

Da Lambrate all'Antartide alla Nigeria a ...?

Mauro Fiorini

AstroSiesta

28 Giugno 2018

Tutto iniziò quando ...



Presentazione di Maurizio all'Istituto INAF IASF di Milano il 21 Maggio 2015 per il ciclo di conferenze AstroSiesta

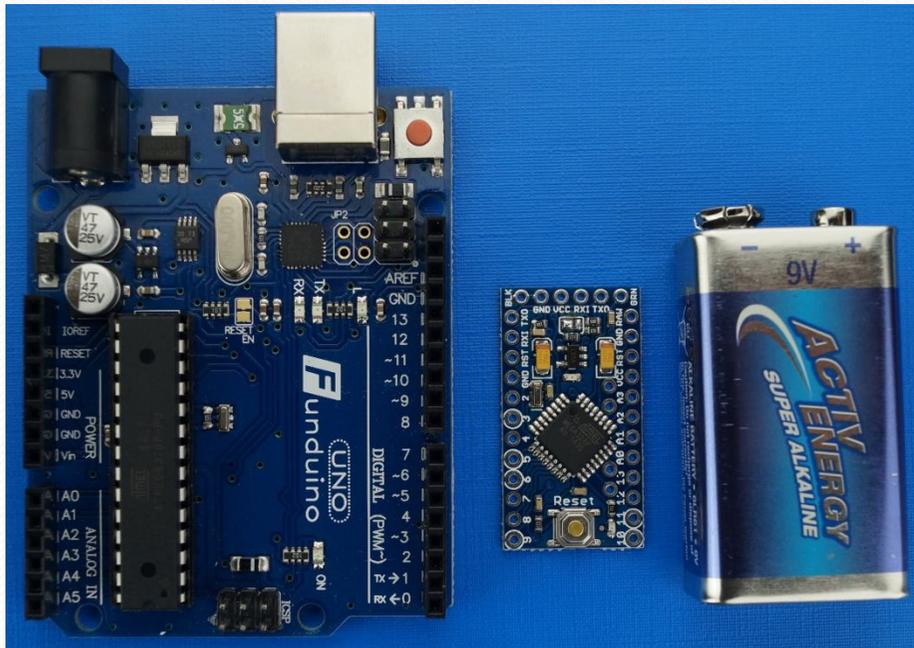
Alla fine della presentazione seguì una chiacchierata informale su un possibile datalogger da mettere in grotta

A novembre 2015 il primo vero incontro per discutere delle specifiche del datalogger con inputs da Egidio Casiraghi, che aveva già realizzato un primo prototipo del datalogger

Requisiti dello SpeleoLogger

- Pressione: misura ogni 1-60 minuti (regolabile a passi di 1 minuto)
- Temperatura: ogni 1-60 minuti (regolabile a passi di 1 minuto)
- Umidità relativa: ogni 1-60 minuti (regolabile a passi di 1 minuto)
- Velocità del vento: ogni 1 secondo (regolabile con passo di 1", fino a 600").
- Rumori in modalità infrasonica (0,1Hz – 5Hz): sistema attivabile automaticamente secondo programmazione (periodi di tempo pre-definiti o su input esterni, tipo sbalzi improvvisi di temperatura o pressione).
- Rumori in modalità sonica (200Hz – 20.000Hz): come sopra.
- Batterie: periodi da un minimo di una settimana fino ad un anno.
- Dati: facilmente scaricabili su PC (USB o memory card).
- Protezione IP: operazione in ambienti saturi di umidità (100%) fino ad un anno.
- Low Cost per produzione di serie: < 200 Euro

Arduino Pro Mini



Arduino Uno
(standard)

Arduino
Pro Mini

Batteria
tipo D

Costo: Sparkfun, Adafruit: ~10 \$
Cloni cinesi: 2-3 €

Processore: ATmega328P
Dimensioni: 33 x 18 mm
Tensione Alimentazione: +5V/+3.3V
Frequenza: 16/8 MHz
Consumo corrente @ +5V: ~20 mA



Eliminazione LEDs
Consumo corrente: ~17 mA



Eliminazione Reg. tensione interno
Consumo corrente: ~12 mA



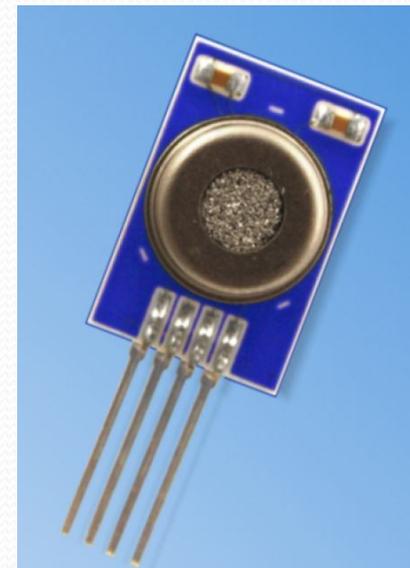
Uso Librerie Low Power
Consumo corrente (sleep): < 0.1 mA

Sensore Umidità (+ temperatura)

HYGROCHIP DIGITAL HUMIDITY SENSOR HYT-221

- ▶ Measuring range 0 ... 100 % rH, -40 ... 125 °C
- ▶ Accuracy $\pm 1.8\%$ rH, Temperature ± 0.2 °C
- ▶ Splash water proof with protection filter
- ▶ Waterproof membrane filter
- ▶ Precisely calibrated and temperature compensated
- ▶ Chemical resistant, dew formation resistant
- ▶ Mechanically robust
- ▶ Low Hysteresis, compensated Linearity error
- ▶ SIL-connections, plug-in type, RM 1.27mm
- ▶ I²C, address 0x28 or alternative address

Costo: ~ 60 € + IVA



Dimensioni scheda (no pin):
15 x 10 mm

Sensore Pressione (+ temperatura)

MS5803-05BA Miniature Altimeter and Diving Module



- High resolution module, 30cm
- Fast conversion down to 1 ms
- Low power, 1 μA (standby < 0.15 μA)
- Integrated digital pressure sensor (24 bit $\Delta\Sigma$ ADC)
- Supply voltage 1.8 to 3.6 V
- Operating range: 0 to 5 bar, -40 to +85 °C
- I²C and SPI interface (Mode 0,3)
- No external components (Internal oscillator)
- Excellent long term stability
- Hermetically sealable for outdoor devices



Dimensioni:
6 x 6 mm

Costo: ~ 20 € + IVA

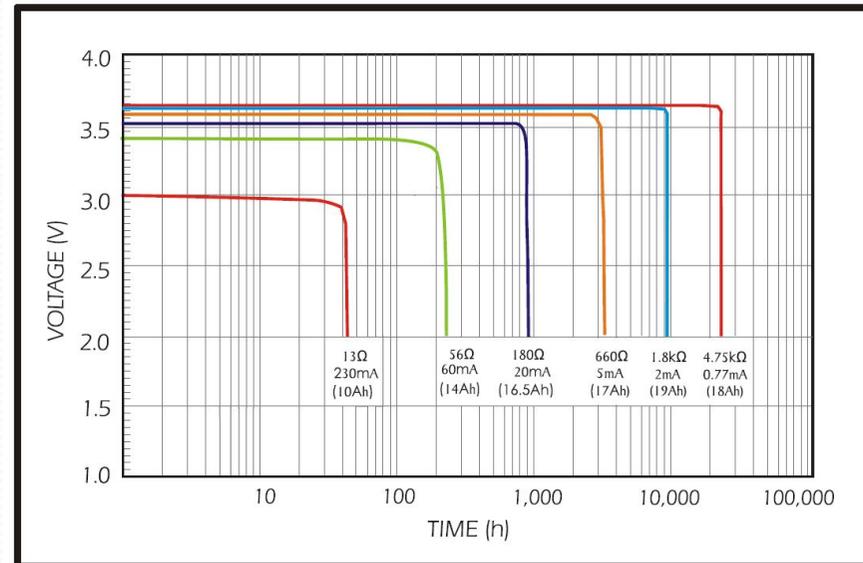
Batterie



Batterie al litio cloruro di tionile
Tensione nominale: 3,6 V
Capacità: 19000 mA/h
Conservazione: >15 anni
Autoscarica: <1 % all'anno
Peso: ~ 100 g

Costo: ~ 20 € + IVA

1. DISCHARGE CHARACTERISTICS @ +25°C



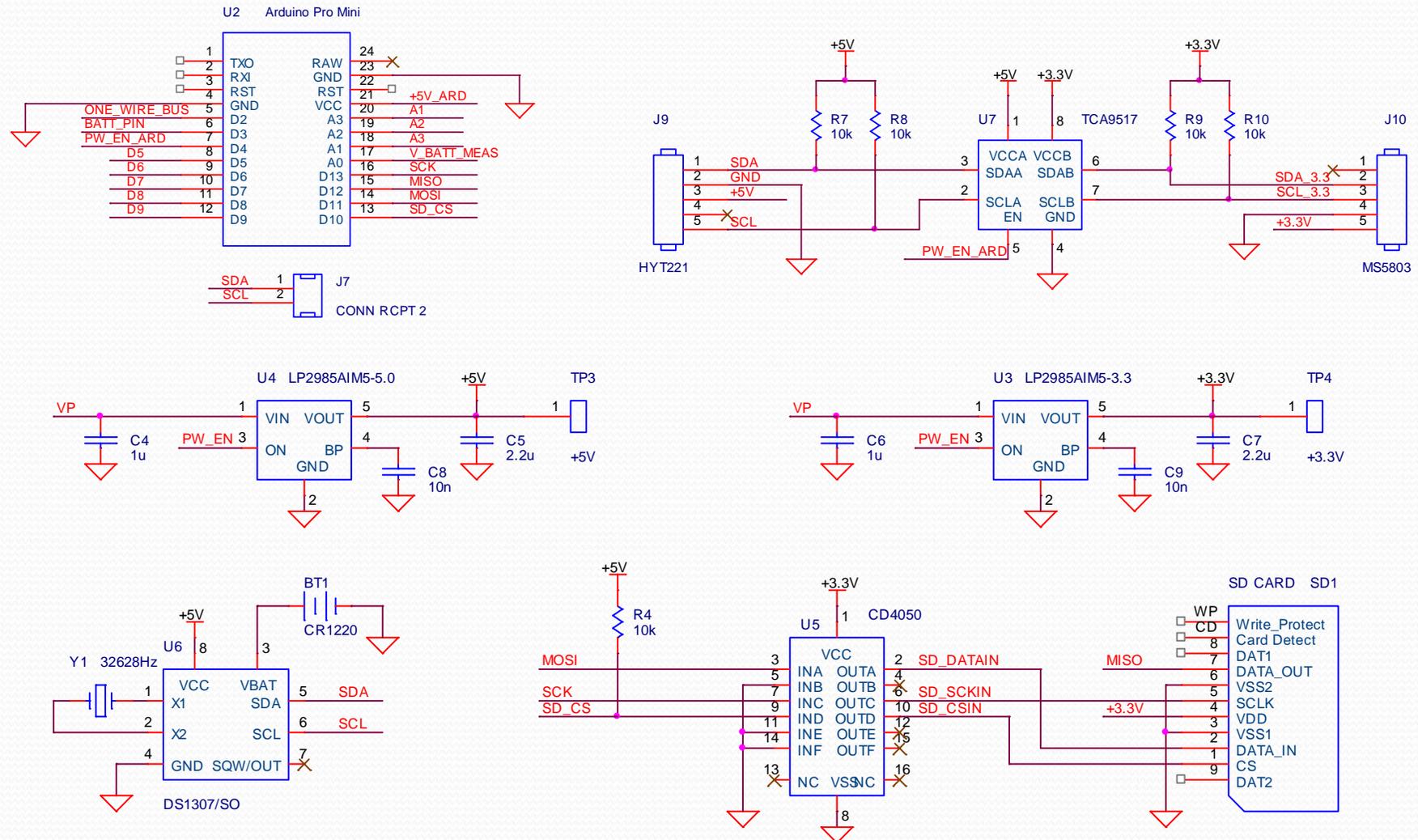
Vantaggi rispetto a Batteria al Pb:

