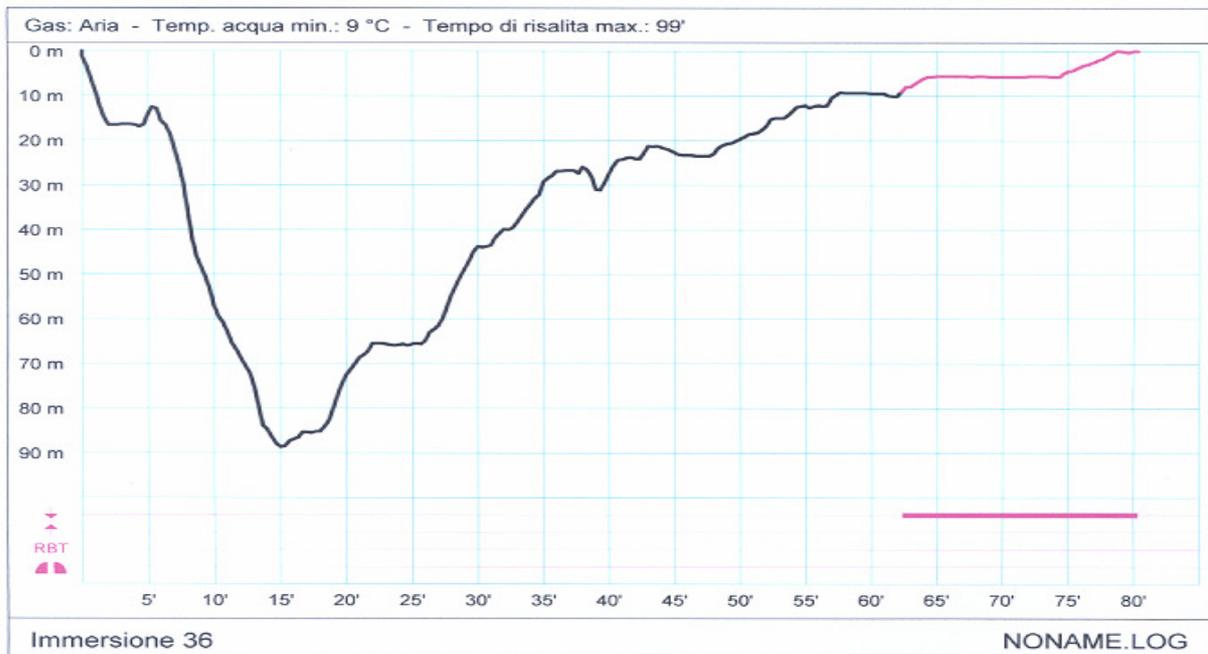


# Incidente presso la grotta Bossi

## Dati principali e cronologia

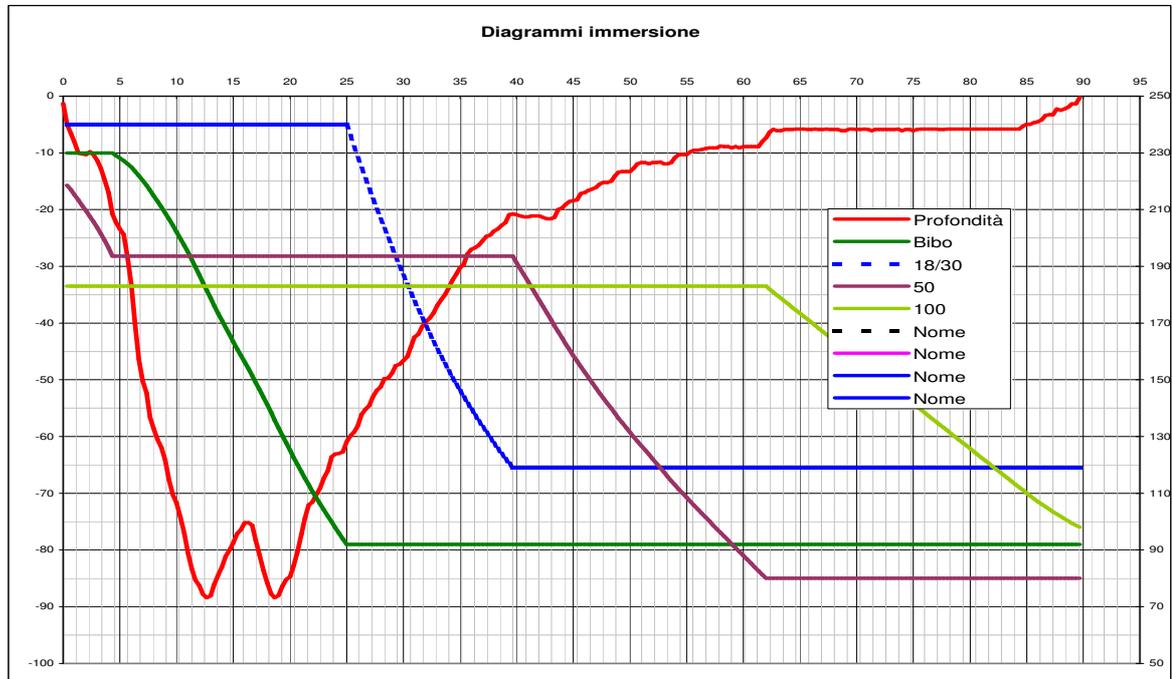
- La sorgente consiste in un tratto in discesa inclinato a 35° circa che raggiunge i 90m circa (lato esterno), un laminatoio orizzontale lungo circa 12 m, un tratto in salita sempre con un'inclinazione sui 35°, che risale fino alla parte asciutta all'interno della montagna (lato interno). Dopo l'emersione all'interno della montagna c'è la parte aerea da esplorare.
- L'obiettivo dell'esplorazione era quello di raggiungere la parte aerea dall'altra parte del sifone, fare una progressione esplorativa della stessa per poi ritornare indietro; tutto questo in previsione di un progetto in collaborazione con l'Università per un monitoraggio della zona aerea dove si sarebbe dovuto procedere, nel corso di un paio d'anni, alla raccolta di sedimenti e lettura di dataloggers.
- Il sabato era stato fatto il setup della grotta, per preparare l'immersione di domenica. Il setup consisteva nel posizionamento delle bombole di deco per il ritorno lungo il ramo esterno e nel posizionamento delle 3 bombole viaggio/deco per l'immersione dell'andata. Le bombole per l'andata erano posizionate oltre il laminatoio, sul lato interno, dove sarebbero state indossate. Tali bombole erano a bouquet, quindi indossabili rapidamente.
- La configurazione dello speleosub era: bibo 18+18, bombole separate, caricate a 230 Bar di trimix 16.5/55. Oltre il laminatoio una stage di trimix 20/40, una deco di EAN50 ed una deco di ossigeno. A bouquet, come detto. Il secondo subacqueo che si immergeva con l'infortunato aveva una configurazione simile.
