

Attilio Eusebio

Le vie dell'acqua: tra scienza ed esplorazione subacquea

31 gennaio 2014



INDICE

1. GROTTA E CARISMO

2. PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ AREE CARSICHE

**3. STORIA E GEOGRAFIA DELLA SPELEOLOGIA
SUBACQUEA**





GROTTE E CARSISMO

IL FENOMENO CARSICO: DEFINIZIONI

DEFINIZIONE DI CARSISMO

INSIEME DI FORME DI ASPORTAZIONE DELLE ROCCE IN CUI IL PROCESSO DOMINANTE È QUELLO DELLA DISSOLUZIONE DELLA ROCCIA IN ACQUA.

LA PAROLA CARSO PUÒ ESSERE RICONDOTTA AL TERMINE PRE-INDO-EUROPEO *KARRA* O *GARA*, CHE SIGNIFICA “PIETRA”, E CHE SI TROVA IN MOLTE LINGUE DELL’EUROPA E DEL MEDIO ORIENTE.

LA PAROLA SLOVENA *KRAS*, CHE INDICA LA REGIONE ROCCIOSA TRA TRIESTE E LA SLOVENIA OCCIDENTALE (IL CARSO), HA LA STESSA ORIGINE.



QUANDO AVVIENE IL PROCESSO CARSIICO?

IN PRESENZA DI ROCCE SOLUBILI:

- ROCCE EVAPORITICHE (GESSO, SALGEMMA);
- ROCCE CARBONATICHE (CALCARI, DOLOMIE, MARMI ...).

IN PRESENZA DI ACQUA:

- ZONE TEMPERATE, TROPICALI *ECC* ... (ATTUALI O PASSATE).

IN PRESENZA DELLE CONDIZIONI STRUTTURALI E TESSITURALI ADATTE:

- POROSITÀ SECONDARIA (DIACLASI, FRATTURE, STRATIFICAZIONE ...);
- PERMEABILITÀ (CAPACITÀ DI LASCIAR PASSARE L'ACQUA).



IL PROCESSO CARSICO NELLE ROCCE CARBONATICHE

LE ROCCE CARBONATICHE COSTITUISCONO LA GRANDE PREVALENZA
DELLE ROCCE SOLUBILI SULLA TERRA

1. CIRCA IL 12% DELLA SUPERFICIE TERRESTRE EMERSA È COSTITUITO DA ROCCE CARBONATICHE (MOLTO PIÙ DI GESSO, SALGEMMA E QUARZO);
2. CIRCA IL 25% DELLA POPOLAZIONE MONDIALE VIVE SU AREE CARSICHE;
3. CIRCA IL 25% DELLE ACQUE POTABILI PROVIENE DA AREE CARSICHE.



SPELEOGENESI: DEFINIZIONI

LA SPELEOGENESI È L'INSIEME DEI PROCESSI CHE PORTANO ALLA FORMAZIONE DELLE GROTTA.

DOVE PER GROTTA S'INTENDE UNA CAVITÀ NATURALE DI DIMENSIONI TALI DA ESSERE ACCESSIBILE ALL'UOMO.

I PROCESSI SPELEOGENETICI SONO MOLTEPLICI E SI MANIFESTANO IN TUTTI I CONTESTI GEOLOGICO-AMBIENTALI.

LA MAGGIOR PARTE DELLE GROTTA È FORMATA PREVALENTEMENTE DA PROCESSI DI DISSOLUZIONE IN ROCCE CARBONATICHE (SPELEOGENESI CARSICA)



NELLE ROCCE CARBONATICHE LE GROTTI SI FORMANO ESSENZIALMENTE GRAZIE A DUE TIPI DI PROCESSI IN CUI L'AGENTE È L'ACQUA:

PROCESSI CHIMICI (DISSOLUZIONE DELLA ROCCIA E CORROSIONE);

PROCESSI FISICI (EROSIONE).

LE ACQUE COINVOLTE POSSONO ESSERE:

ACQUE METEORICHE (EPIGENICHE - RICARICA DALL'ALTO VERSO IL BASSO);

ACQUE PROFONDE (IPOGENICHE - RICARICA DAL BASSO VERSO L'ALTO).

LE SOSTANZE ACIDE CHE PARTECIPANO AL PROCESSO CARSICO POSSONO ESSERE:

ACIDO CARBONICO (H_2CO_3);

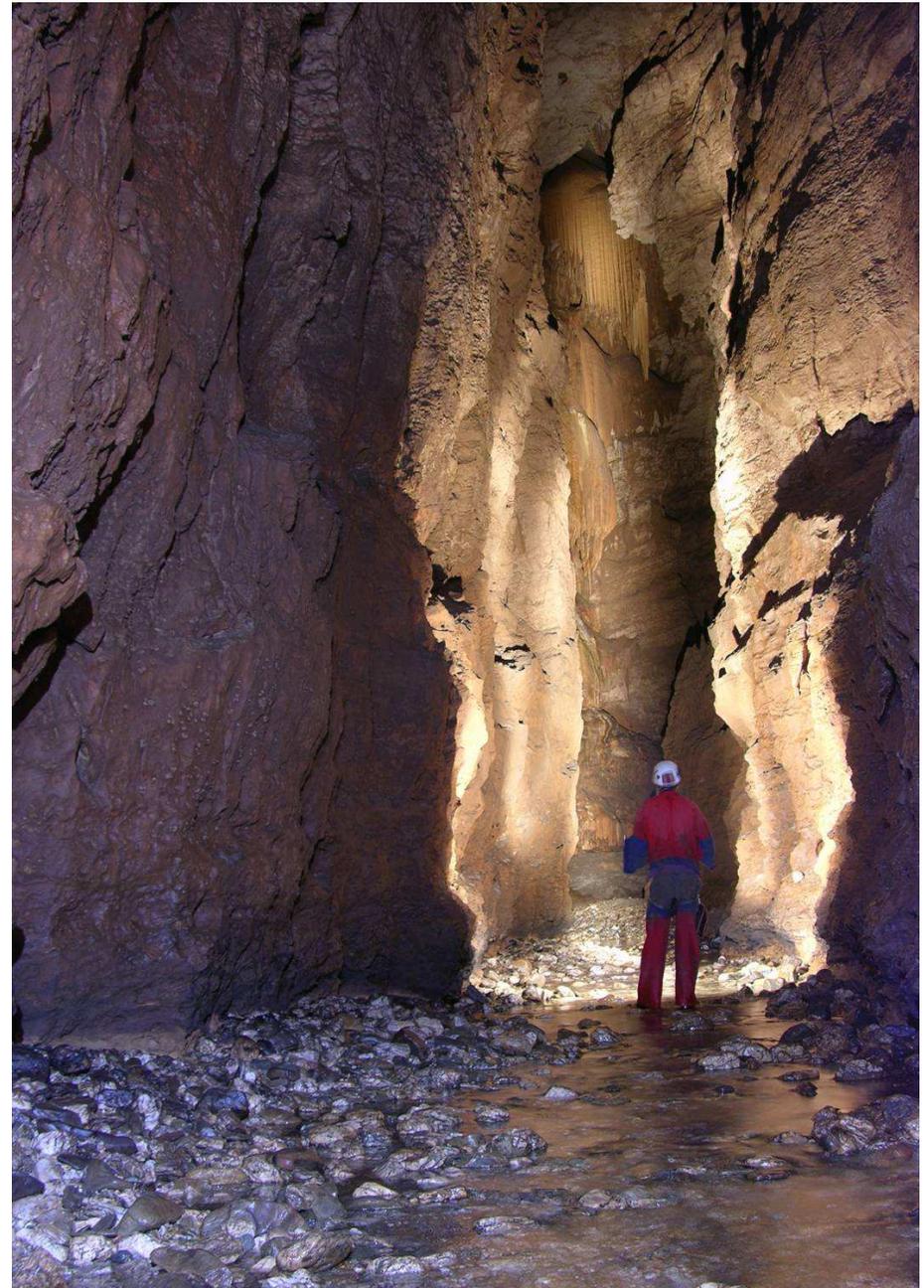
ACIDO SOLFORICO (H_2SO_4).

L'EVOLUZIONE DI UN SISTEMA CARSIKO NORMALE

**UNA VOLTA CHE UNA ROCCIA
VIENE A CONTATTO
CON LE ACQUE METEORICHE
LA NASCITA DI UN SISTEMA CARSIKO
AVVIENE GENERALMENTE
ATTRAVERSO LA SUCCESSIONE
DELLE SEGUENTI FASI:**

- A) FORMAZIONE DI PROTOCONDOTTI;**
- B) CONFIGURAZIONE DELLA RETE
DI DRENAGGIO PREFERENZIALE;**
- C) ALLARGAMENTO VELOCE DEI CONDOTTI.**

**TUTTO HA INIZIO APPENA SI INSTAURA
UN GRADIENTE IDRAULICO.**

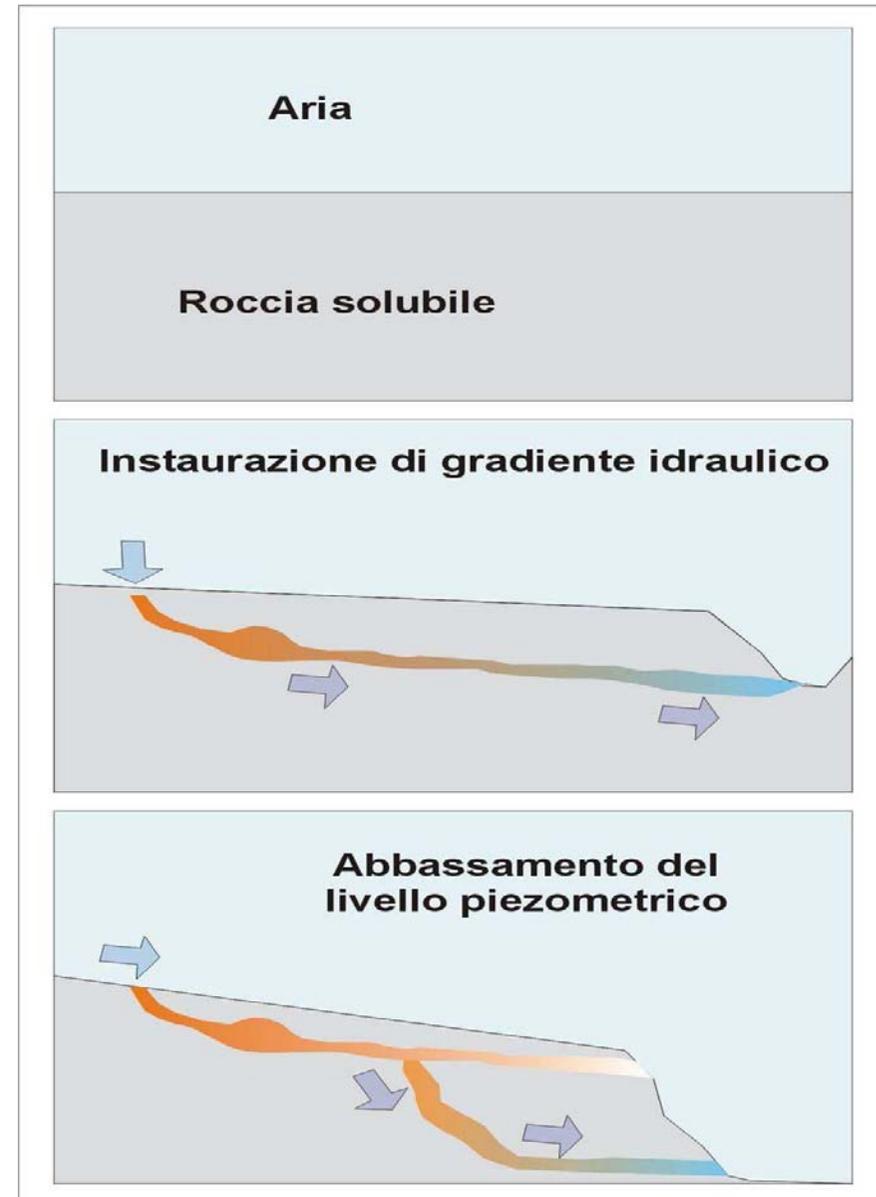


IL GRADIENTE IDRAULICO

IL GRADIENTE IDRAULICO È UNO DEI PRIMI E NECESSARI REQUISITI PER INIZIARE LA FORMAZIONE DI UN SISTEMA CARSIICO (E DARLE SUCCESSIVAMENTE IMPULSO).

SENZA DISLIVELLI TRA PUNTI DI ENTRATA DELLE ACQUE METEORICHE E PUNTI D'USCITA (SORGENTI, RISORGENTI *ETC...*) LE ACQUE NON SI MUOVONO PER GRAVITÀ.

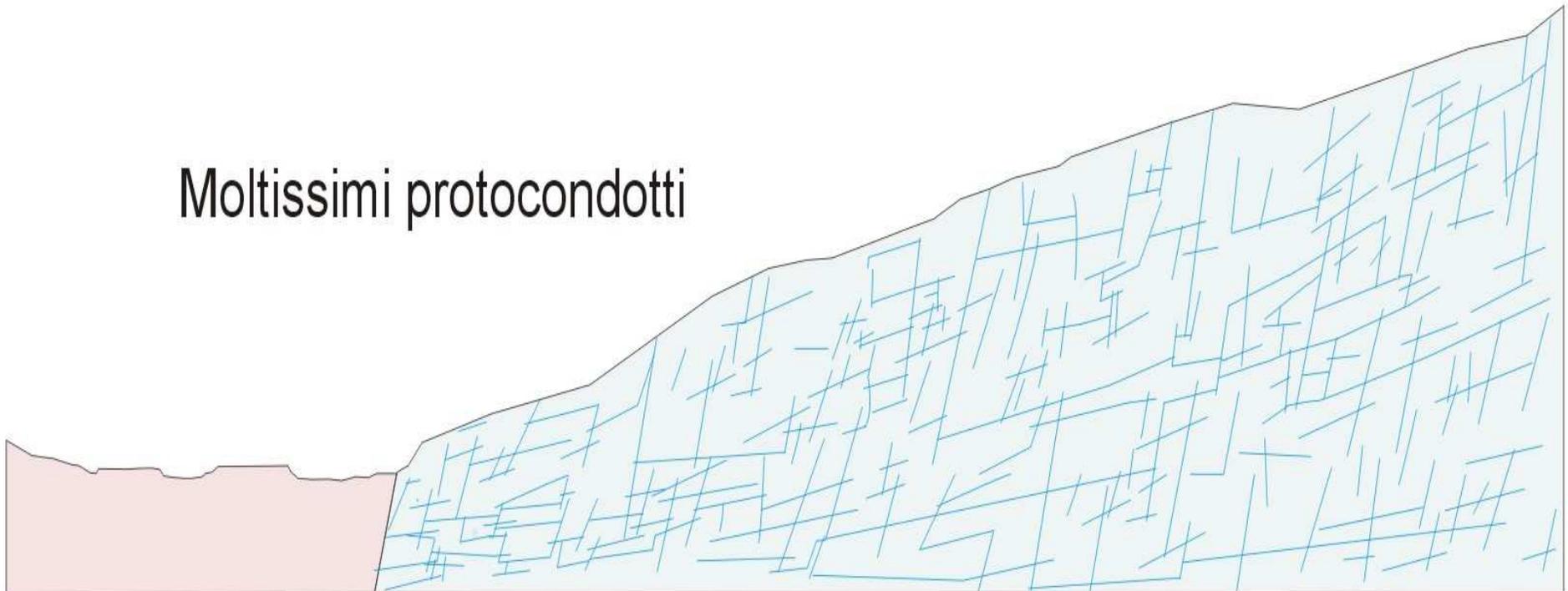
PIÙ È GRANDE IL GRADIENTE IDRAULICO PIÙ ENERGIA AVRÀ L'ACQUA PER MUOVERSI DALL'ALTO VERSO IL BASSO.



FORMAZIONE DI PROTOCONDOTTI

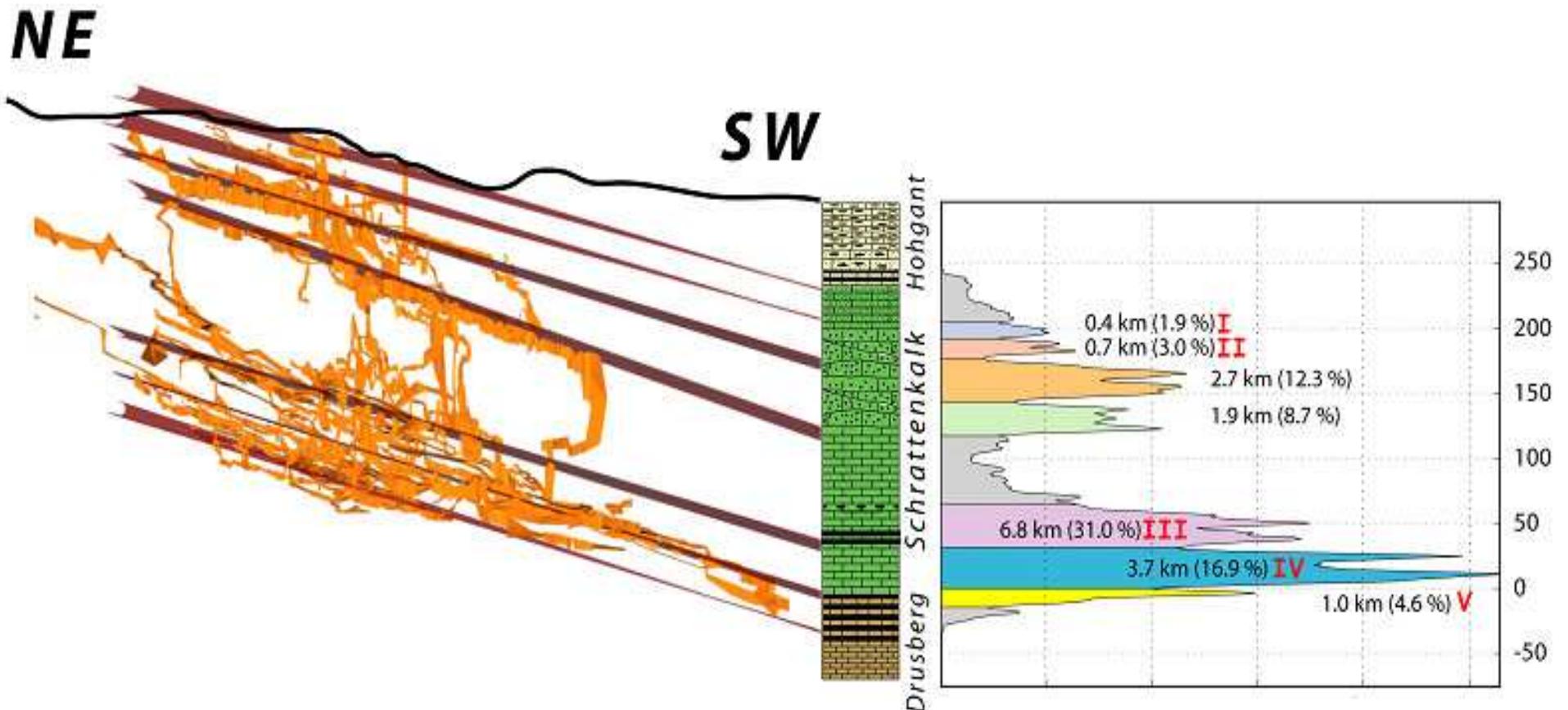
CON L'INSTAURARSI DI UN GRADIENTE IDRAULICO L'ACQUA INIZIA A MUOVERSI PER GRAVITÀ LUNGO LE DISCONTINUITÀ DELLA ROCCIA COLLEGANDO I NUMEROSI PUNTI DI ENTRATA CON I PUNTI DI USCITA. IN QUESTA FASE L'ALLARGAMENTO DELLE

