

Ricezione simultanea di radiometeore con più ricevitori.

Cheap

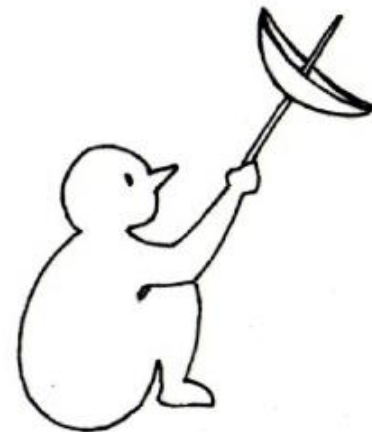
Amatorial

Radio

Meteor

Echoes

LOGger



Meteore in ottico e radiometeore

Osservabili:

Se con mag < fondo cielo

Senza ostruzioni

Da qualunque punto



Osservabili:

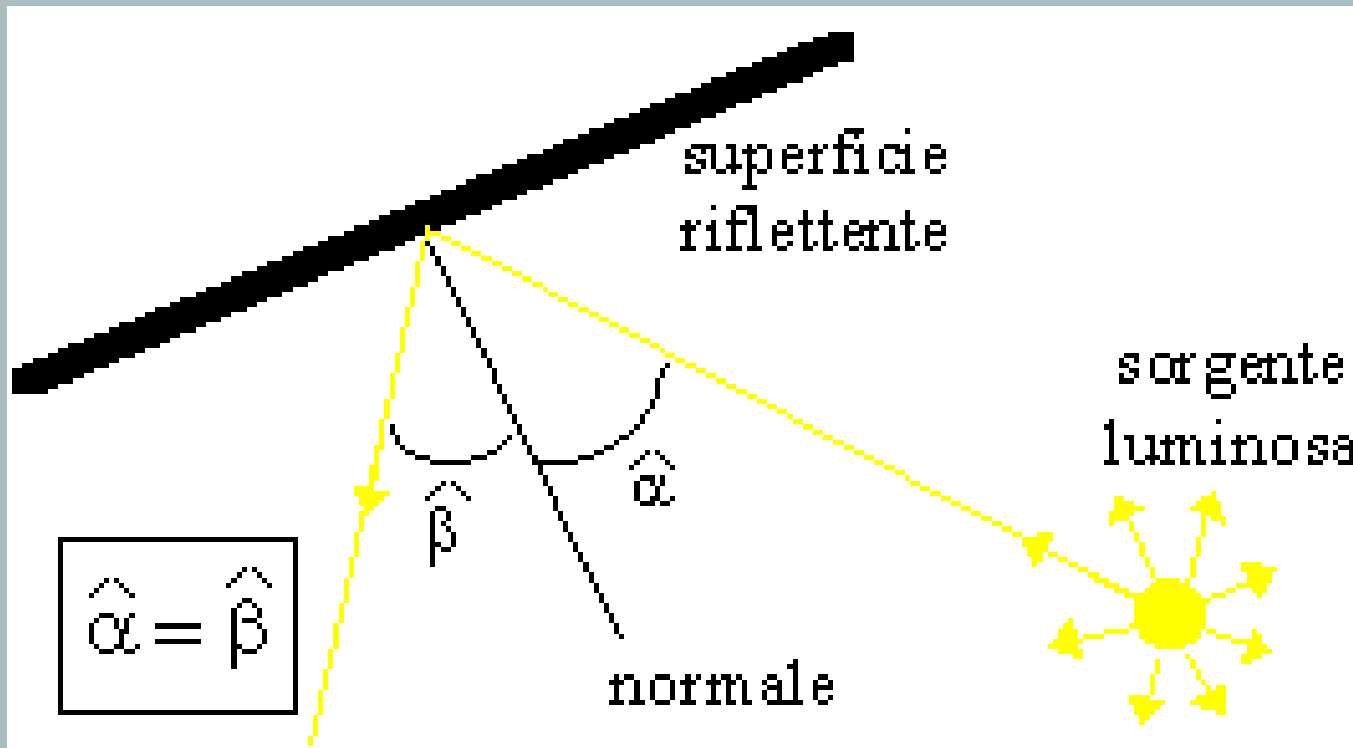
1) 24h/24h

2) anche coperto

3) minor magnitudine di quelle ottiche

Ma.....

Osservabilità delle radiometeore

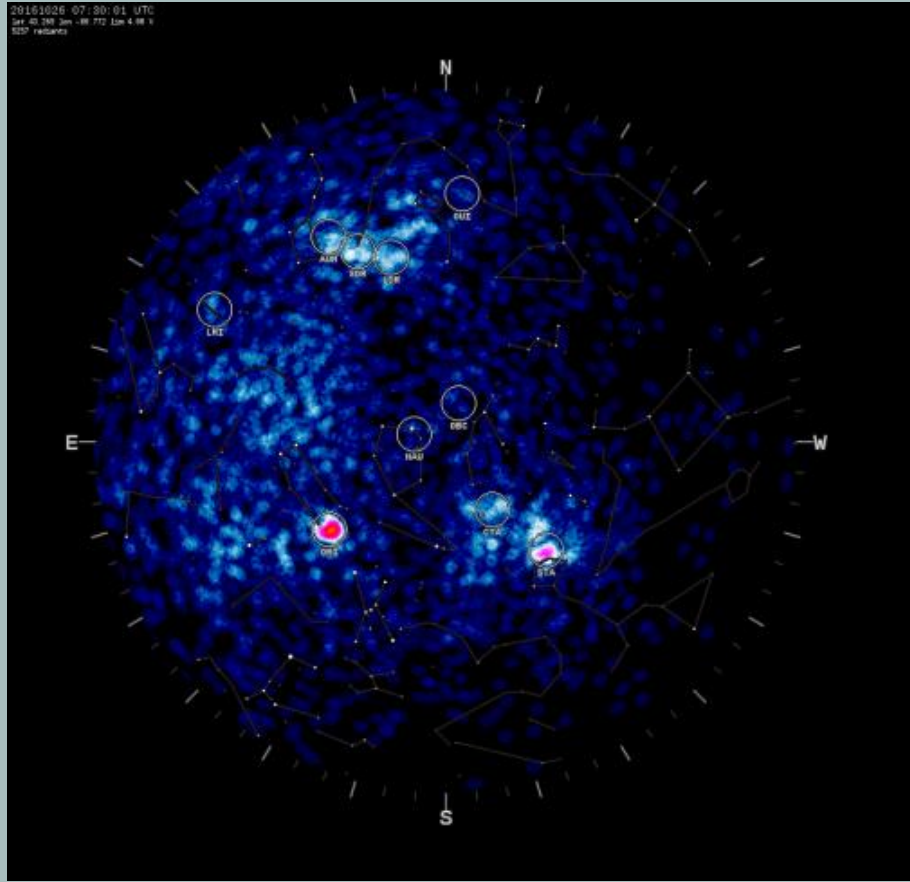


Si osservano solo se l'angolo incidente è uguale a quello riflesso e solo sullo stesso piano.

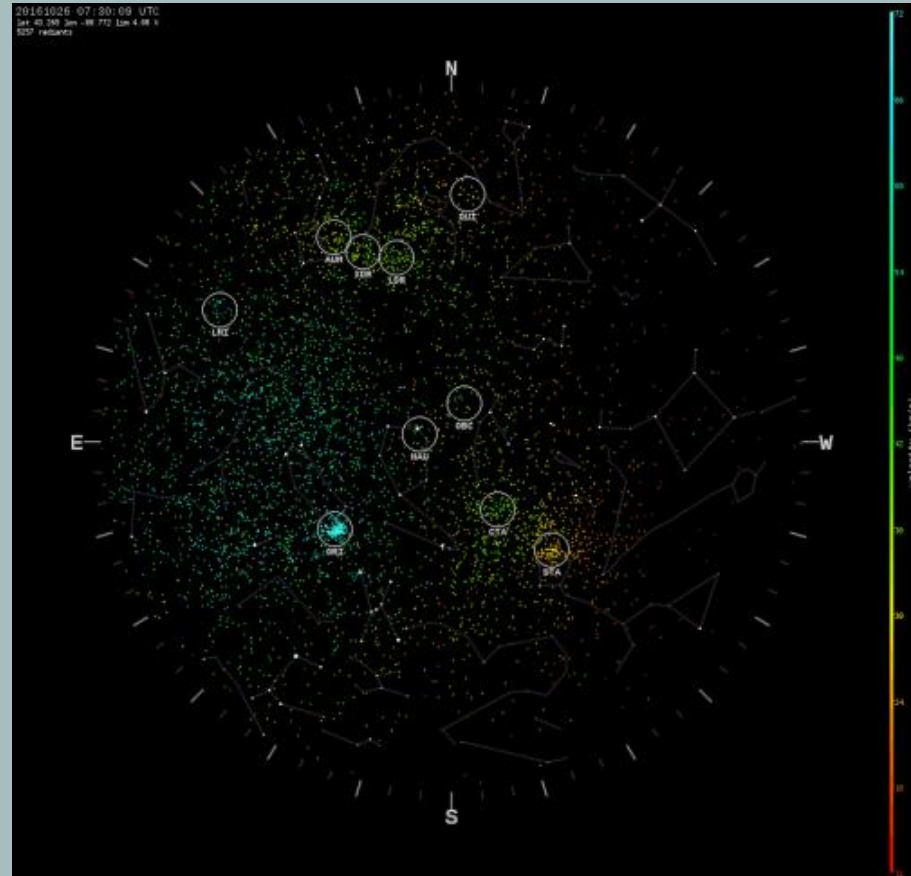
(Legge di Snell-Cartesio)

I radar professionali possono calcolare velocità e traiettorie

Velocity (KM/sec)



Activity (HR)

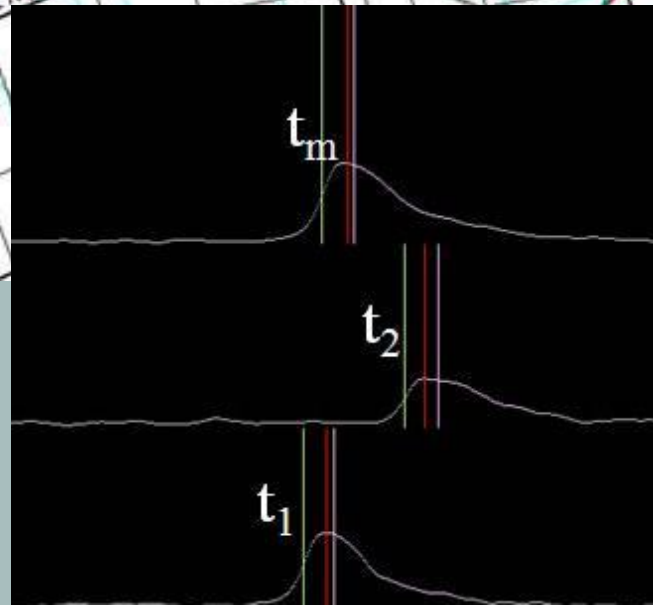
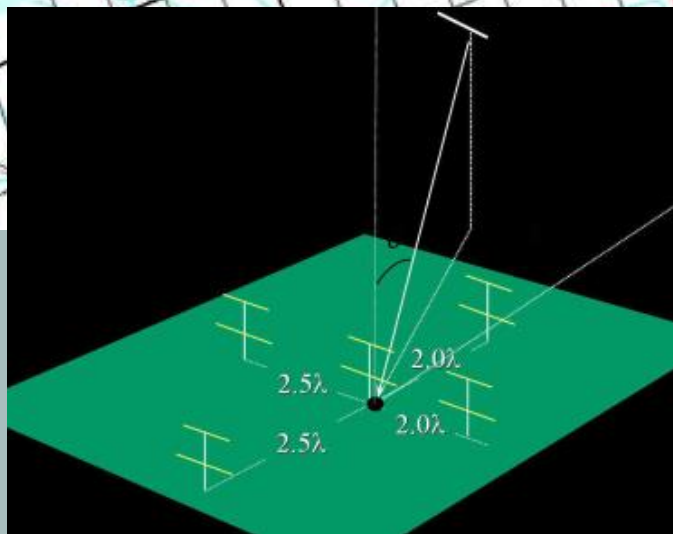


Canadian Meteor Orbit (CMOR)



- 1) Trasmettitore impulsato
- 2) più ricevitori in configurazione interferometrica
- 3) triangolazione

Tutto ciò è estremamente costoso. Come fanno gli astrofili?

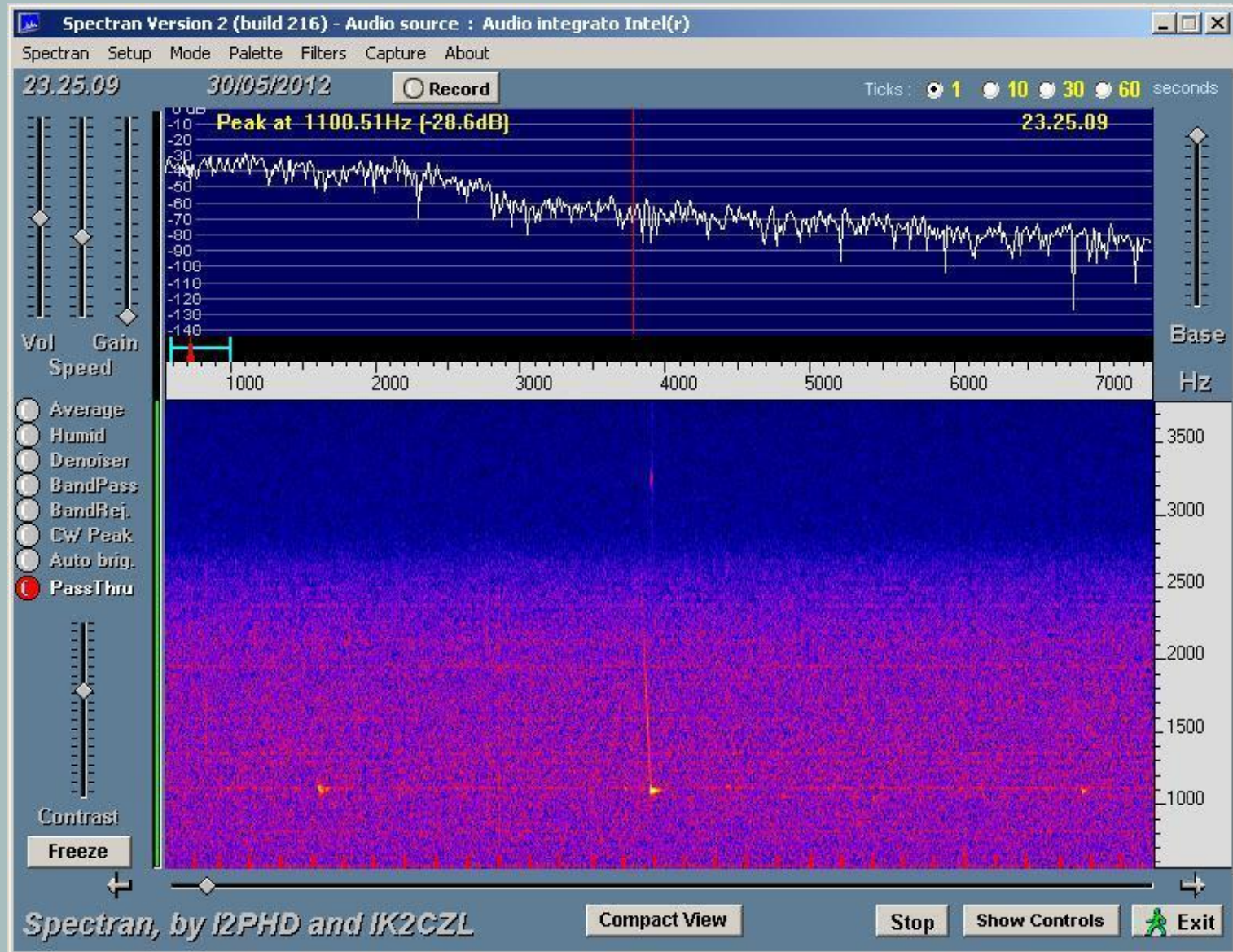


Trasmettitore altrui e portante non modulata. Ma si ascolta un segnale audio!

