Extreme Energy Events Project @ ICD 2026
Il Forbush di gennaio 2026

utilizzando i dati acquisiti dai telescopi MRPC di EEE per studiare il Forbush decrease osservato tra il 19 e 20 gennaio 2026.

I dati

Per questa analisi utilizzeremo i dati del Data Quality Monitor (DQM) di EEE disponibili alla pagina https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/. Potrete utilizzare sia i dati in formato csv (comma separated values per analisi Excel o equivalente) o i dati in formato root.

N.B.:

1. **Le istruzioni di seguito si riferiscono ad analisi da svolgere in Excel (in lingua inglese)**
2. **Le istruzioni rappresentano un punto di partenza per sviluppare le analisi.**
3. **I file di DQM riguardano un periodo di tempo di 10 giorni; ad esempio, il file AREZ-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv contiene i dati di trending (vedere nel seguito) del telescopio di Arezzo dal 15 al 24 gennaio 2026**

Nella seguente tabella trovate un elenco con alcuni telescopi e relativo link al file di trending del DQM che possono essere analizzati (uno o più telescopi)

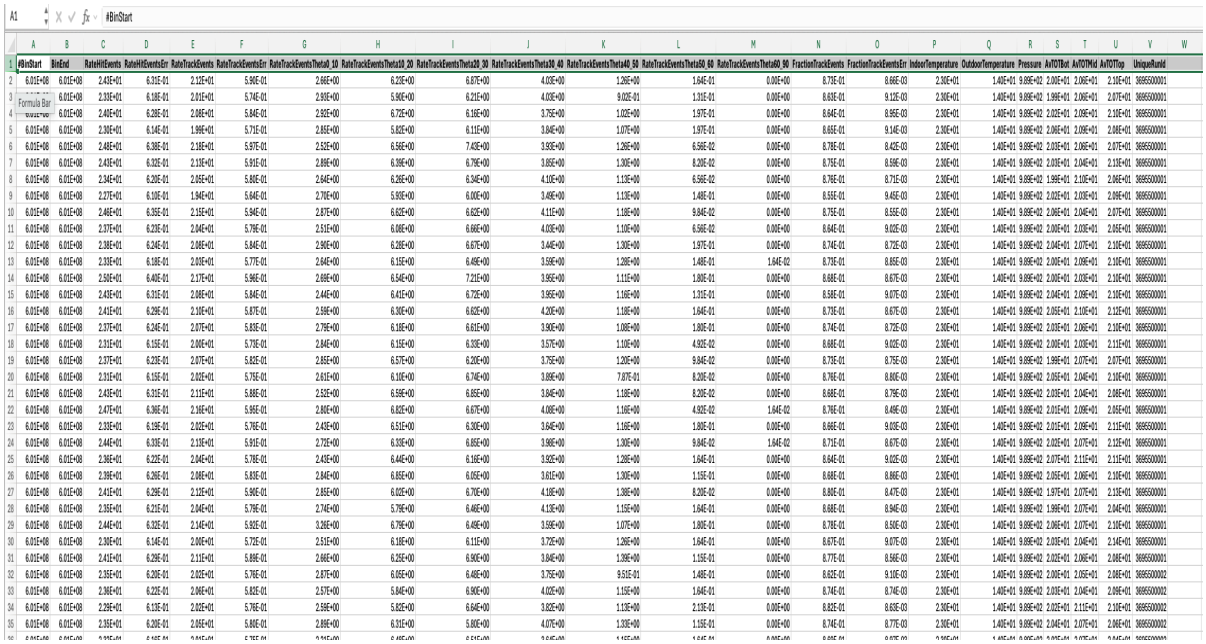
TELESCOPIO	Link a file DQM
AREZ-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/AREZ-01/2026-01-24/AREZ-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
BOLO-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/BOLO-01/2026-01-24/BOLO-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
BOLO-05	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/BOLO-05/2026-01-24/BOLO-05_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
CARI-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/CARI-01/2026-01-24/CARI-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
FERM-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/FERM-01/2026-01-24/FERM-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
LECC-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/LECC-01/2026-01-24/LECC-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
PISA-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/PISA-01/2026-01-24/PISA-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
POLA-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/POLA-01/2026-01-24/POLA-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
POLA-02	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/POLA-02/2026-01-24/POLA-02_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
POLA-03	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/POLA-03/2026-01-24/POLA-03_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
POLA-04	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/POLA-04/2026-01-24/POLA-04_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
REND-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/REND-01/2026-01-24/REND-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
SALE-03	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/SALE-03/2026-01-24/SALE-03_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv
VICE-01	https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/VICE-01/2026-01-24/VICE-01_2026-01-15_2026-01-24_summary_Trending.csv

In queste istruzioni useremo il primo telescopio, AREZ-01, come esempio.

Dopo aver scaricato il file .csv

1- Fare una copia aggiungendo al nome la dicitura *orig* (cioè originale) da conservare.
2- A questo punto aprire il file senza tale dicitura.

Per aprire il file con Excel: **di solito è sufficiente il doppio click sul file**; se non fosse così cliccare con il tasto destro sul nome del file e selezionare "Apri con" → "Excel".
Il file si dovrebbe presentare come illustrato in figura:



#BinStart	BinEnd	RateHitEvents	RateHitEventsErr	RateTrackEvents	RateTrackEventsErr	RateTrackEventsTheta0_10	RateTrackEventsTheta10_20	RateTrackEventsTheta20_30	RateTrackEventsTheta30_40	RateTrackEventsTheta40_50	RateTrackEventsTheta50_60	RateTrackEventsTheta60_90	FractionTrackEvents	FractionTrackEventsErr	IndoorTemperature	OutdoorTemperature	Pressure	AvTOTBot	AvTOTMid	AvTOTTop	UniqueRunId
6.01E+08	6.01E+08	2.43E+01	6.31E-01	2.12E+01	5.90E-01	2.66E+00	6.23E+00	6.87E+00	4.03E+00	1.26E+00	1.64E-01	0.00E+00	8.73E-01	8.66E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.00E+01	2.06E+01	2.16E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.35E+01	6.18E-01	2.01E+01	5.74E-01	2.93E+00	5.96E+00	6.21E+00	4.03E+00	9.02E-01	1.31E-01	0.00E+00	8.63E-01	9.12E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	1.99E+01	2.06E+01	2.07E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.40E+01	6.26E-01	2.06E+01	5.84E-01	2.92E+00	6.72E+00	6.16E+00	3.75E+00	1.02E+00	1.97E-01	0.00E+00	8.64E-01	8.95E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.02E+01	2.09E+01	2.16E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.36E+01	6.14E-01	1.99E+01	5.71E-01	2.85E+00	5.82E+00	6.11E+00	3.84E+00	1.07E+00	1.97E-01	0.00E+00	8.65E-01	9.14E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.06E+01	2.09E+01	2.08E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.48E+01	6.38E-01	2.18E+01	5.97E-01	2.52E+00	6.56E+00	7.40E+00	3.93E+00	1.26E+00	6.56E-02	0.00E+00	8.78E-01	8.42E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.03E+01	2.06E+01	2.07E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.43E+01	6.32E-01	2.13E+01	5.91E-01	2.89E+00	6.39E+00	6.79E+00	3.85E+00	1.30E+00	8.20E-02	0.00E+00	8.75E-01	8.59E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.03E+01	2.04E+01	2.13E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.34E+01	6.20E-01	2.05E+01	5.80E-01	2.64E+00	6.26E+00	6.34E+00	4.10E+00	1.13E+00	6.56E-02	0.00E+00	8.76E-01	8.71E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	1.99E+01	2.10E+01	2.06E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.27E+01	6.10E-01	1.94E+01	5.64E-01	2.70E+00	5.93E+00	6.00E+00	3.49E+00	1.13E+00	1.48E-01	0.00E+00	8.55E-01	9.45E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.02E+01	2.03E+01	2.09E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.46E+01	6.35E-01	2.15E+01	5.94E-01	2.87E+00	6.62E+00	6.62E+00	4.11E+00	1.18E+00	9.84E-02	0.00E+00	8.75E-01	8.55E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.06E+01	2.04E+01	2.07E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.37E+01	6.23E-01	2.04E+01	5.79E-01	2.51E+00	6.08E+00	6.66E+00	4.03E+00	1.10E+00	6.56E-02	0.00E+00	8.64E-01	9.02E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.00E+01	2.03E+01	2.05E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.38E+01	6.24E-01	2.08E+01	5.84E-01	2.90E+00	6.28E+00	6.67E+00	3.44E+00	1.30E+00	1.97E-01	0.00E+00	8.74E-01	8.72E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.04E+01	2.07E+01	2.10E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.33E+01	6.18E-01	2.03E+01	5.77E-01	2.64E+00	6.15E+00	6.49E+00	3.59E+00	1.28E+00	1.48E-01	1.64E-02	8.73E-01	8.85E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.00E+01	2.09E+01	2.10E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.50E+01	6.40E-01	2.17E+01	5.96E-01	2.89E+00	6.54E+00	7.21E+00	3.95E+00	1.11E+00	1.80E-01	0.00E+00	8.68E-01	8.67E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.00E+01	2.03E+01	2.10E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.43E+01	6.31E-01	2.08E+01	5.84E-01	2.44E+00	6.41E+00	6.72E+00	3.95E+00	1.16E+00	1.31E-01	0.00E+00	8.58E-01	9.07E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.04E+01	2.09E+01	2.10E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.41E+01	6.29E-01	2.10E+01	5.87E-01	2.59E+00	6.30E+00	6.62E+00	4.20E+00	1.18E+00	1.64E-01	0.00E+00	8.73E-01	8.67E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.05E+01	2.10E+01	2.12E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.37E+01	6.24E-01	2.07E+01	5.83E-01	2.79E+00	6.18E+00	6.61E+00	3.90E+00	1.06E+00	1.80E-01	0.00E+00	8.74E-01	8.72E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.03E+01	2.06E+01	2.16E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.31E+01	6.15E-01	2.00E+01	5.73E-01	2.84E+00	6.15E+00	6.33E+00	3.57E+00	1.10E+00	4.92E-02	0.00E+00	8.68E-01	9.02E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.00E+01	2.03E+01	2.11E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.37E+01	6.23E-01	2.07E+01	5.82E-01	2.85E+00	6.57E+00	6.20E+00	3.75E+00	1.20E+00	9.84E-02	0.00E+00	8.73E-01	8.75E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	1.99E+01	2.07E+01	2.07E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.31E+01	6.15E-01	2.02E+01	5.75E-01	2.61E+00	6.10E+00	6.74E+00	3.89E+00	7.87E-01	8.20E-02	0.00E+00	8.76E-01	8.80E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.05E+01	2.04E+01	2.10E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.43E+01	6.31E-01	2.11E+01	5.88E-01	2.52E+00	6.58E+00	6.85E+00	3.84E+00	1.18E+00	8.20E-02	0.00E+00	8.68E-01	8.79E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.03E+01	2.04E+01	2.06E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.47E+01	6.36E-01	2.16E+01	5.95E-01	2.80E+00	6.82E+00	6.67E+00	4.00E+00	1.19E+00	4.92E-02	1.64E-02	8.76E-01	8.49E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.01E+01	2.09E+01	2.05E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.35E+01	6.19E-01	2.02E+01	5.76E-01	2.43E+00	6.51E+00	6.30E+00	3.64E+00	1.16E+00	1.80E-01	0.00E+00	8.66E-01	9.03E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.01E+01	2.09E+01	2.15E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.44E+01	6.33E-01	2.13E+01	5.91E-01	2.72E+00	6.33E+00	6.85E+00	3.98E+00	1.30E+00	9.84E-02	1.64E-02	8.71E-01	8.67E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.02E+01	2.07E+01	2.12E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.36E+01	6.22E-01	2.04E+01	5.78E-01	2.43E+00	6.44E+00	6.16E+00	3.92E+00	1.28E+00	1.64E-01	0.00E+00	8.64E-01	9.02E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.07E+01	2.11E+01	2.15E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.39E+01	6.26E-01	2.06E+01	5.83E-01	2.84E+00	6.88E+00	6.05E+00	3.61E+00	1.30E+00	1.15E-01	0.00E+00	8.68E-01	8.86E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.05E+01	2.06E+01	2.16E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.41E+01	6.29E-01	2.12E+01	5.90E-01	2.65E+00	6.02E+00	6.70E+00	4.18E+00	1.28E+00	8.20E-02	0.00E+00	8.80E-01	8.47E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	1.97E+01	2.07E+01	2.15E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.35E+01	6.21E-01	2.04E+01	5.79E-01	2.74E+00	5.79E+00	6.46E+00	4.13E+00	1.15E+00	1.64E-01	0.00E+00	8.68E-01	8.94E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	1.99E+01	2.07E+01	2.04E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.44E+01	6.32E-01	2.14E+01	5.92E-01	3.26E+00	6.79E+00	6.49E+00	3.59E+00	1.07E+00	1.80E-01	0.00E+00	8.78E-01	8.50E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.06E+01	2.07E+01	2.10E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.30E+01	6.14E-01	2.06E+01	5.72E-01	2.51E+00	6.18E+00	6.11E+00	3.72E+00	1.26E+00	1.64E-01	0.00E+00	8.67E-01	9.07E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.03E+01	2.04E+01	2.14E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.41E+01	6.29E-01	2.11E+01	5.88E-01	2.66E+00	6.25E+00	6.90E+00	3.84E+00	1.28E+00	1.15E-01	0.00E+00	8.77E-01	8.56E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.02E+01	2.06E+01	2.08E+01	3695500001
6.01E+08	6.01E+08	2.35E+01	6.20E-01	2.02E+01	5.76E-01	2.87E+00	6.05E+00	6.48E+00	3.75E+00	9.51E-01	1.48E-01	0.00E+00	8.62E-01	9.10E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.00E+01	2.05E+01	2.08E+01	3695500002
6.01E+08	6.01E+08	2.36E+01	6.22E-01	2.06E+01	5.82E-01	2.57E+00	5.84E+00	6.90E+00	4.02E+00	1.15E+00	1.64E-01	0.00E+00	8.74E-01	8.74E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.03E+01	2.04E+01	2.09E+01	3695500002
6.01E+08	6.01E+08	2.29E+01	6.13E-01	2.02E+01	5.76E-01	2.58E+00	5.82E+00	6.64E+00	3.82E+00	1.13E+00	2.13E-01	0.00E+00	8.82E-01	8.63E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.02E+01	2.11E+01	2.16E+01	3695500002
6.01E+08	6.01E+08	2.35E+01	6.20E-01	2.05E+01	5.80E-01	2.89E+00	6.31E+00	5.80E+00	4.07E+00	1.33E+00	1.15E-01	0.00E+00	8.74E-01	8.77E-03	2.30E+01	1.40E+01	9.89E+02	2.04E+01	2.07E+01	2.06E+01	3695500002

