

# LA CARTA DELLE GROTTE DI ADRIATICAVES

W.P. 2 – SVILUPPO TURISTICO E STRATEGIA DI GESTIONE SOSTENIBILE  
ATTIVITÀ T1.6 – RISULTATI ATTESI T1.6.1 CARTA DELLE GROTTE

THE ADRIATICAVES CHARTER OF CAVES

W.P. 2 – Tourism Development and Sustainable Management Strategy

Activity T1.6 – Deliverable T1.6.1 Charter of Caves



ADRIATICAVES  
ecosystem network



Interreg  
ADRION



ADRIATIC-IONIAN  
European Regional Development Fund - Instrument for Pre-Accession II Fund

Adriaticaves PLUS





# LA CARTA DELLE GROTTE DI ADRIATICAVES

Interreg V-B Adriatic Ionian ADRION 1273  
Gestione sostenibile e promozione turistica del patrimonio naturale e archeologico  
delle Grotte dell'Adriatico Plus  
ADRIATICAVES PLUS. CUP F55F22000340006. Activity C3 - Public Event(s)



Adriaticaves PLUS



**Workshop "Il turismo speleologico e il Progetto Adriaticaves**  
La carta delle grotte come mezzo di gestione sostenibile degli ambienti ipogei  
nel territorio del Parco Nazionale della Maiella".

Abbazia di Santo Spirito al Morrone - Sulmona (AQ) 27 maggio 2022



## ADRIATICAVES E LA CARTA DELLE GROTTE

I *Progetti europei "Adriaticaves" e "Adriaticaves Plus"* sono scaturiti dal "Programma INTERREG V-B Transnazionale del Programma Adriatico-Ionico 2014-2020" e sono finalizzati alla gestione sostenibile e alla promozione del turismo nei siti ipogei ad elevata valenza naturale, storico-archeologica e culturale.

I due progetti hanno interessato nello specifico le grotte dell'area adriatico-ionica e hanno previsto una partnership costituita da enti pubblici e società private:

- Ente Parco Nazionale della Maiella (Lead Partner)
- Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità della Regione Emilia Romagna
- Consiglio Regionale di Shkodra (Albania)
- Ente Cantonale di gestione delle Aree Protette (Bosnia Erzegovina)
- Città di Cacak (Serbia)
- Parco Naturale di Velebit (Croazia)
- Società Lipa Cave Ltd (Montenegro).

Il principale obiettivo perseguito è stato quello di creare un *modello gestionale per le grotte turistiche minori* che assicuri una gestione sostenibile della fruizione turistica in particolare se queste sono connesse ad aree protette o a siti di interesse comunitario caratterizzati da elevati valori naturali, storici e culturali. Per tal ragione le azioni eseguite nell'ambito del Progetto sono state:

- monitoraggio biologico, faunistico e dei principali parametri chimico-fisici (temperatura, anidride carbonica ecc.) nelle grotte di progetto
- realizzazione di visite virtuali delle grotte di progetto mediante scansione tridimensionale
- miglioramento della fruizione lungo i sentieri di accesso e installazione di cancelli idonei ad evitare l'ingresso incontrollato e consentire, parallelamente, il transito della fauna di grotta
- analisi chimica e genetica delle concrezioni di Latte di Monte della Grotta Nera
- fornitura di nuova illuminazione a led in sostituzione di quella presente nella Grotta del Cavallone
- attività di formazione per gli operatori turistici
- creazione di pacchetti turistici finalizzati al turismo speleologico sostenibile

Nel corso del progetto è stato anche redatto il *Piano d'azione internazionale per l'habitat 8310* in conformità alla direttiva 92/43/CE documento che individua le minacce e definisce le linee guida gestionali per garantire la conservazione dell'*habitat 8310 "Grotte non ancora sfruttate a livello turistico"*. Il Progetto ha, infine, previsto la redazione de *La Carta delle Grotte* da intendersi come un accordo sottoscritto ed adottato dagli operatori delle grotte, teso a garantire l'uso turistico sostenibile delle grotte visitabili ed il rispetto per il patrimonio storico-culturale connesso agli ambienti ipogei.



## 1. Introduzione

Le grotte possono essere considerate come dei vuoti naturali nella crosta terrestre e, secondo una prospettiva antropocentrica, dovrebbero essere di dimensioni sufficienti per essere esplorate dall'uomo. La formazione delle stesse dipende da molteplici processi geologici utilizzati come riferimento per la classificazione della grotta. Vento, vulcanismo, tettonica, ghiacci sono tra i fattori meno importanti per la formazione delle grotte, al contrario la dissoluzione delle rocce operata dall'acqua è il processo principale della speleogenesi.

Le grotte formate dall'acqua sono divise in tre gruppi principali: epigeniche (scavate da acque meteoriche), ipogeniche (formate dalla risalita di acque termali) e grotte di margine (dovute a un misto di acque dalla composizione chimica differente, come ad esempio acqua dolce e acqua salata) (De Waele, 2017).

Anche se le grotte possono potenzialmente originarsi in ogni tipo di roccia, le rocce solubili sono quelle che ospitano la maggior parte dei sistemi carsici della Terra e sono principalmente rappresentate dai carbonati. I fenomeni carsici sono anche presenti nel gesso e nella salgemma, caratterizzati da una maggiore solubilità rispetto ai carbonati e, sorprendentemente, anche in rocce poco solubili come la quarzite (Wray & Sauro, 2018).

Nonostante la loro origine geologica, in molti casi le grotte sono ambienti a bassa energia: lontani dalla superficie, esse sono protette dagli intensi fenomeni erosivi presenti negli ambienti superficiali e mostrano condizioni relativamente stabili. Le temperature costanti, l'assenza di cambiamenti stagionali degni di nota e l'oscurità permanente caratterizzano questi mondi sotterranei. E, nonostante questa stabilità, che potrebbe essere considerata come un mondo a parte, esse sono fortemente connesse con l'ambiente esterno. Le tracce dei processi che accadono in superficie vengono costantemente trasferiti negli ambienti ipogei e conservati nel tempo. In effetti le grotte sono i luoghi ideali in cui studiare le modifiche ambientali e climatiche avvenute in passato re- gistrate e conservate nei sedimenti (es. contenuti pollinici) e speleotemi (es. composti stabili di isotopi in calcite, petrografia, elementi traccia...) (Fairchild and Baker, 2012). Gli ambienti di grotta possono anche essere caratterizzati da condizioni uniche che possono causare la precipitazione di rare fasi minerali, rendendo questi luoghi estremamente interessanti per le ricerche riguardanti le scienze della terra (Hill & Forti, 1997). Ma l'interesse nei confronti delle grotte non è solo prerogativa dei geologi. Infatti queste aree, caratterizzate da assenza di luce solare e scarsa disponibilità di materia organica (oligotrofia) sono estremamente importanti per studiare gli adattamenti ecologici di vertebrati, invertebrati e colonie batteriche. L'interesse su queste ultime in particolare è in rapida crescita, dal momento che esse possono fornire informazioni importanti da utilizzare in campo medico, oltre a una maggiore comprensione sull'origine della vita sul nostro pianeta (Barton and Northup, 2007).

Date le caratteristiche di stabilità e delle proprietà di "conservazione" di questi ambienti, le grotte possono anche essere una fonte di informazione sulle antiche culture, visto che erano spesso usate come rifugi o per motivi rituali. Per tal ragione anche archeologi e antropologi riservano un notevole interesse verso di esse a causa della notevole mole di conoscenza che possono fornire.

E' pertanto chiaro che gli ambienti ipogei sono una fonte potenziale di un'enorme quantità di informazioni riguardo diversi aspetti del nostro passato rappresentando al contempo un ecosistema attuale. In ogni caso, le delicate condizioni di stabilità e conservazione rendono questi luoghi estremamente fragili e sensibili a qualunque turbamento artificiale indotto. Come affermato

## 1. Introduction

Caves can be considered natural voids in the Earth's crust, and in an anthropocentric perspective they should be big enough to be potentially explored by humans. Their formation depends on several geological processes which are used as a reference for cave classification. Wind, volcanism, tectonics, ice, are among the less important factors responsible for cave formation, whereas dissolution in water remains the major process in speleogenesis.

Caves formed by water are divided into three main groups: epigenic (excavated by meteoric water), hypogenic (formed by rising thermal water) and flank margin (mixing of water presenting different chemical composition, i.e. fresh water and sea water) caves (De Waele, 2017).

Although caves can potentially develop in any type of rock, soluble rocks are the ones which host the majority of Earth's karst systems and are mainly represented by carbonates. Karst phenomena are frequent also in gypsum and halite, characterised by higher solubility than carbonates, and, surprisingly, in poorly soluble rocks such as quartzites (Wray & Sauro, 2018).

