

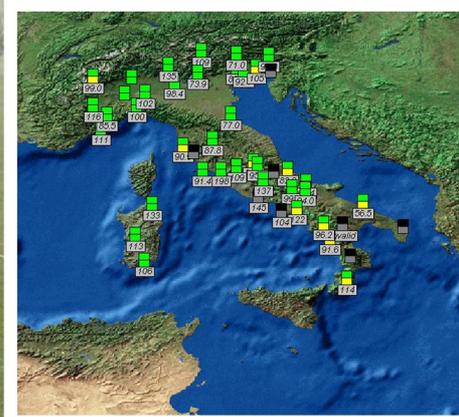


ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Rete gamma: Rete automatica di monitoraggio radiologico dell'ambiente ai fini di pronto allarme e di controllo della ricaduta radioattiva

Edizione 2013



RAPPORTI



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Rete gamma: Rete automatica di monitoraggio radiologico dell'ambiente ai fini di pronto allarme e di controllo della ricaduta radioattiva

Edizione 2013

Informazioni legali

L'istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Rapporti 210/2014
ISBN 978-88-448-0692-7

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Alessia Marinelli

Foto di copertina: Centralina della Rete Gamma di Erice, ubicazione delle centraline della Rete Gamma

Coordinamento editoriale:

Daria Mazzella

ISPRA – Settore Editoria

10/01/2014

Autori

Stefano Zennaro



INDICE

I. Introduzione	vii
II. Referenze	xiv
1. Stazione di Abbasanta.....	1
2. Stazione di Accettura	5
3. Stazione di Agnone	9
4. Stazione di Airola	13
5. Stazione di Amelia	17
6. Stazione di Ansedonia	21
7. Stazione di Aosta	25
8. Stazione di Auronzo di Cadore	29
9. Stazione di Bagni di Lucca	33
10. Barge.....	37
11. Stazione di Bari.....	41
12. Borghetto di Vara.....	45
13. Stazione di Bormio	49
14. Stazione di Brescia.....	53
15. Stazione di Cagliari	57
16. Stazione di Casacalenda.....	61
17. Stazione di Casale Monferrato.....	65
18. Stazione di Cascia.....	69
19. Stazione di Castel del Monte	73
20. Stazione di Castel Volturno	77
21. Stazione di Cecina Marina	81
22. Stazione di Cittareale	85
23. Stazione di Crotone	89
24. Stazione di Cupone.....	93
25. Stazione di Fagagna.....	97
26. Stazione di Ferrara.....	101

27. Stazione di Fiuminata	105
28. Stazione di Gorizia	109
29. Stazione di La Maddalena	113
30. Stazione di Magliano dei Marsi.....	117
31. Stazione di Maratea.....	121
32. Stazione di Marina di Ravenna.....	125
33. Stazione di Massa Marittima	129
34. Stazione di Melfi	133
35. Stazione di Merano.....	137
36. Stazione di Milano	141
37. Stazione di Mondovì.....	145
38. Stazione di Mongiana.....	149
39. Stazione di Monsanpolo	153
40. Stazione di Montevarchi	157
41. Stazione di Parma.....	161
42. Stazione di Pavia.....	165
43. Stazione di Pescara	169
44. Stazione di Petacciato Scalo	173
45. Stazione di Pian del Cansiglio	177
46. Stazione di Pisciotta.....	181
47. Stazione di Poggio Moiano	185
48. Stazione di Polla.....	189
49. Stazione di Ponte in Valtellina	193
50. Stazione di Pordenone.....	197
51. Stazione di Priverno	201
52. Stazione di Rocchetta Nervina	205
53. Stazione di Rovereto.....	209
54. Stazione di San Cataldo	213
55. Stazione di Stazzano	217
56. Stazione di Tarvisio	221

57. Stazione di Tuscania.....	225
58. Stazione di Venezia Lido.....	229
59. Stazione di Vergiate.....	233
60. Stazione di Vicenza.....	237
61. Stazione di Villa Potenza	241

I. Introduzione

In seguito a quanto previsto dall'art. 123 del D.L. 230/95 che prevede l'istituzione del Cevad, l'ex Anpa, poi confluita in Apat e quindi in Ispra, si è dotata di una rete di monitoraggio radiometrica in grado di fornire in tempo reale al Cevad la situazione della radioattività ambientale sul territorio nazionale.

La rete di monitoraggio gamma è costituita da 58 centraline che misurano in maniera automatica e continua la dose gamma in aria (kerma), distribuite sull'intero territorio nazionale in base a criteri di uniformità, significatività dei punti di misura e vicinanza ai centri abitati; le centraline sono costituite da due tubi Geiger-Muller per le basse dosi ed un tubo Geiger-Muller per le alte dosi che consentono un monitoraggio ambientale nel range compreso tra i 10 nGy/h ed i 10 Gy/h.

In condizioni di routine il monitoraggio viene effettuato da un centro di controllo situato presso la sala emergenze dell'Ispra con una cadenza di 6 ore.

In base ad un accordo con la comunità Europea, un accordo che ha i suoi fondamenti legislativi nella Decisione del Consiglio 87/600/Euratom, l'Ispra si è impegnata a rendere disponibili i dati radiometrici provenienti dalla sua rete gamma con una frequenza minima fissata (almeno una volta al giorno in condizioni di routine ed almeno una volta ogni due ore in situazione di emergenza).

Su richiesta di alcune Arpa di avere a disposizione i dati regionali delle centraline della Rete Gamma sono inoltre stati firmati dei protocolli di intesa con i quali l'Ispra si impegna a fornire i dati delle singole regioni alle Arpa. All'interno di questi protocolli è contemplato il fatto che lo scambio dei dati sia bidirezionale e che, ove presenti, le Arpa si impegnano a rendere disponibili i dati delle loro reti locali.

In questo report vengono riportati i risultati delle analisi delle misure eseguite dalle stazioni della Rete Gamma nel corso del 2013.

Per ogni centralina all'interno del report è presente una scheda nella quale, oltre alle informazioni anagrafiche, vengono riportate le immagini della centralina e del sito di installazione (la georeferenziazione è basata sulle mappe satellitari di Google Earth).

A riguardo la georeferenziazione è in via di perfezionamento e per qualche stazione la posizione delle centraline sulle mappe satellitari potrebbe presentare un margine di errore di alcune centinaia di metri.

Per ciascuna stazione di monitoraggio sono riportati, nel primo grafico, i valori di intensità di dose oraria per il periodo che va dall'1 gennaio 2013 al 31 dicembre 2013.

Nel secondo grafico vengono riportate la distribuzione di probabilità degli eventi (in scala logaritmica per evidenziare al meglio gli eventi di pioggia o eventuali eventi anomali) ed il fit della distribuzione di probabilità. La funzione di fit usata per interpolare la distribuzione di probabilità degli eventi di pioggia è data dalla somma di funzioni di tipo gaussiano ovvero

$$P(x) = \sum_n A_n \cdot e^{-\frac{(x-x_n)^2}{2\sigma_n^2}}$$

Le funzioni gaussiane sono funzioni continue e danno una densità di probabilità mentre la distribuzione di probabilità è discreta e definisce una probabilità. Pertanto per

tener conto della larghezza dei canali della distribuzione di probabilità i coefficienti A_n inglobano nel loro interno una costante $\Delta X=(X_{i+1}-X_i)$, ovvero $A_n = \Delta X \frac{1}{\sigma_n \cdot \sqrt{2\pi}}$.

Nella figura sono indicati i valori di X_n , A_n e σ_n . Nella figura viene riportato anche il quantile, ovvero la probabilità che la misura sia superiore ad un certo valore.

Il terzo grafico si riferisce alla distribuzione giornaliera delle medie su base annua e su base stagionale. Da questa figura si vede che il comportamento è dovuto soprattutto alla presenza di radon nell'aria, variabile in base a numerosi fattori quali la stabilità atmosferica, la pressione atmosferica e la presenza di umidità nel suolo; come si può notare dai grafici l'intensità di dose gamma risulta essere massima d'estate e nelle prime ore del mattino.

Nella quarto grafico vengono riportate le medie mensili; anche questa figura da un'evidenza che i valori del rateo di dose gamma in aria misurati risultano essere massimi verso fine estate-inizio autunno mentre sono più bassi nei mesi invernali.

Nel quinto grafico vengono riportati i principali 4 eventi di picco che si sono presentati nel corso dell'anno, ai fini di evidenziare eventuali anomalie: per il fenomeno del wash-out dei radionuclidi naturali presenti nel particolato atmosferico i tempi di dimezzamento dei picchi è breve. Eventuali tempi di dimezzamento superiori a qualche ora possono evidenziare degli eventi radiologici. A questo scopo, nel grafico, vengono inseriti il tempo di dimezzamento e l'altezza dei picchi.

Il sesto grafico serve a valutare la risposta della stazione per eventuali future comparazioni in caso di malfunzionamenti. Per effettuare la valutazione è stato utilizzato un filtro passa-alto per cui ai valori misurati dalle centraline è stata sottratta la media trascinata sulle 24 ore. Questa sottrazione consente di compensare le oscillazioni sui valori misurati che si hanno a livello stagionale o settimanale a causa delle variazioni nei livelli di concentrazione del radon o a causa di un diverso schermaggio del suolo a causa della presenza di neve o di umidità nel terreno. Della distribuzione dei valori così ottenuta, normalizzata al numero totale di misure, è stato quindi effettuato un fit utilizzando una funzione di tipo gaussiano, della quale è stata valutata la σ . Eventuali futuri deterioramenti della strumentazione dovrebbero essere valutabili con dei cambiamenti di questo valore del quale ci si aspetta un aumento. Il confronto di questo valore con i valori misurati all'inizio vita dello strumento non mostrano significative variazioni. Per i futuri confronti questo

parametro andrà comunque corretto per il fattore di correzione $F = \sqrt{\frac{\%_{risposta} 2013}{\%_{risposta} anno(x)}}$ dove

$\%_{risposta}(2013)$ è la risposta della Tab. 1 che indica quanti dati validi sono stati trasmessi nel corso del 2013, mentre $\%_{risposta} anno(x)$ è la risposta delle centraline nell'anno nel quale si determinerà la risposta strumentale.

Il settimo grafico serve a valutare il corretto funzionamento dei sensori di pioggia.

Come già detto, nel caso di un evento di pioggia, a causa del fenomeno del wash-out c'è un incremento dei valori radiometrici. Ai fini di valutare se improvvisi aumenti della radioattività sono dovuti a degli eventi radiometrici o a causa del fenomeno della pioggia, presso ogni centralina è installato un sensore di pioggia. I sensori di pioggia se particolarmente sensibili, rivelano pure l'umidità che si forma su di essi, se invece sono leggermente ossidati, anche nel caso di un evento di pioggia possono dare una risposta negativa.

Ai fini di effettuare delle valutazioni al riguardo, è stato realizzato un semplice algoritmo che confronta i dati relativi al rateo di kerma in aria con la media settimanale del rateo di kerma in aria. E' stata fatta la scelta della media settimanale per uniformarsi a quanto già effettuato da altre nazioni nel considerare il fondo ambientale. Gli eventi di picco vengono individuati effettuando la differenza tra la misura puntuale del rateo di kerma in aria rispetto alla sua media settimanale e normalizzando la differenza rispetto alla deviazione standard delle misure annuali. Se la differenza normalizzata supera un certo determinato valore, il picco viene identificato come un evento reale. La curva che si ottiene in questo modo viene indicata come "eventi di picco". Questi eventi vengono quindi confrontati con gli eventi di pioggia, se c'è una corrispondenza l'evento viene considerato come un "vero positivo" (la seconda curva nello stesso grafico). Gli eventi riportati nel grafico sono normalizzati al numero totale delle misure ricevute dal centro di Controllo Gamma nel 2013 per la singola centralina.

Qualora non ci sia una corrispondenza tra i picchi rilevati e gli eventi di pioggia, in particolare se si ha un evento di picco ma il sensore non rivela eventi di pioggia, si hanno dei "falsi negativi".

Il grafico fornisce una check immediato sull'efficienza del rivelatore: se la curva degli eventi di picco e quella dei "veri positivi" corrispondono (ciò avviene oltre un certo livello di soglia, per bassi livelli di soglia vengono rivelati come picchi anche normali fluttuazioni statistiche) vuol dire che il sensore ha una buona risposta.

Per quanto riguarda i falsi negativi, questi si presentano quando il sensore di pioggia non rileva eventi di pioggia ma nel grafico sono presenti dei picchi. Questo da una informazione sul malfunzionamento del sensore di pioggia, dovuto spesso ad una ossidazione dei contatti. Un buon livello di soglia che può essere preso in considerazione per discriminare il rumore statistico è 3σ .

Il sensore funziona bene se i falsi negativi tendono a zero quando $(\text{livello di soglia} - \text{media fondo settimanale})/\sigma > 3$.

Si segnalano, per quanto riguarda lo stato della Rete Gamma nel corso del 2013, le seguenti situazioni degne di nota:

- Sono state installate le seguenti stazioni:
 - Gorizia (26/02/2012)

La stazione di Gorizia, installata in via Gabrizio 69 presso la nuova sede di Gorizia dell'Arpa FVG, deriva dallo spostamento della stazione di via Duchi d'Aosta 119, a seguito della dismissione della sede.

- Sono stati effettuati degli interventi di ripristino delle stazioni del seguente tipo:

1) per la riconfigurazione della EEprom:

- Brescia (24/06/2013)
- Fagagna (24/06/2013)
- Cecina Marina (25/02/2013)
- Amelia (28/10/2013)
- Castel del Monte (12/12/2013)

2) Per la sostituzione della sonda:

-
- Poggio Moiano (12/12/2013) (sostituita la sonda Kerma in aria con una sonda H*(10)

3) per la sostituzione del modem digitale:

- Fagagna (24/06/2013)
- Gorizia (02/10/2013)

4) Interventi di tipo elettrico sulle stazioni di

- Rovereto (25/02/2013) (Ripristino impianto elettrico guasto a causa di un cortocircuito)
- Amelia (28/10/2013) (Ripristino del vetrino di isolamento dell'interruttore magnetico termico)
- Castel del Monte (30/10/2013) (Interramento dell'alimentazione elettrica secondo la normativa di legge)
- Castel del Monte (12/12/2013) (Sostituzione della scatola contenente il magneto termico differenziale, sostituzione dell'alimentatore della stazione, sostituzione della batteria tampone, sostituzione del display)

L'analisi della dose gamma in aria misurata dalle sonde evidenzia le seguenti situazioni degne di nota:

- Si sono osservate delle diminuzioni nel segnale imputabili allo schermaggio della radiazione naturale del terreno a causa delle copertura del manto nevoso per le seguenti centraline:
 - Agnone
 - Auronzo di Cadore
 - Bagni di Lucca
 - Bormio
 - Casacalenda
 - Castel del Monte
 - Cittareale
 - Cupone
 - Fiuminata
 - Magliano dei Marsi
 - Melfi
 - Mondovì
 - Mongiana
 - Pian del Cansiglio
 - Vicenza
- Per molte stazioni si sono osservati dei drift nel segnale nel corso dell'anno, non imputabili alla copertura del manto nevoso. Per la maggior parte delle situazioni in cui si osserva questo effetto lo shift risulta essere ridotto ma è comunque stato considerato nel fit della

distribuzione di probabilità mediante l'aggiunta di una gaussiana. Le stazioni per le quali l'effetto risulta essere più consistente sono

- Cupone
- Magliano dei Marsi
- Melfi
- Tuscania

Per la stazione di Amelia si osserva un comportamento anomalo per cui, in certi momenti, la sonda da una sottostima del segnale dell'ordine del 15-20%. Per questa stazione la sonda va sostituita; si è in attesa di nuove sonde che state ordinate alla ditta produttrice.

Per le altre stazioni si hanno dei drift nel valor medio del fondo misurato, dovuti presumibilmente ad una variazione della concentrazione di radon al suolo nei diversi periodi dell'anno e ad un effetto di schermaggio dell'acqua presente nel suolo in diverse concentrazioni nei diversi periodi dell'anno.

- Per la maggior parte delle stazioni, dopo un evento di washout, si osserva una diminuzione del fondo medio, l'effetto lo si vede chiaramente nel V grafico, dove viene visualizzata la media degli eventi di picco in un anno sopra una determinata soglia. Si vede chiaramente che il fondo dopo l'evento di picco tende ad abbassarsi. Questa diminuzione, sulla media dei picchi, varia da un minimo di 2 ad un massimo di 20 nGy/h. Il conto è stato fatto sul fondo calcolato sui punti che vanno dalle 16 alle 7 ore prima del picco e dalle 64 alle 84 ore dopo l'evento di picco. Il fenomeno risulta particolarmente evidente per le stazioni di Cupone, Melfi e Tuscania ed è visibile chiaramente anche nel grafico che riporta i valori annuali del rateo di Kerma in aria; per queste stazioni si ha una lenta risalita dell'intensità del fondo che può durare anche alcune settimane. Il fenomeno si spiega probabilmente con l'effetto di schermo da parte dell'acqua che tende essere assorbita maggiormente da alcune tipologie di terreni. Nelle stazioni che sono installate su un lastricato di cemento il fenomeno infatti è praticamente inesistente.
- L'analisi della risposta dei sensori della pioggia (settima ed ultima figura dell'analisi effettuata su ogni stazione) evidenzia che i sensori di pioggia delle seguenti centraline non sono funzionanti:
 - Cupone
 - Merano
 - Mondovì
 - Pavia

Per queste stazioni sono stati calcolati ugualmente gli eventi di picco.

Per la stazione di Merano il sensore di pioggia fornisce alcuni eventi di pioggia, ma si osserva la quasi completa sovrapposibilità dei falsi negativi e degli eventi di pioggia

Nella Tab. 1 viene riportato un breve riassunto dello stato di funzionamento delle centraline (valori minimi e massimi rivelati, valori medi e deviazione standard) con la percentuale di dati validi ricevuta dal Centro di controllo Gamma di Roma rispetto ai valori attesi. Una versione grafica della tabella si ha nella Figura 1, dove viene graficata la risposta delle centraline e nella Figura 3, dove vengono riportati i valori minimi misurati nel corso dell'anno, i valori massimi, le medie e le deviazioni standard. Questi ultimi quattro valori sono riferiti ai periodi nei quali le centraline non

hanno presentato dei problemi di funzionamento. La deviazione standard riportata in questa tabella è la deviazione standard calcolata sulle n misure annue inviate da ogni singola centralina, il valore riportato nel secondo grafico di ogni centralina si riferisce invece alla curva di fit della distribuzione di probabilità dei valori di intensità di Kerma in aria (che viene approssimata con una gaussiana). La risposta complessiva di tutte e 61 le stazioni nel corso del 2013 è stata del 94.2%.

La Figura 2 fornisce una risposta dei sensori di pioggia. Supponendo che ad ogni evento di picco sia associato un evento di pioggia, la risposta del sensore è data dal rapporto tra il numero di eventi di picco ai quali corrisponde un evento di pioggia rivelato dal sensore (veri positivi) ed il numero di eventi di picco. La soglia di discriminazione usata per la determinazione dei picchi è di 4σ rispetto al fondo medio settimanale. La risposta complessiva di tutti i sensori di pioggia della rete è risultata pari al 63%.

Nella Figura 4 vengono visualizzati in scala logaritmica il numero di eventi di picco in funzione del rapporto (intensità del picco)/(valore del fondo) per tutta la Rete Gamma. Questo grafico è stato determinato ai fini della valutazione di quello che può essere un buon livello di soglia ai fini dell'allertamento, in un periodo nel quale non si sono determinati eventi di tipo nucleare o radiologico. Si vede dal grafico che un buon valore di questo rapporto risulta essere 2. Se vengono esclusi gli eventi di picco di Bari, per i quali si ha un probabile malfunzionamento della sonda che, nel corso del 2014 è stata sostituita, si hanno solamente 6 falsi positivi dovuti al fenomeno del wash-out per la centralina di Borghetto di Vara, Villa Potenza e Marina di Ravenna. In particolare si osservano dei superamenti di 2 volte il fondo medio nei seguenti periodi:

	Inizio evento	Fine evento
Borghetto di Vara	03/08/2013 – 04.00	03/08/2013 – 04.00
	30/08/2013 – 20.00	30/08/2013 – 20.00
Marina di Ravenna	07/10/2013 – 14.00	07/10/2013 – 16.00
Villa Potenza	18/01/2013 – 05.00	18/01/2013 – 05.00

Dall'analisi dei dati ne deriva che per Borghetto di Vara vi è un chiaro malfunzionamento della centralina la cui sonda deve essere sostituita.

Per Marina di Ravenna e Villa Potenza invece l'analisi dei tempi di decadimento che si hanno per i picchi porta alla conclusione che questi picchi sono dovuti ad eventi di wash-out.

In Figura 5 viene riportata la distribuzione delle medie annue del rateo di Kerma in aria misurato dalle centraline della Rete Gamma. La figura è stata ottenuta interpolando le medie annue del rateo di Kerma in aria utilizzando un algoritmo IDW (Inverse Distance Weighted).

A riguardo di questa figura valgono le medesime osservazioni fatte per il report dei dati del 2012: il contributo al fondo ambientale dipende in maniera importante dalla geologia del sito la quale varia al variare della località, pertanto la figura è da intendersi solamente come un indicatore di massima sulle variazioni del fondo ambientale, all'interno delle singole regioni ci possono essere delle forti disomogeneità nella distribuzione della radioattività ambientale che necessiterebbe di una rete con molti più punti di misura per essere determinata.

Si può comunque affermare che in alcune regioni del Centro Italia (Lazio e Campania) la radioattività di fondo risulta essere maggiore a causa di una consistente presenza di tufi e questo spiega i valori di fondo ambientale.

Al contrario in pianura padana e nelle zone del versante adriatico invece, c'è una prevalenza di rocce sedimentarie e di depositi alluvionali per cui si hanno dei valori di radioattività piuttosto bassi.

La Sicilia non è stata considerata nell'interpolazione non essendo attiva nel 2012, su tutto il suo territorio regionale, alcuna centralina della Rete Gamma.

II. Referenze

- [1] Airdos – Evaluation of existing standards of measurements of ambient dose rate; and sampling, sample preparation and measurement for estimating radioactivity levels in air
- [2] M. Magnoni, M.C. Losana, S. Bertino, B. Bellotto, R. Tripodi, “Variazioni dei livelli di dose gamma ambientali registrati dalla rete gamma di allerta di Arpa Piemonte”, Convegno Agenti Fisici, Vercelli 2009.
- [3] M.Magnoni et al., “Misure di radioattività ambientale in Piemonte a seguito dell’incidente di Fukushima: costruzione di una mappa della deposizione in Piemonte, caratterizzazione e valutazioni radiometriche e dosimetriche”, AIRP, Convegno Nazionale di Radioprotezione, 12 – 24 Ottobre 2011, Reggio Calabria.
- [4] Smeters, R.C.G.M. and R.O.Blaauboer (1997). “A dynamic compensation method for natural ambient dose rate based on 6 years data from the Dutch radioactivity monitoring network”. Rad. Prot. Dosimetry 69 (1): 19 – 31.
- [5] Smeters, R.C.G.M. and R.O.Blaauboer (1994). “Time – resolved monitoring of outdoor radiation levels in the Netherlands”. Rad. Prot. Dosimetry 55 (3), 173 – 181.
- [6] Fong S.H. and J.L. Alvarez (1997): “When is a lower limit of detection low enough?”, Health Physics 72 (2): 282 – 285.
- [7] Wissman, F. (2005). “Variation observed in environmental radiation at ground level”, Rad. Prot. Dosimetry 118 (1), 3 – 10.
- [8] Wissmann, F, V. Dangendorf and U. Schrewe (2005). “Radiation exposure at ground level by secondary cosmic radiation”, Radiation Measurements 39: 95 – 104.
- [8] Wissmann F., V. Dangendorf and U. Schrewe (2005). “Radiation exposure at ground level by secondary cosmic radiation”, Radiation Measurements 39: 95 – 104.
- [9] S. Minato, “Analysis of time variation in natural background gamma radiation flux density”, Journal of Nuclear Science and Technology.
- [10] H. Dorr, K.O. Munnich, “Annual variation in soil respiration in selected areas of the temperate zone”, Tellus (1987), 39B, 114-121.
- [11] Seftelis I., G. Nicolaou, Trassanidis S., Tsagas F.N., “Diurnal variation of radon progeny”, Journal of Environmental Radioactivity 97 (2007) 116-123.
- [12] S.D. Schery, D.H. Gaeddert, M.H.Wilkening, “Factors Affecting Exhalation of Radon From a Gravelly Sandy Loam”, Journal of Geophysical Research, Vol 89, n. D5, 7299-7309.
- [13] K. Takada, K. Saito, S. Moriuchi “Gamma Ray Dose Build-Up Factors at Ground Level For a Point Source in Air”, Radiation Protection Dosimetry, Vol. 11 (1985), 237-244.

RISPOSTA DELLA RETE						
Stazione	Pagina – Codice Ispra	V. medio (nGy/h)	V.Max (nGy/h)	V.Min (nGy/h)	Dev.ne standard	Dati validi / Dati attesi
Abbasanta	– IT0071	112.7	147.8	106.1	2.42	99.41%
Accettura	– IT0040	86.5	143.0	80.2	3.13	100.00%
Agnone	– IT0063	103.7	106.5	99.6	3.29	98.22%
Airola	– IT0034	127.6	162.5	116.8	4.36	100.00%
Amelia	– IT0023	108.9	182.2	92.1	4.42	99.91%
Ansedonia	– IT0019	94.4	126.0	87.5	2.76	100.00%
Aosta	– IT0045	100.9	140.2	91.1	3.94	100.00%
Auronzo di Cadore	– IT0065	78.0	155.4	55.1	11.38	100.00%
Bagni di Lucca	– IT0063	92.5	139.6	83.1	4.01	100.00%
Barge	– IT0004	119.9	213.8	106.8	5.13	95.06%
Bari	– IT0082	59.0	258.9	55.0	9.38	91.10%
Borghetto di Vara	– IT0002	100.9	207.0	55.0	12.25	77.00%
Bormio	– IT0077	133.7	196.5	112.9	6.74	90.06%
Brescia	– IT0008	97.8	165.3	89.3	4.64	72.66%
Cagliari	– IT0072	107.7	134.8	100.9	2.48	100.00%
Casacalenda	– IT0033	97.2	120.6	87.6	2.43	100.00%
Casale Monferrato	– IT0006	89.9	136.1	82.5	3.66	71.91%
Cascia	– IT0022	91.8	157.8	83.5	4.07	98.86%
Castel del Monte	– IT0029	106.0	140.4	93.2	3.65	84.50%
Castel Volturno	– IT0035	108.7	174.5	101.3	3.64	98.56%
Cecina Marina	– IT0025	91.6	130.9	83.2	3.40	83.96%
Cittareale	– IT0076	94.7	138.4	83.5	3.55	98.63%
Crotone	– IT0043	109.6	134.2	92.1	3.94	88.32%
Cupone	– IT0067	168.3	216.5	133.7	10.62	97.82%
Fagagna	– IT0064	105.3	195.7	91.2	6.64	80.70%
Ferrara Arpa	– IT0073	92.0	151.4	81.7	4.64	100.00%
Fiuminata	– IT0068	65.4	108.5	55.5	4.88	61.86%
Gorizia	– IT0061	77.2	125.7	70.5	4.80	63.46%
La Maddalena	– IT0030	132.8	196.4	122.6	3.82	100.00%
Magliano dei Marsi	– IT0041	141.5	219.3	118.6	5.71	99.90%
Maratea	– IT0014	94.0	124.3	87.7	2.82	98.38%
Marina di Ravenna	– IT0018	76.0	191.0	66.3	5.99	94.49%
Massa Marittima	– IT0081	71.0	103.1	55.3	2.31	99.97%
Melfi	– IT0046	108.8	153.0	97.9	5.60	100.00%
Merano	– IT0078	108.8	153.0	97.9	5.60	100.00%
Milano	– IT0003	85.8	139.3	77.4	4.60	92.03%
Mondovi	– IT0044	91.7	162.9	72.5	6.80	99.84%
Mongiana	– IT0075	117.9	154.3	97.7	4.48	97.65%
Monsampolo	– IT0015	90.7	150.0	83.5	3.79	99.81%
Montevarchi	– IT0069	86.9	117.9	80.2	2.91	94.44%
Parma	– IT0007	70.5	125.9	63.1	5.17	100.00%
Pavia	– IT0028	105.2	171.7	93.3	4.34	92.36%
Pescara	– IT0031	82.8	161.7	76.4	3.88	100.00%
Petacciato Scalo	– IT0012	68.8	120.0	63.7	3.16	100.00%
Pian del Cansiglio	– IT0036	91.3	182.3	64.0	10.87	99.13%
Pisciotta	– IT0026	101.5	157.9	94.4	3.44	99.05%
Poggio Moiano	– IT0042	48.6	300.0	140.8	48.64	27.73%
Polla	– IT0010	100.2	136.2	79.2	4.82	99.78%
Ponte in Valtellina	– IT0062	132.5	190.8	117.5	5.54	99.84%
Pordenone	– IT0027	86.6	157.2	76.2	6.54	100.00%
Priverno	– IT0001	148.5	246.3	108.6	6.05	91.30%
Rocchetta Nervina	– IT0047	112.8	153.0	103.4	3.85	97.19%
Rovereto	– IT0039	76.7	139.5	67.0	5.87	84.24%
San Cataldo	– IT0005	77.1	124.2	70.7	2.57	88.79%
Stazzano	– IT0067	104.4	162.1	83.1	7.30	99.82%
Tarvisio	– IT0070	88.6	175.2	59.1	12.52	100.00%
Tuscania	– IT0079	202.9	249.6	185.2	9.66	98.76%
Venezia Lido	– IT0009	83.1	126.4	75.7	3.63	90.56%
Vergiate	– IT0080	122.2	182.9	99.4	4.43	90.00%
Vicenza	– IT0074	93.5	159.3	78.1	6.67	87.19%
Villa Potenza		72.1	154.1	64.7	4.40	100.00%
Totale 61 stazioni:						94.2%

Tab. 1 Stato di funzionamento delle centraline della Rete Gamma. La VI colonna si riferisce alla percentuale di misure valide ricevute dal Centro di Controllo Gamma di Roma sul totale delle misure attese. Questa colonna fornisce il grado di affidabilità delle centraline per l'anno 2012. I valori riportati per i minimi, i massimi, le medie e la deviazione standard sono riferiti ai periodi nei quali le centraline hanno avuto una risposta buona. In giallo sono evidenziate le stazioni che hanno avuto una risposta inferiore al 70%, in azzurro le stazioni che hanno avuto una risposta superiore al 95%, in blu quelle più affidabili che hanno avuto una risposta del 100%.

Risposta delle centraline della rete

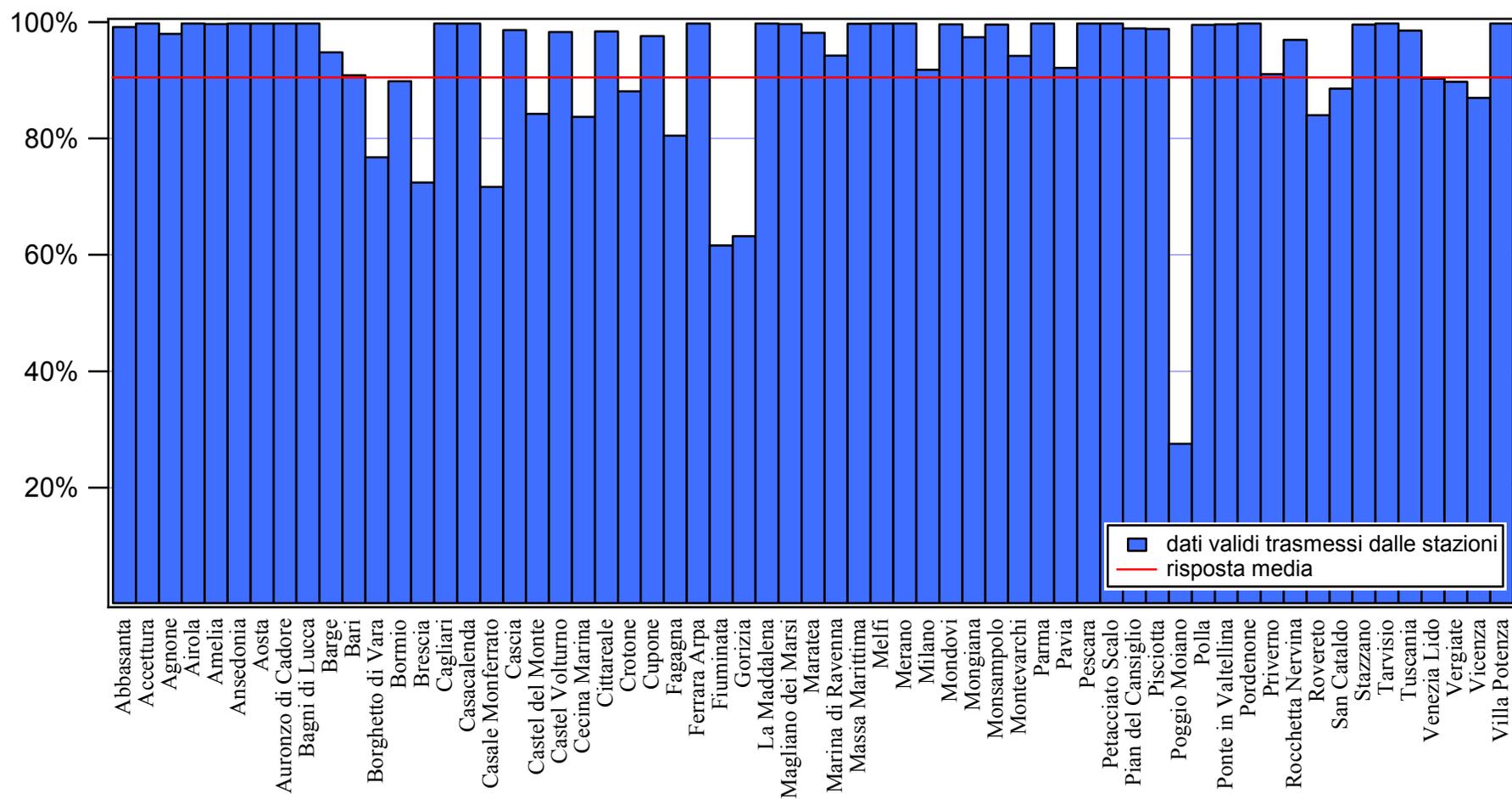


Figura 1 Percentuale di dati inviati dalle centraline sul totale di 8760 misure orarie annuali

Risposta dei sensori di pioggia

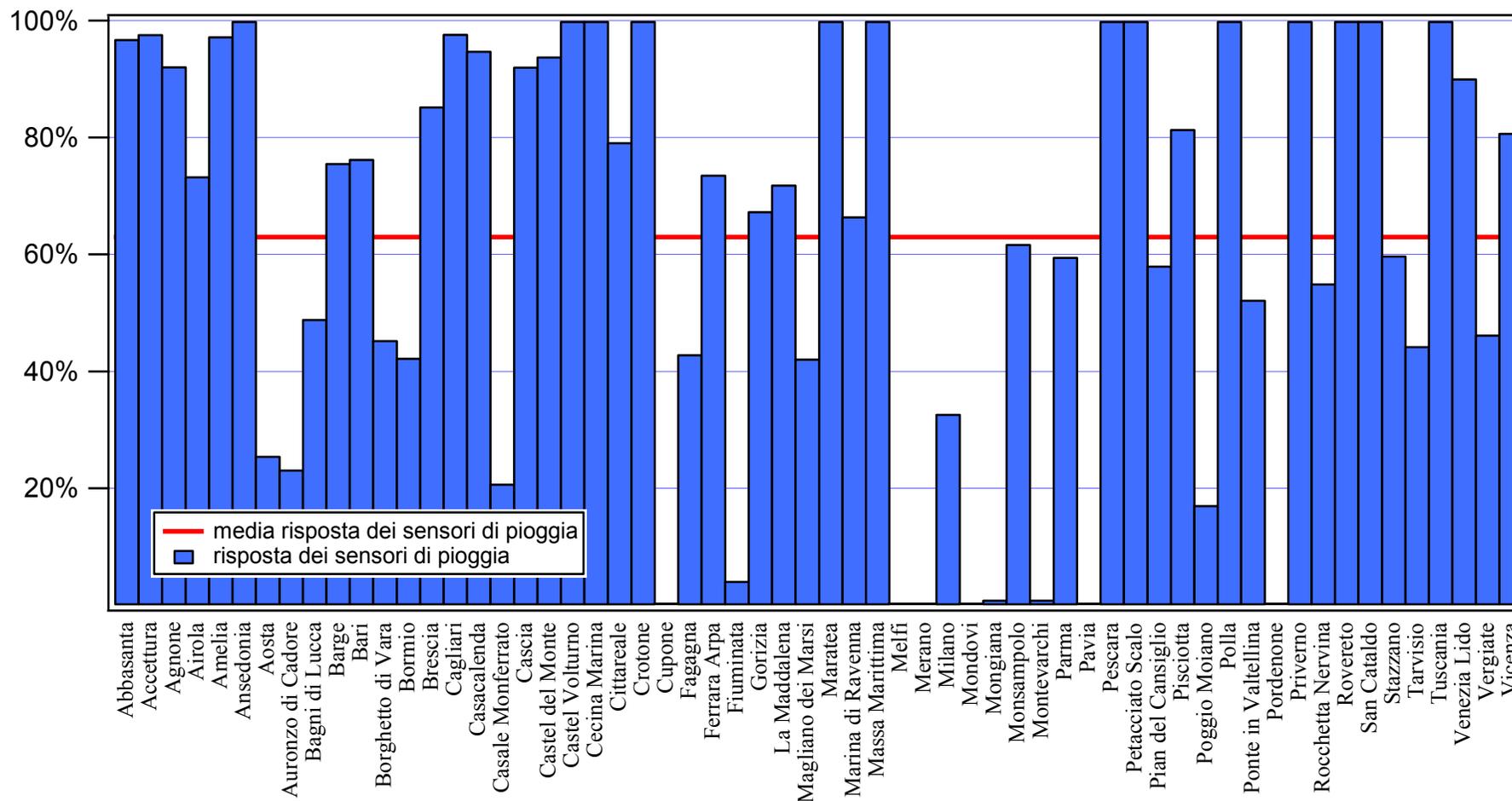


Figura 2 Risposta dei sensori di pioggia. Il grafico fornisce, in maniera sintetica, l'affidabilità dei sensori di pioggia. La percentuale riportata nel grafico è data dal rapporto degli eventi di pioggia, rilevati dai sensori di pioggia nel caso di eventi di picco, con gli eventi di picco. La soglia usata per la rivelazione degli eventi di picco è di 4σ rispetto al fondo. La risposta complessiva dei sensori di pioggia della rete è del 62%.