- Maggiore densità di energia
- Peso e volume minori
- Lunga durata alla tensione nominale
- Ottimo funzionamento a corrente impulsata

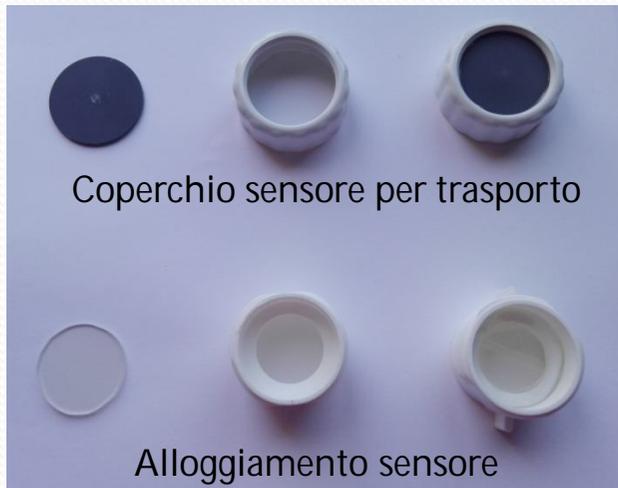
Svantaggi:

- Costo maggiore (2x necessarie)
- NON ricaricabile (importa?)

Schema elettrico



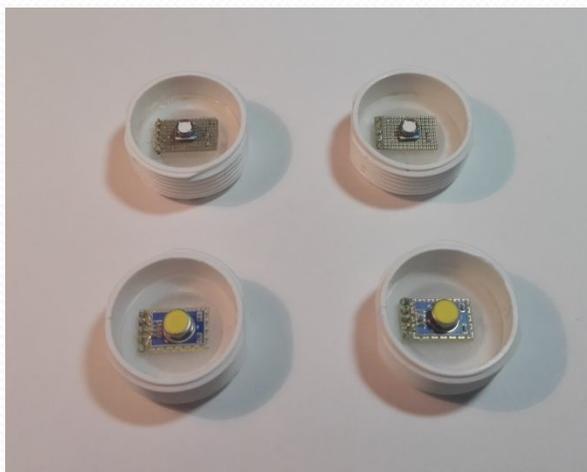
Alloggiamento dei sensori



1) Adattamento di raccordi in PVC per distribuzione acqua + coperture in plastica/PVC (Bricoman)



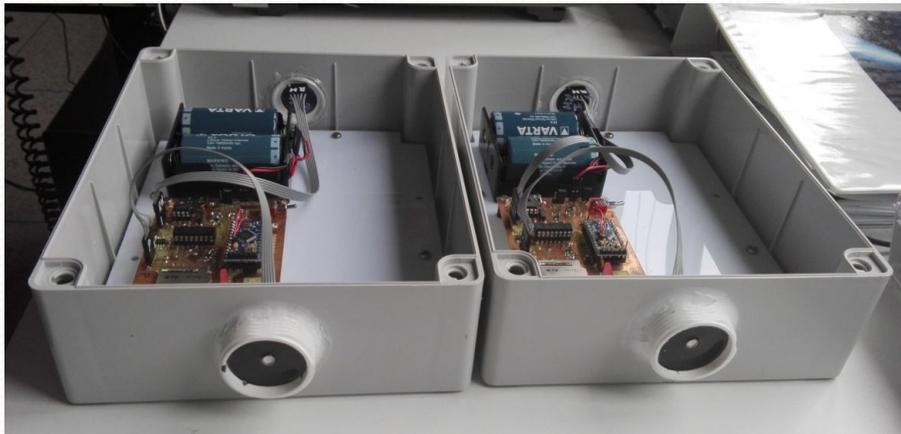
2) Sensori su basette con connettori



3) Fissaggio dei sensori negli alloggiamenti

Montaggio finale e test

- 4) Potting dei sensori per waterproofing con resina epossidica
Electrolube ER2188 50G



- 5) Montaggio alloggiamenti sensori su
scatola elettronica + waterproofing finale

- 6) Misura di "lunga" durata (15 giorni)
durante vacanze in Grecia
25 agosto 2017 → 9 settembre 2017

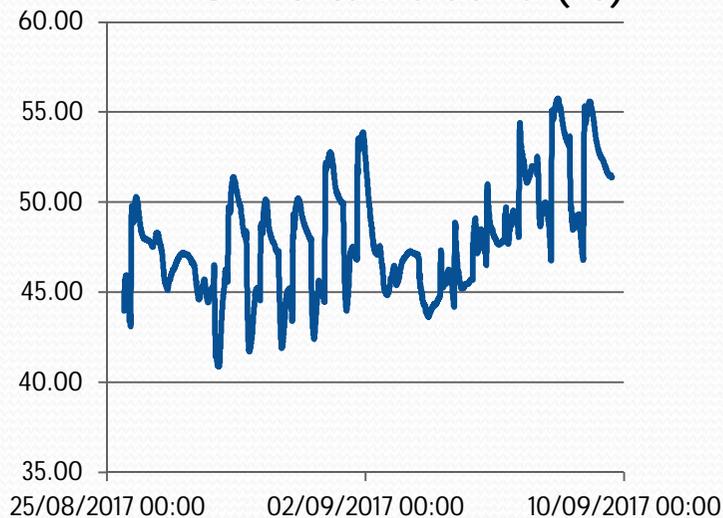


Misure di test in agosto-sett. (1)

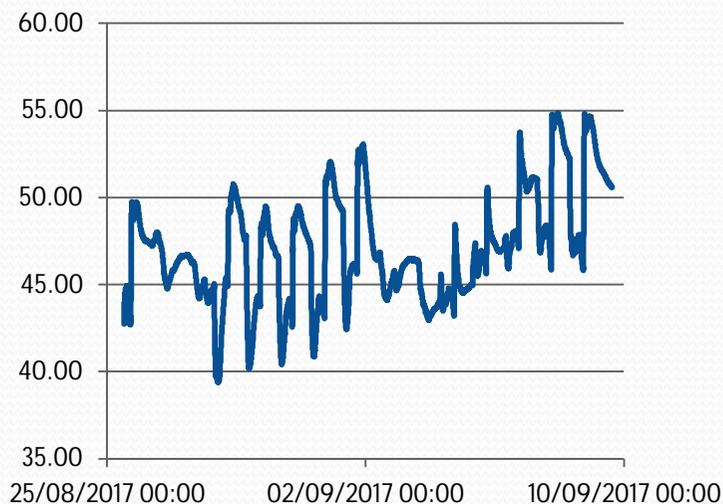
Pressione (mbar)



Umidità Relativa (%)



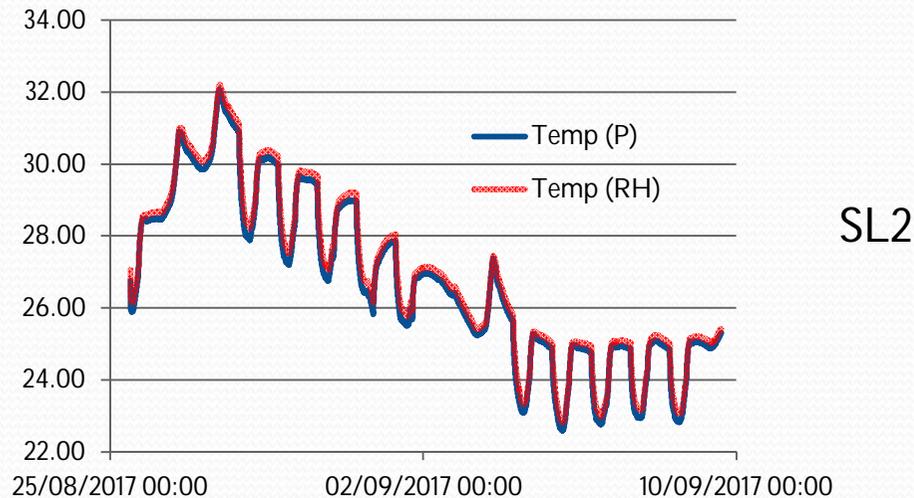
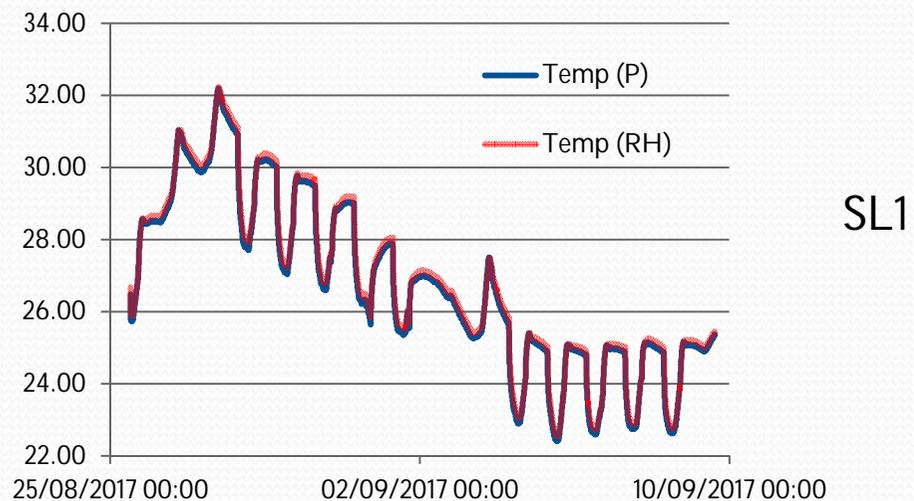
SL1