Quasi tutti gli astrofili si fermano all'ascolto



Alcuni graficano l'audio con un software



Oltre l'ascolto. L'esperienza di RAMBO

Elaborazione dell' audio e registrazione dei dati

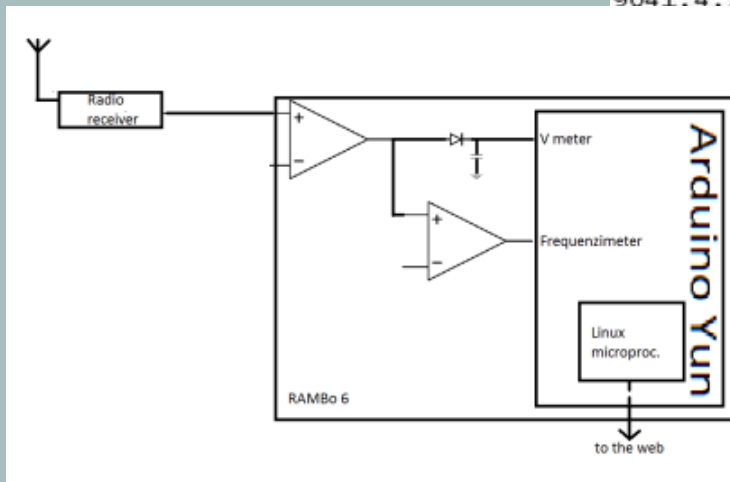
(Radar Astrofilo
Meteorico Bolognese)



```

8966,12,2013/8/26_14:56:9,45,47
8976,1,2013/8/26_15:6:48,23,18
8977,2,2013/8/26_15:9:57,75,40
8978,3,2013/8/26_15:11:41,24,18
8988,3,2013/8/26_15:19:36,45,24
8989,4,2013/8/26_15:20:14,126,72
8993,4,2013/8/26_15:20:37,26,10
8994,5,2013/8/26_15:20:39,402,65
8995,6,2013/8/26_15:21:29,36,33
8996,7,2013/8/26_15:21:42,116,80
8998,8,2013/8/26_15:31:45,31,11
9003,9,2013/8/26_15:36:46,16,13
9007,10,2013/8/26_15:41:14,21,15
9008,11,2013/8/26_15:42:6,26,15
9010,11,2013/8/26_15:43:15,26,13
9012,12,2013/8/26_15:44:2,88,29
9013,12,2013/8/26_15:44:2,153,30
9014,12,2013/8/26_15:44:2,276,38
9022,13,2013/8/26_15:50:16,170,6
9035,1,2013/8/26_16:12:21,136,71
9037,2,2013/8/26_16:15:32,34,23
9038,3,2013/8/26_16:15:56,126,62
9041,4,2013/8/26_16:19:56,45,14

```



```

13/8/26_16:20:38,20,11
13/8/26_16:22:55,267,83
13/8/26_16:40:32,93,45
13/8/26_16:41:14,50,18
13/8/26_16:41:57,83,68
013/8/26_16:43:8,527,84
013/8/26_16:58:7,286,86
13/8/26_17:1:44,23,13
13/8/26_17:4:21,108,72
13/8/26_17:26:20,47,29
13/8/26_17:26:22,192,79
13/8/26_17:31:28,256,80
13/8/26_17:44:23,67,29
13/8/26_18:2:20,53,16
13/8/26_18:8:45,18,12
13/8/26_18:18:4,17,14
13/8/26_18:20:44,29,10
13/8/26_18:27:4,150,64
13/8/26_18:36:5,69,51
13/8/26_18:42:34,88,63
9149,8,2013/8/26_18:47:45,36,51

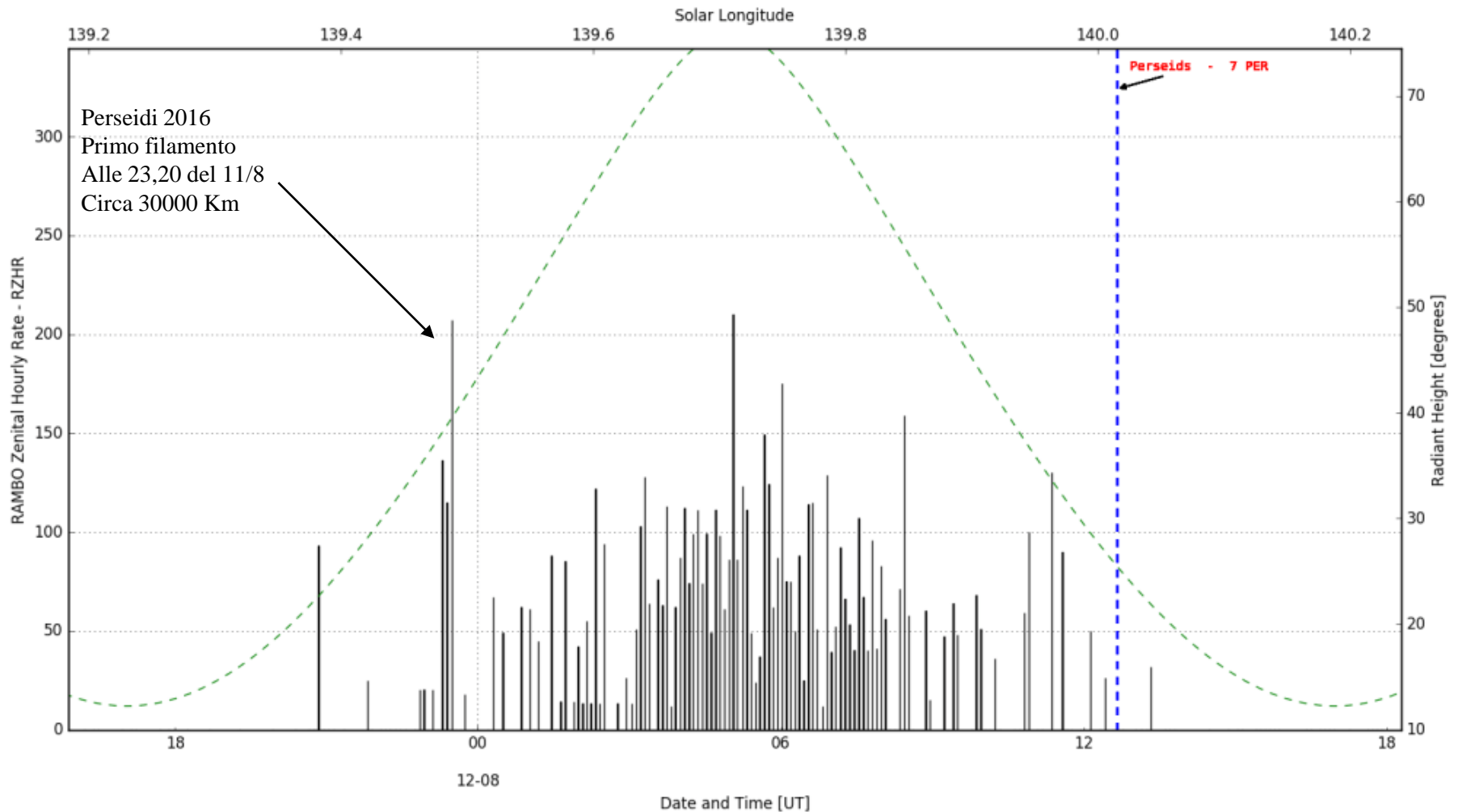
```

ICARA 2018 - Tavolaia 26-28 ottobre 2018
<https://www.meteornews.net/2021/12/04/global-network-for-radio-meteor-observers/>
 MeteorNews ISSN 2570-4745 Vol7
 /Issue1/January 2022
 WGN journal of the international meteor organization Vol. 49, No. 4, August 2021

Lo ZHR

HR = numero meteore osservate/tempo di osservazione,
lm = mag limite,
r= param relativo allo sciame,
F= campo di vista
HR= altezza radiante

$$ZHR = \frac{\overline{HR} \cdot F \cdot r^{6.5-lm}}{\sin(hR)}$$



I limiti di questa tecnica:

Richieste competenze tecniche non banali

Attrezzatura costosa (> 2000 euro)

La grandezza misurata è un suono 'costruito' dal radoricevitore

Non c'è uno standard.



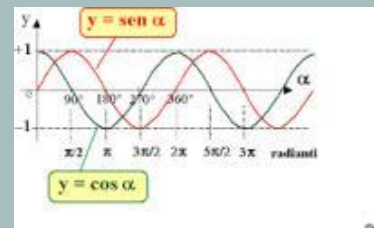
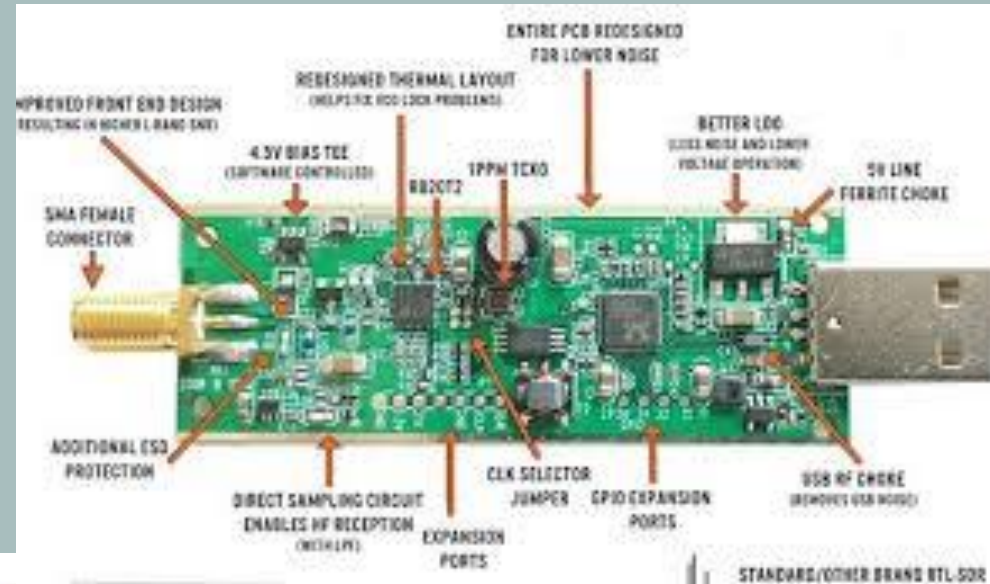
Come ovviare a tutto ciò?

Il mondo dell' SDR:

Software Defined Radio

R 820 T2 (sintonizzatore)

RTL 2832U (demodulatore e convertitore A/D)



$$y=f(x)+g(x)$$



$$f'(x) = q \times f(x)$$

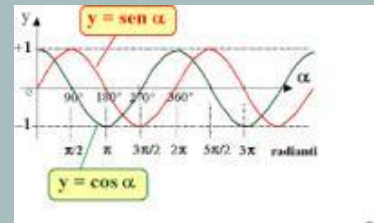
$$f_0 = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 R_3}}$$

$$i(t) = \frac{V}{R} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

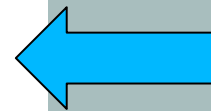
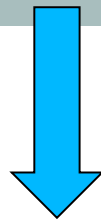
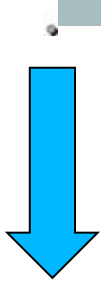
Per realizzare una radio SDR occorre scrivere il software!



Due anni di tentativi



$$y=f(x)+g(x)$$

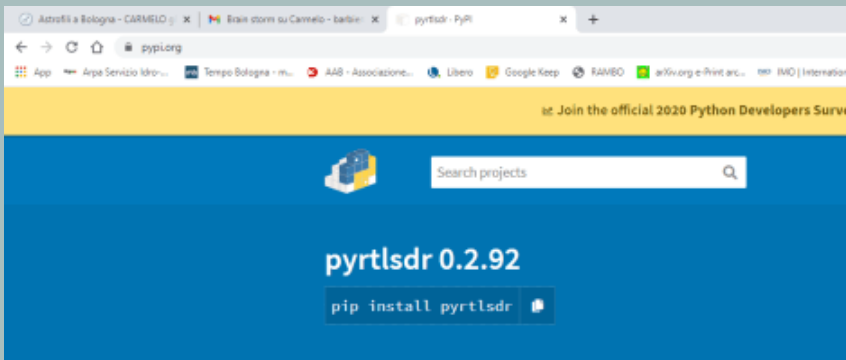


$$f'(x) = q \times f(x)$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 R_3}}$$

$$i(t) = \frac{V}{R} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

Dopo due anni di tentativi ci siamo imbattuti nella libreria di Python RtlSDR



A Python wrapper for librtlsdr (a driver for Realtek RTL2832U based SDR's)

Navigation

[Project description](#)

[Release history](#)

[Download files](#)

Project links

[Homepage](#)

[Source](#)

[Documentation](#)

Statistics

GitHub statistics:

Project description

pyrtlsdr

A Python wrapper for librtlsdr (a driver for Realtek RTL2832U based SDR's)

build passing coverage 99%

Description

pyrtlsdr is a simple Python interface to devices supported by the RTL-SDR project, which turns certain USB DVB-T dongles employing the Realtek RTL2832U chipset into low-cost, general purpose software-defined radio receivers. It wraps many of the functions in the [librtlsdr library](#) including asynchronous read support and also provides a more Pythonic API.

Links

- [Documentation:](#)

Primi tentativi.