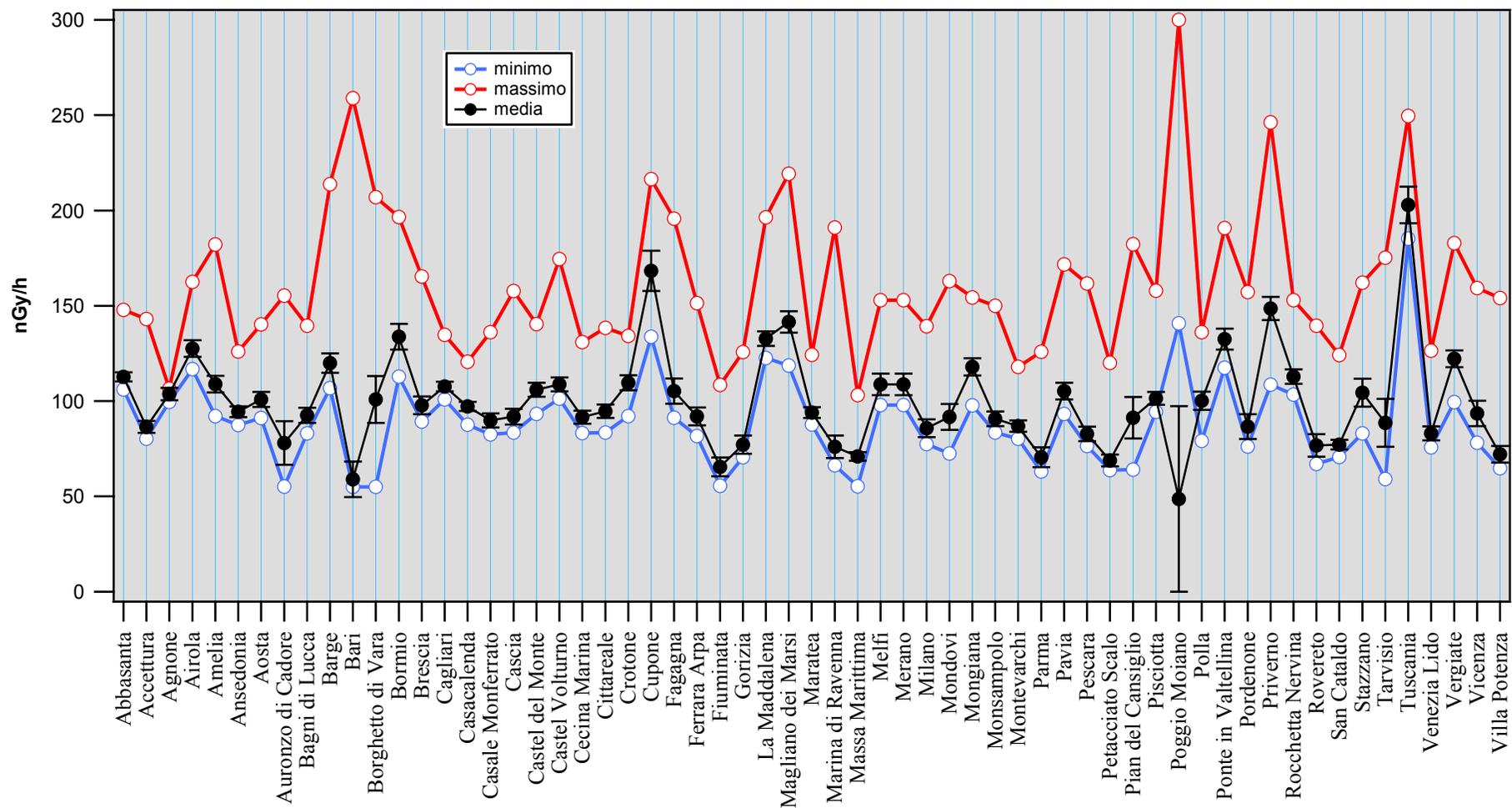


Figura 3 Valori massimi, minimi e medie annue misurate dalle centraline della Rete Gamma. In questi valori sono stati eliminati i periodi di malfunzionamento delle centraline

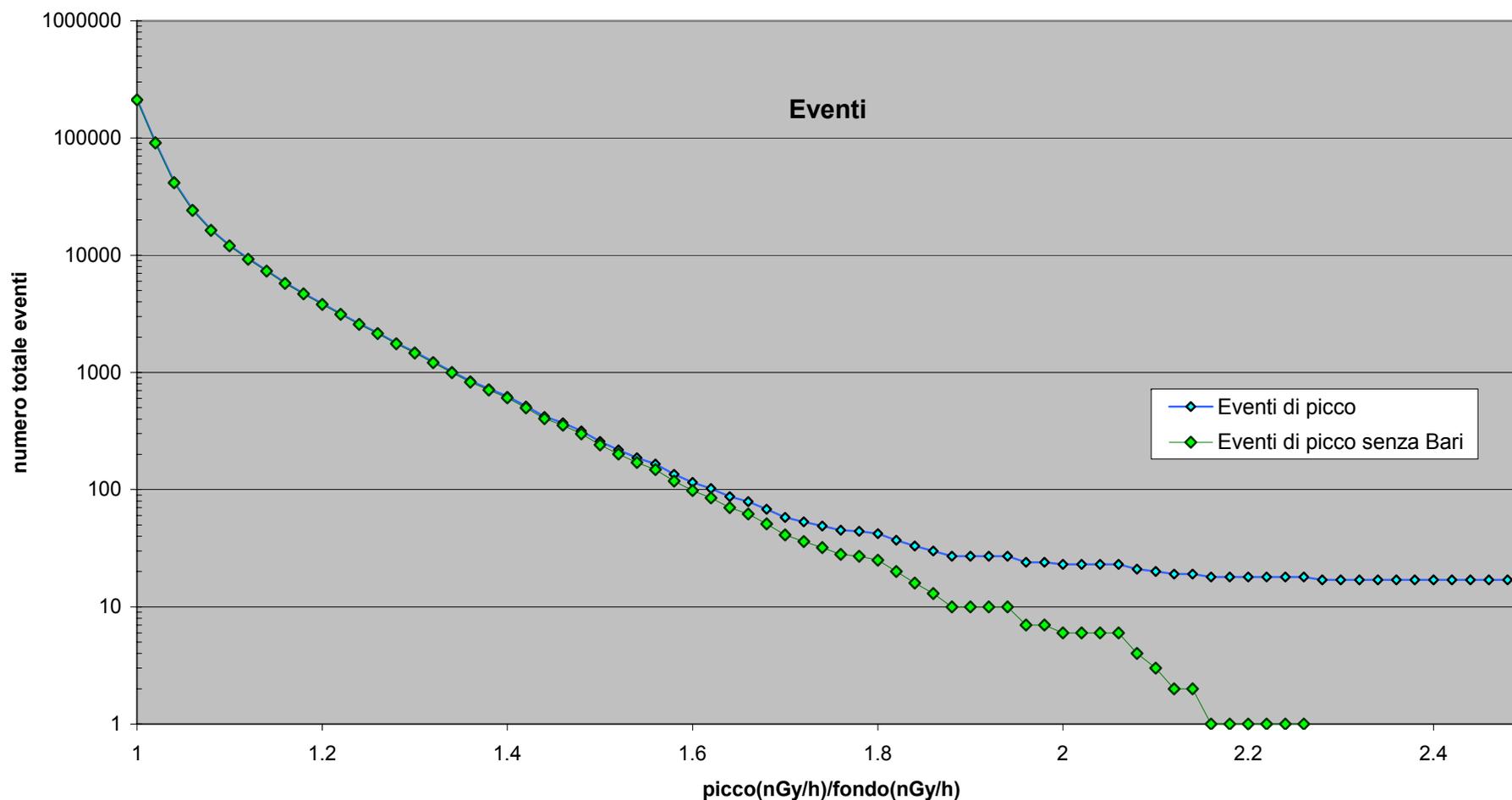


Figura 4 *Eventi di picco in funzione del rapporto (valore del picco)/(valore del fondo) per tutte le stazioni della Rete Gamma. Ai fini della determinazione di una soglia di allarme si vede che un buon valore del rapporto risulta essere 2. Per questo valore vi sono stati solamente 2 falsi positivi (Borghetto di Vara), se si escludono gli eventi di Bari, dovuti probabilmente ad un malfunzionamento della strumentazione*

Situazione radiologica in Italia nel 2013.
 Medie del rateo di Kerma in aria misurate dalle centraline della Rete Gamma

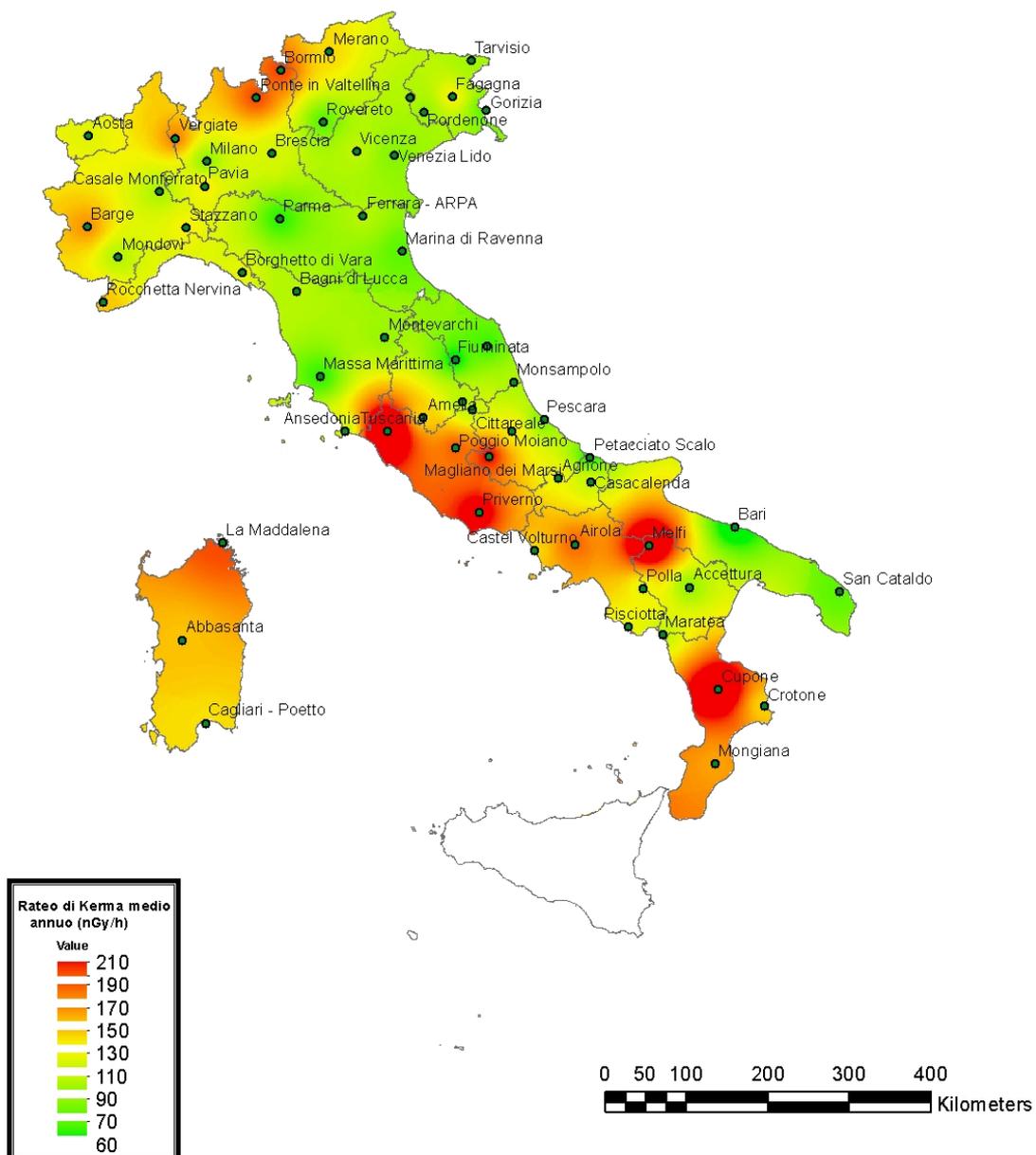
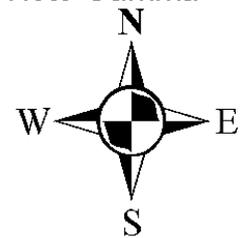
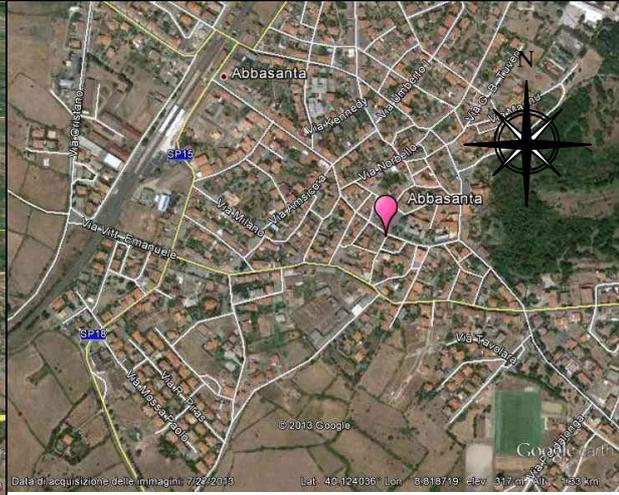
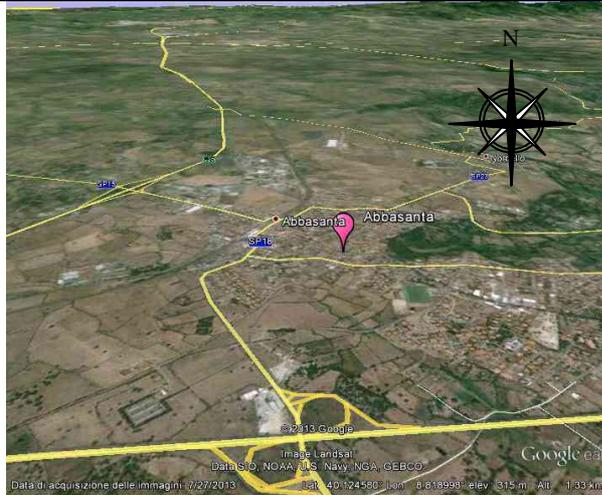


Figura 5 Distribuzione media annua del rateo di dose nel territorio italiano. L'immagine è stata ottenuta interpolando le medie annue dei valori misurati dalle centraline della rete gamma

1. Stazione di Abbasanta

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E008.8203 – N40.1242
Altezza SLM:	316
Indirizzo:	Località Feureddu
Comune:	Abbasanta
Provincia:	Oristano
CAP:	09071
Codice NUTS:	ITG27
Codice Ispra:	IT0071
Centralina ospitata presso:	Comando Carabinieri

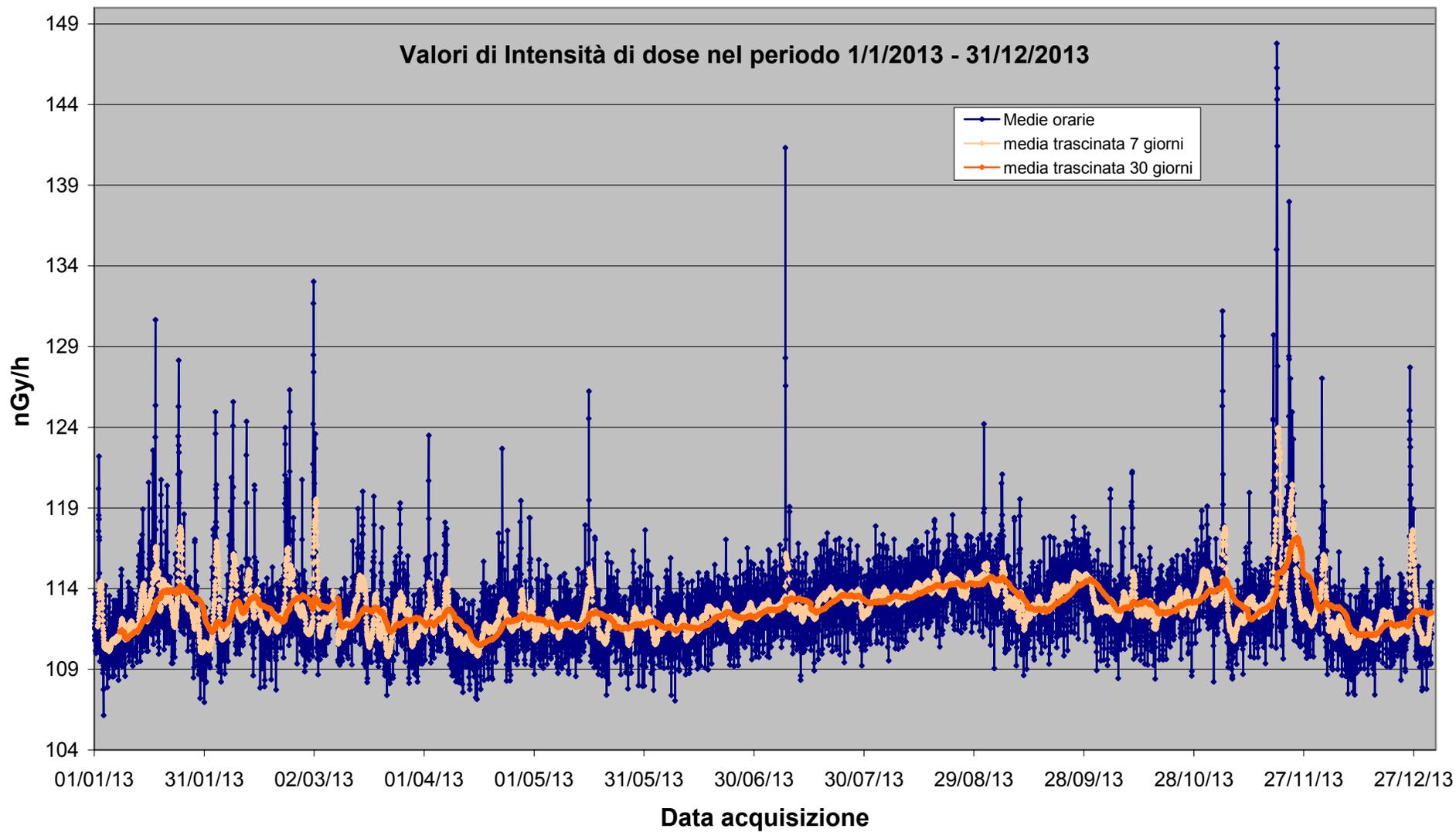


Fig. 6 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

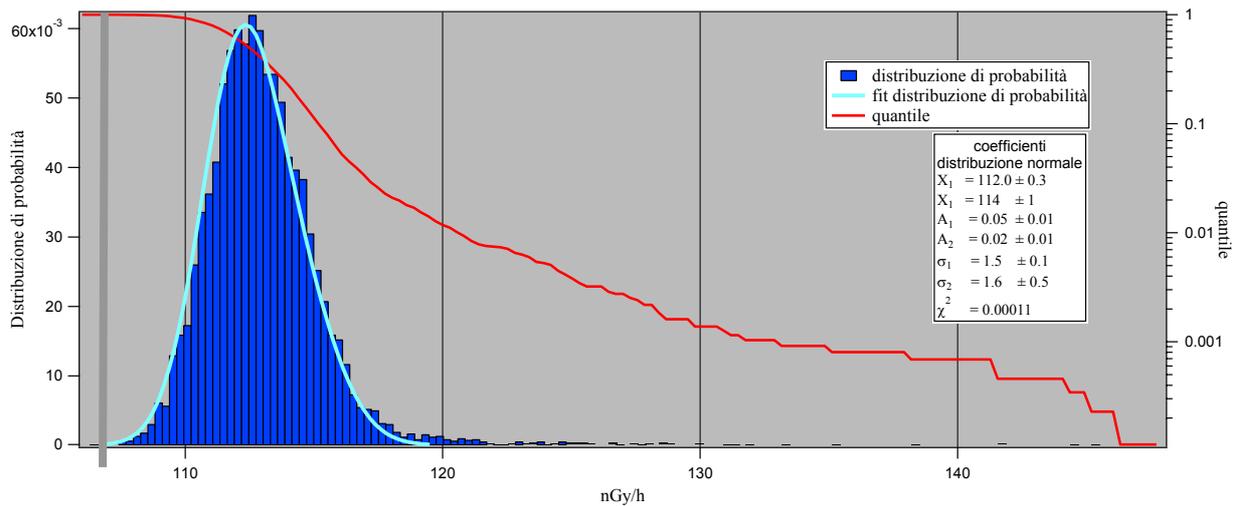


Figura 7 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. *La distribuzione di probabilità è fittata con una gaussiana.*

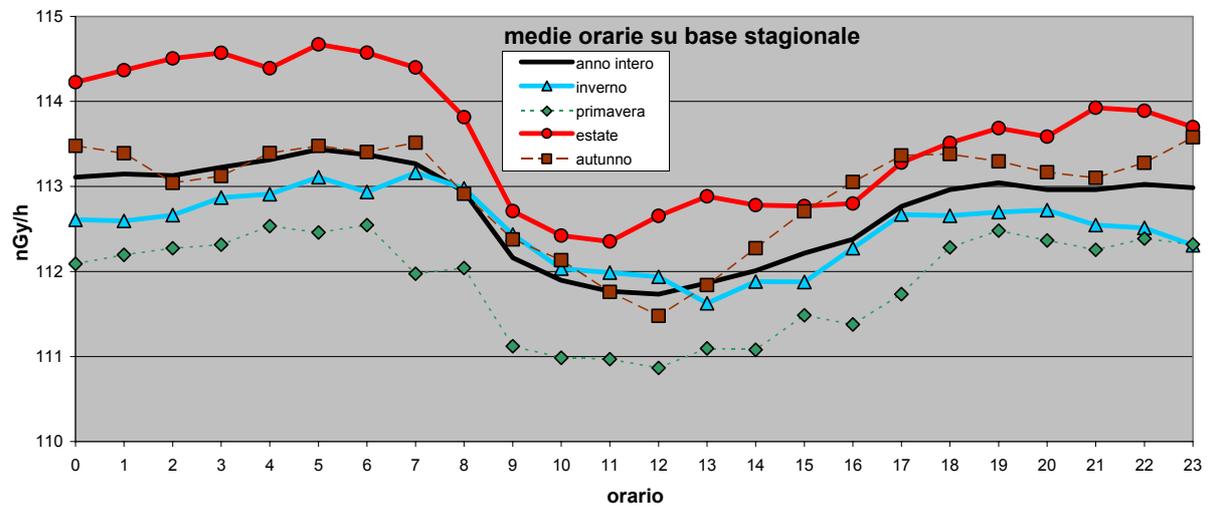


Figura 8 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

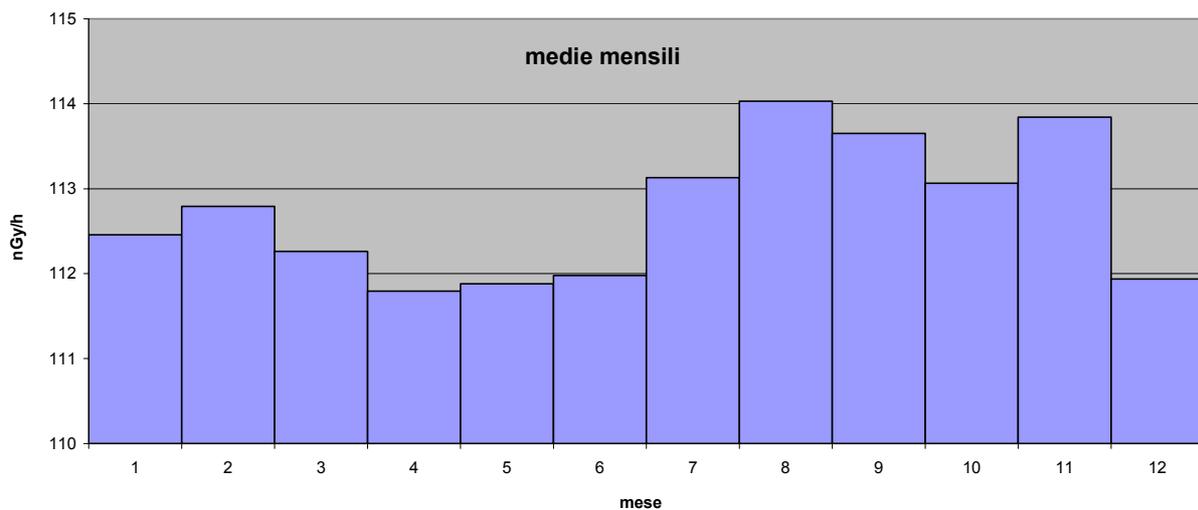


Figura 9 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

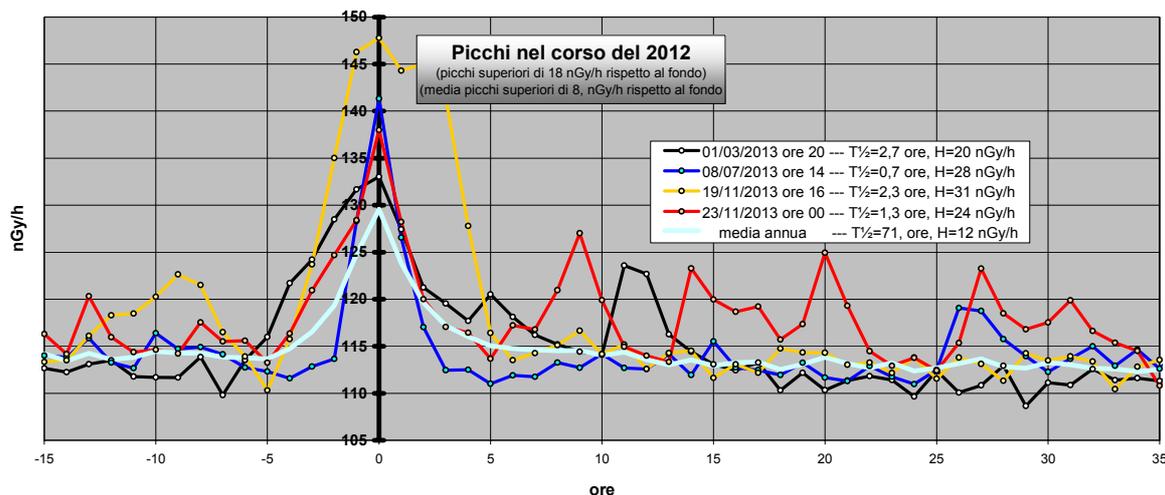


Figura 10 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

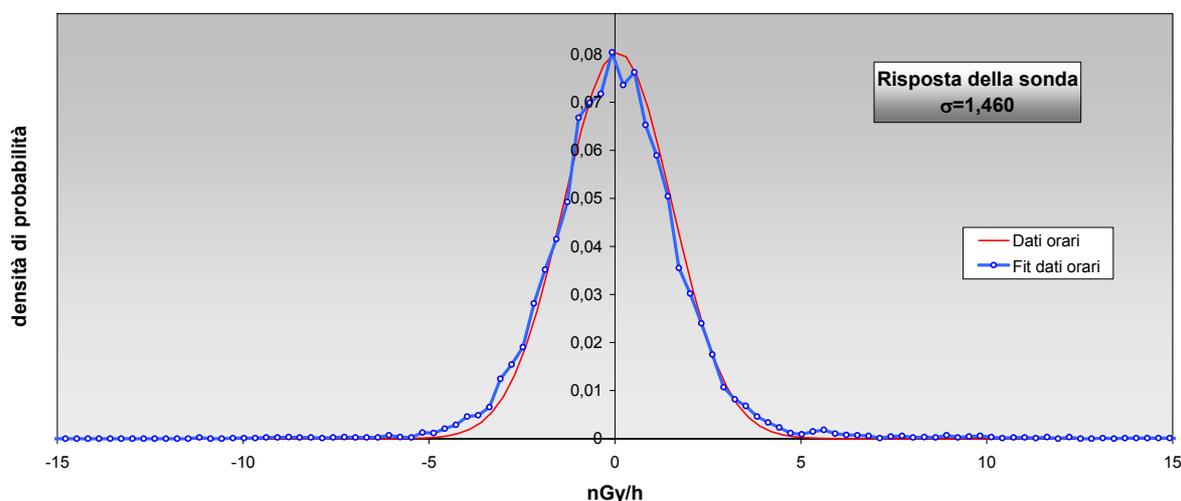


Figura 11 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

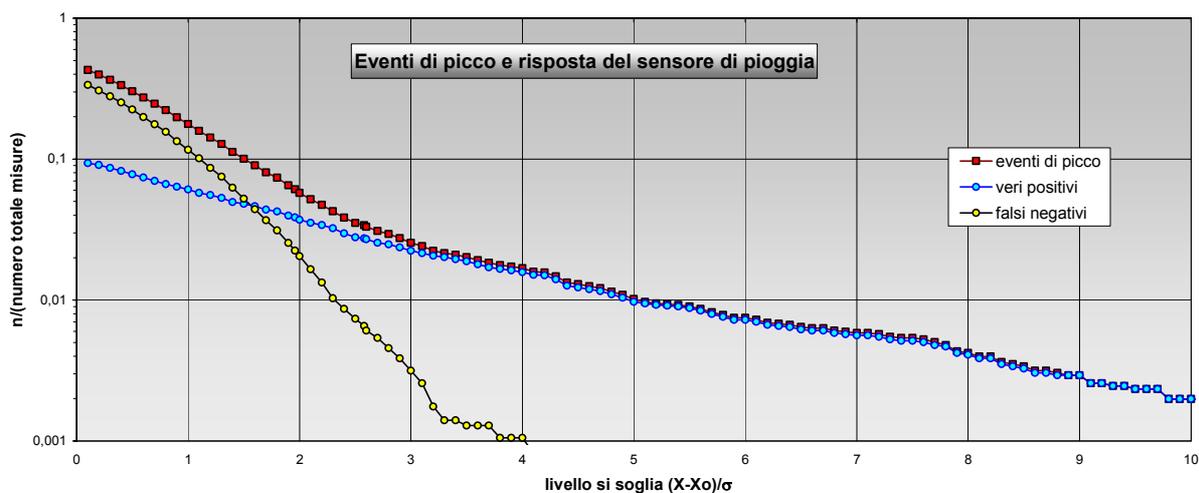
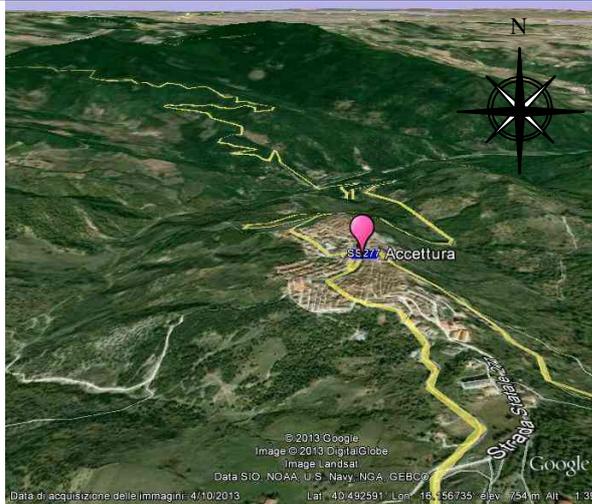


Figura 12 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

2. Stazione di Accettura

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E016.1580, N40.4920
Altezza SLM:	827
Indirizzo:	Parco di Gallipoli - Cognato e delle Dolomiti Lucane
Comune:	Accettura
Provincia:	Matera
Regione:	Basilicata
CAP:	75011
Codice NUTS:	ITF52
Codice Ispra:	IT0040
Centralina ospitata presso:	Comando guardie forestali

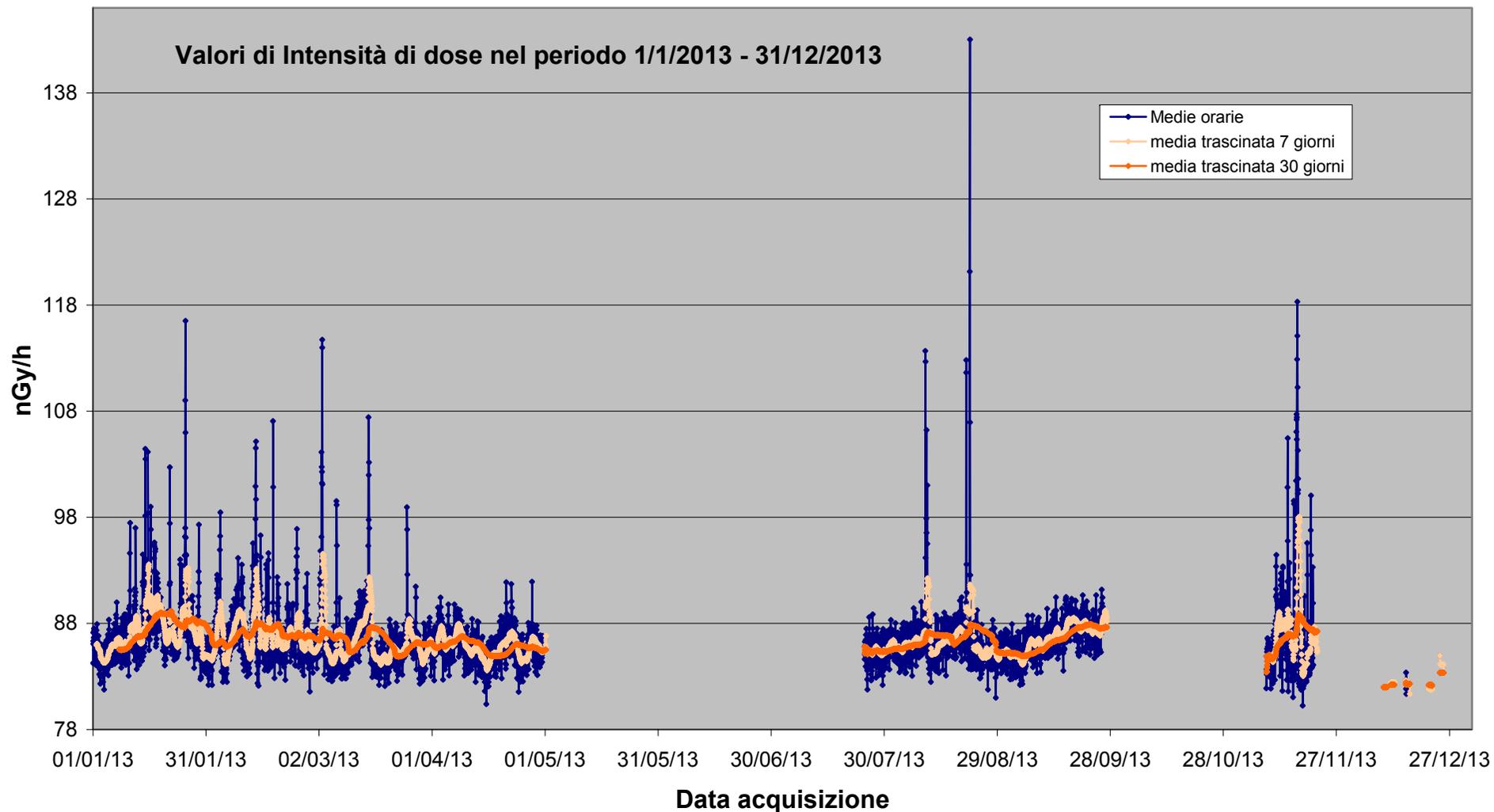


Fig. 13 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

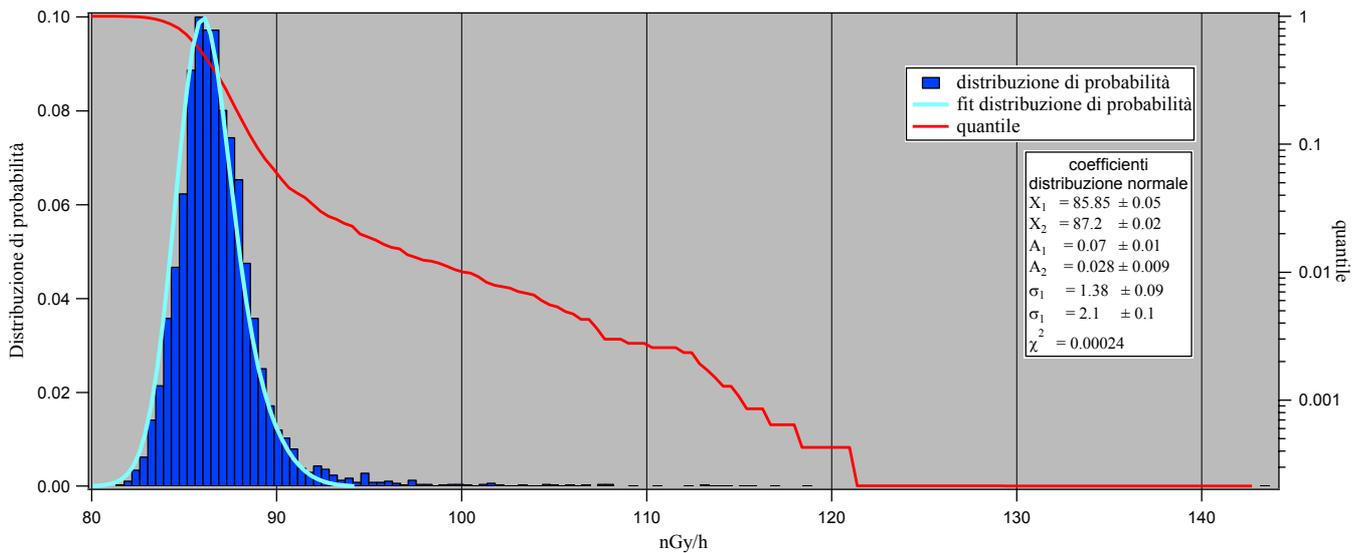


Figura 14 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane.