- Le bombole deco per il ritorno erano posizionate lungo il lato esterno a 66, 36, 21 e 6 metri.
- La mattina di domenica lo speleosub era un po' di cattivo umore, ma ha deciso comunque di immergersi per entrare nella montagna. Ha raggiunto l'interno della montagna e qualche ora più tardi è cominciata l'immersione di ritorno per uscire dalla montagna. Lo speleosub non è più uscito dalla montagna. Lo hanno trovato il giorno dopo a 70m di profondità nel ramo interno, bibo vuoto (10bar una bombola e 0bar l'altra) con addosso le tre stage: O2 e EAN50 ancora chiuse e con il gas avanzato dalla immersione di andata, il 20/40 era vuoto.
- Il computer dello speleosub è stato analizzato dai programmatori che ne hanno originariamente creato il software: essendo in blocco a causa della risalita della prima immersione, non ha registrato il profilo della seconda immersione ma solo la profondità massima raggiunta, che è quella del laminatoio. Quello che segue è il profilo dell'immersione di andata registrato dal computer dello speleosub.

Profilo dell'immersione dell'andata, grafico 1



- Il profilo evidenzia una sosta piuttosto lunga ai -65 lato interno che non siamo riusciti a spiegare. Tuttavia, confrontando i profili delle immersioni di prova ( che sono visibili in seguito) con quello dell'ultima immersione, appare chiaro che tale sosta ha comportato un consumo notevole di gas.
- Analizziamo le pressioni ed i consumi di gas. Per calcolare la pressione alla fine dell'immersione dell'andata abbiamo fatto un confronto con i consumi dell'immersione di prova (vedi Analisi consumi, grafico 2 ).

