

Una grotta tra terra e mare



LA VENTA
ESPLORAZIONI GEOGRAFICHE



Leonardo Piccini

Dove comincia il mare?

Terra e mare, due mondi separati, distinti. È quello che percepiamo normalmente, condizionati forse dalle carte geografiche che pongono sempre un limite netto tra terra emersa e mare. Una sottile linea nera, ben marcata, che rimane tale anche nelle carte a grande scala.

In realtà il limite tra terra e mare non è poi così netto, né così semplice da definire, anche solo per il fatto che il mare non sta mai fermo (neanche di notte, come cantava Paolo Conte in una sua nota canzone).

Com'è noto, infatti, la superficie del mare si muove, soprattutto per effetto del moto ondoso e delle maree; in certe zone la marea comporta, tra ritiro ed avanzamento, uno spostamento di qualche chilometro. Possiamo ovviamente prendere la posizione media, come limite tra terra emersa e mare, anche se questo comporta il decidere prima i criteri e l'intervallo temporale su cui calcolare tale valore, visto che l'entità delle maree varia nel tempo. Se però cerchiamo di considerare il problema

A cave between land and sea

Where does the sea begin?

Land and sea, two separate and distinct worlds. This is what we normally perceive, perhaps influenced by geographical maps which always set a clear boundary between emerged lands and sea. A thin black line, well marked as it appears even on large scale maps.

In fact, the limit between land and sea is neither so clear nor so simple to determine, considering the fact that the sea is in constant movement (even in the night, as Paolo Conte sang in one of his famous songs).

As a matter of fact the sea surface moves mainly due to the effect of surging waves and the tides; in certain zones the ebb and flow of the tides produce several kilometres of movement. Obviously we can take the average position between land and sea, even if this choice means deciding beforehand the criteria and the time segment on which we should calculate this value, considering that the tides entity changes from time to time. However, things get very complicated if we try to consider the problem three-dimensionally.

in tre dimensioni il discorso si complica assai. Nelle zone costiere, le acque salate, più pesanti (di circa il 2,5 %) di quelle dolci, s'insinuano sotto alla falda acquifera presente nelle terre emerse. La separazione è rappresentata da una zona di transizione, salmastra, di spessore solitamente variabile da qualche decimetro a qualche metro. Si può dire, dunque, che il limite sotterraneo tra "terra" e "mare" si sposta, nell'entroterra, in profondità. Più scendiamo in profondità, più questo limite si allontana dalla linea di costa. La pendenza della zona di transizione, che prende il nome di "alocline" (dal greco, *halós* = sale e *κλίση* = pendenza), dipende da diversi fattori tra cui, principalmente, gli apporti d'acqua dolce dal continente e la permeabilità delle rocce acquifere; in genere la sua inclinazione è di qualche grado, per ragioni che qui sarebbe lungo spiegare. Vi sono però situazioni in cui questa regola non vale: nelle zone costiere calcaree dove si trovano grotte marine. Nelle grotte sviluppate al livello del mare l'alocline ha uno spessore molto ridotto, poiché acqua dolce e acqua salata sono in contatto diretto, e non attraverso i pori di una roccia, e la sua pendenza è praticamente uguale a zero. In altre parole, il mare s'insinua sotto una sottile pellicola d'acqua dolce per chilometri e chilometri all'interno dei continenti. Da un punto di vista idrologico, ma soprattutto biologico, il limite tra acque continentali e acque marine non è più definibile sul piano orizzontale, ma solo sul piano verticale. Questa situazione ha notevoli effetti sui processi di formazione delle grotte, perché in corrispondenza del livello dell'alocline fenomeni di miscelazione tra acque dolci e salate favoriscono la corrosione del calcare. Si formano perciò vasti sistemi di grotte a sviluppo orizzontale. Durante le fasi in cui il mare si trovava 120-140 m più in basso, per effetto delle glaciazioni che intrappolano periodicamente acqua sotto forma di ghiaccio, l'alocline si sposta ovviamen-

Along the coasts, salt water, heavier (about 2.5% more) than fresh water, seeps under the water table of the emerged lands - a salty zone of transition, usually with a variable depth of about a few centimetres to a few metres which marks the separation point. So, we can say that the underground limit between "land and sea" moves deeply inwards. The deeper we go the more this limit moves from the coast edge. The slope of the transition zone, named "halocline" (from the Greek, halos = salt and klinein = slope), depends largely on several factors, including fresh water supplies from the landmass and the permeability of aquifer rocks; generally its slope is a few degrees, for reasons which would take too long to explain in this context. However, there are situations in which this rule does not apply: along the calcareous coasts where marine caves are present.