Moltissimi protocondotti

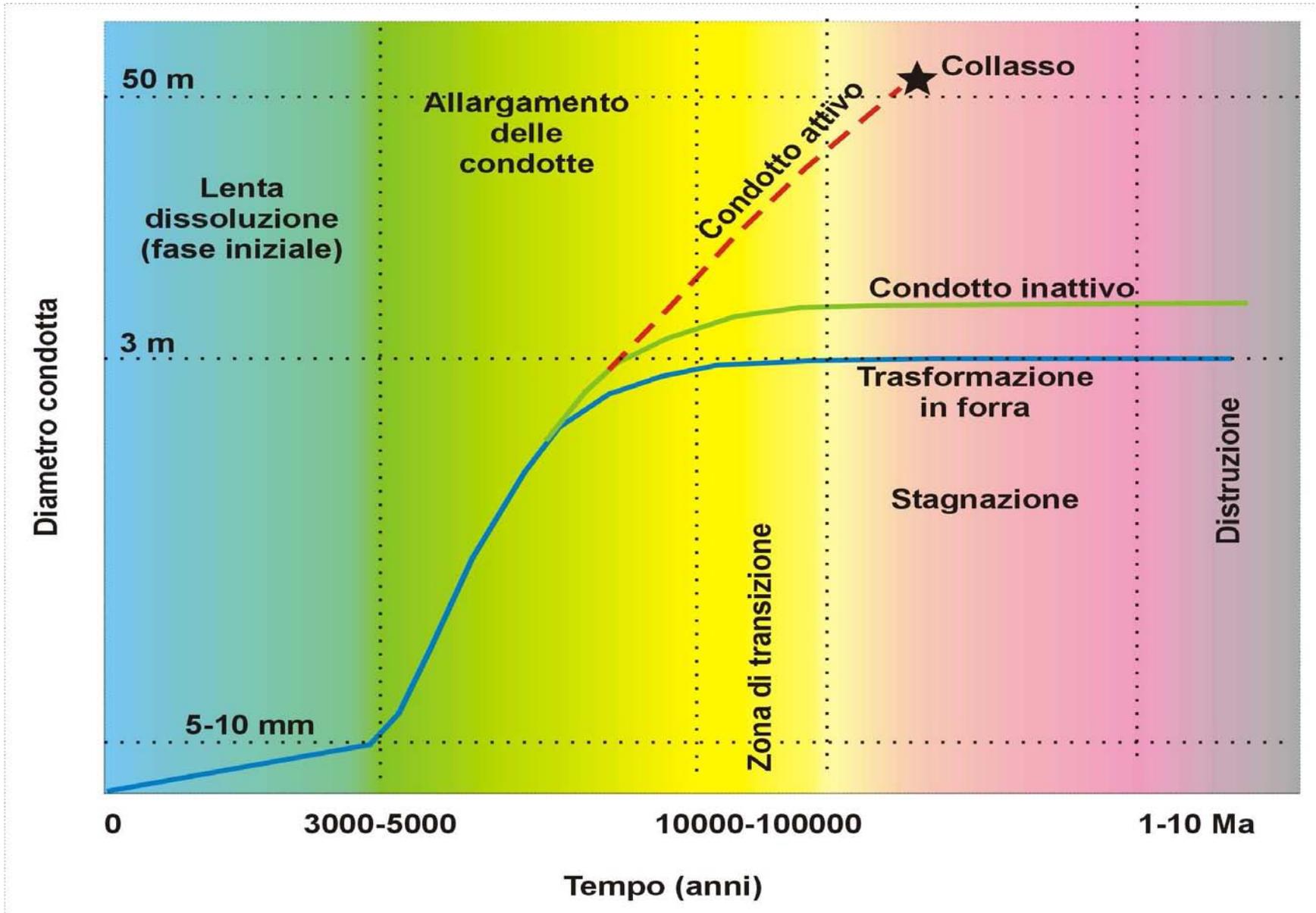


IL RUOLO DEGLI ORIZZONTI SUSCETTIBILI

LA FORMAZIONE DI UN PROTOCONDOTTO AVVIENE PREFERENZIALMENTE, OVE PRESENTI, LUNGO ORIZZONTI PREDISPOSTI ALLA DISSOLUZIONE (CON POROSITÀ O PERMEABILITÀ CONGENIALE): L'ORIZZONTE CARSICO EMBRIONALE



QUANTO TEMPO CI VUOLE ?



IL GRADO DI CARSIFICABILITÀ PUÒ ESSERE

ALTO:

- **CALCARI MASSICCI O A STRATI SPESSI;**
- **MARMI.**



MEDIO:

- **CALCARI A STRATI SOTTILI;**
- **CALCARENITI;**
- **CALCARI SELCIFERI;**
- **DOLOMIE.**



BASSO:

- **CALCARI MARNOSI;**
- **CALCESCISTI;**
- **CALCARI SELCIFERI METAMORFICI;**
- **CALCARI CATACLASATI.**



STRUTTURA DI UN SISTEMA CARSIKO

**LA STRUTTURA DI UN SISTEMA CARSIKO DIPENDE PRINCIPALMENTE
DA TRE INSIEMI DI FATTORI:**

1) CARATTERISTICHE E ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ

SUPERFICI DI STRATO, FRATTURE (DIACLASI, FAGLIE), CLIVAGGIO.

2) ASSETTO MACROSTRUTTURALE

TABULARE, OMOCLINALE O A PIEGHE.

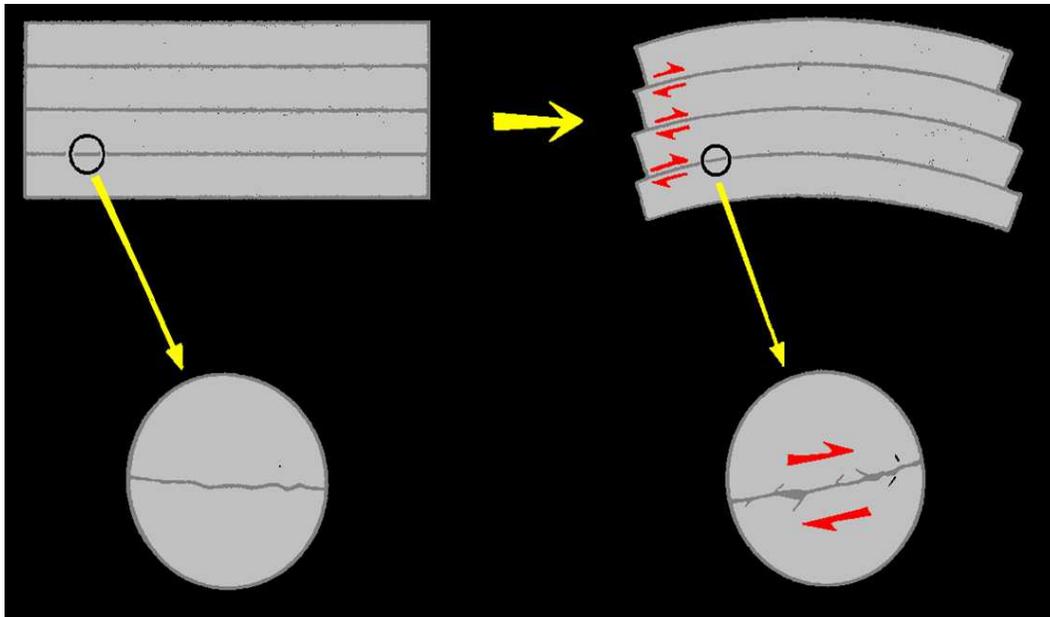
3) TIPO DI ALIMENTAZIONE E DI CIRCOLAZIONE IDRICA

**ALLOGENICA, LOCALE, PER TRAVASO (DIFFUSA), IPOGENICA,
LIBERA, SEMI CONFINATA, CONFINATA.**

STRATIFICAZIONE

**I GIUNTI DI STRATO HANNO DI PER SÉ
CONDUCIBILITÀ IDRAULICA RIDOTTA.**

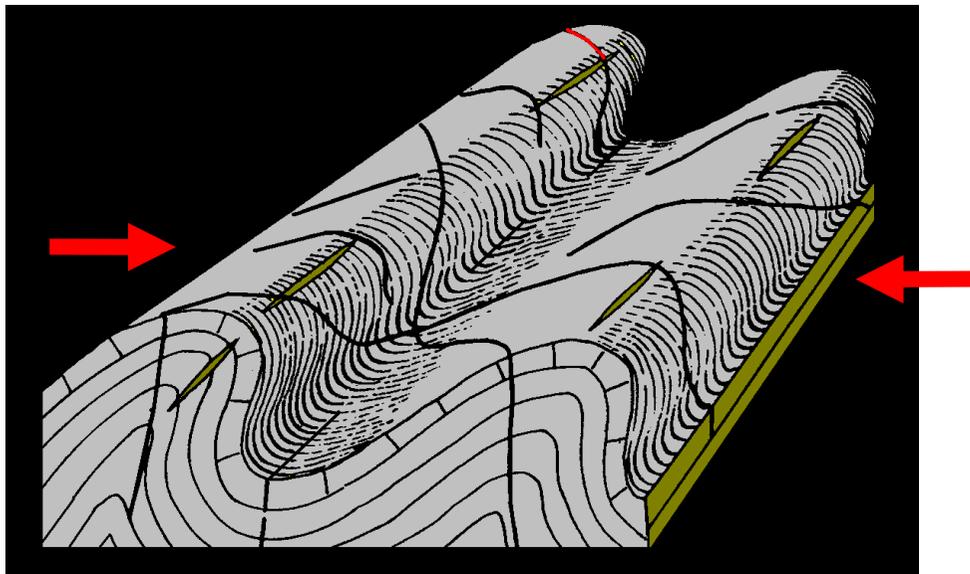
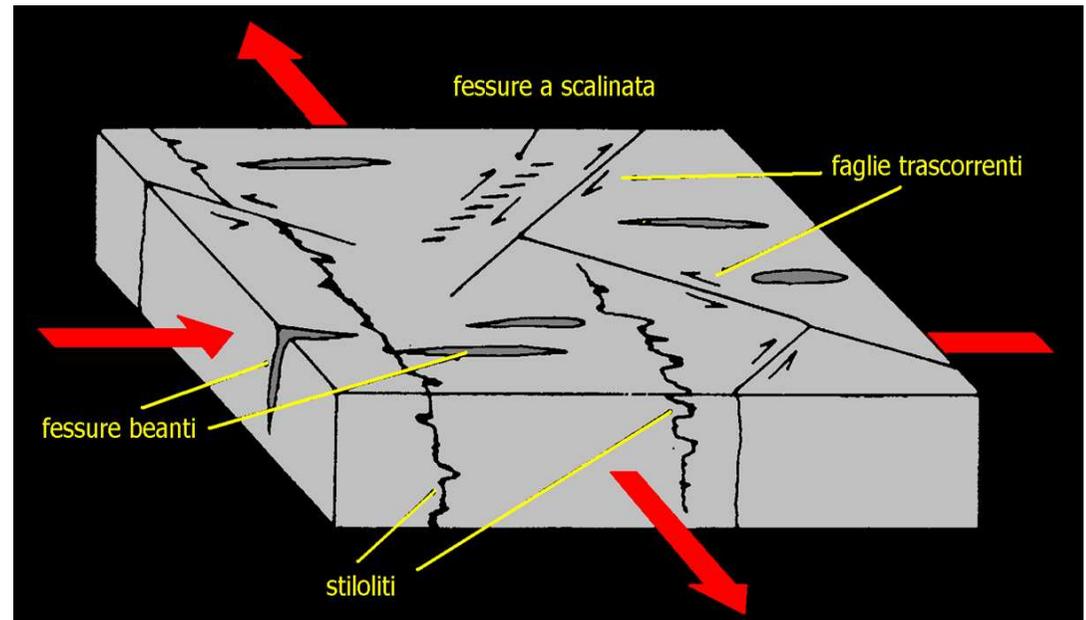
**POSSONO DIVENTARE PIÙ PERMEABILI
QUANDO I PACCHI DI STRATO SONO STATI
OGGETTO DI MOVIMENTI DIFFERENZIALI,
COME NEL CASO DI UN PIEGAMENTO,
PRODUCENDO LINEE DI FLUSSO D'INTERSTATO.**



FRATTURE (DIACLASI, *JOINT*)

SONO LEGATE A SFORZI TETTONICI,
E POSSONO ESSERE ASSOCIATE
A FAGLIE O A PIEGAMENTI.

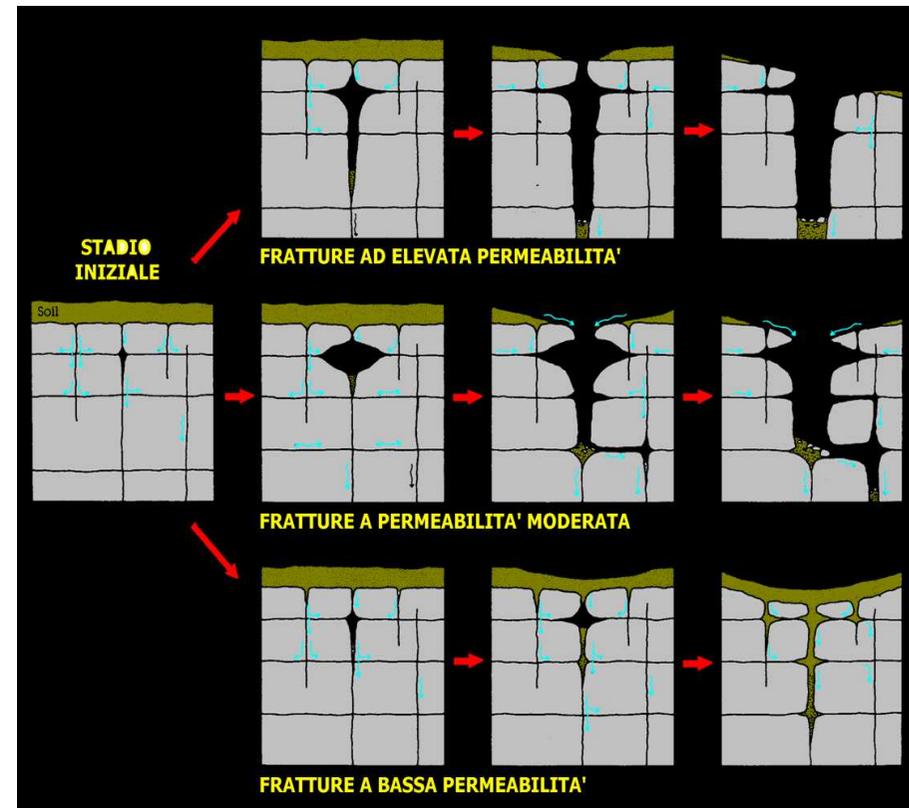
HANNO MAGGIORE CONDUCEBILITÀ
IDRAULICA LE FRATTURE DOVUTE
A DISTENSIONE.



**NELLE PIEGHE SI HANNO
SIA ZONE IN DISTENSIONE
SIA IN COMPRESSIONE,
CON FORMAZIONE DI FRATTURE
CON ORIENTAMENTO PARALLELO,
TRASVERSALE OD OBLIQUO RISPETTO
ALLA DIREZIONE DI MASSIMO SFORZO.**

INFLUENZA DELLE DISCONTINUITÀ SUL CARISMO SUPERFICIALE

**IL GRADO DI FRATTURAZIONE
SUPERFICIALE
INFLUENZA IN MODO DETERMINANTE
LO SVILUPPO DI FORME CARSICHE
DI SUPERFICIE.**



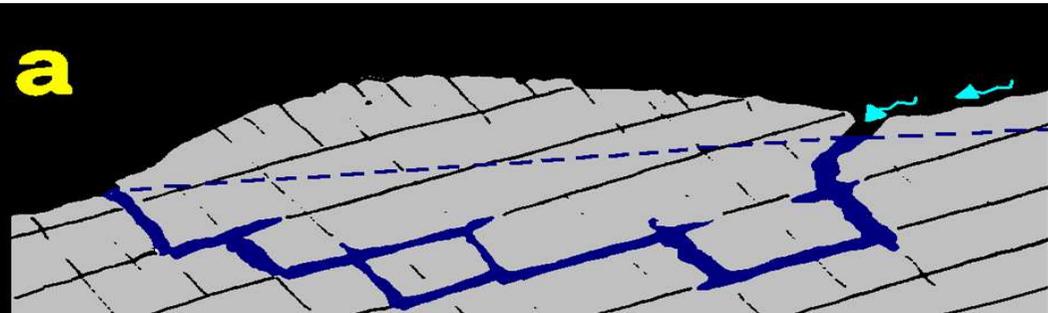
**SE LA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA È ALTA ABBIAMO LA
FORMAZIONE DI CAVITÀ A POZZO,
SE LA CONDUCIBILITÀ È PIÙ BASSA AVREMO IN
GENERE LA FORMAZIONE DI AMPIE DEPRESSIONI
POCO ACCENTUATE, CENTRATE SULLE ZONE PIÙ
FRATTURATE.**

FRATTURAZIONE E CARSISMO PROFONDO

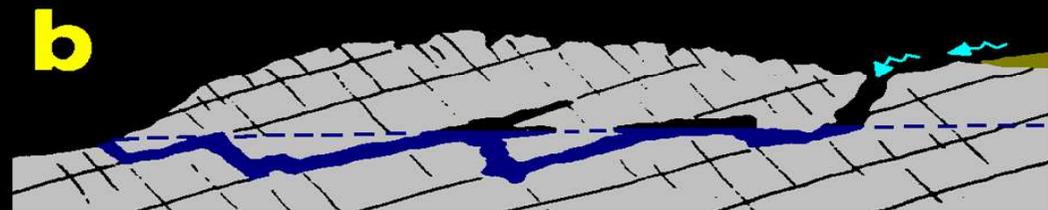
INFLUENZA DEL GRADO DI FRATTURAZIONE SULLA STRUTTURA DELLA ZONA SATURA

CON L'AUMENTARE DEL GRADO DI FRATTURAZIONE
AUMENTA IL GRADO DI LIBERTÀ DEL SISTEMA.