Maggio 2020 elaborazione di una applicazione che:

- 1) Riconosce l'integrato 2832 U
- 2) Effettua campionamenti del segnale
- 3) Per ogni campionamento calcola la FFT (Trasformata Veloce di Fourier)
- 4) Qualora due campionamenti consecutivi siano con segnale $>$ soglia e con frequenza = Tx registra.
- 5) Cessata la condizione continua per un po' generando una "coda"
- 6) Scrive tutti i dati della registrazione in un file di log



Poi:

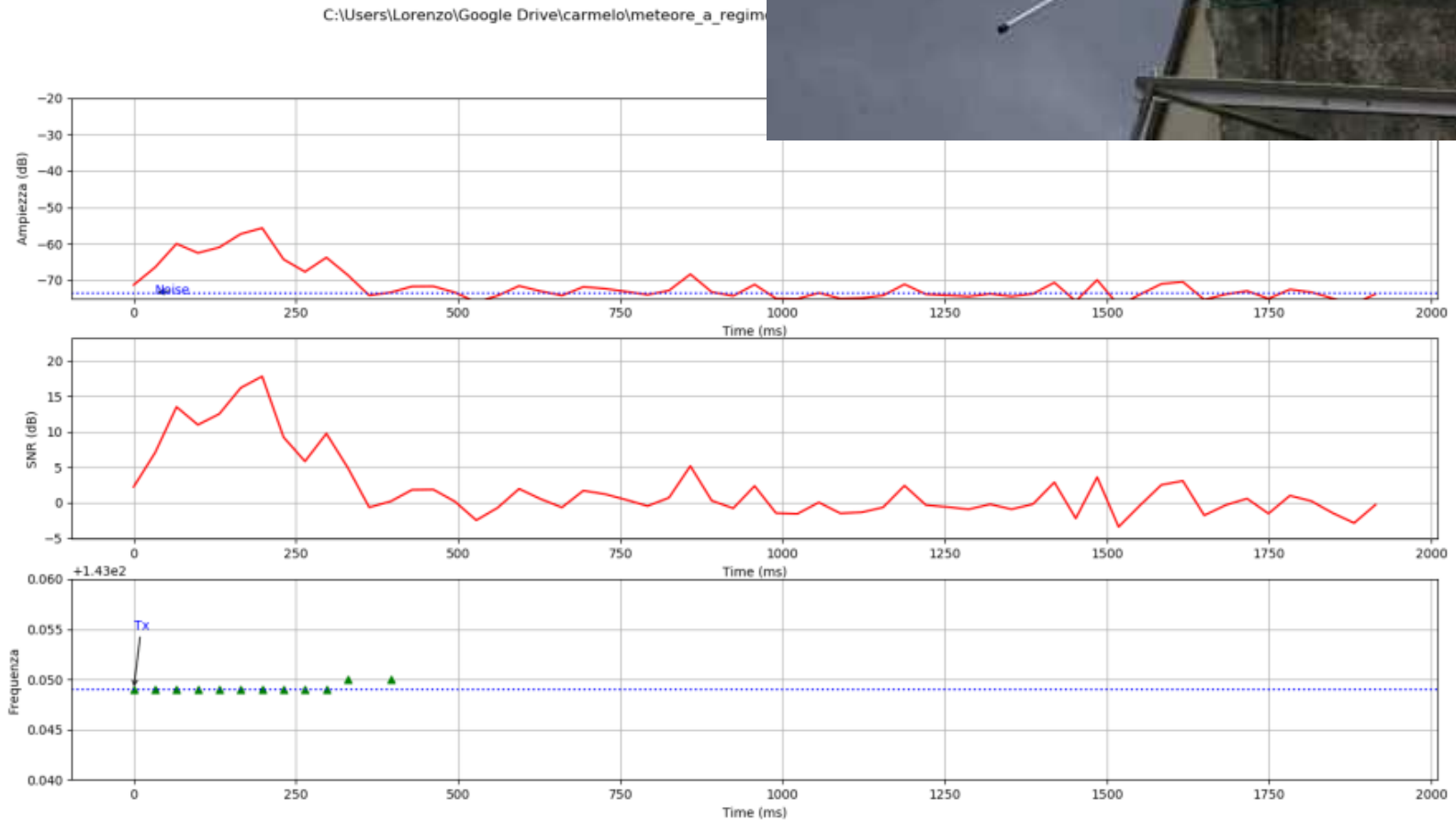
```
# Locality,Lat.,Long.,Tx freq,Noise (dB),Antenna,Gain(dB),Sampling duration(ms),Meteor duration (ms),Max power (snr),Vista(°),segno,colore
Budrio-BO (ITA),44.537,11.534,143.05,-73.49,Discone,3.7,33,4726,19.83,360.0,asterisk,red
# Samp,Rx power,Freq.,SNR
0,-70.95,143.049008,2.53
1,-69.16,143.049008,4.33
2,-69.14,143.049008,4.35
3,-75.21,142.910336,-1.72
4,-74.57,142.606625,-1.09
5,-72.97,142.852719,0.52
6,-74.03,143.049008,-0.54
7,-73.67,143.208187,-0.18
8,-72.96,142.563656,0.52
9,-71.58,143.049008,1.9
10,-72.82,143.049984,0.67
11,-73.85,142.646664,-0.36
12,-73.85,143.049008,-0.36
13,-69.66,143.049008,3.83
14,-68.41,143.049984,5.07
15,-63.17,143.049008,10.32
16,-66.81,143.049008,6.68
17,-59.48,143.049008,14.01
18,-55.85,143.049008,17.63
19,-60.25,143.049008,13.23
20,-61.56,143.049984,11.92
21,-56.29,143.049008,17.2
22,-63.35,143.049008,10.14
23,-57.73,143.049008,15.76
24,-62.47,143.049008,11.02
25,-62.3,143.049008,11.19
26,-56.99,143.049008,16.49
27,-73.38,143.003109,0.11
28,-73.41,142.871273,0.08
29,-72.28,143.297055,1.2
30,-73.36,142.557797,0.12
31,-74.91,143.049008,-1.42
32,-73.27,142.574398,0.22
33,-77.17,143.049008,-3.68
34,-73.5,142.68182,-0.01
35,-75.02,142.663266,-1.54
36,-74.77,142.641781,-1.29
37,-70.92,143.289242,2.57
38,-72.76,143.256039,0.72
39,-73.94,142.992367,-0.45
40,-72.38,142.587094,1.1
41,-75.19,142.858578,-1.7
42,-70.11,142.613461,3.38
43,-74.75,143.049008,-1.26
44,-74.99,142.558773,-1.5
45,-69.5,142.65057,3.99
46,-73.07,142.786312,0.41
```

Il file contiene tutti i dati

- 1) sulla stazione ricevente
- 2) sintonia, antenna, gain, ecc..
- 3) soglia di rumore
- 4) ogni singolo campionamento

Poi:

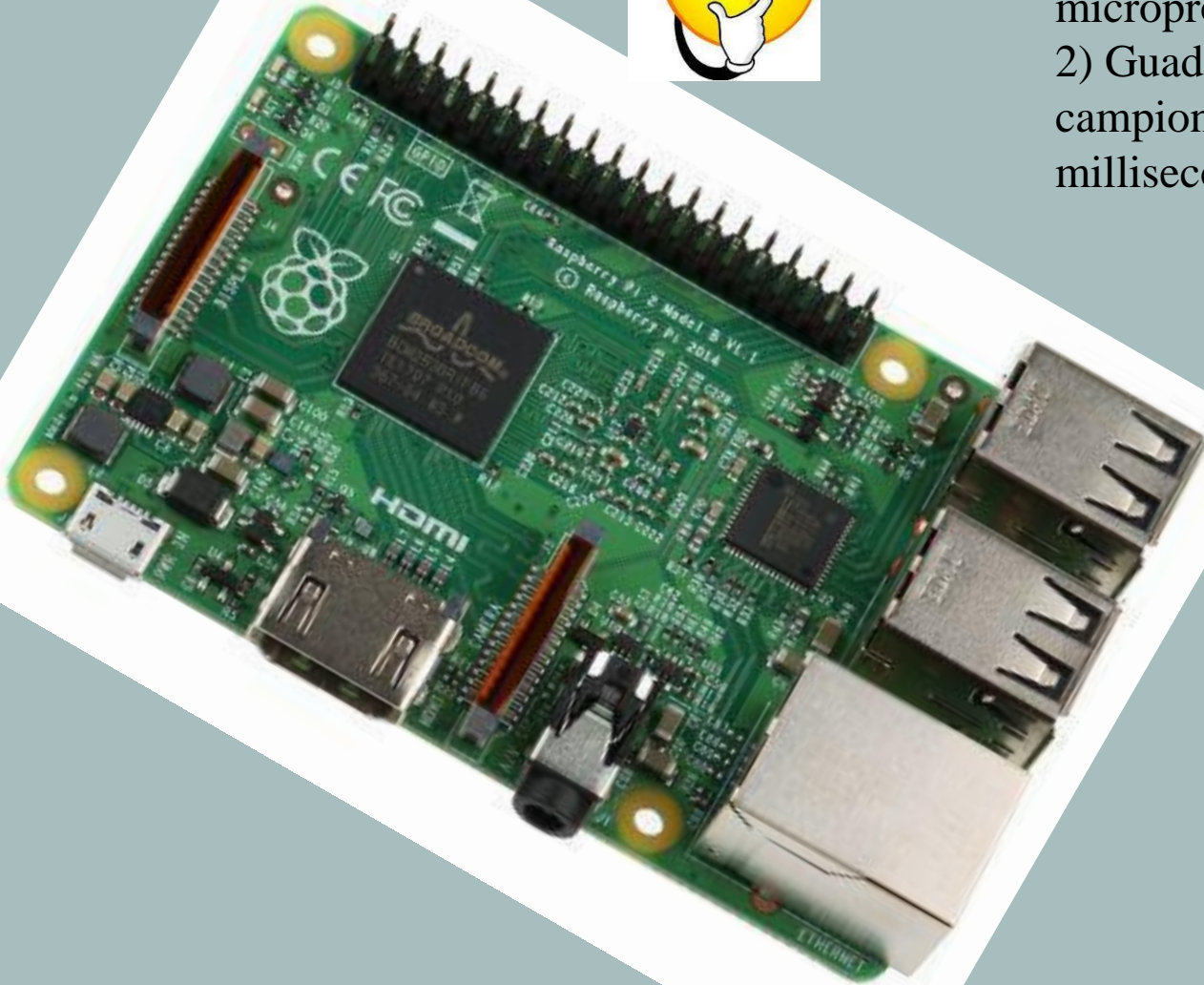
- 1) Passaggio ad una antenna sul balcone di casa
 - 2) Rappresentazione della forma d'onda.
- Questi dati sono un'assoluta novità nel mondo dell'osservazione delle radiometeore.



Poi:



- 1) Passaggio ad un microprocessore dedicato.
- 2) Guadagno in velocità: il campionamento scende da 60 a 33 millisecondi



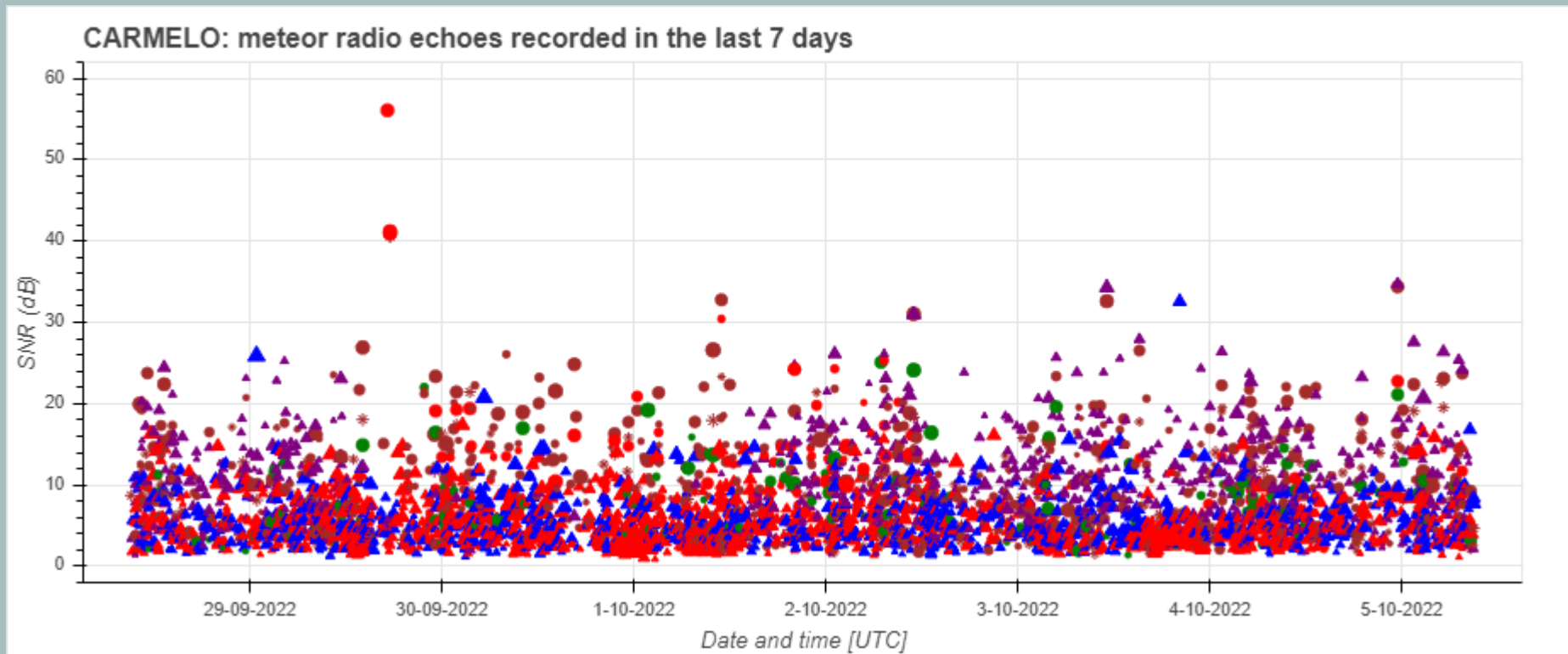
Poi:

1) Sperimentazione con più
dongle



Poi:

- 1) Invio dei file ad un server da noi affittato. Sito: <http://www.astrofiliabologna.it/carmelo>
- 2) Elaborazione in tempo reale
- 3) Rappresentazione su una pagina web



CARMELO (Cheap Amatorial Radio Meteors Echoes LOGger)



E' frugale: consumo 3.5 w, download: nulla, upload 2 Kbite a meteora

E' solido: due anni di sperimentazione senza rotture.



E' economico: 320 euro



E' facilmente replicabile da (quasi) chiunque e non richiede particolari abilità.