Despite their geological origin, in most cases caves are low energy environments: far from the surface, they are protected from the strong weathering processes occurring in the external environment and present relatively stable conditions. Stable temperatures, absence of strong seasonal modification and permanent darkness characterise this underground world. Despite their stability, these dark places, which might be thought as a world apart, are strongly connected with the external environment. Information about the processes occurring in the surface world are constantly transferred to this underground world and protected through time. Indeed, caves are excellent places to study past environmental and climate modifications which have been recorded and protected into sediments (e.g. pollen content) and speleothems (e.g. calcite stable isotope composition, petrography, trace elements...) (Fairchild and Baker, 2012). Cave environments can also be characterised by unique conditions which can cause the precipitation of rare mineral phases, making these environments extremely interesting for earth science research (Hill and Forti, 1997). But not only geologists are interested in caves. Indeed, these environments, characterised by the absence of sunlight and low organic matter availability (oligotrophy), are extremely interesting to study both ecological adaptation of vertebrates and invertebrate species and bacterial colonies. The latter is a growing field since it can provide important information that can be used in medicine but that can also help in understanding the origin of life on our planet (Barton and Northup, 2007).

Given the characteristics of stability and the "conservation" properties of these environments, caves can also be a source of information about past cultures, since they were often used as shelters or for ritual purposes. Thus, archaeologists and anthropologists as well find these places particularly interesting for the huge amount of information they can provide.

It is thus clear that cave environments can potentially provide huge amounts of information regarding several aspects of our past, while representing an actual ecosystem. However, their stable and conservative conditions make these environments extremely fragile and sensitive to any artificially induced perturbation. As showed above, caves are extremely important

places from both a natural and a scientific point of view and it is of primary importance to protect them and raise awareness towards their fragility among people frequenting this underground world.

## 2. The Adriaticaves quality brand

The main objective of the Adriaticaves project is to establish and promote natural and archaeological heritage in caves of the Adriatic Region (ADRION) as an implementation of the actual touristic offer, with the aim of lengthening the tourist season also to autumn and spring periods. The project focuses on the sustainable development of accessible caves including ecotourism, establishment of a network of touristic caves in the ADRION region and also the conservation of karst areas and the other caves not open to the public with habitat 8310 (92/43/EEC DIR), threatened by climate change and anthropogenic interferences (illegal dumping, quarrying, uncontrolled visits, etc.). The aspects of training, creating new professions to improve socio-economic conditions of mountain areas, transferring of best practice among PPs will play a key role and will contribute to the achievement of the general objective of the strategic theme: to develop a joint cross-border sustainable tourism platform within the ADRION area aiming at implementing new models for sustainable tourism management as a development engine in the area and reducing the seasonality of tourism through the marketing of the unique natural and cultural potential that can be visited throughout the year. Moreover, the project also follows some specific EU legislation on caves and karst landscapes. These specific habitats are protected under the Dir. 92/43/EEC and host species protected under the same Directive and the 09/147/EU: the project tackles the problem of tourism regulation in order to avoid conflicts with protected habitats and species, includes activities to evaluate the impact of visitors and the carrying capacity of caves.

One of the main outputs of the project is the institution of a new brand "route of caves", named "Adriaticaves", a new international brand for minor and sustainable tourism caves, linked to protected areas or sites of natural or historical interest, for holistic and cultural tours all-round, to be used as a driver for the touristic development of the Adriatic areas. This brand will be granted to all caves adhering to some simple rules and good practices, based on internationally existing regulations and guidelines (Union International de Spéléologie and International Show Cave Association).

## 3. Cave vulnerability and conservation

Caves are intrinsically vulnerable environments, due to their isolated nature, their rather stable conditions, and their direct dependence on phenomena and activities carried out at the surface above and in the recharge area of the caves. Caves are part of the landscape, and are the underground (hidden) continuation of the surface features. They are a fundamental part of the underground drainage network, which recharge lies in the surrounding surface catchment areas. Rivers at the surface sink underground and pass through underground voids (caves), and also rain water penetrates underground through millions of cracks and fractures, feeding the underground water flow. Also, air masses are exchanged between the external atmosphere and the internal cave environment. These fluxes of water and air are the main natural perturbators of the

precedentemente, le grotte sono siti rilevanti sia da un punto di vista naturalistico che scientifico ed è di primaria importanza proteggerle e sensibilizzare le persone che frequentano questi mondi sotterranei sulla loro fragilità.

## 2. Il marchio di qualità Adriaticaves

L'obiettivo principale del progetto Adriaticaves è di istituire e promuovere un patrimonio naturalistico e archeologico nelle grotte della Regione Adriatica (ADRION) che possa implementare l'offerta turistica già esistente, con lo scopo di allungare la stagione turistica anche ai mesi autunnali e primaverili. Il progetto si focalizza sullo sviluppo sostenibile delle grotte accessibili includendo l'ecoturismo, stabilendo una rete di grotte turistiche nella regione ADRION e incrementando la protezione delle altre grotte non aperte al pubblico con la direttiva habitat 8310 (92/43/EEC DIR), minacciate dai cambiamenti climatici e da interferenze di origine antropica (discariche illegali, estrazione di materiali, visite non controllate ecc.). Gli aspetti riguardanti la formazione, che creerà nuove professioni che potranno migliorare le condizioni socio-economiche delle aree montane, e la condivisione delle migliori prassi tra i PPs, svolgeranno un ruolo chiave nel contribuire al raggiungimento dell'obiettivo generale della strategia: lo sviluppo di una piattaforma di turismo sostenibile unica, che includa l'intera Regione Adriatica, con lo scopo di implementare nuovi modelli gestionali che fungano da motore economico delle aree considerate, che possano contribuire anche a ridurre la stagionalità del turismo grazie ad una promozione focalizzata su un potenziale naturale e culturale unico nel suo genere da poter apprezzare tutto l'anno. Inoltre, il progetto segue anche una specifica legislazione europea riguardante le grotte e i paesaggi carsici. Questi particolari habitat sono protetti sotto la Direttiva 92/43/EEC, e ospitano specie protette dalla stessa direttiva e dalla Direttiva 09/147/EU: il progetto affronta il problema della regolazione del turismo così da evitare conflitti con habitat e specie protetti, includendo delle attività di valutazione dell'impatto dei visitatori e della capienza delle grotte.

Uno dei risultati principali del progetto è l'istituzione di un "itinerario delle grotte", chiamato "Adriaticaves", un marchio internazionale nuovo per le grotte turistiche minori, collegato ad aree o siti protetti di interesse naturale o storico, per tour olistici e culturali globali, da utilizzarsi come volano per lo sviluppo turistico delle aree Adriatic. Questo marchio sarà garantito a tutte le grotte che aderiscono ad alcune semplici regole e buone norme di fruizione, basate su regolamenti e linee guida internazionali già esistenti (Union International de Spéléologie and International Show Cave Association).

## 3. Vulnerabilità delle grotte e protezione

Le grotte sono degli ambienti intrinsecamente vulnerabili a causa del loro isolamento, delle condizioni relativamente stabili e della loro diretta dipendenza da fenomeni e attività che avvengono sulla superficie soprastante e nelle aree di ricarica idrogeologica. Esse fanno parte del paesaggio e sono la continuazione (nascosta) ipogea di elementi superficiali. Ricoprono un ruolo importantissimo nel sistema di drenaggio sotterraneo, la cui alimentazione avviene nelle vicine aree epigee di raccolta. I fiumi in superficie si infiltrano nel sottosuolo e attraversano dei vuoti carsici (le grotte), e perfino l'acqua piovana penetra nel terreno attraverso milioni di fessure e spaccature, andando ad alimentare il flusso d'acqua ipogeo. Inoltre, masse d'aria si spostano tra l'ambiente ester-

no e quello sotterraneo. Questi flussi di aria e d'acqua sono i principali agenti naturali che agiscono sui sistemi sotterranei, causando cambiamenti nella temperatura dell'aria, nella composizione chimica dell'acqua e dell'aria e nei movimenti fisici dei fluidi.

L'apertura delle grotte per fini turistici può rappresentare un fattore di impatto notevole oltre che una concreta minaccia alla conservazione. Si pensi, ad esempio, che la temperatura corporea rilascia energia all'interno della grotta, la respirazione apporta anidride carbonica in aggiunta a quella esistente, i nostri vestiti e la nostra pelle possono trasformarsi in vettori di particelle aliene (cotone, pelle, batteri ecc.), ecc.. Quando la grotta è dotata di un sistema di illuminazione e altre infrastrutture, il bilancio energetico cresce (viene rilasciata più energia nell'ambiente). Le infrastrutture introducono all'interno del materiale estraneo (plastica, acciaio, legno, vetro) che altera l'ambiente ipogeo naturalmente povero di nutrienti, e l'illuminazione artificiale crea un ambiente favorevole per la proliferazione di piante fotosintetiche (il problema della lampenflora), che a sua volta squilibra la disponibilità di nutrienti nella grotta.

Le grotte, che siano non accessibili (chiuse) o turistiche, devono essere protette per diversi motivi.

