitare numerose altre grotte turistiche. Ciò consente di inserire nella spiegazione numerosi riferimenti alle altre cavità, spronando la gente ad allargare la propria

conoscenza sul patrimonio speleoturistico esistente. L'importante è far capire che non esiste una grotta migliore di tutte le altre, ma che ogni grotta, anche la più piccola, può avere qualcosa che le altre non hanno. In tal modo i visitatori saranno spinti ad osservare le grotte con occhi diversi, tornando più volte nelle stesse grotte per confrontarle attentamente con ciò che hanno visto nelle altre. Se, al contrario, si cercherà di presentare una grotta come «la migliore del mondo», i visitatori, appagati dalla convinzione di aver visto «il massimo», esauriranno con la prima esperienza il loro interesse per il mondo sotterraneo.

La presenza dei sentieri e dell'energia elettrica facilita sensibilmente l'esplorazione, tuttora in corso su varie direttrici. Alcuni sifoni sono stati superati prosciugandoli con elettropompe, l'arrampicata sulle pareti verticali viene facilitata dall'impiego dei trapani elettrici, mentre gli «ancoraggi chimici» rendono sicura la progressione anche su rocce molto friabili.

In campo scientifico è stata particolarmente curata la ricerca nel campo geo-morfologico, idrologico, meteorologico e microclimatico. Sotto l'egida della Facoltà di Medicina dell'Università di Pisa, è in corso da diversi anni una interessante sperimentazione speleoterapica che ha consentito di rilevare su decine di pazienti risultati talvolta sbalorditivi nella cura dell'asma bronchiale.

Due diramazione della grotta sono state attrezzate specificamente per questo scopo ed ospitano per periodi di ventun giorni gruppi di pazienti che sotto la costante sorveglianza medica permangono nell'ambiente sotterraneo per tempi variabili dalle tre alle otto ore al giorno. La sperimentazione sui pazienti è stata preceduta ed affiancata da un'accurata ricerca microclimatica effettuata mediante l'analisi periodica di campioni di aria e di acqua prelevati dalla grotta e comparati con campioni prelevati all'esterno. Nel contempo, sono stati compiuti anche esperimenti sui ratti bianchi.

In un'altra diramazione è in fase di allestimento una stazione di rilevamento sismico, permanentemente collegata via telefono al calcolatore dell'Osservatorio sismografico di Prato. Data l'elevata sismicità della Garfagnana, l'importanza di questa stazione assume un'importanza di tutto rilievo.

Tutto ciò conferma quanto sia errato il giudizio di molti speleologi e di molti ambientalisti i quali sostengono che ogni grotta turistica è una grotta persa, quando invece possiamo affermare che, al contrario, ogni grotta turistica può essere una grotta acquisita per la ricerca scientifica e per la conoscenza più approfondita del mondo sotterraneo.

L'ingresso della grotta è situato al centro di un'area di eccezionale interesse paesaggistico e morfologico. La zona di assorbimento che alimenta il sistema, situata attorno ai 1400 metri di quota è caratterizzata da vistosi fenomeni carsici di superficie, con estesi campi solcati, doline, voragini (tra le quali un abisso a salto unico di oltre 300 metri), nevai sotterranei e singolari forme di corrosione superficiale quali le scannellature a lisca di pesce, i solchi a doccia e le kamenitze. Sempre nella stessa zona è possibile ammirare un gigantesco arco naturale che collega le due vette gemelle di un monte. Per chi è disposto a percorrere qualche ora a piedi esiste quindi la possibilità di integrare la visita dell'ambiente sotterraneo con un'affascinante escursione