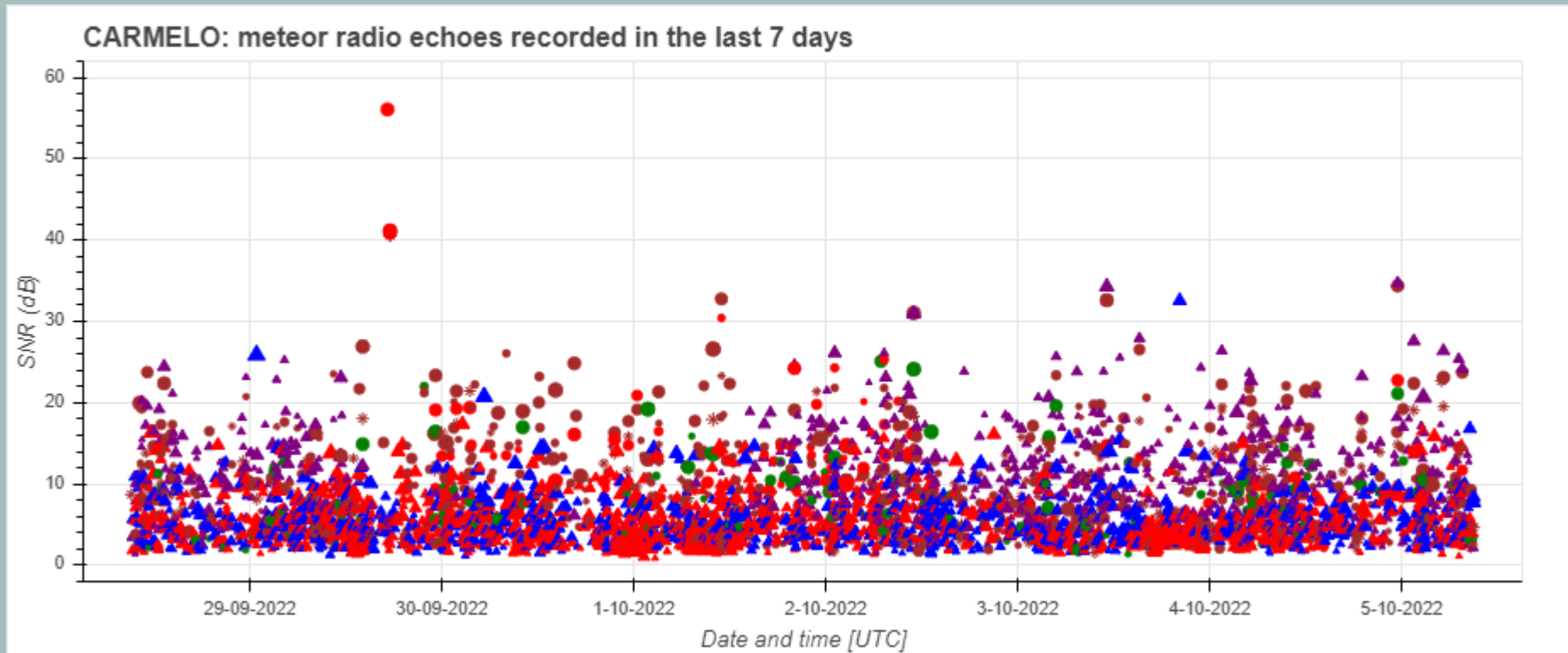
I risultati

Pagina che mostra gli eventi registrati nel tempo.

Nelle ordinate la potenza ricevuta.

Le dimensioni sono proporzionali alla durata dell'eco

Forme e colori indicano l'osservatore.



I risultati

Pagina che mostra gli eventi registrati nel tempo.
E' possibile zoomare e su ogni evento compaiono i dati essenziali.



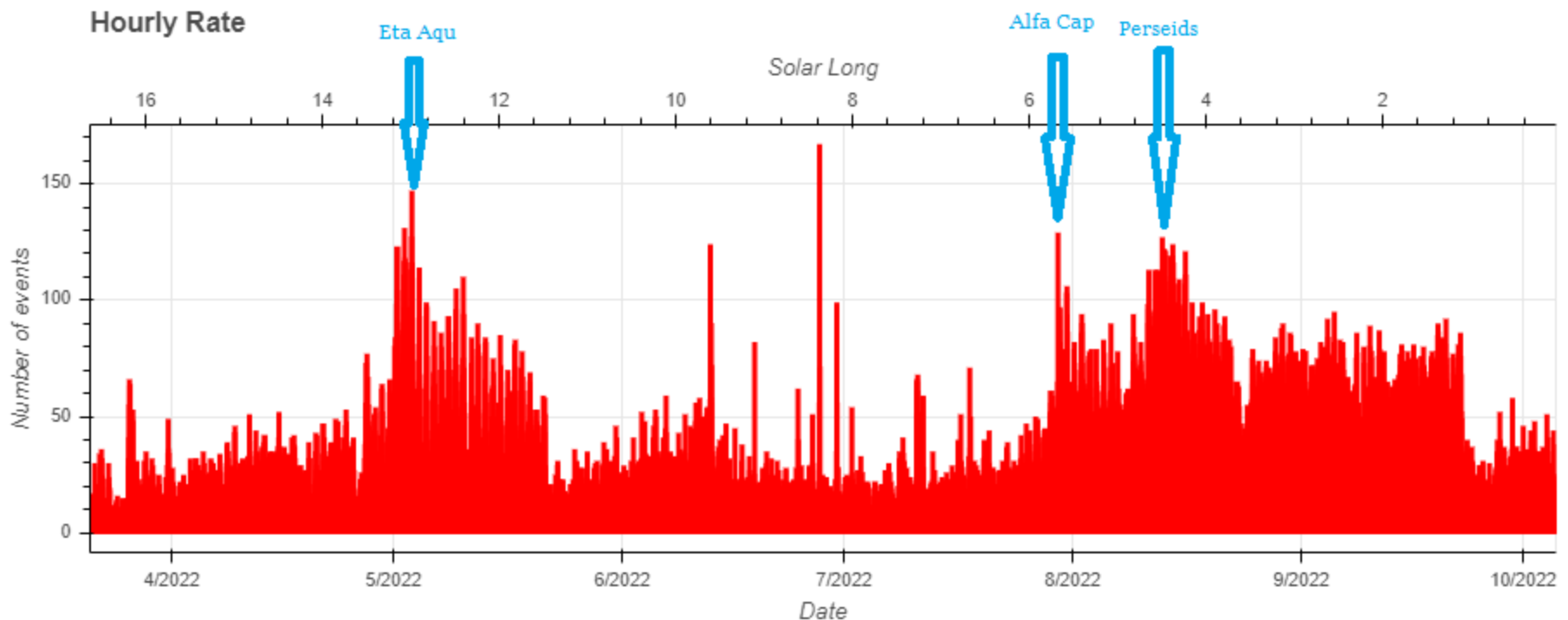
© dal 2019 | Gaetano Brando-Lorenzo Barbieri | Made with Python3 + Flask | We are on a Linux server on AWS

Lo ZHR

$$ZHR = \frac{\overline{HR} \cdot F \cdot r^{6.5-lm}}{\sin(hR)}$$

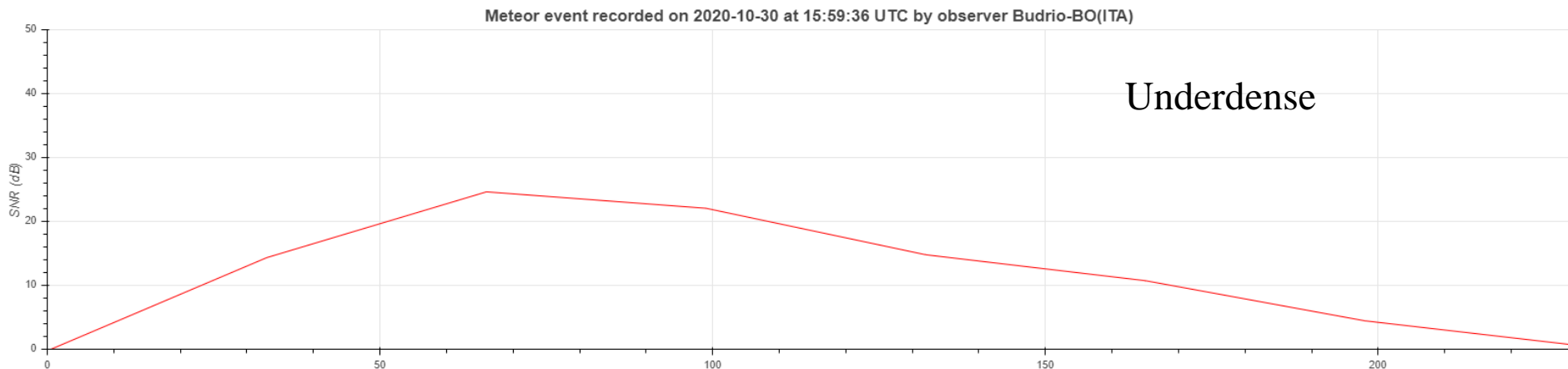
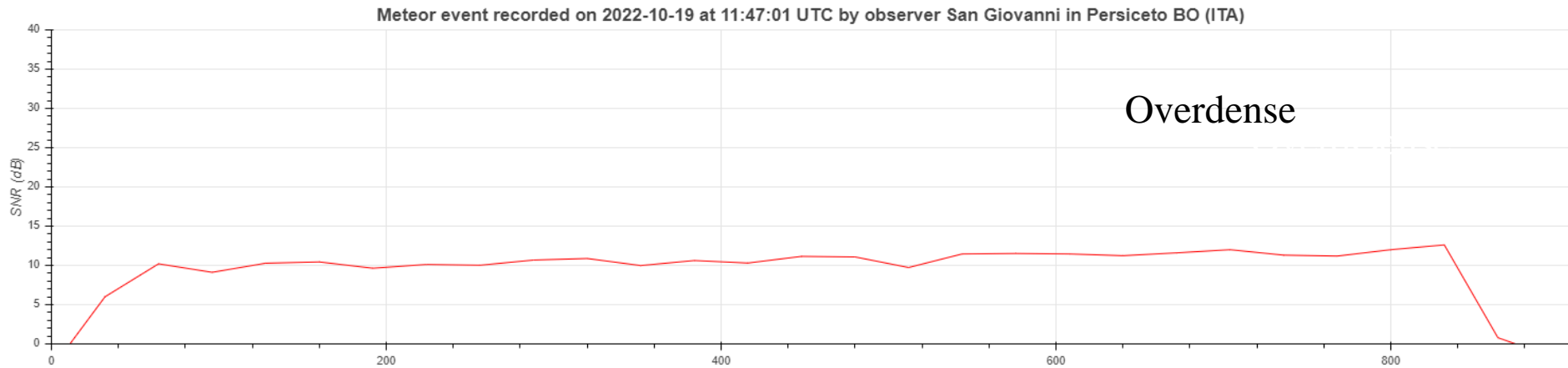
HR = numero meteore osservate/tempo di osservazione,
lm = mag limite,
r= param relativo allo sciame,
F= campo di vista
HR= altezza radiante

Fino a due mesi fa anche noi pensavamo che non si potesse andare oltre a ciò.



I risultati

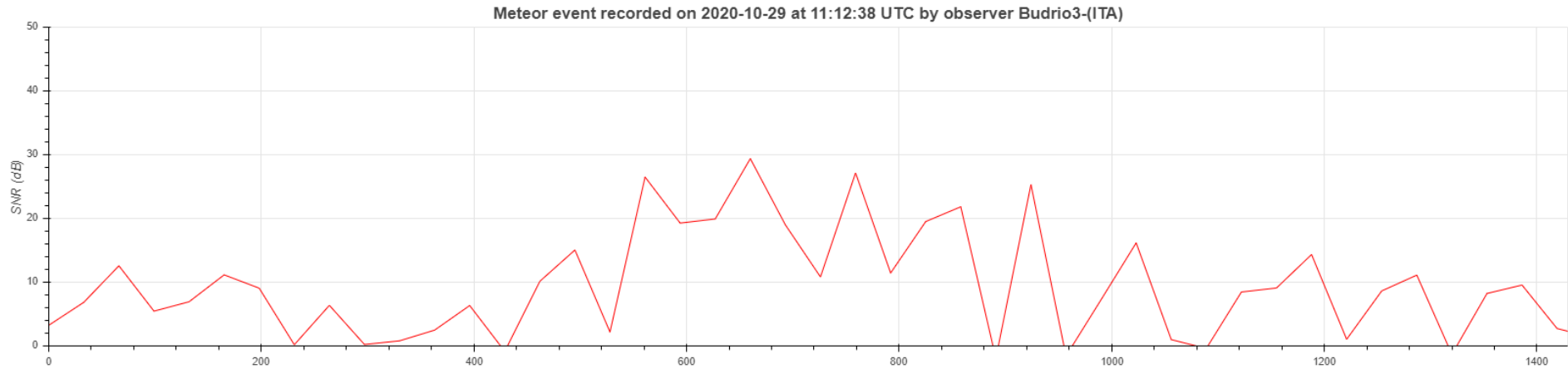
Visualizzazione forme d'onda.



Stiamo vedendo un fenomeno fisico

I risultati

Visualizzazione forme d'onda.



I risultati

Visualizzazione forme d'onda.