SL2

Misure di test in agosto-sett. (2)

Temperatura (°C)



Prime misure in grotta

I due sistemi sono stati posizionati da Maurizio alla Grotta Bianchen (comune di Zelbio, Como) nel periodo 18 settembre - 18 ottobre 2017



SL1 lasciato all'esterno come riferimento



SL2 posizionato all'interno della grotta

Dati ARPA Lombardia



Sono disponibili i dati delle grandezze:

- Livello Idrometrico (cm)
- Altezza neve (cm)
- Precipitazione (mm)
- Temperatura (°C)
- Umidità Relativa (%)
- Radiazione Globale (W/m²)
- *Velocità e Direzione Vento (m/s e gradi).*
- *Velocità e direzione del vento (m/s e gradi N) raffica*

I dati sono inviati entro 20 minuti dalla richiesta, in formato CSV (ASCII separato da virgole) o PDF, all'indirizzo di posta elettronica indicato

Provincia:
Milano

Località:
MILANO Lambrate

Tipologia:
Umidità Relativa

Sensori:
Umidità Relativa a MILANO - Lambrate

dati disponibili dal _____ al _____
(Cliccare 2 volte sul sensore per selezionarlo)

Sensori Selezionati:
[29/06/2001 - 17/10/2017] [2001]Temperatura a MILANO - Lambrate
[29/06/2001 - 17/10/2017] [2002]Umidità Relativa a MILANO - Lambrate

(Cliccare 2 volte sul sensore per deselegzionarlo)

Data Dal: 24/08/2017 Data Al: 10/09/2017

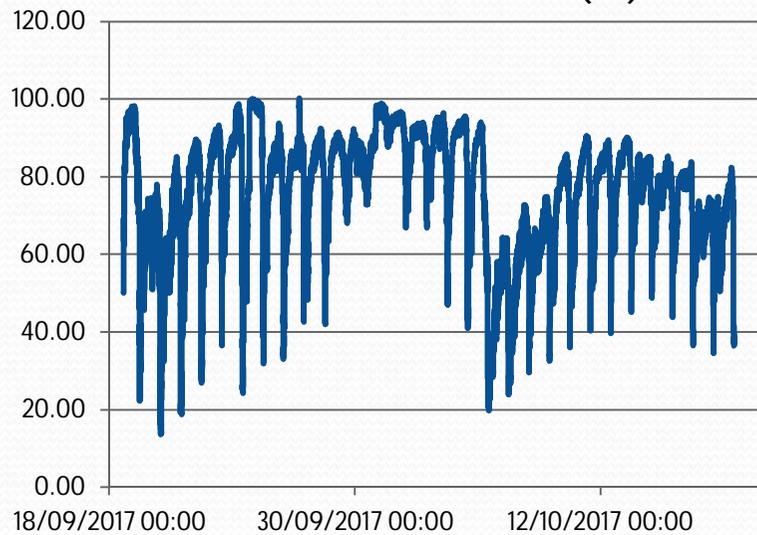
Aggregazione Temporale: Rilevata (suboraria) Formato dati: Csv

Email: _____

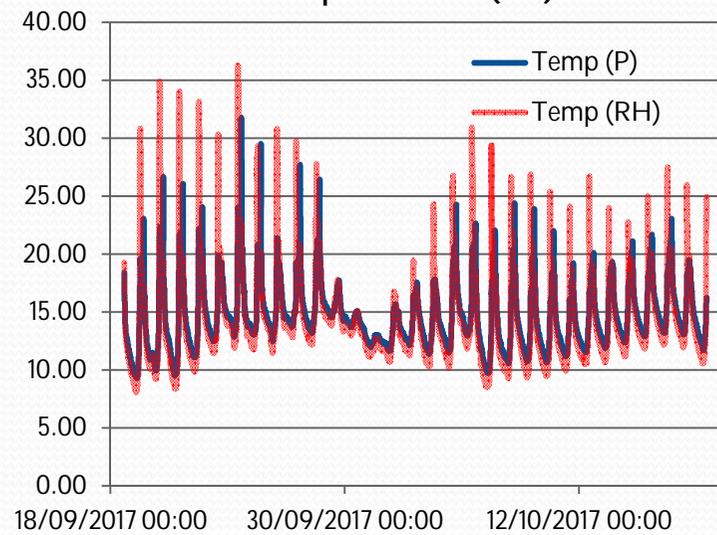
<http://www.arpalombardia.it/siti/arpalombardia/meteo/richiesta-dati-misurati/Pagine/RichiestaDatiMisurati.aspx>

SL1 all'esterno + Dati ARPA Tremezzo

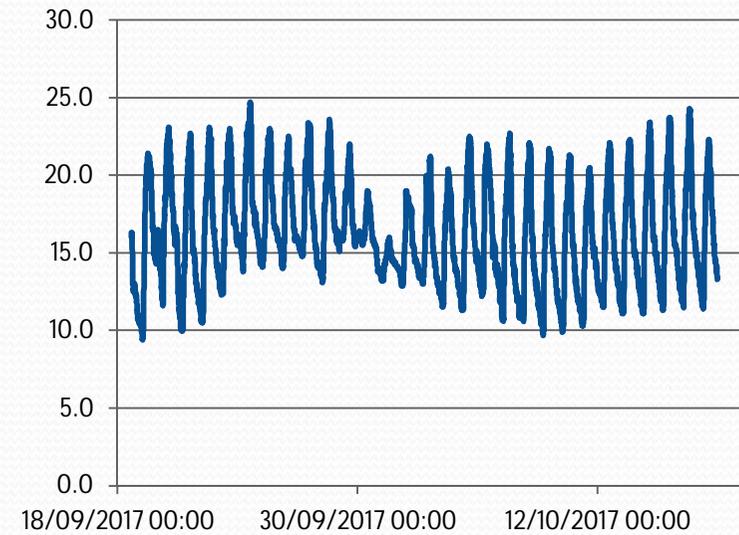
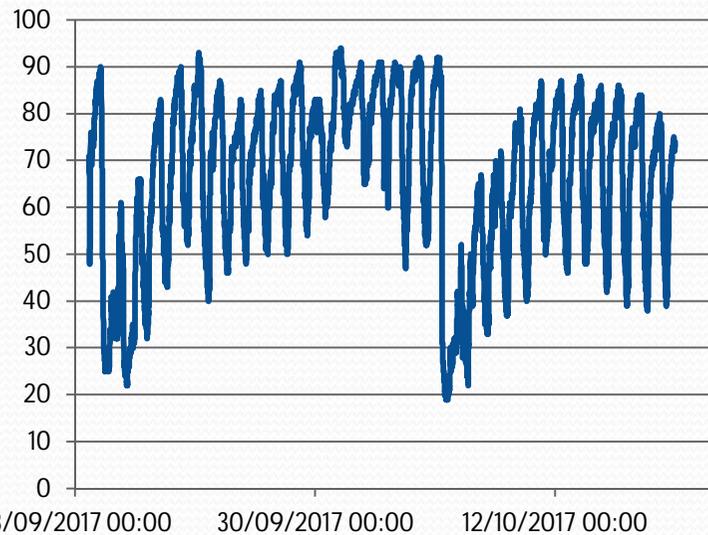
Umidità Relativa (%)



Temperatura (°C)



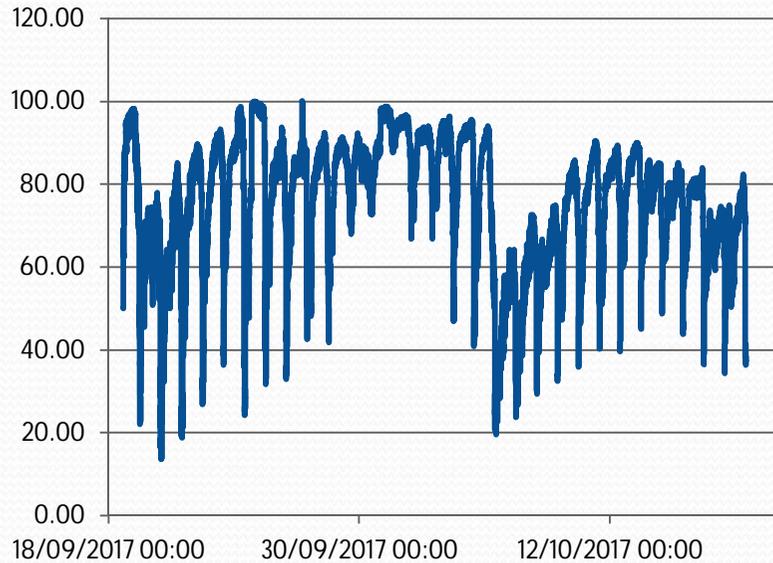
SL1
Esterno



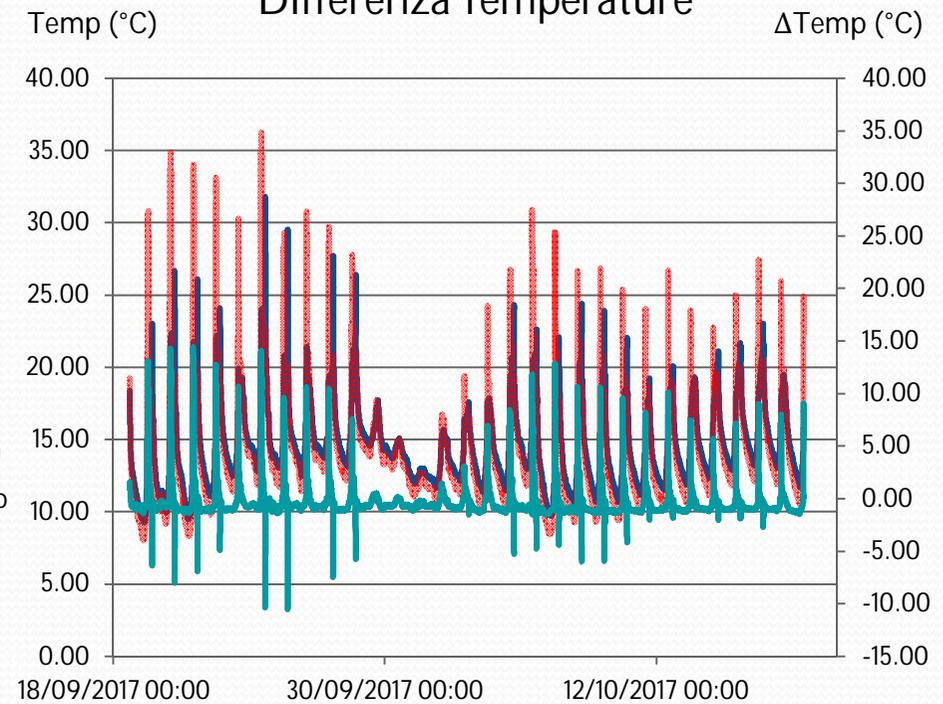
ARPA
Tremezzo
(~ 10 km da
Zolbio)