- Sono parte di un sistema acquifero vulnerabile, e l'acqua carsica sotterranea può inquinarsi molto facilmente, mentre non subisce nessun processo naturale di purificazione che potrebbe alleviare un effetto inquinante. Le sostanze nocive possono poi trasferirsi nelle sorgive senza nessun effetto attenuante, e le sorgenti sono poi spesso fonte di acqua potabile.
- Le grotte e le fessure intorno ad esse (l'ecosistema ipogeo) sono uno scrigno di biodiversità e ospitano importantissime specie endemiche, spesso relitti di condizioni climatiche e paesaggi ed ecosistemi geologici antichi. Insieme alle preziose comunità di invertebrati, le grotte sono spesso dimora di vertebrati, come il Proteus, o pipistrelli, per menzionare i più importanti. I pipistrelli sono protetti da leggi internazionali e la loro utilità per l'ecosistema (essendo insettivori) è indubbia. Particolarmente suscettibili alla presenza umana sono le colonie in ibernazione e i siti di riproduzione di questi mammiferi. Se presenti, le grotte dovrebbero essere protette e chiuse a qualsiasi visita.
- Le grotte sono anche importanti archivi geologici e archeologici, in cui sono conservate ossa fossili e tracce climatiche e ambientali del passato. Molti di questi depositi devono ancora essere studiati, ma prima devono essere protetti per future analisi. Le grotte erano spesso usate dagli animali, tra cui i nostri antenati umani, come rifugi, siti di sepoltura o come abitazioni. Questi luoghi di solito sono protetti da agenti erosivi esterni, pertanto le attività antropiche all'interno della grotta possono alterare lo stato originale di deposizione.

## 4. Linee guida internazionali

### 4.1 Linee guida esistenti per grotte turistiche

Allo stato attuale, l'unico documento ufficiale rilevante prodotto da associazioni internazionali riguardante delle linee guida per la frequentazione delle grotte è relativo alle grotte turistiche ed è stato prodotto dall'Associazione Internazionale Grotte Turistiche (I.S.C.A.) e l'Unione Internazionale degli Speleologi (U.I.S.) nel 2014.

Questo documento non ha validità giuridica ma mira a fornire le migliori prati-

subterranean world, causing natural changes in air temperature, chemical composition of waters and air and physical movements of fluids.

When caves are opened to speleologists and/or tourists an additional impact is produced. The human body temperature releases energy into the cave; breathing causes an influx of CO<sub>2</sub>; our clothes and skin introduce alien particles (cotton, skin, bacteria, etc.). When a cave is also equipped with a lighting system and other infrastructures, the energy balance increases (more energy is released into the cave environment). Infrastructures introduce foreign materials (plastic, steel, wood, glass) which alter the natural nutrient-poor cave environment, and the artificial light creates the favorable environment for photosynthetic plants to grow (the problem of lampenflora), which in turn alters the nutrient availability in the cave.

Caves, both wild (closed) and touristic ones, must be protected for a series of reasons.

- They are part of a vulnerable aquifer system, and underground karst water is polluted very easily and has no natural depuration processes that can lead to mitigation of any possible pollution. Pollutants are transferred very quickly to the outlets (springs) with no attenuation effect, and springs are often used as drinking water sources.
- Caves and the fissures around it (the underground ecosystem) are extremely rich in biodiversity, hosting important endemic species, often relicts of past climatic conditions and geological landscapes and ecosystems. Alongside the precious invertebrate community, caves are also often home to vertebrates, such as the Proteus, or bats, just to mention the most important ones. Bats are protected by international laws, and their utility in the natural environment (being insectivorous) is beyond any doubt. Especially hibernation colonies and breeding roosts of these mammals are extremely vulnerable to human presence. If present, the caves should be protected and closed to any visits.
- Caves are also important geological and archaeological repositories, in which fossil bones and different archives of past climates and environments are hosted and preserved. Most of these deposits are still to be studied, but have to be protected from destruction for future studies. Caves were often used by animals, including our human ancestors, as shelters, burial places or living quarters. These deposits are often protected from the external processes (wind, erosion) by the cave environment, and activities inside the caves can alter their original state of deposition.

## 4. International guidelines

### 4.1 Existing guidelines for show caves

At present, the only important official document produced by international associations regarding guidelines for cave frequentation is related to show caves and was issued by the International Show Cave Association (I.S.C.A.) and the Interna-

tional Union of Speleology (U.I.S.) in 2014.

This document does not represent legal requirements, but aims at providing indications as "best practices" regarding the creation of new show caves and the management of caves open to public. These international guidelines are based on the expertise of the caving community and the experience of show cave management all over the world and are meant to be a standard which should be considered as a reference and as goal to reach while managing a show cave. It is actually an open document to be periodically updated according to new scientific findings and technologies.

Despite the existence of these guidelines, even in the recent past, not all show caves have adopted these good practices, and poor attention has been paid to cave environments during the opening of caves to tourists, because of a lack of awareness towards the sensitivity and the scientific and environmental importance of these environments. As a result of this, a strong impact was often produced in these poorly managed caves. The redaction of these guidelines represented a starting point to improve the protection of caves and a conscious approach to these environments. More and more often owners and managers of show caves are realizing that the strict application of these rules, and preventive monitoring campaigns prior to opening, and routine controls during the management of the cave visited by tourists are essential to safeguard this fragile environment. It is, in fact, of prime importance to keep the show cave clean, as natural and beautiful as possible, in order to ascertain its appeal to tourists also in the future and for many generations to come. A show cave can be an important source of income and can also create a wide range of secondary economic activities, and must therefore be managed in a sustainable and enduring manner.

This "Chart of Caves" emphasizes the need of performing detailed studies concerning not only the economic and technical feasibility of the realization of new show caves, but also to safeguard the cave environment itself and the external areas by minimizing the impact of tourist frequentation on the chosen cave ecosystem. In particular, it underlines the importance of understanding cave dynamics and its interaction with the external environment, also in relation with external infrastructures (e.g. parking places, buildings, eventual alteration in the natural water infiltration paths and the presence of potential sources of contamination...). Some basic indications are also provided for the construction of artificial entrances, whose realization must not cause any change in natural cave ventilation, for the construction of internal pathways and the materials that are best to be used and for artificial lighting, which can have a strong impact on speleothems causing the formation of lampenflora. Finally, this document provides advice regarding the possible limitation of the number of visitors according to environmental parameters and measures to respect cave fauna, especially bat colonies, and basic instructions for cave monitoring (e.g. radon emissions, temperature, humidity, CO<sub>2</sub>, ...).

#### 4.2 Cave habitat in European legislation

The only international directive regarding the protection of cave environments, at least at the European level, is represented by the Council Directive "Habitat" n. 92/43/CEE. This document aims to promote the maintenance of biodiversity, taking account of economic, social, cultural and regional requirements. In particular, it provides guidelines to protect and/or restore different habitats and species (animals and plants)

che per la realizzazione di nuove grotte turistiche e per la gestione delle grotte aperte al pubblico. Queste linee guida internazionali sono basate sulla competenza delle comunità legate alle grotte e sull'esperienza dei gestori di grotte turistiche di tutto il mondo, con l'obiettivo di venire considerate uno standard nella gestione di una grotta turistica. Attualmente è un documento aperto che è possibile aggiornare periodicamente in base a nuove evidenze scientifiche e tecnologie innovative.

Nonostante l'esistenza di queste linee guida, anche nel recente passato non tutte le grotte turistiche le hanno adottate, prestando poca attenzione nei riguardi degli ambienti ipogei durante l'apertura delle stesse ai visitatori, a causa di una mancanza di consapevolezza nei confronti della vulnerabilità e dell'importanza, scientifica ed ambientale, di questi luoghi. Il risultato è, quindi, stato un forte impatto in queste grotte mal gestite. La redazione di queste linee guida ha rappresentato un punto di inizio per il miglioramento la protezione delle grotte e un approccio consapevole nei confronti di questi luoghi. Sempre più spesso i proprietari e i gestori delle grotte turistiche iniziano a comprendere che l'attenta applicazione di queste regole, unita a campagne di monitoraggio preventivo che precedono l'apertura e i controlli di routine durante le visite sono essenziali per la salvaguardia di questi ambienti così fragili. È, infatti, di fondamentale importanza lasciare la grotta turistica sgombera, il più naturale e bella possibile, così da conservarne l'appeal anche per futuri turisti e per le generazioni a venire. Una grotta turistica può essere un'importante fonte di reddito e può stimolare la crescita di un'ampia gamma di attività economiche secondarie, e pertanto una gestione duratura e sostenibile è l'unica alternativa.

Questa "Carta delle Grotte" evidenzia la necessità di portare avanti degli studi riguardanti non soltanto gli aspetti economici e la fattibilità tecnica della realizzazione di nuove grotte turistiche, ma anche ciò che riguarda la salvaguardia dell'ambiente sotterraneo e delle aree esterne nelle vicinanze, minimizzando quindi l'impatto dei turisti sull'ecosistema ipogeo scelto. In particolare, esso sottolinea l'importanza di comprendere le dinamiche delle grotte e le interazioni con l'ambiente esterno, anche in relazione a infrastrutture esterne (es. parcheggi, edifici, eventuali alterazioni delle normali vie di infiltrazione dell'acqua e la presenza di potenziali fonti di contaminazione...). Sono inoltre fornite anche delle indicazioni di base per la costruzione di ingressi artificiali, la cui realizzazione non deve causare alcun cambiamento nella ventilazione naturale della grotta, per la costruzione di camminamenti interni e sui migliori materiali da utilizzare per l'illuminazione artificiale, spesso causa del proliferarsi della lampenflora. Infine, questo documento fornisce dei consigli riguardanti la possibile limitazione del numero di visitatori in base a misure e parametri ambientali in modo da rispettare la fauna ipogea, specialmente le colonie di pipistrelli, e istruzioni di base per il monitoraggio delle grotte (es. emissioni di radon, temperatura, umidità, CO<sub>2</sub>...).