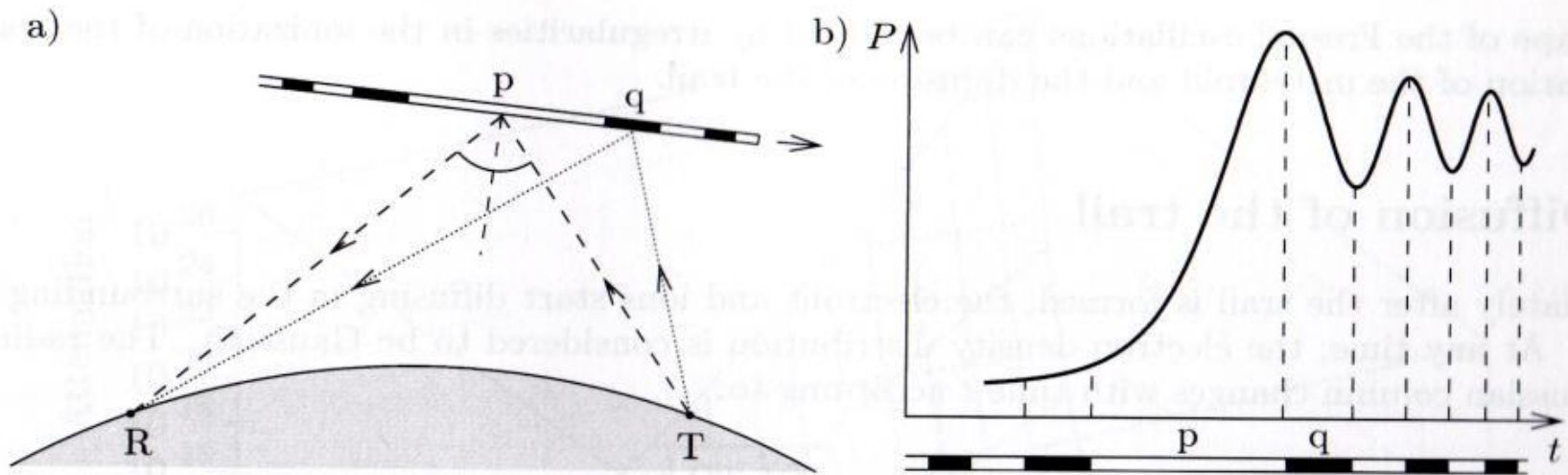
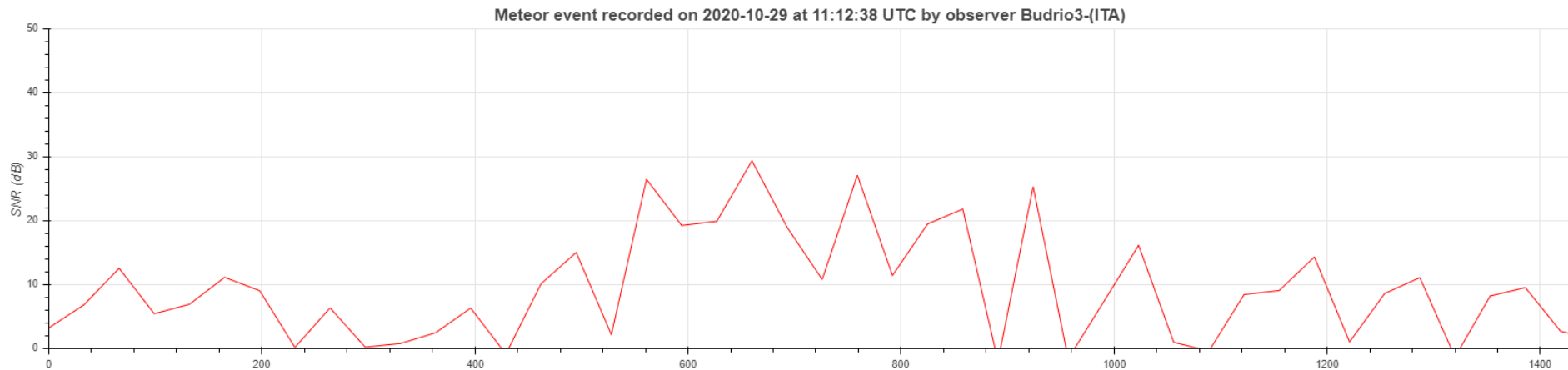
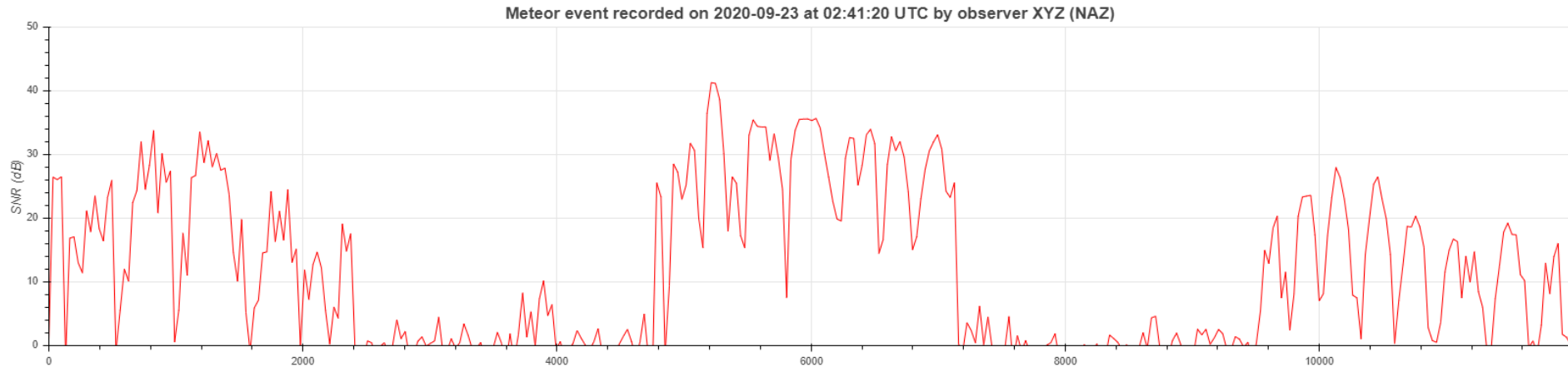


Figure 7 – The origin of the Fresnel zones, and the resulting power oscillations as a function of time.

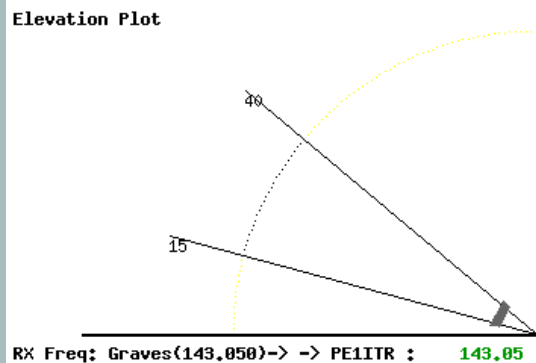
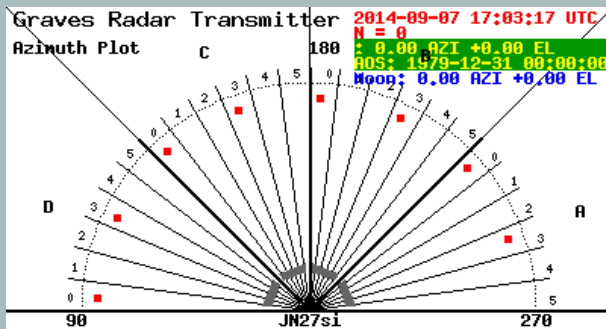
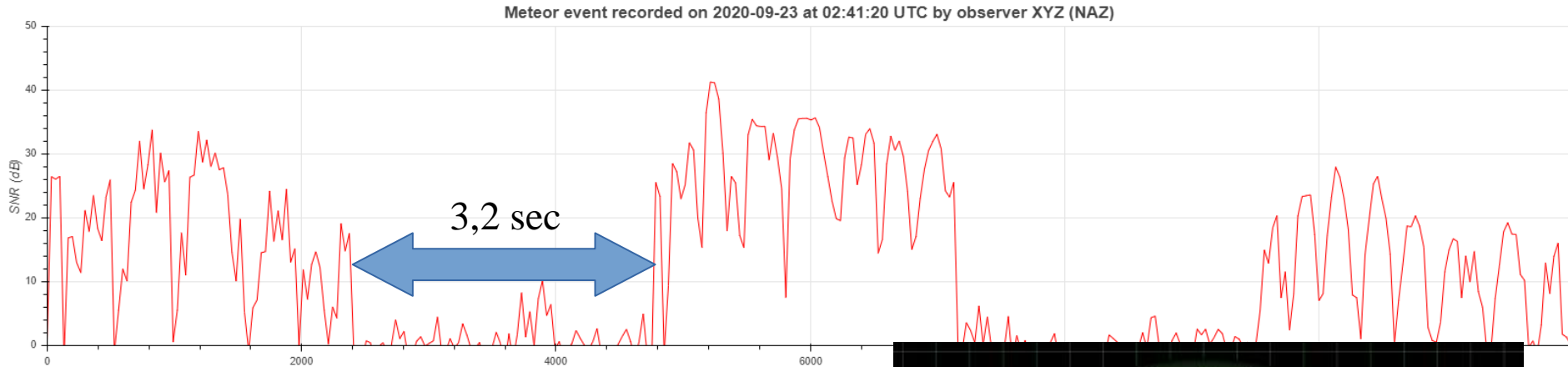
I risultati

Visualizzazione forme d'onda.



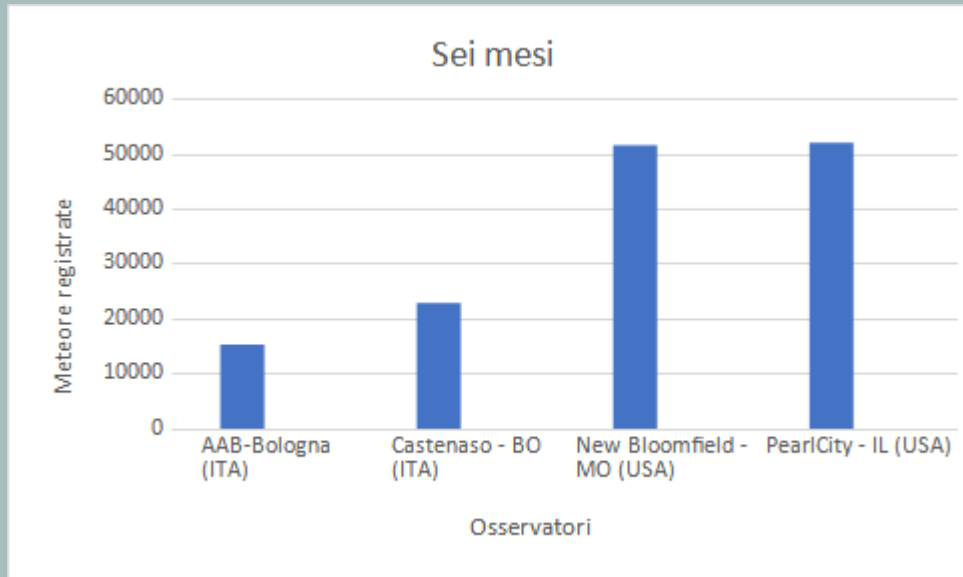
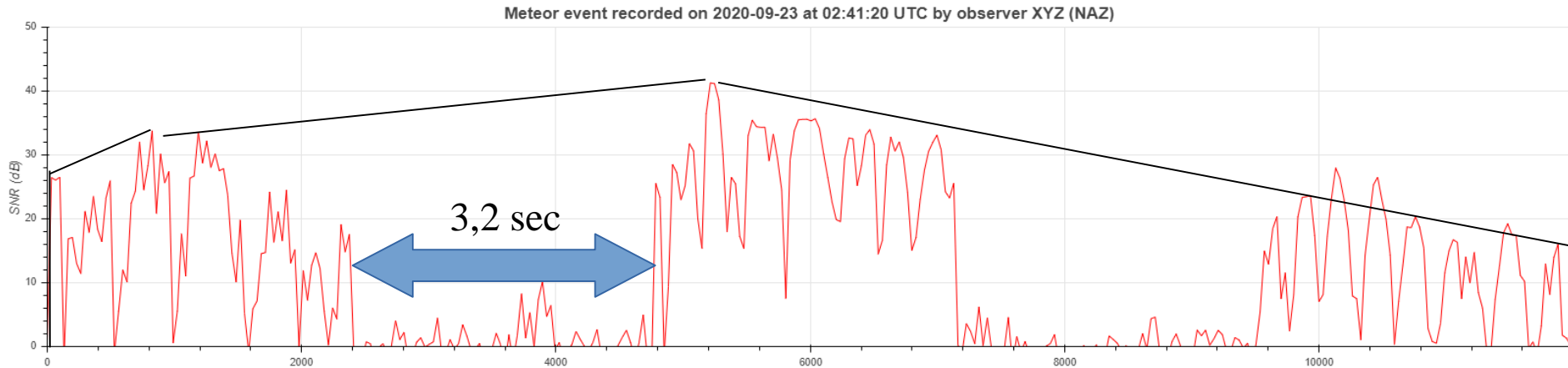
I risultati

Visualizzazione forme d'onda.



I risultati

La frequenza di Graves (143 MHz) è troppo alta, quasi il triplo di ciò che serve.



Se avessimo un trasmettitore dedicato non avremmo questo problema
Avremmo meno potenza
ma una frequenza più adatta.

E' davvero impossibile?



I 50 MHz

the BRAMS transmitter is a crossed-dipole antenna with a reflecting plane made of a 8m x 8m metallic grid.



Solo 120 w di potenza.