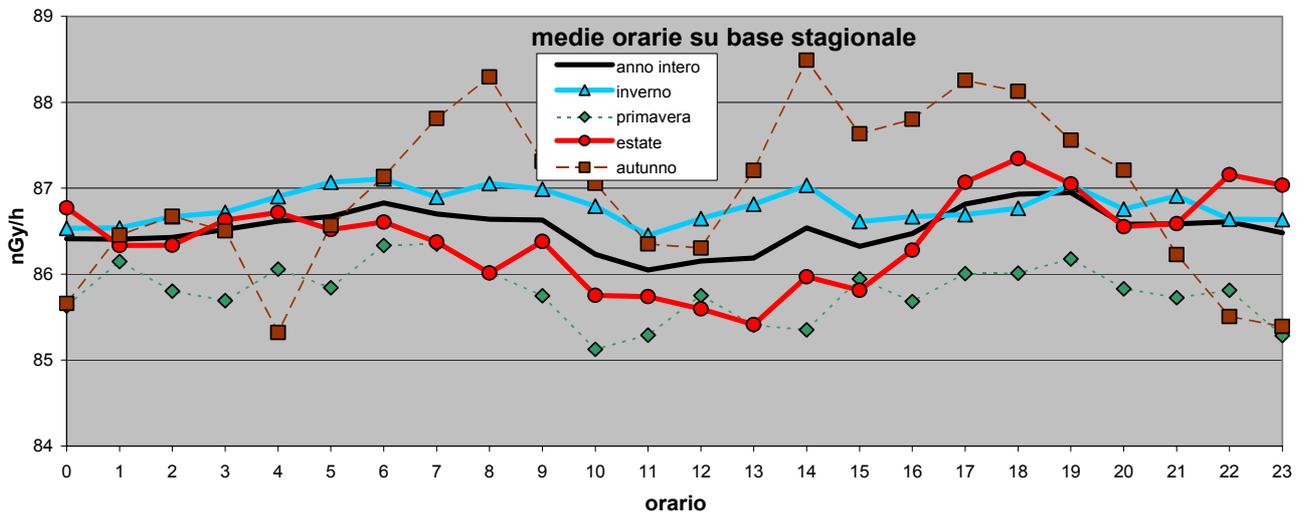


Figura 15 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

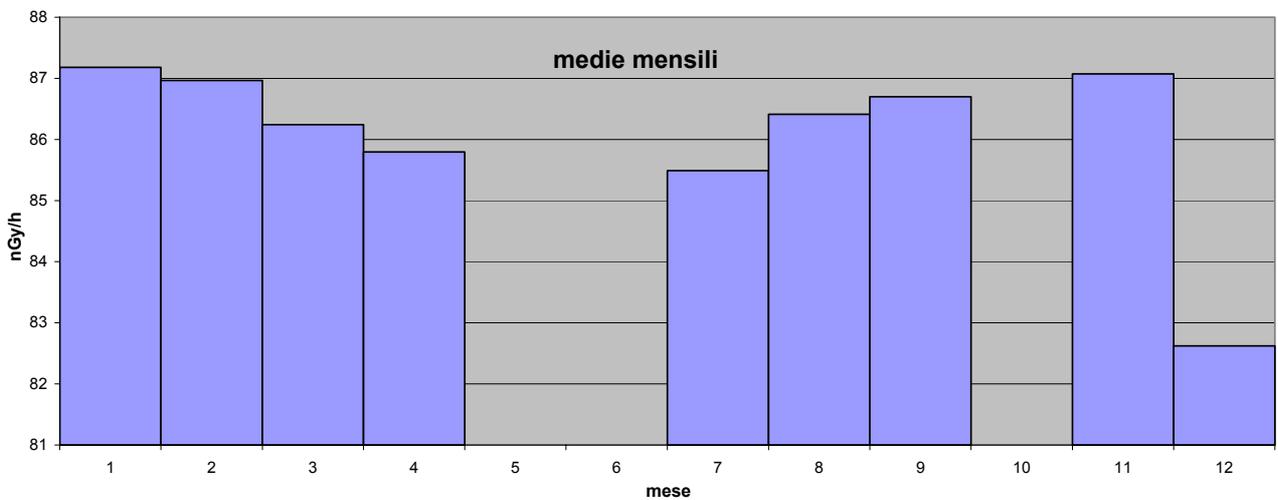


Figura 16 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

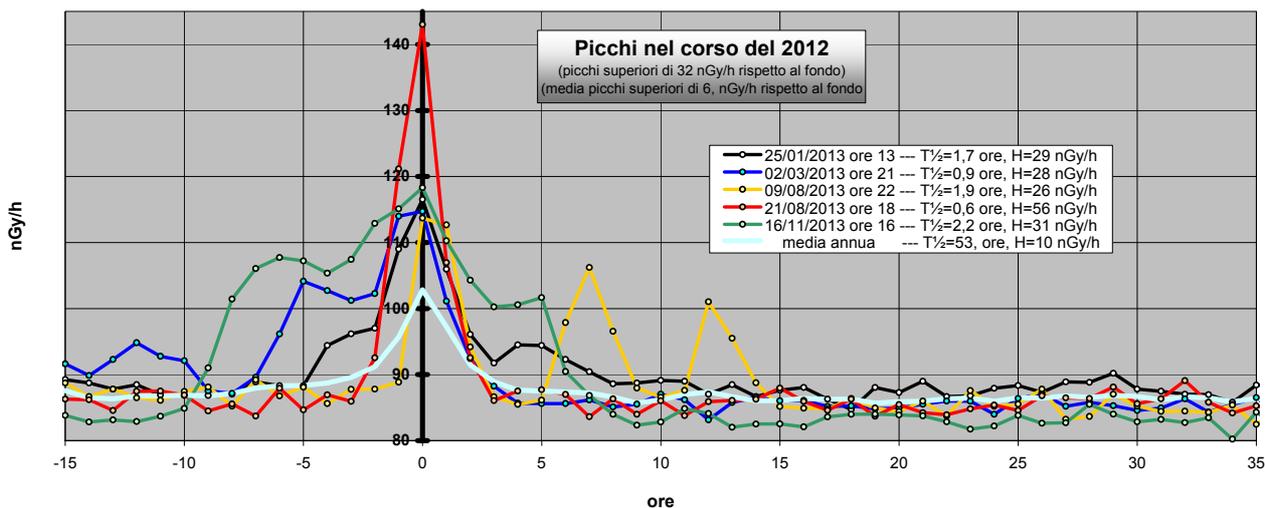


Figura 17 Profilo dei principali cinque eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

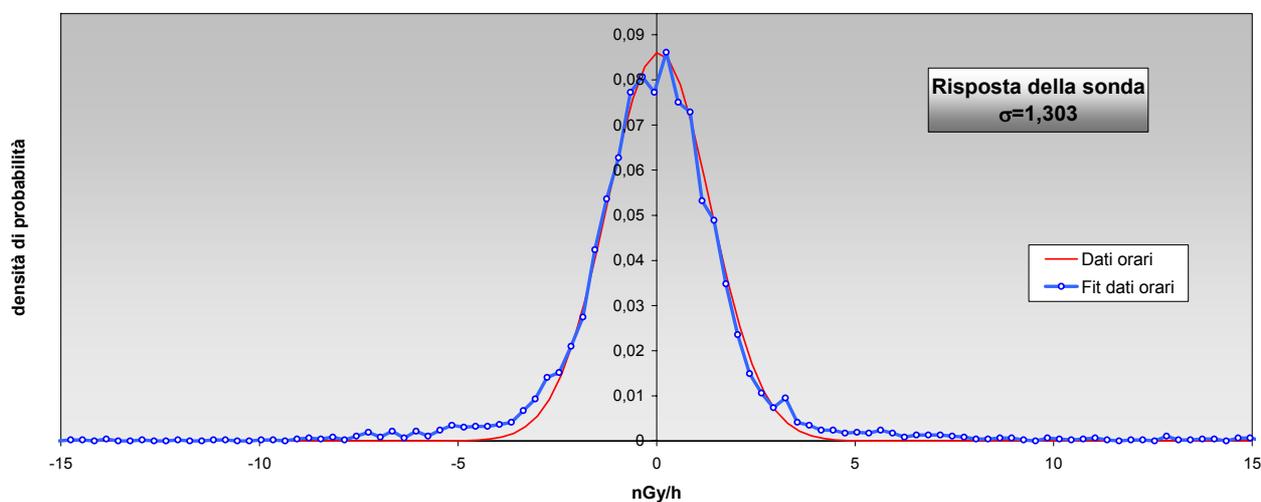


Figura 18 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

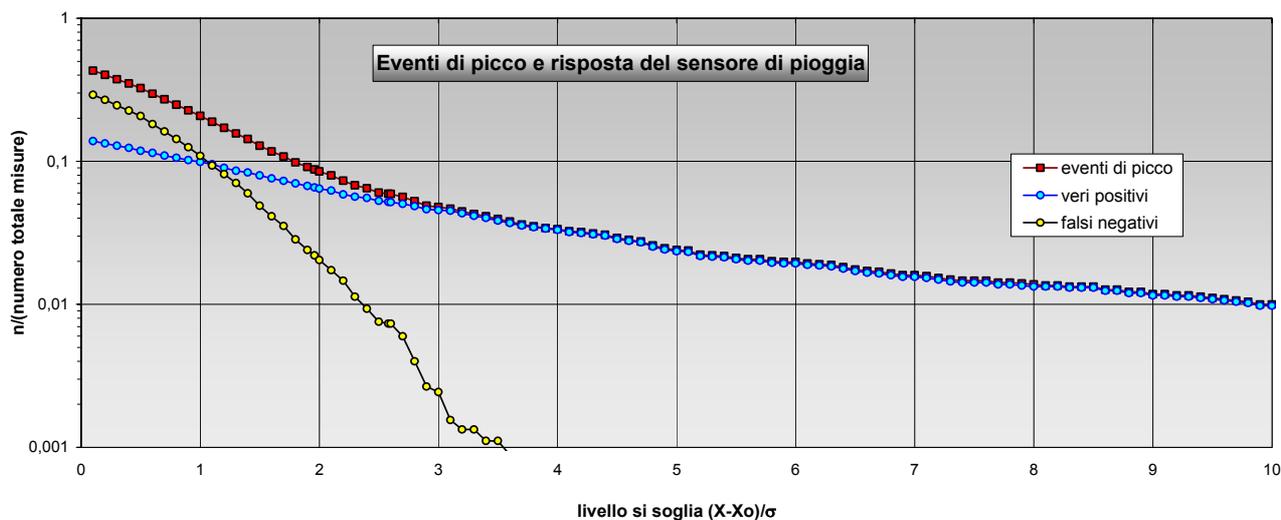
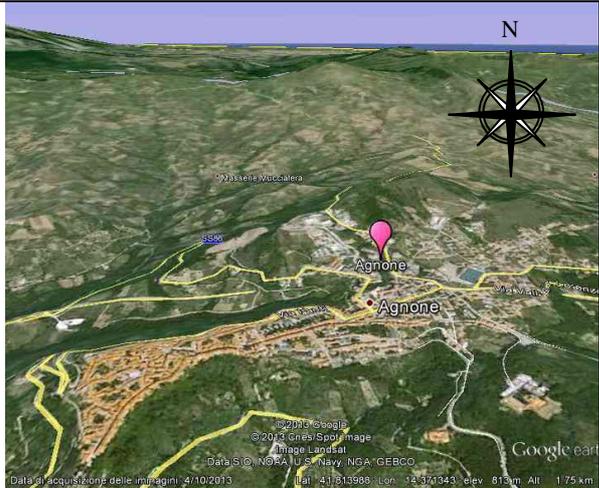


Figura 19 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

3. Stazione di Agnone

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E014.3749, N41.8122
Altezza SLM:	822
Indirizzo:	Via Marconi
Comune:	Agnone
Provincia:	Isernia
Regione:	Molise
CAP:	86081
Codice NUTS:	ITF21
Codice Ispra:	IT0032
Centralina ospitata presso:	Corpo Forestale dello Stato

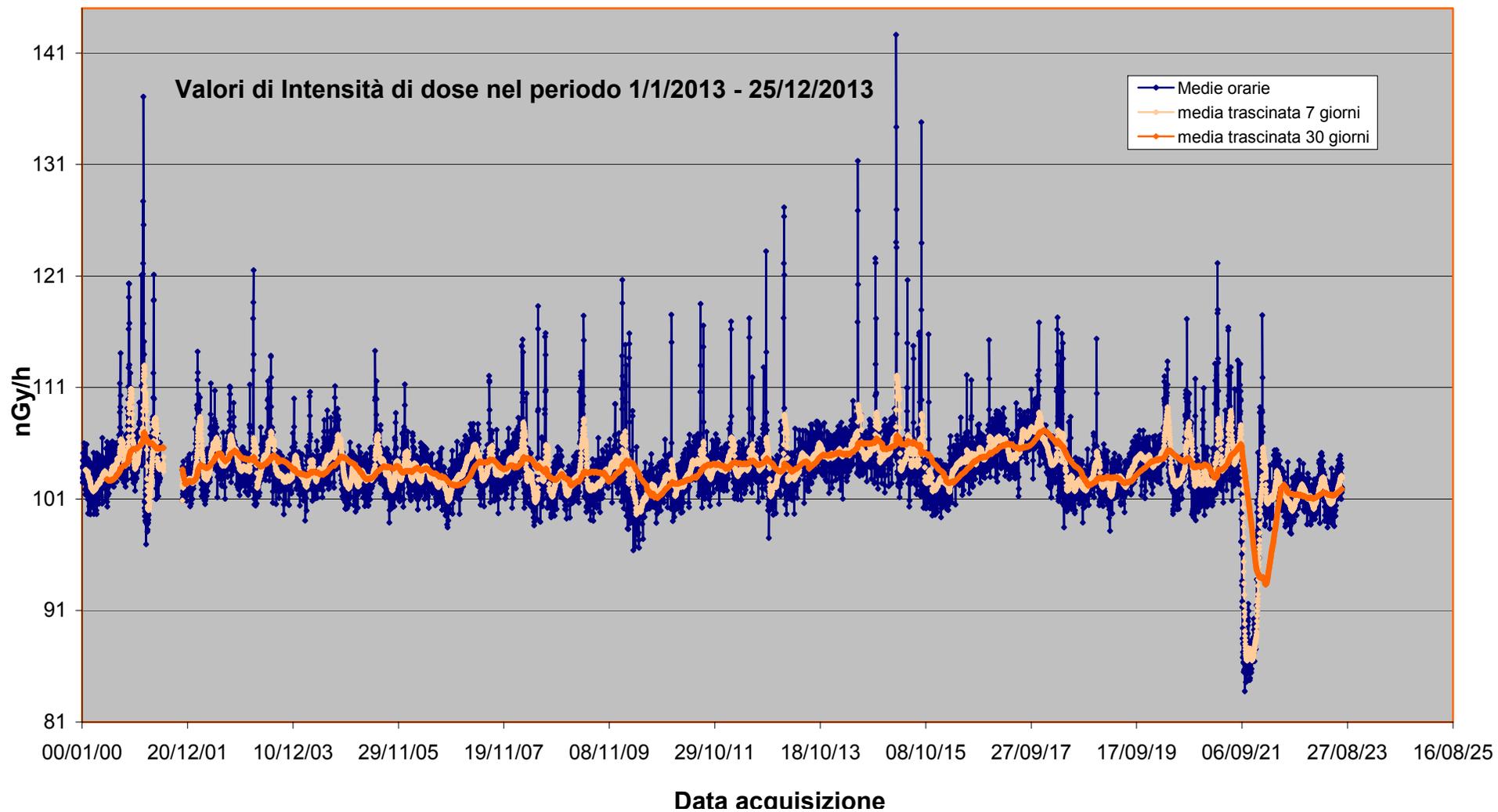


Fig. 20 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

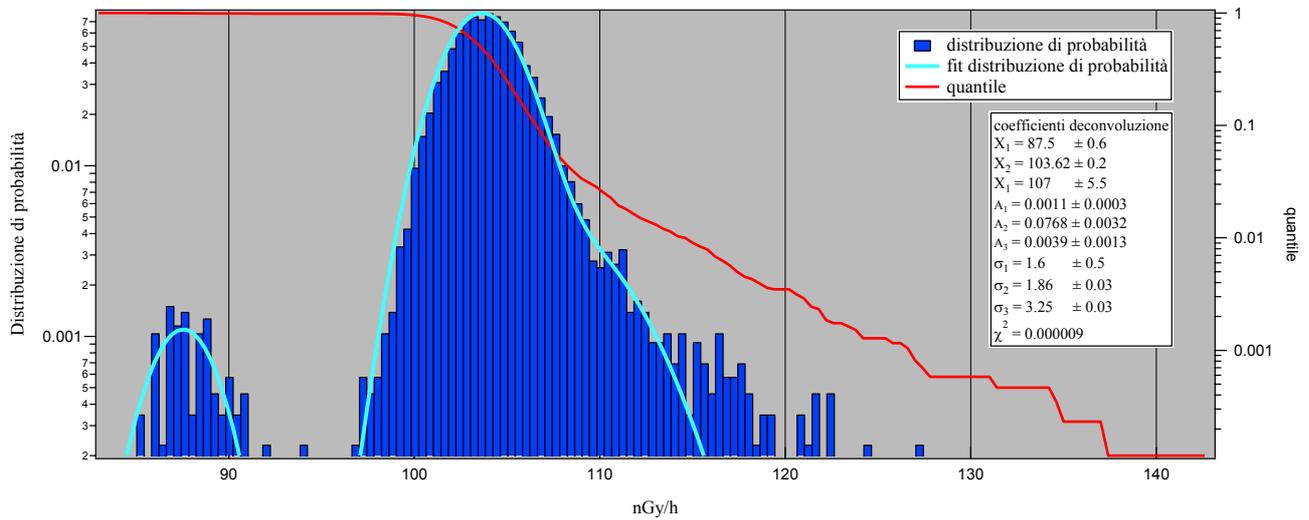


Figura 21 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con tre gaussiane per tener conto dell'effetto di schermaggio del manto nevoso nel periodo invernale e del leggero drift del segnale che si osserva in certi periodi dell'anno.

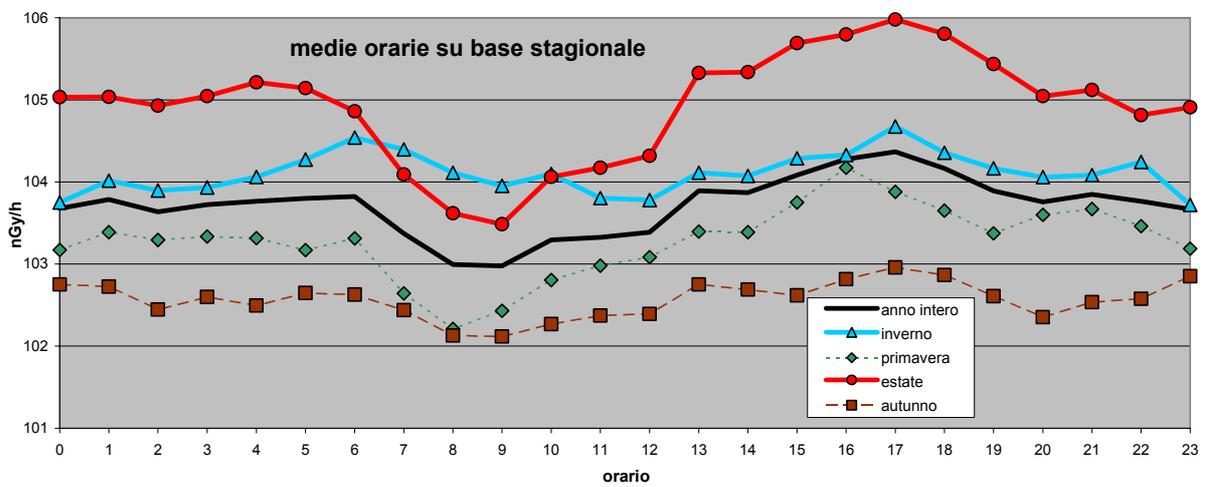


Figura 22 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

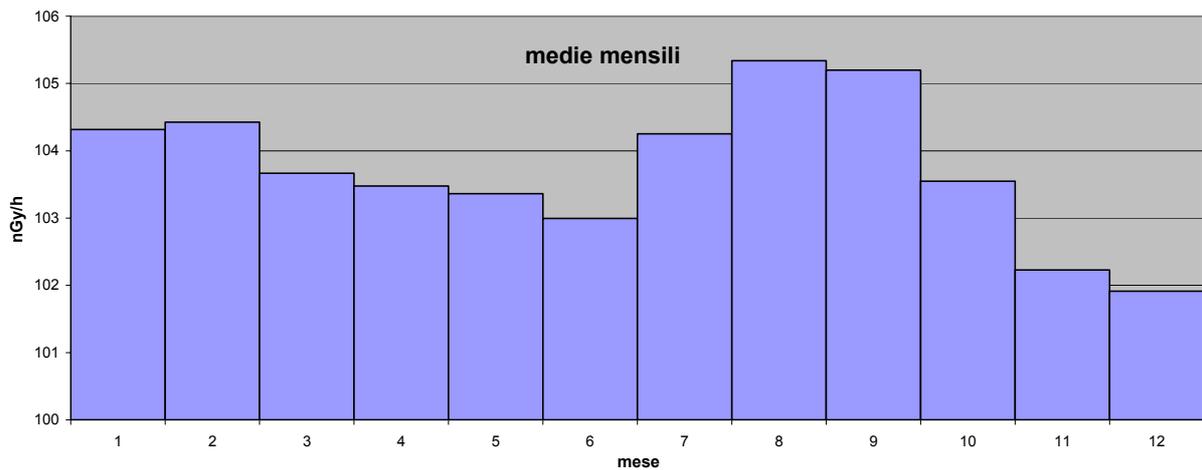


Figura 23 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

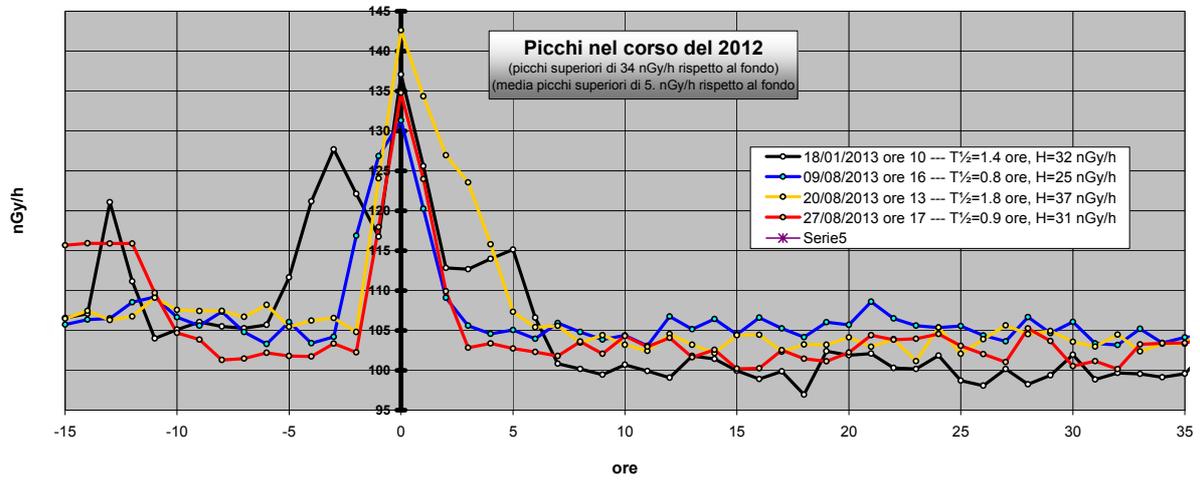


Figura 24 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

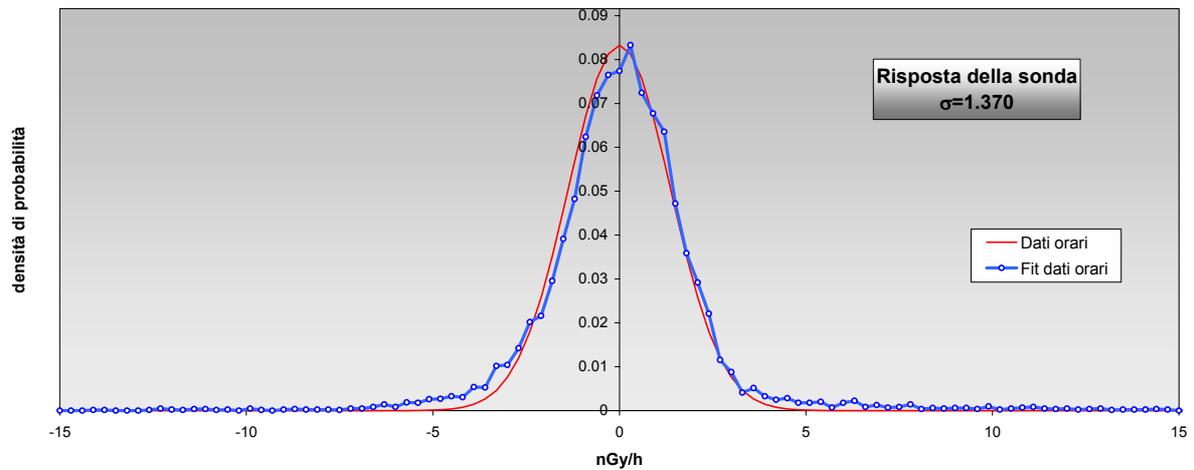


Figura 25 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

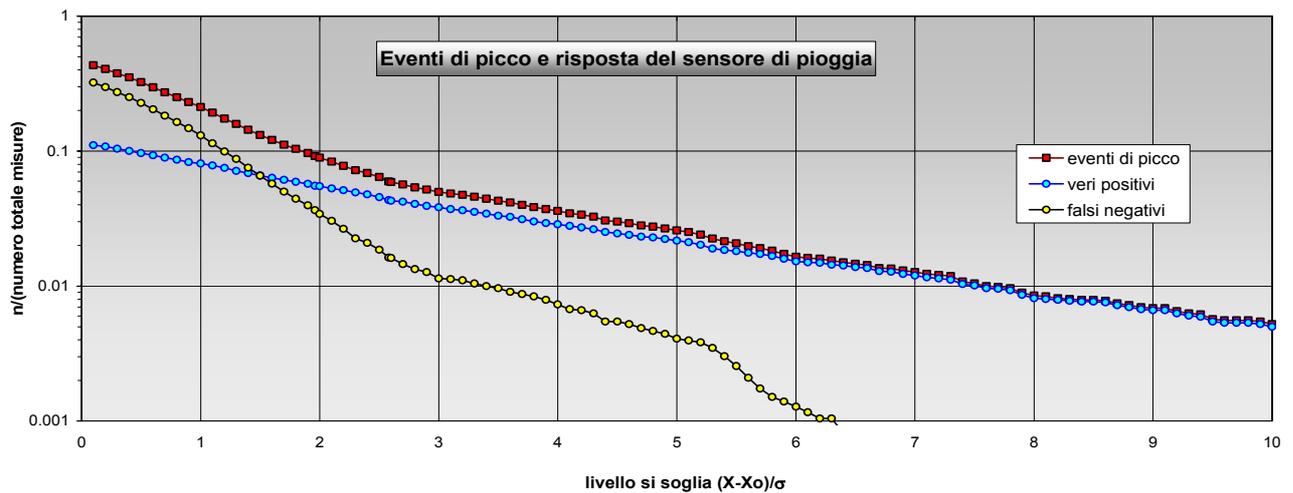


Figura 26 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

4. Stazione di Airola

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E014.5540, N41.0600
Altezza SLM:	270
Indirizzo:	Loc. Campizze - SP 16 Caudina km 0+600
Comune:	Airola
Provincia:	Benevento
Regione:	Campania
CAP:	82011
Codice NUTS:	ITF32
Codice Ispra:	IT0034
Centralina ospitata presso:	Corpo Forestale dello Stato

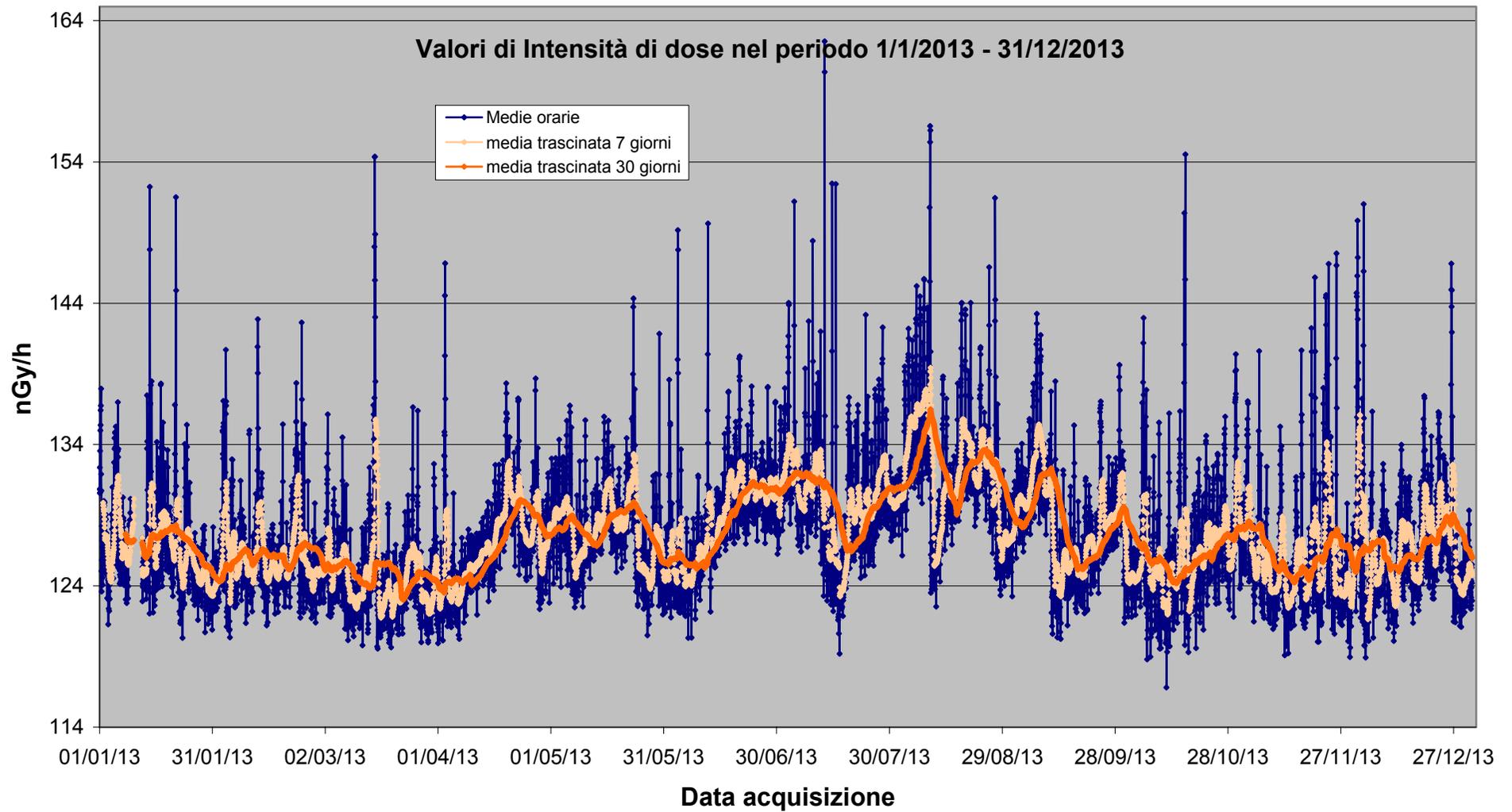


Fig. 27 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

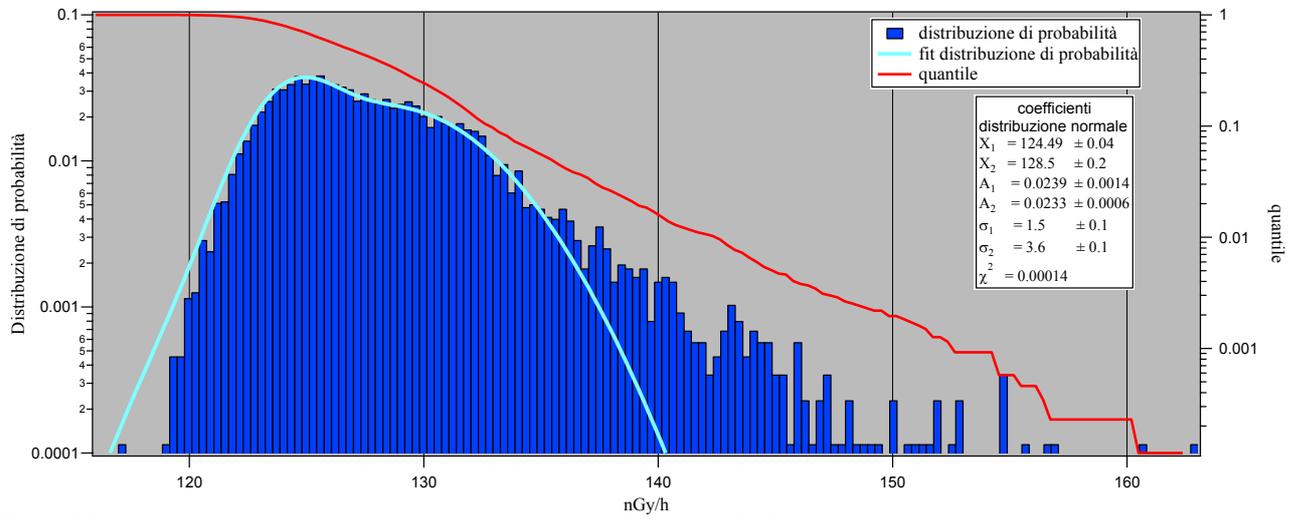


Figura 28 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane per tener conto del drift del segnale che si osserva in certi periodi dell'anno.