#### 4.2 Gli habitat ipogei nella legislazione europea

L'unica direttiva internazionale riguardante la protezione degli ambienti di grotta, almeno a livello europeo, è rappresentato la Direttiva "Habitat" n. 92/43/CEE. Questo documento ha l'obiettivo di promuovere la conservazione della biodiversità, considerando i requisiti economici, sociali, culturali e regionali. In particolare essa fornisce linee guida volte a proteggere e/o ricostituire diversi habitat e specie (animali e piante) di Interesse Comunitario identificate nel documento tramite la realizzazione di una rete di aree protette (Natura 2000; art. 3) e l'incentivazione della ricerca scientifica (ISPRA, 2016).

Le tipologie di habitat identificate in tale direttiva comprendono “aree terrestri e acquatiche distinte da caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, sia interamente che parzialmente naturali” (art. 1-b). Questi habitat sono raggruppati nell’Allegato I - “Tipologie di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione”. Ogni habitat è associato a un codice numerico che è stato modificato a partire dal codice originale della Direttiva 1992 quando la rete Natura 2000 fu creata. Gli habitat relativi ad ambienti ipogei sono oggi identificati come “grotte non aperte al pubblico” e collocati all’interno del gruppo “Habitat rocciosi e ipogei”, identificati con codice “8310”.

L’Allegato II della Direttiva 92/43/CEE invece identifica “Animali e piante di interesse Comunitario la cui conservazione necessita la designazione di aree speciali di conservazione”. E’ stata quindi prodotta una lista che include diverse specie troglofile e troglobie (ad es. quelle tipiche degli ambienti di grotta).

La Direttiva di Consiglio 92/43/CEE fornisce inoltre delle indicazioni sull’identificazione di un sito da proteggere, proposto per la Rete Natura 2000, offrendo dei criteri da tenere in considerazione per l’istituzione di attività di monitoraggio, anche se non dedicate ad un progetto per un sito protetto Natura 2000. Tutto ciò è esplicitato nell’Allegato III - “Criteri per la selezione di siti eligibili per l’identificazione come siti di importanza Comunitaria e per la designazione come aree speciali per la conservazione” e consiste primariamente nell’identificare l’habitat specifico e le specie minacciate che vivono nel sito proposto e nel valutare il grado di conservazione dell’area.

Gli ambienti ipogei possono anche essere “indirettamente” protetti tramite l’inclusione nella Lista dei Patrimoni dell’Umanità UNESCO: indirettamente perché questa lista non suppone un’ulteriore protezione ambientale, dal momento in cui tutti i siti UNESCO proposti devono già essere in aree protette, ma comunque accresce la consapevolezza nei riguardi dell’importanza di quel particolare ambiente. Inoltre, l’istituzione della Lista Rossa IUCN delle specie a rischio è un ulteriore strumento di protezione per le specie faunistiche e floristiche minacciate, riconosciuta come la lista che fornisce un approccio più ampio e obiettivo a livello globale volta a valutare lo stato di conservazione di piante e animali (Lamoureux et al., 2003).

## Ulteriori habitat rocciosi

### 8310 Grotte non aperte al pubblico

#### PAL.CLASS.: 65

- 1) Grotte non aperte al pubblico, comprese di corsi d’acqua e bacini, che ospitano specie altamente endemiche o specifiche, o che sono di importanza primaria per la conservazione delle specie citate nell’Allegato II (es. pipistrelli, anfibi).
- 2) Piante: solo muschi (es. *Schistostega pennata*) o tappeti algali presenti agli ingressi delle grotte.
- 3) Animali: fauna cavernicola altamente specifica ed endemica. Sono incluse forme relittuali di fauna che si trovano diversificate in superficie. Questa fauna consiste principalmente in invertebrati che vivono esclusivamente in grotte o in acque sotterranee. Gli invertebrati cavernicoli terrestri sono costituiti maggiormente da coleotteri, in particolare delle famiglie *Bathysciinae* e *Trechinae*, carnivori e poco diffusi. Gli invertebrati cavernicoli acquatici costituiscono una

of Comunitary Interest identified in the same document, through the creation of a network of protected areas (Natura 2000; art. 3) and the promotion of scientific research (ISPRA, 2016).

The habitat types identified in this directive comprehend “terrestrial or aquatic areas distinguished by geographic, abiotic and biotic features, whether entirely or semi-natural” (art. 1-b). These habitats are grouped in Annex I – “Natural habitat types of community interest whose conservation requires the designation of special areas of conservation”. Each habitat is associated to a numeric code which has been modified from the original code of the 1992 Directive when the Natura 2000 network was created. Habitats related to cave environments are now identified as “caves not open to the public” and found inside the group “Rocky habitat and Caves” and correspond to the code “8310” (Fig. 1).

Annex II of Directive 92/43/CEE identifies instead “Animals and plant species of Comunitary interest whose conservation requires the designation of special areas of conservation”. A list of protected species is thus provided comprising several troglophiles and troglobitic species (i.e. specialized to cave environments).

Council Directive 92/43/CEE provides also indications on how to identify a site which has to be protected and proposed for the Natura 2000 Network, thus providing some criteria which can be taken into account for the establishment of monitoring activities, even if not dedicated to the proposal of a Natura 2000 protected site. These are explained in Annex III – “Criteria for selecting sites eligible for identification as sites of Comunitary importance and designation as special areas of conservation” and mainly consists in identifying the specific habitat and the threatened species living in the proposed site and evaluating the degree of conservation of the area.

Cave environments can also be “indirectly” protected through the inclusion in the UNESCO World Heritage List: indirectly because this list does not assume further environmental protection, since all the proposed UNESCO sites must already be protected areas, but it raises awareness towards the importance of this particular environment. In addition, an international tool to protect endangered fauna and flora is represented by the institution of the IUCN red list of endangered species, which is recognized to be the most comprehensive, objective global approach for evaluating the conservation status of flora and fauna (Lamoureux et al., 2003).

## Other rocky habitats

### 8310 Caves not open to the public

#### PAL.CLASS.: 65

- 1) Caves not open to the public, including their water bodies and streams, hosting specialised or high endemic species, or that are of paramount importance for the conservation of Annex II species (e.g. bats, amphibians).
- 2) Plants: mosses only (e.g. *Schistostega pennata*) and algal carpets at the entry of caves.

**Animals:** Very specialised and highly endemic cavernicolous fauna. It includes underground relic forms of a fauna which has been diversified outsi-

de. This fauna is mainly composed of invertebrates which exclusively live in caves and underground waters. The cavernicolous terrestrial invertebrates are mainly coleoptera, belonging to the Bathysciinae and Trechinae families in particular, which are carnivorous and have a very limited distribution. Cavernicolous aquatic invertebrates constitute a highly endemic fauna, dominated by crustaceans (Isopoda, Amphipoda, Syncarida, Copepoda) and include many living fossils. Aquatic molluscs, belonging to the Hydrobiidae family are also found.

With regard to vertebrates, caves constitute hibernation sites for most European bat species, among which many are threatened (see Annex II). Several species can live together in the same cave.

Caves also shelter some very rare amphibious species like *Proteus anguinus* and several species of the *Speleomantes* genus.

### 3) Corresponding categories

German classification: "3101 natürliche Höhlen und Balmen", "310201 Balme (Halbhöhle) bzw. Eingangsbereich mit Tageslichteinfluß", "310202 natürliche Höhle (Bereiche ohne Tageslichteinfluß)".

- 5) De Broyer C. Vers la conservation intégrée des habitats souterrains. Naturopa, nouvelles de l'environnement n° 94-5. Conseil de l'Europe, 1-4.

## 5. Guidelines for sustainable tourism

### 5.1 Choice of cave

Not all caves can be eligible as show caves or places suitable for speleological guided trips. The suitability of a cave to be subjected to mass tourism or occasional speleological guided visits depends on a series of factors, including its location, its physical, biological and environmental characteristics, and the economic viability of a potential touristic adaptation and related utilization as a show cave.

A true show cave must be adapted for the frequentation by groups of visitors. Such caves are generally large and more or less horizontal, so that there is no need to overcome large vertical drops or pass long narrow passages. To be attractive for tourists these caves must also be beautiful, with rich and pristine speleothems, or special natural shapes and characteristics (e.g. river, waterfall, nice cave wall morphologies, etc.) that may be of interest to the visitor. These characteristics can also include archaeological, paleontological, and cultural heritage of high value (at least at a regional scale). The physical adaptation of the natural pathway must not require too extensive enlargements, heavy infrastructure and costly operations, and must always be weighed against the possible economic revenue of the visits. In all cases, permanent damages (opening of passages, excavation of artificial tunnels, pumping of flooded passages, etc.) must always be accompanied by an assessment of the environmental impact of such operations.