I 50 MHz

Il trasmettitore giapponese di FUKUI

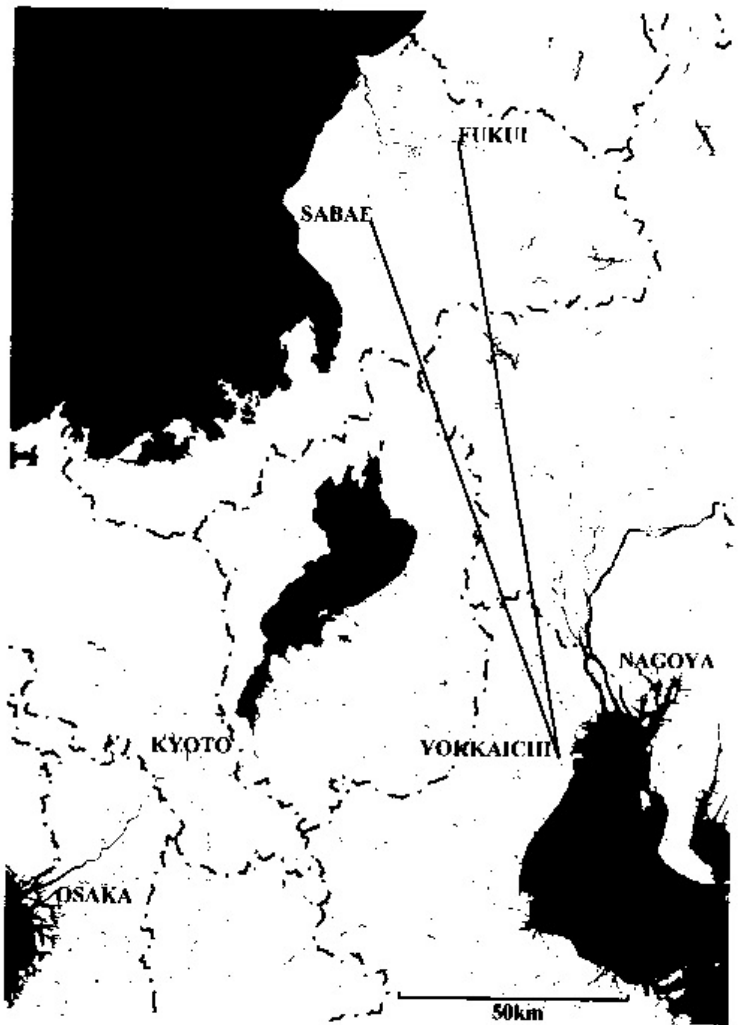


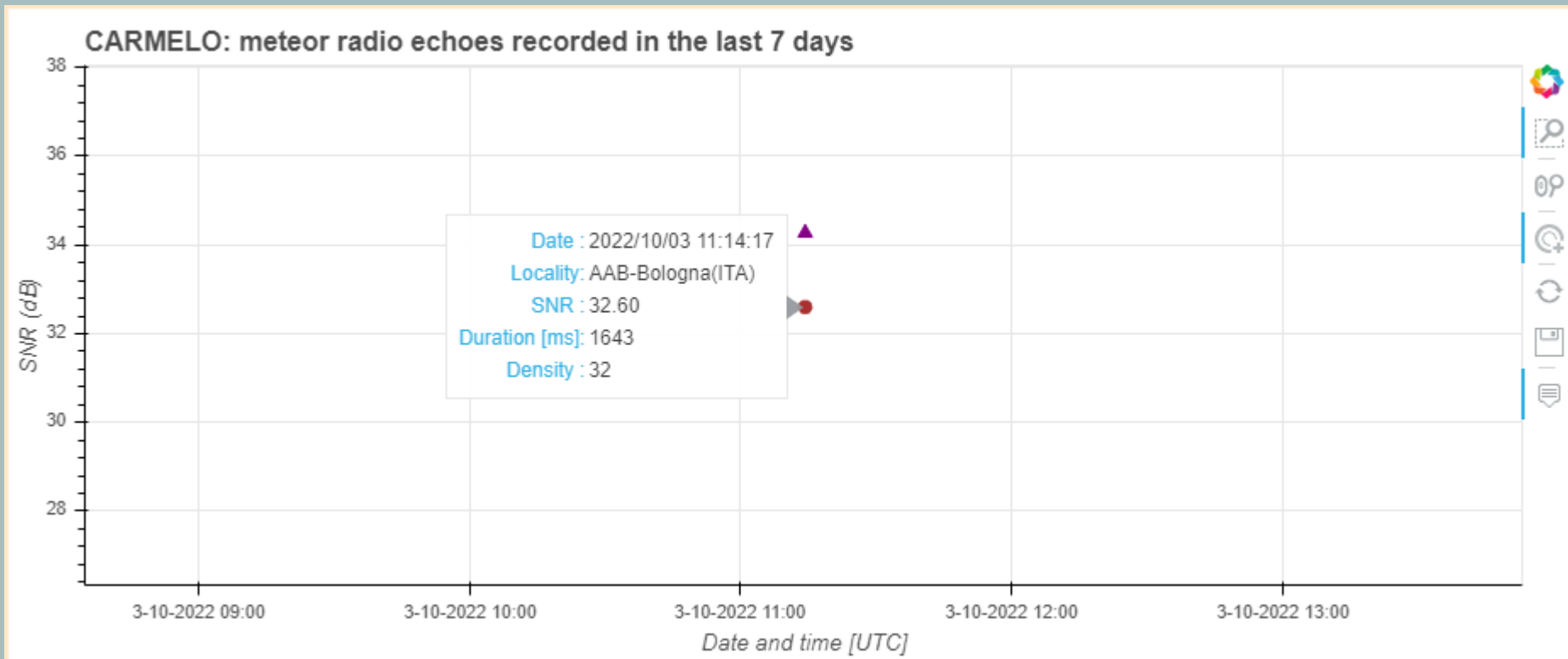
Figure 1 The locations of the transmitters (SABAE and FUKUI) and the receiver (YOKKAICHI).

Potenza Tx 50 W
Ricezione da 120 Km

L' esistenza di un trasmettitore dedicato apre il campo ad un interessantissimo campo di indagine: analisi di velocità e traiettoria delle meteore!

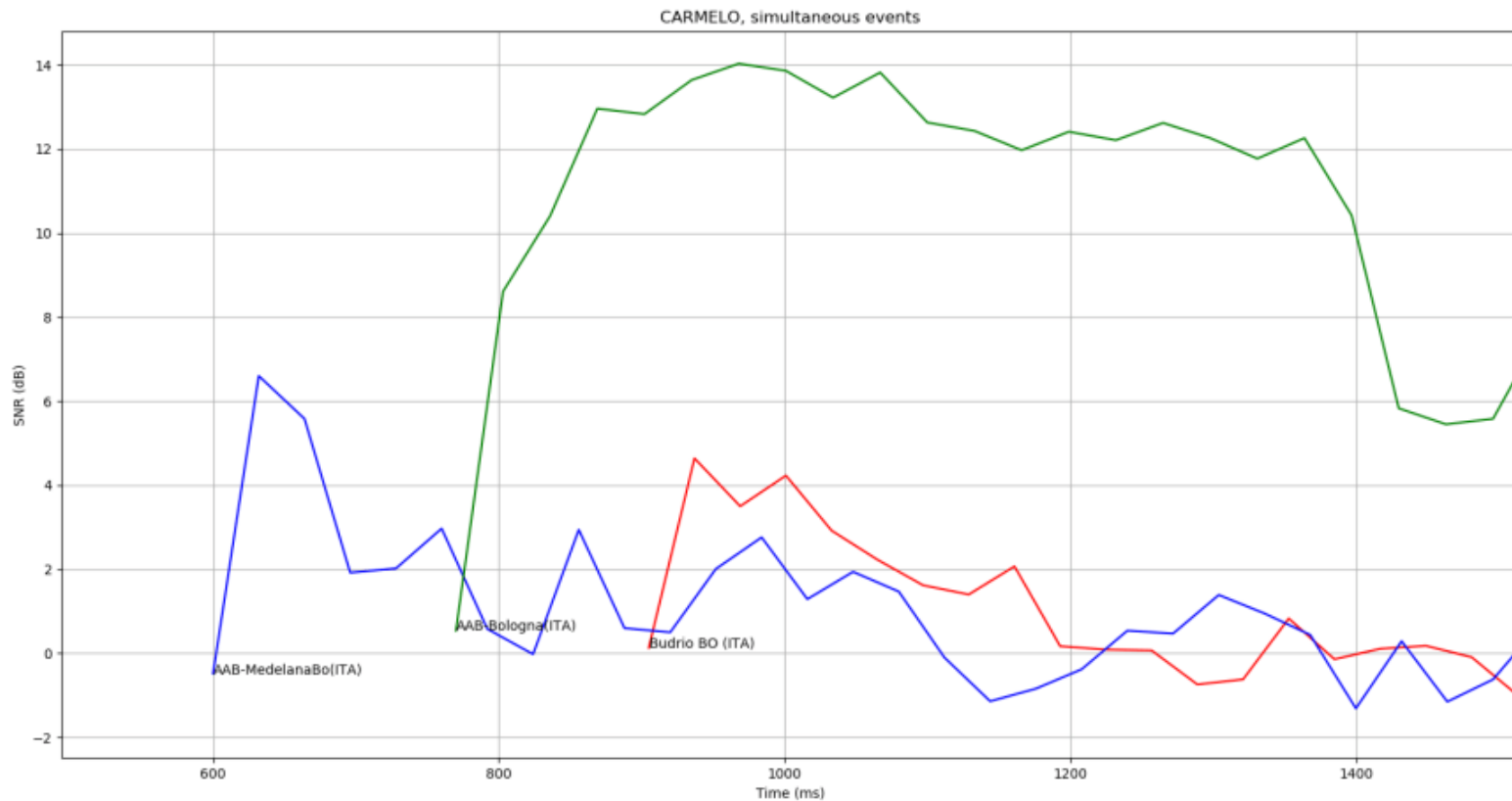
Le ricezioni simultanee.

Alcune meteore sembrano essere osservate da più ricevitori.

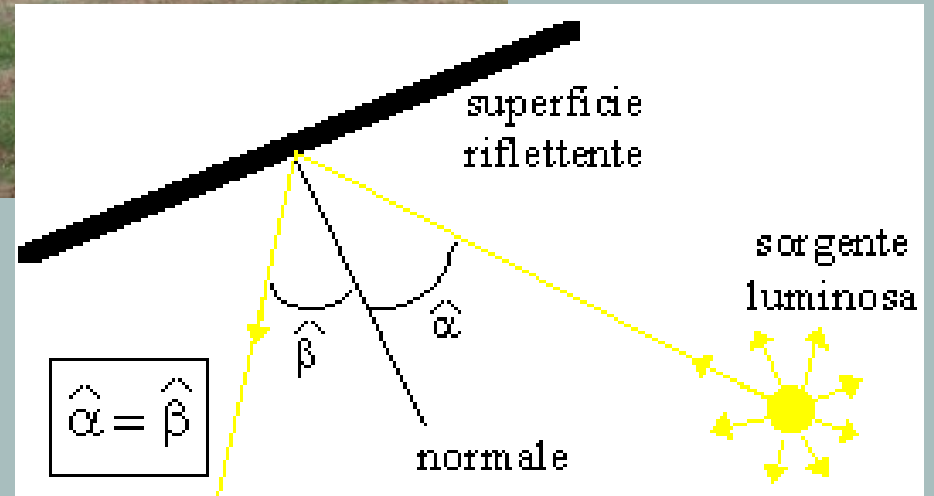


Le ricezioni simultanee.

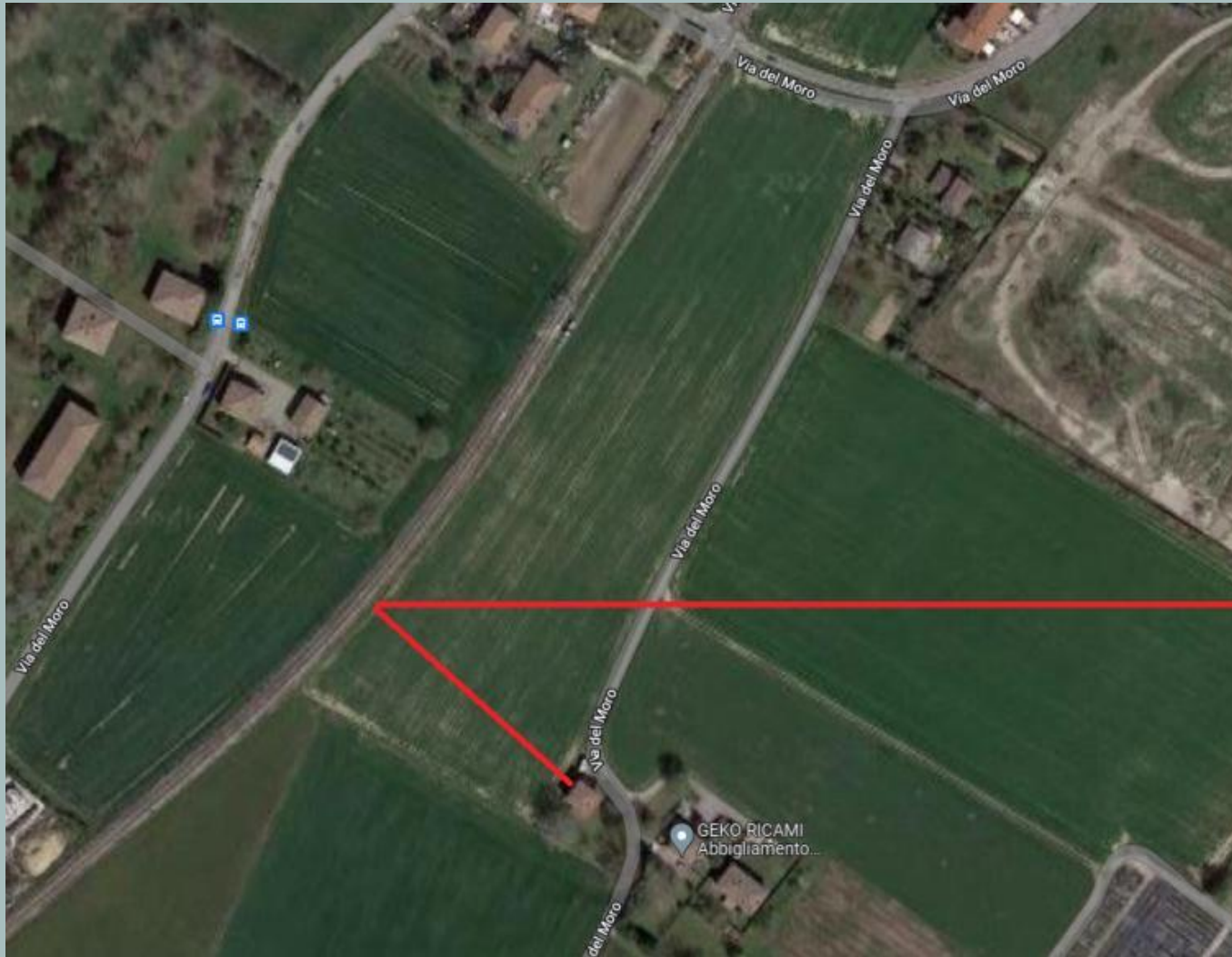
I fronti di salita non sono poi così perfettamente simultanei.



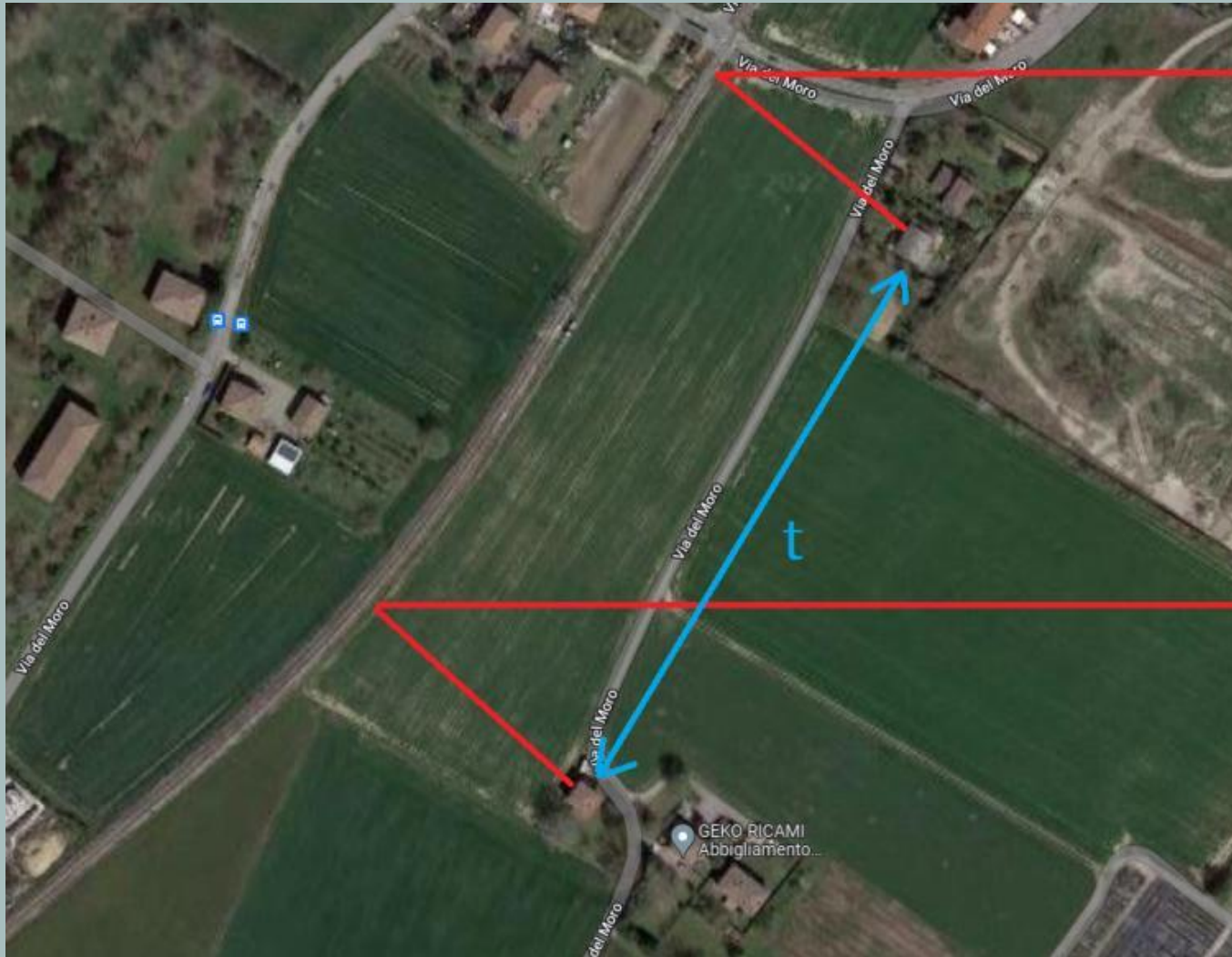
Le ricezioni simultanee.