Nel caso in cui i dati non risultassero divisi in colonne procedere alla loro suddivisione manuale dal menù Dati->Testo in Colonne e selezione virgola come separatore (Excel vi mostrerà un'anteprima). Se Excel usa la virgola come separatore decimale, nel Passaggio 3 clicca su Avanzate e imposta il separatore decimale su punto (.) prima di completare l'importazione.

Le informazioni contenute nel file sono:

- **#BinStart:** Estremo iniziale dell'intervallo temporale considerato.
- **BinEnd:** Estremo finale dell'intervallo temporale considerato.
- **RateHitEvents:** Frequenza degli eventi contenenti hit registrati dal telescopio EEE.
- **RateHitEventsErr:** Incertezza associata alla frequenza degli eventi contenenti hit.
- **RateTrackEvents:** Frequenza degli eventi nei quali è stata ricostruita almeno una traccia.
- **RateTrackEventsErr:** Incertezza associata alla frequenza degli eventi con traccia ricostruita.
- **RateTrackEventsTheta0_10:** Frequenza degli eventi con traccia ricostruita avente angolo zenitale compreso tra 0° e 10°.
- **RateTrackEventsTheta10_20:** Frequenza degli eventi con traccia ricostruita avente angolo zenitale compreso tra 10° e 20°.
- **RateTrackEventsTheta20_30:** Frequenza degli eventi con traccia ricostruita avente angolo zenitale compreso tra 20° e 30°.
- **RateTrackEventsTheta30_40:** Frequenza degli eventi con traccia ricostruita avente angolo zenitale compreso tra 30° e 40°.
- **RateTrackEventsTheta40_50:** Frequenza degli eventi con traccia ricostruita avente angolo zenitale compreso tra 40° e 50°. K
- **RateTrackEventsTheta50_60:** Frequenza degli eventi con traccia ricostruita avente angolo zenitale compreso tra 50° e 60°.
- **RateTrackEventsTheta60_90:** Frequenza degli eventi con traccia ricostruita avente angolo zenitale compreso tra 60° e 90°.
- **FractionTrackEvents:** Frazione degli eventi con traccia ricostruita rispetto al totale degli eventi contenenti hit.
- **FractionTrackEventsErr:** Incertezza associata alla frazione degli eventi con traccia ricostruita.

- **IndoorTemperature:** Temperatura misurata all'interno del locale che ospita il telescopio, espressa in °C.
- **OutdoorTemperature:** Temperatura esterna, espressa in °C.
- **Pressure:** Pressione atmosferica associata all'intervallo temporale considerato, presumibilmente espressa in hPa.
- **AVTOTBot:** Valore medio del Time Over Threshold relativo alla camera in basso Bottom.
- **AVTOTMid:** Valore medio del Time Over Threshold relativo alla camera di mezzo Middle.
- **AVTOTTop:** Valore medio del Time Over Threshold relativo alla camera in alto Top.
- **UniqueRunId:** Identificativo univoco del run di acquisizione dal quale sono stati ricavati i dati.

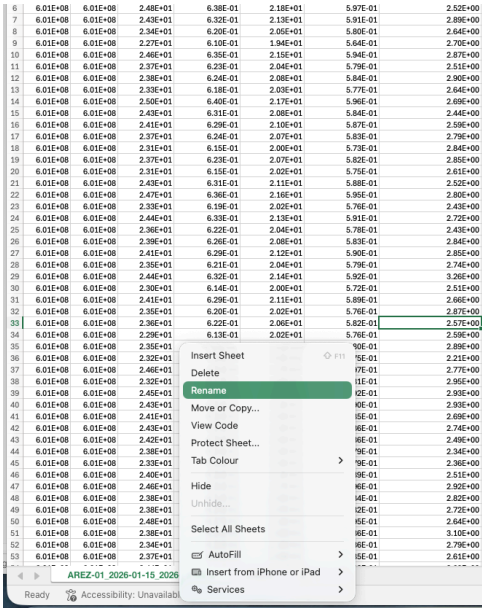
N.B.: I dati sono campionati ogni minuto.

Guida all'analisi

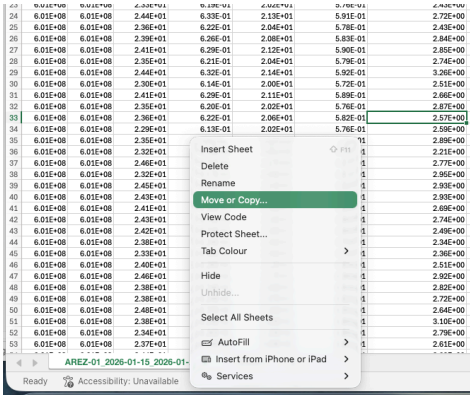
La prima fase dell'esercitazione riguarda l'analisi dei dati del telescopio nel periodo in cui sappiamo esserci stato il Forbush decrease.