Certain caves (or cave passages) are not suitable to visits: examples are places in which large bat colonies are present

fauna altamente endemica, tra cui dominano i crostacei (*Isopoda*, *Amphipoda*, *Syncarida*, *Copepoda*) e sono inclusi anche diversi fossili viventi. Presenti anche i molluschi acquatici, appartenenti alla famiglia delle *Hydrobiidae*.

A proposito dei vertebrati, le grotte costituiscono dei perfetti siti per l'ibernazione per molte specie europee di pipistrelli, tra cui molti sono a rischio (vedi Allegato II). Diverse specie possono convivere nella stessa grotta.

Le grotte inoltre danno rifugio ad alcune specie di anfibi rarissime come il *Proteus anguinus* e diverse specie del genere *Speleomantes*.

### 4) **Categorie corrispondenti**

Classificazione tedesca: "3101 natürliche Höhlen und Balmen", "310201 Balme (Halbhöhle) bzw. Eingangsbereich mit Tageslichteinfluß", "310202 natürliche Höhle (Bereiche ohne Tageslichteinfluß)".

- 5) De Broyer C. Vers la conservation intégrée des habitats souterrains. Naturopa, nouvelles de l'environnement n° 94-5. Conseil de l'Europe, 1-4.

## 5. Linee guida per il turismo sostenibile

### 5.1 Scelta della grotta

Non tutte le grotte possono essere selezionate come grotte turistiche o luoghi adatti a visite speleologiche guidate. L'idoneità della grotta che diverrebbe poi soggetta a turismo di massa o a visite guidate speleologiche occasionali dipende da una serie di fattori quali, ad esempio, la sua posizione, le sue caratteristiche fisiche, biologiche ed ambientali, e la fattibilità economica di un potenziale adattamento turistico e relativo utilizzo della stessa come grotta turistica.

Una grotta turistica vera e propria deve essere adatta alla frequentazione di diversi gruppi di visitatori. Determinate grotte sono generalmente grandi e tendenzialmente a sviluppo orizzontale, così che non siano presenti ostacoli verticali o lunghi passaggi stretti. Per essere turisticamente fruibile, la grotta dovrebbe anche essere spettacolare, con speleotemi ricchi e incontaminati o forme naturali speciali e caratteristiche (es. fiumi, cascate, morfologie interne particolari, ecc.) che possano suscitare interesse nel visitatore. Queste caratteristiche possono anche includere il patrimonio archeologico, paleontologico e culturale di alto valore (quantomeno a livello regionale). L'adattamento fisico del percorso naturale interno non deve richiedere ampliamenti estesi, infrastrutture pesanti e operazioni gravose, e deve sempre essere valutato rispetto ai possibili guadagni dovute alle visite. In tutti i casi, i danni permanenti (apertura di passaggi, scavo di tunnel artificiali, pompaggio di tratti allagati ecc.) devono sempre essere accompagnati da una relativa valutazione di impatto.

Alcune grotte (o passaggi in grotta) non sono idonee alla visita, come ad esempio: luoghi in cui dimorano grandi colonie di pipistrelli per l'accoppiamento e/o per l'ibernazione, oppure grotte che si allagano stagionalmente o ancora cunicoli totalmente verticali sprovvisti di passaggi orizzontali apprezzabili, per citarne alcuni.

Alcune grotte non fruibili come grotte turistiche possono comunque essere visitate durante dei tour speleologici guidati. Inoltre anche soltanto alcune aree delle grotte turistiche possono essere utilizzate in questo modo. Le visite vengono condotte facendo uso di attrezzatura idonea (caschi, scarponi, tute) e possono anche richiedere l'utilizzo di strumenti specifici (imbraghi e corde), a

seconda della tipologia di visita (in grotte normali o visite più estreme).

In ogni caso anche queste visite speleologiche richiedono l'identificazione di un percorso obbligato (sentiero segnato) in modo da evitare di lasciare impronte di scarpe - e di mani - ovunque, con lo scopo di mantenere l'ambiente visitato il più possibile incontaminato. In tutti questi casi (grotte turistiche tradizionali o visite speleologiche) è obbligatoria la presenza di guide, così da poter controllare i partecipanti (sia per la loro sicurezza che per la tutela dell'ambiente ipogeo) e fornire quindi spiegazioni durante le visite.

## 5.2 Indagini scientifiche e speleologiche

Le grotte turistiche e quelle accessibili solo con visita speleologica necessitano di indagini preliminari. Ciò significa che tutte queste grotte devono essere esplorate: anche in caso di elevata difficoltà, le grotte vanno esplorate completamente al fine di definire il loro sviluppo fisico e le peculiarità ecosistemiche. È necessario produrre un rilievo ben dettagliato della porzione di grotta esplorata (se non già esistente). Le mappe ottenute devono essere sufficientemente dettagliate in modo da permettere la pianificazione e successiva realizzazione di percorsi interni (sia turistici che speleologici) e di impianti di illuminazione artificiali (se necessari), oltre a poter identificare i punti in cui installare dei dispositivi di monitoraggio.

È inoltre necessario che siano disponibili delle informazioni riguardanti gli aspetti scientifici della grotta, tra cui segnalazioni di ritrovamenti archeologici e report riguardanti la paleontologia, la geologia, l'idrologia e, principalmente, la biologia. Quest'ultima materia è particolarmente importante per comprendere qualora ci fossero dei motivi per limitare il numero di accessi in grotta (in tutta o solo in alcuni settori) a causa della presenza di specie a rischio e vulnerabili (es. il *Proteus*) o di colonie di pipistrelli (siti di riproduzione estivi o colonie di ibernazione invernali).

Se nessuna di queste informazioni è disponibile è allora necessario mettere in atto le necessarie indagini prima di agire sulla grotta stessa. Se la grotta è già stata studiata è comunque necessario poter avere accesso a dati già disponibili.

## 5.3 Monitoraggio precedente all'apertura e durante la gestione della grotta turistica

Le grotte sono ambienti naturali con condizioni relativamente stabili se paragonate all'atmosfera esterna. Possono essere classificate come grotte ad alta, media e bassa energia, a seconda dell'ammontare di energia presente nell'ambiente sotterraneo. Il flusso di energia nelle grotte, in condizioni naturali, dipende principalmente dal flusso dei fluidi (acqua e aria) attraverso di esse, e questi dipendono dall'isolamento della grotta dalla topografia esterna. Le grotte nelle quali fluiscono grandi quantità d'acqua (inghiottitoi o grotte che subiscono numerosi cambiamenti idrologici) sono sempre grotte ad alta energia. Il bilancio energetico di una grotta è, inoltre, pesantemente influenzato dalla sua distanza dalla superficie e dalla conseguente presenza (o meno) di ingressi multipli, accessibili o meno dalle persone.

Grotte dotate di diverse aperture localizzate a quote differenti saranno attraversate da flussi d'aria intensi, che quindi andranno ad influenzare la micro-meteorologia. Quest'ultima è anche influenzata localmente da processi come l'evaporazione e la condensazione, dal momento in cui l'acqua possiede un'alta capacità termica e il calore latente è significativo (permettendo quindi il rilascio o l'assorbimento di notevoli flussi di energia dove questi processi sono attivi).

for roosting (breeding) and/or hibernation, or caves that are seasonally flooded, or completely vertical shafts with no appreciable horizontal passages, just to name a few examples.

Some caves that are not deemed suitable for show cave visits can often be used for speleological guided tours. Also, some parts of show caves can be used for this purpose. These visits are carried out with suitable equipment (helmets, boots, caving suits), and can eventually require the use of special tools (vertical rope equipment), depending on the type of visit (normal cave or extreme visits).

However, also these speleological visits require the installation of an obligate route (signed pathway) to avoid leaving foot- and handprints everywhere, with the aim of keeping the cave environment as pristine as possible. In all these cases (normal show cave tour or speleological visits) the presence of cave guides is mandatory, in order to have a control on the participants (both for their own safety and for the safeguarding of the cave environment), and give explanations during the visits.

## 5.2 Scientific and speleological investigations

Show caves and caves open for speleological visits need to be investigated beforehand. This means that all these caves have to be explored: a cave is never fully explored, but all main branches of the cave need to be explored with modern speleological techniques at least up to some technical obstacle (sump, rising shaft, boulder choke, etc.). A detailed survey of the explored cave needs to be produced (if not existing). These maps need a sufficient detail to allow the planning and construction of the cave paths (both tourist and speleological) and of the electrical lighting systems (if required), and the decision on where cave monitoring instruments need to be put in place.

Sufficient information needs to be available regarding the scientific aspects of the cave, including knowledge on archaeological deposits, paleontology, geology, hydrology and, importantly, biology. This last branch is particularly important to understand if there are reasons for limiting visits to the cave (or certain parts of it) because of the presence of endangered and vulnerable species (e.g. *Proteus*) or bat colonies (reproductive summer or winter hibernation colonies).