Le ricezioni simultanee.



Le ricezioni simultanee.



Nell'ipotesi di moto uniforme e direzione parallela il treno viaggia ad una velocità:

$$v = \frac{s}{t}$$

Nell'ipotesi di un moto decelerato l'analisi della velocità diventa:

$$v_f = v_i + at$$

v_f = final velocity

v_i = initial velocity

a = acceleration

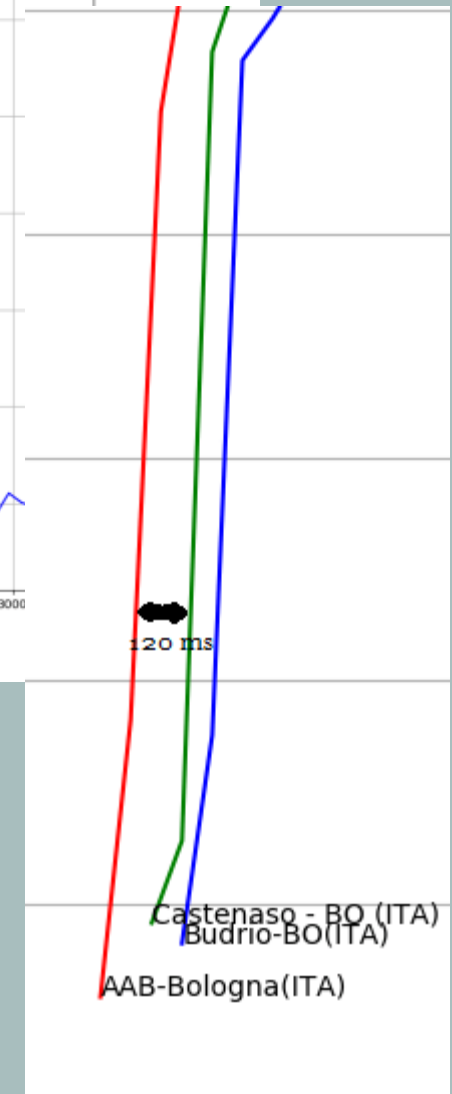
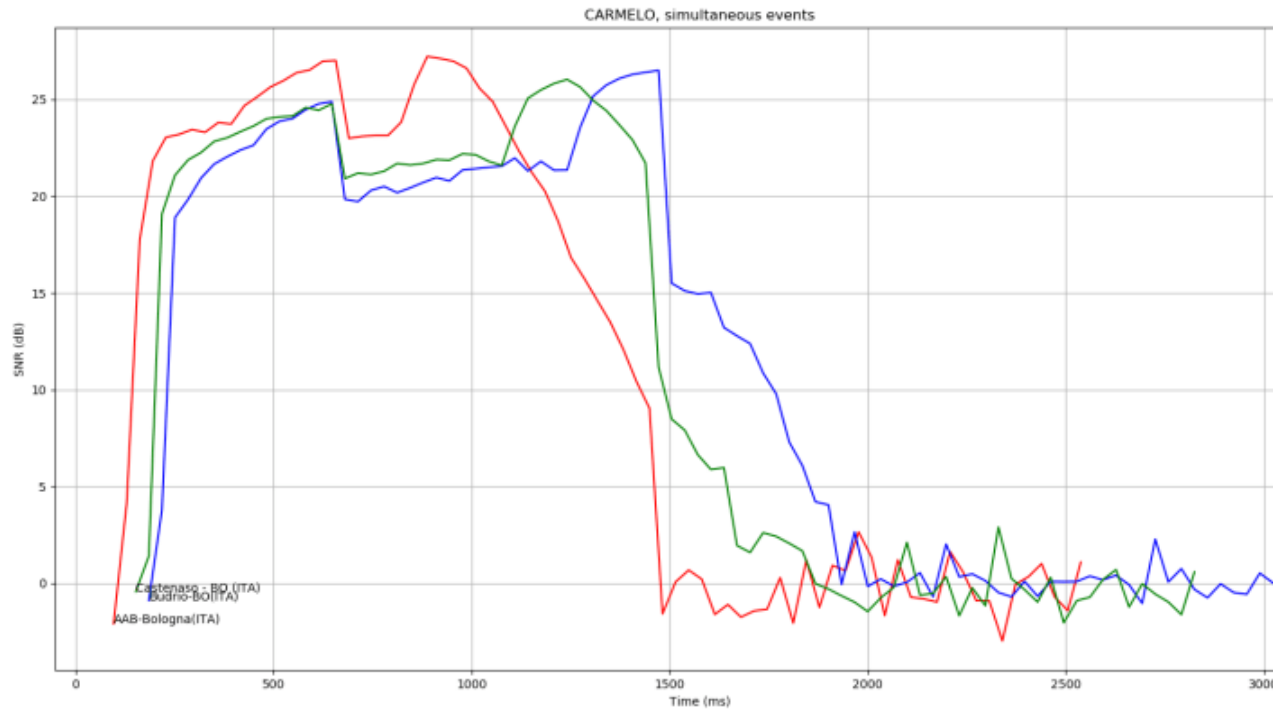
t = time

Le ricezioni simultanee.



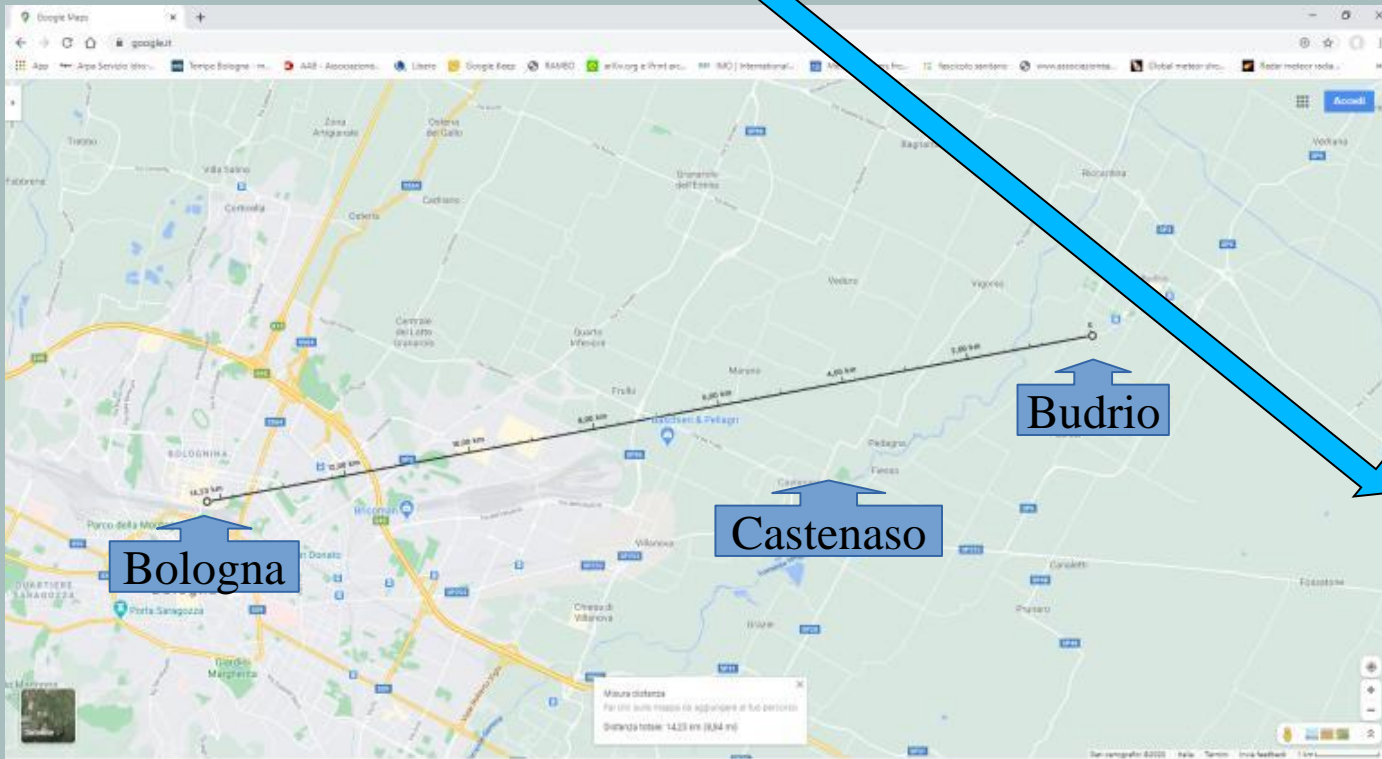
Nell'ipotesi di moto uniforme e direzione non parallela occorre considerare il seno dell'angolo tra le due direzioni

Le ricezioni simultanee.



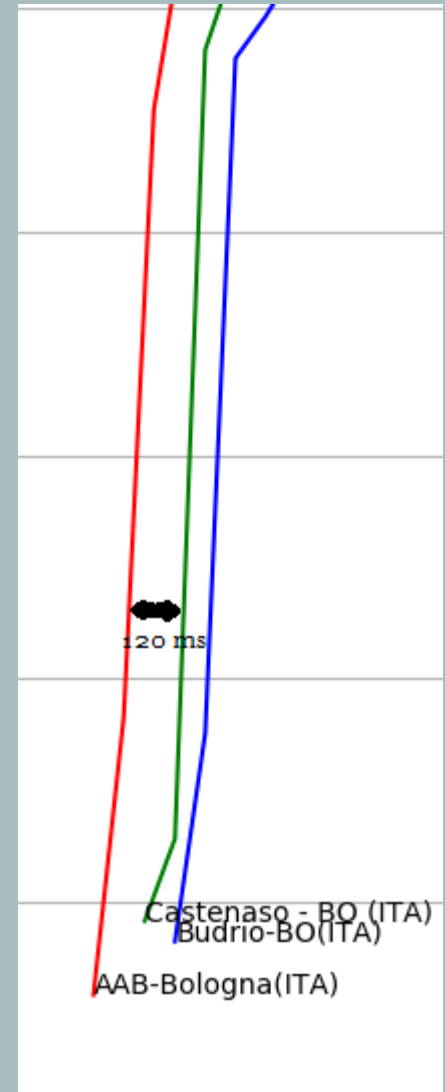
C'è una sequenza logica

Le ricezioni simultanee.

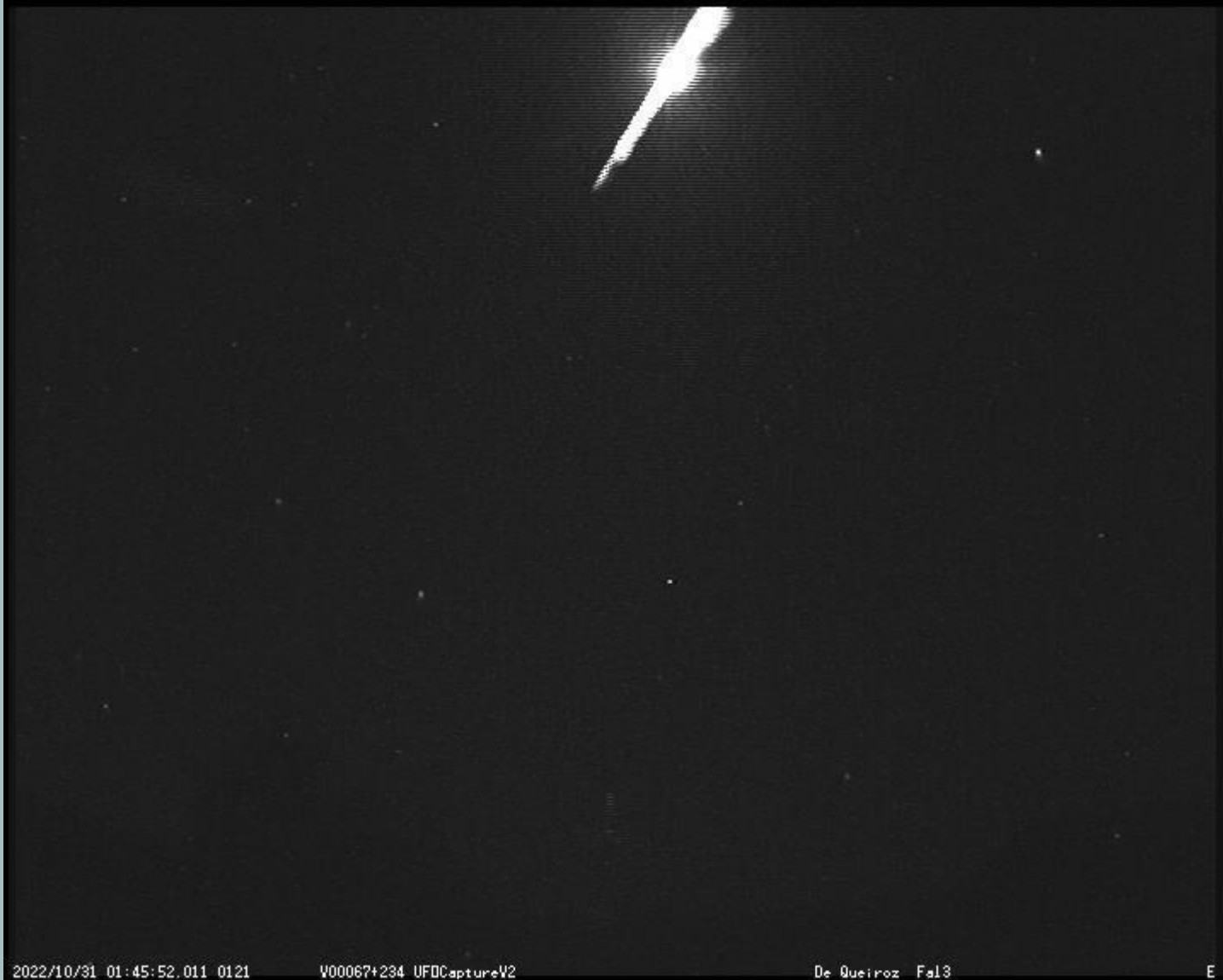


$$v < \frac{s}{t} < \frac{14}{0.120} < 166 \text{ Km/s}$$

Risultato compatibile con le velocità delle meteore.