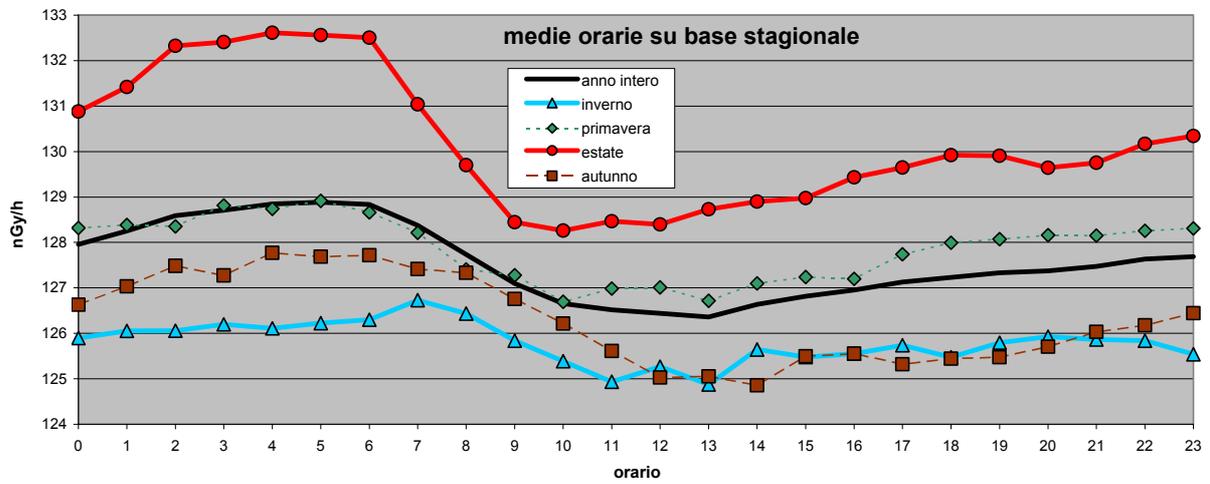


Figura 29 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

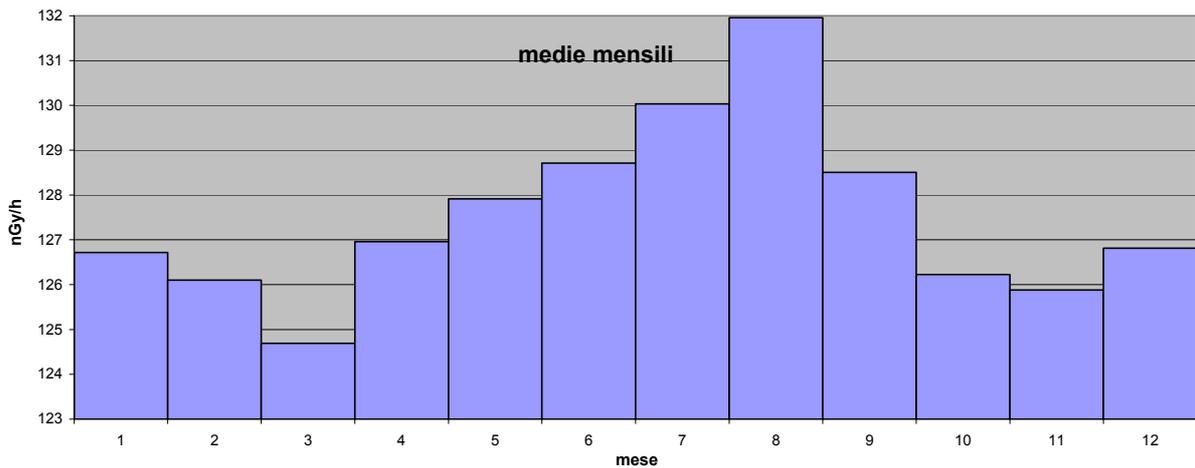


Figura 30 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

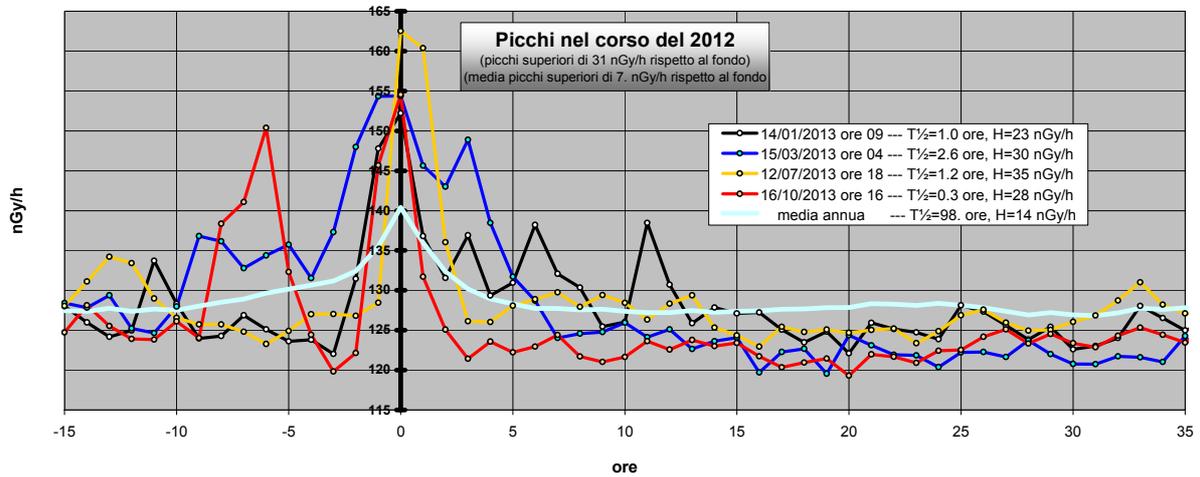


Figura 31 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

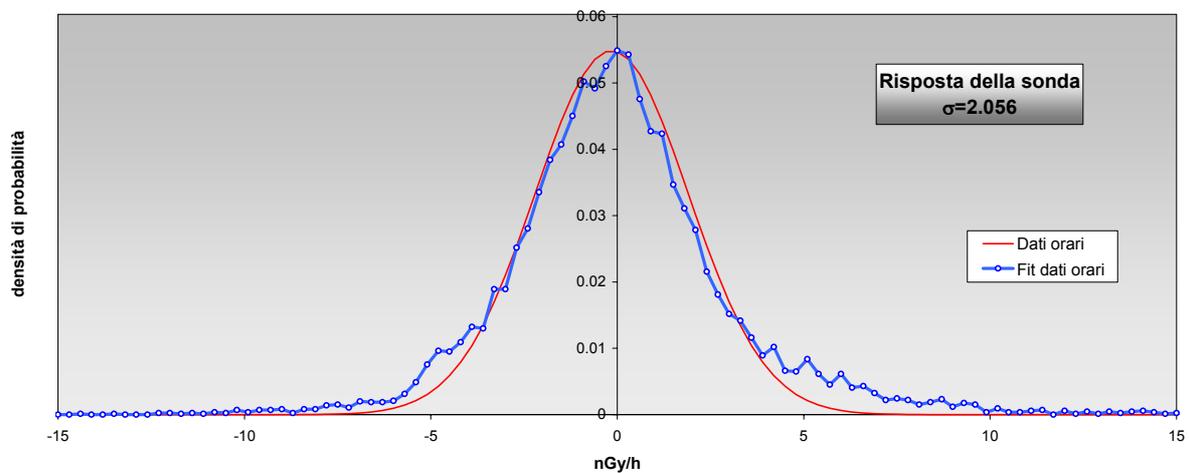


Figura 32 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

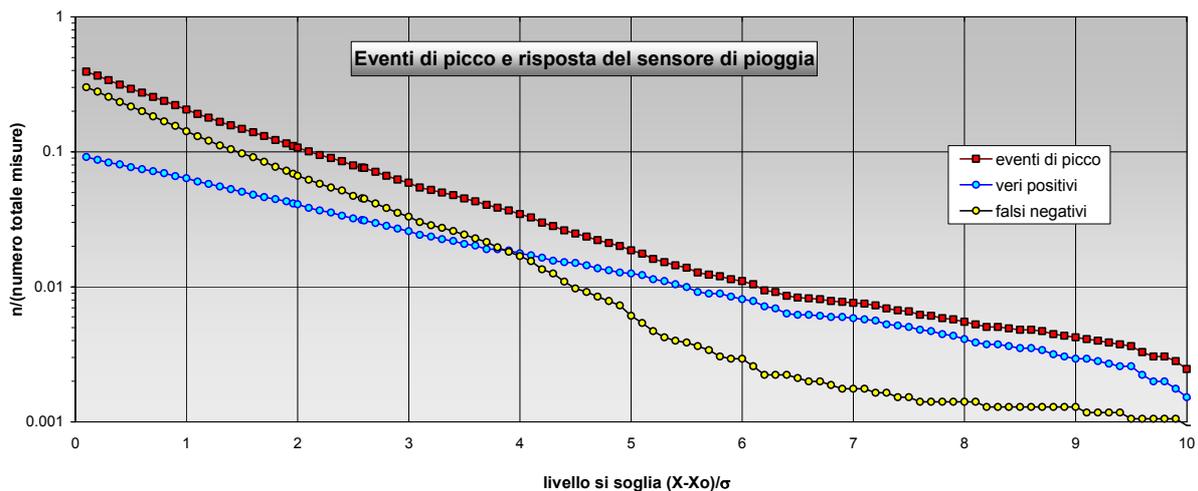


Figura 33 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

5. Stazione di Amelia

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E012.4130, N42.5580
Altezza SLM:	361
Indirizzo:	Viale Europa,135
Comune:	Amelia
Provincia:	Terni
Regione:	Umbria
CAP:	05022
Codice NUTS:	ITE22
Codice Ispra:	IT0023
Centralina ospitata presso:	Corpo Forestale dello Stato

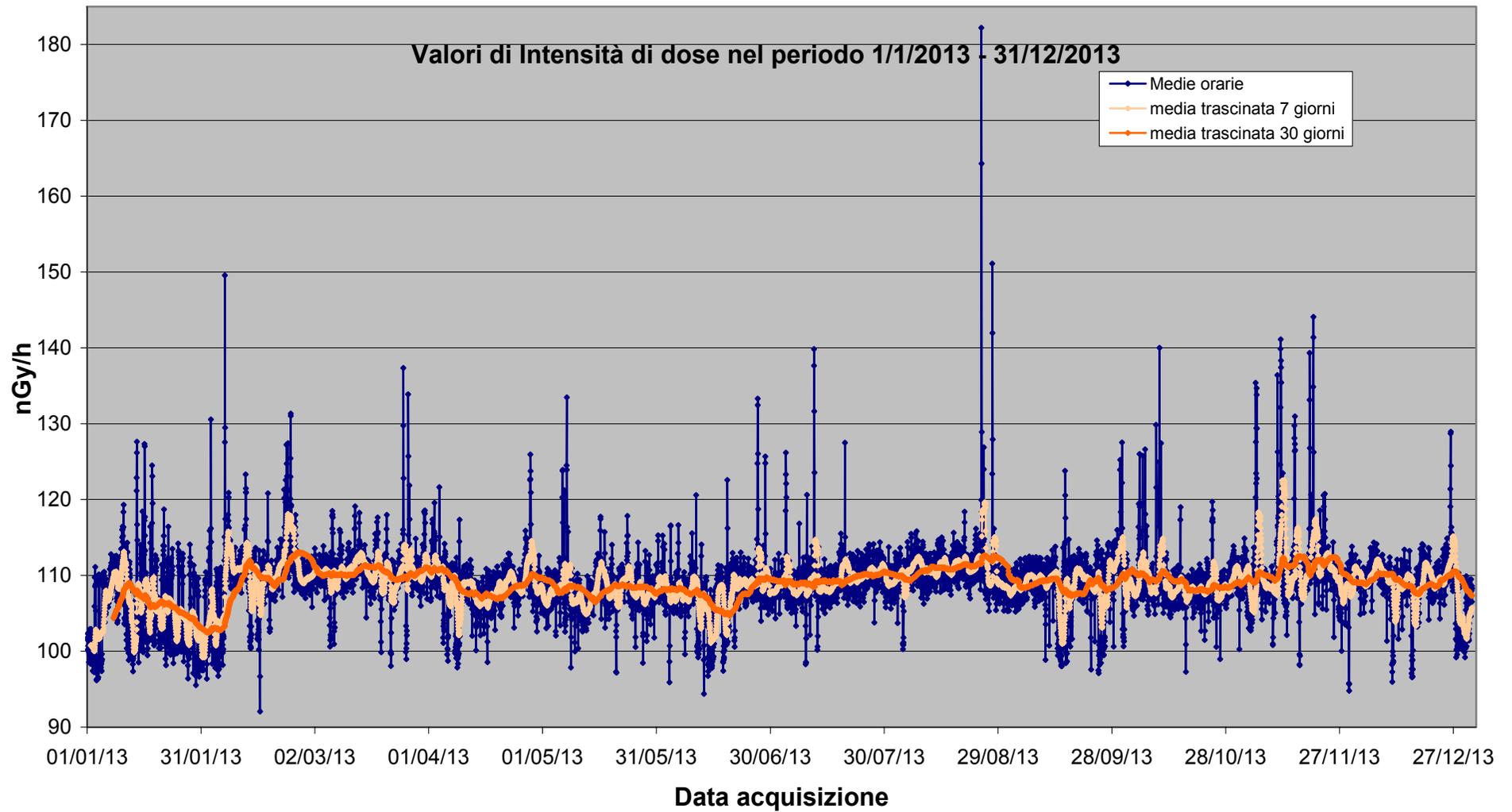


Fig. 34 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

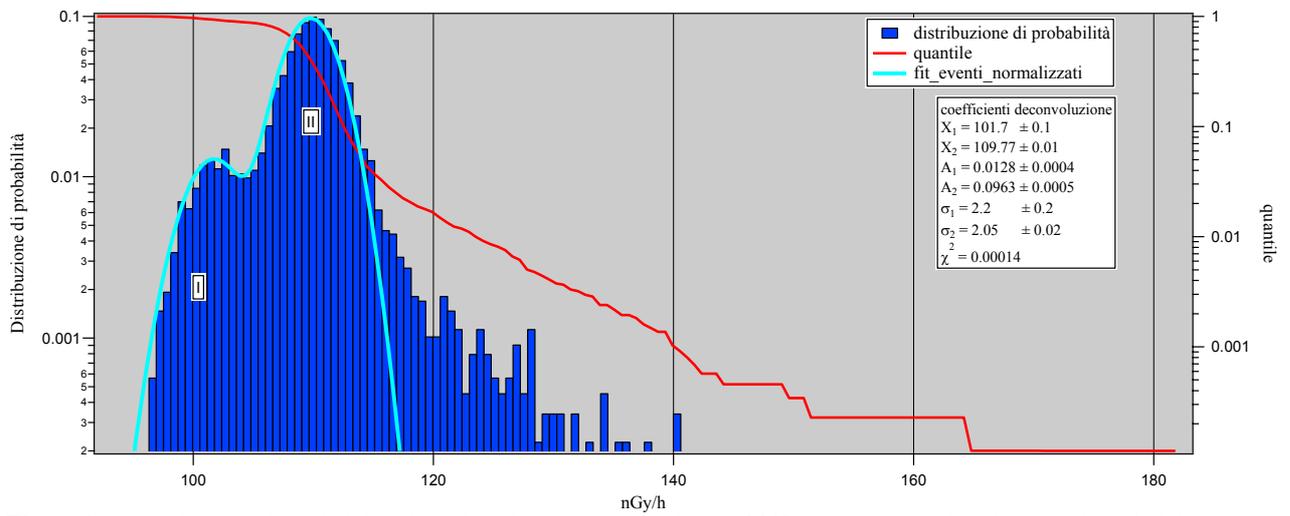


Figura 35 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane per tener conto della repentina diminuzione del segnale che si osserva periodicamente a causa di un probabile malfunzionamento della centralina.

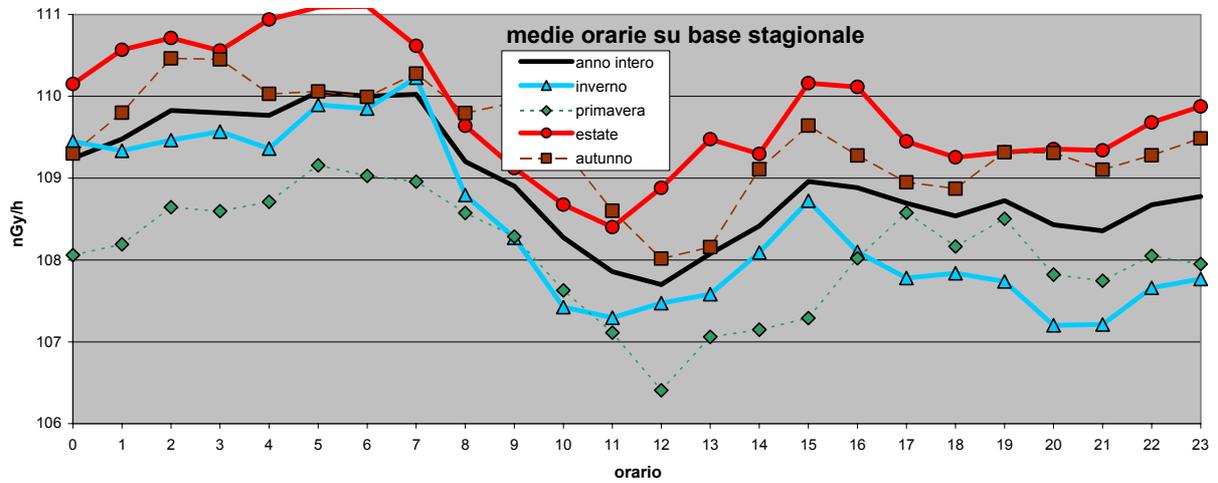


Figura 36 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

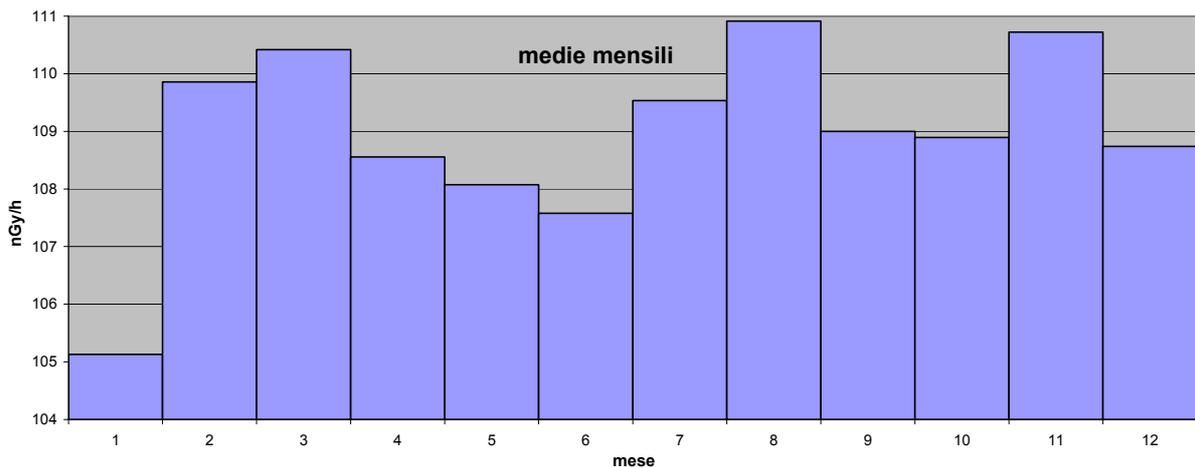


Figura 37 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

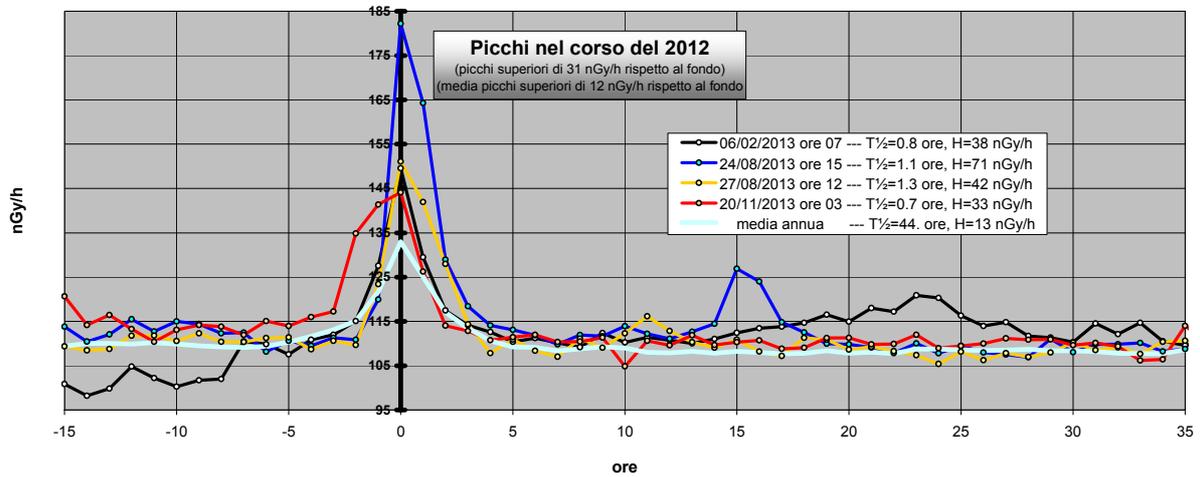


Figura 38 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

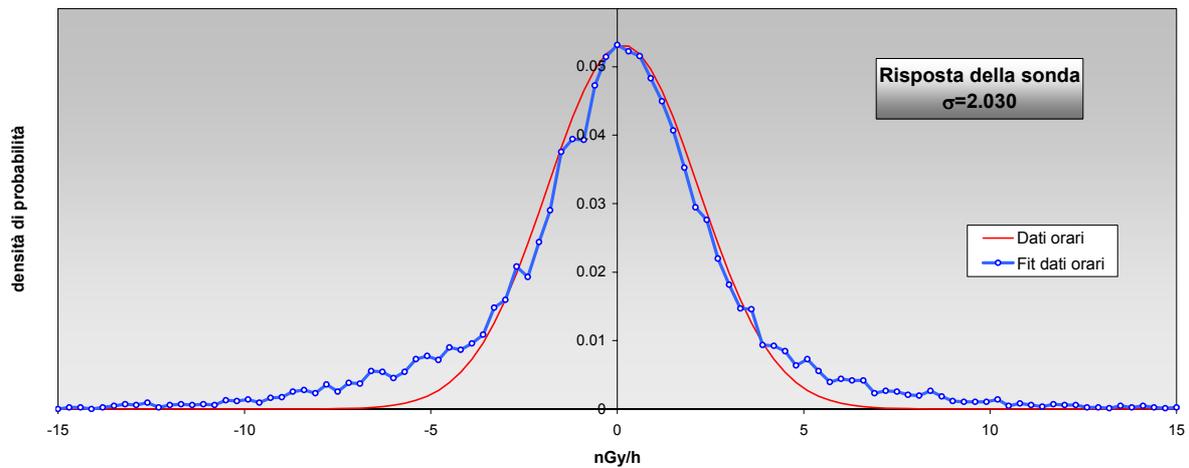


Figura 39 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

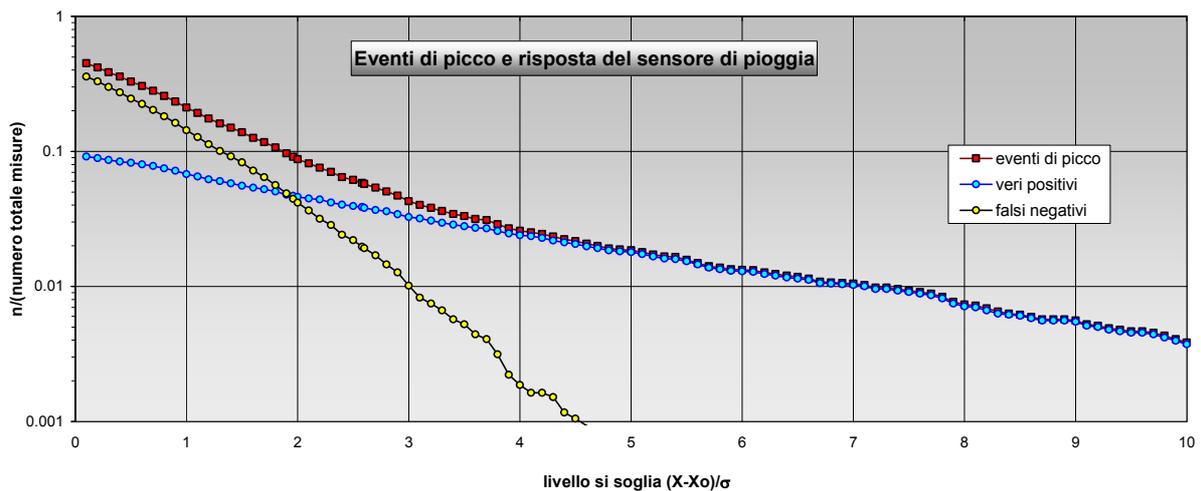
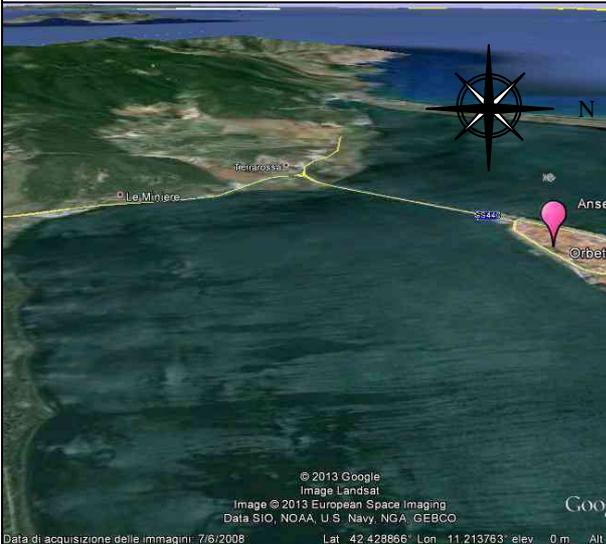
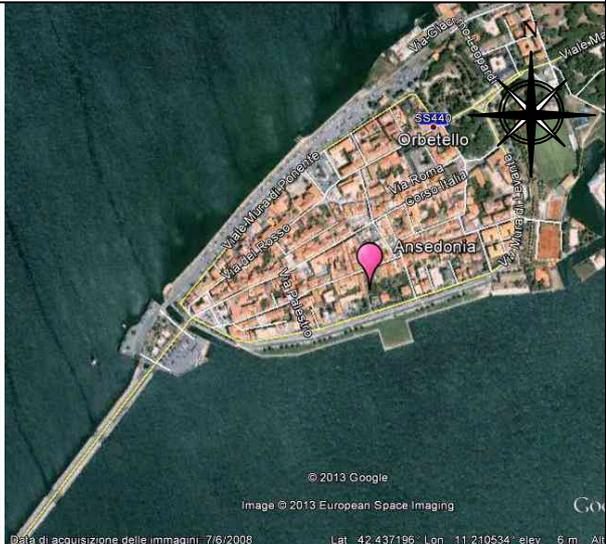


Figura 40 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

6. Stazione di Ansedonia

Anagrafica centralina	
	
	
Coordinate geografiche:	E011.2110, N42.4370
Altezza SLM:	20
Indirizzo:	Strada Comunale Feniglia
Comune:	Ansedonia
Provincia:	Grosseto
Regione:	Toscana
CAP:	58015
Codice NUTS:	ITE1A
Codice Ispra:	IT0019
Centralina ospitata presso:	Corpo Forestale dello Stato

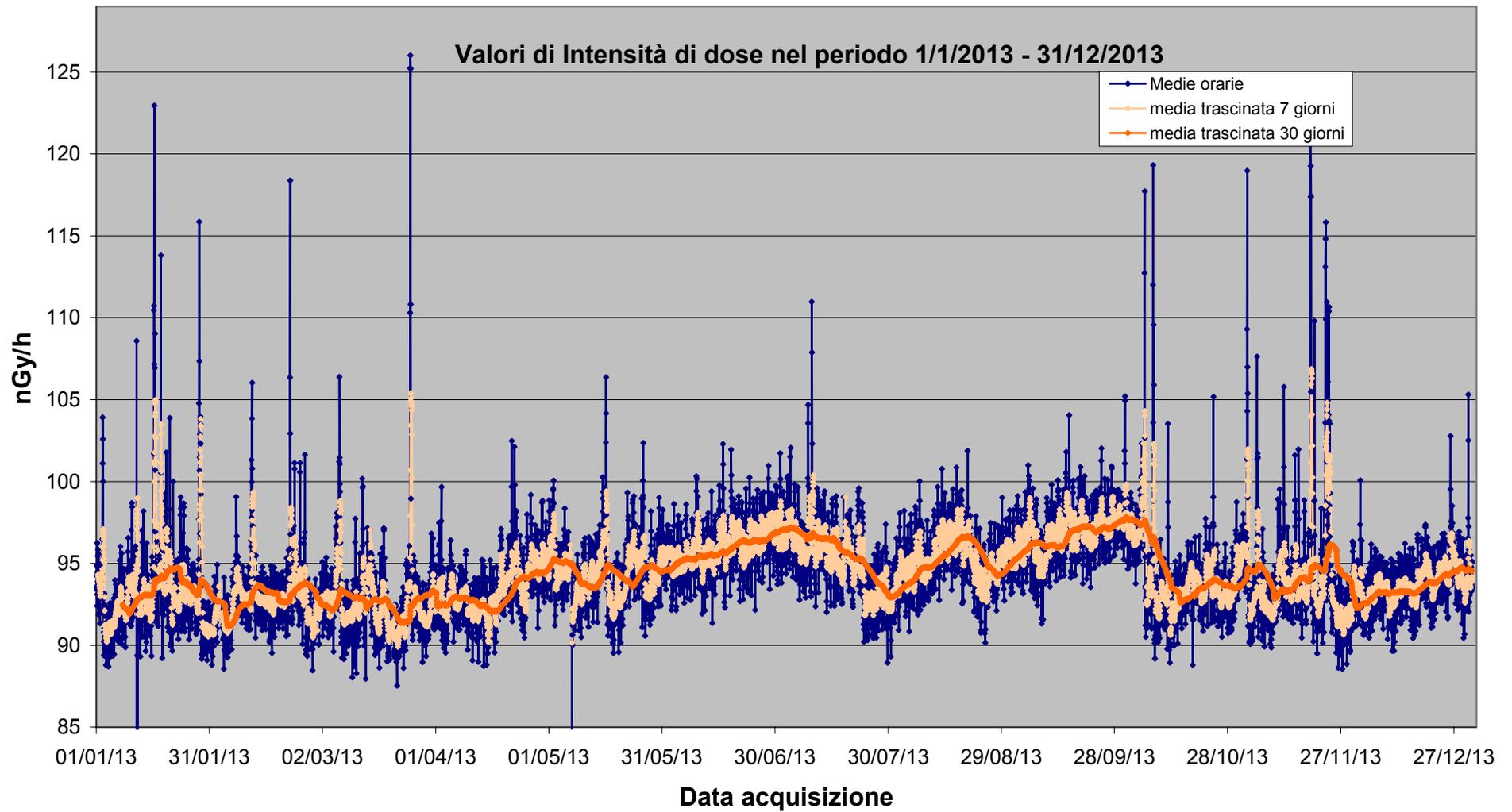


Fig. 41 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

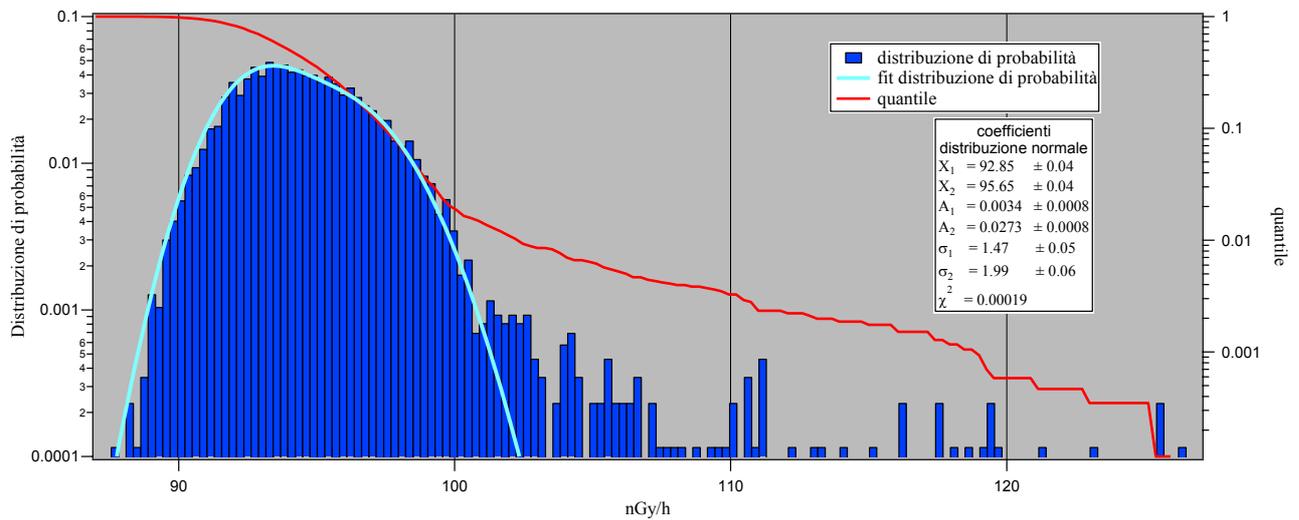


Figura 42 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane per tener conto del leggero drift del segnale che si osserva nel periodo estivo.