SpeleoLogger1 all'esterno

Umidità Relativa (%)



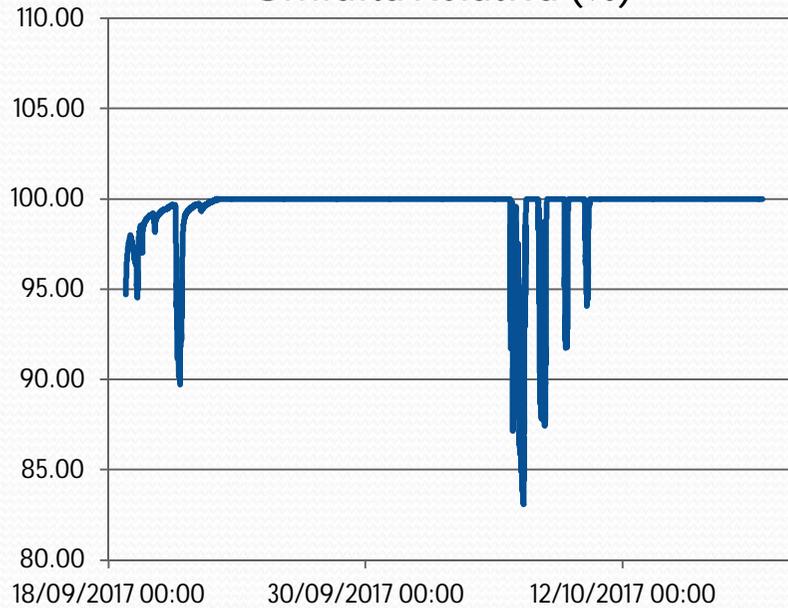
Temperatura & Differenza Temperature



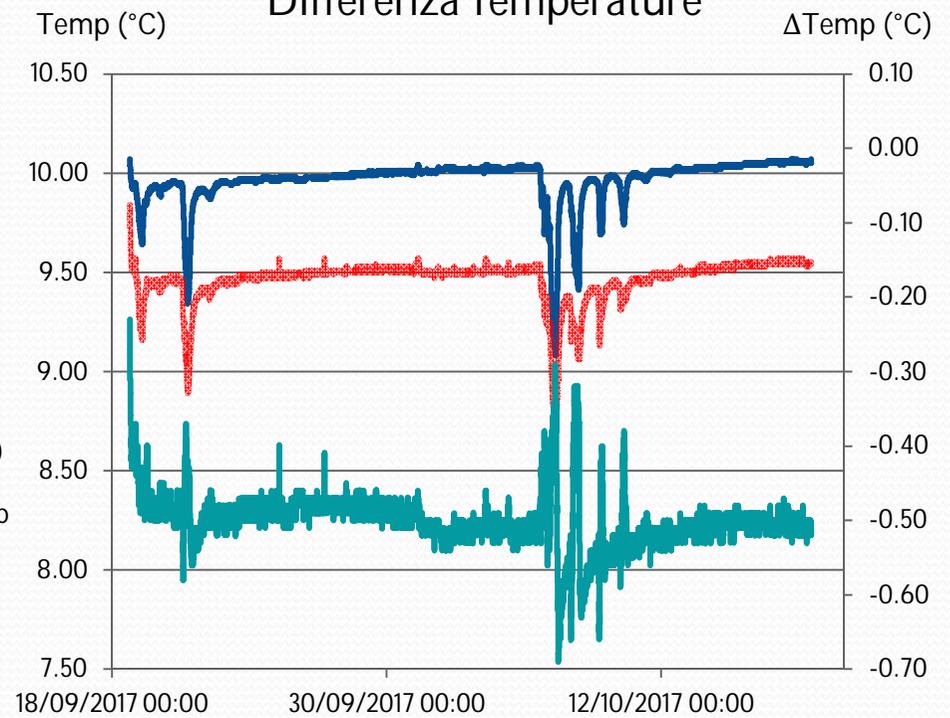
Differenza tra le temperature misurate (anche maggiore di 20 °C!) probabilmente dovuta all'insolazione del sensore di RH (alla mattina) rispetto a quello di P

SpeleoLogger2 in grotta

Umidità Relativa (%)