CON BASSA FRATTURAZIONE
AVREMO
SISTEMI BATIFREATICI (A)



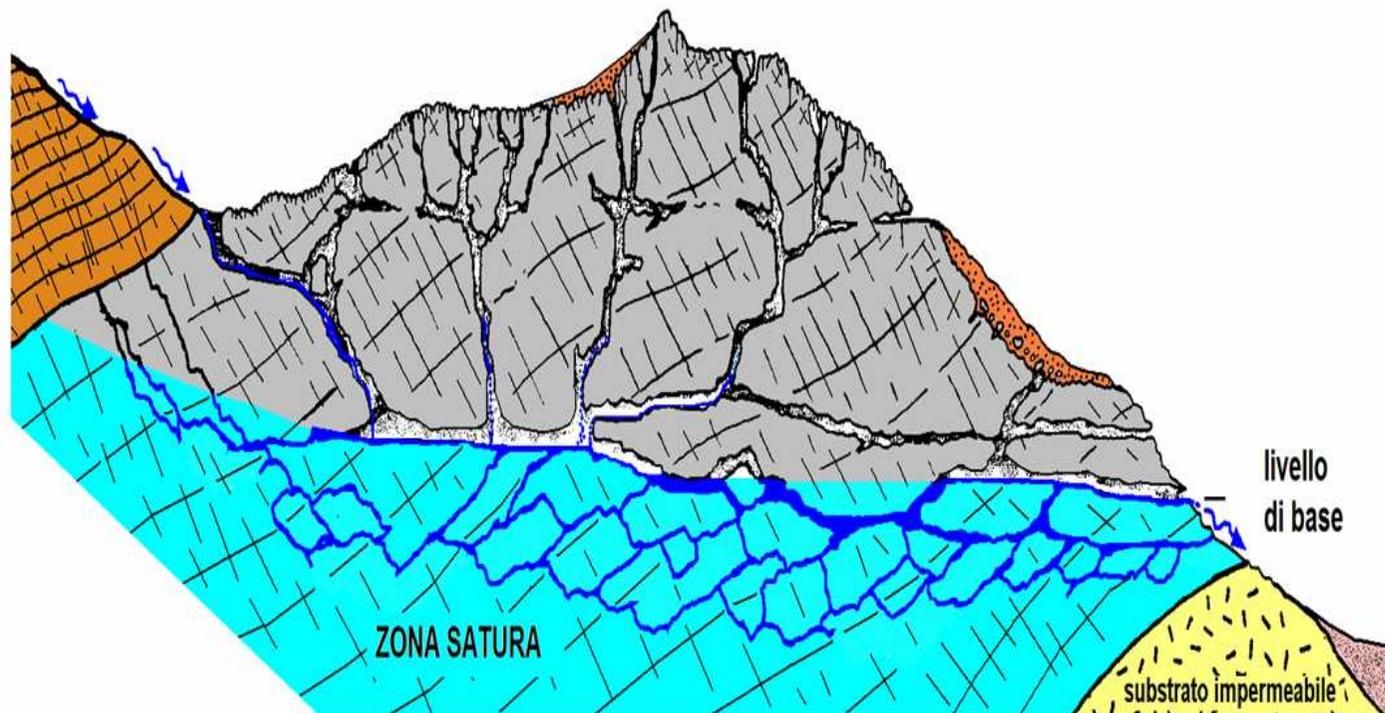
CON MEDIA FRATTURAZIONE
AVREMO
SISTEMI MISTI (B)



CON ALTA FRATTURAZIONE
AVREMO PREVALENTI
SISTEMI EPIFREATICI (C)



NEL CASO DI SUPERFICI DI BASE INCLINATE, CHE SI SPINGONO AL DI SOTTO DEL LIVELLO DI BASE, IL FLUSSO NON È CONDIZIONATO DALL'IMMERSIONE DEL SUBSTRATO (CIRCOLAZIONE LIBERA). I SISTEMI CARSICI NON HANNO VINCOLI VERTICALI E I CONDOTTI IN ZONA SATURA POSSONO SPINGERSI ANCHE AL DI SOTTO DEL LIVELLO DI BASE.



FORME DOVUTE ALL'AZIONE DELL'ACQUA

**NEI SISTEMI CARSICI SI RICONOSCONO TRE SITUAZIONI TIPICHE,
CARATTERIZZATE DA FLUSSI IDRICI IN CONDIZIONI IDRODINAMICHE DIVERSE:**

- **ZONA VADOSA (O DI SCORRIMENTO A PELO LIBERO);**
- **ZONA EPIFREATICA (O DI OSCILLAZIONE PIEZOMETRICA);**
- **ZONA FREATICA (O DI FLUSSO A PIENO CARICO).**

**QUESTI TRE AMBIENTI, I CUI LIMITI NON SONO SEMPRE FACILMENTE IDENTIFICABILI, SONO
CARATTERIZZATI DA DIVERSE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE
IN FUNZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI FLUSSO.**

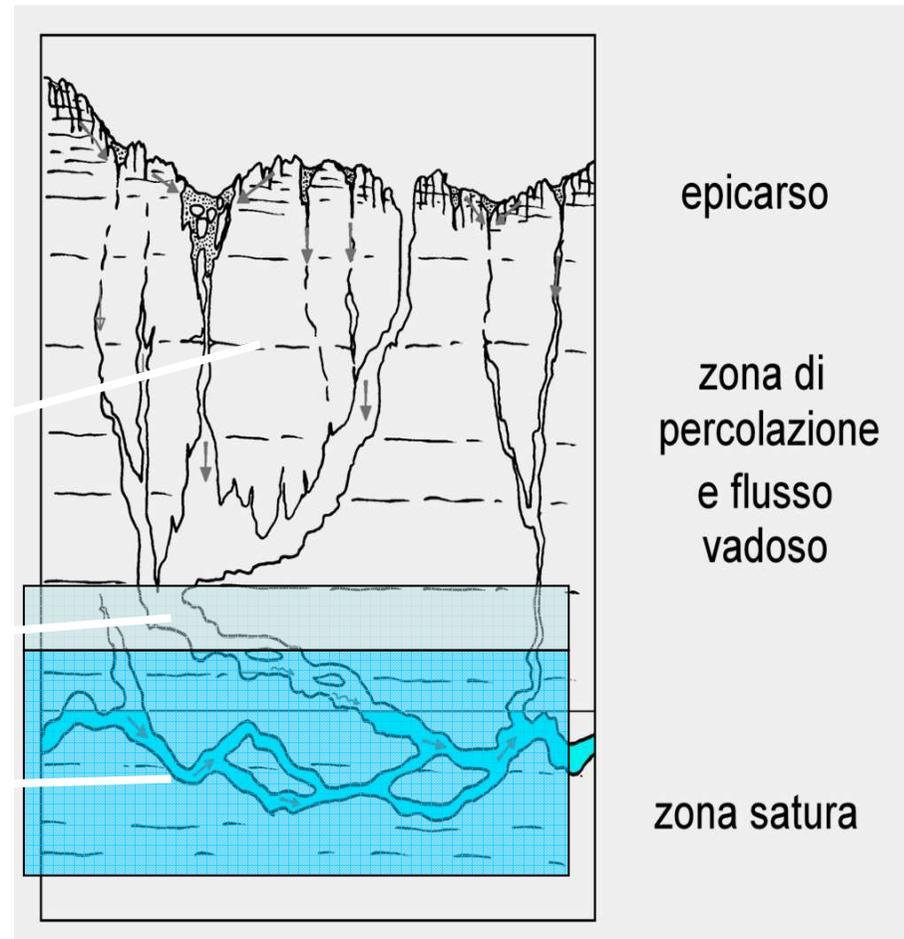
ALLA SCALA DEI CONDOTTI, SI OSSERVANO CONFORMAZIONI BEN DISTINTE NELLE TRE ZONE IDROGEOLOGICHE, CON ANDAMENTO IN GENERE VERTICALE NELLA ZONA VADOSA (POZZI S.L.) E PREVALENTEMENTE ORIZZONTALE (GALLERIE S.L.) IN QUELLA EPIFREATICA E FREATICA.

IL RUOLO DEI FENOMENI DI EROSIONE MECCANICA È PARTICOLARMENTE IMPORTANTE NELLA BASSA ZONA VADOSA E IN QUELLA EPIFREATICA.

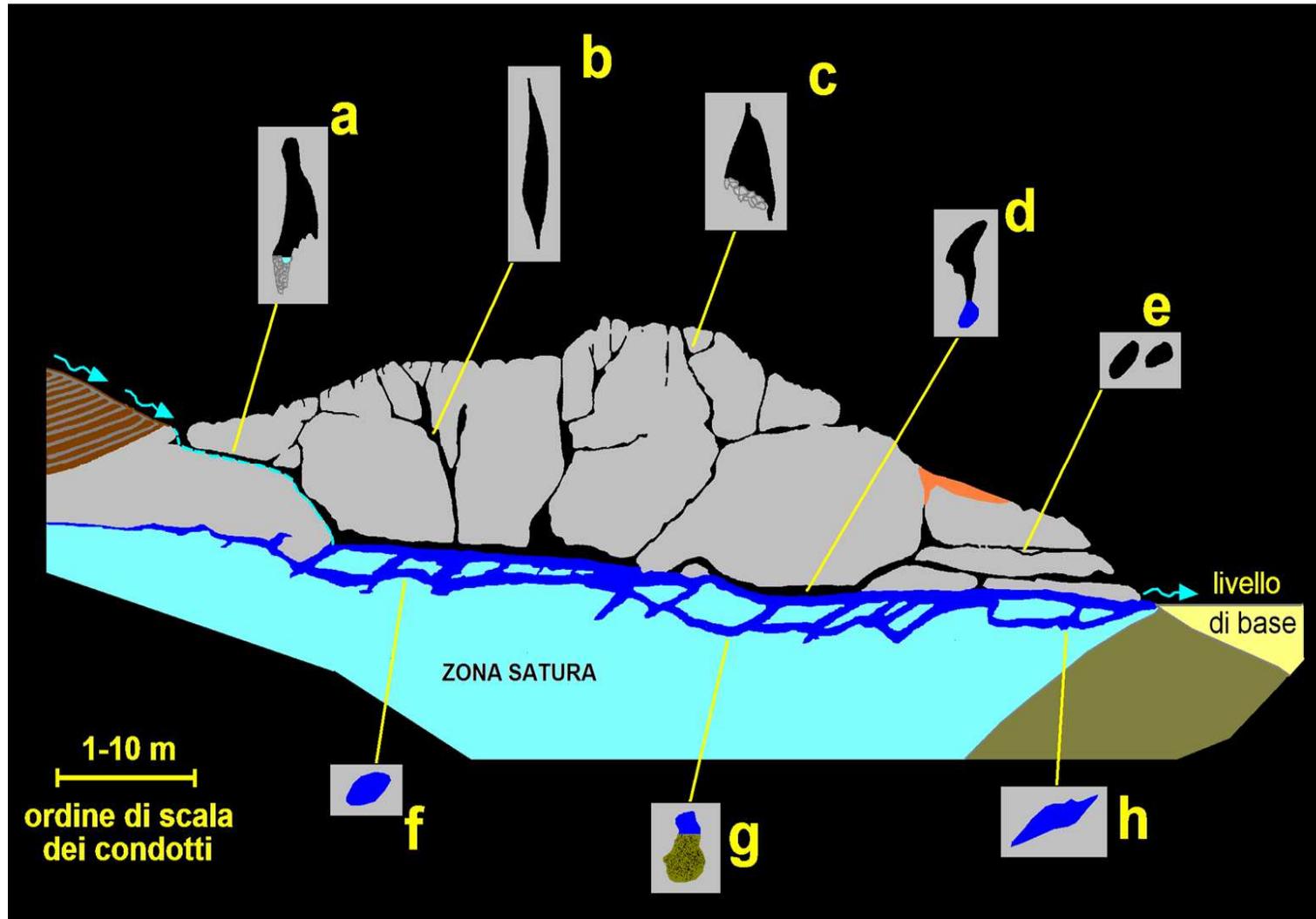
ZONA VADOSA

ZONA EPIFREATICA

ZONA FREATICA

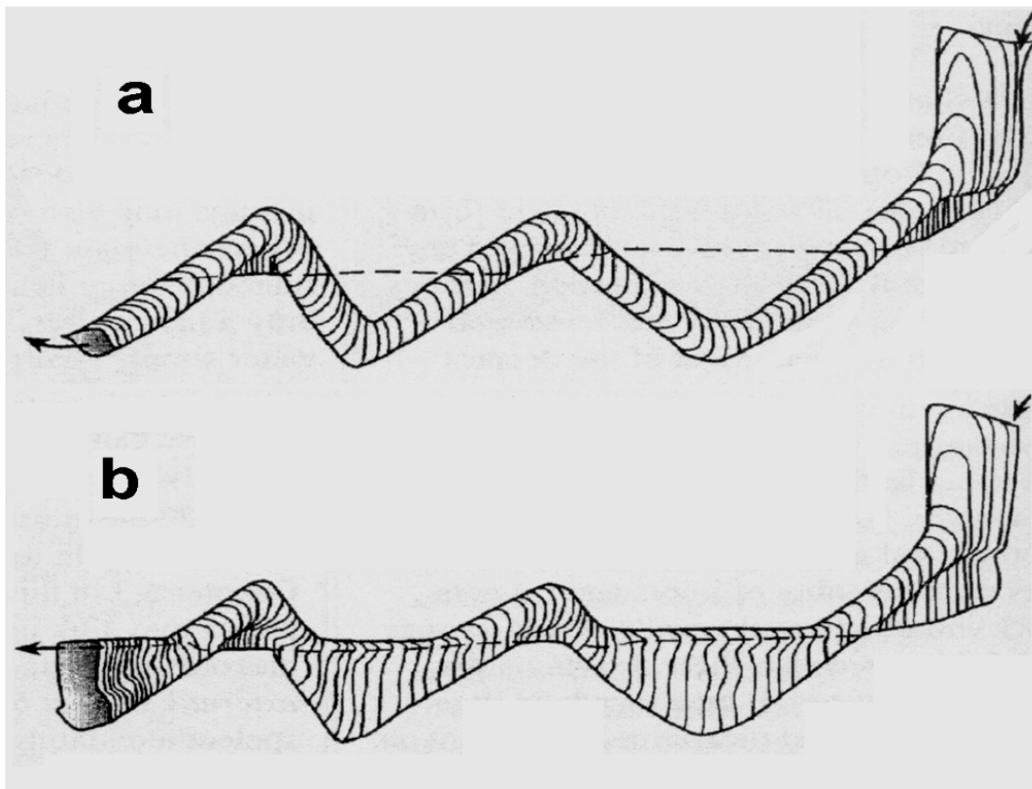


LA FORMA DEI CONDOTTI ASSUME PARTICOLARI CONFIGURAZIONI IN FUNZIONE DEL REGIME IDROLOGICO DOMINANTE E DEL CARICO LITOSTATICO.



**LA ZONA EPIFREATICA È SOGGETTA SIA A SCORRIMENTO A PELO LIBERO
SIA A PIENO CARICO.**

**I CONDOTTI TENDONO AD AVERE ANDAMENTO ORIZZONTALE; LE SEZIONI
SONO ASSAI VARIABILI E TENDONO A ESSERE INFLUENZATE DALLA STRUTTURA.**



**LE FORME PIÙ TIPICHE
SONO LE FORRE E I CANYON
FORMATI PER INCISIONE
DA GALLERIE FREATICHE
E LE GALLERIE PARAGENETICHE,
IN PRESENZA DI COSPICUO
TRASPORTO SOLIDO.**

LA ZONA FREATICA È CARATTERIZZATA DA FLUSSI SOLITAMENTE LENTI IN CONDIZIONI DI TOTALE SATURAZIONE E CON PRESSIONI ELEVATE (SINO A QUALCHE DECINA DI BAR).

QUESTE CONDIZIONI INFLUENZANO LA FORMA DEI CONDOTTI, CHE TENDE AD ESSERE REGOLARE CON PROFILI DA CIRCOLARI A ELLITTICI, PIÙ O MENO ECCENTRICI.

I CONDOTTI HANNO ANDAMENTO DA ORIZZONTALE A “SALI/SCENDI”, IN FUNZIONE DEL DIVERSO ASSETTO STRUTTURALE.

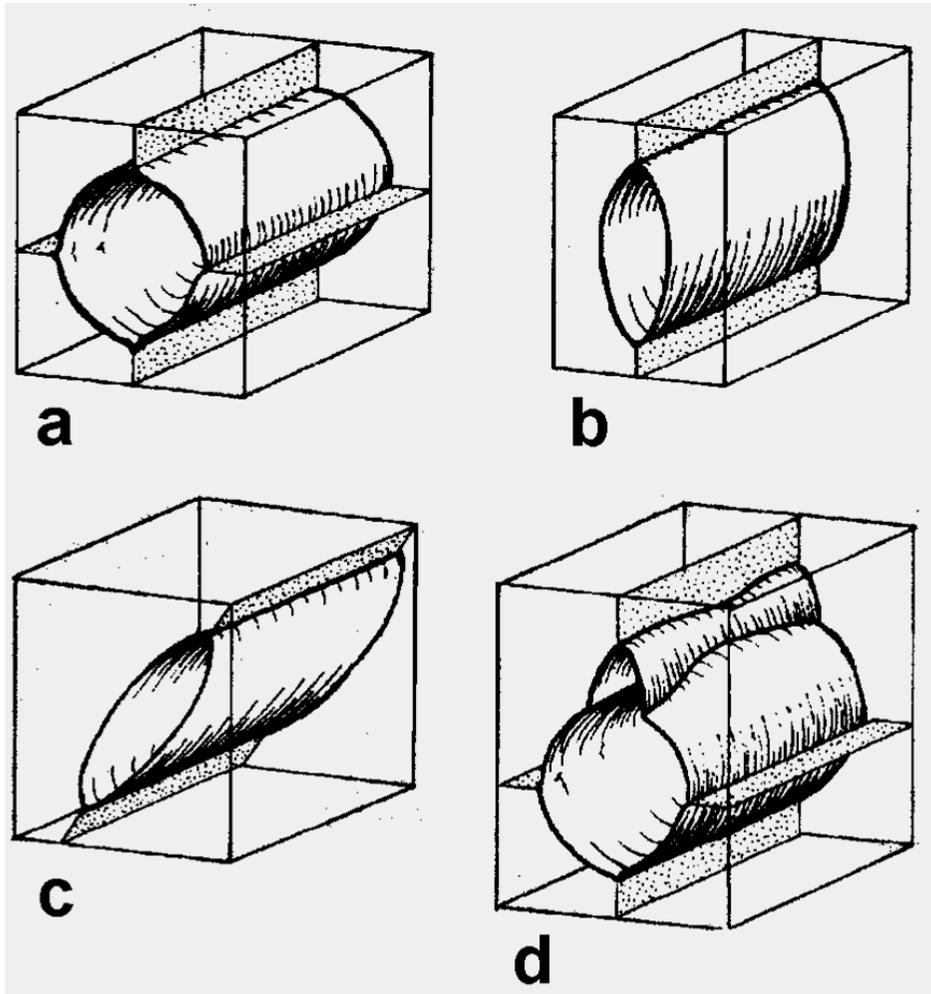


I CONDOTTI HANNO SEZIONI SOLITAMENTE ELLITTICHE, CON ASSE MAGGIORE LUNGO LE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ.