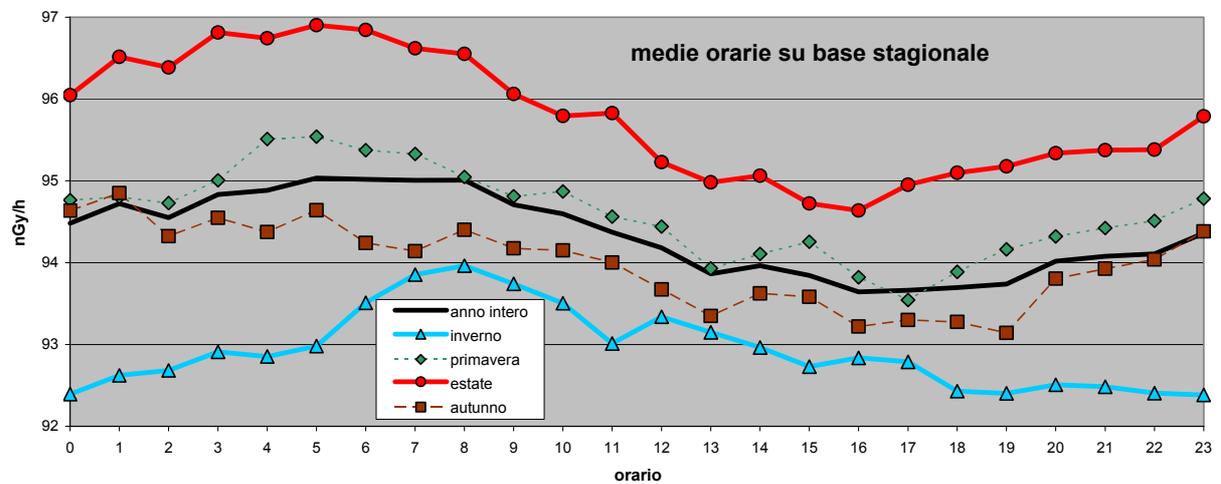


Figura 43 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

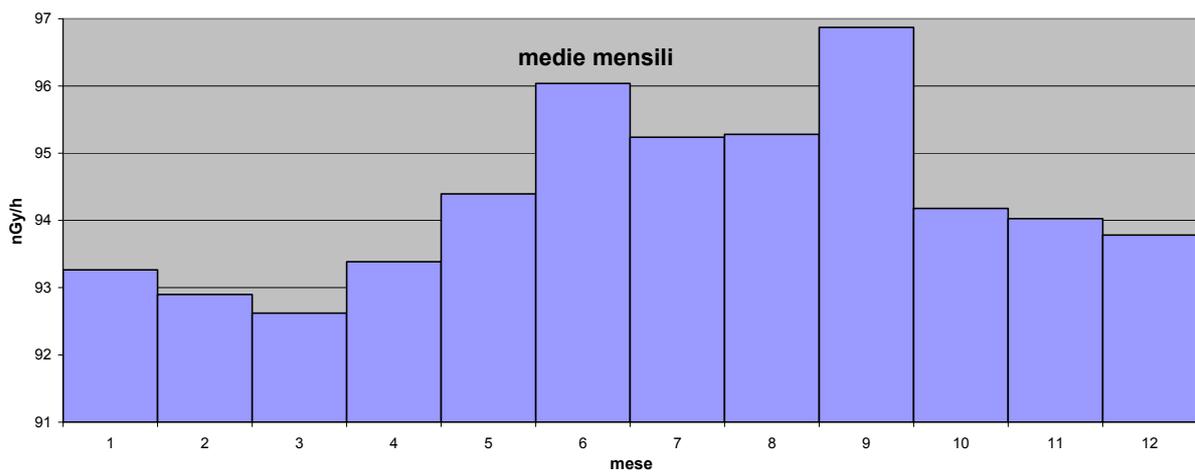


Figura 44 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

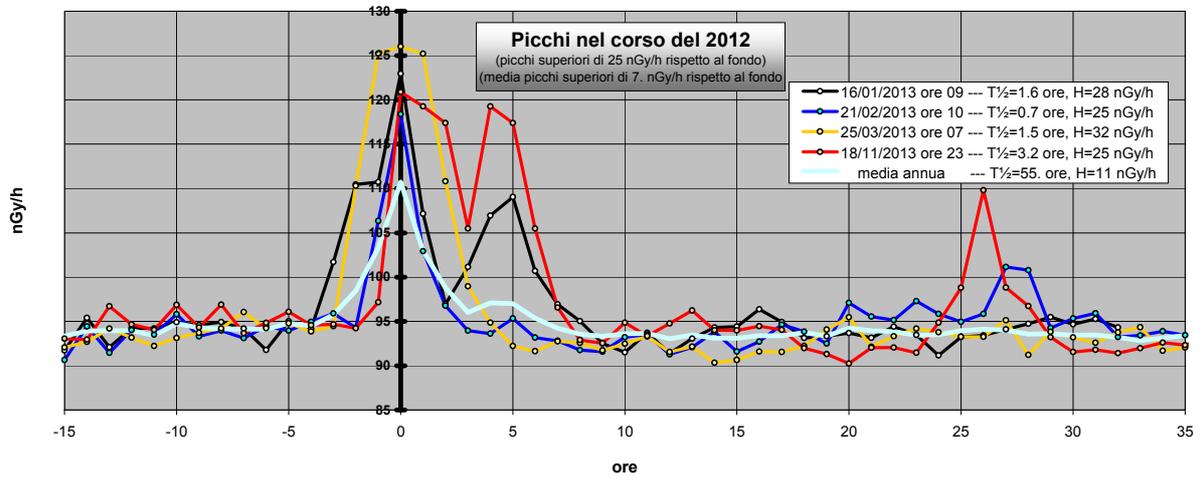


Figura 45 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

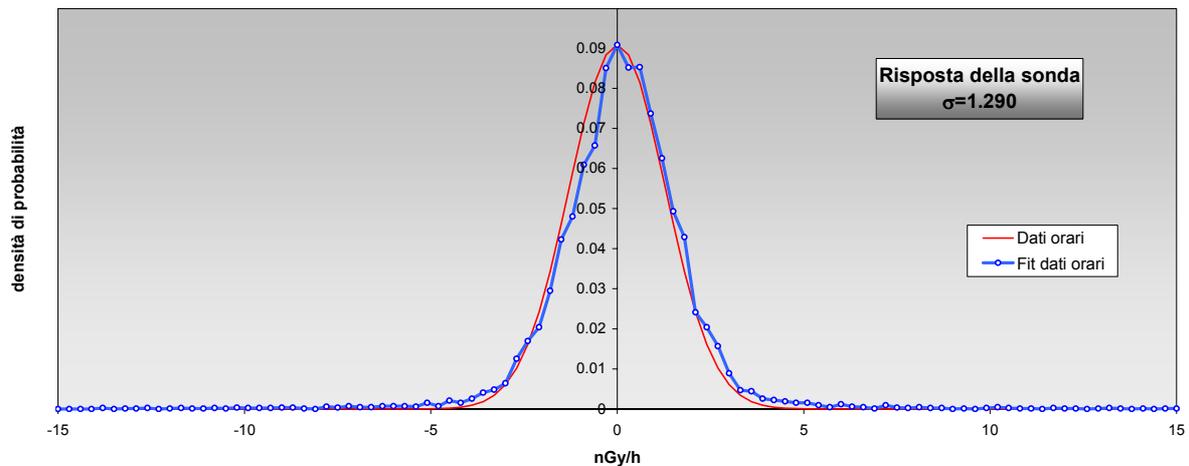


Figura 46 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

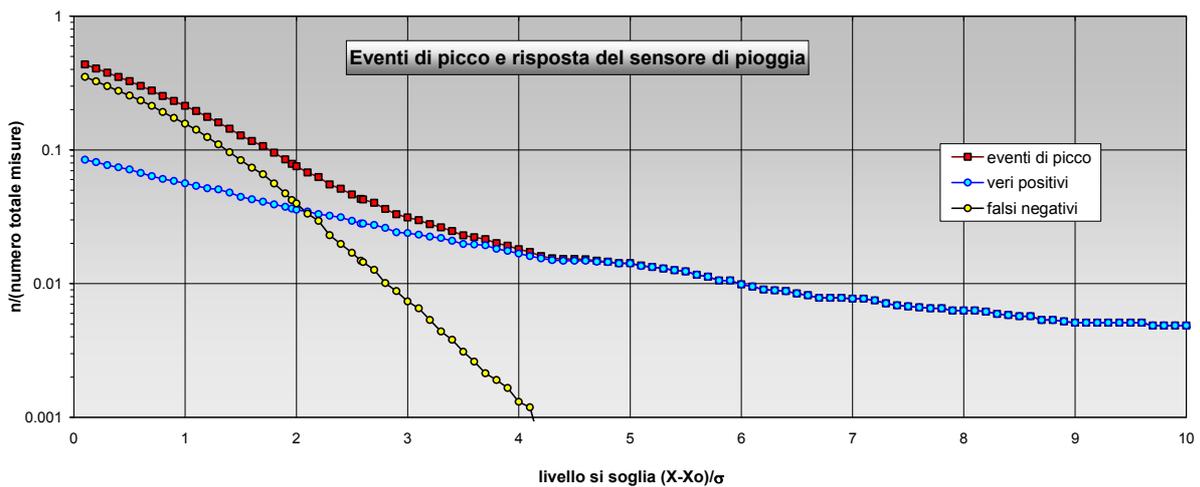


Figura 47 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

7. Stazione di Aosta

Anagrafica centralina

Coordinate geografiche:	E007.3130, N45.7370
Altezza SLM:	578
Indirizzo:	ARPA Valle D'Aosta - P.za Plouves
Comune:	Aosta
Provincia:	Aosta
Regione:	Valle d' Aosta
CAP:	11100
Codice NUTS:	ITC20
Codice Ispra:	IT0045
Centralina ospitata presso:	ARPA Valle d' Aosta

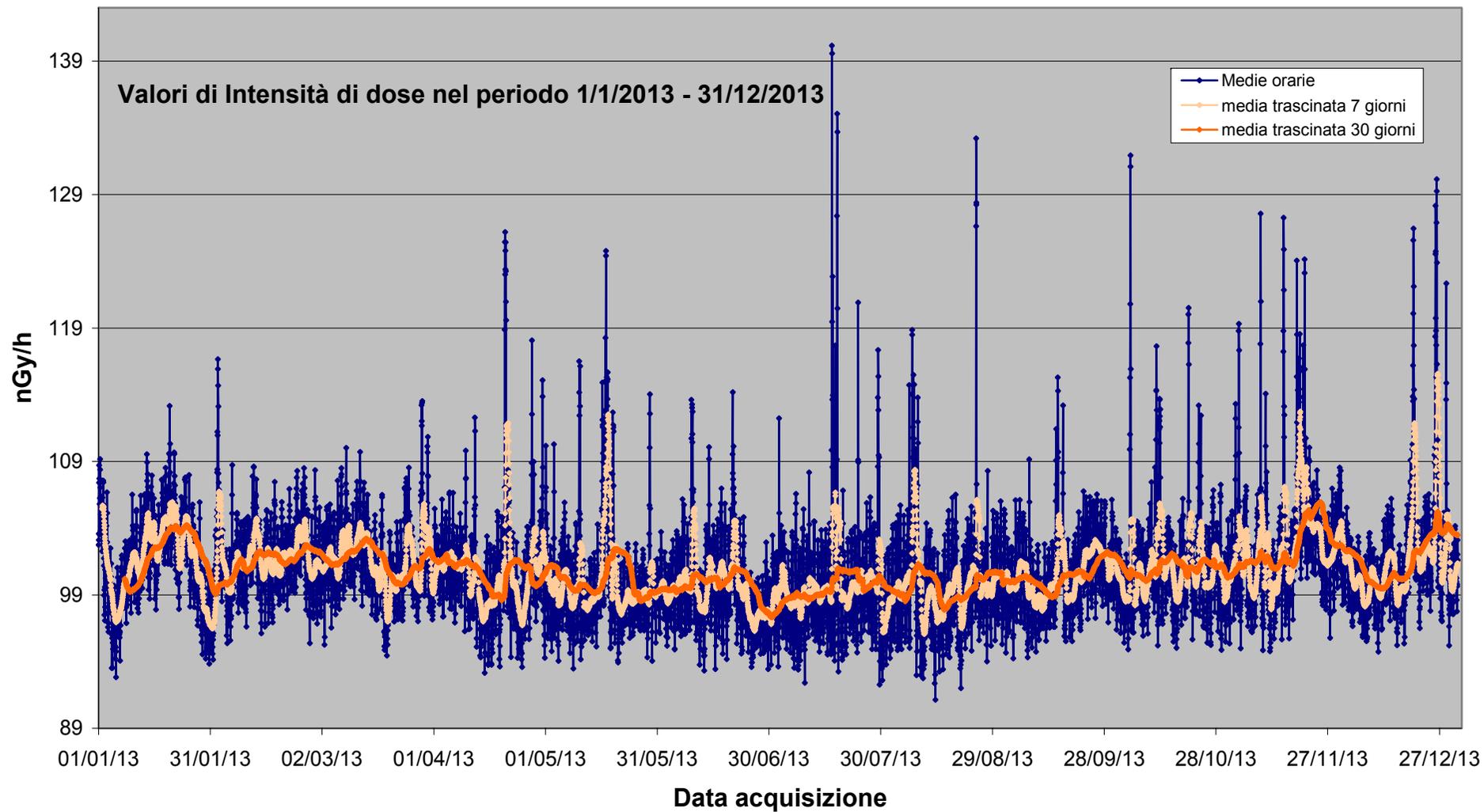


Fig. 48 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

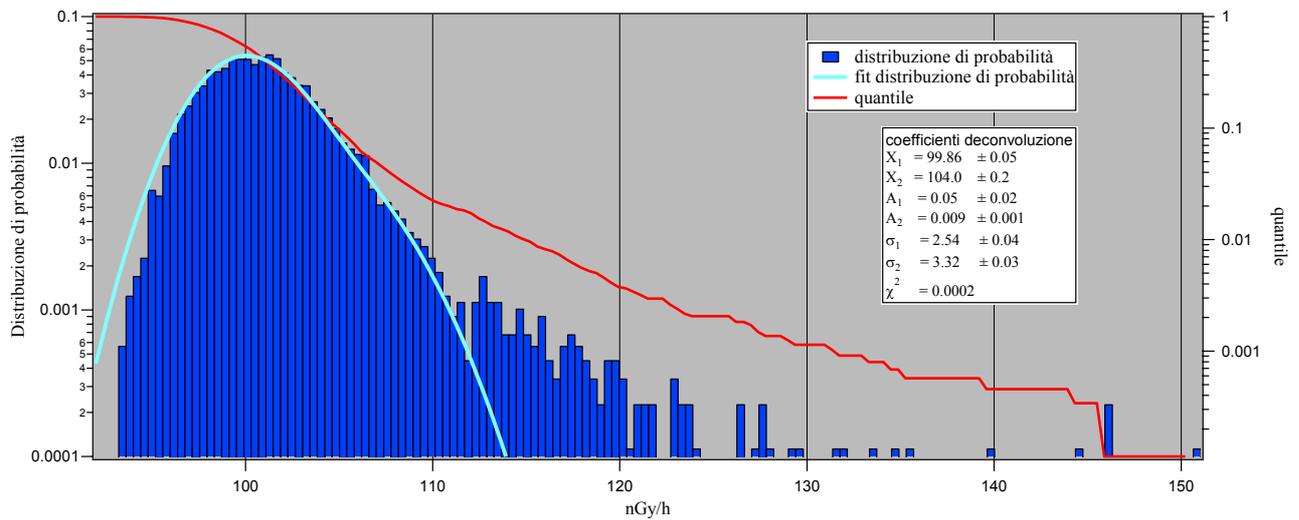


Figura 49 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane.

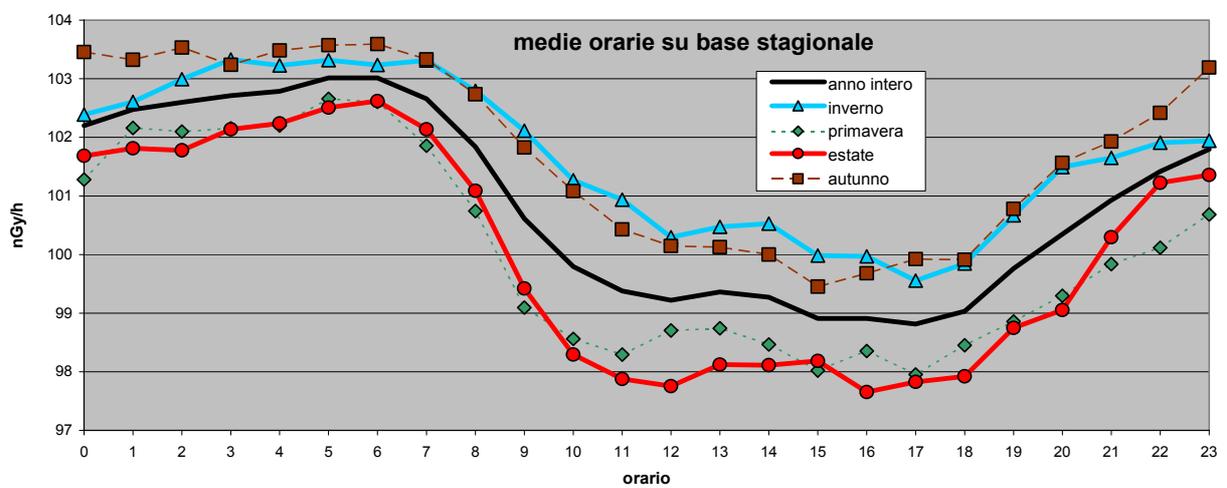


Figura 50 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

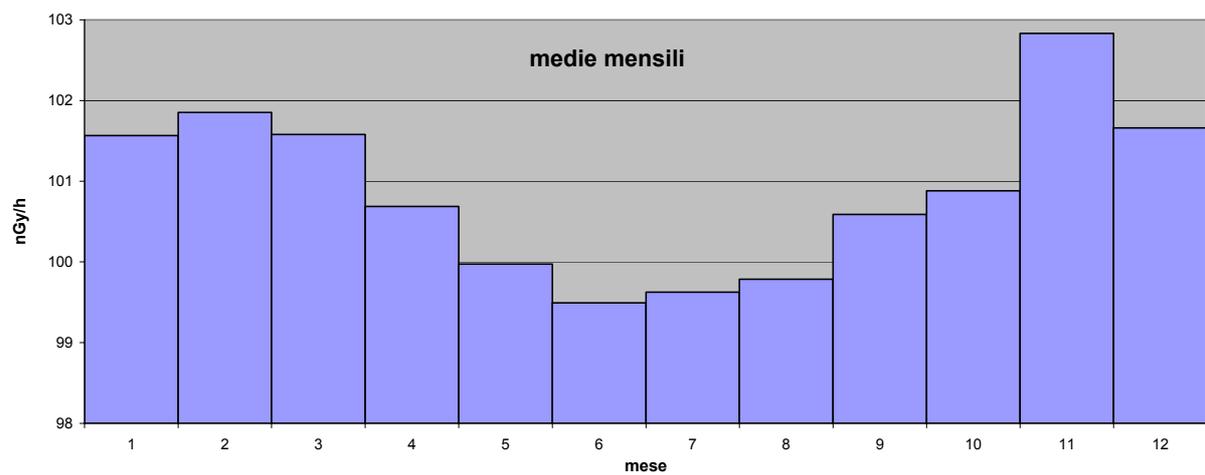


Figura 51 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

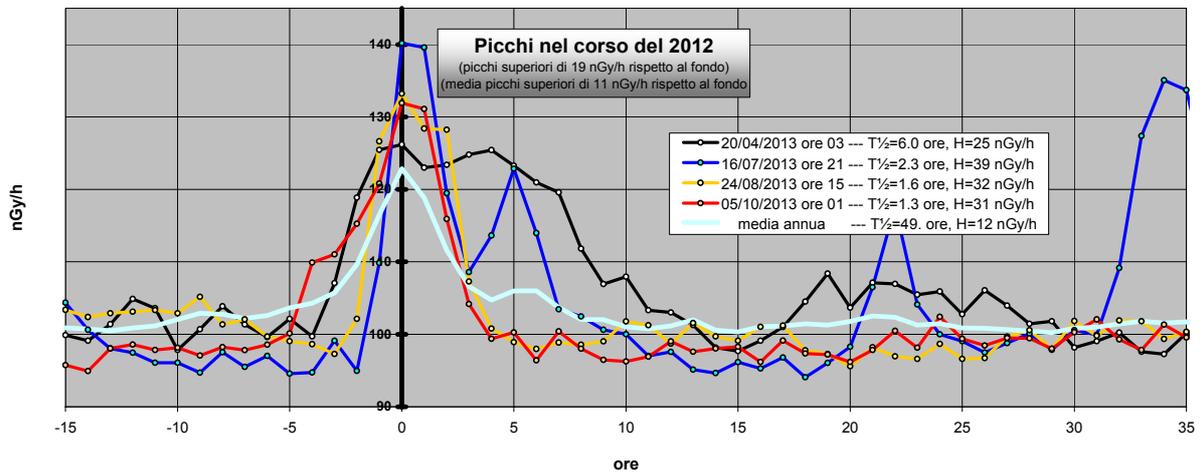


Figura 52 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

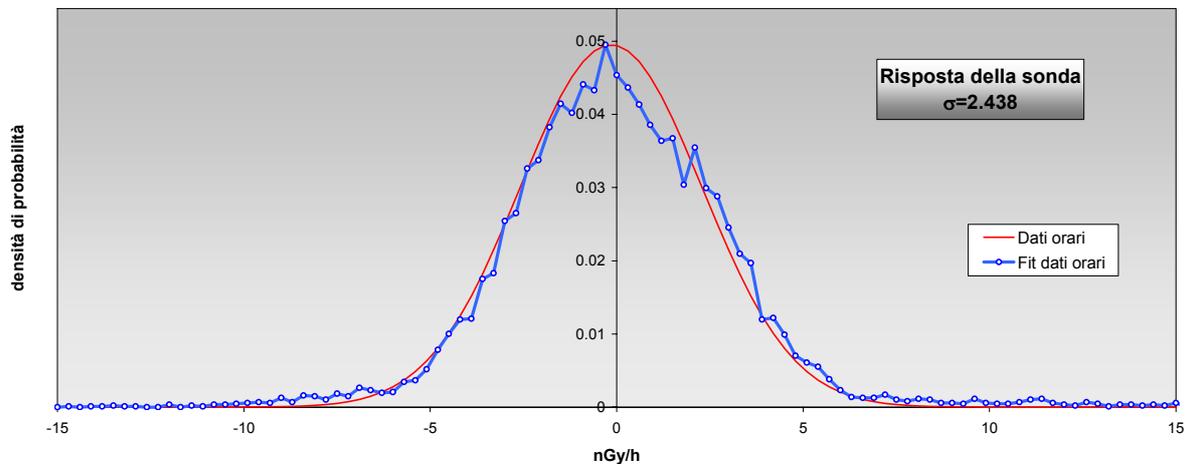


Figura 53 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

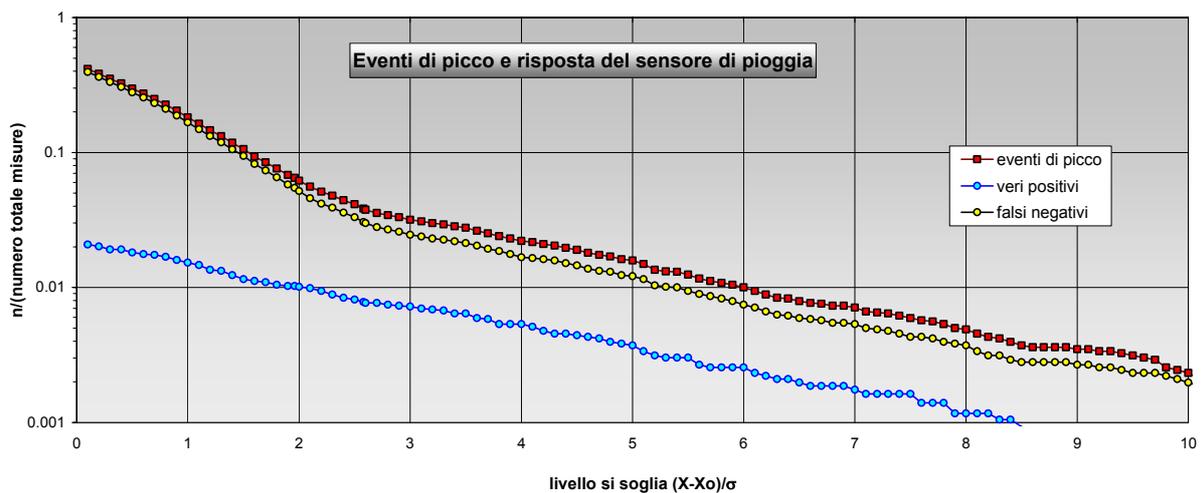
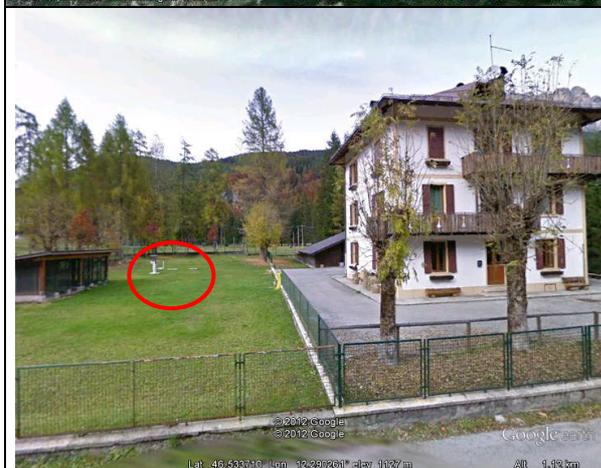


Figura 54 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

8. Stazione di Auronzo di Cadore

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E012.2906, N46.5330
Altezza SLM:	1121 -
Indirizzo:	Palus San Marco - Via Valle Ansiei
Comune:	Auronzo
Provincia:	Belluno
Regione:	Veneto
CAP:	32041
Codice NUTS:	ITD33
Codice Ispra:	IT0065
Centralina ospitata presso:	Corpo Forestale dello Stato

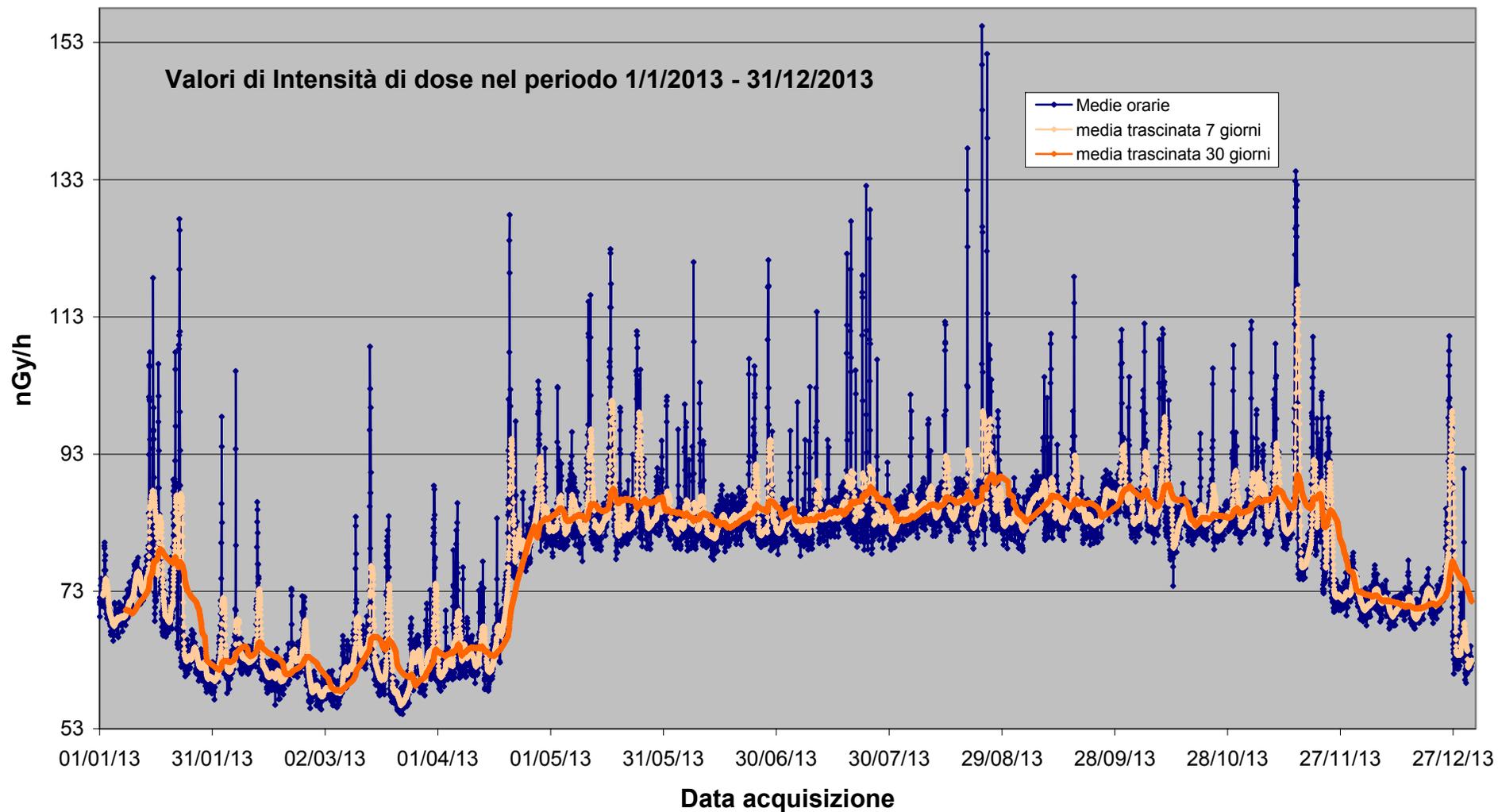


Fig. 55 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

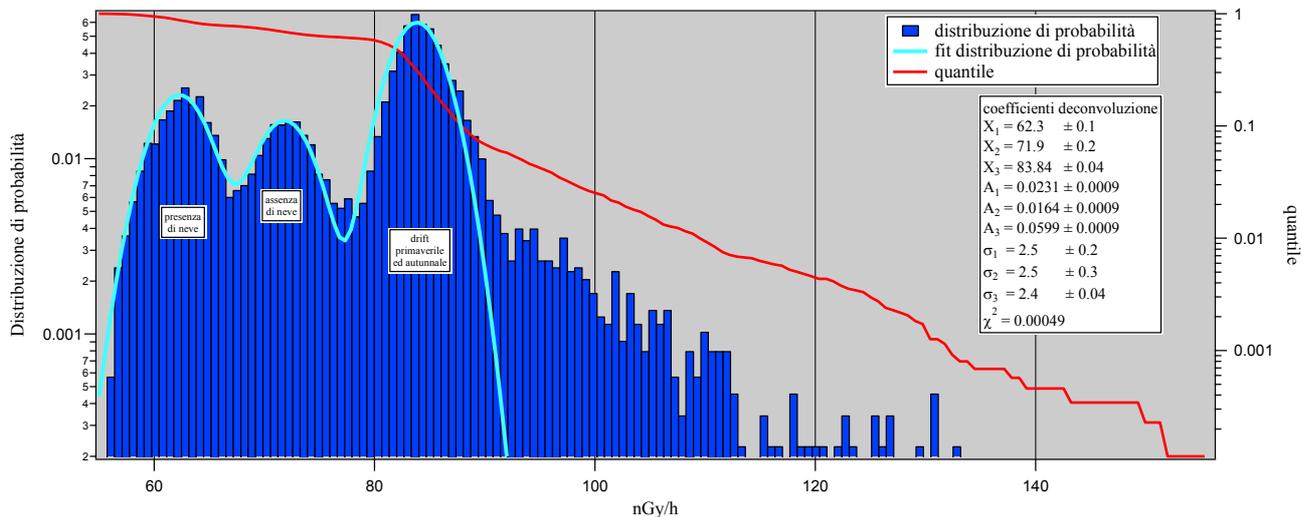


Figura 56 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con tre gaussiane per tener conto dell'effetto di schermaggio del manto nevoso nel periodo invernale.