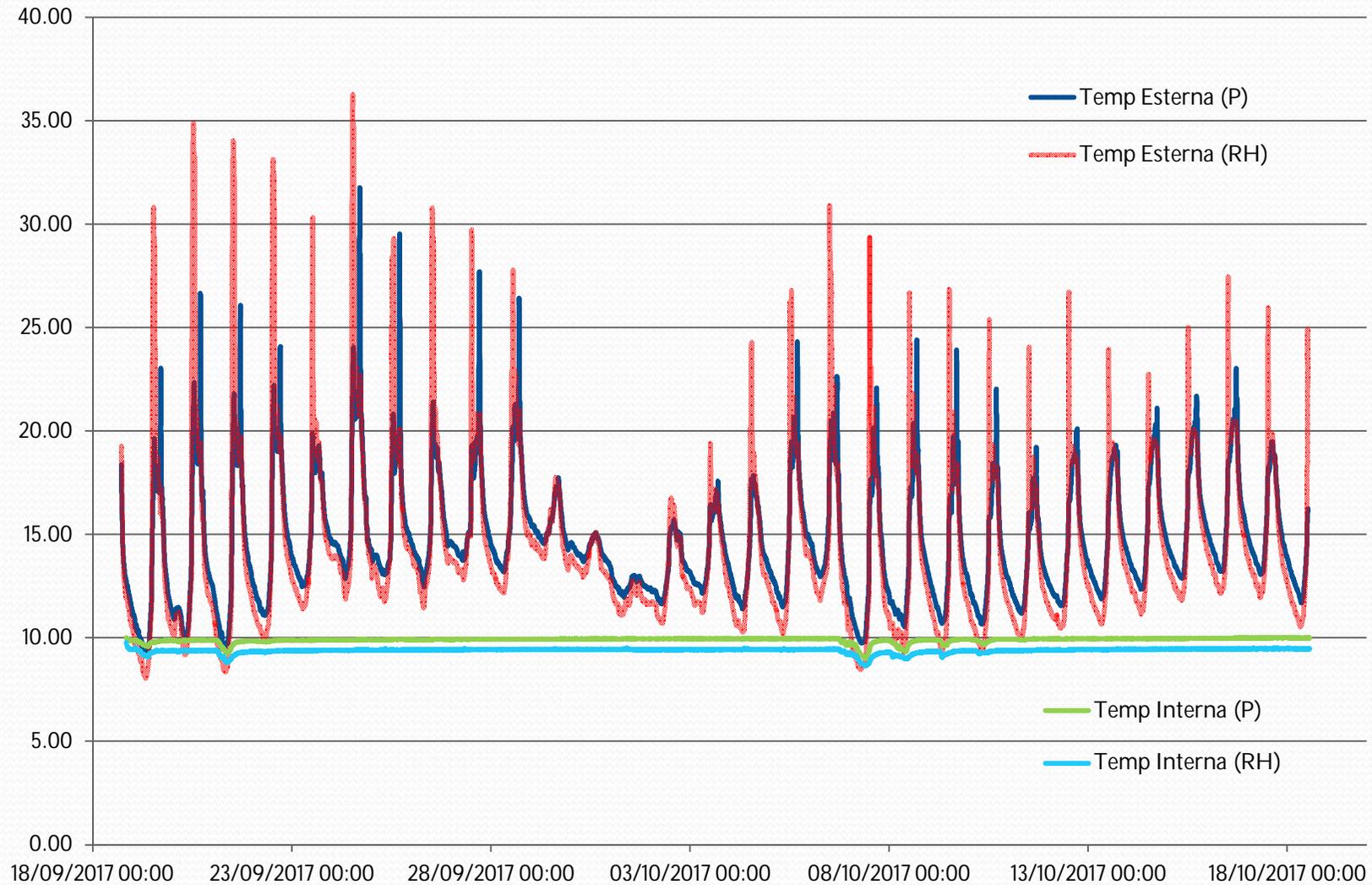


Temperatura & Differenza Temperature

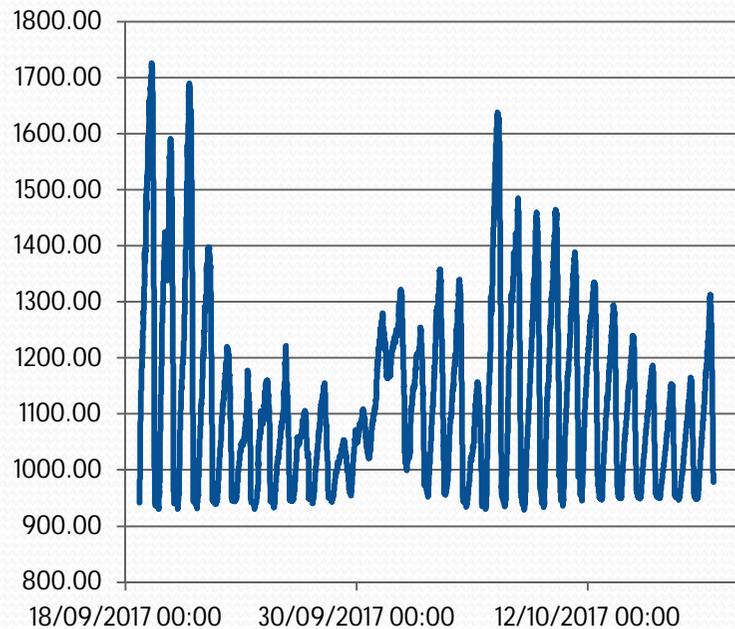


Δ Temp praticamente sempre intorno a 0.5° C

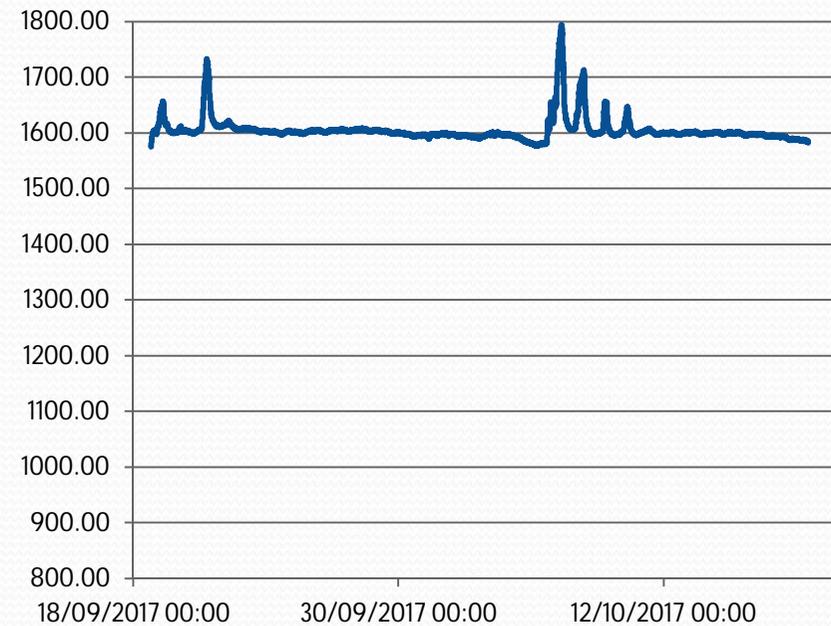
Temperatura: esterna & interna



SL 1 & 2 - Problemi



Pressione sistema 1 esterno (mbar)



Pressione sistema 2 in grotta (mbar)

1. Valori fino a 1600-1800 mbar → irrealistici (record mondiale → 1079 mbar)
2. Andamento troppo irregolare e dipendente da temperatura

Errore nell'algoritmo per il calcolo della pressione a temperature inferiori a +10 °C, non rilevato nei test in laboratorio (fatti ad agosto, T sempre maggiore di 22°C)

RISOLTO

Purtroppo i dati presi in grotta Bianchen non sono recuperabili

Costo per singola unità

Quantità	Codice	Descrizione	Euro	Prezzo unitario	Prezzo totale
1	RS	Sensore pressione MS580305BA01-00	Euro	27.84	27.84
1	RS	Scheda fotoresistiva in rame RE01-LF	Euro	7.58	7.58
1	RS	Regolatore LDO LP2985IM5-5.0	Euro	0.78	0.78
1	RS	Regolatore LDO LP2985AIM5-3.3	Euro	0.88	0.88
1	RS	Batteria a bottone Panasonic, CR1220	Euro	2.90	2.90
1	RS	SD card connector, SMT, push-pull	Euro	3.38	3.38
1	RS	Scheda Kingston MicroSDHC 8 GB	Euro	14.59	14.59
2	RS	Batteria D Varta Litio cloruro di tionile 3.6V, 19000mAh	Euro	26.51	53.02
1	Farnell	Sensore RH IST HYT-221	Euro	48.56	48.56
1	Farnell	Portabatterie D x 2	Euro	4.00	4.00
1	Farnell	TCA9517DR - Interfaccia I2C	Euro	1.50	1.50
1	Farnell	ER2188 50G - Resina epossidica	Euro	8.17	8.17
1	Farnell	Varia (connettori, cavi, altri componenti)	Euro	10.00	10.00
1	Sparkfun	Arduino Pro Mini	Euro	5.03	5.03
4	Bricoman	Raccordi idraulici in PVC	Euro	0.53	2.12
4	Bricoman	Coperchi in PVC	Euro	0.39	1.56
1	Bricoman	Scatola IP56 240x190x90 mm	Euro	8.20	8.20
1	Bricoman	Foglio plastica	Euro	4.00	4.00

TOTALE Euro 204.11

Primi risultati

- I due sistemi hanno funzionato secondo le specifiche:
 - In modo automatico per un mese (lunga durata) dal 18 settembre al 18 ottobre
 - Senza necessità di intervento
 - In ambiente saturo di umidità (protezione IP)
- Le misure di temperatura e umidità relativa sono soddisfacenti
- I dati di pressione NON erano consistenti con la realtà → Problema risolto
- Presentazione dei risultati durante la riunione del Gruppo Speleo del CAI di Bergamo il 21 ottobre 2017

L'appetito vien mangiando (1) ...

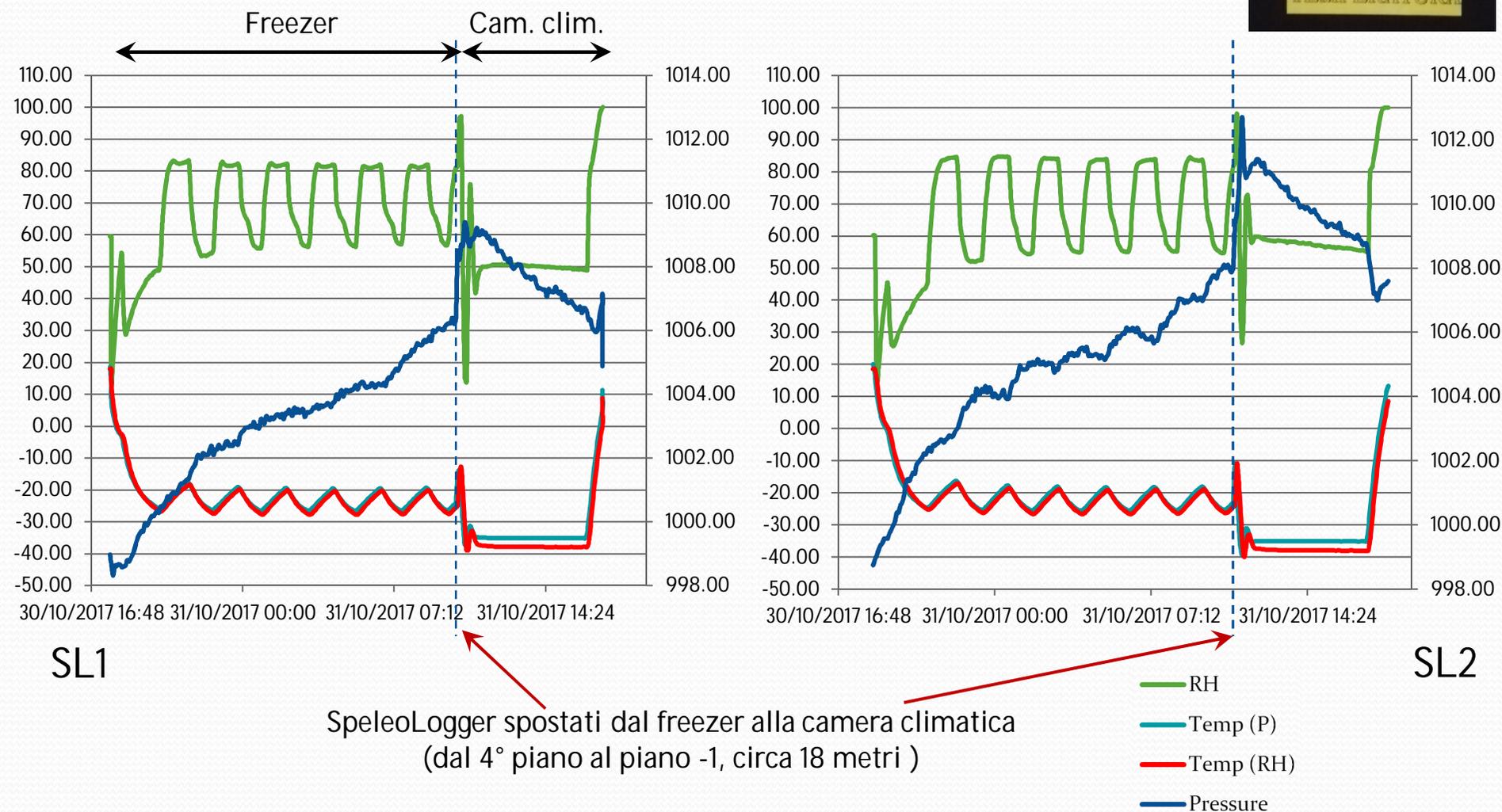
- Maurizio sparge la voce dell'esistenza degli SpeleoLogger → Fabio Baio propone di portarli in Antartide
- Problema: pochissimo tempo (15 giorni) per vedere se possono funzionare a temperature molto basse ($< -10^{\circ}\text{C}$) ed eventuali modifiche
- Test in "casa" (frigorifero + freezer) e poi in camera climatica

Test a bassa temperatura



Verifica misura di pressione a bassa temp. + test SL a bassa temp.

- 1) Freezer (T non controllata) 2) Camera climatica (T controllata, -38° C)



SpeleoLogger spostati dal freezer alla camera climatica
(dal 4° piano al piano -1, circa 18 metri)

- RH
- Temp (P)
- Temp (RH)
- Pressure

Misure in Antartide (1)

SpeleoLogger 1

Destinato alle misure in grotta sismica, ma per problemi organizzativi posizionato altrove;

1. Attivato il 10 novembre 2017 ore 12 locali → prima misura registrata alle 23:51 ora italiana del 10 novembre → concorda con la differenza di 12 ore tra Italia e Nuova Zelanda
2. Posizionato inizialmente in “cantiere” sul ghiacciaio del Boulder Clay → è rimasto all’aperto, o dentro una cassa, o dentro lo zaino;
3. Dal 9 dicembre spostato nella grotta viveri scavata nella neve;
4. Recuperato il 24 dicembre alle ore 17.00 locali → riportato in base e tenuto acceso.