Analisi consumi, grafico 2



La stage di 18/30 era stata usata per circa 30 minuti e senza soste ai -65. La sua pressione all'uscita dell'immersione era di 120 bar.

Osservando il grafico dell'ultima immersione si vede anche in questo caso un uso della stage per almeno 30 minuti. La sosta ai -65 si traduce in un consumo di almeno 60/70 bar. In considerazione di ciò si può affermare che la stage di 20/40, al momento del rientro, aveva nel migliore dei casi una pressione compresa tra i 40 ed i 60 bar.

- Analizziamo ora il back gas. Nell'immersione di prova la pressione finale del bibo era di 90 bar e la profondità raggiunta nel ramo interno è stata di -75. Per calcolare la pressione al momento del rientro nell'ultima immersione abbiamo stimato il minor consumo derivante dai 5 minuti ad una quota media di 80 metri - pari a 25 bar - ed assunto che il consumo nell'ultima immersione non sia aumentato rispetto a quella di prova. Anche così facendo la pressione del bibo, al momento del ritorno non poteva superare i 110/120 bar. Più ragionevolmente, considerando il maggior stress dell'immersione e la maggiore durata della permanenza in batimatria bassa, si può concludere che il sub aveva non più di 100 bar.

### Alcuni dettagli

- Il laminatoio consiste in due passaggi distinti. La sagola, nel laminatoio, si biforca per poi ricongiungersi, senza che i bivii siano dotati di frecce. Lo speleosub nei suoi appunti aveva annotato questo problema. Il passaggio secondario è molto stretto, i sub che hanno provato a passare vi si sono spesso incastrati. Lo speleosub era a conoscenza di ciò. Nelle due foto successive (concesse da tekdiving) l'immagine del laminatoio (immagine 1) e le due sagole che si biforcano (immagine 2).

**NB** La freccia che si vede nell'immagine 1) non era più presente, o almeno non lo era qualche settimana prima dell'immersione fatale

Immagine 1)



Immagine 2)



- Il laminatoio e la parte interna della grotta sono soggetti a forte intorbidimento a seguito dell'azione meccanica delle bolle del gas respirato dai sub che stacca del particolato dal soffitto. La visibilità scende rapidamente attorno al metro a seguito del passaggio di sub in circuito aperto.
- Lo speleosub era di scuola e configurazione speleo "europea", luci spostabile da caschetto a maniglia, bombole deco/stage su entrambi i lati. Non aveva né rigida formazione o consuetudine alle immersioni con "sistema di coppia" né, a quanto ci risulta, utilizzava procedure concordate per tale tipo di immersione (collegamento visivo o tattile con il compagno, procedura in caso di perdita del compagno, procedura per l'uso della bombola di backup, uso della luce come segnalazione/localizzazione...)
- Gli erogatori del back-gas avevano fruste corte che avrebbero reso molto più difficile un gas-sharing nell'attraversamento del laminatoio, dove non si può procedere affiancati.

### **Cronologia specifica dell'incidente.**

1. Lo speleosub comincia il ritorno con troppo poco gas di fondo, guardando i consumi da lui registrati nelle immersioni di prova (vedi il grafico che segue) stimiamo, come già detto una pressione di partenza di 100 bar nel bibo e 50 bar nella stage di 20/40.
2. scendendo non usa il Nitrox50
3. al primo bivio, all'ingresso del laminatoio, avviene il problema che fa da innesco all'incidente. I due sub si perdono di vista. Possiamo a questo punto formulare solo delle ipotesi sulla dinamica successiva:
  - Il sub imbocca il ramo stretto, procede con difficoltà (avendo addosso tre stage + un tubo stagno con l'attrezzatura usata nell'esplorazione aerea) e si incastra, una volta liberatosi risale per errore nel ramo interno dove esaurisce il gas prima di arrivare ad una quota dove il Nitrox50 sia respirabile.
  - Il sub gira intorno al bivio e torna indietro verso il ramo interno, perde ancora tempo, rimane disorientato, non capisce con certezza dove si trova vista la visibilità ridottissima. Essendo a corto di gas risale comunque il ramo interno e finisce il gas prima di arrivare ad una quota dove il Nitrox50 sia respirabile.
  - Il sub imbocca erroneamente un ramo cieco del lato interno (come gli era successo in una immersione precedente) ed è stato quindi costretto a scendere nuovamente, finendo il gas.
  - Il sub, non vedendo più il suo compagno di immersione a causa della visibilità ridottissima, torna indietro per cercarlo, perde tempo ed esaurisce il gas.