In the caves at sea level the halocline has a reduced depth; its slope is practically equal to zero because fresh water and salt water are in direct contact, and not through the porosity of rock. In other words, the sea enters the landmass for miles and miles seeping under a subtle layer of fresh water. From a hydrological point of view, but above all biological, the limit between land water and sea water cannot be defined anymore horizontally, but only on a vertical plane. This situation has remarkable effects over the cave formation process, because at the level of the halocline, phenomena linked to the mixing of salt and fresh water favour the corrosion of the limestone. Consequently, it forms a vast system of horizontal caves.

During the phases in which the sea level was 120-140 metres lower, and due to glaciations that periodically trapped the water disguised as ice, the halocline obviously moved accordingly, allowing the formation of caves lower than the present sea level. In fact many coastal caves show more submerged planes, linked to the different heights reached by the sea during the recent geological past (in particular in the last millions of years).



L'autostrada di Dio / God's Highway



Gli antichi livelli del fiume sotterraneo / The ancient levels of the underground river

te di conseguenza, permettendo la formazione di grotte ben sotto all'attuale livello del mare. Molte grotte costiere, infatti, presentano più piani sommersi, legati alle diverse altezze raggiunte dal mare nel passato geologico recente (in particolare nell'ultimo milione di anni).

Nel mondo esistono molte situazioni del genere, ma i casi più eclatanti si trovano nella penisola dello Yucatan, in Messico, e nella penisola della Florida, dove esistono sistemi di grotte sommerse di centinaia e centinaia di chilometri di sviluppo, tuttora solo in minima parte esplorati.

Anche nel sud-est asiatico esistono vaste zone calcaree costiere, soprattutto in Indocina, nell'arcipelago indonesiano e in Filippine, ma in genere qui il carsismo è in uno stadio di sviluppo piuttosto avanzato e delle antiche piattaforme calcaree costiere, e delle grotte che esse ospitavano, è rimasto ben poco, al più isolati torrioni traforati da condotti orizzontali situati a vari livelli.

Il corso di Saint Paul

Uno dei carsi costieri meglio conservati dell'estremo oriente è quello di Palawan, l'isola più occidentale dell'arcipelago filippino. Qui si trova il monte Saint Paul, un dorsale lunga una decina di km e larga mediamente tre, che si eleva sino a 1000 m di quota, protendendosi, come una immensa nave pronta per il varo, verso il Mar Cinese meridionale.

Questa montagna è fatta interamente di calcare. Sono calcari organogeni; quanto rimane di un'antica barriera corallina, vecchia di circa 20 milioni d'anni. Dopo essere sprofondata ed essere stata coperta da sedimenti terrigeni, la barriera è lentamente riemersa, liberandosi progressivamente dei sedimenti che si erano depositi sopra di essa e che, con il loro peso, ne avevano causato la trasformazione in roccia calcarea compatta. Durante il lento processo d'emersione, il mare ha tentato più volte di riappropriarsi del carbonato di calcio sottrattogli dai

There are many similar situations all over the world, but the most impressive cases are in the Yucatan peninsula, in Mexico, and in the peninsula of Florida, where systems of submerged caves have developed for hundreds of kilometres, many of which have so far only been partially explored.

In Southeast Asia vast coastal calcareous zones also exist, mainly in Indochina, the Indonesian archipelago and the Philippines, but in general, here the karstification is in a quite advanced stage of development. Very little is left of the ancient calcareous shore platforms and of the caves there housed; the maximum that may remain are isolated towers pierced by horizontal tunnels placed at different levels.