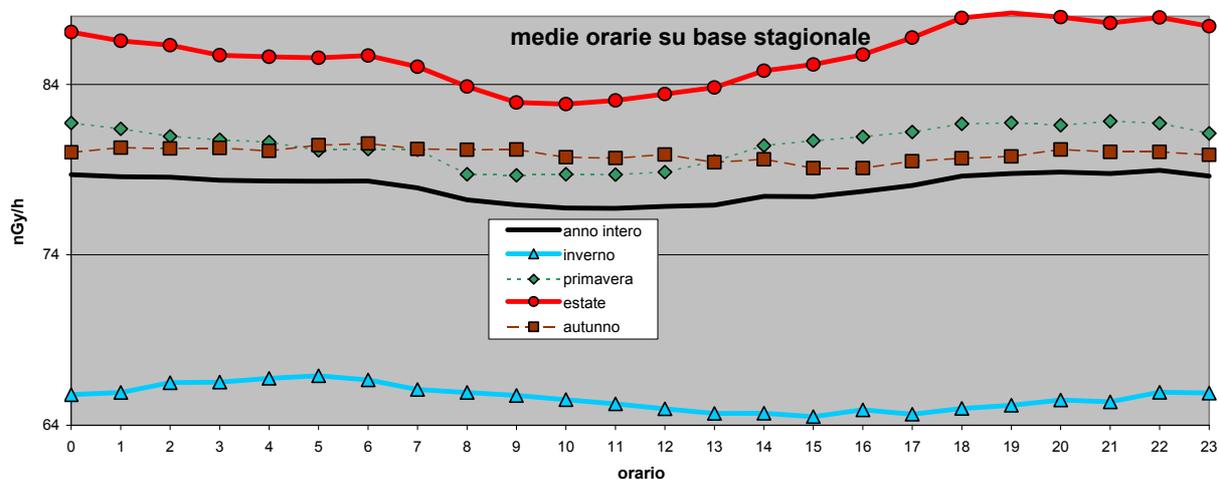


Figura 57 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

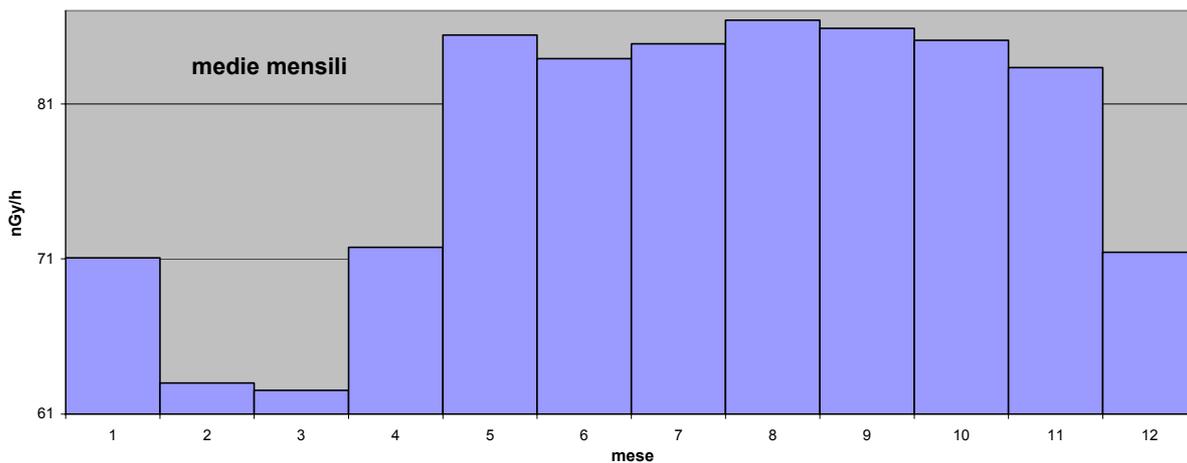


Figura 58 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

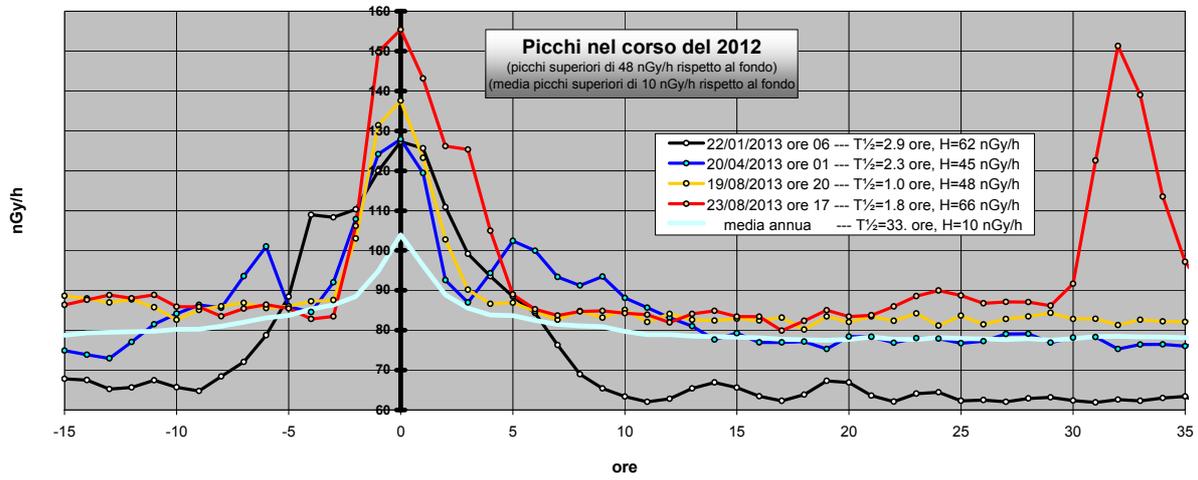


Figura 59 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

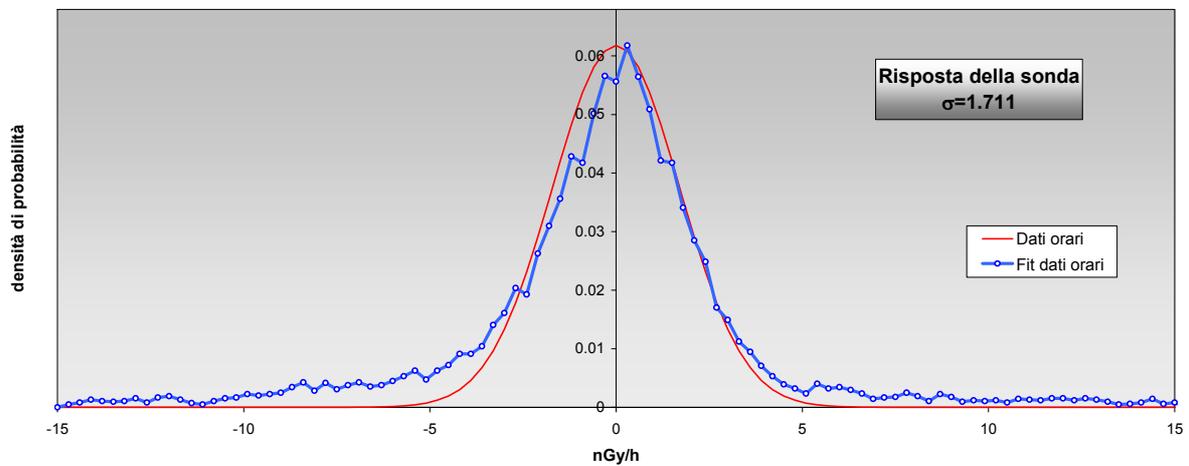


Figura 60 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

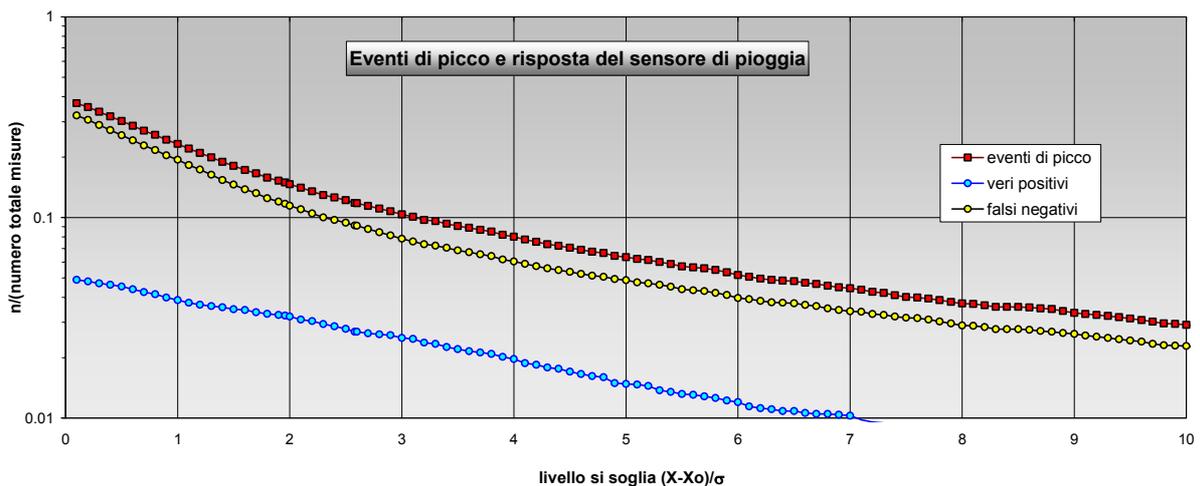


Figura 61 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

9. Stazione di Bagni di Lucca

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E010.5528, N44.0066
Altezza SLM:	129
Indirizzo:	Via Giacomo Puccini
Comune:	Bagni di Lucca
Provincia:	Lucca
Regione:	Toscana
CAP:	55021
Codice NUTS:	ITE12
Codice Ispra:	IT0063
Centralina ospitata presso:	Corpo Forestale dello Stato

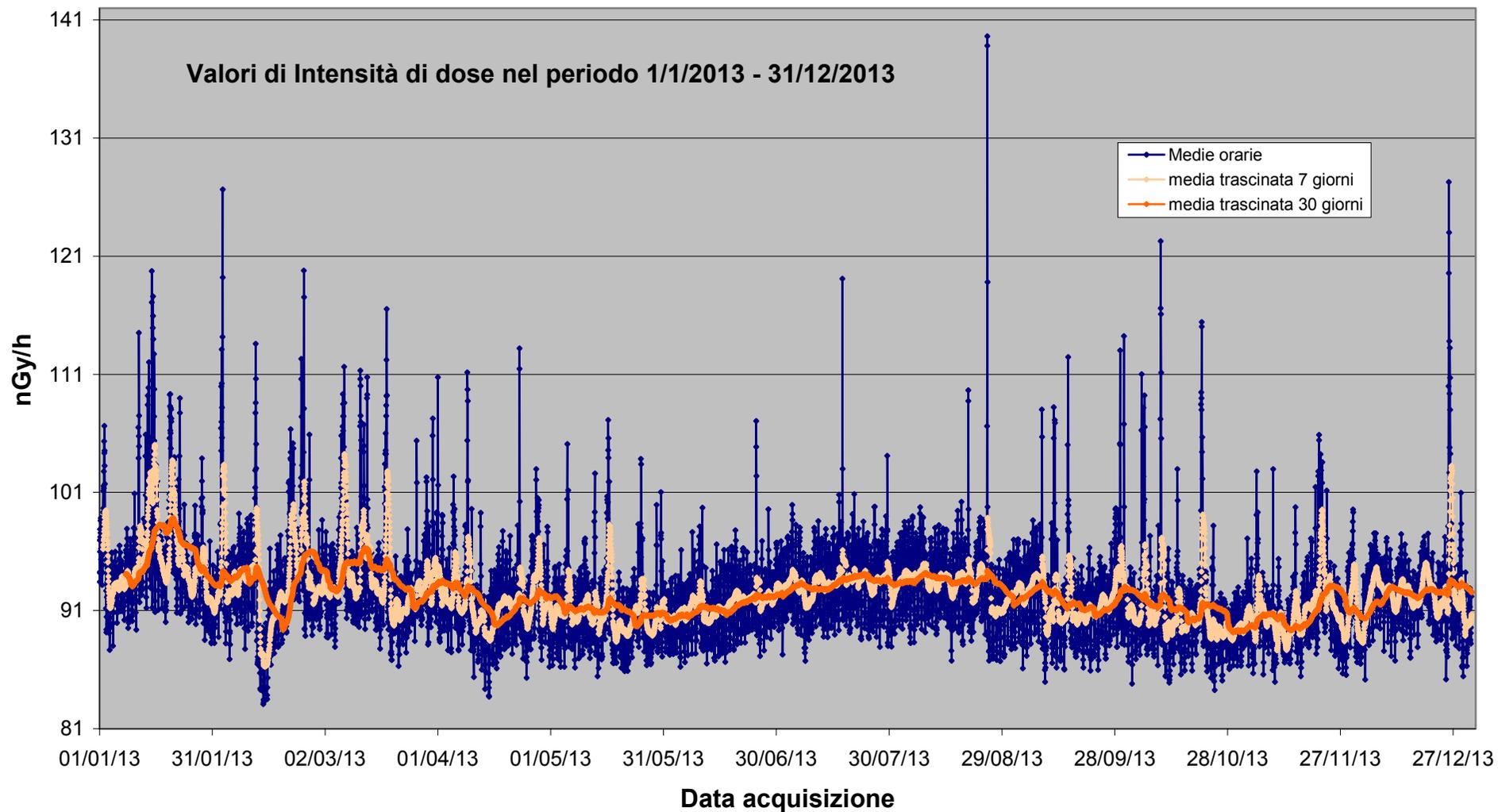


Fig. 62 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

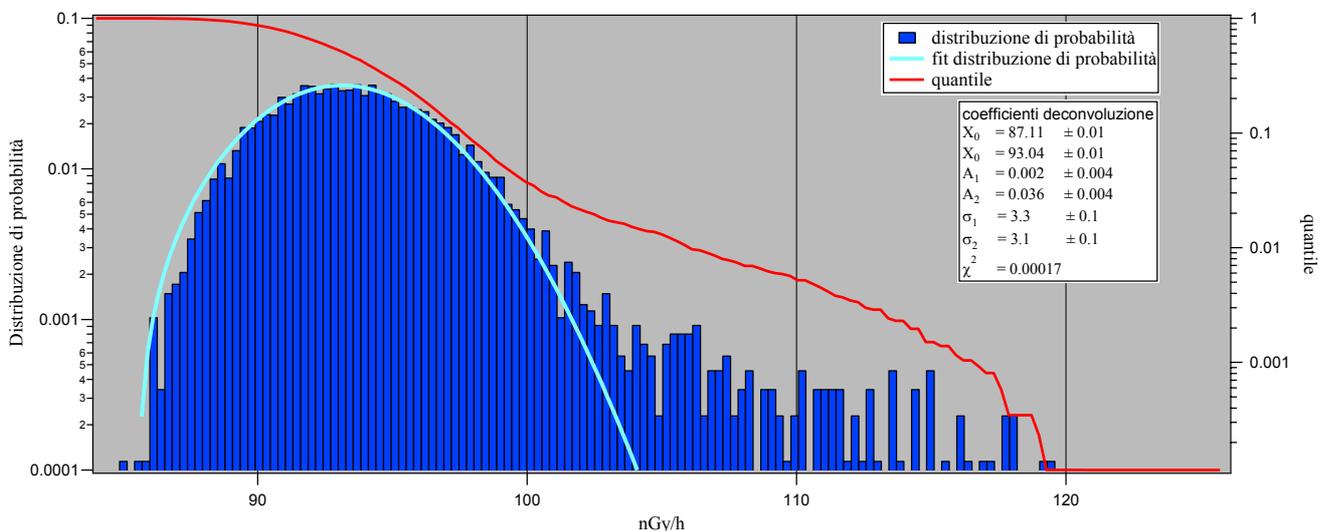


Figura 63 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane per tener conto del leggero drift del segnale che si osserva in certi periodi dell'anno.

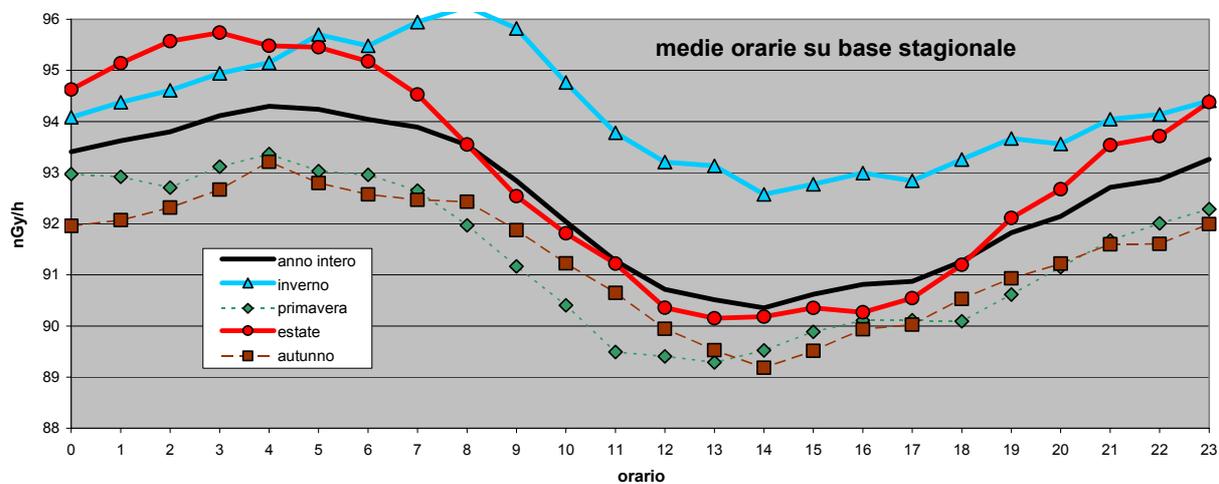


Figura 64 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

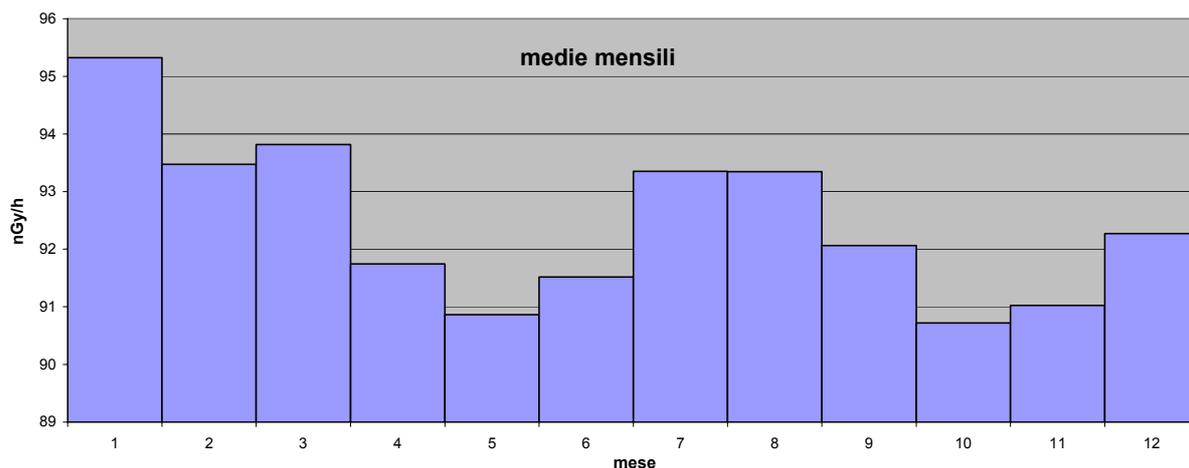


Figura 65 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

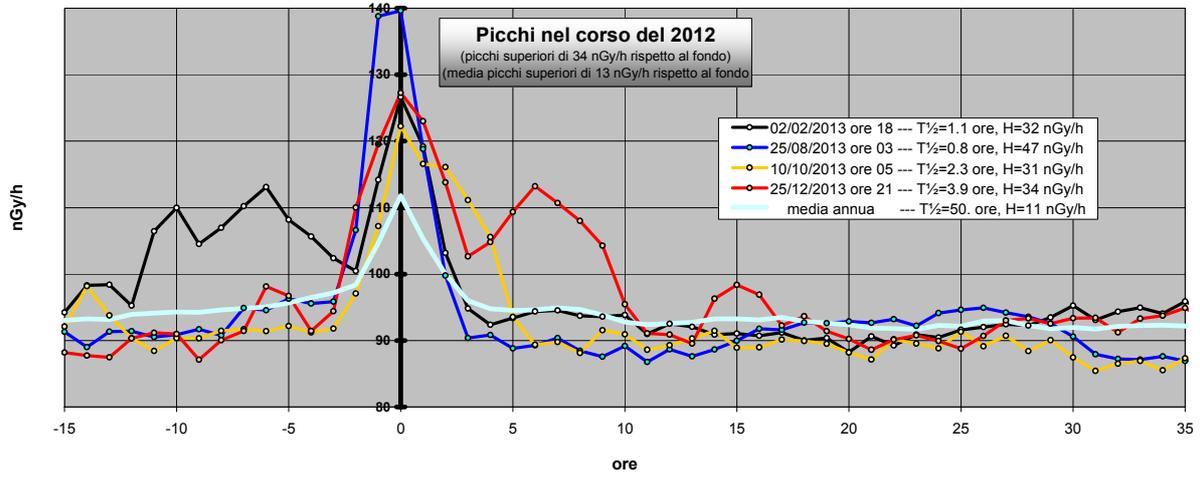


Figura 66 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

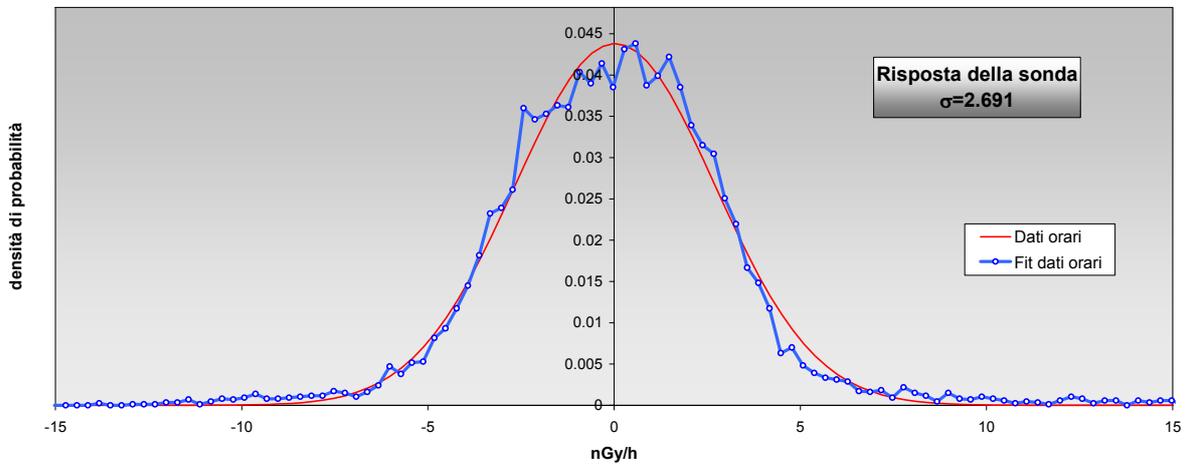


Figura 67 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

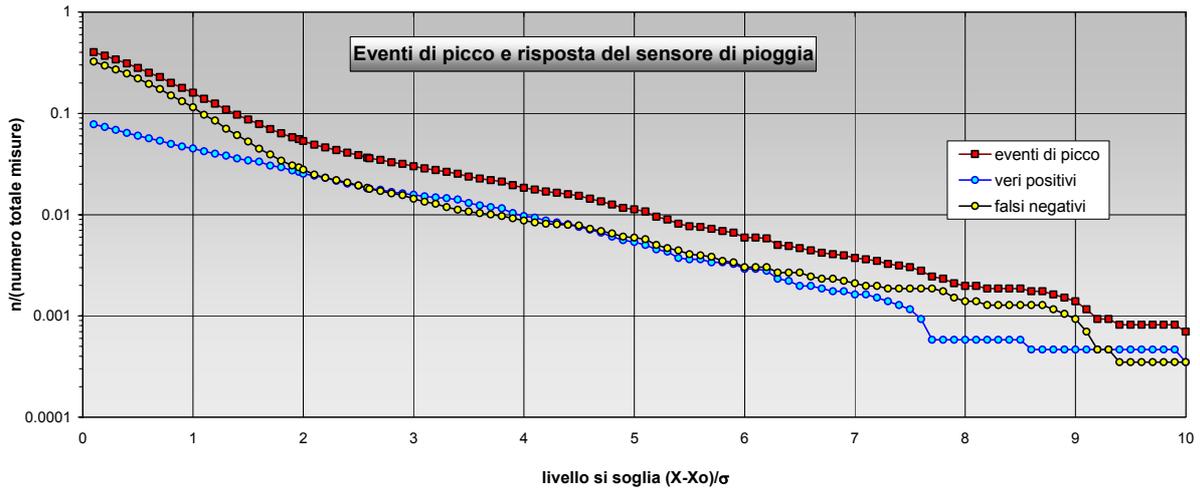


Figura 68 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

10. Barge

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E007.3212, N44.7306
Altezza SLM:	402
Indirizzo:	Via Fiorita,31
Comune:	Barge
Provincia:	Cuneo
Regione:	Piemonte
CAP:	12032
Codice NUTS:	ITC16
Codice Ispra:	IT0004
Centralina ospitata presso:	Corpo forestale dello stato

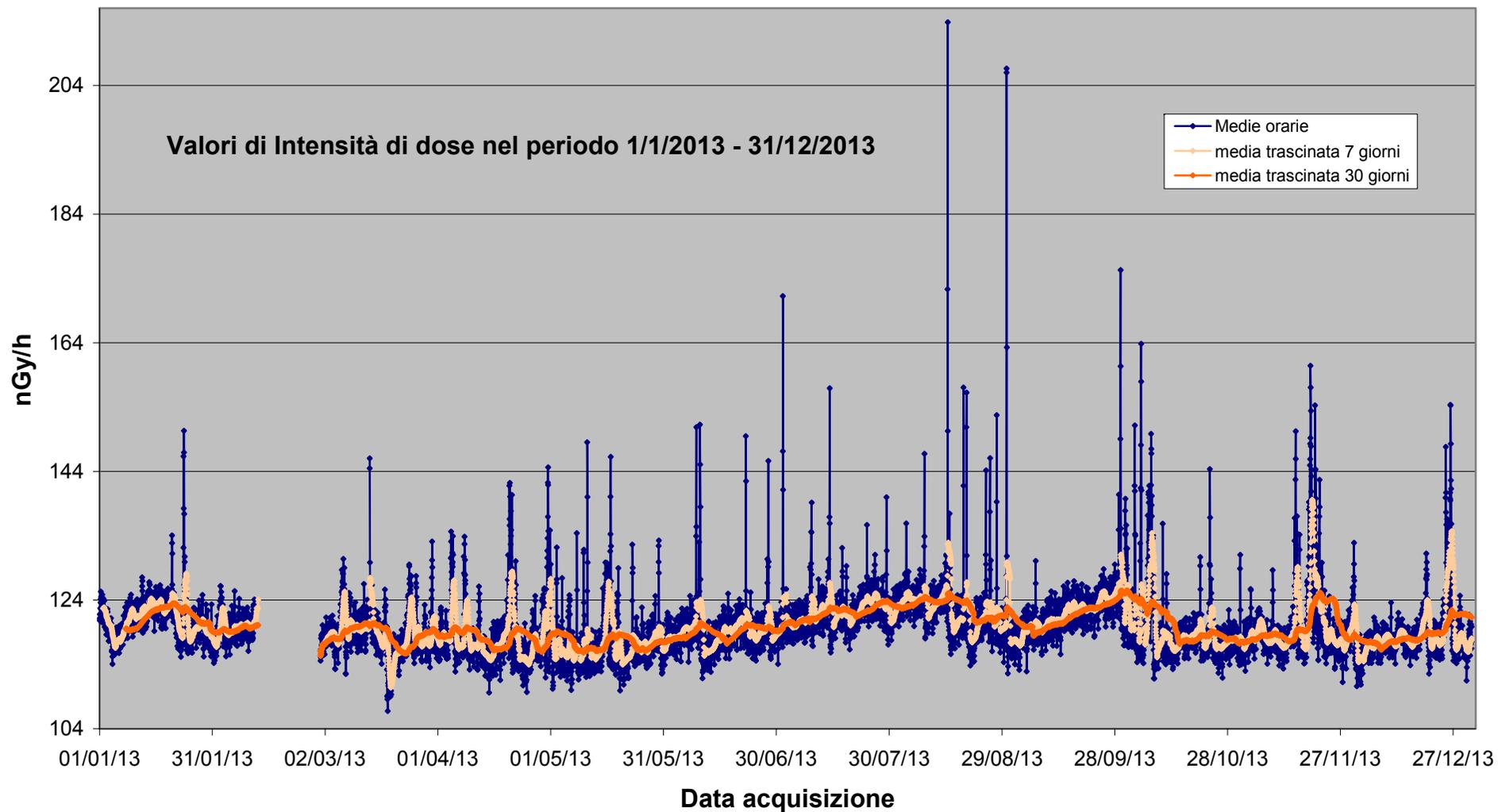


Fig. 69 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

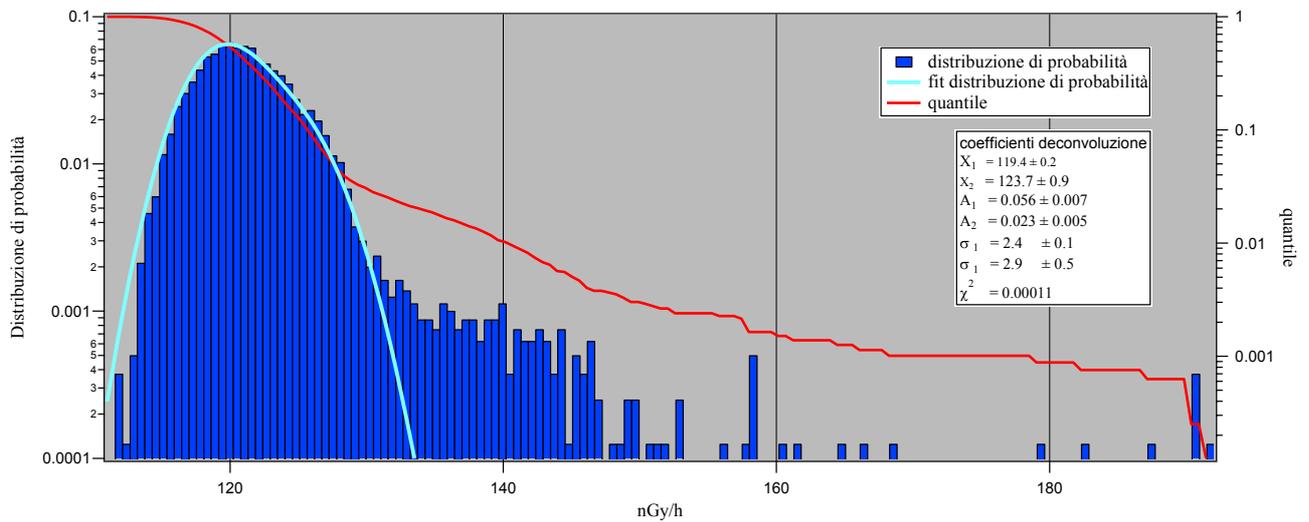


Figura 70 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane per tener conto del leggero drift del segnale che si osserva in certi periodi dell'anno.

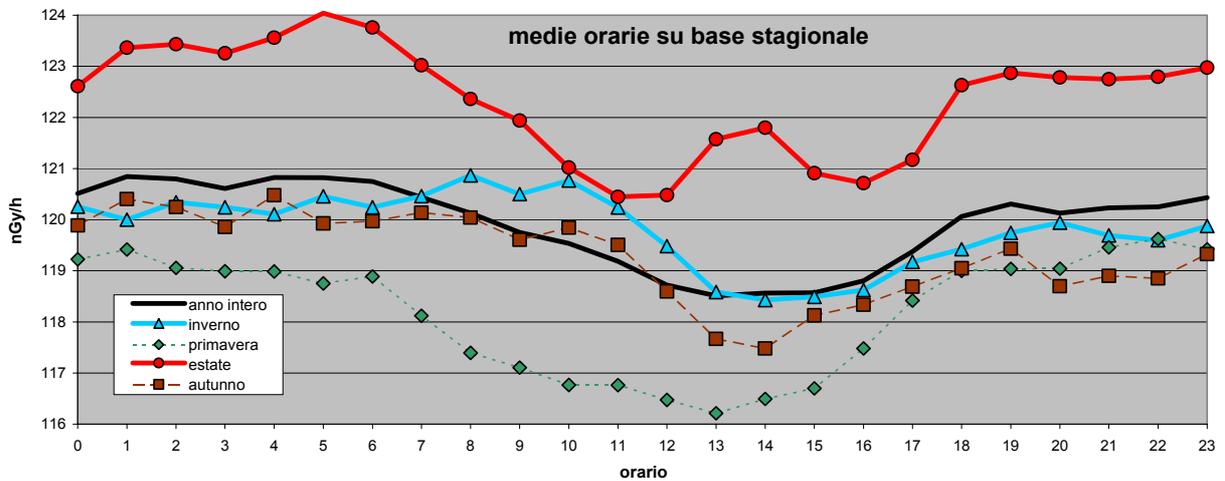


Figura 71 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

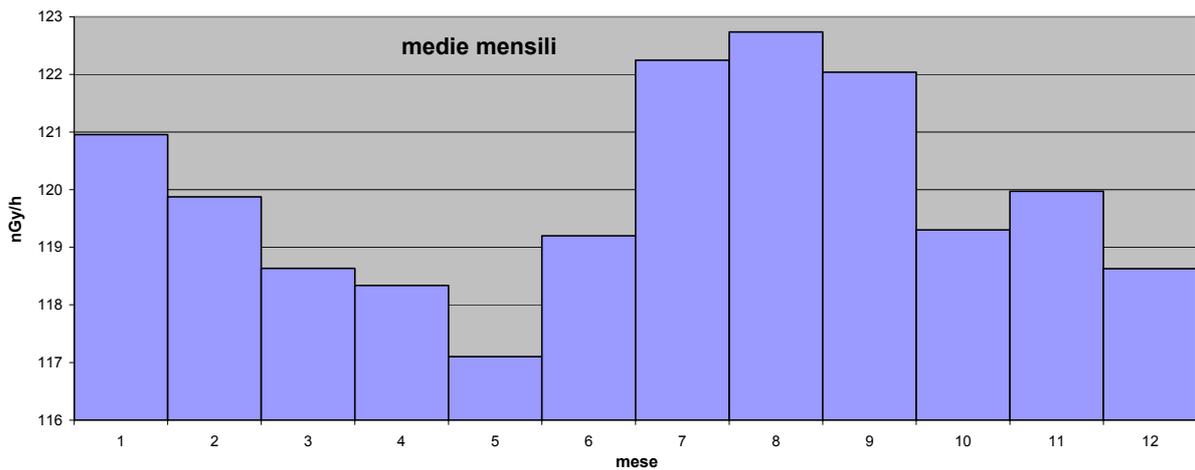


Figura 72 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

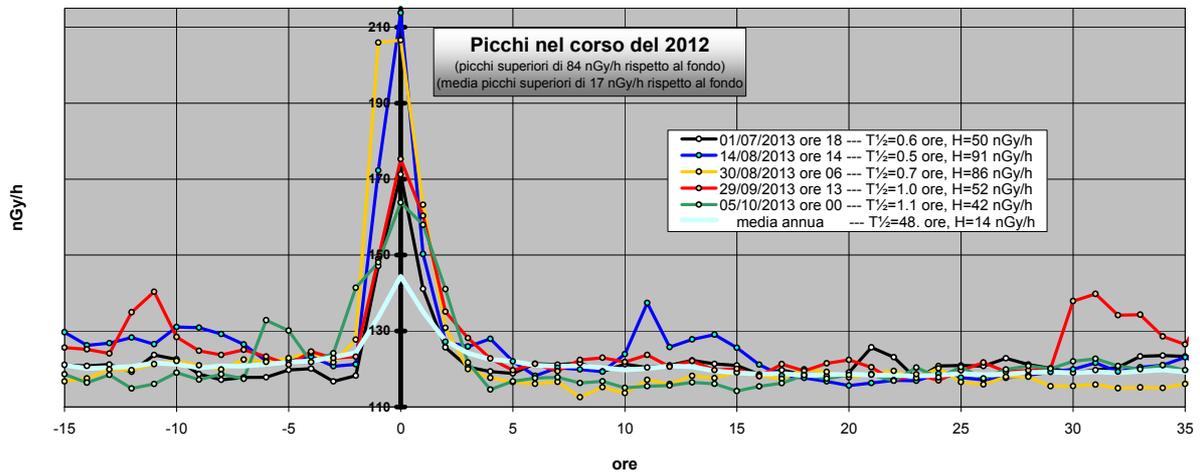


Figura 73 Profilo dei principali cinque eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

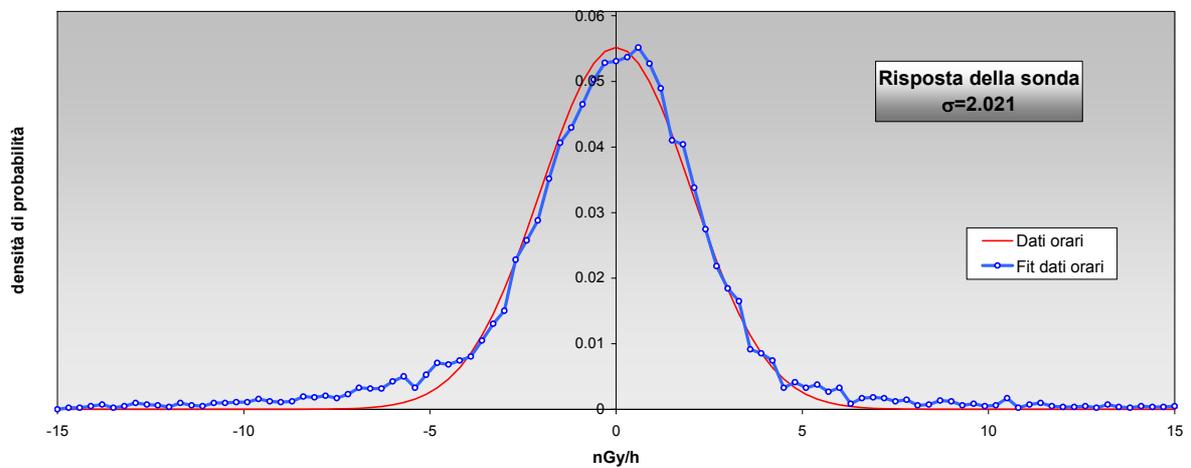


Figura 74 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

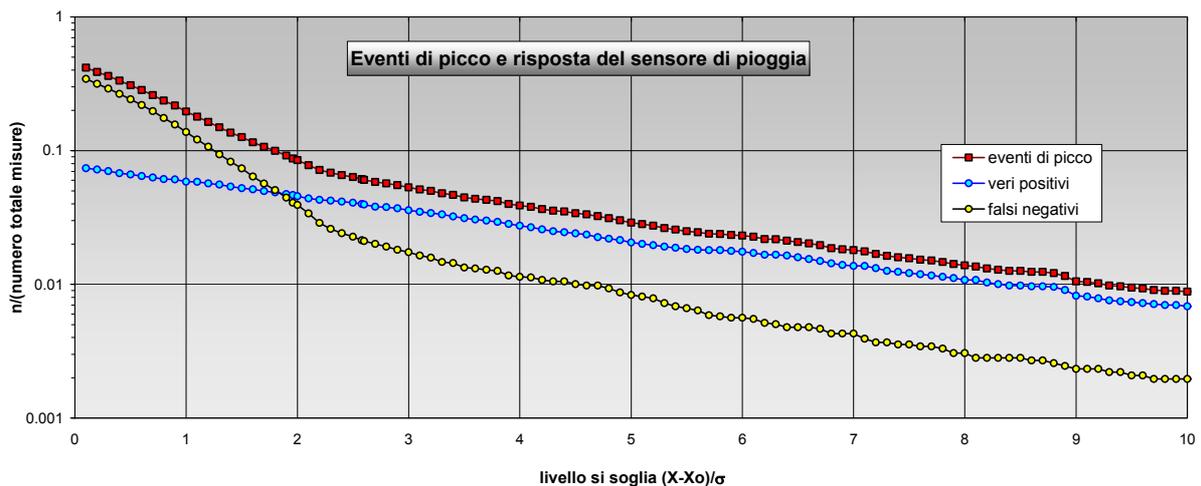
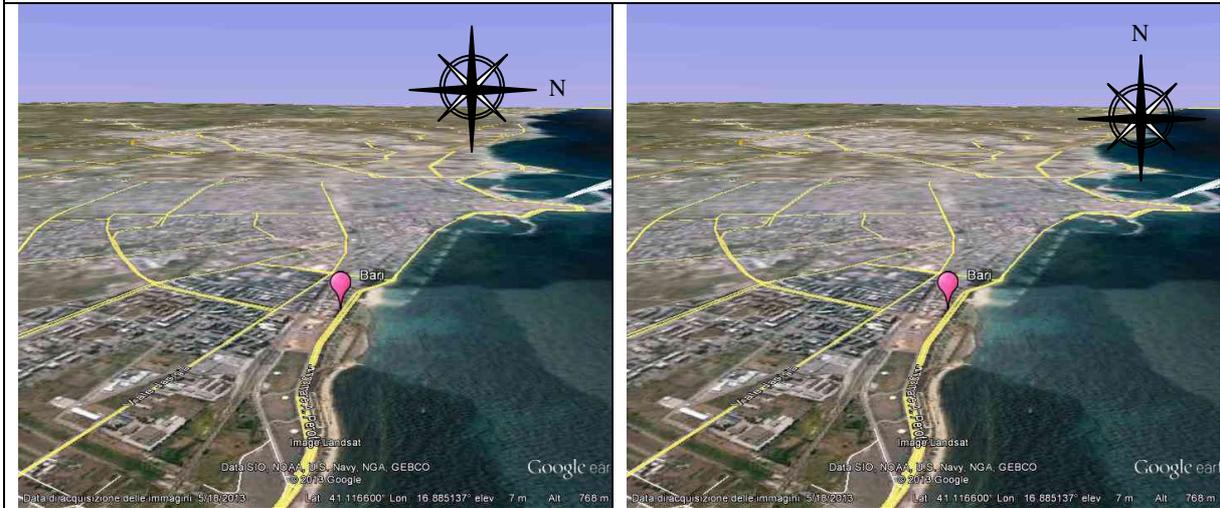