## Analisi critica dell'incidente

Come quasi sempre avviene in questi casi l'incidente è stato determinato da una catena di eventi che lo hanno innescato e/o vi hanno contribuito. Probabilmente ciascun singolo problema sarebbe stato insufficiente, ma l'insieme lo ha ucciso.

**FATTORE CRITICO:** scelta di immergersi in bi-solitario e quindi assenza di un reale compagno con relativa scorta di gas per gestire eventuali emergenze.

**LEZIONE IMPARATA:** due persone nella stessa grotta, nello stesso momento non può essere definito "sistema di coppia". Un sistema di coppia non si improvvisa e richiede addestramento, attitudine e confidenza tra compagni. Quando ci si immerge si deve fare una scelta netta tra immersione in solitaria o immersione in coppia. Non possiamo fare a meno di notare che, qualora si faccia una scelta di immersione in solitario, bisogna predisporre tutte le condizioni per essere coerenti con tale scelta. In primis quantità e posizionamento dei bail-out, totale indipendenza di tempi e discesa tra i sub.

**FATTORE CRITICO:** scelta e scorta dei gas: sia i gas scelti che la quantità degli stessi erano insufficienti per restare in piena sicurezza nell'eventualità di emergenze. Le complicazioni ci sono state e il gas è finito. Lo speleosub aveva scelto di portare solo tre bombole con se ed una sola di queste era respirabile (con ppO<sub>2</sub> di 2 bar) sul fondo. Le miscele di fondo scelte non erano le migliori possibili per quell'immersione, si poteva avere più elio nella mix e naturalmente, nel caso del 20/40, meno ossigeno. Portare l'ossigeno non era certo prioritario rispetto ad una stage addizionale di gas di fondo. Partire per l'immersione di ritorno con 100 bar nel bido e 50 nella stage hanno posto anche psicologicamente il sub in una condizione di stress latente molto alto.

**LEZIONE IMPARATA:** il gas deve coprire il peggiore degli scenari possibili di consumo e di avaria del materiale. Il gas deve coprire anche il fabbisogno di chi, a causa della mole fisica, consuma inevitabilmente di più. Naturalmente questo si traduce in uno sforzo organizzativo maggiore, nella ricerca di bombole ed erogatori in più, nel bisogno di più gas tecnico, in uno sforzo maggiore per il setup e per il cleanup, in un costo maggiore, in più tempo per la spedizione ed in altri "disagi". Tuttavia senza gas in abbondanza qualsiasi esplorazione dovrebbe essere posticipata o cancellata.

In questo particolare caso c'era poco gas di fondo, sarebbe stato opportuno mantenere intonso il back gas per il ritorno e per le emergenze, usando una stage di gas di fondo per l'andata e un'altra per il ritorno. Visto il tempo di fondo ridotto non sarebbe stato un problema usare un gas deco in meno e portare più gas di fondo e/o di viaggio.

Inoltre, vista la scelta di predisporre il bouquet delle bombole deco dopo il laminatoio, scendere con una stage di gas di fondo da abbandonare dopo il laminatoio non avrebbe comportato alcun disagio.

Tra l'altro dalla lettura dei report dello speleosub delle immersioni precedenti emerge con chiarezza che i consumi si erano rivelati sempre largamente superiori alle previsioni; motivo in più, quindi, per avere scorte ancora maggiori.

E' naturale cercare di ridurre la mole di attrezzatura, ma ridurla troppo può essere letale

**FATTORE CRITICO:** Lo speleosub all'interno della montagna s'era forse reso conto che la scorta di gas era un po' troppo tirata, forse anche per un consumo maggiore del previsto all'andata, e infatti il suo umore non era ottimo.