The Karst of Saint Paul

Palawan, the most western island of the Philippines archipelago, is one of the best preserved coastal karsts of the Far East. Here lies Saint Paul's Mountain, a ridge, about 10 km long and 3 km wide on average, rising to 1000 metres above sea level and stretching out like a huge ship ready to be launched towards the South China Sea.

This mountain is made entirely of limestone. It is a biogenic limestone, the remains of an ancient coral reef, about 20 million years old. After having collapsed and then been covered by terrigenous sediments, the reef gradually resurfaced and progressively eliminated the sediment laid over it and whose weight had caused its transformation into a compact calcareous rock. During the slow resurfacing process, the sea with the close cooperation of the rains launched their "attack" from above, and tried many times to regain possession of the calcium carbonate stolen by corals to build up their own skeletons. The result of this "surrounding manoeuvre", by the sea and by the land, has formed a landscape characterised by indented rocky coasts, large hollows, big dolines, blind valleys and a vast cave system.

In St. Paul's karst, the widest caves have mostly developed hori-

coralli per costruire il proprio scheletro, in stretta collaborazione con le acque di pioggia, che hanno sferrato il loro "attacco" dall'alto. Il risultato di questa "manovra d'accerchiamento", dal mare e da terra, è stato la formazione di un paesaggio caratterizzato da coste rocciose frastagliate, ampie depressioni, grandi doline, valli cieche, e vasti sistemi di grotte.

Nel corso di St. Paul, le grotte maggiori hanno per lo più sviluppo orizzontale, e in genere hanno funzionato come collettori di grandi fiumi provenienti dalle zone interne dell'isola. Di questi antichi sistemi di grotte costiere rimangono frammenti nelle zone alte e più interne della dorsale calcarea. Si tratta di gallerie di dimensioni a volte colossali, larghe sino a 50 m e alte altrettanto, che adesso si trovano a 400 m di quota e oltre. La loro esplorazione è solo all'inizio ma ha già dato notevoli risultati. Nel settore più meridionale del massiccio sono già state individuate diverse grotte, che nell'insieme costituiscono i frammenti di un antico e forse unico sistema che aveva la funzione di collettore sotterraneo, in un quadro idro-morfologia diverso da quello odierno.

Il Fiume Sotterraneo

Un esempio attuale di come dovevano essere queste antiche grotte è rappresentato dal "Subterranean River", un fiume sotterraneo lungo quasi 8 km, che raccoglie le acque di un ampio bacino superficiale, dirottandole verso il mare attraverso grandi gallerie invase dall'acqua.

A questa grotta si accede dal mare. A lato di una splendida spiaggia tropicale, un corso d'acqua incide, con un basso cana-

zonally and have functioned, in general, as collectors of the large rivers coming from the internal zones of the island. Fragments of this ancient system of coastal caves are still present in the high and internal zones of the calcareous dorsal. They are sometimes galleries of enormous dimensions, up to 50 metres wide and about the same height, which now lie at 400 metres or more above sea level. Their exploration is only at the beginning but has already shown remarkable results. Several caves that on the whole are fragments of an ancient and maybe single system which was functioning as an underground collector, in a hydro-morphological outline different from the existing one, have already been located in the most southern sector of the massif.

The Subterranean River

The "Subterranean River", a river almost 8 km long which collects the waters of a wide surface basin, diverting them to the sea through huge galleries flooded by water, represents an actual example of how these ancient caves must have been. The access to this cave is from the sea. On the side of a wonderful tropical beach, a water stream carves a shallow canal through the coralline sand. Going upstream, after a few dozen metres you reach a small green lagoon in which the luxuriant vegetation is reflected. The lagoon is bounded by a 20 metre high calcareous cliff at the foot of which opens the way to the subterranean river.

An entrance only few metres wide gives access to a low gallery with several lateral coalescent branches. It's a real subterranean estuary, whose course is the result of the alternate succession of fresh water erosion caused mainly during floods, and the corrosion by



Nei pressi dell' Inflow / Near the Inflow



Lungo il fiume oltre Rockpile / The river beyond Rockpile

le, la sabbia corallina. Risalendolo, dopo poche decine di metri si arriva a una piccola laguna verde in cui si riflette la rigogliosa vegetazione della foresta. La laguna è delimitata da una rupe calcarea alta una ventina di metri ai cui piedi si apre l'ingresso del fiume sotterraneo.