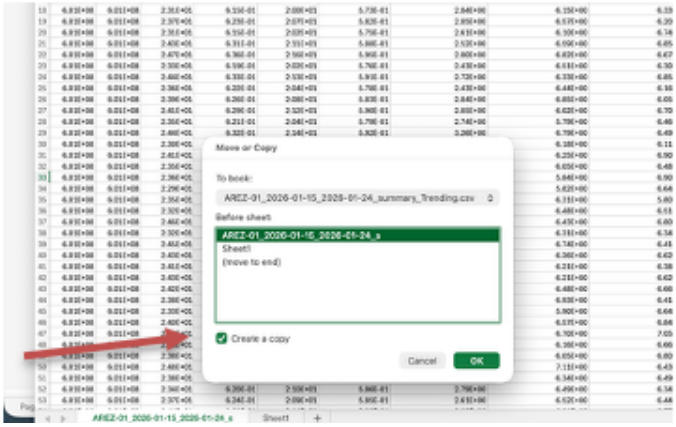
STRATEGIA CONSIGLIATA:

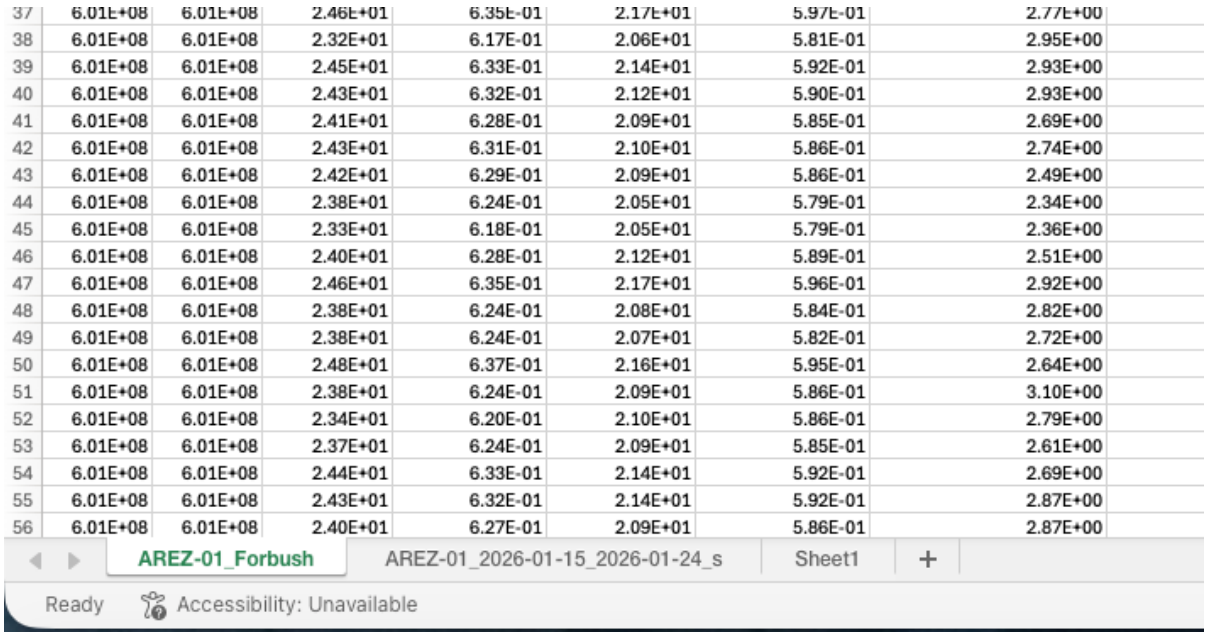
1. **Rinominiamo la tab come "orig":** tasto destro sul nome della Tab (Sheet1) e Rename; nome suggerito "fixed"



2. **Creiamo una copia della tab e nominiamola "AREZ-01 Forbush":** tasto destro e selezione di Move or make a copy e poi check su Create copy; una volta creata rinominiamola come fatto al punto 1







A questo punto passiamo lavorare in questa Tab e per la prima parte limitare l'analisi utilizzando solo le variabili che ci interessano di più. In particolare, useremo:
#BinStart, RateHitEvents e Pressure. Possiamo eliminare le colonne in più.

	A	B	C	D
1	#BinStart	RateHitEvents	Pressure	
2	6.01E+08	2.43E+01	9.89E+02	
3	6.01E+08	2.33E+01	9.89E+02	
4	6.01E+08	2.40E+01	9.89E+02	
5	6.01E+08	2.30E+01	9.89E+02	
6	6.01E+08	2.48E+01	9.89E+02	

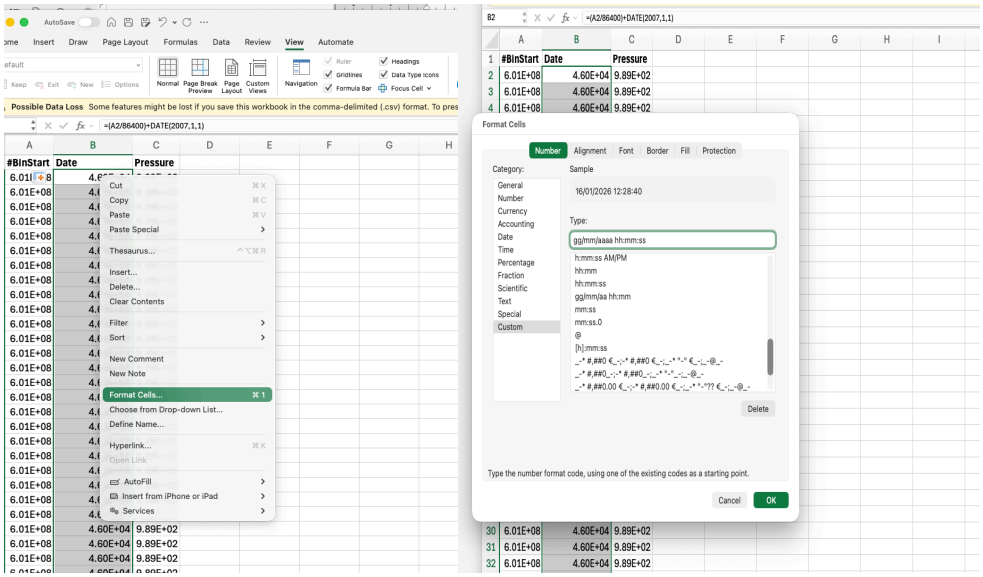
Per prima cosa trasformiamo il valore #BinStart (secondi trascorsi dal primo gennaio 2007, misura convenzionale del tempo nei run di EEE) in una data. Inseriamo quindi una colonna tra #BinStart e RateHitEvents, la colonna "**Date**".