**LEZIONE IMPARATA:** col dubbio sulla sufficienza per il ritorno del gas di fondo residuo, e con il malumore addosso, lo speleosub avrebbe dovuto fermarsi all'interno della grotta e aspettare i soccorsi, per quanto imbarazzante questo sarebbe stato. Certo avrebbe sconvolto i piani e creato innumerevoli disagi, ma doveva fregarsene e farlo.

**FATTORE CRITICO:** luce sul baschetto

**LEZIONE IMPARATA:** la luce sul caschetto, pur avendo dei vantaggi nell'immersione in solitario (mani libere, si illumina ciò che si guarda) ha la criticità, in caso di presenza di sospensione o in acque torbide, di abbagliare a causa del back-scatter e di rendere molto meno visibile l'ambiente. Obbligano inoltre il compagno di immersione a non girarsi per evitare di abbagliare ed essere abbagliato a sua volta. Tali luci hanno inoltre un fascio molto largo che non consente chi precede di vedere esattamente la posizione di chi segue. Non sappiamo se quando si è perso la luce fosse sulla mano o sul caschetto, sappiamo però che quando è stato ritrovato aveva la luce sulla mano. Potrebbe averla sempre avuta sulla mano, o potrebbe averla spostata dal caschetto alla mano nel corso dell'immersione.

**FATTORE CRITICO:** scelta dei Jetstream come secondi stadi

**LEZIONE IMPARATA:** è possibile che uno dei due Jetstream sia andato in autoerogazione e abbia svuotato la bombola in pochi secondi, riducendo ulteriormente la scorta di gas; con i Jetstream e quella mix a 90m bastano dieci secondi per svuotare dalla bombola 100bar o meno di mix residua. Sarebbe stato necessario scegliere secondi stadi diversi.

**FATTORE CRITICO:** Lo speleosub all'inizio dell'esplorazione era di cattivo umore, non era a suo agio. Conoscendo lo speleosub si ritiene si rendesse conto che la pianificazione era un po' troppo "tirata" e/o la missione oltre il suo livello di comfort, e per questo si sentisse a disagio. Lo speleosub però non era tipo da tirarsi indietro dopo aver contribuito ad avviare un meccanismo organizzativo complesso; non avrebbe mandato tutto in vacca per non vanificare il lavoro e l'impegno della squadra. Tipica generosità dello speleosub che nello specifico è poi diventata concausa dell'incidente. Probabilmente era più a disagio di quanto non lasciasse intendere, ma mascherava il disagio per non creare problemi agli altri. Immergersi a disagio vuol dire inoltre non essere nel pieno delle proprie capacità, cosa a sua volta critica in un'immersione così impegnativa..

**LEZIONE IMPARATA:** bisogna essere pronti a mandare a monte tutto, anche il lavoro di un'intera squadra, fregandosene di tutti anche se si passa per egoisti; se non si è convinti bisogna fermarsi e basta. Quando la vocina ci dice che qualcosa non va, bisogna ascoltarla. Restare nella propria area di comfort è essenziale per la sicurezza.

**FATTORE CRITICO:** Lo speleosub aveva visto e notato sui suoi appunti che la situazione della sagola nel laminatoio era non-sicura. Così come era sagolato si poteva perdere l'orientamento. Lo speleosub aveva altresì notato che la risalita all'interno della montagna non era sagolata in modo ottimale, e una risagolatura sarebbe stata necessaria. Ma non c'è stato il tempo di correggere i due problemi: lo speleosub certamente non voleva ritardare ulteriormente la puntata esplorativa e certamente non voleva abusare del tempo e della disponibilità della squadra.

**LEZIONE IMPARATA:** bisogna prima risolvere tutti i potenziali problemi, tutti i fattori di rischio devono essere eliminati, anche se ci vuole tempo e diventa impossibile gestire l'intera operazione nel tempo prestabilito. Bisogna impiegare tutto il tempo e le risorse necessarie senza scendere a compromessi. Anche qui, sarebbe stato necessario rimandare e dedicare alcune immersioni alla sistemazione delle sagole aggiungendo le frecce ai bivii o scollegando dalla sagola principale le sagole secondarie (evitando così l'ingresso involontario nel ramo cieco o nel circuito stretto).