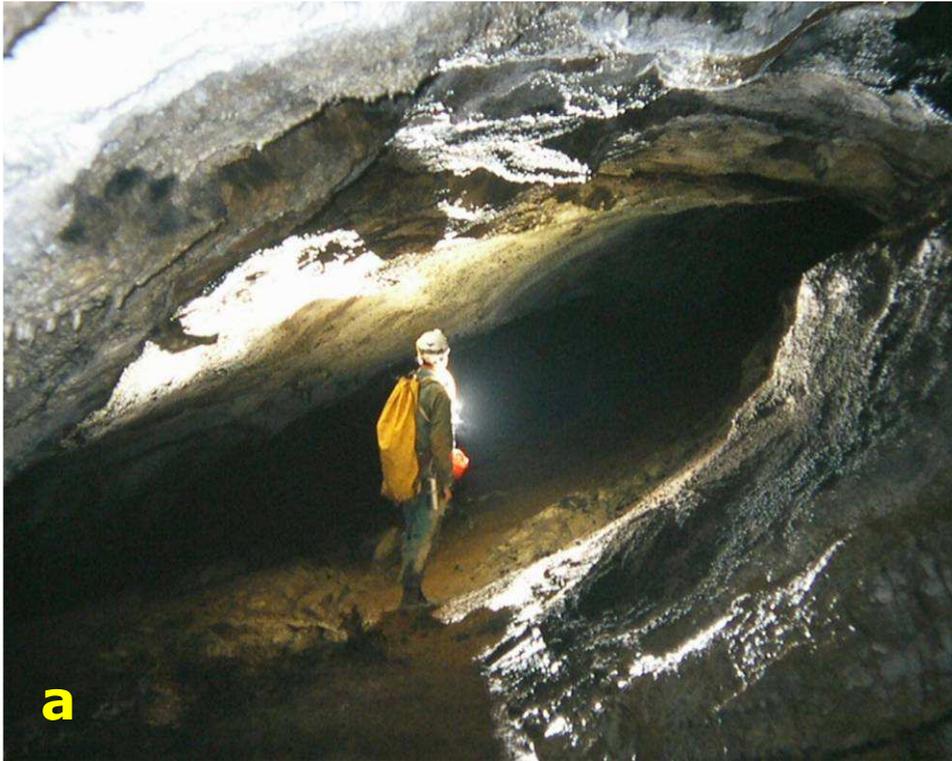
LA MAGGIORE O MINORE ECCENTRICITÀ DIPENDE DALLA PERMEABILITÀ DELLA DISCONTINUITÀ E QUINDI, SPESSO, DAL CARICO LITOSTATICO.

CON FORTI SPESSORI DI ROCCIA SI HANNO CONDOTTI A SEZIONE CIRCOLARE, MENTRE CON SPESSORI MODESTI SI HANNO CONDOTTI A SEZIONE FORTEMENTE ELLITTICA, IN GENERE CON ASSE MAGGIORE ORIZZONTALE.

IN PRESENZA DI PIÙ DISCONTINUITÀ SI POSSONO AVERE SEZIONI IRREGOLARI.



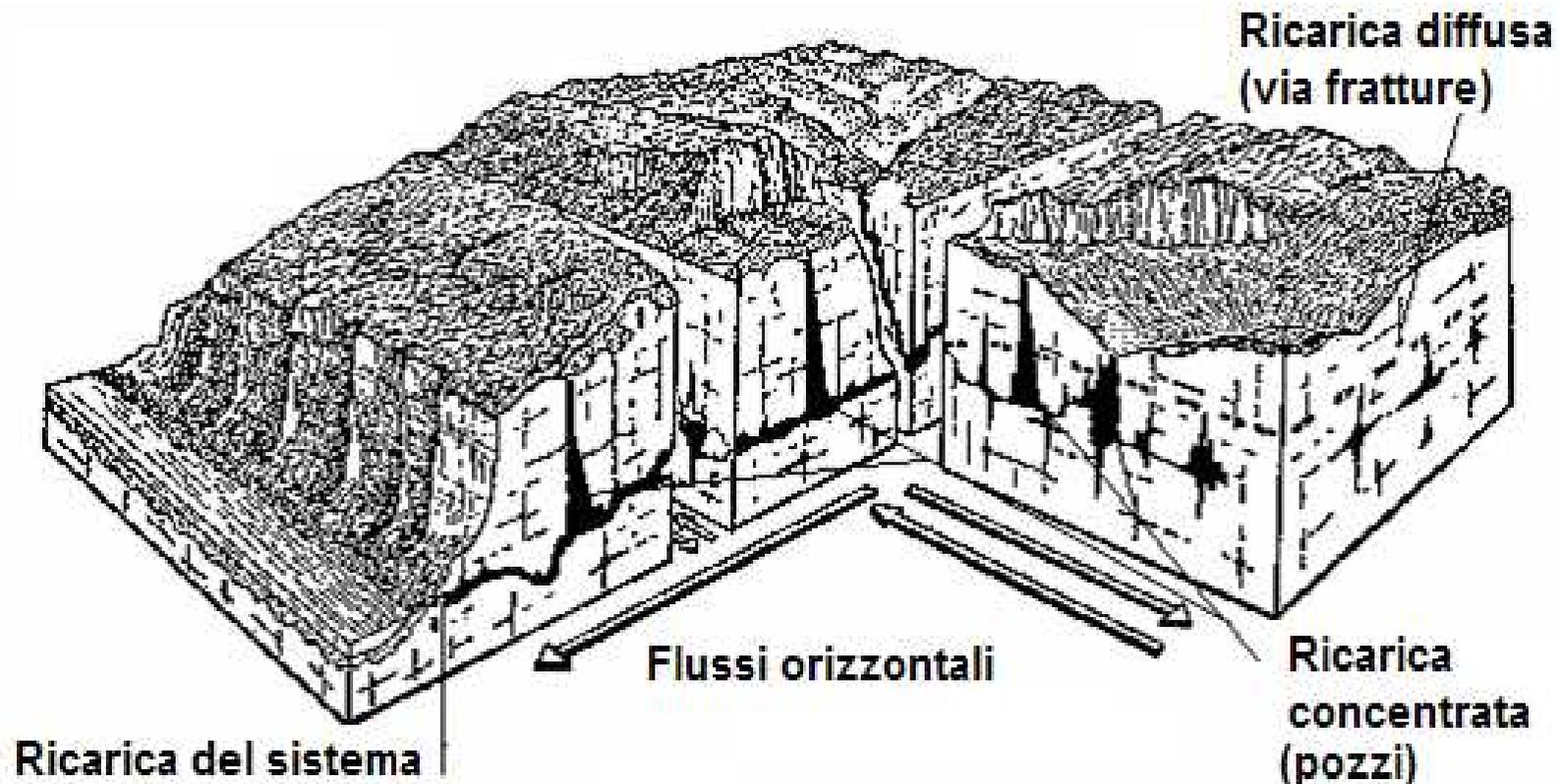
**ESEMPI DI CONDOTTE A PIENO CARICO
(DETTE ANCHE GALLERIE FREATICHE)
A SEZIONE ELLITTICA (A) O SUBCIRCOLARE (B)**





**PERICOLOSITÀ
E VULNERABILITÀ IN AREE CARSICHE**

**PER LE PROPRIE CARATTERISTICHE INTRINSECHE,
L'AMBIENTE CARSICO RISULTA TRA I PIÙ FRAGILI AL MONDO.
È ESTREMAMENTE SEMPLICE INTERVENIRE SU DI ESSO, PROVOCANDO DANNI
ALL'AMBIENTE (SIA EPIGEO = SUPERFICIALE, CHE IPOGEO = SOTTERRANEO),
MA È MOLTO COMPLICATO, SE NON TALORA IMPOSSIBILE, RIPRISTINARE
LE CONDIZIONI NATURALI, UNA VOLTA CHE QUESTE SIANO STATE ALTERATE.**



PERICOLOSITÀ NATURALE E ANTROPICA IN AREE CARSICHE:

- ***SINKHOLES, SUBSIDENZA CARSICA;***
- ***FRANE;***
- ***EVENTI DI PIENA;***
- ***INQUINAMENTO;***
- ***ATTIVITÀ ESTRATTIVA;***
- ***VARIAZIONI DI USO DEL SUOLO.***

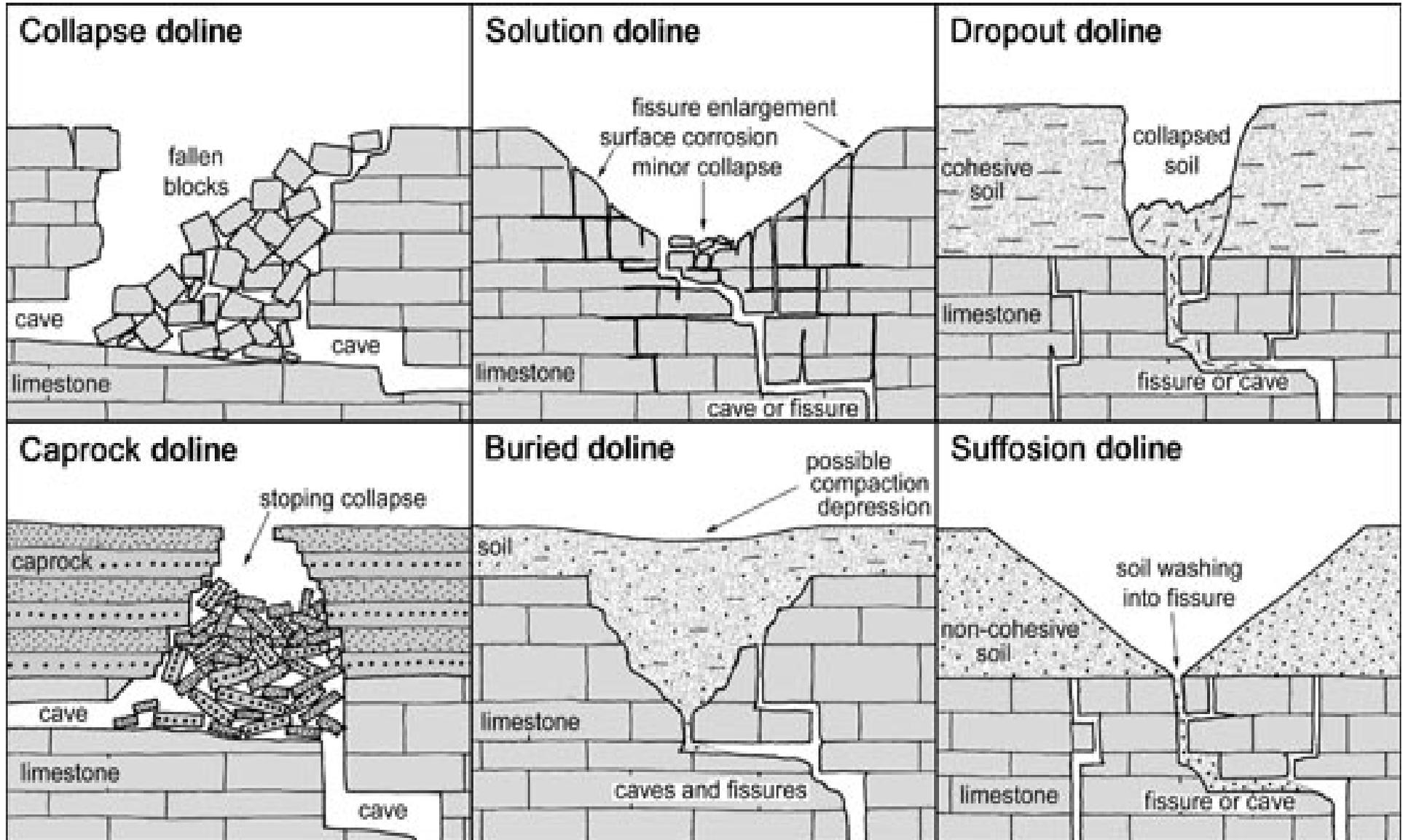


SINKHOLE.

TERMINE ANGLOSASSONE, ORMAI DIVENUTO DI USO COMUNE ANCHE IN ITALIA, PER INDICARE UNA DEPRESSIONE CIRCOLARE IN AMBIENTE CARSICO.

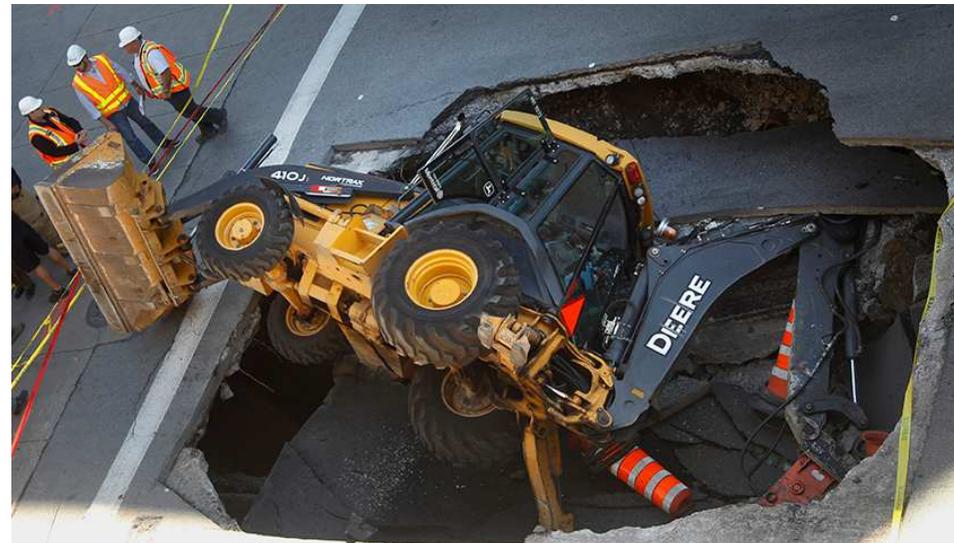
PRESENTA DRENAGGIO SOTTERRANEO, DIMENSIONI TRA POCCHI METRI E LE DECINE DI METRI, ED È GENERALMENTE A FORMA DI IMBUTO.





I *SINKHOLES* POSSONO ESSERE CAUSATI ANCHE DA ATTIVITÀ ANTROPICHE, COME AVVENUTO DI RECENTE A CITTÀ DEL GUATEMALA E A GALLIPOLI (IN QUEST'ULTIMO CASO, PER LA PRESENZA DI CAVE SOTTERRANEE DI CALCARENITE).



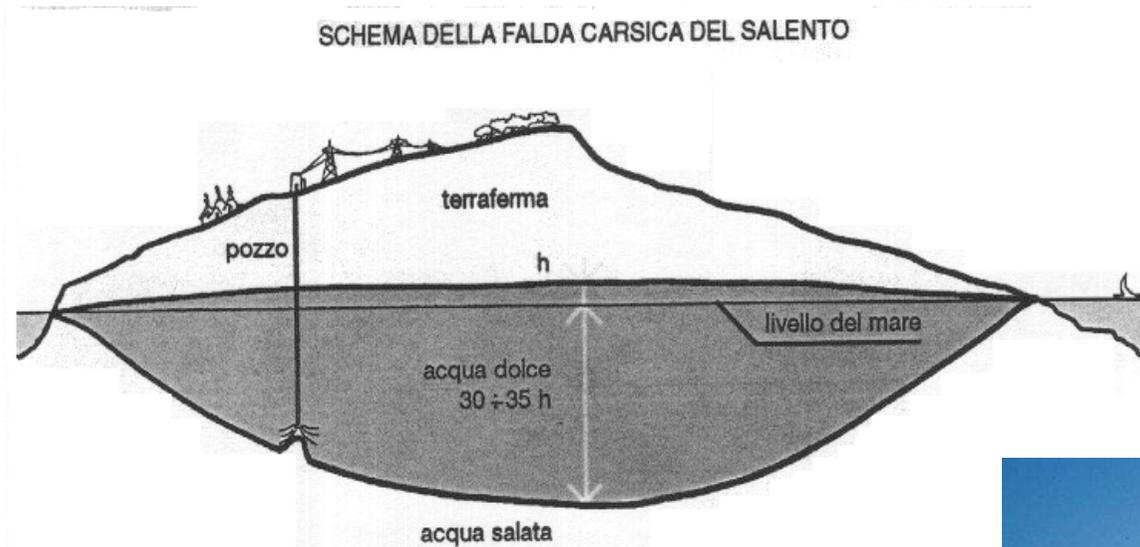


**ANCORA UN ESEMPIO DERIVANTE DA
ATTIVITÀ ESTRATTIVE NEL SOTTOSUOLO.**

**L'ENORME DOLINA DI CROLLO,
RAPPRESENTATA IN FOTO, SI È GENERATA
IN UNA SOLA NOTTE
A SEGUITO DELL'ALLAGAMENTO
DI UNA SOTTOSTANTE MINIERA
DI SALI POTASSICI, POSIZIONATA A
PROFONDITÀ DI VARIE CENTINAIA DI
METRI.**

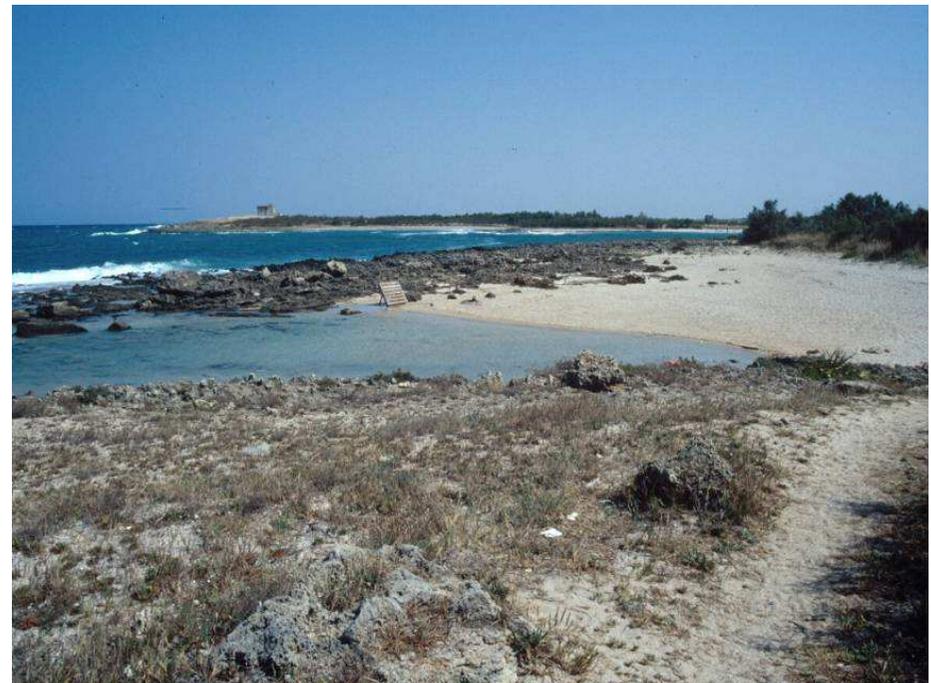


INTRUSIONE SALINA



**LA FALDA DI ACQUA DOLCE,
MENO DENSA, GALLEGGIA
SULL'ACQUA SALATA,
CHE HA MAGGIORE DENSITÀ.**

**ECESSIVI PRELIEVI DI ACQUA DAI POZZI
LUNGO LA FASCIA COSTIERA DETERMINANO
LA RISALITA DELL'INTERFACCIA
ACQUA DOLCE-ACQUA SALATA,
E L'EMUNGIMENTO DI ACQUA SALMASTRA.**



LO SCARICO DIRETTO, SIA SULLA SUPERFICIE CHE IN FALDA, DI RIFIUTI LIQUIDI DETERMINA UN PRESSOCHÉ IMMEDIATO INQUINAMENTO DELLE ACQUE CARSIICHE.