Un primo esempio.



31 Ott 2022
Ripreso in
Svizzera
con una
camera
dedicata e
software
UFO
Capture

Un primo esempio.

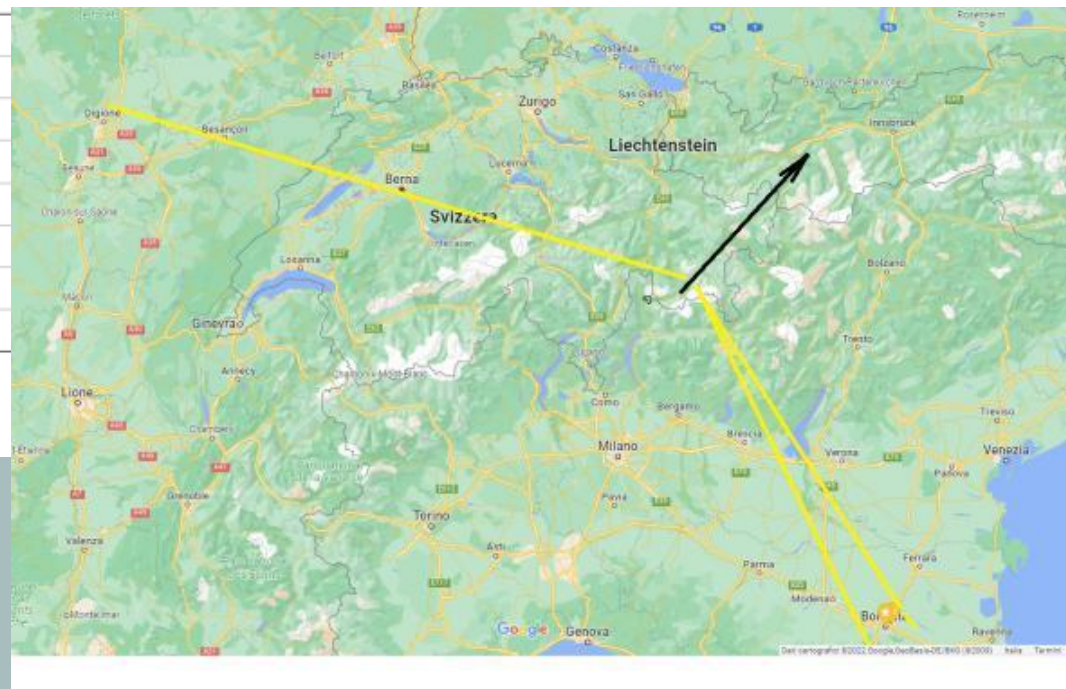
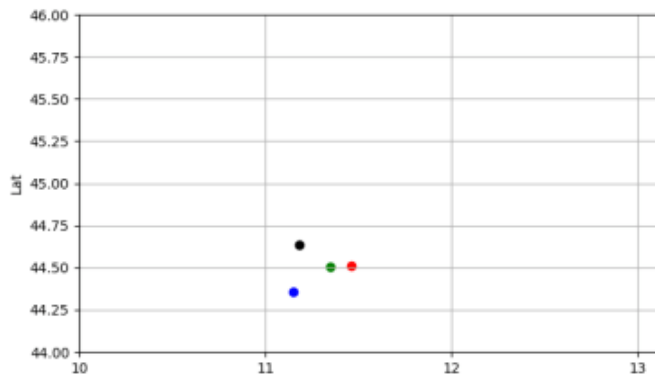
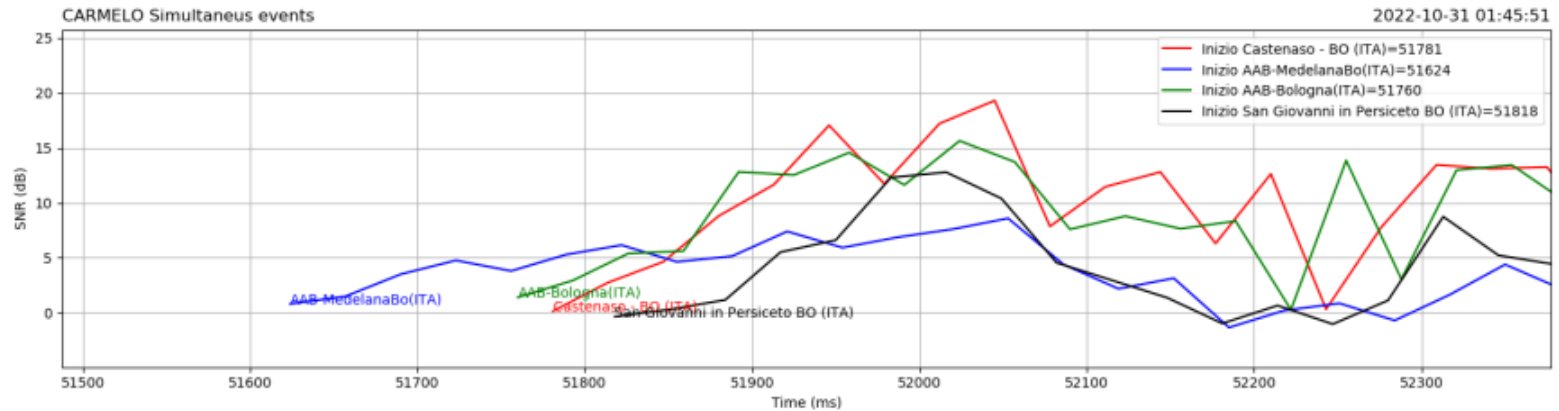
C:\Users\lorenzo\Desktop\R20221031_014551_Castenaso - BO (ITA).log 4.08 0.888 meteora



31 Ott 2022

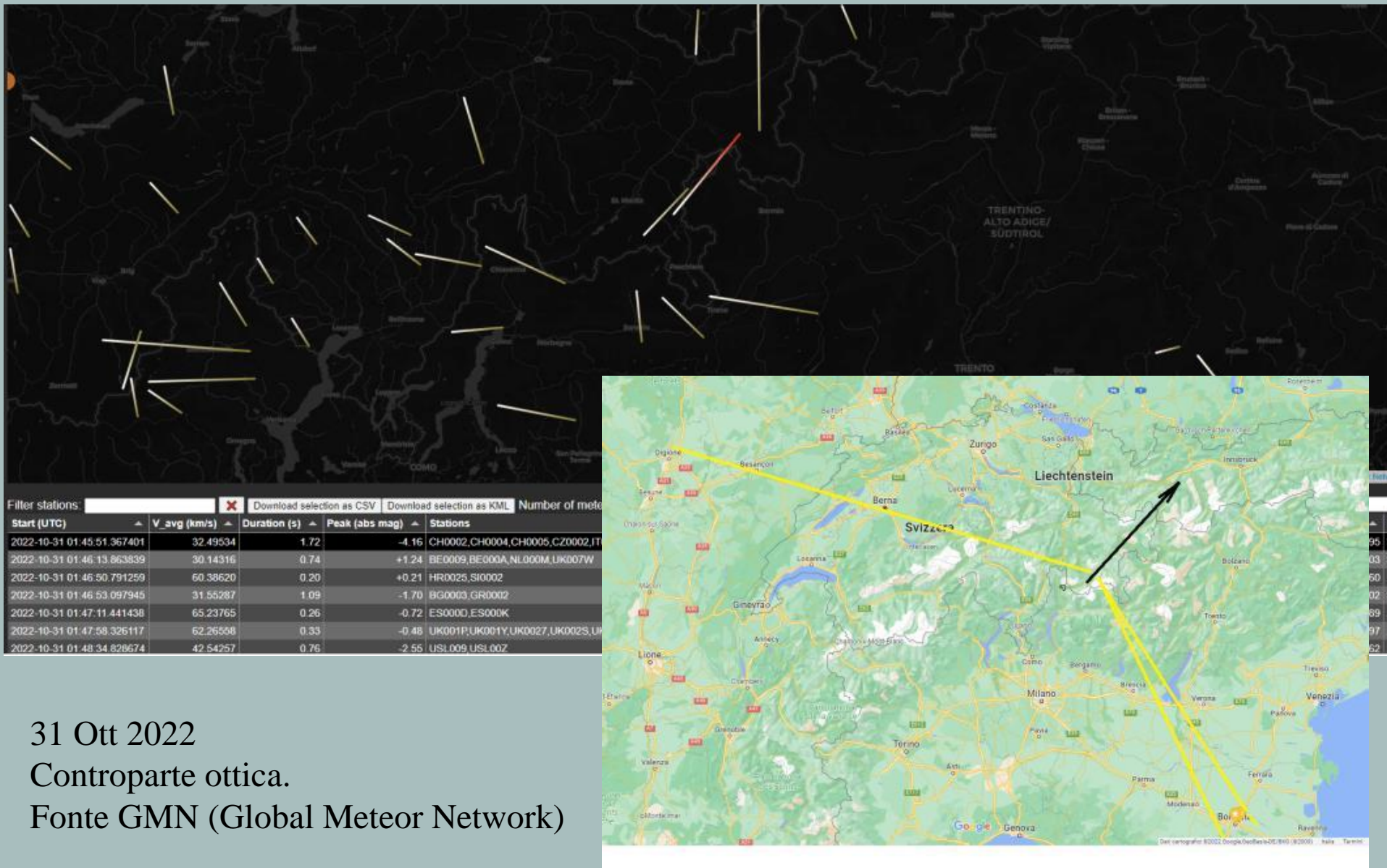
Segnale forte nonostante la distanza. Si nota un shift doppler all'inizio

Un primo esempio.



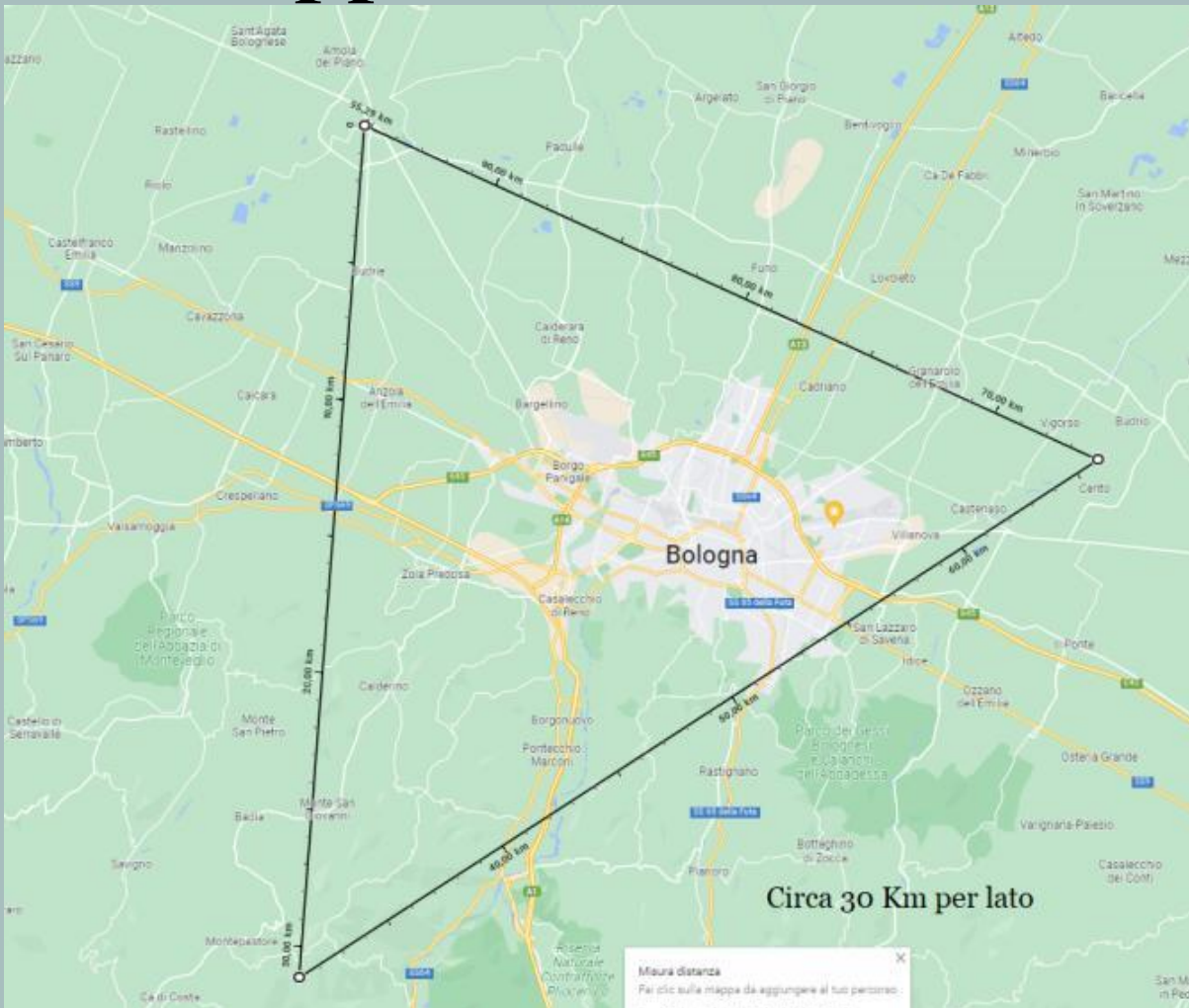
31 Ott 2022
Quattro ricezioni.

Un primo esempio.



Sviluppi futuri.

- 1) Aumento del numero di ricevitori.
- 2) Dotazione delle stesse antenne.
- 3) Ricerca di controparti ottiche (MGM)
- 4) Elaborazione di algoritmi per la determinazione delle traiettorie.
- 5) Costruzione di trasmettitori sui 50 Mhz.
- 6) Collaborazione con PRISMA???



Sito: <http://www.astrofiliabologna.it/carmelo>

Posta: rambometeorgroup@gmail.com