	A	B	C	D
1	#BinStart	Date	RateHitEvents	Pressure
2	6.01E+08		2.43E+01	9.89E+02
3	6.01E+08		2.33E+01	9.89E+02
4	6.01E+08		2.40E+01	9.89E+02
5	6.01E+08		2.30E+01	9.89E+02
6	6.01E+08		2.48E+01	9.89E+02

Con riferimento alla figura ci posizioniamo nella cella B2 e scriviamo: **=(A2/86400)+DATE(2007,1,1)** e **premiamo invio** (la funzione DATE si usa nel caso abbiate Excel in lingua inglese, per la lingua italiana la corrispondente funzione è DATA e gli argomenti della funzione sono separati dal ; DATA(2007;1;1)).
Premiamo invio ed otteniamo:

	A	B
1	#BinStart	Date
2	6.01E+08	4.60E+04
3	6.01E+08	
4	6.01E+08	
5	6.01E+08	
6	6.01E+08	

Estendiamo l'operazione a tutta la colonna e usiamo il Formato Cella per scrivere la data correttamente.



Se il formato non è tra quelli elencati si può aggiungere manualmente nel campo "Type".

Otterremo:

	A	B
1	#BinStart	Date
2	6.01E+08	16/01/2026 12:28:40
3	6.01E+08	16/01/2026 12:29:41
4	6.01E+08	16/01/2026 12:30:42
5	6.01E+08	16/01/2026 12:31:43
6	6.01E+08	16/01/2026 12:32:44

3. Correzione per effetto barometrico

A questo punto passiamo a correggere i rate per gli effetti di pressione: effetto barometrico. Applicheremo la correzione per effetto barometrico utilizzando il rate corretto per le efficienze dei rivelatori (colonna C). Ricordiamo che la formula per la correzione è:

Rate_Corr = Rate_nonCorr* EXP(a*(Pmis-P_ref))

E useremo per tale correzione le seguenti quantità:
α = **2.30E-03 (mbar^{-1})**
P_ref = **1000 (mbar)**

Creiamo la colonna "Rate_corr" e inseriamo in due celle i valori per il coefficiente barometrico **α** e per la pressione di riferimento **P_ref** come mostrato in figura

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
#BinStart (s)	Date (gg/mm/aaaa hh:mm:ss)	RateHitEvents (Hz)	Pressure (mbar)	Rate_corr (Hz)					P_ref (mbar)	1000	
6.01E+08	16/01/2026 12:28:40	2.43E+01	9.89E+02						α (1/mbar)	2.30E-03	
6.01E+08	16/01/2026 12:29:41	2.33E+01	9.89E+02								
6.01E+08	16/01/2026 12:30:42	2.40E+01	9.89E+02								
6.01E+08	16/01/2026 12:31:43	2.30E+01	9.89E+02								
6.01E+08	16/01/2026 12:32:44	2.48E+01	9.89E+02								
6.01E+08	16/01/2026 12:33:45	2.43E+01	9.89E+02								

Ora useremo la Colonna E (che rinominiamo Rate_Corr) per calcolare la correzione per effetto barometrico del Rate in colonna C). Quindi nella cella E2 inseriamo la formula per la correzione considerando che i valori di Pressione di Riferimento e α saranno costanti:

E2=C2*EXP(k2*(D2-k1))

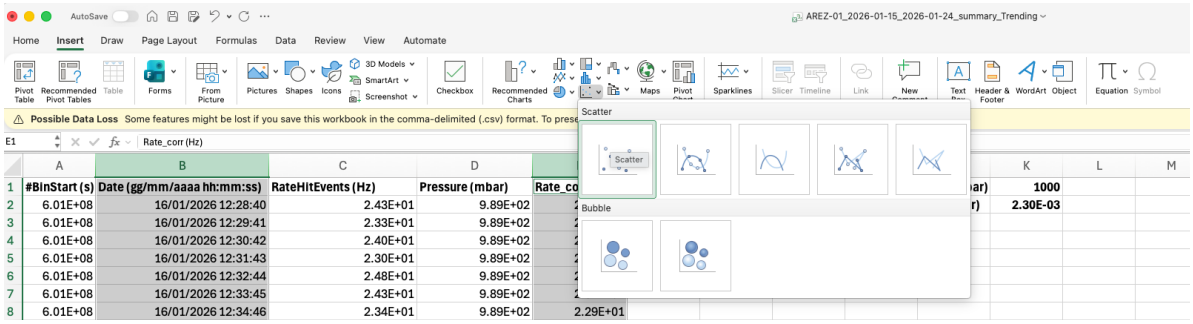
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	#BinStart (s)	Date (gg/mm/aaaa hh:mm:ss)	RateHitEvents (Hz)	Pressure (mbar)	Rate_corr (Hz)					P_ref (mbar)	1000	
2	6.01E+08	16/01/2026 12:28:40	2.43E+01	9.89E+02	=C2*EXP(k2*(D2-k1))					α (1/mbar)	2.30E-03	
3	6.01E+08	16/01/2026 12:29:41	2.33E+01	9.89E+02								
4	6.01E+08	16/01/2026 12:30:42	2.40E+01	9.89E+02								
5	6.01E+08	16/01/2026 12:31:43	2.30E+01	9.89E+02								
6	6.01E+08	16/01/2026 12:32:44	2.48E+01	9.89E+02								

Premendo invio e poi ripetendo per tutte le celle si ottengono i valori di pressione corretti.