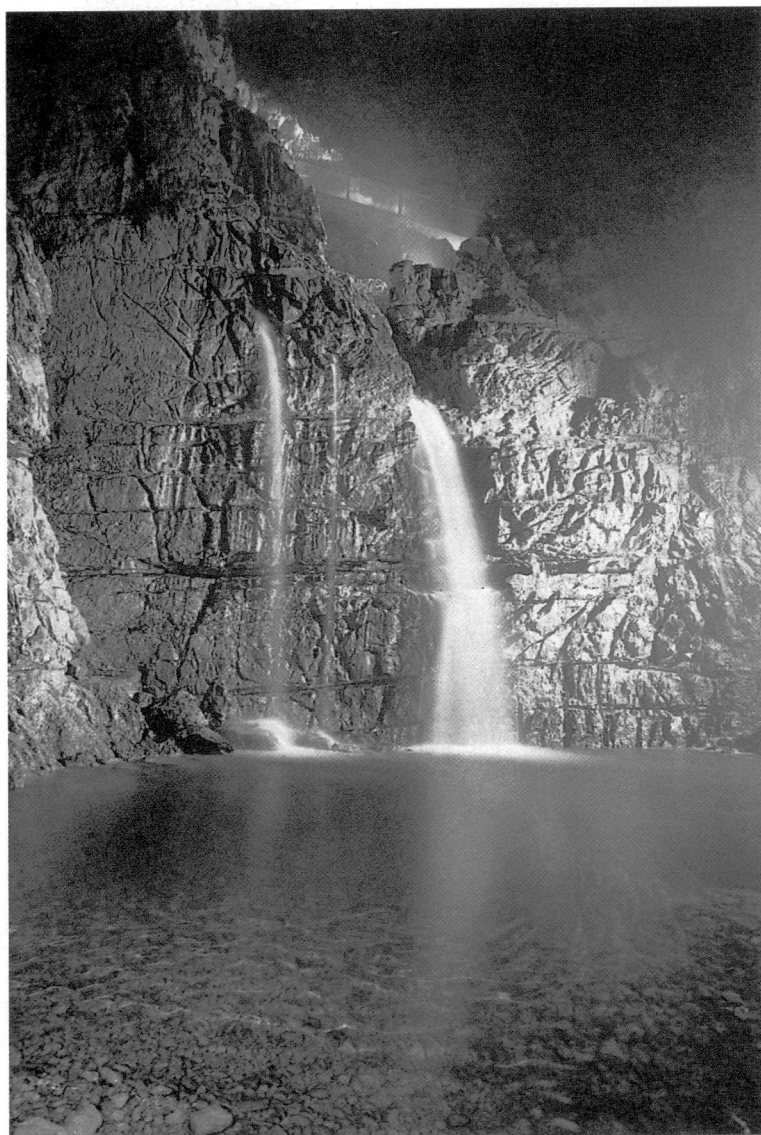
tragli aspetti più singolari del carsismo di superficie.

Presso l'ingresso è stato eretto un ampio edificio che ospita la biglietteria, i servizi igienici, una grande esposizione di minerali e di fossili ed un accogliente punto di ristoro.

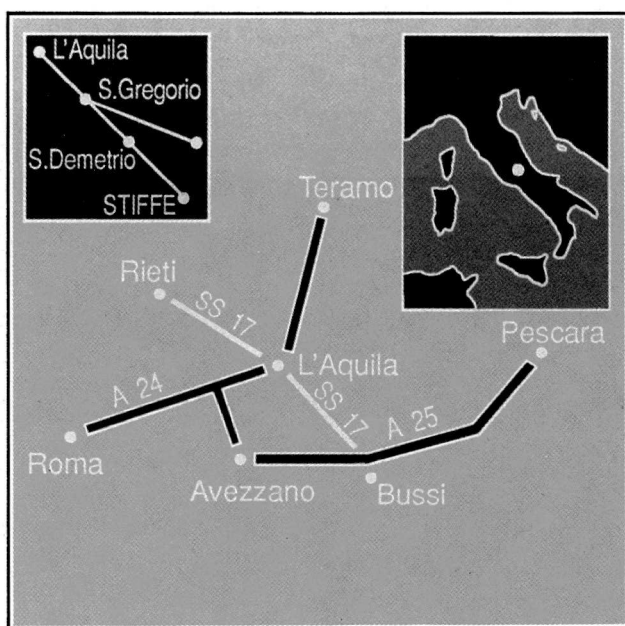
Oggi la «Grotta del Vento» è raggiungibile mediante una strada asfaltata realizzata in gran parte a spese dell'Amministrazione della grotta stessa. Le aree di parcheggio consentono la sosta ad un centinaio di auto. Sono in corso d'opera i lavori di ampliamento di alcune curve che attualmente non consentono il passaggio dei pullman aventi una lunghezza superiore agli 11 metri. Si tratta comunque di interventi modesti e tardivi, operati da una pubblica amministrazione che non comprende o non vuol comprendere appieno l'enorme importanza che la grotta, massimo punto di attrazione della Garfagnana e delle Alpi Apuane, potrebbe assumere nello sviluppo economico di tutta la zona.