Purtroppo la registrazione dei dati dello SL1 si è interrotta il 6 dicembre alle ore 03:41 (ora italiana), per motivi non definiti → possibile che una batteria sia uscita dalla propria sede → Sono state effettuate 7126 misure.

SL1 è stato nuovamente testato a Milano al ritorno → funziona secondo specifiche

Misure in Antartide (2)

SpeleoLogger 2

Destinato alle misure in ambiente esterno:

1. Attivato il 10 novembre 2017 alle ore 11 locali → prima misura effettuata alle 23:13 (ora italiana) del 9 novembre
2. Posizionato in una frattura nei pressi della base MZS, al bivio della strada per OASI (non dovrebbe essere stato esposto al sole);
3. Recuperato il 25 dicembre alle ore 17 locali e riportato in base e lasciato acceso.

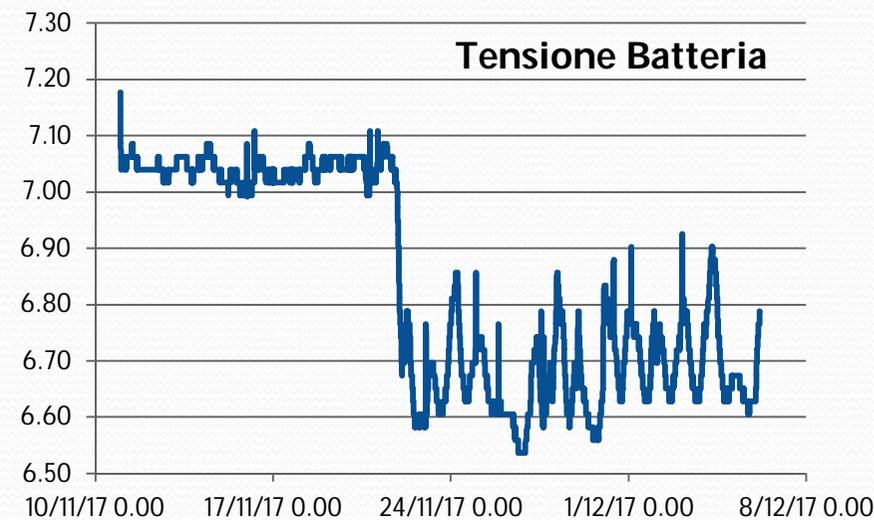
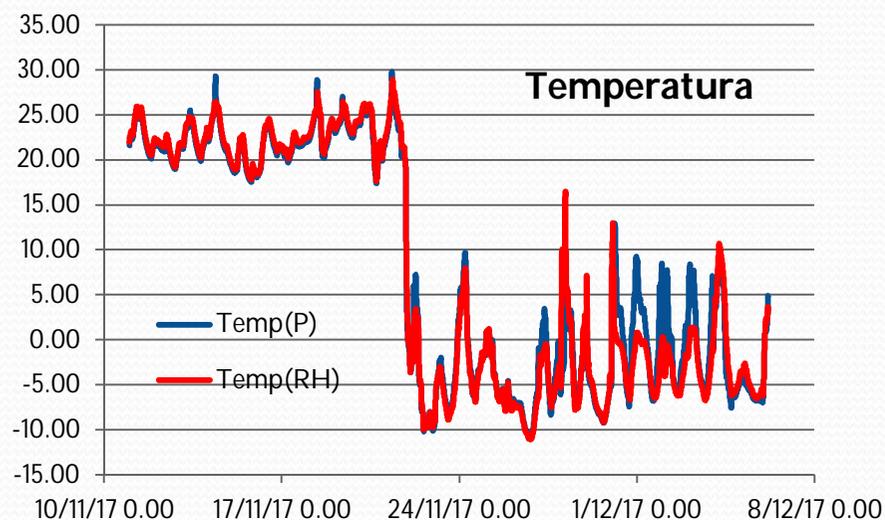
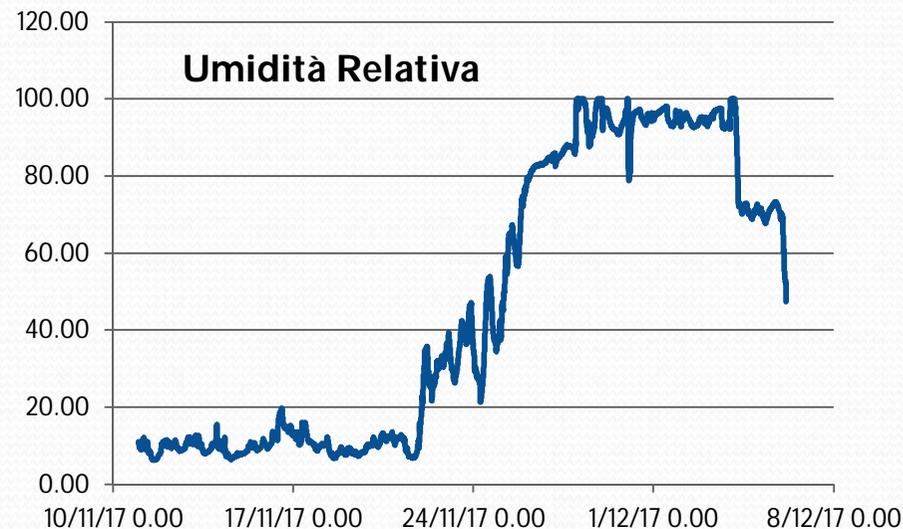
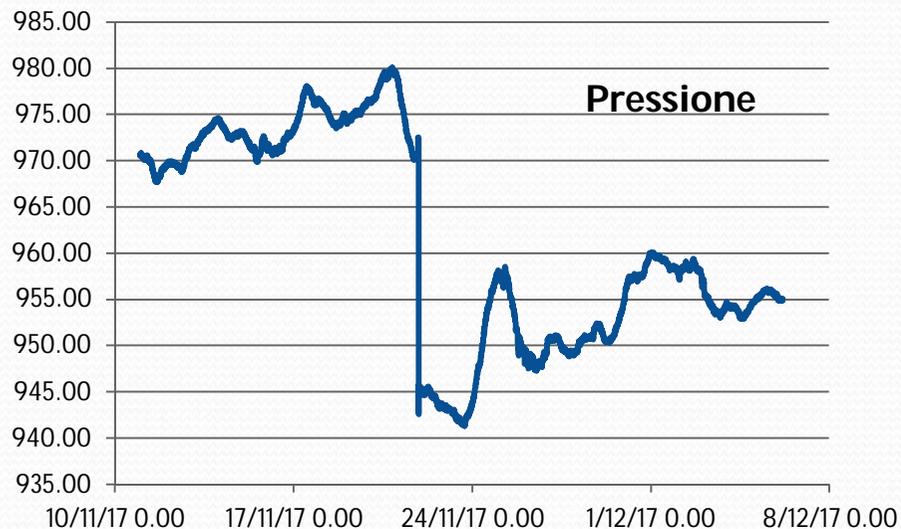


SL2 ha registrato dati fino al 3 gennaio 2018 alle ore 12.02 (ora italiana) → 15625 misure

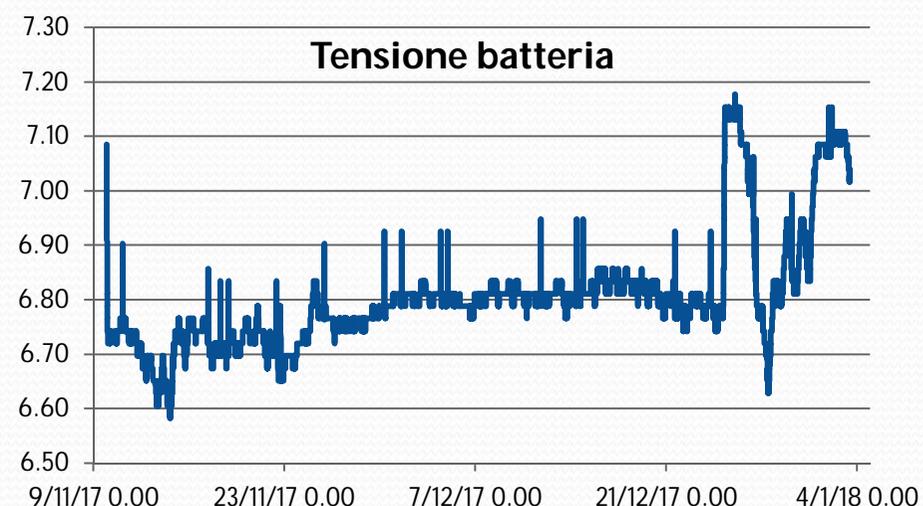
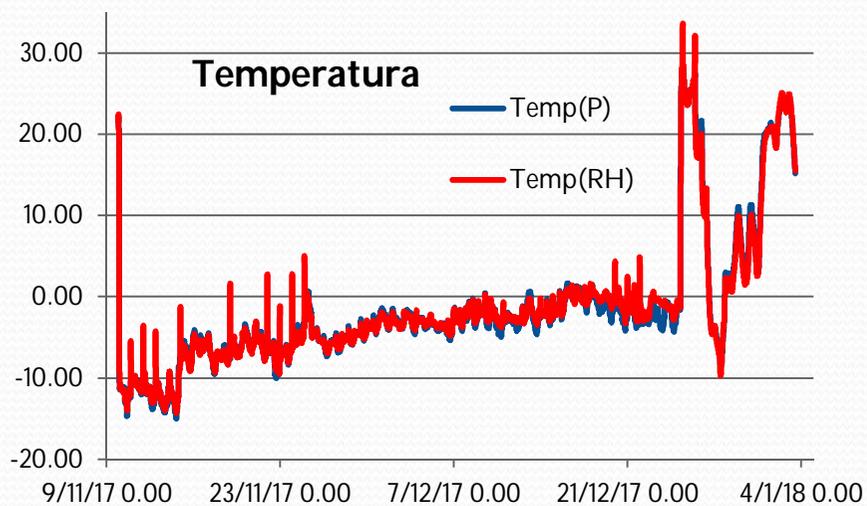
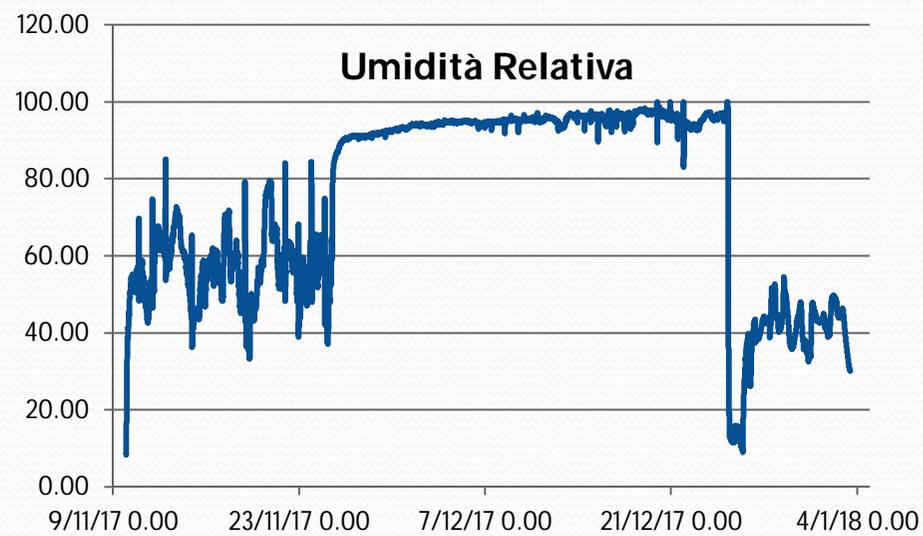
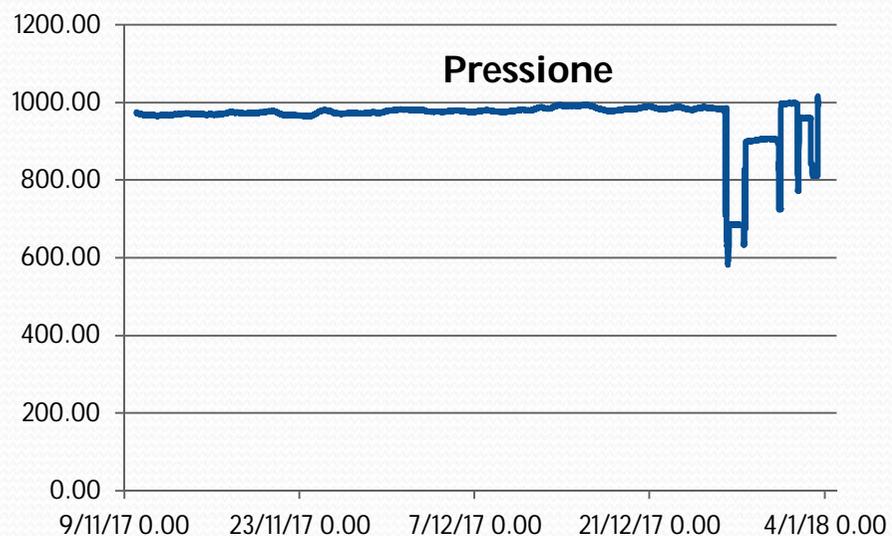
Le misure complete presentano alcune discontinuità, dovute agli spostamenti dello SL2, oltre ai voli di ritorno in aereo → rimasto acceso durante il viaggio!