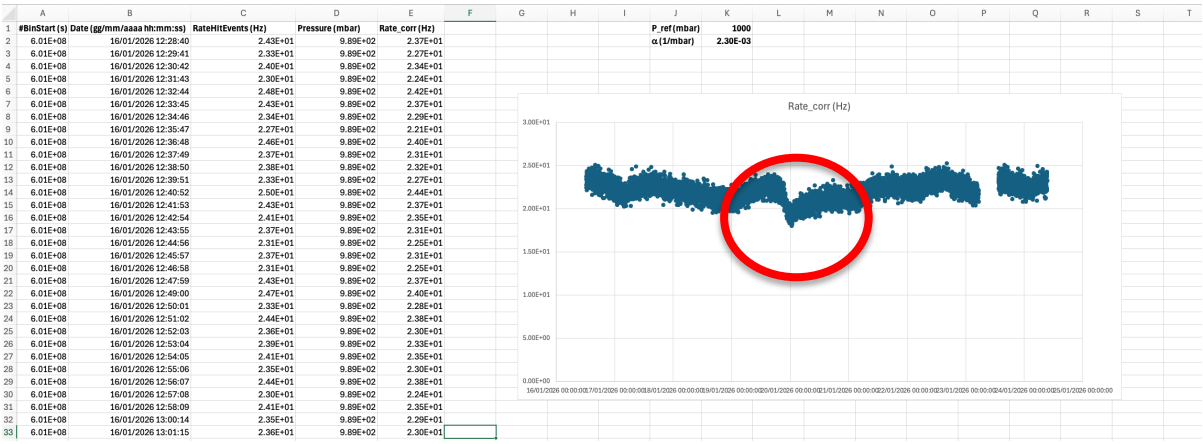
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	#BinStart (s)	Date (gg/mm/aaaa hh:mm:ss)	RateHitEvents (Hz)	Pressure (mbar)	Rate_corr (Hz)					P_ref (mbar)	1000	
2	6.01E+08	16/01/2026 12:28:40	2.43E+01	9.89E+02	2.37E+01					α (1/mbar)	2.30E-03	
3	6.01E+08	16/01/2026 12:29:41	2.33E+01	9.89E+02	2.27E+01							
4	6.01E+08	16/01/2026 12:30:42	2.40E+01	9.89E+02	2.34E+01							
5	6.01E+08	16/01/2026 12:31:43	2.30E+01	9.89E+02	2.24E+01							

4. Creare il grafico del Rate corretto vs tempo

Per creare il grafico è sufficiente selezionare nell'ordine la colonna della data (colonna B) e la colonna del rate corretto (colonna E) e dalla Tab di Excel selezionare Insert Graph, scegliendo il grafico a dispersione.



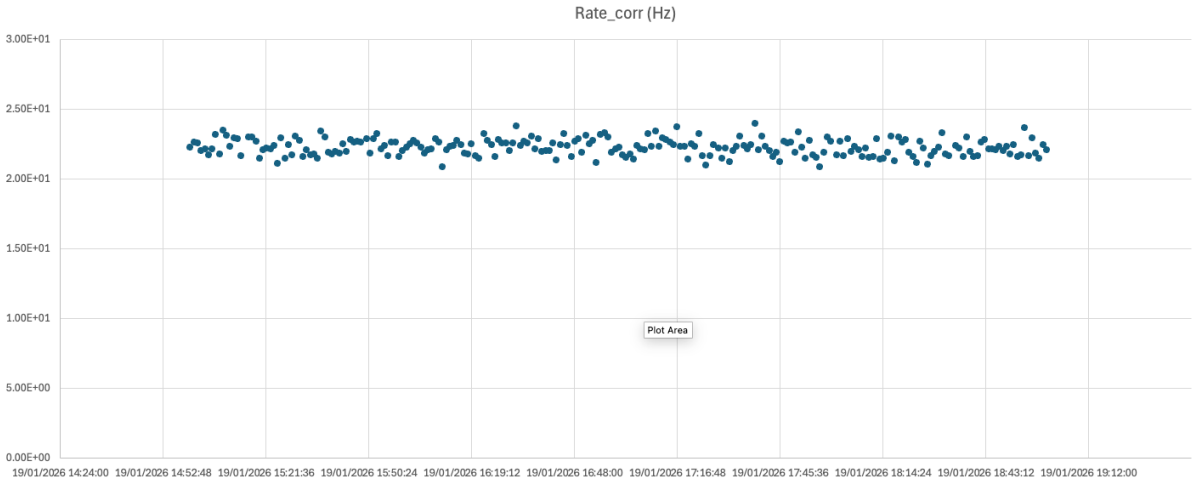
Dovreste ottenere un grafico come quello riportato in figura:



e dovreste poter individuare il Forbush decrease (indicato in figura).

5. Valutazione del Forbush decrease

Un modo interessante per valutare la diminuzione Forbush del rate è quello di normalizzare il rate ad 1, dividendo il rate misurato per il rate medio calcolato prima dell'inizio del Forbush decrease. Osservando il grafico scegliamo **ad esempio** di calcolare il rate tra le ore 15:00 e le ore 19:00 del 19 gennaio.

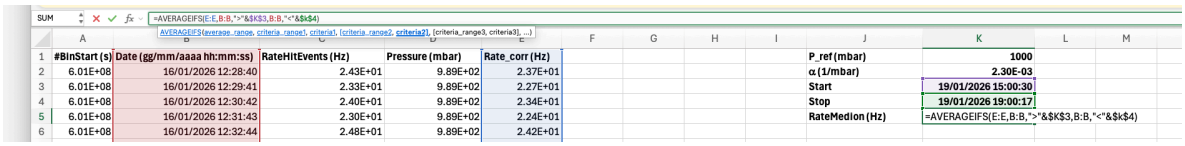


In questo caso suggeriamo di utilizzare la funzione di Excel (nella versione in lingua inglese) **AVERAGEIFS** (in italiano è MEDIA.PIÙ.SE) che restituisce la media aritmetica di tutte le celle che soddisfano più criteri. La Sintassi è:
AVERAGEIFS (intervallo_media; intervallo_criteri1; criteri1; [intervallo_criteri2; criteri2]; ...)

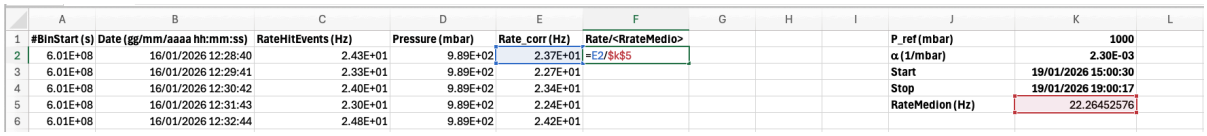
Gli argomenti sono i seguenti:

- **Intervallo_media**. Una o più celle, di cui calcolare la media, compresi numeri o nomi, matrici o riferimenti che contengono numeri.
- **Intervallo1_criteri**, intervallo2_criteri, … Intervallo1_criteri è obbligatorio, mentre gli intervalli criteri successivi sono facoltativi. Indica da 1 a 127 intervalli in cui valutare i criteri associati.
- **Criterio1, criterio2**, ... Criterio1 è obbligatorio, mentre i criteri successivi sono facoltativi. Indica da 1 a 127 criteri in forma di numeri, espressioni, riferimenti di cella o testo che determinano le celle di cui verrà calcolata la media. I criteri possono, ad esempio, essere espressi come 32, "32", ">32", "mele" o B4.