If no such information is present it is mandatory to perform such investigations prior to any action in the cave itself. If the cave is already well-studied, there is however still the need to have data available regarding micrometeorology (cave air temperature, CO<sub>2</sub> levels etc.)

## 5.3 Monitoring before opening and during show cave management

Caves are natural environments with relatively more stable conditions if compared to the external atmosphere. They can be classified in high-, medium-, and low-energy caves, depending on the amount of energy flowing through the underground environments. The energy flow in a cave, in natural conditions, mainly depends on the flow of fluids (water and air) through them, and these are dependent of the isolation of the cave from the external topography. Caves in which large water flows are introduced (sinking rivers, or caves with great hydrological changes) are always high-energy caves. On the other extreme, deep isolated karst voids with no natural entrance (such as geodes) are found. The energy balance of a

cave is also greatly influenced by its depth from the surface, and the consequent presence (or not) of multiple entrances both accessible and not accessible by cavers.

Caves with different entrances located at different altitudes will be crossed by strong air currents, thus greatly influencing the micrometeorology. Local micrometeorology is also influenced by processes such as evaporation and condensation, since the thermal capacity of water is great and latent heat is significant (thus releasing or absorbing great energy fluxes where these processes are active).

Opening a cave to tourist or speleological visits introduces an artificial amount of energy, both directly and indirectly. Visitors introduce both heat, water vapor and carbon dioxide, which must be taken into account when defining the possible carrying capacity of the cave (the number of visitors per time unit that is sustainable for the cave environment). Also, modifications to the cave morphology (opening or enlargement of entrances or cave passages) creates changes in air flow, and thus energy flow, which can have great negative impacts on the underground environment.

Therefore, it is necessary to measure the cave air characteristics, and especially temperature. Relative humidity and CO<sub>2</sub> levels. Besides these parameters, also radon concentrations in air should be measured seasonally at least for one year (four dose calculations per year in different areas of the cave), to see if natural radioactivity related to this gas needs to be taken into account for the safety of the people working underground (cave guides). High levels of radon might cause exposure levels to radioactivity above those recommended to be safe for underground laborers (based on both European and National regulations).

General monitoring should be continuous, with measures every 30 minutes or an hour for T, RH and CO<sub>2</sub> and should last at least 12 continuous months (to reflect all seasons). Experiments should be carried out with groups of visitors of various dimensions, especially in places where cave guides give their explanations and visitors stay for longer times, monitoring the changes of all parameters and their return to natural values. These experiments will allow to define the carrying capacity of the cave, which should be taken into account during the management of the visits.

After the year of preliminary monitoring, during the normal management of the cave, measurements should be continued for T, RH and CO<sub>2</sub>, with timing and placing to be defined case by case and based on the results of the first monitoring campaign.

#### 5.4 Management of entrances

The number of visitors that can be allowed into the cave depends on a series of factors, mainly related to the dimension of the cave, the length of the underground visitor trail, and the environmental conditions of the cave itself. Visitor numbers should take into account the carrying capacity of the cave, which has to be defined based on a year-long monitoring campaign and a series of experiments with groups of visitors of various size and with different lengths of visit.

Each group of visitors should be accompanied by at least two cave guides: one of these will be responsible for the explanations and will guide the tour. This guide normally will be in front of the visitors and will make different stops in places su-

Aprire una grotta a visite turistiche o speleologiche introduce nella stessa un quantitativo di energia artificiale, sia direttamente che indirettamente. I visitatori portano con sé calore, vapore acqueo e anidride carbonica, elementi da considerare nel calcolo della potenziale capacità massima della grotta (ovvero il numero di visitatori in un certo periodo di tempo che è ancora sostenibile per l'ambiente ipogeo). Inoltre, cambiamenti nella morfologia della grotta (l'apertura o l'allargamento di entrate o passaggi) suscitano cambiamenti nel flusso d'aria, e conseguentemente nel flusso energetico, i quali possono avere un notevole impatto negativo sull'ambiente ipogeo.

È quindi necessario controllare le caratteristiche dell'aria nella grotta e soprattutto la temperatura, l'umidità relativa e i livelli di CO<sub>2</sub>. Oltre a questi parametri, dovrebbe anche essere misurata la concentrazione di radon nell'aria periodicamente, almeno per un anno (quattro misurazioni all'anno in varie zone della grotta), per verificare se la radioattività naturale procurata da questo gas deve essere presa in considerazione per la salvaguardia delle persone che lavorano nella cavità (le guide). Alti livelli di gas radon possono causare un'esposizione alla radioattività che supera quella raccomandata per i lavoratori del sottosuolo (in base a regolamenti europei e nazionali).

Un monitoraggio generale dovrebbe essere continuo, con misurazioni di temperatura, umidità relativa e CO<sub>2</sub> ogni 30 minuti od ogni ora e almeno per 12 mesi di seguito (per avere un quadro di tutte le stagioni). Le misurazioni dovrebbero essere condotte con gruppi di visitatori di diverse dimensioni, specialmente nelle aree in cui le guide illustrano l'ambiente e i turisti pertanto restano fermi più a lungo, così da monitorare i cambiamenti di tutti i parametri e il ritorno ai valori standard. Queste analisi permetteranno di definire la capacità ospitante della grotta, dato che dovrebbe essere tenuto in considerazione nella gestione delle visite.

Dopo il primo anno di monitoraggio generale, durante la normale gestione della grotta, le misurazioni di temperatura, umidità relativa e CO<sub>2</sub> dovrebbero essere continuative ed effettuate in periodi e aree che possono essere definite caso per caso, basandosi sui risultati della prima campagna di monitoraggio.

#### 5.4 Gestione degli ingressi

Il numero di visitatori ammessi nella grotta dipende da una serie di fattori, maggiormente legati alle dimensioni della stessa, alla lunghezza del percorso di visita sotterraneo e alle condizioni ambientali della cavità stessa. Il numero di visitatori dovrebbe considerare la capacità ospitante della grotta, che dovrà essere definita in base ad una campagna di monitoraggio di un anno e a una serie di analisi effettuate con gruppi di visitatori di diverse dimensioni e visite di differente durata.

Ogni gruppo di visita dovrebbe essere accompagnato da almeno due guide, di cui una incaricata delle spiegazioni e di guidare il tour. Questa sarà la guida che normalmente si trova in testa al gruppo e si fermerà in diversi punti strategici dal punto di vista logistico, storico e scientifico. La seconda guida chiuderà il gruppo, accertandosi che nessuno resti indietro e controllando che i visitatori seguano un comportamento corretto (non devono toccare speleotemi, fumare, mangiare, abbandonare rifiuti; inoltre è obbligatorio restare sul percorso segnato ecc.).

### 5.5 Logistica all'esterno e in corrispondenza dell'ingresso della grotta (parcheggio, bar e ristorante, negozi, trasferimenti ecc.)

Le grotte sono una parte integrante del paesaggio e di un ambiente carsico, pertanto le misure di protezione non dovrebbero essere limitate esclusivamente alla grotta stessa, ma dovrebbero includere anche la superficie al di sopra della stessa, le aree adiacenti all'ingresso e, infine, all'intera area di ricarica della grotta. Le infiltrazioni d'acqua dovrebbero essere conservate: ciò significa che non bisognerebbe costruire al di sopra delle grotte, o che comunque l'acqua superficiale debba poter infiltrarsi nel sottosuolo tramite percorsi naturali. Spesso la costruzione di ampi parcheggi ed edifici può comportare una concentrazione di fuoriuscite d'acqua che ha un impatto notevole sull'ambiente ipogeo. E' sempre raccomandabile costruire parcheggi ed edifici ad una certa distanza dalla grotta e dal suo ingresso, limitandone quindi l'impatto sull'ambiente carsico. In questi casi può essere utile un servizio navetta con mezzi di trasporto alimentati elettricamente, oppure può essere creato un percorso a piedi che conduca all'ingresso. Tutte le attività che generano acque bianche e grigie devono essere gestite con attenzione grazie a un sistema di acque reflue che sia sostenibile in un'area in cui sia presente un acquifero carsico. Esistono diverse tecniche di gestione delle acque reflue (inclusi alcuni sistemi naturali), ma la scelta deve essere ponderata in base alla quantità di acque reflue prodotte e relative necessità logistiche.

### 5.6 Materiali utilizzabili per le strutture interne alla grotta (sentieri, corrimano, illuminazione elettrica)

Nel realizzare i camminamenti artificiali all'interno di una grotta turistica bisognerebbe considerare l'identificazione di passaggi che abbiano un impatto minimo sugli speleotemi e sui corpi d'acqua. Il materiale più adatto per costruire percorsi è l'acciaio inossidabile: esso infatti non si deteriora nel tempo e non causa una contaminazione dell'ambiente ipogeo. Riguardo le grotte che si sviluppano all'interno di strati di roccia calcarea, possono essere presi in considerazione anche percorsi in cemento. Comunque, dal momento che la rimozione del cemento è costosa e molto difficile, esso dovrebbe essere usato con cura e soltanto su piccole porzioni del percorso o su camminamenti relativamente stretti e lunghi.