INQUINAMENTO

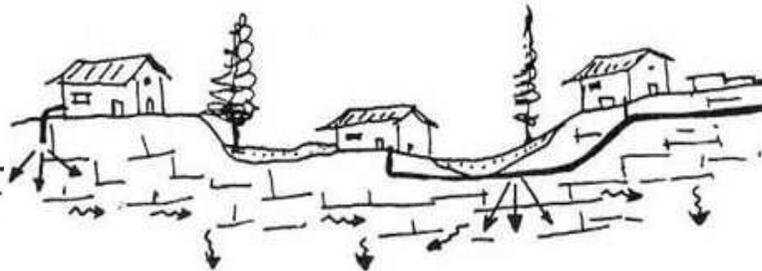


LE GROTTI DI FREQUENTE DIVENGONO RICETTACOLO DI OGNI GENERE DI RIFIUTI, E LO SPETTACOLO CHE SI PRESENTA AGLI OCCHI DEGLI SPELEOLOGI È TUTT'ALTRO CHE “NATURALE”.

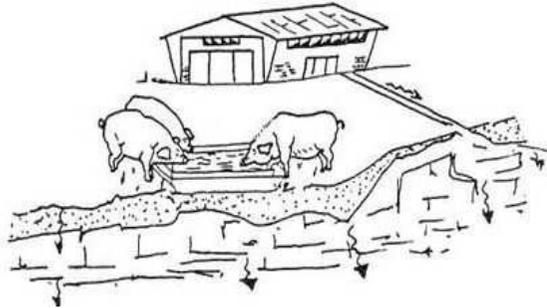


LE FONTI DI INQUINAMENTO ANTROPICO SONO DI VARIO TIPO:

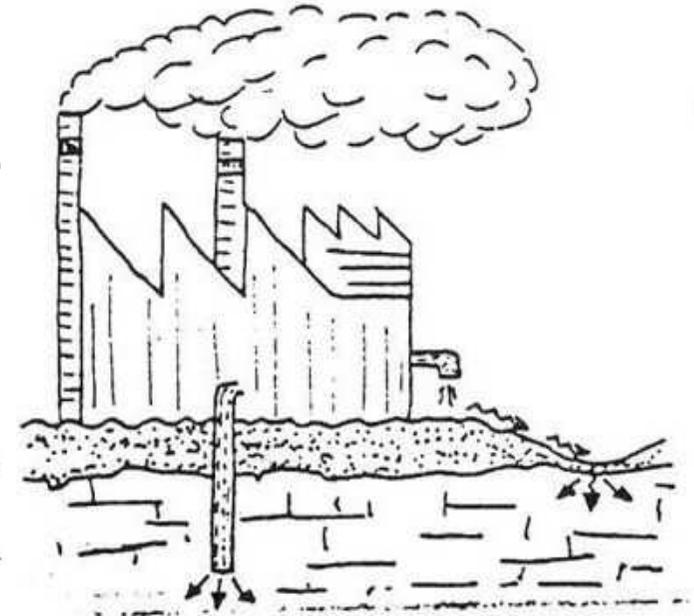
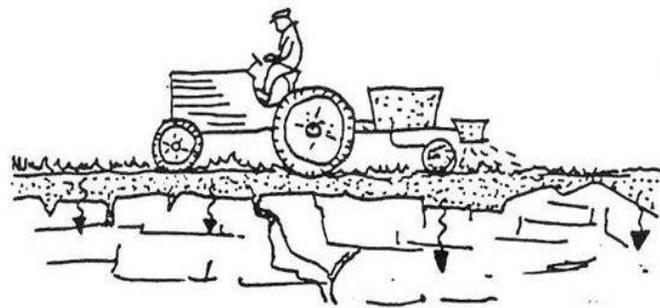
- civile (fogne,
discariche...)



- industriale



- zootecnico
- agricolo

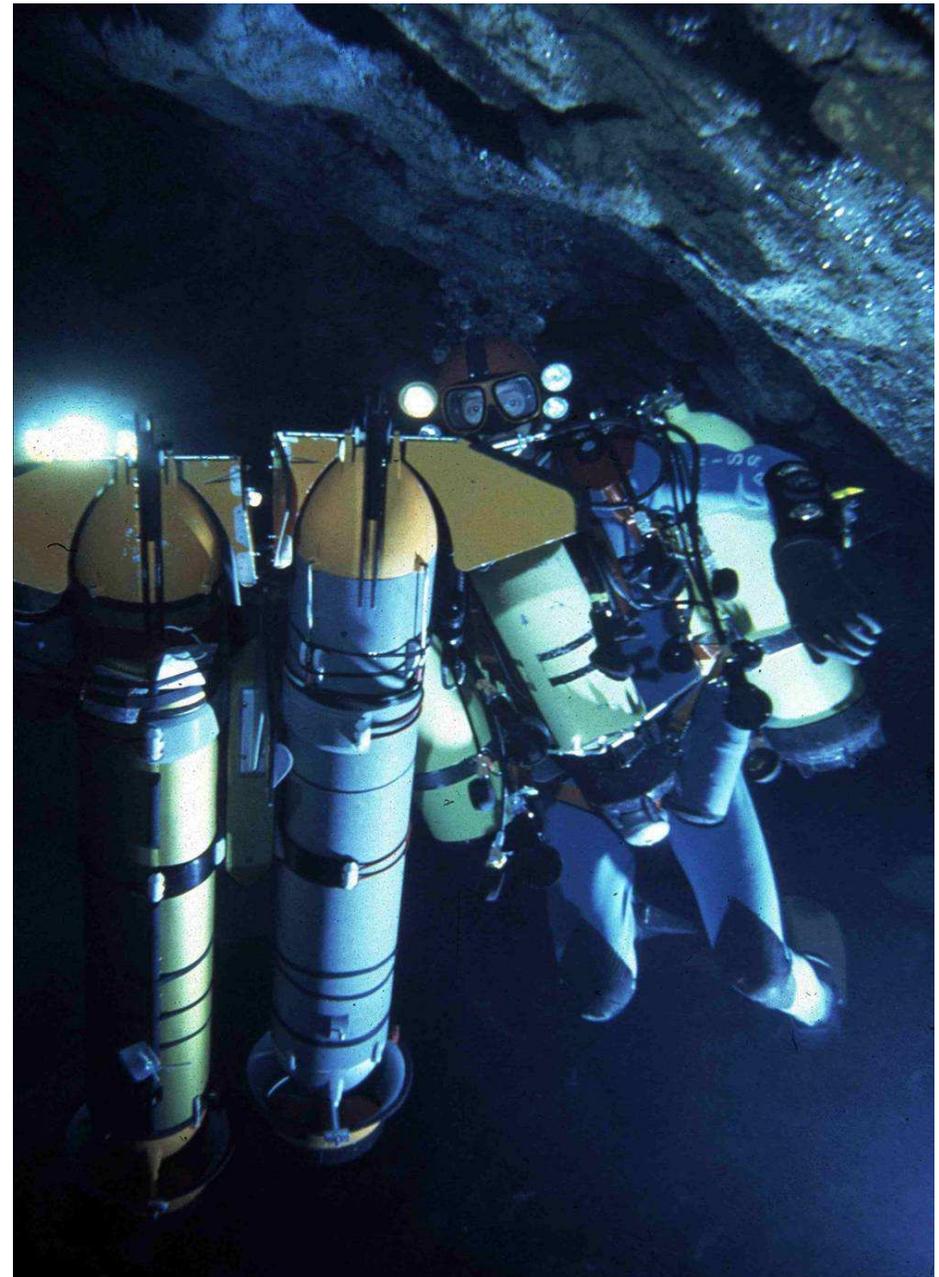




**STORIA E GEOGRAFIA
DELLA SPELEOLOGIA SUBACQUEA**

DALLE PRIME IMMERSIONI IN APNEA CON UNA CANDELA NASCOSTA IN UN CONTENITORE SIGILLATO, ALLE ESPLORAZIONI CON AUTORESPIRATORE A CIRCUITO CHIUSO, CON AUTONOMIE DI 24 ORE A OLTRE 200 M DI PROFONDITÀ, LA SPELEOLOGIA SUBACQUEA SI È EVOLUTA ENORMEMENTE NEL CORSO DEI 131 ANNI DELLA SUA STORIA.

OGGI L'ESPLORAZIONE DELLE GALLERIE ALLAGATE NON È SOLO LEGATA AI RECORD IN DISTANZA E PROFONDITÀ, MA HA FORNITO RISULTATI ANCHE IN SETTORI MOLTO DIVERSI





GROTTE

**GALLERIE ASCIUTTE ESPLORABILI CON
ATTREZZATURA SPELEO
(CORDE, MANIGLIE, BLOCCANTI ...).**

RISORGENZE

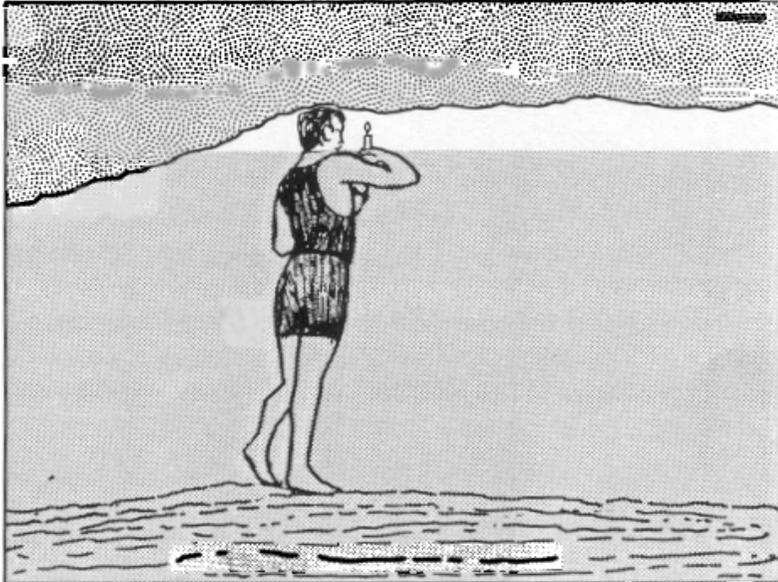
**GALLERIE SOMMERSE A PARTIRE
DALL'INGRESSO.**

GROTTE CON SIFONI

**GALLERIE IN PARTE ALLAGATE E IN PARTE
ASCIUTTE (RICHIEDONO TECNICHE MISTE
SPELEO E SPELEOSUBACQUEE); SONO
NOTE ANCHE CON IL TERMINE DI "FOND
DE TROU".**

GROTTE MARINE

**CAVITÀ IL CUI INGRESSO AVVIENE SOLO
DAL MARE E DIRETTAMENTE
CON ATTREZZATURA SPELEOSUBACQUEA.**



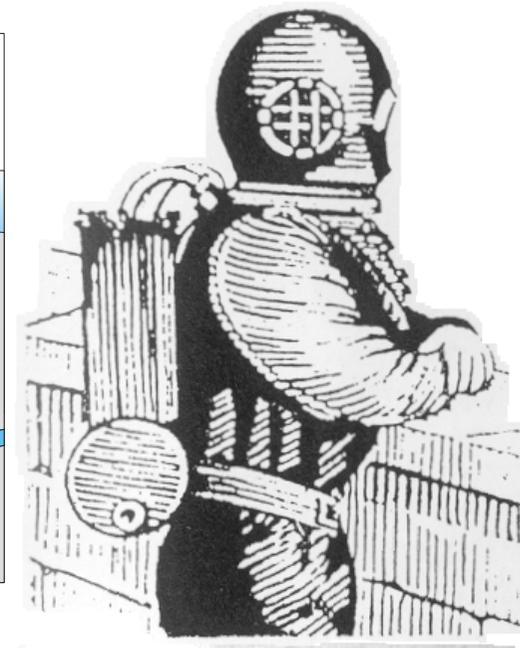
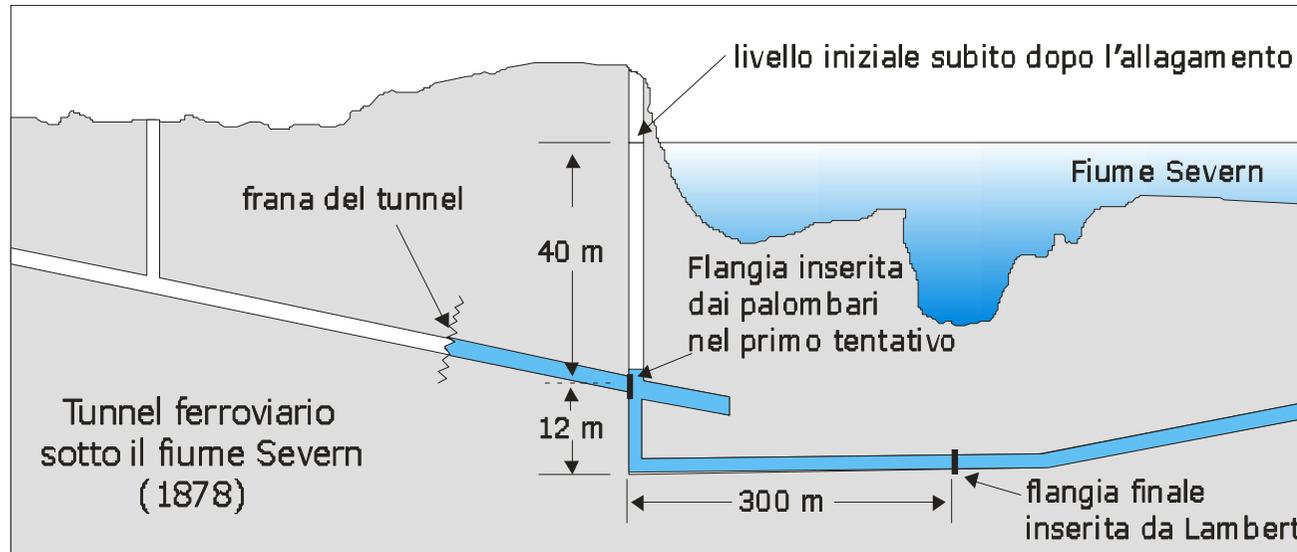
IL PALOMBARO OTTONELLI SCENDE A 23 METRI DI PROFONDITÀ NEL 1878 A VAUCLUSE.

LAMBERT RAGGIUNGE I 300 METRI DI DISTANZA DALL'INGRESSO IN UNA GALLERIA ARTIFICIALE A 12 METRI DI PROFONDITÀ, CON UN SISTEMA DI RESPIRAZIONE SIMILE ALL'ARO (1880).

CASTERET, IL FAMOSO SPELEOLOGO FRANCESE, IMMERGENDOSI IN APNEA IN UNA GALLERIA ALLAGATA, SCOPRE ALCUNE TRA LE PIÙ INTERESSANTI PITTURE RUPESTRI RITROVATE IN EUROPA (1922).



NEL 1956 MAUCCI S'IMMERGE NEL TIMAVO, DAL SALONE DI FONDO DELLA GROTTA DI TREBICIANO (A 330 METRI SOTTO LA SUPERFICIE) CON UN ARO, PERCORRENDO IN FAVORE DI CORRENTE UNA CINQUANTINA DI METRI.



NEL 1880, DURANTE LA COSTRUZIONE DI UNA GALLERIA FERROVIARIA SOTTO IL FIUME SEVERN, FU INTERCETTATA UNA GROSSA FRATTURA CHE CAUSÒ UN ALLAGAMENTO COMPLETO IN CIRCA 24 ORE. IN UN PRIMO TENTATIVO ALCUNI PALOMBARI RIUSCIRONO A CHIUDERE IL TUNNEL LATERALE DA CUI PROVENIVA PARTE DELL'ACQUA A 40 METRI DI PROFONDITÀ. MA LA SOLUZIONE COMPLETA VENNE GRAZIE AD UN AUTORESPIRATORE AUTONOMO AD OSSIGENO, SENZA LA FORNITURA DI ARIA COMPRESSA DALLA SUPERFICIE. UTILIZZANDO QUESTO APPARECCHIO LAMBERT RIUSCÌ A CHIUDERE LA GALLERIA A 300 METRI DALLA BASE DEL POZZO DI VENTILAZIONE E A 12 METRI DI PROFONDITÀ, NELL'OSCURITÀ TOTALE.

DAGLI ANNI '70 AD OGGI



1970, IN SARDEGNA FERRI-RICCHI ESPLORA LA RISORGENZA MARINA DI CALA LUNA PER 470 M.

1973, HASENMAYER ESPLORA LA RHINQUELLE DA SOLO PER 930 M.