SL2 è stato nuovamente testato al ritorno a Milano → funziona secondo specifiche

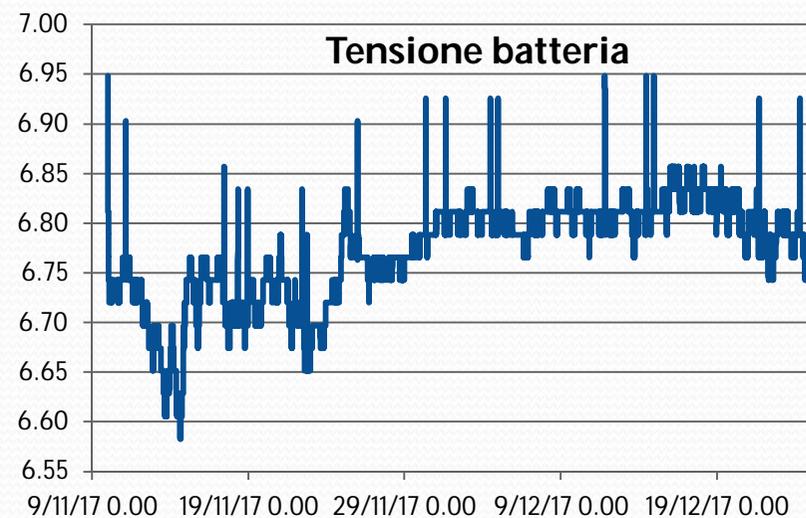
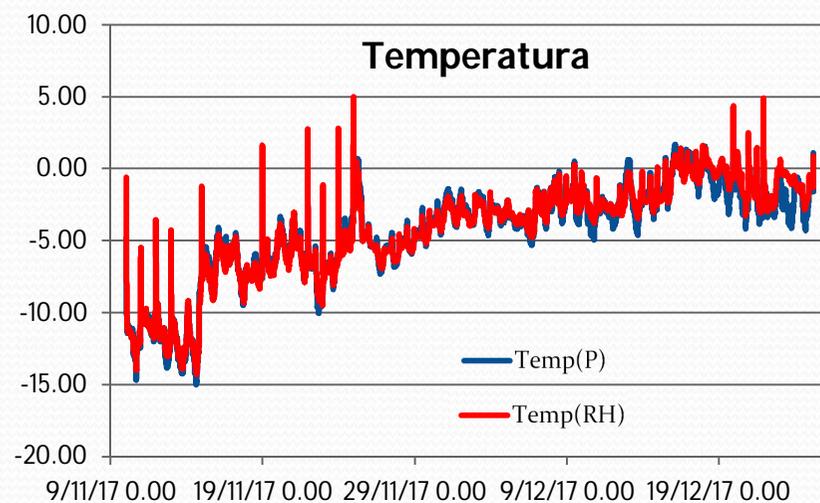
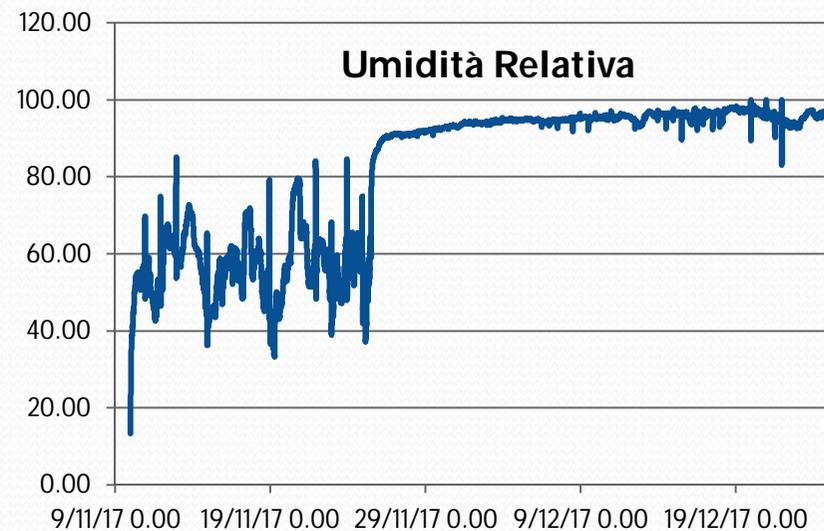
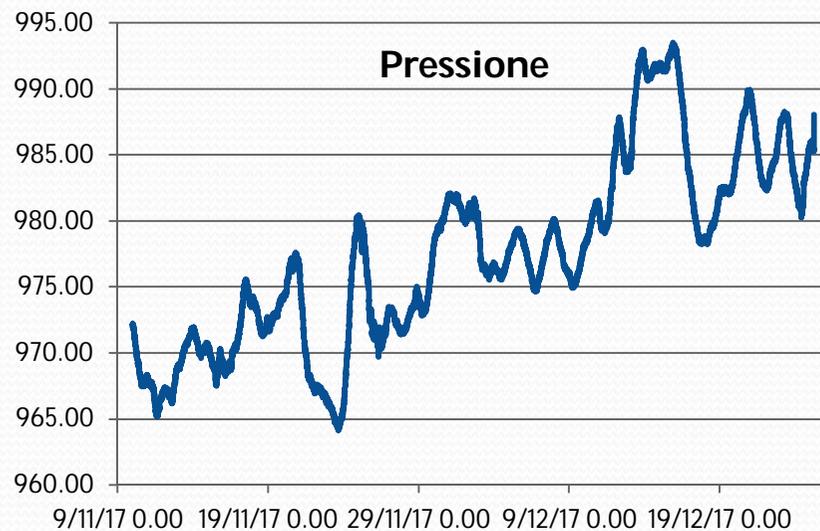
SpeleoLogger 1 (10 nov. → 6 dic.)