A complicare ulteriormente le cose, la recente istituzione del Parco Naturale delle Alpi Apuane, impone enormi limiti e pastoie burocratiche alla realizzazione di qualsiasi intervento si possa rendere necessario per migliorare la fruibilità del territorio e le condizioni di vita della popolazione locale.

GROTTE DI STIFFE



San Demetrio ne' Vestini
L'Aquila



Le Grotte di Stiffe si trovano a 21 chilometri da L'Aquila, sulla strada per Molina Aterno nei pressi della cittadina di S. Demetrio ne' Vestini, nella splendida zona naturalistica del Velino-Sirente. Si raggiungono in 2 ore circa da Roma, 1.30 da Pescara, 1.30 da Rieti, 1 ora da Teramo, 40 minuti da Avezzano.

Informazioni:

Ente Provinciale per il Turismo
Piazza S. Maria Paganica n. 5
67100 L'Aquila - Tel. 0862/420510

Prenotazioni:

Gruppo Speleologico Aquilano
Svolte della Misericordia n. 2
67100 L'Aquila
Tel.-Fax 0862/414273

NOTICE TO CONTRIBUTORS

- 1 Two copies of the complete text of each article should be submitted. Submission of a paper will be taken to imply that it is unpublished and is not considered for publication elsewhere. Papers published in the *International Journal of Speleology* may not be reprinted or translated without permission. Reproduction of illustration requires similar permission.
2. Papers should be written preferably in English. Other allowed languages are French, German, Italian and Spanish. Authors using a language not their own are urgently requested to have their manuscripts checked for linguistic correctness before submission. All papers should contain at least an English summary giving a synopsis of the paper with sufficient detailed information concerning the methods used and the results obtained. The English translation of the title must always be reported.
- 3 Papers should be typed in double spacing, on one side of the paper, quarto size, leaving top and left hand margin at least 2.5 cm (one inch) wide.
- 4 Papers should be headed by a title, the name(s) in full of author(s) and an exact description of the post held and business address of the author(s). If more than one author, please underline the name of the person to whom correspondence and proofs should be sent.
- 5 Each paper will be subject to editorial review by one or more referees. The Editors reserve the right to refuse any manuscript submitted, whether on invitation or otherwise, and to make suggestions and modifications before publication. Submitted papers should be in a final form ready for publication. Corrections to proofs should be restricted to printer's and editorial errors only. Other than these, very substantial alterations may be charged to the author.
- 6 Bibliographical references should be listed in alphabetical order at the end of the paper.
- 7 References should be in the following forms: GOURBAUT, N. 1976. Recent karyological research on cave Planarians. *Int. J. Speleol.*, 8: 69-74.
HAIRSTON, N.G., F.E. SMITH, and L.B. SLOBODKIN, 1960. Community structure, population control, and competition. *Amer. Natur.* 94: 421-425.
Book: JAKUS, L. 1977. Morphogenetics of karst regions. Akadémiai Kiadó, Budapest.
Chapter: NEL, M. 1976. Mathematical models of speciation and genetic distance, p. 723-765. In: S. Karlin and E. Nevo (eds.), *Population genetics and ecology*. Academic Press, New York.
- 8 References should be cited in the text in parentheses by the name(s) of author(s) followed by the year of publication, e.g. "(Jones, 1961)" except when the author's name is part of the sentence, e.g. "Jones (1961) has shown that...". When reference is made more than once to the same author and year a, b, c etc. should be added to date in text and reference list. If there are more than two authors it is in order to put "et al." behind the first name, e.g. "Smith et al., 1961"