L'entrata è larga solo pochi metri, e dà accesso a una bassa galleria con varie diramazioni laterali tra loro coalescenti. Si tratta di un vero e proprio estuario sotterraneo, il cui andamento è il risultato dell'alternarsi di processi d'erosione a opera delle acque dolci, soprattutto durante le piene, e di corrosione a opera delle acque salate che, spinte in grotta dalle maree, si mescolano con quelle dolci.

Dopo circa 400 metri, improvvisamente la volta s'innalza e la galleria assume dimensioni notevoli. La prima grande sala che incontriamo è detta "The Cathedral". Un vasto ambiente, solcato dal fiume, con ai lati grandi corpi di concrezioni. Ancora un tratto con la volta bassa, pochi metri sopra il pelo dell'acqua, e ci troviamo in un altro vaso salone, alto molte decine di metri, risultato di grandi crolli che hanno messo in comunicazione il fiume attuale con le gallerie che percorreva in passato, circa 80 m più in alto. È qui che s'intuisce che l'attuale Subterranean River è solo l'ultimo di una lunga serie di fiumi sotterranei, che nel tempo hanno percorso le profondità di questa montagna.

Il tratto che segue è uno dei più straordinari ambienti sotterranei al mondo. Quasi 400 m di galleria perfettamente rettilinea e dalla sezione regolare, larga 7-8 m e alta poco meno, col pavimento completamente allagato. Dal soffitto pendono stalagmiti dalla forma irregolare, abbastanza grosse da aver resistito alle violente piene del fiume. A monte di questo tratto la galleria assume dimensioni maggiori, soprattutto in larghezza, e comincia a presentare diverse diramazioni. Alcune di queste portano a condotti paralleli al principale, che si attivano solo

salt water pushed into the cave by the tides and mixing with the fresh water.

After about 400 metres, suddenly the vault rises and the gallery reaches considerable dimensions. The first large hall we meet is called "The Cathedral". A wide room crossed by the river, with big flowstones at its sides. Again, one more tract where the vault lowers to a few metres above the surface of the water and we enter another vast hall, tens of metres high, the result of a massive collapse which rejoined the river with the galleries through which it ran in the past, about 80 metres higher up. Here you sense that the actual Subterranean River is only the last of a long series of subterranean rivers which in time have run the depth of this mountain. The tract that follows is one of the most extraordinary underground passages in the world. Almost 400 metres of a perfectly straight gallery and with a regular section, 7-8 metres wide and a little less in height, with its floor completely flooded. Stalactites of irregular shapes hang from the ceiling, big enough to have stood up to the violent floods of the river. Above this tract the gallery gains greater dimensions, mainly in width and it begins to show several ramifications. Some of these lead to conduits parallel to the main one, which are active only during the rainy season. After 4.5 km, equal to less than one hour's navigation, we arrive ashore on a riverbank of cobbles and mud. Then the gallery continues submerged, while on the left opens a wide hall, the result of a collapse, known as the "Rockpile". It is a huge place, it's difficult to appreciate it even with very powerful lights. A gallery about 200 metres long allows to go back to the river while, further up, a short climb opens into upper galleries of exceptional dimensions. In this upper zone, at more than 100 metres over the actual river level, there is an enormous hall, 350 m long, 120 m wide and more than 80 metres high. It represents one of the largest hypogean chambers in the world.

To continue our way along the river we must wear neoprene wet



Daylight Hole

durante la stagione delle piogge.

Dopo circa 4,5 km di percorso, pari a poco meno di un'ora di navigazione, si approda su una sponda di ciottoli e fango. La galleria prosegue sommersa, mentre sulla sinistra (guardando verso monte) si apre una vasto salone di crollo, il "Rockpile". L'ambiente è molto grande e si stenta ad apprezzarlo anche con luci molto potenti. Una galleria di circa 200 m permette di ritornare sul fiume mentre, in alto, una breve risalita si apre in gallerie superiori di dimensioni eccezionali. In questa zona superiore, a più di 100 m sopra l'attuale livello del fiume, si trova un'enorme sala, lunga 350 m, larga 120 e alta più di 80 m, che rappresenta uno degli ambienti ipogei più grandi del mondo.