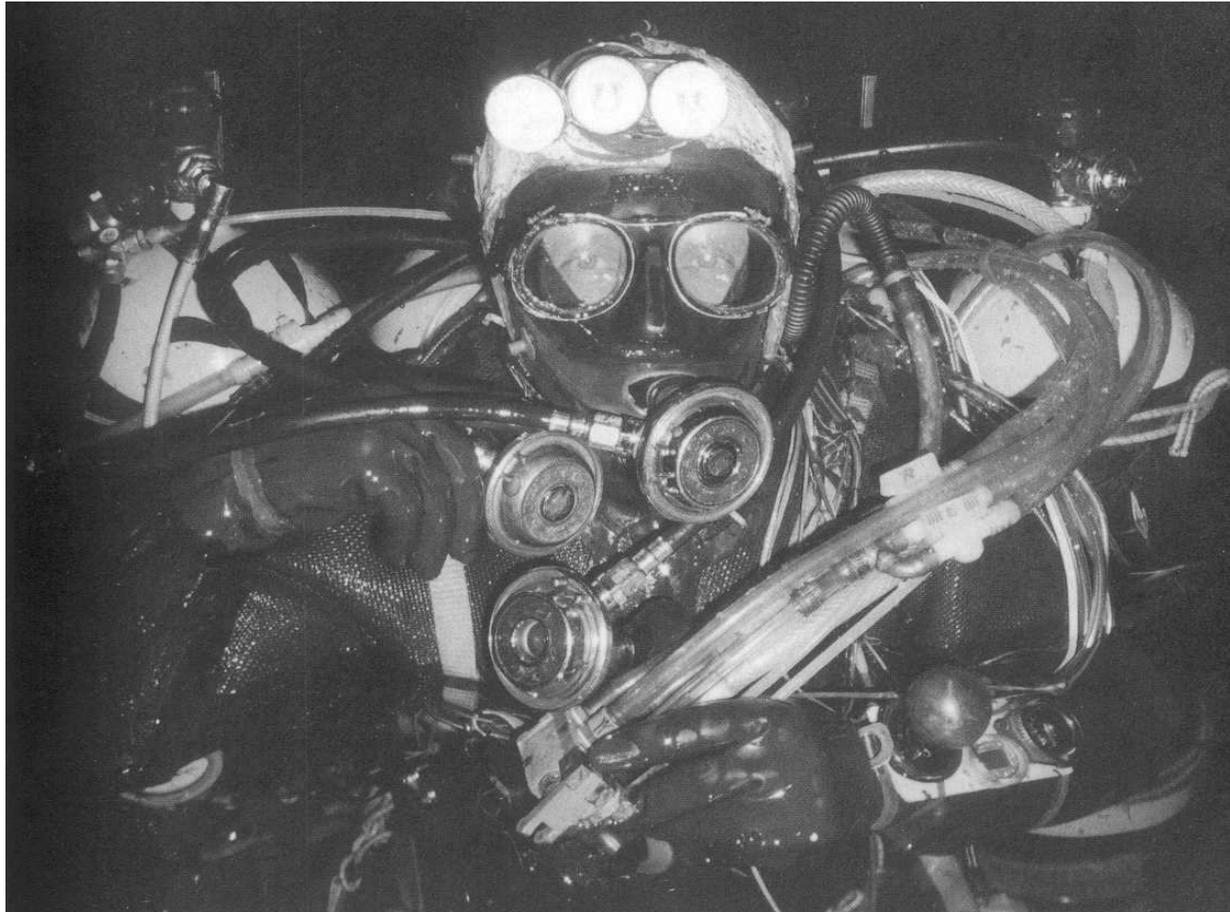
1983, LE GUEN E POI MORRISON RAGGIUNGONO I 6090 M DALL'INGRESSO NELLE GALLERIE SOMMERSE DELLA PIANA DI NULLARBOR IN AUSTRALIA.

1983, HASENMAYER TOCCA I 205 M DI PROFONDITÀ A VAUCLUSE.

1996, GOMES SCENDE A 282 M NEL POZZO DI BUSHMANS GAT.

1998, LA SQUADRA DEL WKPP PERCORRE 5506 M NELLE SORGENTI DI WAKULLA.

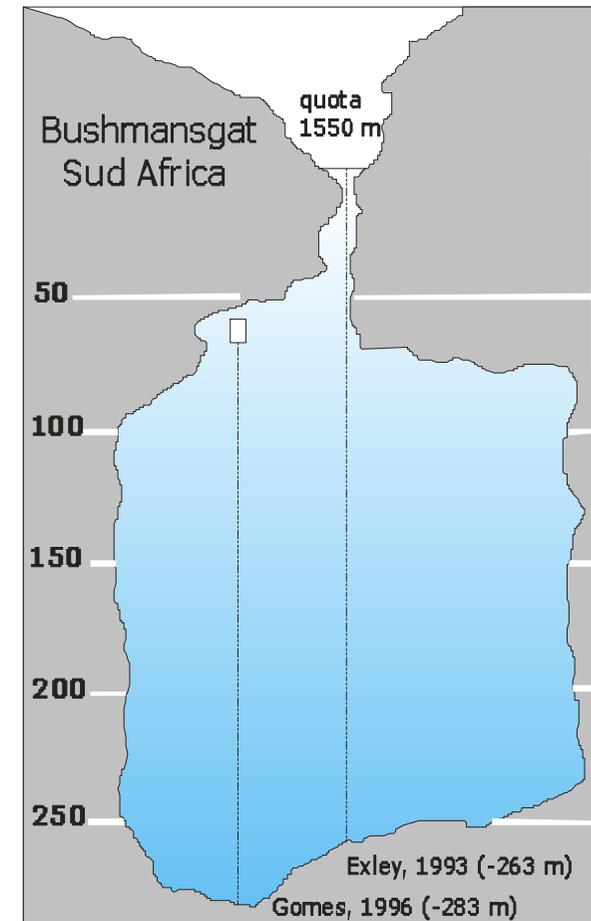
2007, IN MESSICO SONO COLLEGATI I DUE MAGGIORI SISTEMI CARSIICI SUBACQUEI AL MONDO: NOHOCH NAH CHICH E SAC ACTUN, CON UNO SVILUPPO COMPLESSIVO DI 153 KM.



(foto Arch. Hasenmayer)

**J. HASENMAYER, UNO DEI PRECURSORI DELLE MODERNE
TECNICHE SPELEOSUBACQUEE, NEL 1983 AL TERMINE
DELLA IMMERSIONE IN SOLITARIA ALLA SORGENTE DI
VAUCLUSE IN FRANCIA**

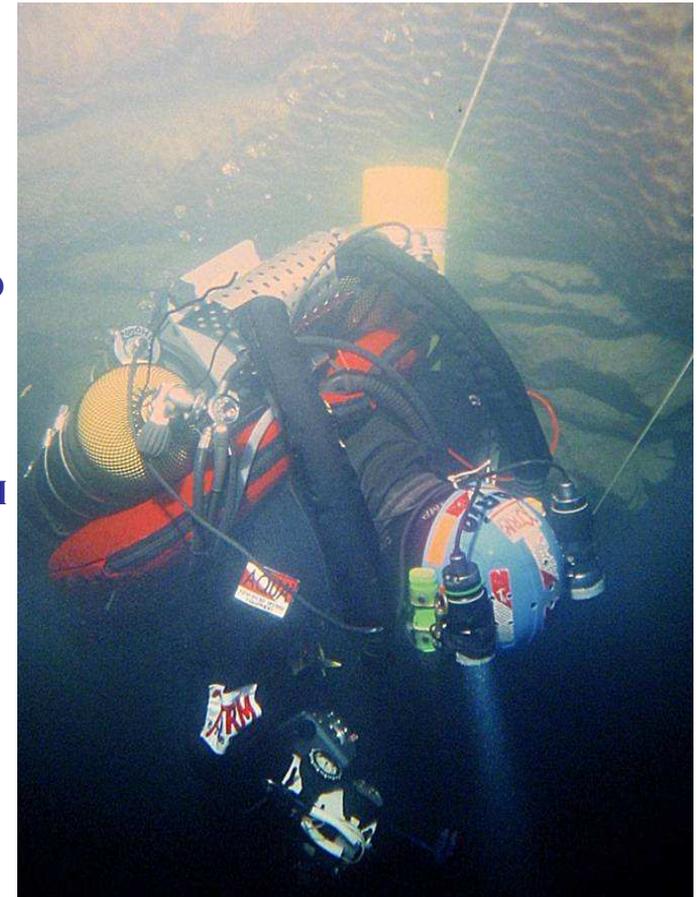
**IL SUDAFRICANO N. GOMES
RAGGIUNGE NEL 1996 IL
FONDO DI BUSHMANSGAT, A
- 282 M.**





NEGLI ULTIMI 20 ANNI LE ESPLORAZIONI SPELEOSUBACQUEE HANNO CONOSCIUTO UNO SVILUPPO IMPENSABILE E QUESTO GRAZIE SOPRATTUTTO ALL'USO DEGLI SCOOTER SUBACQUEI E DEGLI AUTORESPIRATORI A CIRCUITO CHIUSO E SEMI CHIUSO.

I PRIMI PERMETTONO DI EFFETTUARE LUNGHE PROGRESSIONI IN DISTANZA CON BASSI CONSUMI D'ARIA E VARIE BOMBOLE DI RISERVA, I SECONDI LUNGHE PERMANENZE AD ELEVATA PROFONDITÀ.





LE PIÙ PROFONDE GROTTA SOMMERSE ESPLORATE IN ITALIA:

- **POZZO DEL MERRO 392 M, CON ROV (VIGILI DEL FUOCO DI ROMA)**
- **GORGAZZO -212 M (L.CASATI), 2008**
- **ELEFANTE BIANCO -189 M (L. CASATI), 2010**
- **LA FOCE -141 (L.CASATI), 2010**
- **GRAVA DI S.GIOVANNI -138 (L.CASATI), 2005**
- **SU GOLOGONE - 135 (A. CAVEDON), 2012**
- **FONTANAZZI -130 (L. CASATI), 2011**
- **888LO -123 (L.PEDRALI), 2008**
- **GROTTA DEL LUPO -121 (A.CAVEDON), 2012**

GROTTE PIU LUNGHE

| n° | Length (m) ↑ | Cave | Country | Depth (m) |
|----|--------------|--|---------|-----------|
| 1 | 233253 | Sistema Ox Bel Ha | Mexico | 34.7 |
| 2 | 215378 | Sistema Sac Actun (Nohoch Nah Chich) | Mexico | 101.2 |
| 3 | 81900 | Sistema Dos Ojos | Mexico | 119.1 |
| 4 | 55297 | Sistema K'oox Baal- Sistema Tux Kupaxa | Mexico | 26.2 |
| 5 | 51483 | Wakulla-Leon Sinks Cave System | USA | 106.7 |
| 6 | 51439 | Cenote Xunaan Ha | Mexico | 27.1 |
| 7 | 30566 | Sistema Toh Ha | Mexico | 12.8 |
| 8 | 26972 | Sistema Caracol | Mexico | N/A |
| 9 | 24432 | Sistema Naranjal (Najaron-Maya Blue) | Mexico | 34.7 |
| 10 | 18288 | Beacon Woods - Waynes World System | USA | 48.8 |

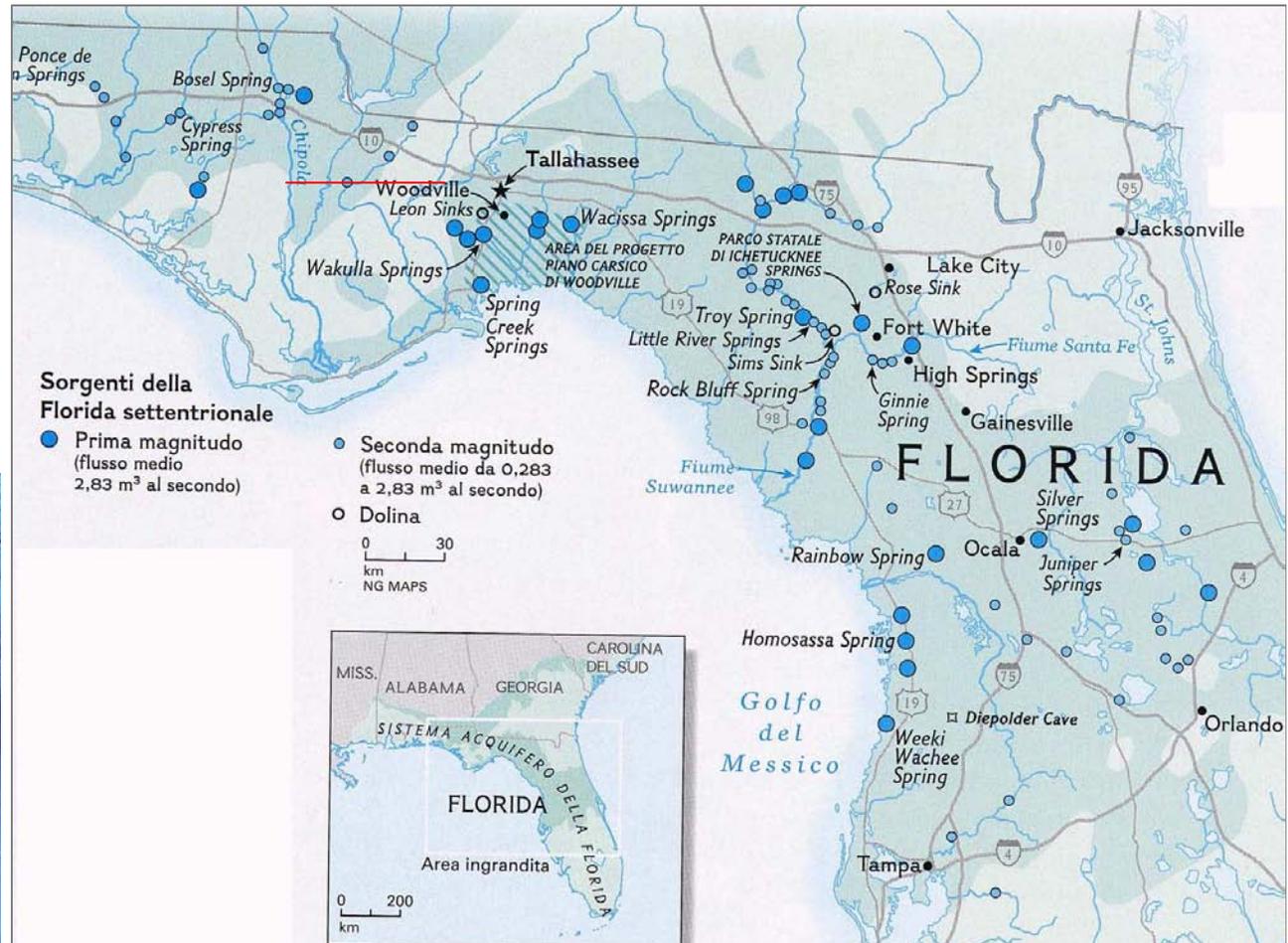
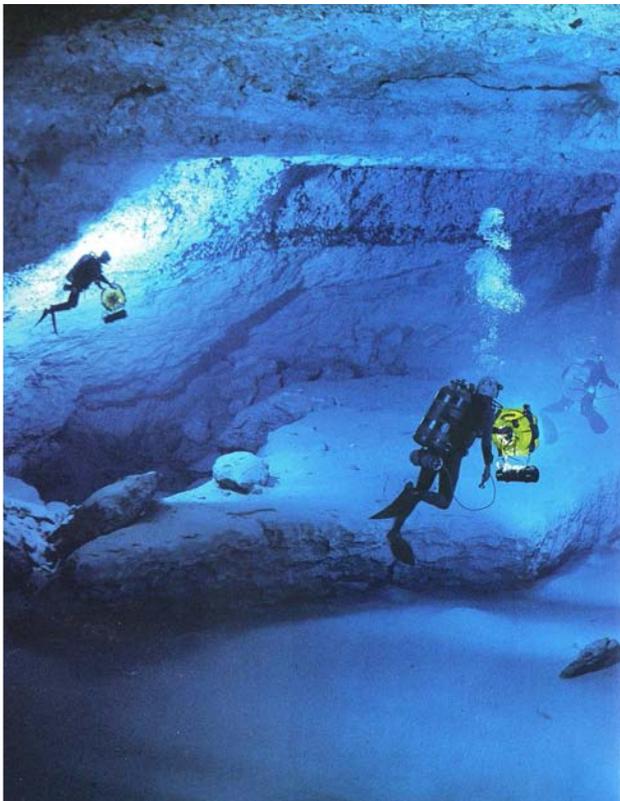
GROTTE PIU PROFONDE

| n° | Depth (m) | Name | Location | Year |
|----|-----------|--------------------------------|----------------------------------|------|
| 1 | 282,6 | Nuno Gomes | Boesmansgat, South Africa | 1996 |
| 2 | 281,9 | Jim Bowden | Zacaton, Mexico | 1994 |
| 3 | 274 | Gilberto Menezes de Oliveira | Lago Azul, Brazil | 2002 |
| 4 | 264 | Sheck Exley | Nacimiento del Mante, Mexico | 1989 |
| 5 | 240 | Cedric Verdier, Ben Reymenants | Sra Keow Cave, Thailand | 2007 |
| 6 | 240 | Pascal Bernabe | Fontain de Vaucluse, France | 1997 |
| 7 | 220 | Gilberto Menezes de Oliveira | Mysterious Lagoon, Brazil | 1998 |
| 8 | 217 | Krzysztof Starnawski | Hranicka Propast, Czech Republic | 2012 |
| 9 | 212 | Luigi Casati | Matka Vrelo, Macedonia | 2010 |
| 10 | 212 | Luigi Casati | Gorgazzo - Italia | 2008 |