- 9 Each table should be reported on a separate sheet of paper. Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals, e.g. "Table 1, Table 2", etc., and attached to the end of the text. Should a table not be an original, the exact reference should be quoted. Tables should be supplied with headings and kept as simple as possible and should be referred in the text as "Table 2" etc.
- 10 Figures and photographs should be kept to a minimum and generally should not duplicate information in tables or other material. Figures (including photographic prints, line drawings in black Indian ink on strong white or transparent paper, and maps) should be numbered in Arabic numerals, e.g. "Fig. 1, etc" and attached to the text behind the tables. Graphs and diagrams should be large enough to permit reduction to a size of 10x10 cm (4x4 inches). Legend for figures should be listed consecutively on a separate sheet of paper. Photographs (maximum 3 for each paper) can be easily reproduced in offset print but should be unmounted, glossy prints, permitting reduction to a size of 10x10 cm, without affecting legibility. Authors will be asked to contribute to the cost of excessive illustrations and elaborate tables. The cost of reproducing coloured plates must be met in full. Estimates may be obtained in advance. Insets with cave maps are charged to the author.
- 11 Letters to the Editor should be written as letters since they are intended to express a personal point of view. A title should appear on the first page. Letters will not be reviewed except to determine the appropriateness of the subject matter, to exclude obvious errors and to assure conformance with good taste. Following the title, a letter should begin with a salutation and the name(s) and address of the author(s) should appear at the end. Anonymous letters will not be published.
- 12 SI system should be used. SI base units are the metre (m), kilogram (kg), second (s), ampere (A), kelvin (K), candela (cd) and mole (mol). For further information see *International Standards ISO 1000 (1973)* and *ISO 31/0 (1974)* and its several parts. Dates should be in the form "5 February 1975".
- 13 Articles accepted by the Editor-in-chief will become property of the Publisher. No article or any part thereof may be reproduced in whatever form without the written permission of the Publisher.
- 11 The Editor and the Publisher of the *International Journal of Speleology* are not responsible for the scientific content and statement of the authors of accepted papers.

Section 2
Scientific research

MARIO BERTOLANI and ARRIGO A. CIGNA: Activity of the Scientific Commission of "Grotta Grande del Vento" (Genga, Ancona, Central Italy).....	51
ROBERTO BERTOLANI, GIAN CARLO MANICARDI and LORENA REBECCHI: Faunistic study in the karst complex of Frasassi (Genga, Italy).....	61
ADRIANO TADDEUCCI, PAOLA TUCCIMEI and MARIO VOLTAGGIO: ²³⁰ Th dating of the speleothems from the "Grotta del Fiume-Grotta Grande del Vento" karst system in Frasassi (Ancona, Italy) and paleoenvironmental implications.....	95
JACQUES CHOPPY and ARRIGO A. CIGNA: Scientific research and show caves.....	91
ROBERTO CURRELI, NICOLINO DIANA, ANTONELLO FLORIS and ANTONELLO SULAS: Descrizione morfologica e stima dell'impatto ambientale derivante dall'apertura al pubblico delle grotte "Is Zuddas" (Nuoro, Sardegna, Italia).....	95

Section 3
Show caves descriptions

BERND LOCHNER: Die Saalfelder Feengrotten: ein Schaubergwerk mit Höhlencharakter.....	107
ANTONIO GUZMAN, FERNANDO MENDOZA and JOSÉ LUIS GUTIERREZ: La Cueva del Tesoro (Rincón de la Victoria, Málaga, España).....	113
JOSÉ RAMON ANDÉRICA FRIAS: La Cueva del Nerja (Malaga, España).....	121
VITTORIO VEROLE BOZZELLO: La Grotta del Vento: una realtà nel contesto del parco naturale delle Alpi Apuane.....	125