Per proseguire lungo il fiume bisogna indossare le mute in neoprene e fare dei tratti a nuoto. In questa seconda parte si alternano tratti regolari, in forma di gallerie dalla volta ad arco, a grandi sale di crollo in cui si rischia di perdere la strada tra il caos di blocchi. La grotta prosegue ancora per 3 km oltre il Rockpile, sino a una sala dalla volta molto alta, dalla cui sommità filtra, durante il giorno, la luce del giorno. Il luogo ha un nome semplice ma efficace: "Daylight". Siamo in prossimità dell'inghiottitoio, non percorribile nel tratto attivo. La luce arriva da un grande ingresso, che si apre circa 60 m sopra il livello della pianura, nei pressi del paese di Cabayugan.

L'effetto delle maree si risente per oltre 6 km all'interno della grotta; in tutta la parte navigabile si osserva la presenza di acqua salata al di sotto di una sottile lama d'acqua dolce di qualche centimetro di spessore, con una zona di transizione di spessore variabile. Tale condizione si mantiene solo durante la stagione secca e in assenza di piogge. Durante le piene la grotta viene ripulita dalle acque salate, che poi risalgono lentamente,

suits and swim for some tracts. In this second part some regular sections in the form of vault-like galleries alternate with large collapsed halls, inside which we are at risk of losing our way among the chaos of blocks. The cave continues for three more kilometres after the Rockpile, until we reach a hall with a very high vault, where daylight filters in. This place has a simple but appropriate name - "Daylight". We are close to the sinkhole but it is not possible to pass through the active section. The light comes from a huge entrance that opens at about 60 metres above the level of the plain, near the village of Cabayugan.

The tides show their effects for over 6 km towards the interior of the cave; along the whole navigable part it is possible to observe the presence of salt water under a thin sheet of fresh water, just a few centimetres, with a transition zone of variable thickness. This condition is only found during the dry season and in the absence of rain. During the floods the cave is cleared of salt water, which later returns slowly once the flood has passed, tide after tide.

It is easy to guess that it is an extraordinary cave in many aspects and in particular from a biological point of view. The subterranean river and its numerous branches house, in fact, one of the world's vastest and most important underground ecosystems. There are hundreds of thousands of swallow's nests, the salangane, and almost just as many bats, that twice a day, at dawn and at sunset perform a striking migration. Seemingly, the salangane and bats have reached an agreement about the timing of their entry and exit from the cave, in general, when the bats begin to exit, almost all the swallows are back on their nests. Because of the great amount of organic matter that swallows and bats bring daily into the cave, around this flying communities there are many other animals present, made up of reptiles (snakes), fish, crustaceans,

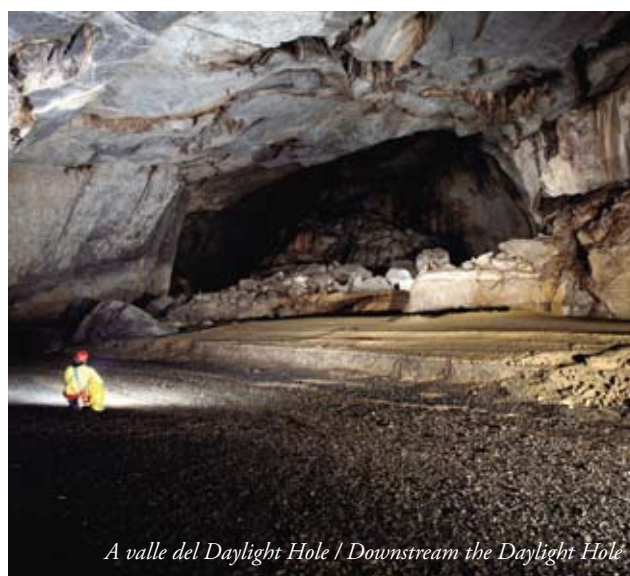


Old River branch

passata la piena, marea dopo marea.