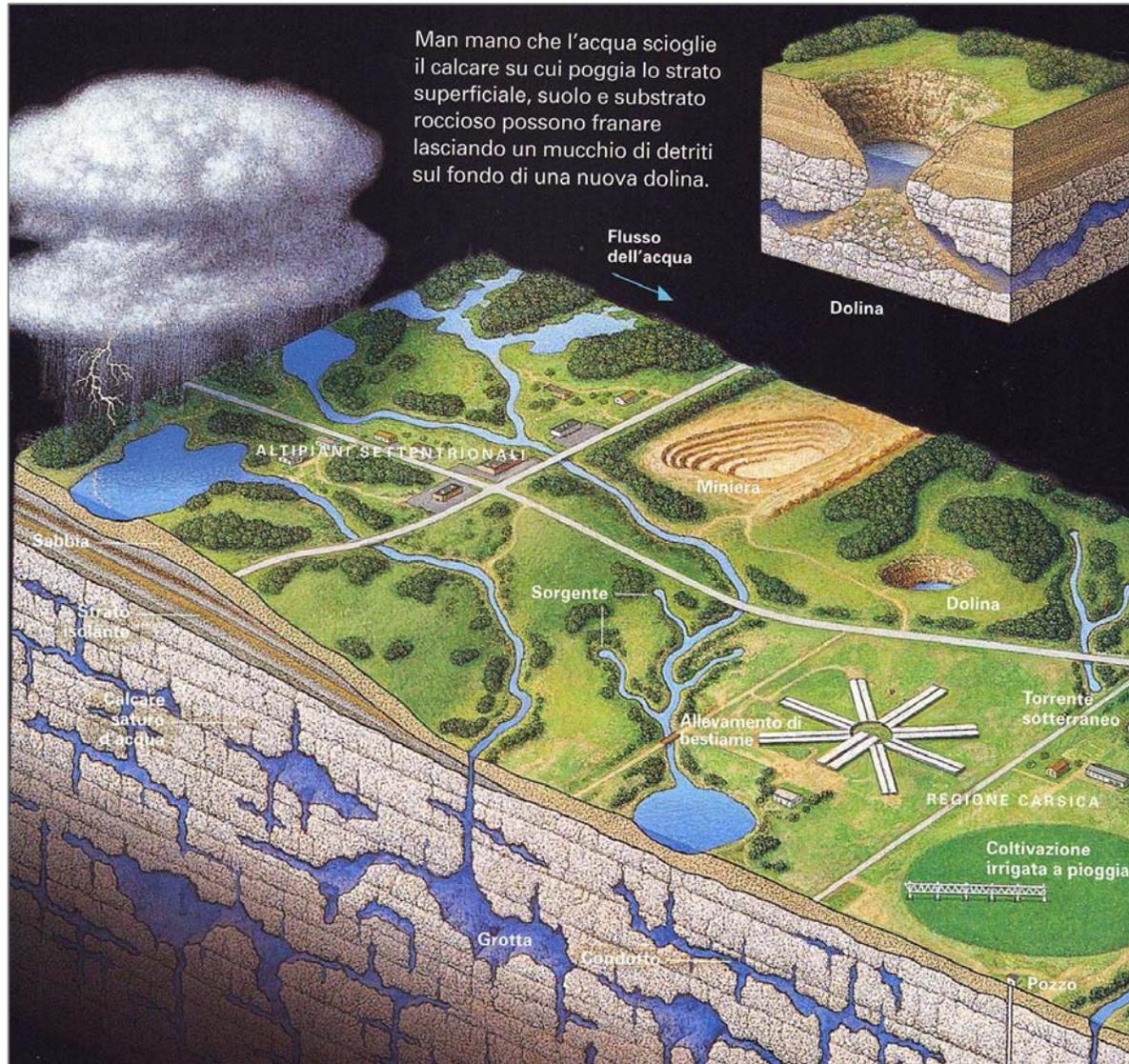


**“ESISTONO SPELEOSUB ANZIANI
E SPELEOSUB TEMERARI,
MA NON ESISTONO SPELEOSUB
ANZIANI E TEMERARI”**

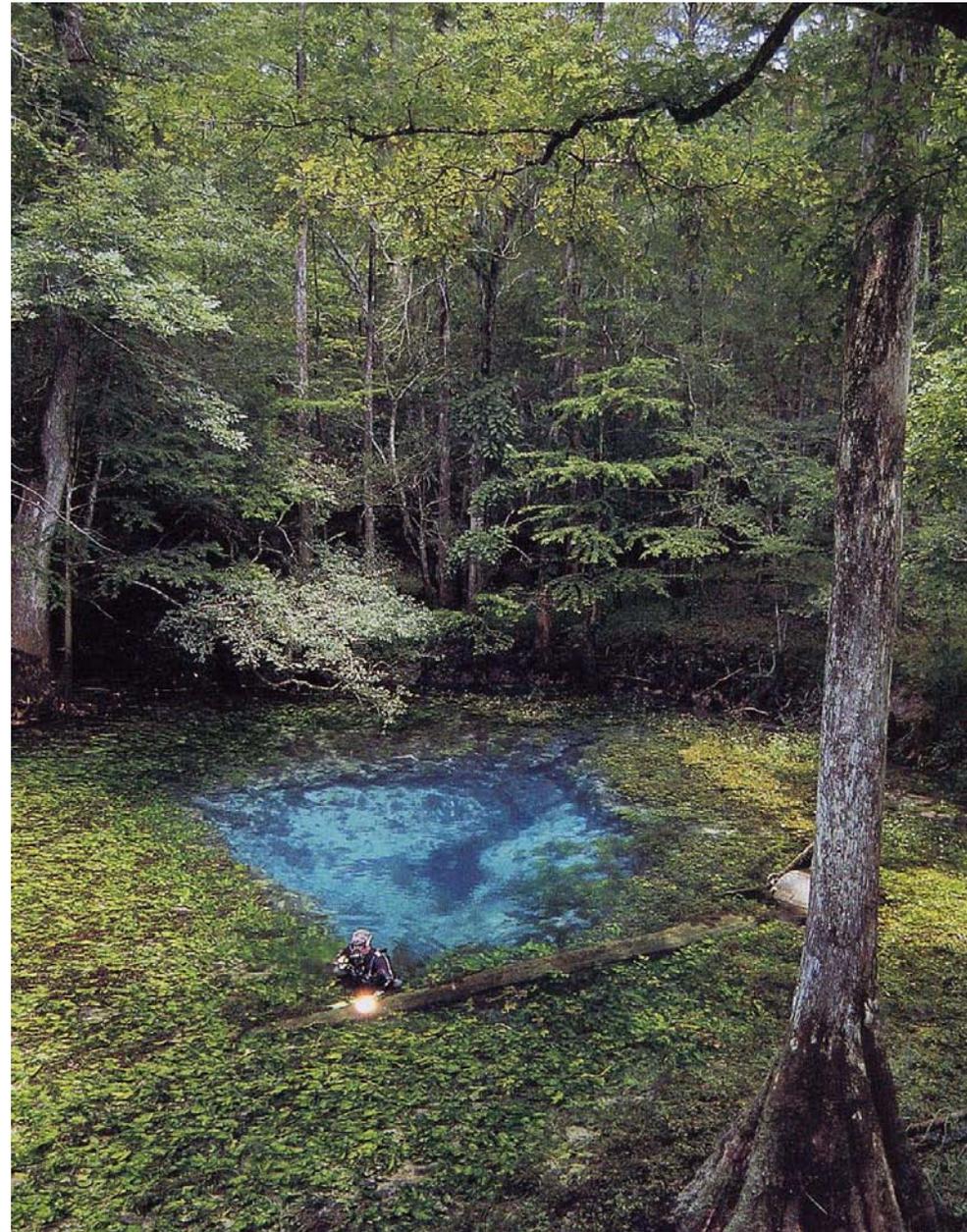
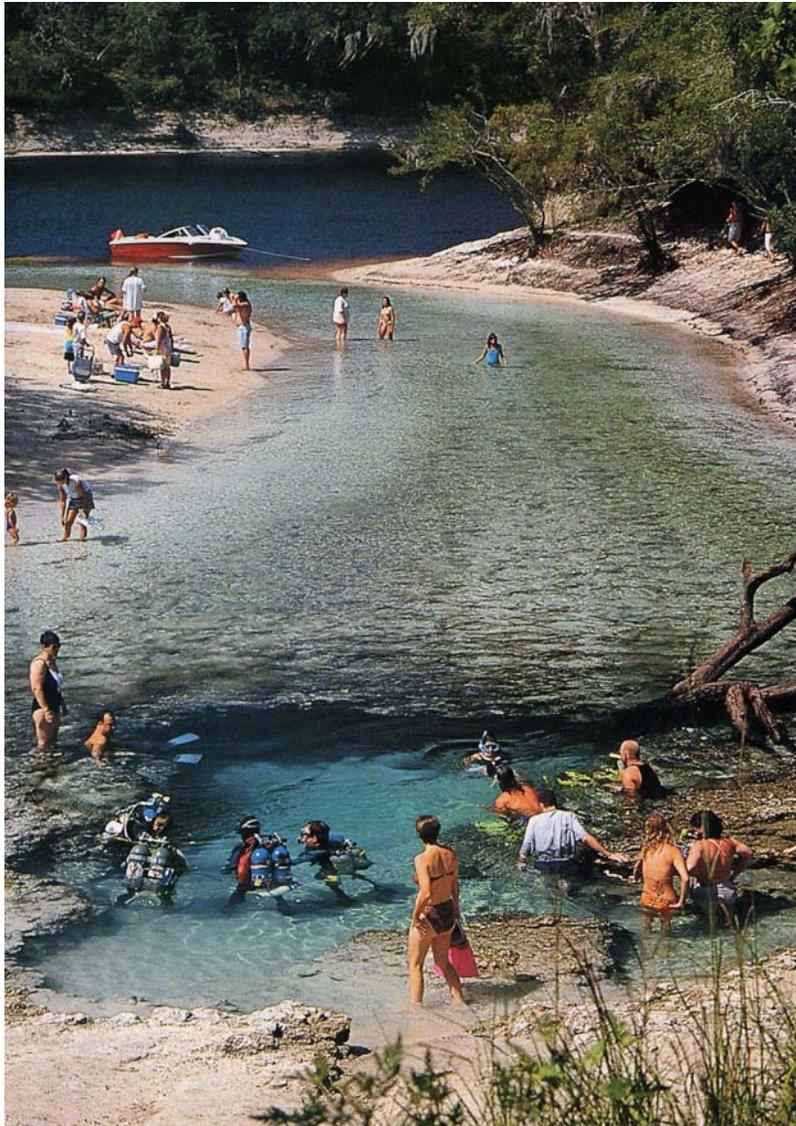
GROTTE NEL MONDO



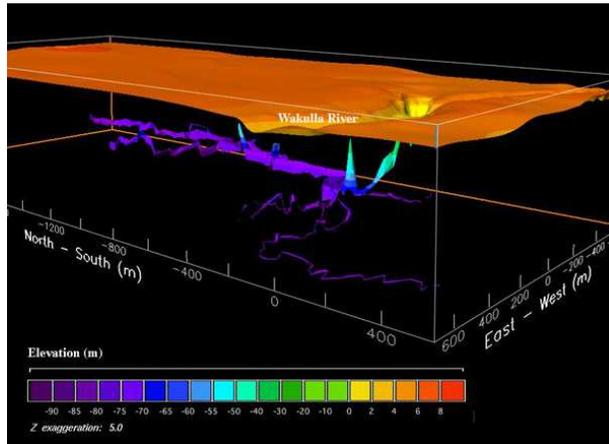
I "SANTUARI" DELLA SPELEOLOGIA SUBACQUEA ... LA FLORIDA ...



...DOVE UNA REGIONE ENORME CONVIVE CON LE PROBLEMATICHE CLASSICHE DEGLI AMBIENTI CARSICI, MA QUASI ESCLUSIVAMENTE SUBACQUEI.



WAKULLA SYSTEM



D-Tunnel
Dotted line entrance
depth: 27m (90ft)

Channel Junction: 93m (304') beneath the park entrance road (marked white lines) the small clear water that joins the massive A-Tunnel

Grand Canyon Dome
Dome more than 50m (170') wide and just 2m (7ft) below the surface

Twin Tunnels: How Big is Wakulla?
This computer-generated cross section takes a 5m (16') thick vertical slice through Kolumba and the main A-Tunnel at the Onda Grande

Axes of the Onda Grande
big enough to handle a 4-lane Interstate Highway. Each 3D data point is registered to the NAD83 USGS datum

Kolumba Ingress
is large, but slowly stays clear

Over the Onda Grande aka "The Mountain"
Depth: 32m (107')

The X-Tunnel Bypass
Depth: 90m (295')

Making the 3D Map
The Wakulla 3D map was generated from a series of 3D scans of the cave system. Each scan is a 3D point cloud of the cave walls, floor, and ceiling. The scans are then aligned and combined into a single 3D model of the cave system.

Wakulla
Wakulla County

Three Dimensional D
Dr. Barbara A. Dr. Barbara A. December 1, 1998

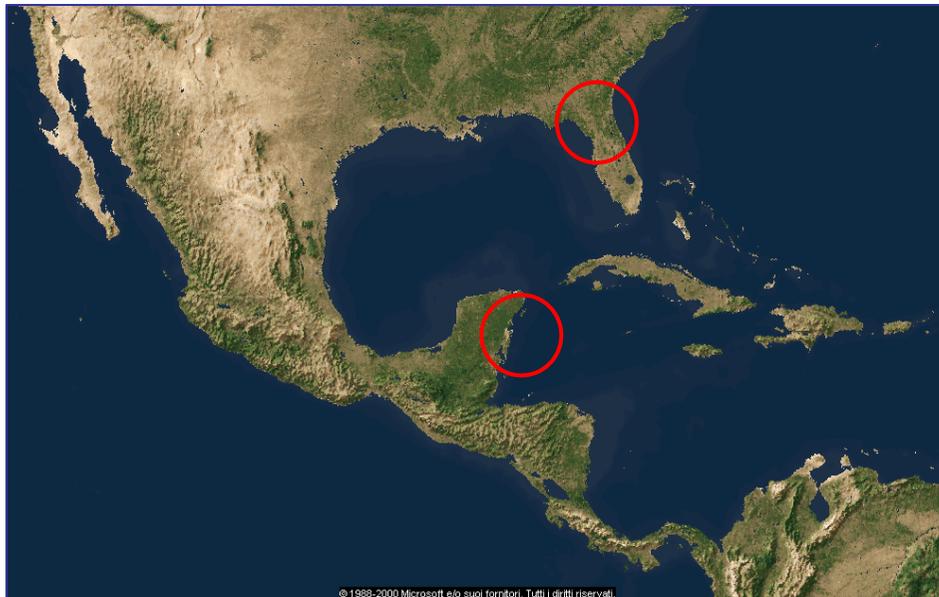
Digital Wall Maps
Dr. Bill A. Nigel J. Michael G. Richard H. Steve T. Paul B. Brian P. Dr. Fred S.

Wakulla 2 E
U.S. Deep Caves December 1, 1995

Expedition M
Bill B. John J. Jim H. Paul H. Steve T. Jeff J. Chris C. Wendy E. Brent E. Jason H. Lee H.

Core T
Jim H. Paul H. Steve T. Jeff J. Chris C. Wendy E. Brent E. Jason H. Lee H.

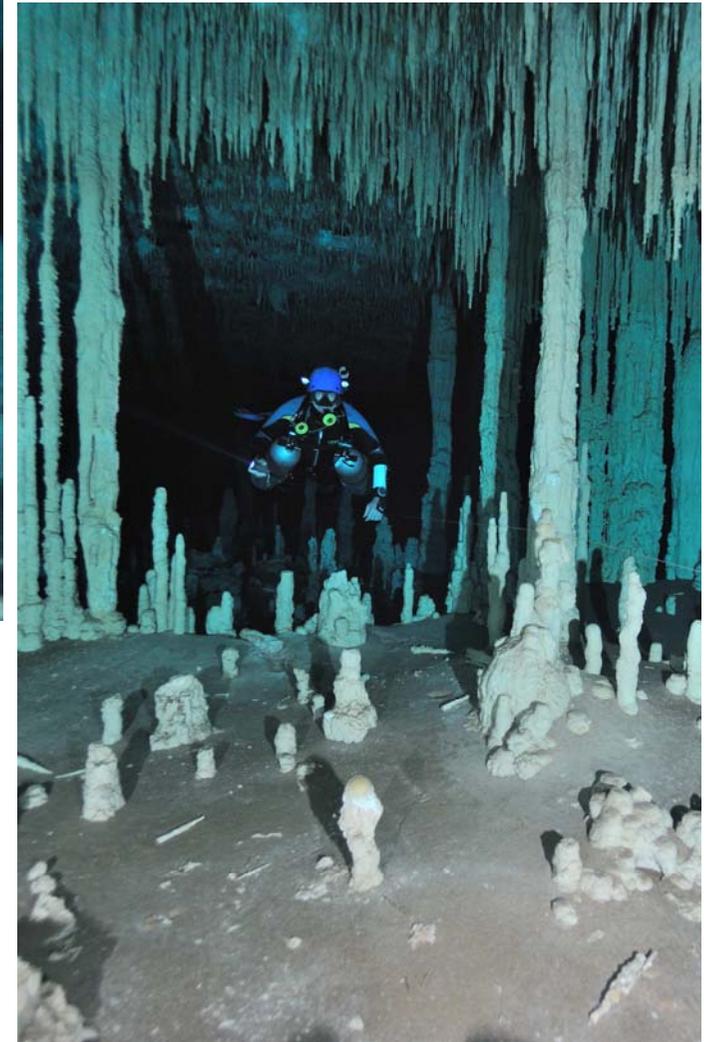
Support
Richard A. Doug A. Steve A. Kristen B. Richard B. Mike B. Paul B. Stephen C. Ken C. Lou C. Pat C. Fred C. Barbara D. Joe D. Mark D. Lee F.



DI FRONTE ALLA FLORIDA LO YUCATAN PRESENTA ANALOGHE CARATTERISTICHE, I “CENOTES” RISORGENZE DI ACQUA DOLCE SACRE AI MAYA.



SI TRATTA DI ANTICHE GROTTI, FORMATESI IN AMBIENTE AEREO E SUCCESSIVAMENTE SOMMERSE, CAVITÀ CHE PRESENTANO FENOMENI DI CONCREZIONAMENTO FUORI DAL COMUNE E VISIBILITÀ FINO A 200 METRI. RAPPRESENTANO I SISTEMI CARSICI SUBACQUEI PIÙ ESTESI DEL MONDO.