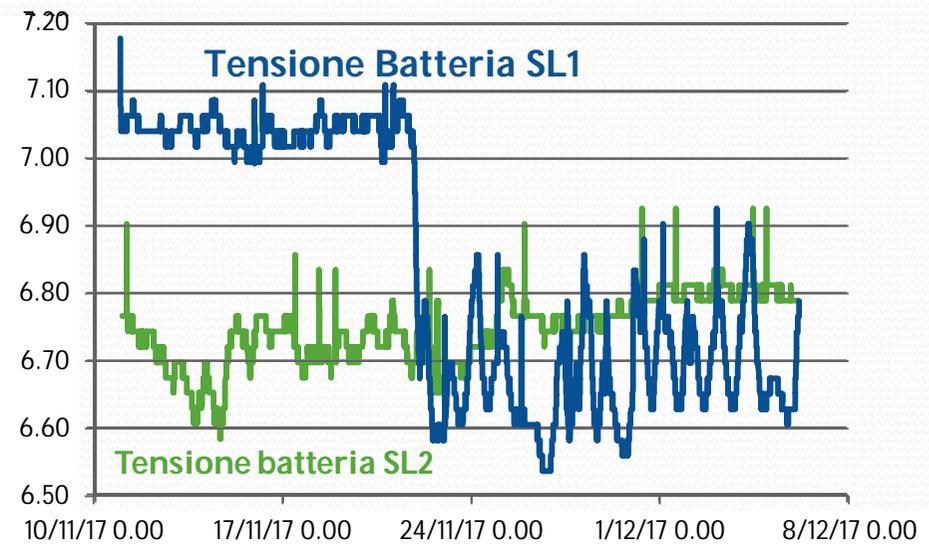
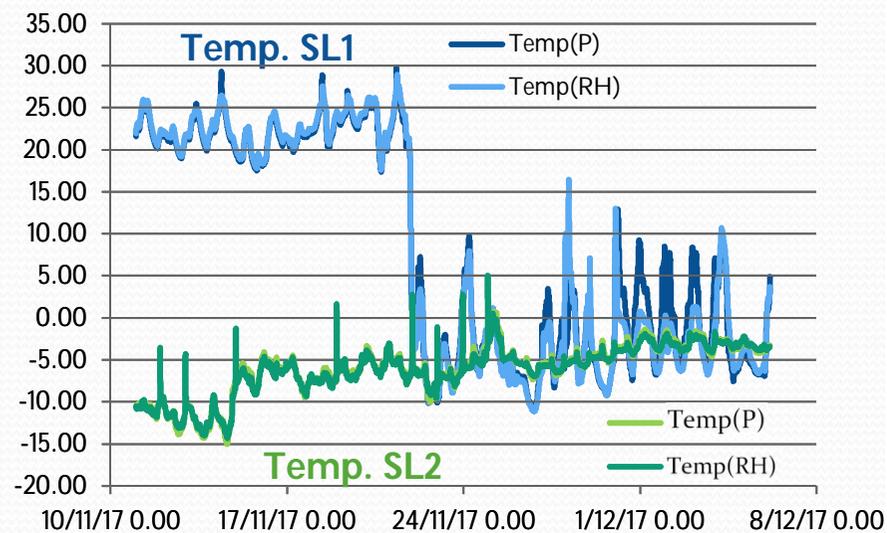
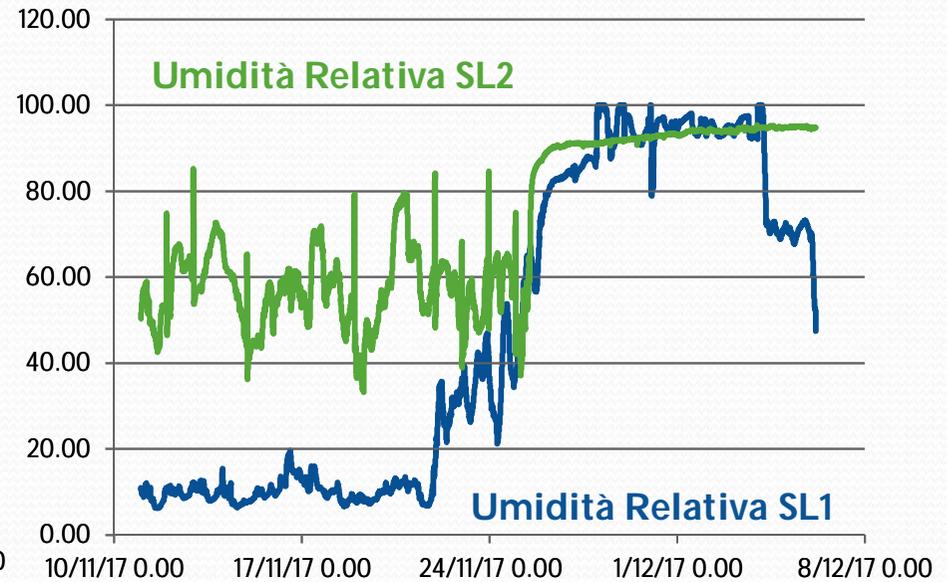
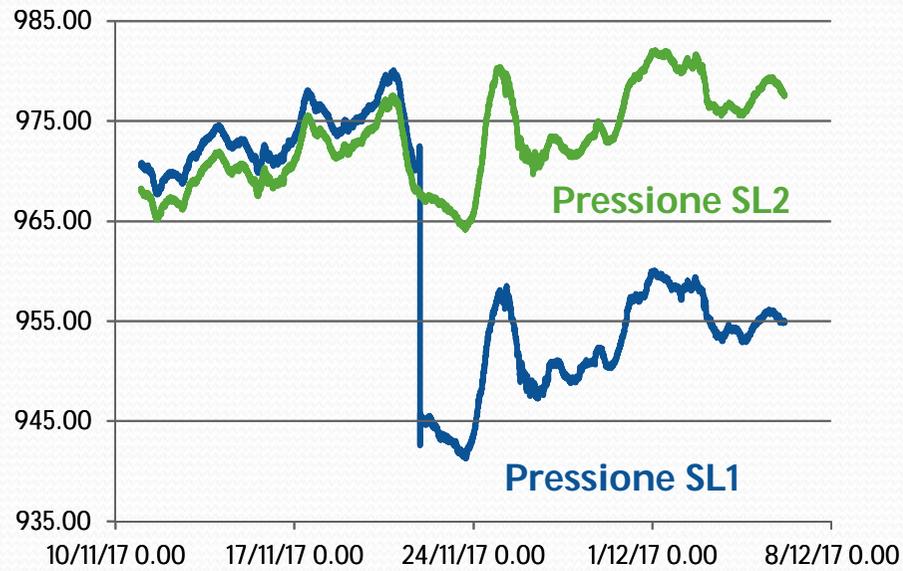
SpeleoLogger 2 (9 nov. → 3 gen.)



SpeleoLogger 2 (9 nov. → 25 dic.)



SpeleoLogger 1 & 2 (10 nov. → 6 dic.)



Misure Antartide

Conclusioni:

- I due sistemi hanno funzionato in Antartide secondo le specifiche:
 - In modo automatico per un mese (SL1) e due mesi (SL2)
 - Niente intervento umano → SL2 addirittura durante voli intercontinentali!
- Tutte le misure (T, P, RH) sono soddisfacenti
- Se possibile evitare batterie al litio (problemi di trasporto e reperibilità)
- Da migliorare l'alloggiamento delle batterie !
- Risultati presentati al Raduno Regionale degli Speleologi Lombardi il 24 Febbraio 2018

Ma l'appetito vien mangiando (2) ...

A New Logger

- Maurizio all'inizio del 2018 si trasferisce in Nigeria per lavoro
- In Nigeria un grosso problema sono le inondazioni provocate dai fiumi (dal 1985 al 2014 hanno influito sulla vita di più di 11 milioni di persone, causato oltre 1100 morti e danni per 17 miliardi di dollari)
- Da un'idea precedente per effettuare delle misure della portata d'acqua di pozzi in grotta → modifica allo SpeleoLogger per misurare la portata d'acqua dei fiumi
- Maurizio entra in collaborazione con una ditta che esegue lavori per il Federal Ministry of Power, Works & Housing (analogo a Ministero dei Lavori Pubblici italiano) → nasce l'idea del NigeriaLogger o WaterDepthLogger (nome definitivo è TBC)
- Usa il solo sensore di pressione + uno di temperatura

Proposal for a consultancy on the study for the control of water floods in Nigeria



"This work is written with the aim to bring significant improvements on the facing of the Nigerian flooding problems."

From the published literature we got that (Andrew Slaughter, 2017), (Whitworth Malcolm, 2015), heavy rains and thunderstorms caused havoc in Nigeria last year early in July and thirteen people were reported to have died. Over the period 1985 to 2014, flooding in Nigeria has affected more than 11 million lives with a total of 1100 deaths and property damage exceeding US\$17 billion.

S/No	Country	Year	Mortality	Economic loss (billion US\$)	Affected Human Population (millions)
1.	Nigeria	2012	363	16.9	7.7

Most of the floods are recorded in Niger, Adamawa, Oyo, Kano and Jigawa states possibly due to the influence of rivers Niger, Benue, Ogun and Hadeja. The flooding is traditionally attributed to a combination of some events: very heavy local rainfall, the release of excess water from the Lagdo Dam in nearby Cameroon, and as well in Kebbi State, rapid population growth, urbanization, poor

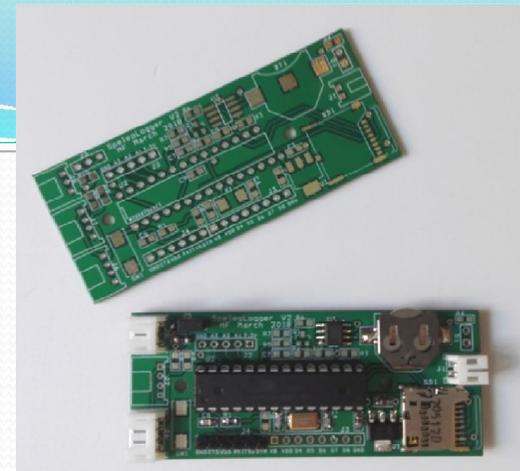
Ajengbe Ayokunle John, Maurizio Maragoli – Abuja 20 feb 2018

Pag 1

Proposta di finanziamento fatta al Federal Ministry of Power, Works & Housing

WaterDepthLogger Prototipo

- Sfrutta nuova scheda elettronica "General Purpose" con microcontrollore realizzata ad hoc in Cina, 75 x 30 mm (costo 5 euro per 10 schede!)
- Solo il sensore di pressione (5 bar) è all'esterno
- Contenitore: raccordo filettato in PVC da 2 pollici (50 mm) + tappo avvitabile con O-ring e coperchio da incollare → tenuta fino a 16 bar (1600 kP)
- Dimensioni ridotte rispetto a SpeleoLogger → facilità di trasporto e installazione
- Funziona a +3.3V invece che +5V (minore potenza)
- Usa 3 batterie AA da 1.5 V
- Costo totale: circa 100 Euro
- Due esemplari saranno pronti a inizio luglio per essere inviati in Nigeria



Conclusioni

Dal novembre 2015 a giugno 2018 (quasi tre anni ...)

- Sono stati realizzati due primi prototipi SL che sono serviti per fare esperienza
- I due prototipi hanno eseguito misure di lungo periodo in grotta e in Antartide
- È stata realizzata una scheda a microcontrollore "GP", utilizzabile per le esigenze attuali e come base per le versioni future
- Sono in realizzazione e consegna due sistemi (WaterDepthLogger) per la misura della profondità dei fiumi in Nigeria

Prossimi lavori

Luglio 2018 – Dicembre 2018

- Realizzazione di altri due WaterDepthLogger per la misura della profondità di pozzi in caverne (i.e. Fiumelatte, noto per la sua intermittenza)
- Realizzazione di un anemometro a ultrasuoni a singolo asse → altra scheda HW da collegare alla "General Purpose" → implementazione di SW per la misura del vento
- Possibile implementazione di altri sensori per misure in grotta (i.e CO2)



Da Lambrate all'Antartide alla Nigeria a ...?

Grazie per l'attenzione !