Va evitato ogni tipo di materiale organico. Anche se in superficie il legno è uno dei materiali a minore impatto ambientale, esso non appartiene agli ambienti ipogei. Infatti il legno non dura molto all'interno delle grotte a causa dell'alto tasso di umidità e in più esso provoca l'introduzione di materiale organico e microorganismi (colonie di batteri, funghi e muffe) che non sono naturalmente presenti in grotta, provocando quindi un'alterazione delle comunità microbiche locali. Il legno non deve mai essere utilizzato nella realizzazione di percorsi o di strutture all'interno della grotta.

I percorsi all'interno delle grotte turistiche dovrebbero essere limitati solo a corrimano in acciaio inossidabile. Essi sono necessari per garantire la sicurezza dei visitatori ed impedire che essi escano dal percorso designato.

Nelle grotte aperte solo a turismo speleologico e/o nelle aree più selvagge delle grotte turistiche nelle quali le persone possono solo accedere con guida, i percorsi dovrebbero essere identificati e delimitati con del nastro riflettente così da non permettere ai turisti di camminare ovunque.

L'illuminazione artificiale deve essere pianificata con cura. Le grotte sono degli ambienti naturalmente bui e ogni luce artificiale arreca un importante cam-

bitabile to give logistical, historical and scientific explanations. The second guide will close the visitor group, making sure no one is left behind and controlling the correct behavior of visitors (they should not touch walls and speleothems, smoking, eating and littering is forbidden, people have to stay on the signed trail, etc.).

5.5 Logistics outside and around the cave entrance (parking, bars and restaurants, shops, transfer to cave entrance, etc.)

Caves are an integral part of a landscape and a karst environment, and therefore protection measures should not be limited to the cave itself, but must extend to the surface above the cave, the areas adjacent to the entrance and, ultimately, to the entire recharge area of the cave. Infiltration of waters must be assured: this means that construction above the cave need to be avoided, or at least surface runoff must be allowed to go underground through natural pathways. Often the construction of large parking lots and buildings causes the creation of concentrated runoff, with negative impacts on the underground environment. It is often advisable to create parking lots and build infrastructures at some distance from the cave and the cave entrance, limiting the direct impact on the karst environment. In that case, a shuttle service may be a good solution, using electrically powered trains or buses, or creating a dedicated walking trail. All activities that create white and grey water need to be managed carefully with a wastewater management that is sustainable in a karst aquifer area. Many techniques exist for treating waste waters (including natural systems), but decision need to be based on the quantities of wastewater that is produced and logistical requirements.

5.6 Materials to be used for in-cave infrastructure (pathways, handrails, electric lighting)

While defining artificial paths in a show cave, it must be taken into account to identify the passages with the minimum impact on speleothems and water bodies. The best material to be used to build artificial pathways is stain less steel: indeed this material does not deteriorate over time and does not cause contamination in cave environments. In addition, stainless steel pathway can be completely removed in the cave stop being accessible to tourists, thus representing the best choice in terms of environmental impact. For caves developing in limestone bedrock, concrete pathways can be considered. However, since concrete is extremely difficult and expensive to be removed, it should be used with care over small portion of pathways or a long relatively narrow pathways.

Any type of organic material must be avoided. Even if in the surface world wood is among the best environmental-friendly materials to be used, it does not belong to the cave environment. Indeed, wood in caves does not last long because of the strong humidity and it introduces organic material and microorganisms (bacterial colonies, fungi, molds) which are not naturally found in caves, thus altering the local microbial communities. Wood must never be used to build pathways or any infrastructure in caves.

Pathways in show caves must always be limited by stainless steel handrails. This is needed to ensure tourist safety and to avoid tourists to exist the designed path.

In wild caves opened to caving tours and/or in wild portion of show caves where tourists can access with guides, paths

should be identified as well and delimited with reflective tape not to allow tourists to walk everywhere.

Artificial lightning must be thought with care as well. Caves are naturally dark environments and any artificial light introduces strong modification of their natural conditions. Lightning system must release the lowest amount of heat as possible. LED lighting should be preferred. Every light must be set at least 2 meters far from any surface (speleothems, cave walls, cave floors) to prevent the development of lampenflora. Lights should be thought not as permanent lights, but as a system to switch on only when tourists pass by, to reduce the time of artificial illumination inside the cave.

### 5.7 Cave guides

A show cave guide is a professional figure able to provide correct information about cave ecology, geological features (e.g. speleothems), cave formation (i.e. speleogenesis), cave conservation, historical and/or archaeological feature of a cave. It should be someone with good communication skills, able to involve tourists and introduce them to this underground world providing correct information about cave habitat and its fragilities. A show cave guide should also have basic knowledge of safety measures while leading people along artificial paths in relatively safe environments (presence of fences, fixed lights...).

A "speleo-guide" should have the same cultural background and communication skills of a show cave guide. However, this figure is far more specific, guiding tourists outside the artificial paths of a show cave, leading people to explore hidden treasures which can be not easy to be reached. Thus a "speleoguide" should be an expert caver combining good knowledge of cave habitat and technical skills.

Besides providing correct information to tourists, a deep knowledge of cave environment is a must for a speleoguide, since, leading tourist outside the artificial paths using proper equipment (cave helmet, suit, boots ...), every decision it makes can have a strong impact on both cave habitat, its conservation and tourist safety.

## 6. The Adriaticaves standards

To join the Adriaticaves Brand, both cave managers, public authorities managing caves open to the public, and cave guides must agree with the content of this document and comply with the following requirements.

### For cave managers/public authorities

Not all caves are suitable to be opened to visitors: an accurate speleological and scientific survey must be performed before deciding to open a cave to the public. This must be complied for both show caves and wild caves where tourist caving tours are organized. Trained speleologists and karst experts, and not only general geologists, must be involved in this phase. Opening a new cave to the public must also comply with both national and local legislation.

A specific monitoring of the cave environment must be performed before opening the chosen cave to the public. A monitoring strategy must be identified according to the chosen

biamento dei parametri originali. I sistemi di illuminazione devono rilasciare il minor calore possibile, pertanto le luci LED sono da preferire. Ogni luce dovrebbe essere posta ad almeno 2 metri da ogni superficie (speleotemi, pareti, suolo) per evitare la formazione di lampenflora. Le luci non dovrebbero essere pensate come definitive ma piuttosto come un sistema da accendere soltanto al passaggio dei turisti, così da ridurre il tempo di esposizione alla luce artificiale dell'interno della grotta.

### 5.7 Guide della grotta

Una guida di grotta turistica è una figura professionale in grado di fornire le corrette informazioni riguardo l'ecologia della grotta, le caratteristiche geologiche (es. sugli speleotemi), le formazioni ipogee (es. speleogenesi), la conservazione e le peculiarità storiche e/o archeologiche. Dovrebbe essere una figura con delle buone capacità di comunicazione, abile nel coinvolgere i turisti e guidarli all'interno di questo mondo sotterraneo divulgando delle conoscenze sull'habitat della grotta e le sue fragilità. Una guida di grotta turistica dovrebbe anche possedere delle nozioni di base sulle misure di sicurezza durante la visita con gruppi sui percorsi artificiali in ambienti relativamente sicuri (presenza di recinzioni, luci fisse...).

Una guida speleologica dovrebbe avere lo stesso background culturale e le medesime capacità di comunicazione di una guida di grotta turistica. Resta comunque una figura più specializzata, in grado di accompagnare i turisti al di fuori dei tracciati artificiali di una grotta turistica, conducendoli a esplorare dei tesori nascosti difficili da raggiungere. Pertanto una "guida speleologica" dovrebbe essere uno speleologo esperto in grado di combinare una buona conoscenza dell'habitat ipogeo con delle abilità tecniche.

Oltre alla divulgazione di informazioni corrette ai turisti, una guida speleologica deve conoscere in maniera approfondita le caratteristiche dell'ambiente ipogeo dal momento che, deviando dai percorsi artificiali e usando quindi dell'attrezzatura specifica (casco da grotta, tuta, stivali...), ogni decisione da egli presa potrebbe avere un forte impatto sull'habitat della grotta, sulla sua conservazione e sulla sicurezza dei turisti.

## 6. Gli standard Adriaticaves

Per far parte del Brand Adriaticaves i gestori delle grotte, gli enti pubblici gestori di grotte aperte al pubblico e le guide devono concordare con i contenuti di questo documento e soddisfare i seguenti requisiti:

### Per gestori delle grotte/enti pubblici

- **Non tutte le grotte sono accessibili ai visitatori:** deve essere condotto un sondaggio speleologico e scientifico preliminare al fine di determinare una possibile apertura della grotta al pubblico. Questa procedura dovrebbe essere seguita sia per le grotte turistiche che per le grotte visitabili soltanto tramite visite speleologiche guidate. In questa fase devono essere coinvolti speleologi qualificati, esperti di carsismo e non soltanto geologi in generale. L'apertura di una grotta al pubblico deve inoltre seguire la legislazione in merito locale e nazionale.
- **Prima dell'apertura della grotta deve essere effettuato un monitoraggio**

dell'ambiente ipogeo. Deve essere identificata una strategia di monitoraggio in base alle caratteristiche della grotta scelta, considerando gli aspetti geologici, biologici e archeologici/storici (es. microclima della grotta, presenza di minerali/speleotemi fragili, di specie minacciate, di vegetazione rara agli ingressi della grotta...).