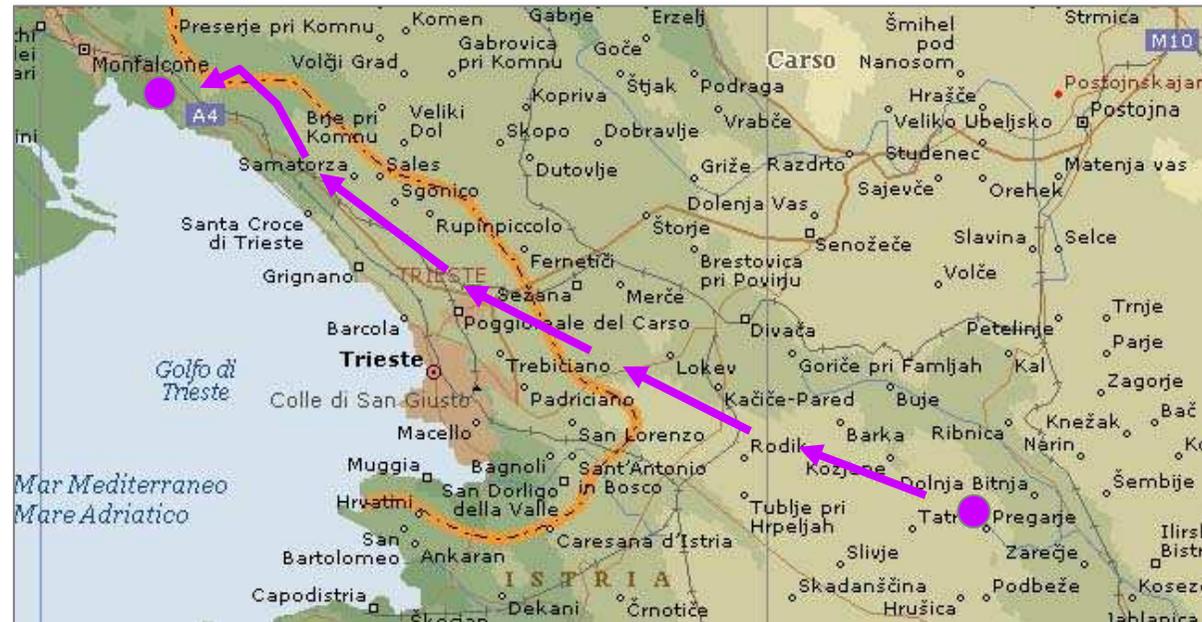
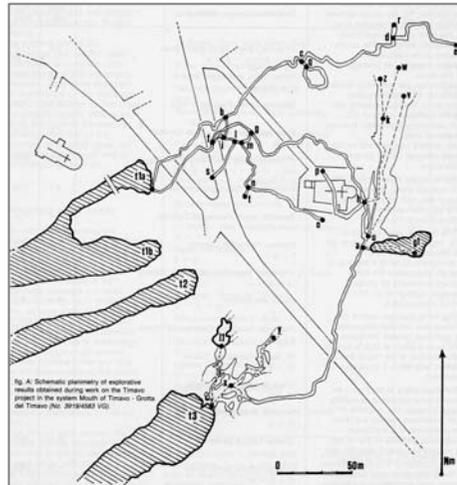
RUSSIA: ORDA CAVE È IL PIÙ ESTESO SISTEMA DI GROTTA SUBACQUEE DELLA RUSSIA ED IL SECONDO NELL'EUROASIA (4,4 KM) SI APRE ALL'INTERNO DI UNA LENTE DI GESSI. NEL 2008 ORDA CAVE È STATO INSERITO NELLA LIST OF UNESCO WORLD NATURAL HERITAGE.



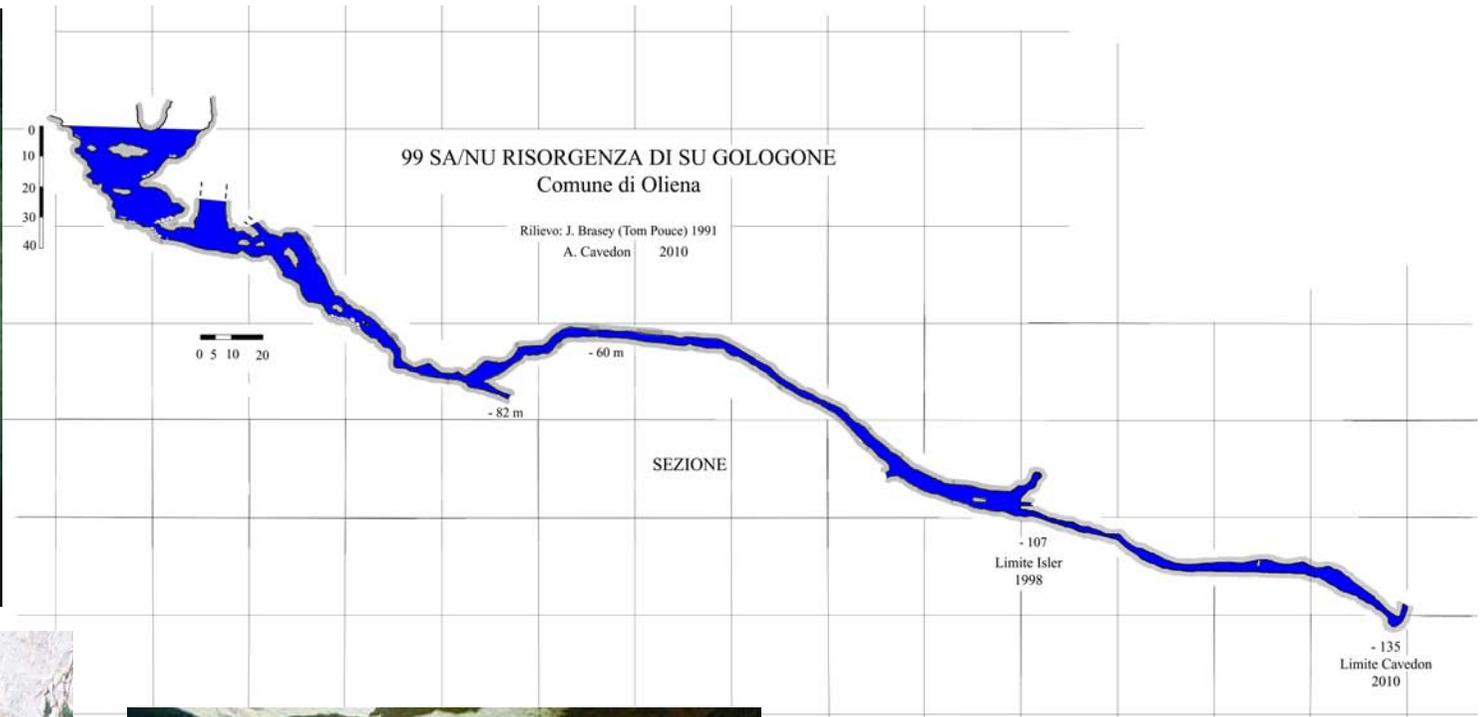
ZONE PIÙ VICINE A NOI, CHE PRESENTANO FENOMENI CONFRONTABILI, SEPPURE MENO FAMOSI ED ECCEZIONALI, SONO IL SUD-EST DELLA FRANCIA, IL NORD-EST ITALIANO, LA SARDEGNA ED ALCUNE AREE DEL CENTRO-ITALIA.



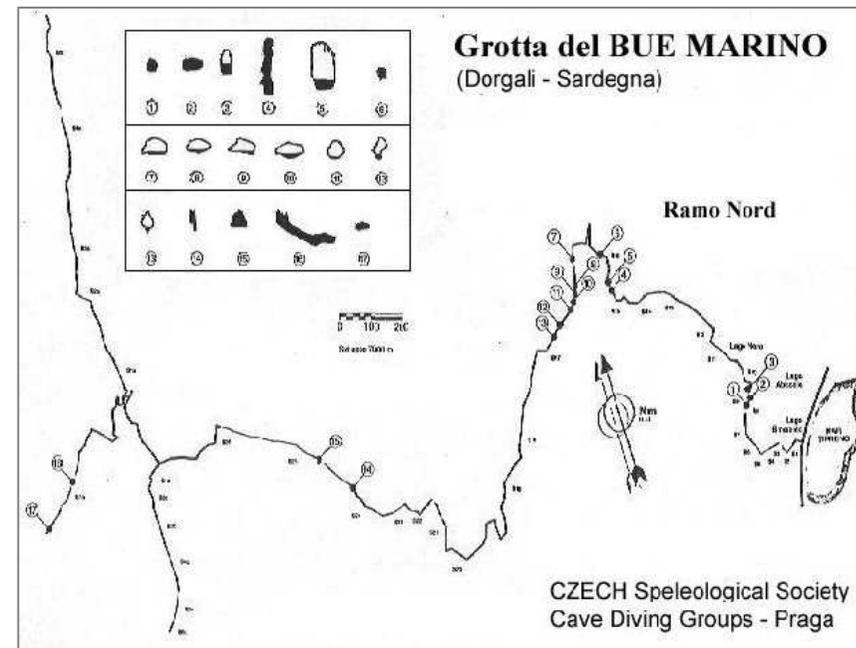
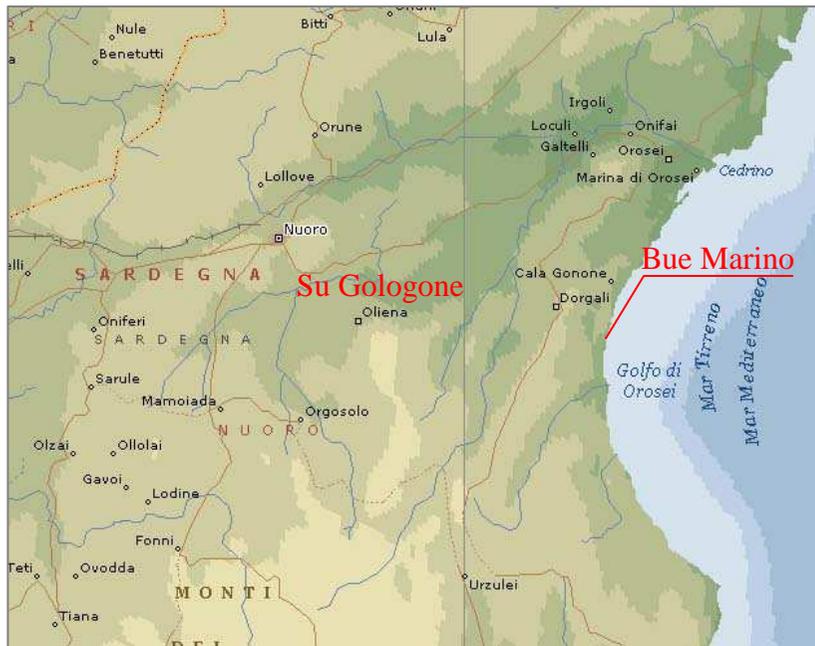
...IL TIMAVO ...



TIMAVO (SLOVENO *REKA*), FIUME CHE NASCE IN SLOVENIA ED È TRIBUTARIO DEL MAR ADRIATICO. LUNGO 89 KM, HA ORIGINE ALLE PENDICI DEL MONTE NEVOSO E DOPO AVER PERCORSO UNA PROFONDA VALLE CARSICA SI INABISSA NELLA VORAGINE DI SAN CANZIANO; IL SUO CORSO RIMANE SOTTERRANEO PER CIRCA 40 KM, PER TORNARE ALLA SUPERFICIE PRESSO SAN GIOVANNI AL TIMAVO; DOPO APPENA DUE CHILOMETRI SFOCIA NEL GOLFO DI MONFALCONE.

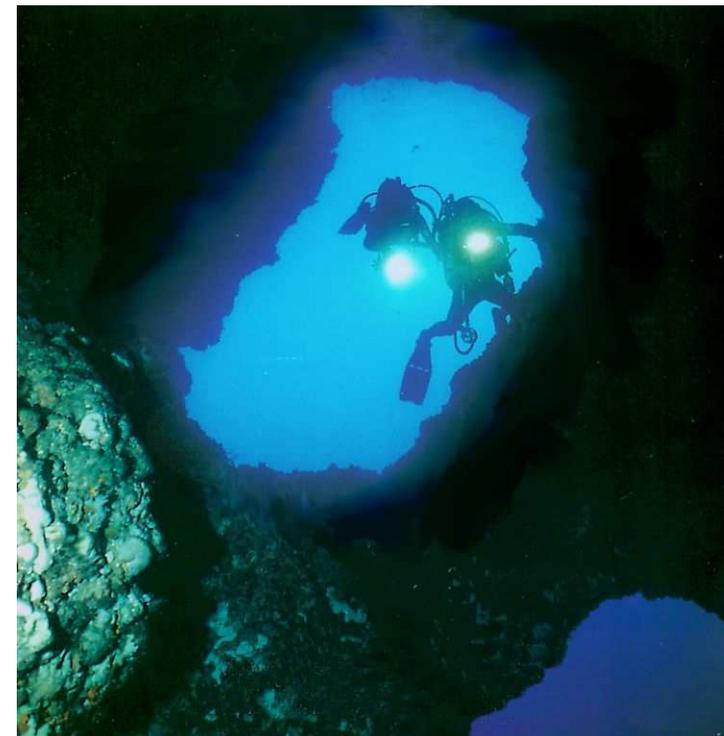
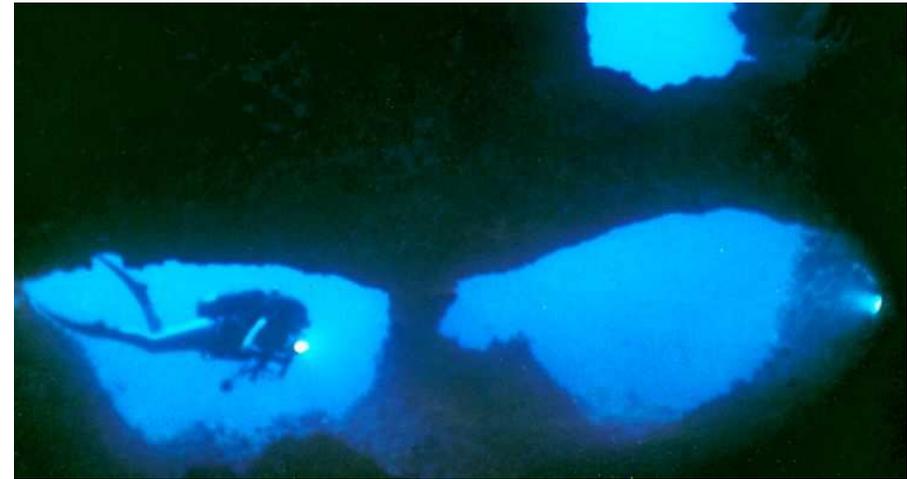


... LA SARDEGNA...

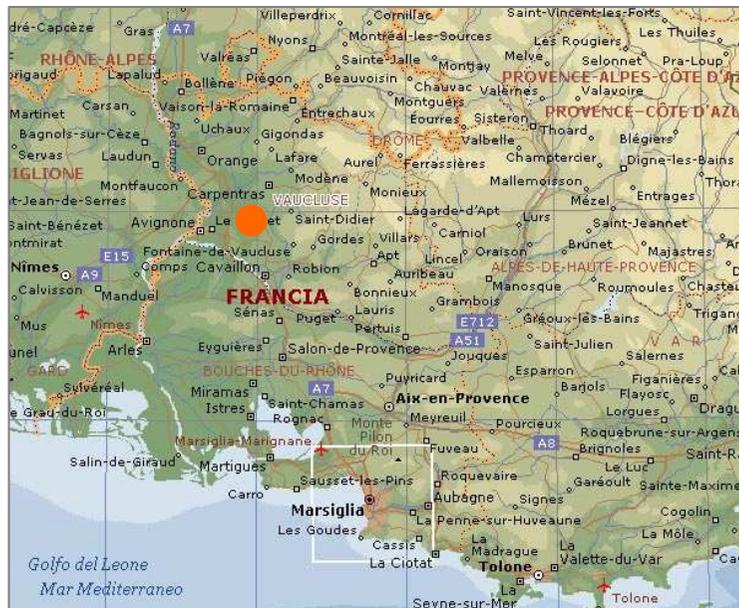
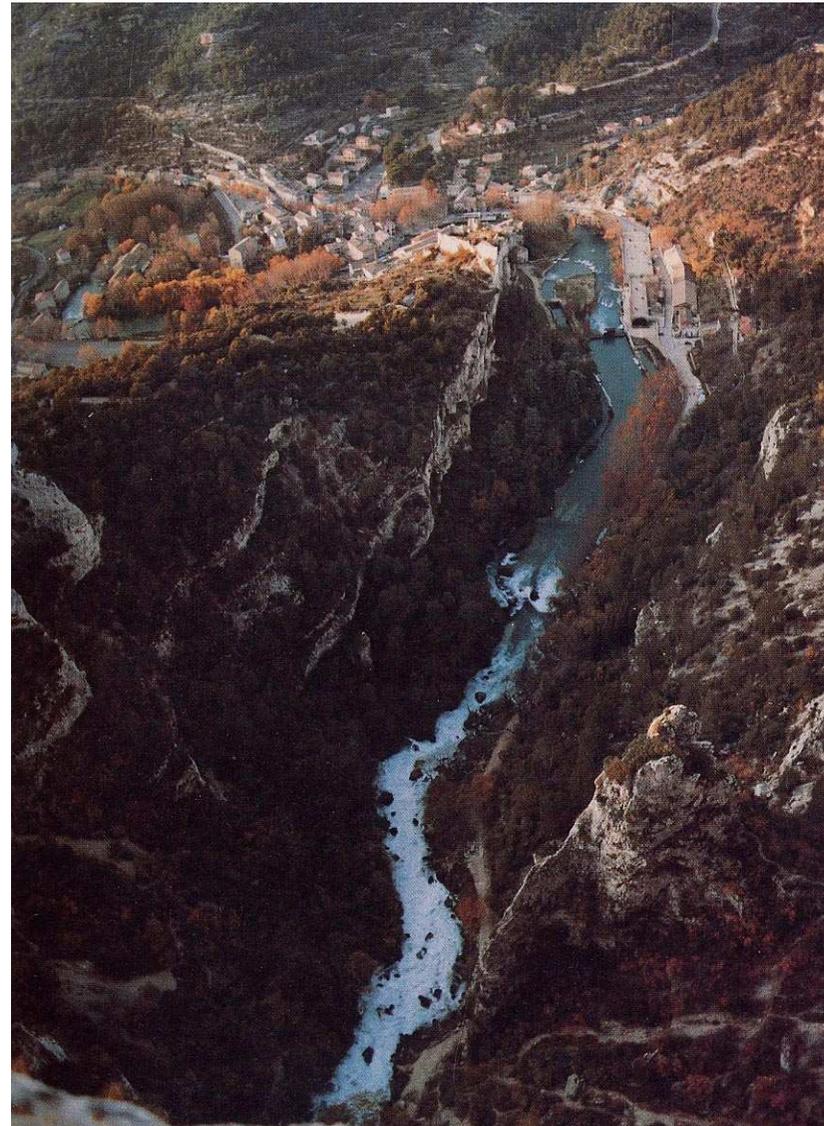
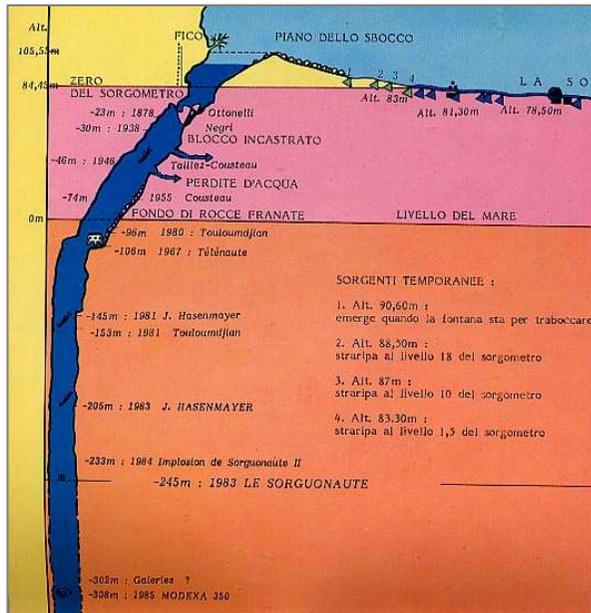




CENTRO-ITALIA



CAPO PALINURO



FONTAINE DE VAUCLUSE