Com'è facile intuire, si tratta di una grotta straordinaria sotto molti punti di vista, e in particolare sotto quello biologico. Il fiume sotterraneo e le sue varie diramazioni ospitano, infatti, uno dei più vasti e importanti ecosistemi sotterranei del mondo. In esso nidificano centinaia di migliaia di rondini, le salangane, e quasi altrettanti pipistrelli, che danno luogo a un'impressionante migrazione giornaliera, al tramonto e all'alba. Apparentemente, salangane e pipistrelli si sono messi d'accordo sull'orario di entrata e di uscita e, in genere, quando i pipistrelli iniziano a uscire, le rondini sono già quasi tutte rientrate ai loro nidi. La quantità di materia organica che rondini e pipistrelli portano giornalmente all'interno della grotta è ingente e perciò intorno a queste comunità volanti ne ruotano altre, fatte di rettili (serpenti), pesci, crostacei e insetti dalle dimensioni non proprio rassicuranti.

Queste caratteristiche fanno del carso di St. Paul un luogo per molti versi unico, nel pur vasto panorama carsico mondiale. L'istituzione del Parco Nazionale, e l'inserimento di questo nel World Heritage List dell'UNESCO, non possono quindi che far piacere e rappresenta certamente un'opportunità di studio e ricerca per molti anni ancora.



A valle del Daylight Hole / Downstream the Daylight Hole

and insects whose dimensions are a bit scary.

These characteristics make the St. Paul's karst a unique place in many aspects, even in the worldwide karstic panorama. Undoubtedly, the creation of the National Park and its insertion in the UNESCO Heritage List do not only give pleasure but also represent an opportunity for study and research for many years to come.

Siamo qui in pochi, ma per conto di tutti, sia quelli che stanno pagaiando in altri angoli di questo fiume nascosto, sia quelli che ci aspettano a casa. Sono le nove del mattino. Risaliamo il pendio scosceso che porta sopra la vasta frana di Rockpile, che ben conosciamo e che ormai conosce ogni nostro passo. L'abbigliamento speleologico non è dei più classici, pedule e costume da bagno, le mute nei sacchi. Sacchi in cui trasportiamo anche una bottiglia di rum e un ricordo stampato del nostro grande amico, che qui ha con noi esplorato e che qui ha lasciato un pezzo del suo cuore.

Posiamo i sacchi davanti a una lastra di roccia leggermente inclinata: Giuseppe prepara la macchina fotografica, Rolando la videocamera. Leo, Fabio ed io ancoriamo le foto alla parete

con l'argilla collosa strappata a fatica dai sassi intorno. Facciamo tutto con calma; qui, ora, non c'è fretta. Tutto è un po' surreale, anche la bottiglia che, incuranti dell'ora poco adatta, facciamo girare bevendo, necessariamente morigerati, in suo ricordo. Un ultimo saluto, poi scendiamo il pendio verso monte. Ci aspettano lunghe ore in acqua, a illuminare per brevi istanti il grande vuoto della montagna.

Oggi, più che mai, avremo con noi il nostro vecchio compagno. Ciao Cin.



There are few of us here, but on behalf of all of us, both those who are paddling in other corners of this hidden river and those who are waiting for us at home.

It is 9 a.m. We climb up the steep rise that leads to the well known large choke known as the "Rockpile" that also in its turn knows all

our steps. Our speleological clothing isn't the classic type: walking shoes and bathing suit and the wet suits in our sacks; the latter carry also a bottle of rum and a printed souvenir of our great friend who explored with us and who left a piece of his heart right here. We lay down our sacks in front of a slightly leaning rock: Giuseppe gets the camera ready, Rolando the video camera, Leo, Fabio and I, pull off with difficulty some gluey clay from the sur-

rounding stones, and anchor the photos to the wall. We do everything calmly; no need to rush here. Everything looks a bit surreal, even the bottle that we are moderately drinking from. We are unconcerned about the unsuitable hour; it's in his memory. One last goodbye, and we descend down the slope, upstream. We expect to pass long hours in the water, in order to light up for a few seconds the great empty space of the mountain.

Today, more than ever, we will have our old mate with us. Bye Cin.

Tono De Vivo