- Il monitoraggio deve proseguire anche all'inizio delle visite per verificare gli effetti sull'ambiente della presenza di turisti. Il monitoraggio dettagliato deve essere condotto per almeno un anno intero durante l'apertura e, a seconda della risposta dell'ecosistema a diverse perturbazioni, dovrebbe essere programmato per continuare durante tutto il ciclo di sfruttamento turistico della grotta, determinando il numero e la quantità di sensori da utilizzare caso per caso. È, inoltre, obbligatorio avvalersi dei consigli di speleologi esperti e studiosi di carsismo durante il monitoraggio.
- I flussi turistici devono essere controllati in base alle caratteristiche ambientali della grotta, dedotte da sondaggi e monitoraggi della stessa.
- Il flusso naturale di aria nella grotta non deve essere modificato da nessuna alterazione artificiale. Se sono presenti ingressi artificiali, questi devono essere chiusi con delle porte. Se sono necessari cancelli agli ingressi naturali, essi devono essere realizzati con barre orizzontali così da permettere ai pipistrelli di poterli attraversare in volo. Le barre verticali devono essere sempre evitate.
- Materiali naturali/biodegradabili (es. legno) non devono mai essere impiegati nella realizzazione di camminamenti o corrimano all'interno della grotta, a causa del fatto che possono essere fonte di materiale organico indesiderato introdotto in un ambiente che ne è naturalmente povero. Il materiale da preferire nelle grotte è l'acciaio inossidabile. Un esperto di carsismo deve essere inoltre coinvolto nel processo di designazione dei camminamenti.
- Gli impianti di illuminazione artificiale devono essere limitati. Se non possono essere evitati, le luci artificiali dovranno essere LED posti ad almeno 2 metri di distanza da qualsivoglia superficie interna della grotta, così da limitare la proliferazione di lampenflora.
- Nelle grotte aperte solo a tour speleologici la traccia da seguire dovrebbe essere equipaggiata con materiali non biodegradabili e facilmente removibili senza lasciare traccia.
- Deve essere posta attenzione nella gestione dei rifiuti e alle strutture poste in superficie, in modo da evitare la contaminazione dell'acqua presente nel suolo e dell'ambiente ipogeo.
- Ogni attività potenzialmente pericolosa per l'ambiente ipogeo (sia per la fauna che per i minerali/speleotemi) deve essere evitata all'interno della grotta (es. concerti, attività con grandi gruppi di persone concentrate in periodi di tempo brevi, disturbi acustici non necessari). Le grotte non sono sale da concerto o piste da gara!
- Vigete il divieto di fumare nelle grotte.
- La consumazione di cibo è vietata nelle grotte.

Le visite turistiche e speleologiche devono sempre essere condotte da una guida esperta. La quantità di guide deve essere sempre adeguata in modo da prestare sufficiente attenzione agli aspetti culturali e a controllare il comportamento dei visitatori. Normalmente i gruppi saranno condotti da una guida in testa e da un'altra addizionale posta in coda al gruppo.

cave characteristics and must take into account both geological, biological and archaeological/historical aspects (i.e. cave microclimate, presence of fragile speleothems/minerals, of threatened species, of rare vegetation at cave entrances...).

Monitoring must continue when cave visits start, to check the environmental effect of the presence of tourists. The detailed monitoring must be carried out for at least one full year during opening, and depending on the response of the natural system to perturbances, it should be programmed to continue for the whole life cycle of a touristic exploitation of the caves, with density and type of sensor to be determined case by case. Here also the advice of expert speleologists and karst scientists with experience in cave monitoring is mandatory.

Tourist fluxes must be controlled according to the specific cave environmental characteristics, deduced from the scientific surveys and cave monitoring.

Cave natural air flow must not be modified by any artificial cave modification. If artificial entrances are present, these must be sealed with doors. If gates are needed at natural entrances, these must be realized with horizontal bars to let bats flying through. Vertical bar gates must always be avoided.

Natural/biodegradable materials (e.g. wood) may not be employed to build cave artificial paths/handrails, since they are the source of undesired organic input into the normally food-scarce cave environment. Stainless steel must be the preferred material to be used in caves. A karst expert should always be involved in the process of cave paths designing.

Artificial lighting systems should be limited. If they cannot be avoided, artificial lights must be LED lights placed at least 2 meters far from any cave surface, to inhibit the development of lampenflora.

In wild caves open for tourist caving tours the track to be followed should be tagged with nonbiodegradable material, easily removable without leaving any trace.

Attention must be paid to waste management and surface facilities to prevent pollution of groundwater and cave environment.

Any activity which may be harmful to the cave environment (both fauna and minerals/speleothems) must be avoided inside the cave (e.g. concerts, activities with large amounts of people concentrated in short time periods, unnecessary acoustic disturbances). Caves are not concert halls or racing tracks!

Smoking must be prohibited inside the cave.

Food consumption must be forbidden inside the cave.

Tourist visits and caving tours must always be carried on with an experienced guide. The quantity of guides must be adequate to give enough attention to cultural aspects, and to control undesired behavior of visitors. Normally groups should be led by a guide, and one additional guide should close the group.

## For cave guides

- Show cave guides must always control the group they are leading without allowing people to walk around by themselves.
- Speleoguides leading visitors outside the artificial cave paths must be experienced cavers.
- Both show cave guides and speleoguides must comply with both national and local legislation.
- Both show cave guides and speleoguides must be trained on the biological, geological and archaeological/historical features of the cave they work in.
- Both speleoguides and show cave guides must be prepared to face and solve any emergency in case of an accident (i.e. maintaining group control and being able to manage and control problematic behaviours).
- Speleoguides must adopt a “minimal impact” behavior and assure that all visitors follow their example of correct behaviour.
- Both show cave guides and speleoguides must use suitable equipment according to the type of visit (e.g. cave helmets, lights, caving suits, technically correct shoes, etc.).
- A deep knowledge of the cave environment is a must for a speleoguide, since, leading tourists outside the artificial paths using adequate equipment, every decision the guide makes can have a strong impact on both cave habitat, its conservation and tourist safety.
- Both show cave guides and speleoguides must respect timing restriction to visits in relation to the eventual presence of hibernating and/or breeding bat colonies.
- The eventual discovery of cave fauna (e.g. bat colonies), geological and archaeological findings (including fossils and rare minerals), changes in both cave and surface dynamics (e.g. rockfalls, floods etc.), groundwater pollution, illegal waste disposal, vandalism must be reported to the managing authorities.

## Per le guide di grotta

- Le guide di grotta turistica devono sempre controllare il gruppo condotto ed evitare che le persone si muovano da sole.
- Le guide speleologiche che conducono i visitatori al di fuori dei camminamenti artificiali devono avere una consolidata esperienza.
- Sia le guide di grotta turistica che le guide speleologiche devono conformarsi alla legislazione nazionale e locale.
- Sia le guide di grotta turistica che le guide speleologiche devono essere preparate sugli aspetti biologici, geologici e archeologici/storici della grotta in cui lavorano.
- Sia le guide di grotta turistica che le guide speleologiche devono essere pronte a risolvere ogni emergenza in caso di necessità (es. mantenendo il controllo del gruppo e controllando eventuali comportamenti problematici).
- Le guide speleologiche devono adottare un comportamento a “minimo impatto” e assicurarsi che tutti i visitatori seguano il loro esempio.
- Sia le guide di grotta turistica che le guide speleologiche devono utilizzare l’equipaggiamento adeguato in base al tipo di visita (es. casco da grotta, luci, tute da speleologia, scarpe adeguate ecc.).
- La guida speleologica deve possedere una conoscenza approfondita dell’ambiente ipogeo dal momento che, conducendo i visitatori al di fuori dei percorsi artificiali con equipaggiamento specifico, ogni sua decisione può avere un notevole impatto sull’habitat ipogeo, sulla sua conservazione e sulla sicurezza dei turisti.
- Sia le guide di grotta turistica che le guide speleologiche devono rispettare i limiti di tempo della visita in relazione all’eventuale presenza di colonie di pipistrelli in ibernazione o riproduzione.
- Eventuali scoperte di fauna di grotta (es. colonie di pipistrelli), ritrovamenti geologici o archeologici (inclusi fossili o minerali rari), cambiamenti nelle dinamiche sia sotterranee che superficiali (es. caduta di massi, allagamenti ecc.), contaminazione dell’acqua, abbandono di rifiuti e vandalismo devono essere prontamente segnalati all’ente gestore.





ADRIATICAVES  
ecosystem network