Si vuole calcolare il rate medio (cella K5) quando il valore di tempo (#BinStart) è maggiore del limite inferiore dell'intervallo temporale (Cella K3) e minore del limite superiore dell'intervallo temporale (cella K4).

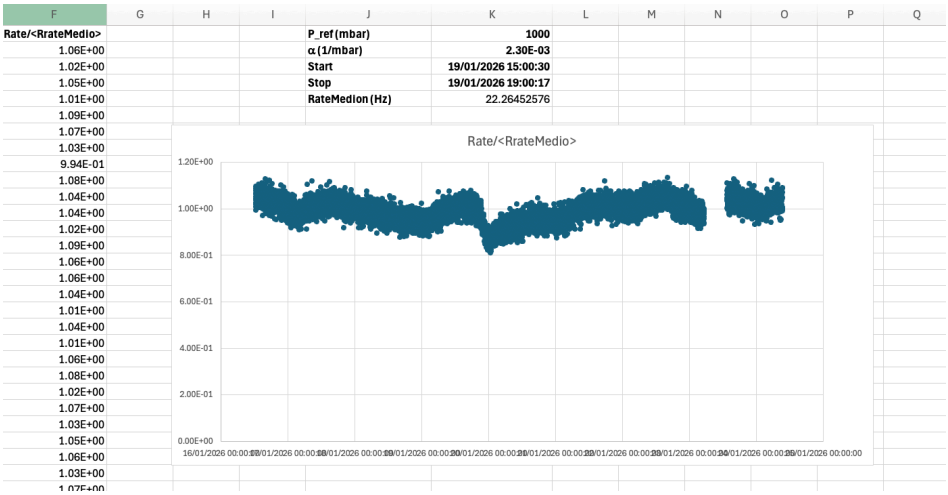


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	#BinStart (s)	Date (gg/mm/aaaa hh:mm:ss)	RateHitEvents (Hz)	Pressure (mbar)	Rate_corr (Hz)					P_ref (mbar)	1000		
2	6.01E+08	16/01/2026 12:28:40	2.43E+01	9.89E+02	2.37E+01					α (1/mbar)	2.30E-03		
3	6.01E+08	16/01/2026 12:29:41	2.33E+01	9.89E+02	2.27E+01					Start	19/01/2026 15:00:30		
4	6.01E+08	16/01/2026 12:30:42	2.40E+01	9.89E+02	2.34E+01					Stop	19/01/2026 19:00:17		
5	6.01E+08	16/01/2026 12:31:43	2.30E+01	9.89E+02	2.24E+01					RateMedIon (Hz)	=AVERAGEIFS(E:E,B:B,">"&K3,B:B,"<"&K4)		
6	6.01E+08	16/01/2026 12:32:44	2.48E+01	9.89E+02	2.42E+01								



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	#BinStart (s)	Date (gg/mm/aaaa hh:mm:ss)	RateHitEvents (Hz)	Pressure (mbar)	Rate_corr (Hz)	Rate/<RrateMedIo>				P_ref (mbar)	1000	
2	6.01E+08	16/01/2026 12:28:40	2.43E+01	9.89E+02	2.37E+01	=E2/k5				α (1/mbar)	2.30E-03	
3	6.01E+08	16/01/2026 12:29:41	2.33E+01	9.89E+02	2.27E+01					Start	19/01/2026 15:00:30	
4	6.01E+08	16/01/2026 12:30:42	2.40E+01	9.89E+02	2.34E+01					Stop	19/01/2026 19:00:17	
5	6.01E+08	16/01/2026 12:31:43	2.30E+01	9.89E+02	2.24E+01					RateMedIon (Hz)	22.26452576	
6	6.01E+08	16/01/2026 12:32:44	2.48E+01	9.89E+02	2.42E+01							

A questo punto possiamo calcolare il valore del rate normalizzato al rate medio prima dell'evento Forbush semplicemente dividendo ogni valore del rate per il rate medio.
Possiamo anche creare il grafico del rate normalizzato vs. il tempo.



F	J	K
Rate/<RrateMedIo>	P_ref (mbar)	1000
1.06E+00	α (1/mbar)	2.30E-03
1.02E+00	Start	19/01/2026 15:00:30
1.05E+00	Stop	19/01/2026 19:00:17
1.01E+00	RateMedIon (Hz)	22.26452576
1.09E+00		
1.07E+00		
1.03E+00		
9.94E-01		
1.08E+00		
1.04E+00		
1.04E+00		
1.02E+00		
1.09E+00		
1.06E+00		
1.06E+00		
1.04E+00		
1.01E+00		
1.04E+00		
1.01E+00		
1.06E+00		
1.08E+00		
1.02E+00		
1.07E+00		
1.03E+00		
1.05E+00		
1.06E+00		
1.03E+00		
1.07E+00		

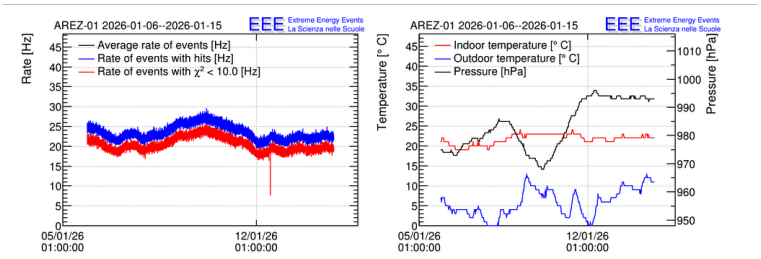
Spunti per l'analisi (utilizzare i suggerimenti seguenti per sviluppare l'analisi)

1) Valutate la variazione percentuale del rate.

Suggerimento: pendere il valore minimo del rate nel periodo del Forbush e lo si confronta col valore di riferimento si ottiene nel caso in questione:

2) Calcolare il coefficiente barometrico utilizzando un altro file dati dello stesso telescopio relativo ad un altro periodo e utilizzarlo per correggere i rate nel periodo del Forbush.