Figura 75 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

11. Stazione di Bari

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E16.8935 , N41.117068
Altezza SLM:	45
Indirizzo:	Corso Trieste, 27
Comune:	Bari
Provincia:	Bari
Regione:	Puglia
CAP:	70126
Codice NUTS:	ITF42
Codice Ispra:	82
Centralina ospitata presso:	ARPA Puglia

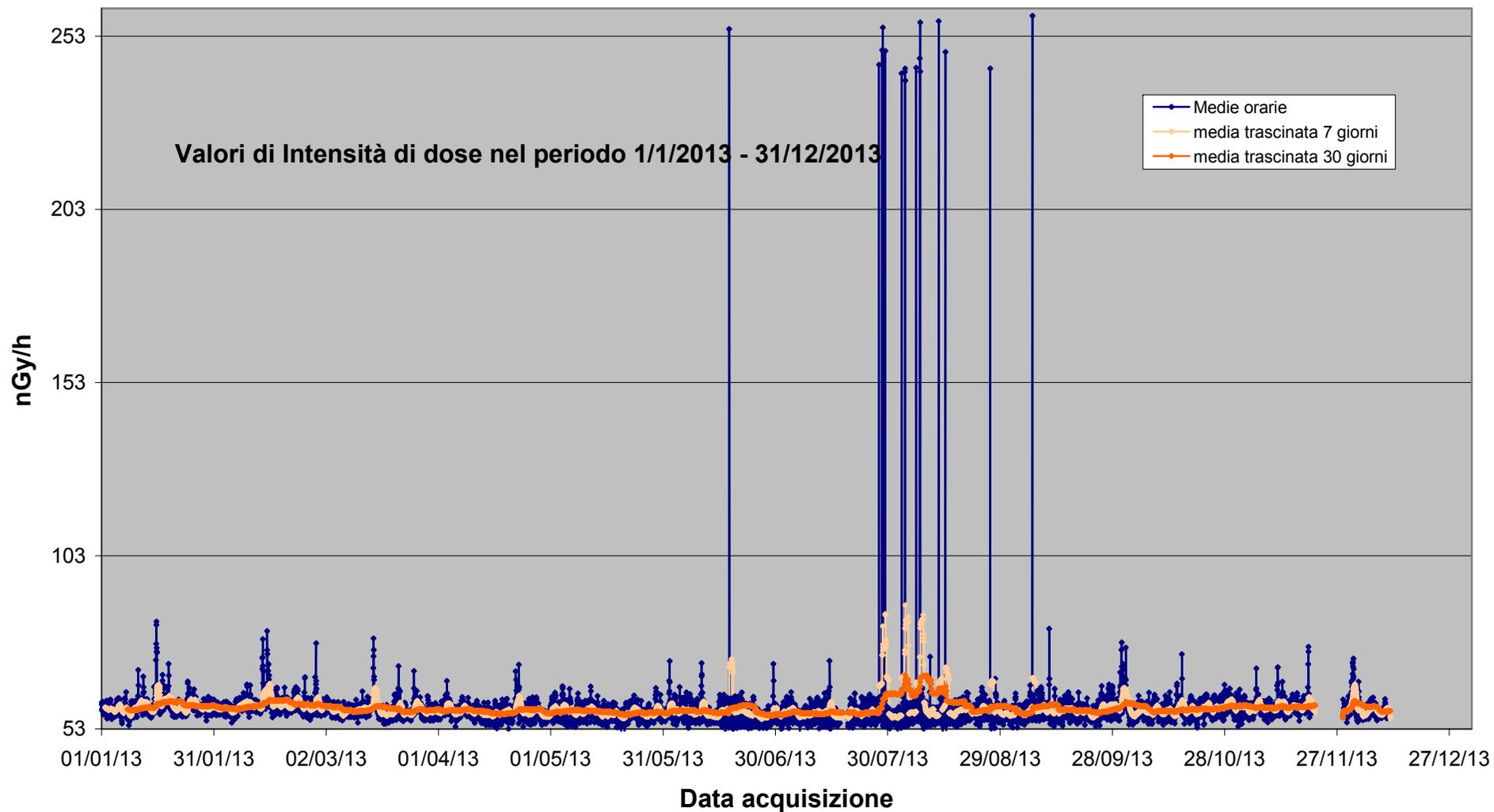


Fig. 76 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

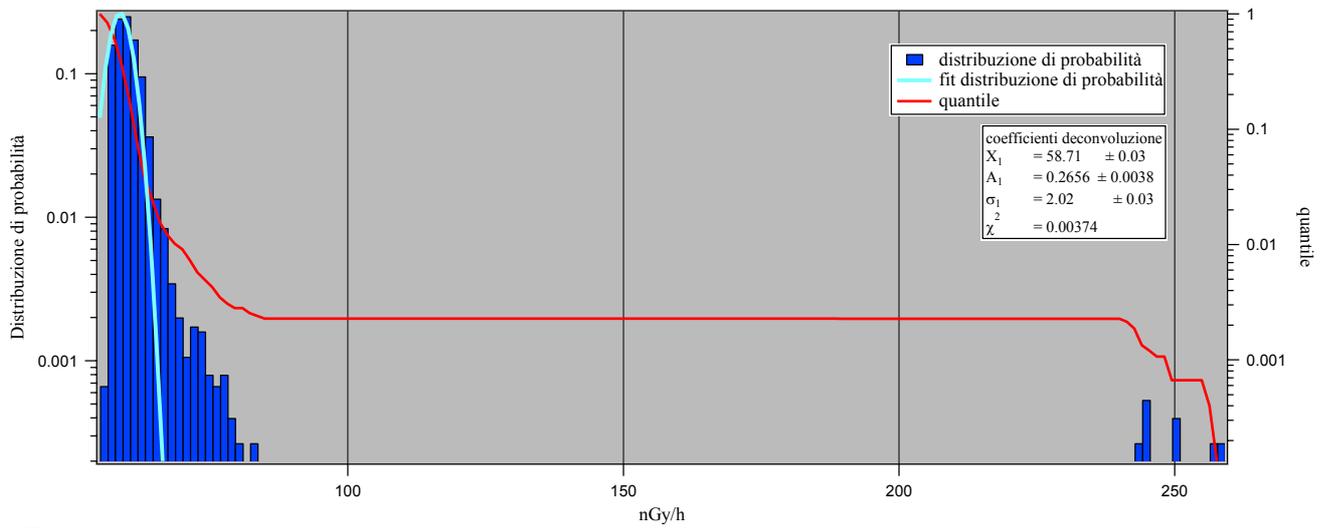


Figura 77 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una gaussiana.

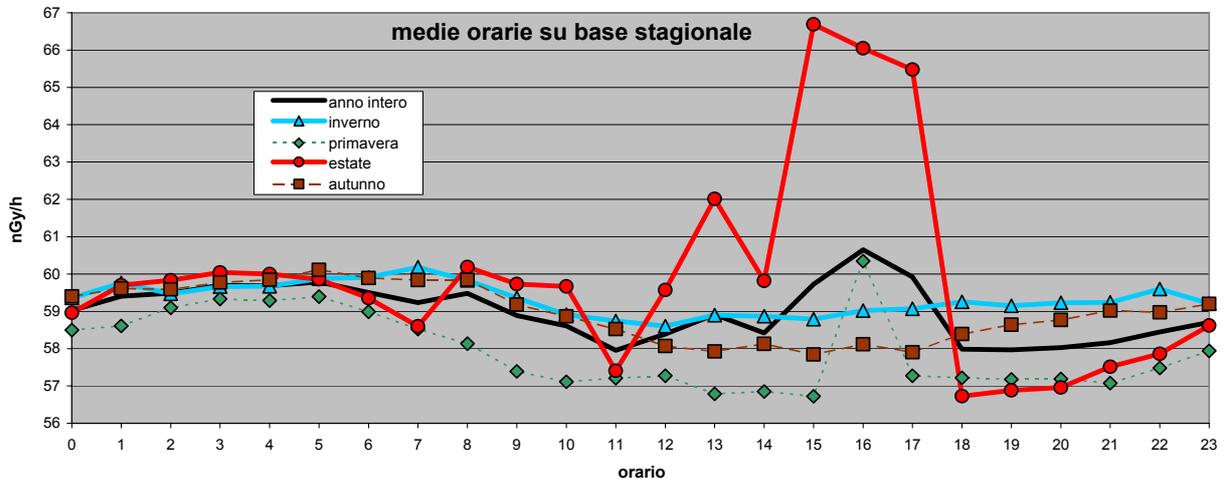


Figura 78 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

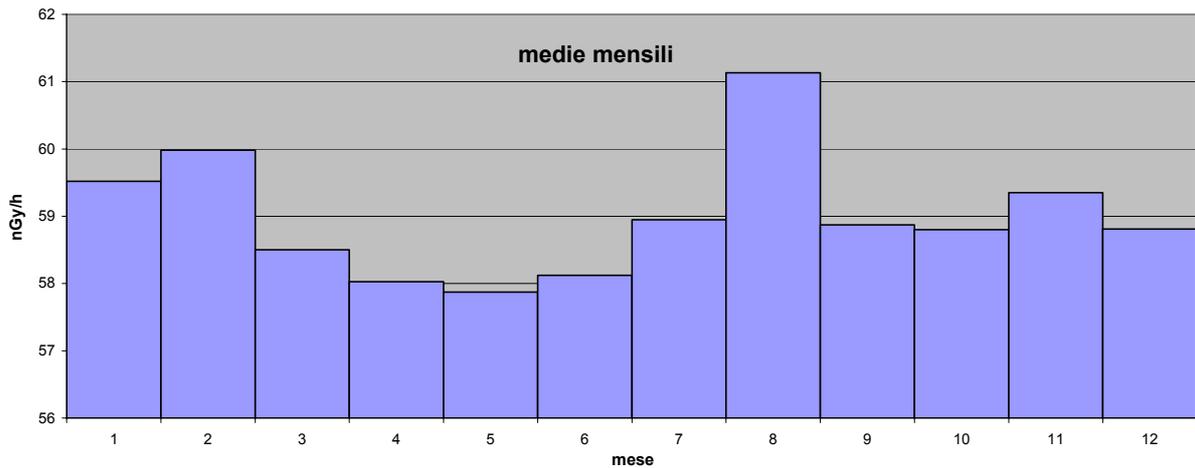


Figura 79 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

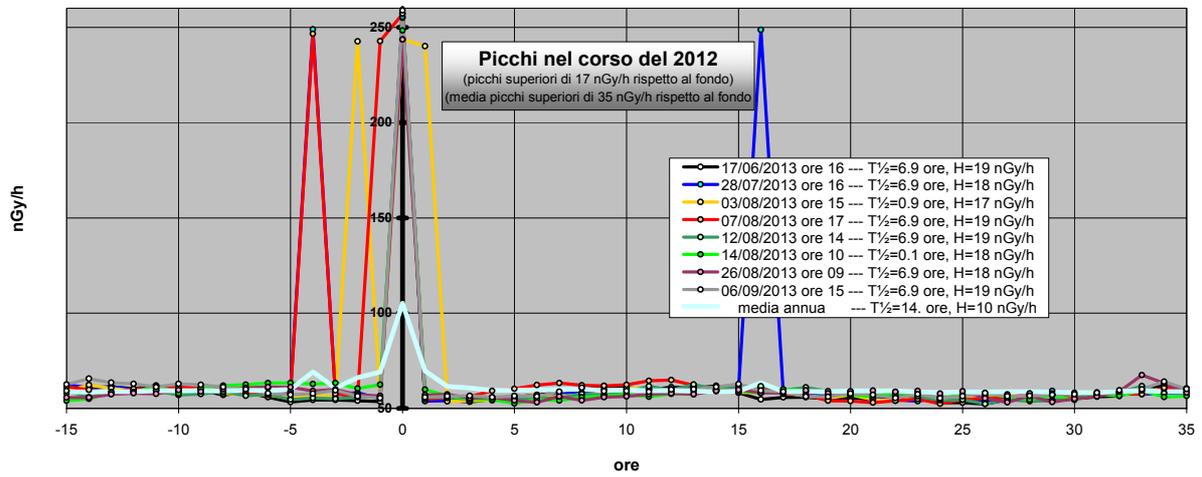


Figura 80 Profilo dei principali otto eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

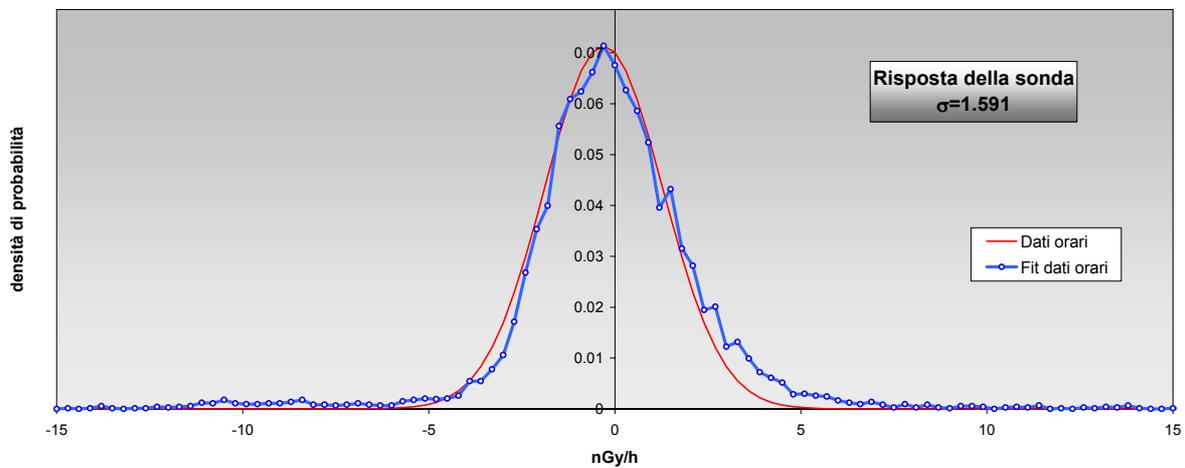


Figura 81 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

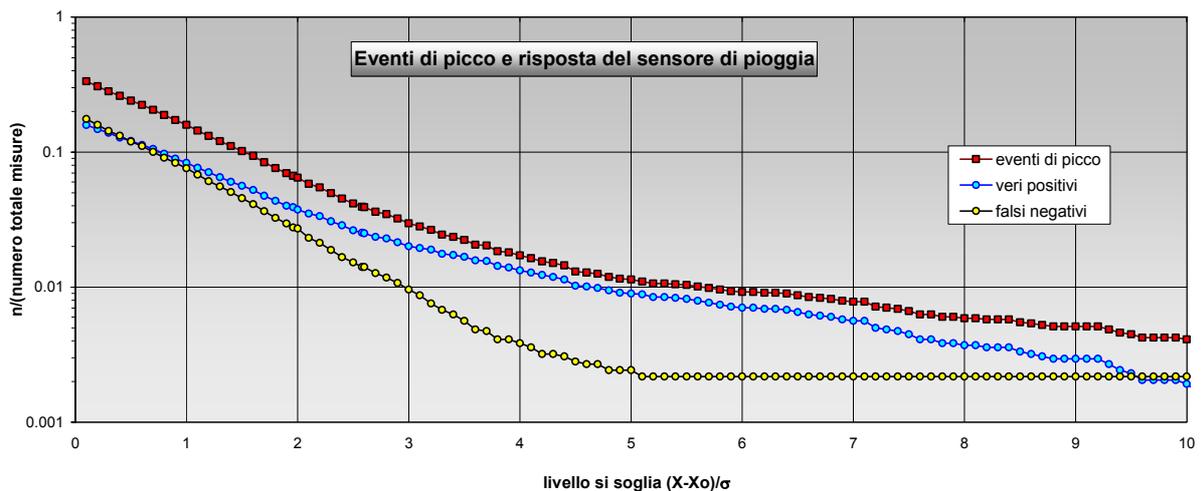


Figura 82 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

12. Borghetto di Vara

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E009.6579, N44.2406
Altezza SLM:	178 -
Indirizzo:	Via Aurelia,78
Comune:	Borghetto di Vara
Provincia:	La Spezia
Regione:	Liguria
CAP:	19020
Codice NUTS:	ITC34
Codice Ispra:	IT0002
Centralina ospitata presso:	Corpo forestale dello stato

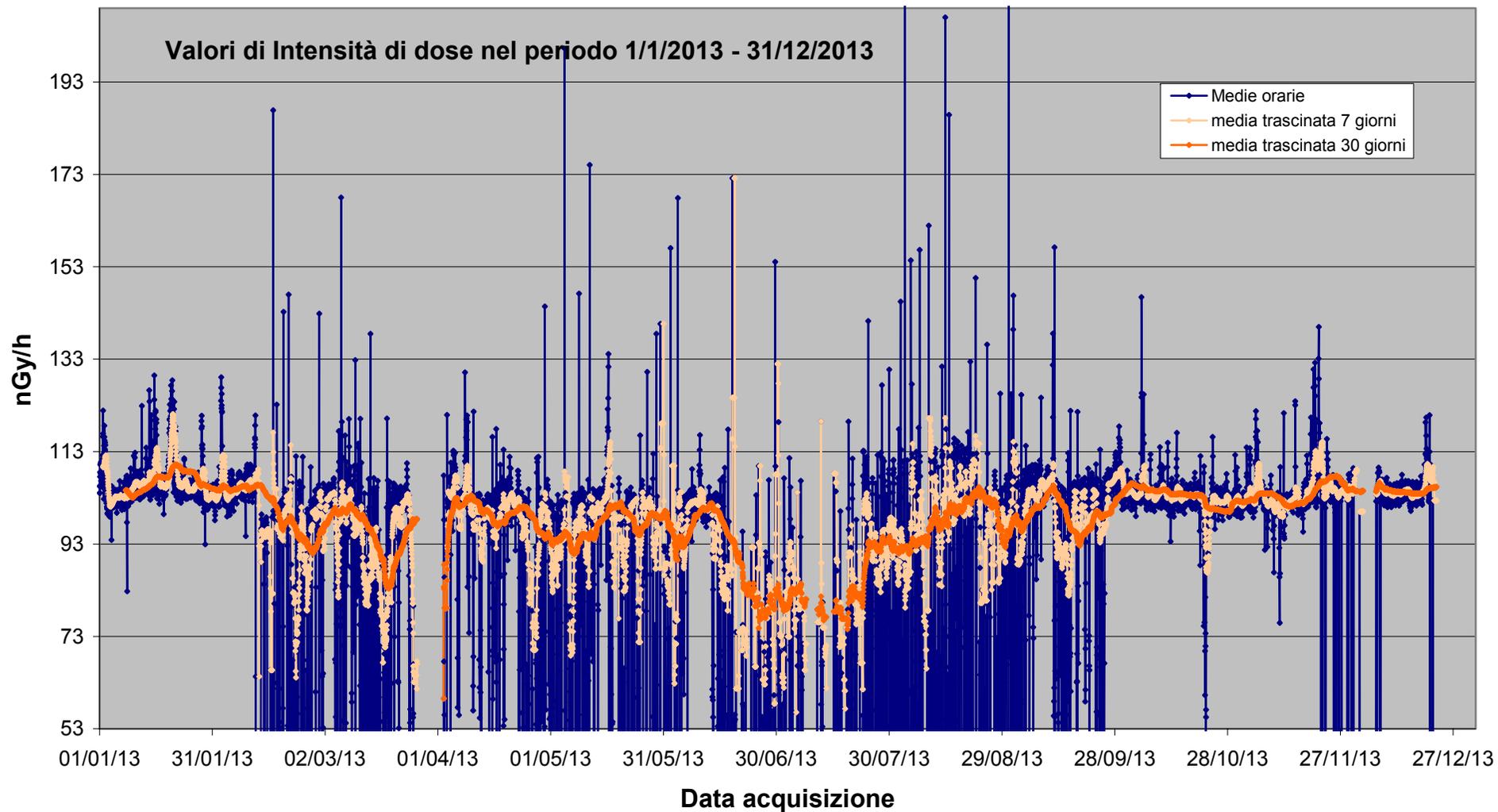


Fig. 83 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

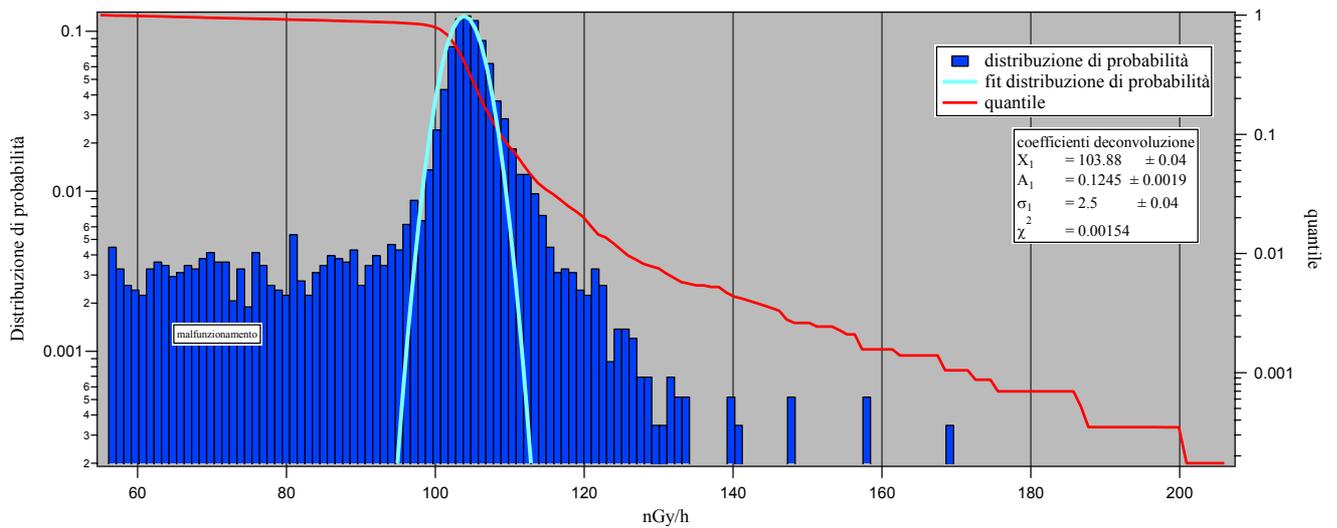


Figura 84 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una gaussiana.

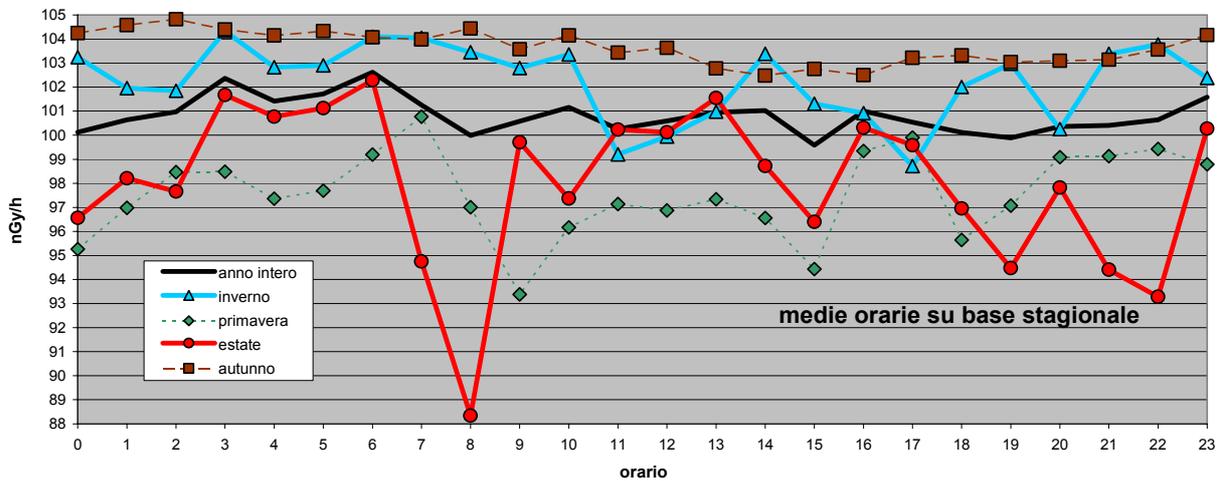


Figura 85 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

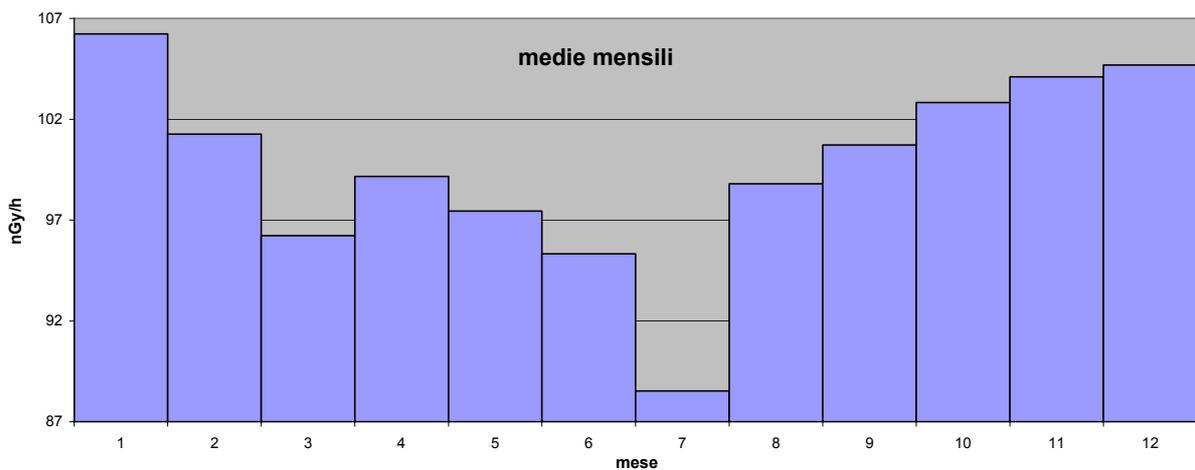


Figura 86 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

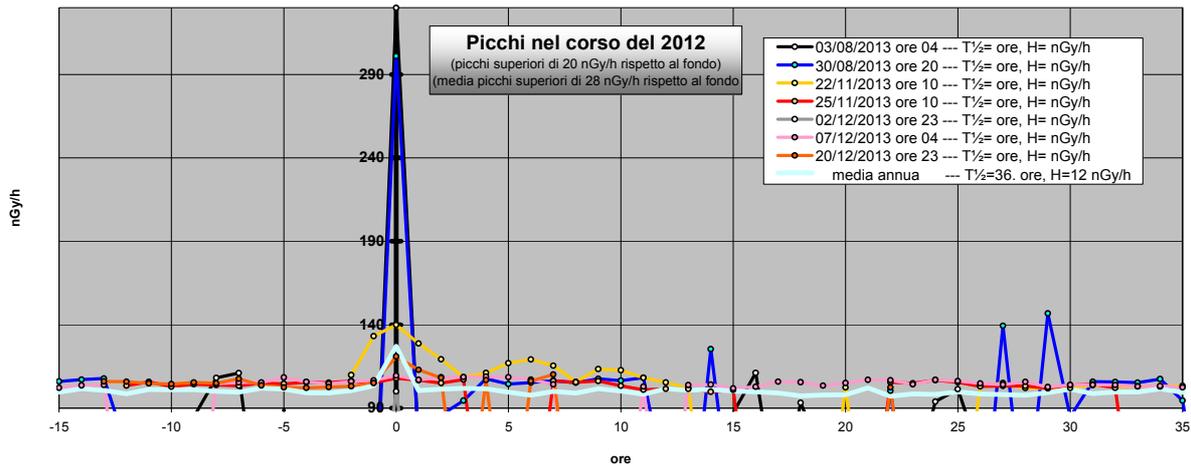


Figura 87 Profilo dei principali sette eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

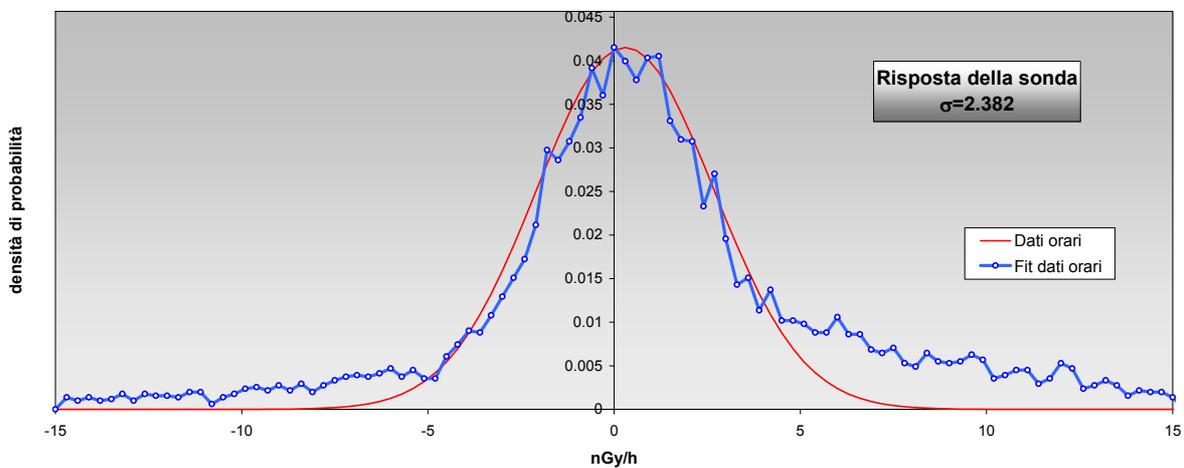


Figura 88 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

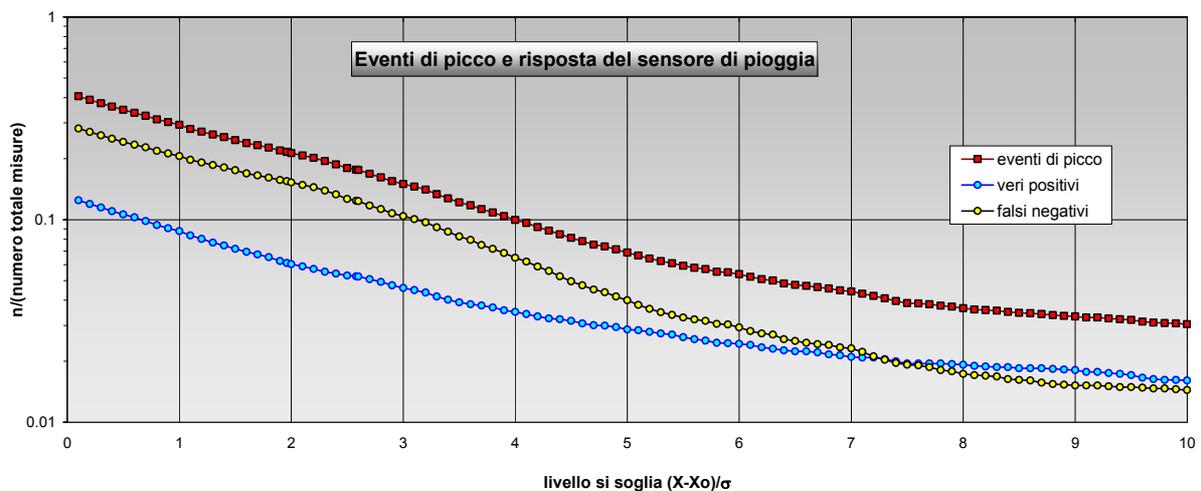
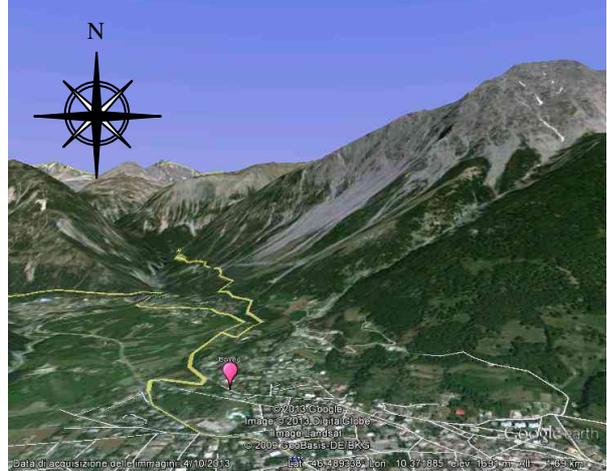
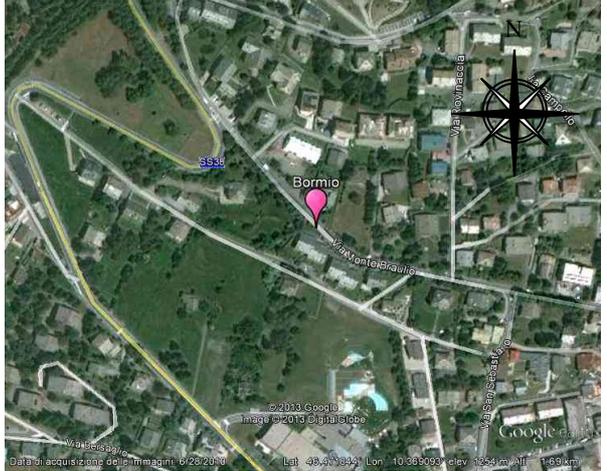


Figura 89 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

13. Stazione di Bormio

Anagrafica centralina

	
	
<p>Coordinate geografiche:</p>	<p>E010.3691, N46.4723</p>
<p>Altezza SLM:</p>	<p>1261</p>
<p>Indirizzo:</p>	<p>Via Monte Braulio 58</p>
<p>Comune:</p>	<p>Bormio</p>
<p>Provincia:</p>	<p>Sondrio</p>
<p>Regione:</p>	<p>Lombardia</p>
<p>CAP:</p>	<p>23032</p>
<p>Codice NUTS:</p>	<p>ITC44</p>
<p>Codice Ispra:</p>	<p>IT0077</p>
<p>Centralina ospitata presso:</p>	<p>Corpo forestale dello stato</p>

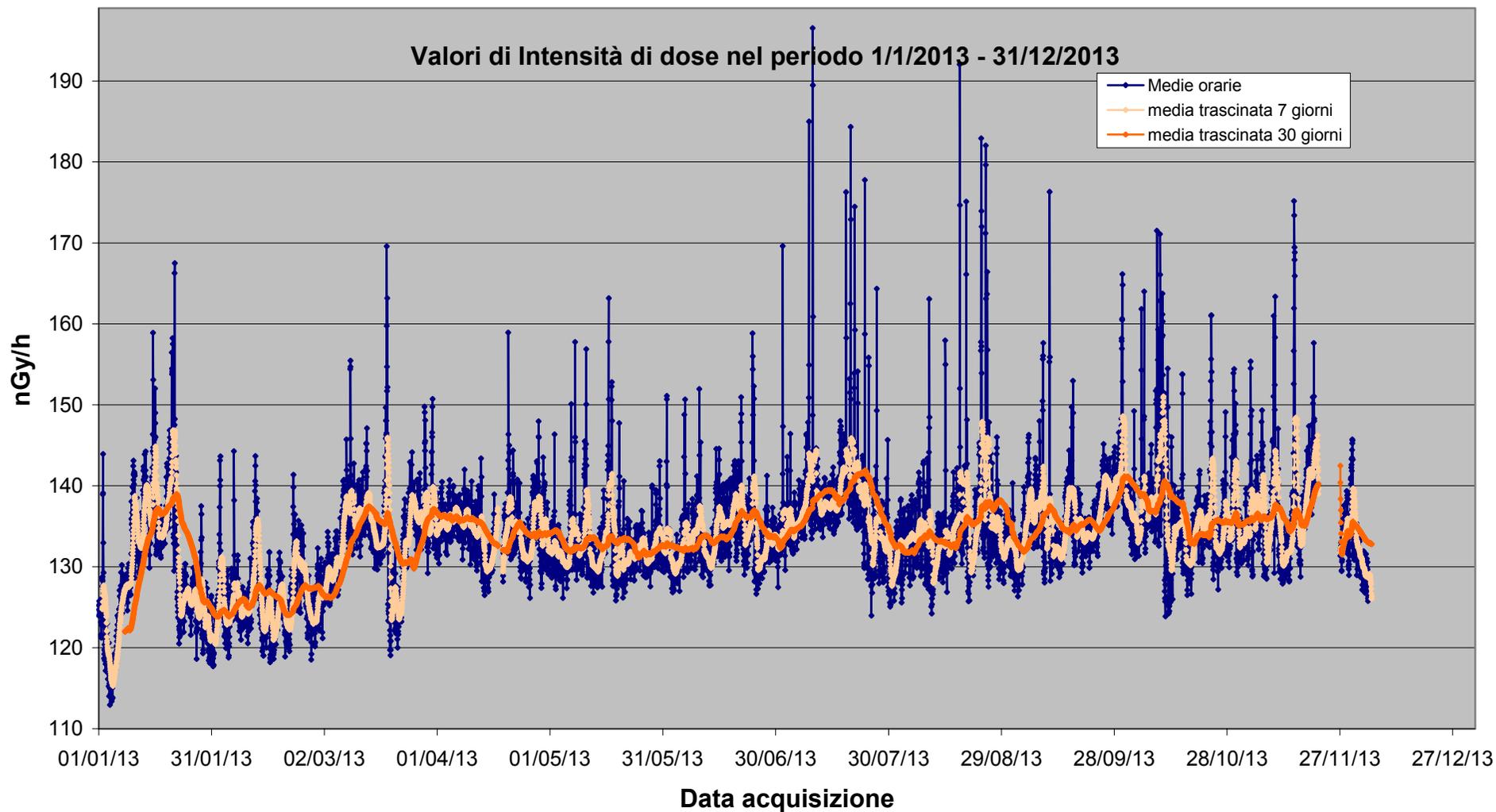


Fig. 90 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

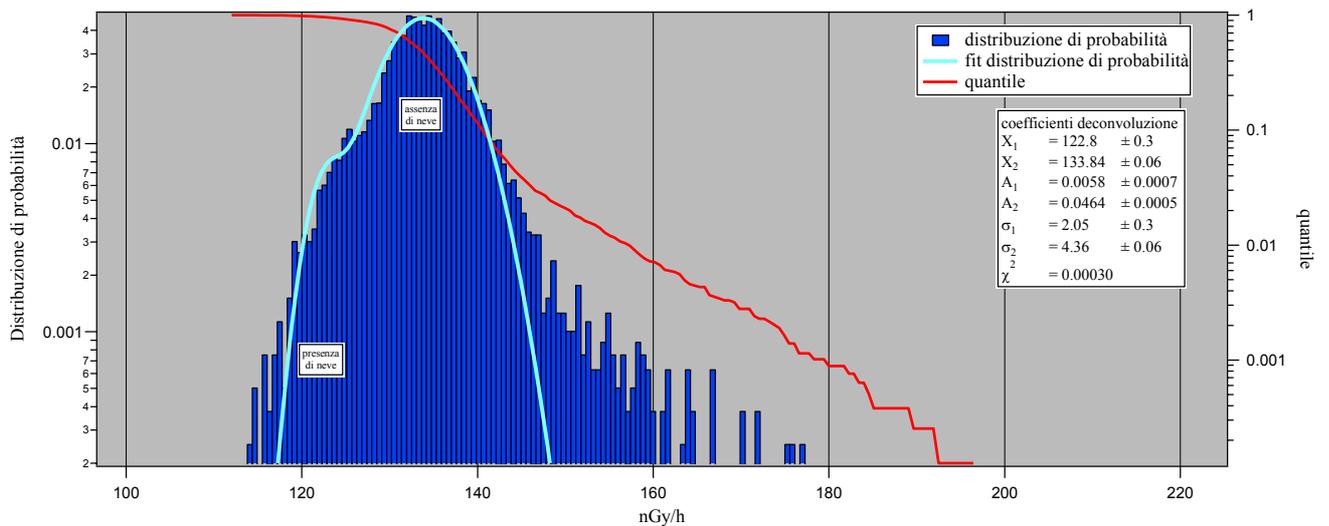


Figura 91 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane per tener conto dell'effetto di schermaggio del manto nevoso nel periodo invernale.