Individuare dal DQM un periodo in cui non ci siano stati problemi con il telescopio in analisi.
Ad esempio, per il telescopio AREZ-01 al link https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/AREZ-01/2026-01-15/
Si ha:



SUMMARY

- Station: AREZ-01
- Time period: 2026-01-06--2026-01-15
- Number of runs processed: 404
- Total number of events: 18498418
- Number of events with hits: 18036694
- Number of events with a track: 15750224
- Data files: root, csv header, csv trending, csv weather

SUMMARY PLOTS

PLOT
RunDuration
NumEvents
AverageRate
NumTrackEvents
NumMalformedEvents
NumBackwardEvents
NumNoHitsEvents
NumNoHitEvents
RateHitEvents
RateTrackEvents
FractionTrackEvents
IndoorTemperature
OutdoorTemperature
Pressure

Quindi procedendo al Download del file https://iatw.cnaf.infn.it/eee/monitor/dqmreport/AREZ-01/2026-01-15/AREZ-01_2026-01-06_2026-01-15_summary_Trending.csv
Si può procedere all'analisi:

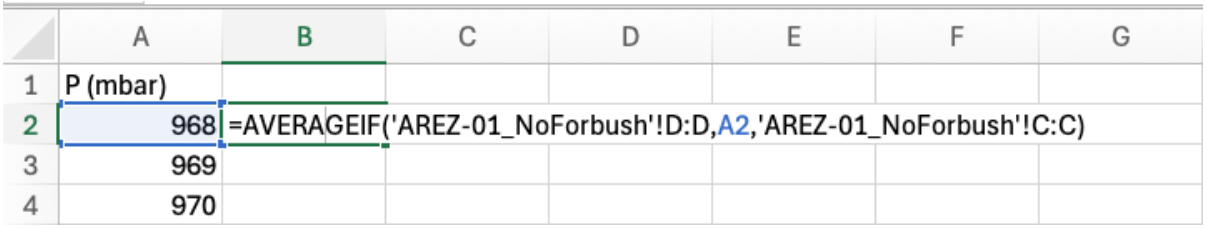
a) A partire dalla Tab originale creiamo una copia di lavoro (AREZ-NoForbush)
b) Nella tab di lavoro cancelliamo le colonne tranne #BinStart, RateHitEvents e Pressure.
c) Inseriamo una colonna e trasformiamo #BinStart in una data.

A questo punto calcoliamo il massimo e il minimo della pressione nel periodo.

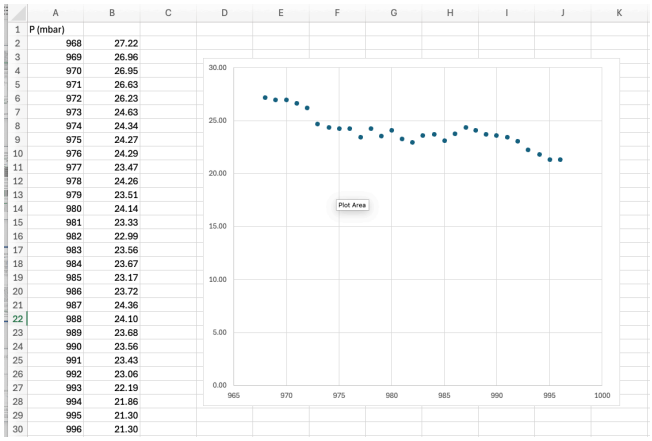
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	#BinStart	Date	RateHitEven	Pressure				PMIN	968	
2	6.00E+08	05/01/2026 23:00:02	2.59E+01	9.75E+02				PMAX	996	
3	6.00E+08	05/01/2026 23:01:03	2.47E+01	9.75E+02						
4	6.00E+08	05/01/2026 23:02:04	2.40E+01	9.75E+02						

Creiamo un'altra tab nella quale costruiamo la colonna Pressure da popolare con valori di pressione dal minimo individuato al punto precedente al massimo con step di 1 mbar.
Calcoliamo ora il valore medio del rate medio per ogni valore di pressione. Ci sono varie possibilità per farlo, la nostra proposta è usare la funzione AVERAGEIF di Excel introdotta nel paragrafo 5. La funzione restituisce la media aritmetica di tutte le celle di un intervallo che soddisfano un criterio specificato.
La sintassi è AVERAGEIF(intervallo;criteri; [intervallo_media])
Gli argomenti della sintassi della funzione MEDIA.SE sono i seguenti:
• **Intervallo**: una o più celle, di cui calcolare la media, compresi numeri o nomi, matrici o riferimenti che contengono numeri. Nel nostro caso questi sono i valori di pressione misurati, quindi la colonna E del foglio di lavoro iniziale.
• **Criteri**: in forma di numeri, espressioni, riferimenti di cella o testo che determinano le celle di cui verrà calcolata la media. I criteri possono, ad esempio, essere espressi come 32, "32", ">32", "mele" o B4. Nel nostro caso il criterio per calcolare la media è che la pressione (Intervallo) sia uguale al valore di pressione della cella in esame.
• **Intervallo_media:** insieme effettivo di celle di cui calcolare la media. Se omesso, viene usato il valore intervallo. Nel nostro caso vogliamo mediare la colonna rate (ad esempio colonna C del foglio iniziale.

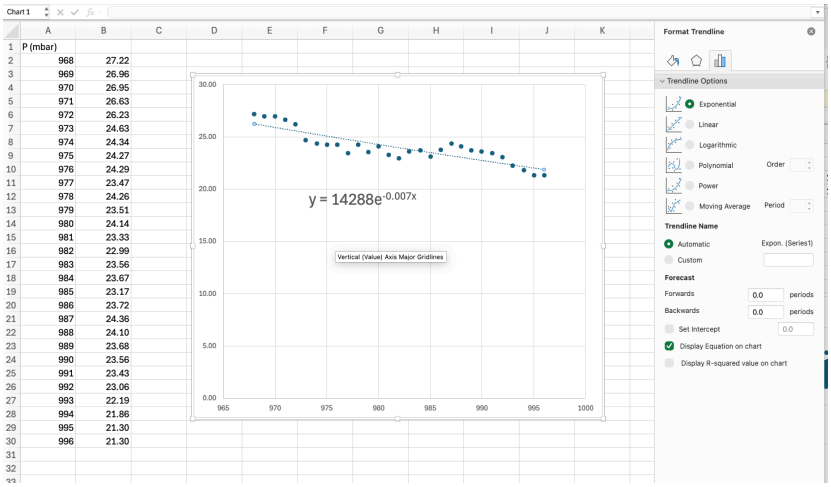
In questo caso per ogni valore di Pressure del Foglio attuale (colonna A) inseriamo nella colonna B la formula:
=AVERAGEIF (colonna D del foglio iniziale, valore di pressione della cella Pressure, Colonna C del foglio iniziale). Per la sintassi corretta vedere la figura:



Una volta ottenuti tutti i rate medi si può procedere alla costruzione del grafico Rate vs. Pressione e fit esponenziale.



Aggiungere quindi una linea di tendenza esponenziale e ricavare il valore del coefficiente barometrico.



A questo punto si può utilizzare il valore ottenuto per la correzione dei dati con Forbush.

3- Ripetere le analisi raggruppando i dati per intervalli temporali di un'ora invece che di un minuto.

4- Confrontare i risultati di diversi telescopi.