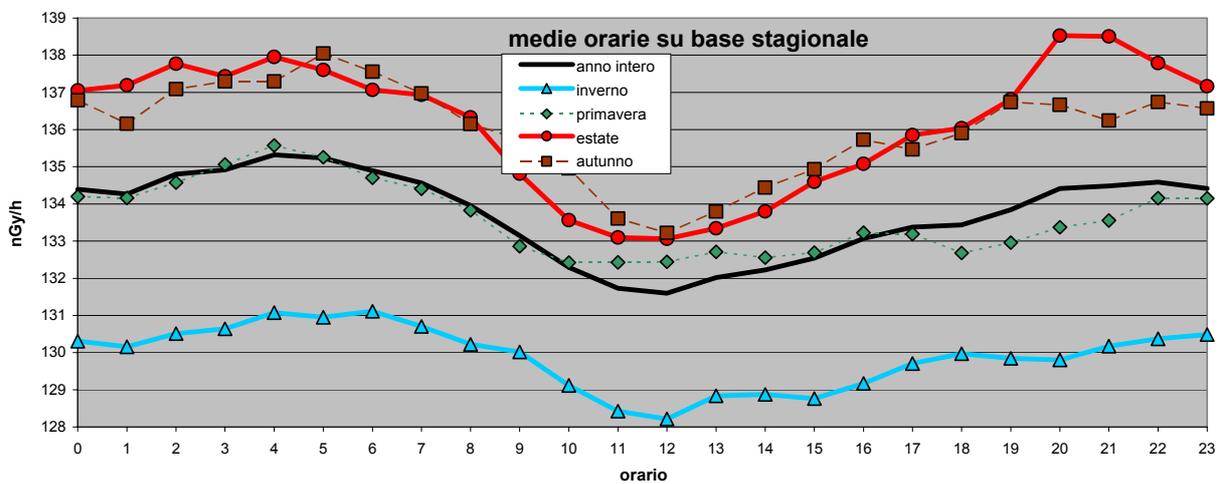


Figura 92 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

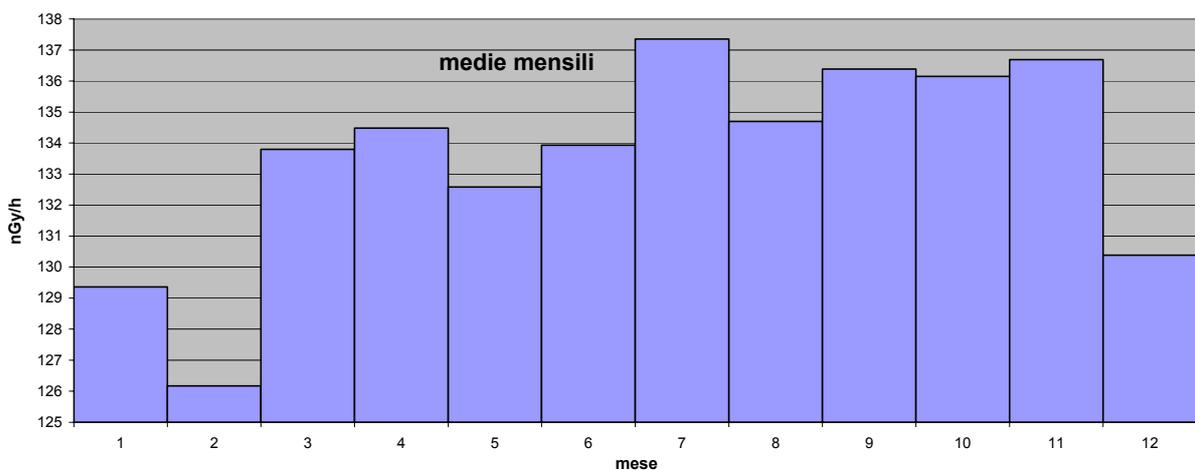


Figura 93 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

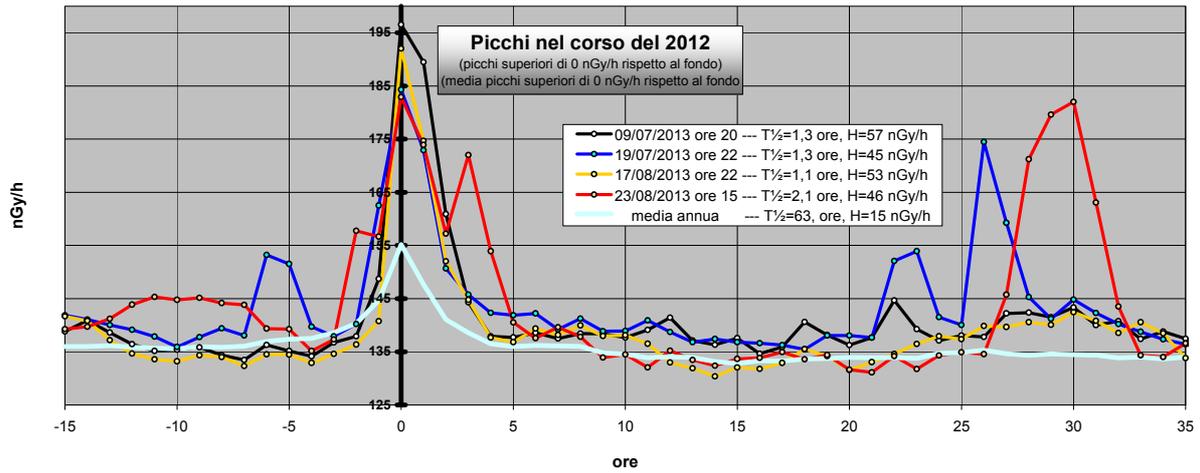


Figura 94 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

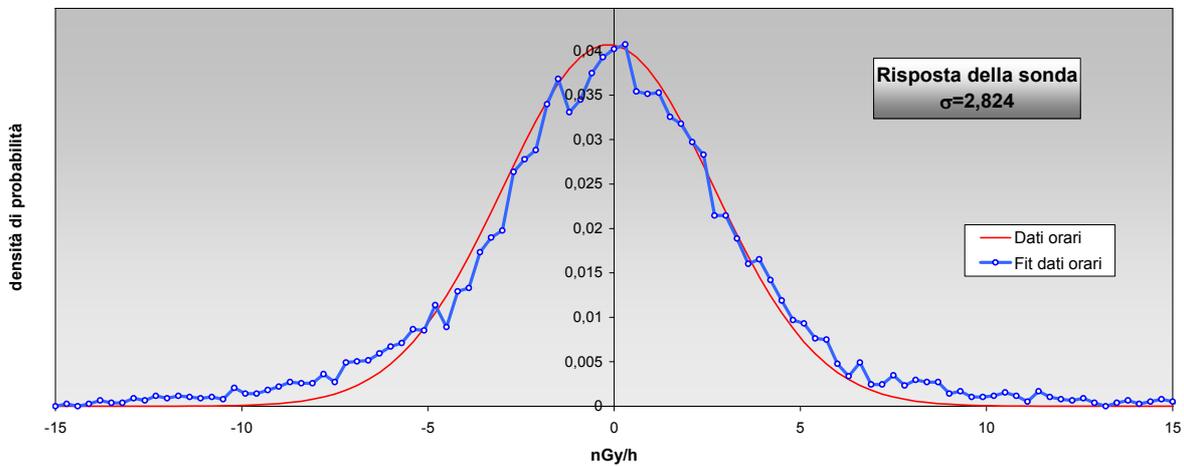


Figura 95 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

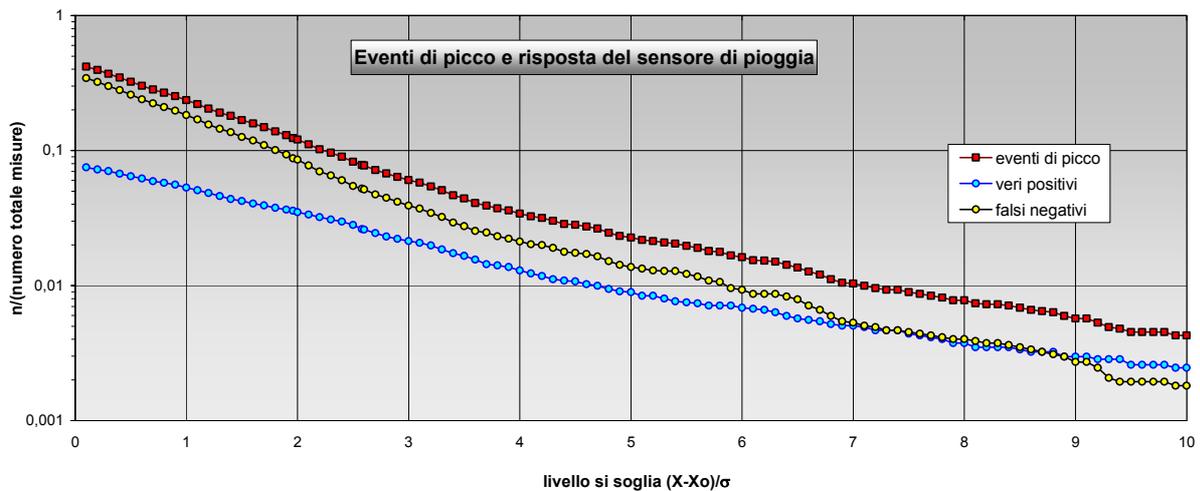
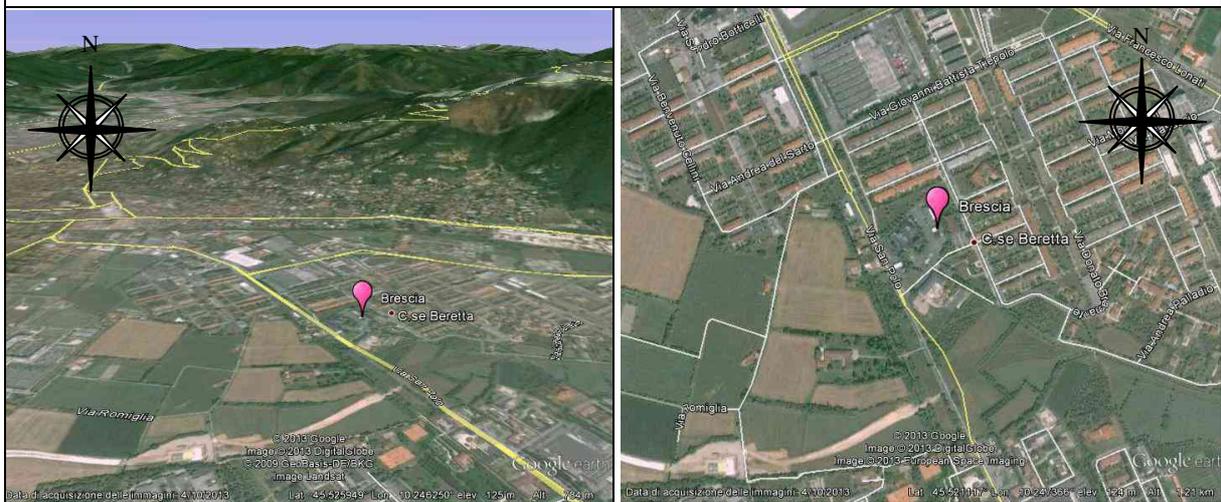


Figura 96 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

14. Stazione di Brescia

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche:	E010.2474, N45.5215
Altezza SLM:	125
Indirizzo:	Loc. San Paolo – via Donatello 202
Comune:	Brescia
Provincia:	Brescia
Regione:	Lombardia
CAP:	25100
Codice NUTS:	ITC47
Codice Ispra:	IT008
Centralina ospitata presso:	Corpo forestale dello stato

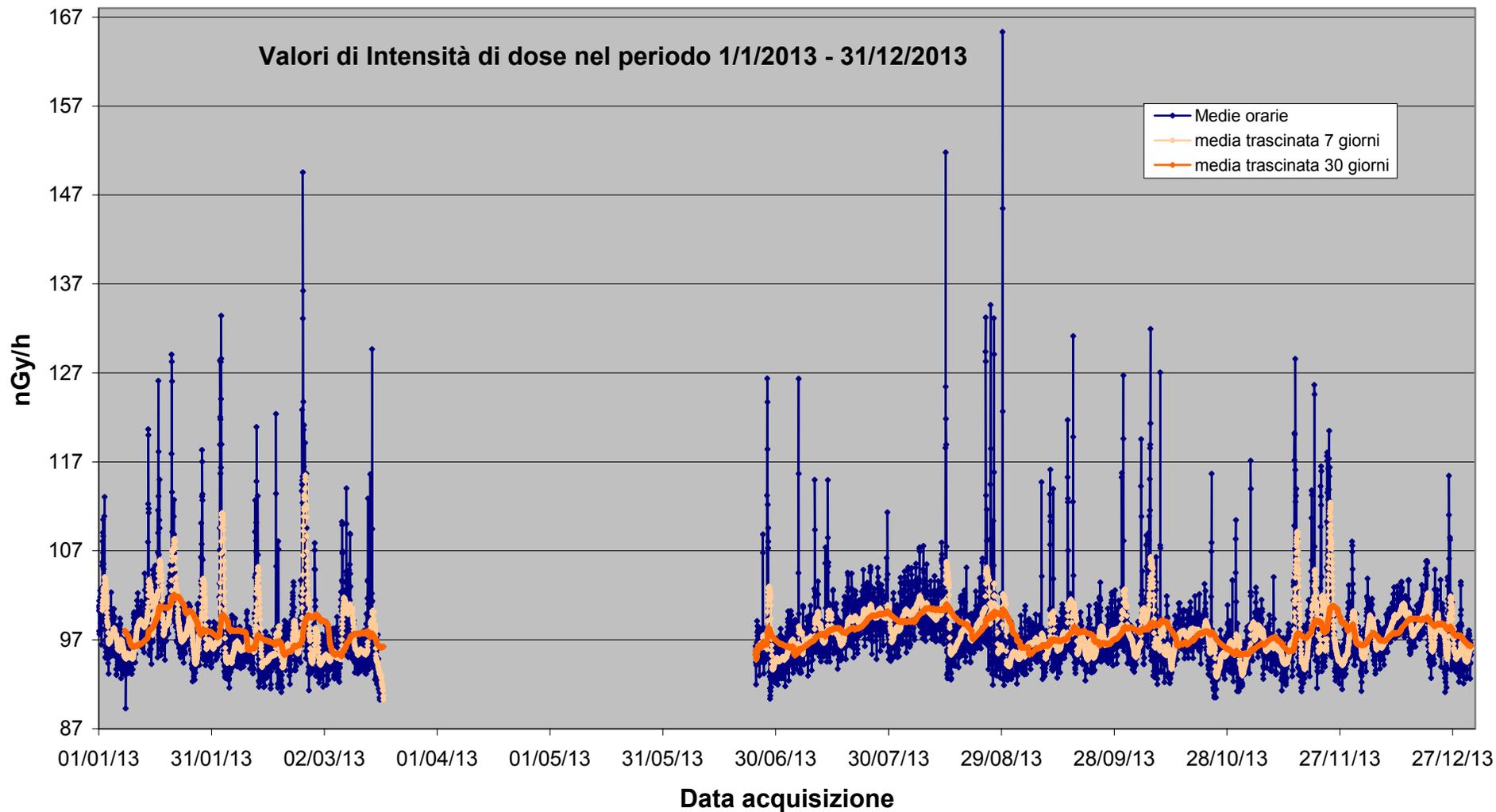


Fig. 97 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

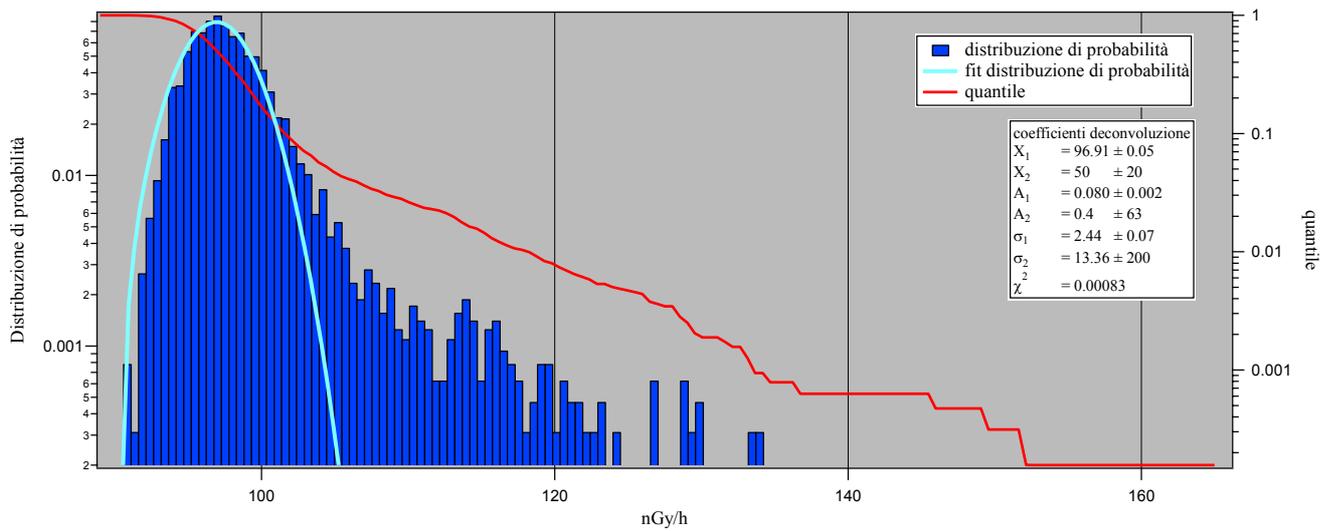


Figura 98 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane per tener conto del leggero drift nel segnale che si osserva nel periodo estivo.

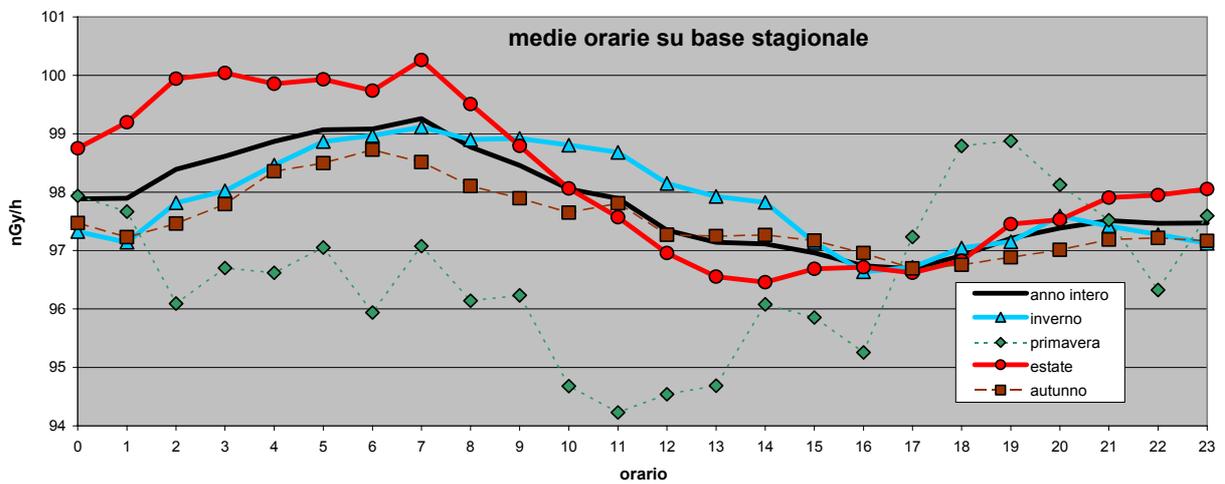


Figura 99 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

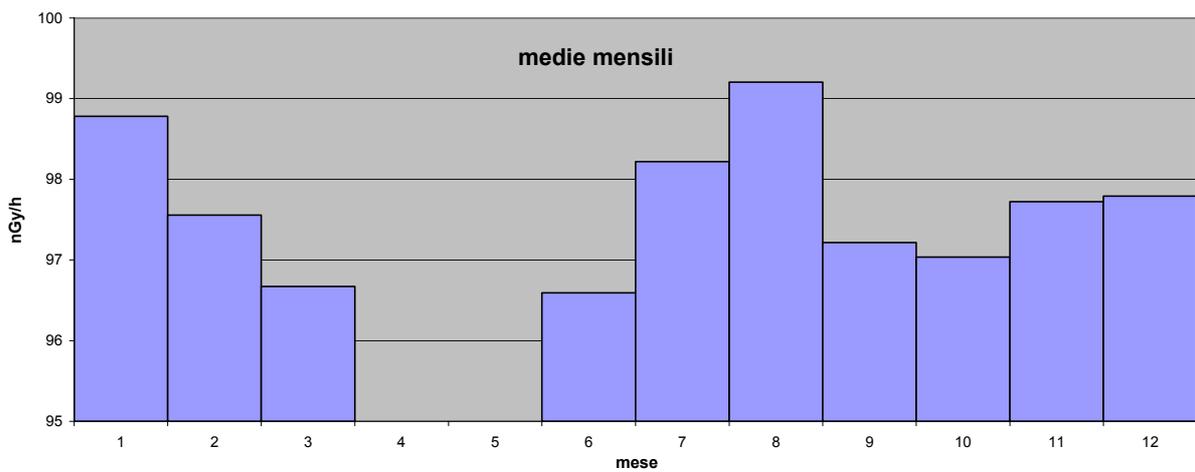


Figura 100 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

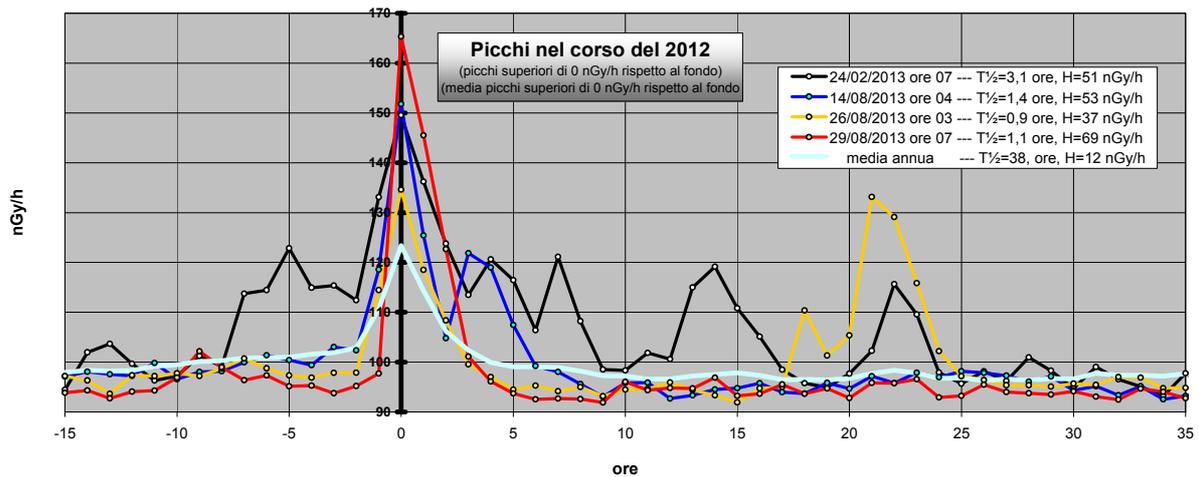


Figura 101 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

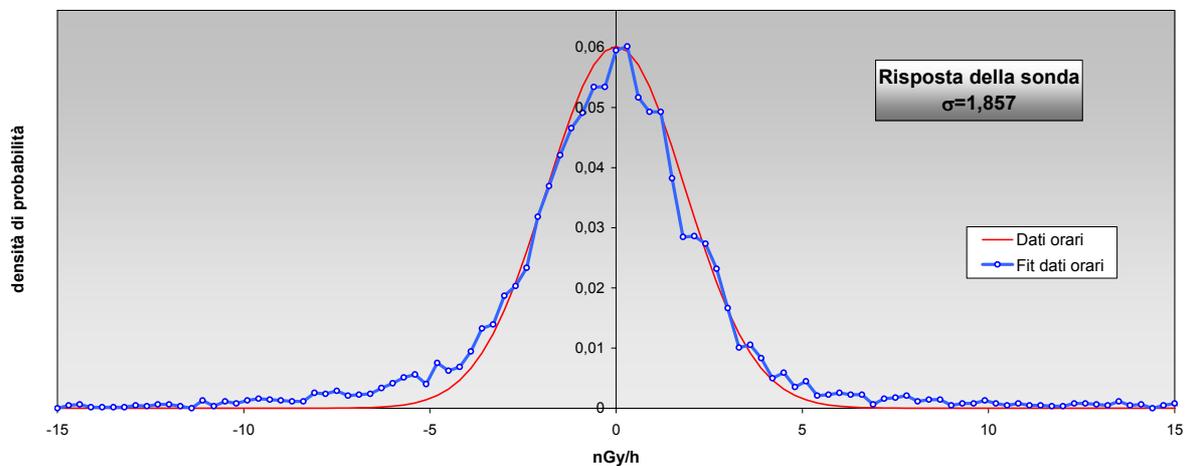


Figura 102 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

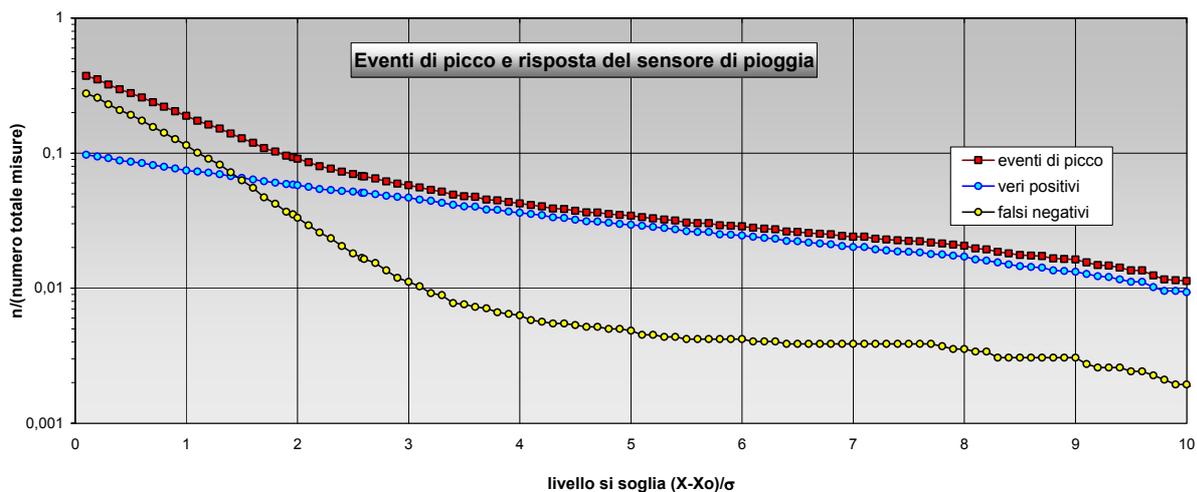


Figura 103 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.

15. Stazione di Cagliari

Anagrafica centralina



Coordinate geografiche	E009.1478, N39.1969
Altezza SLM	7
Indirizzo:	P.zza S.Bartolomeo,29
Comune:	Cagliari
Provincia:	Cagliari
Regione	Sardegna
CAP	08030
Codice NUTS	ITG28
Codice Ispra	IT0072
Centralina ospitata presso	Comando dei Carabinieri

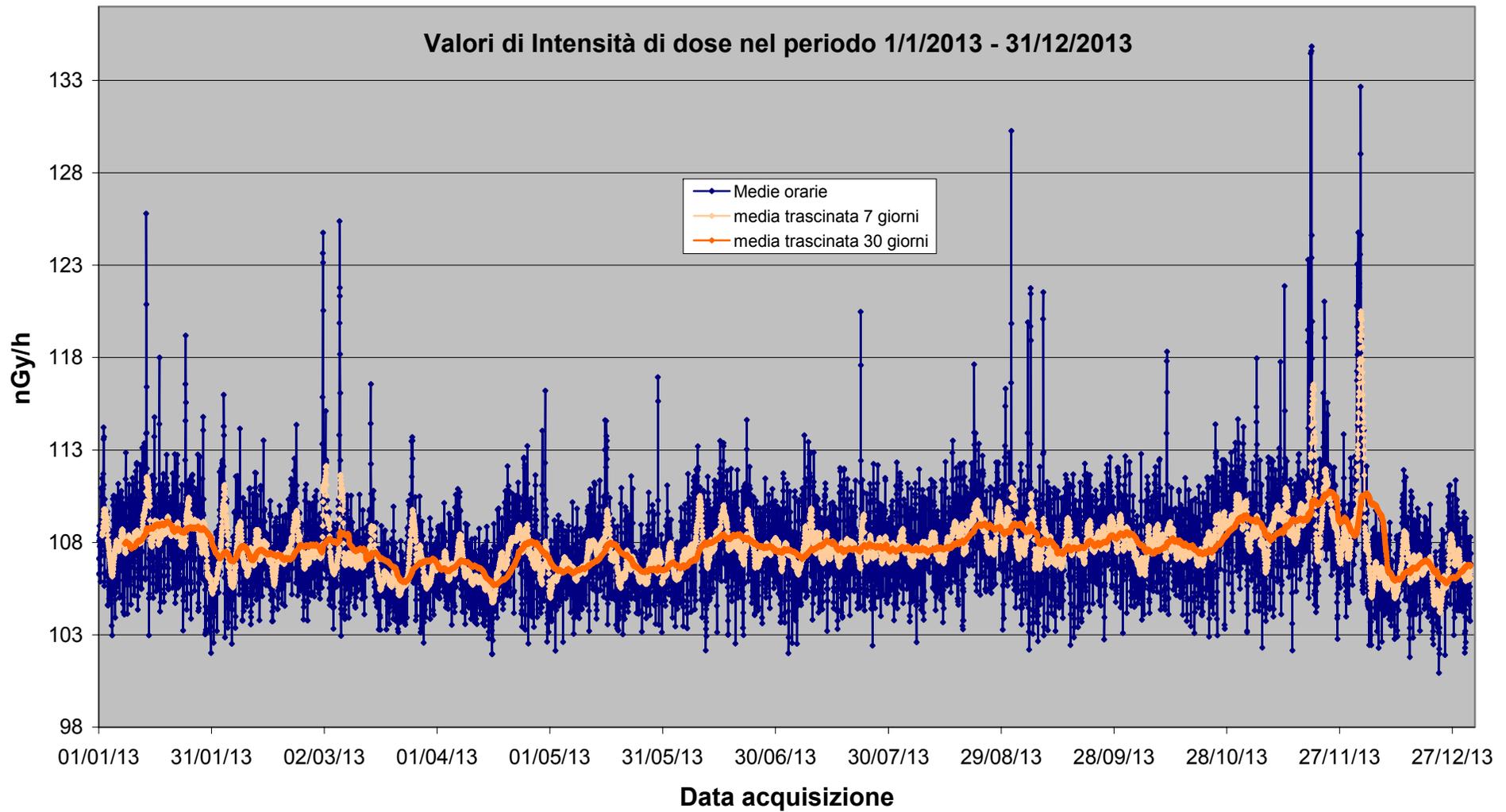


Fig. 104 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione).

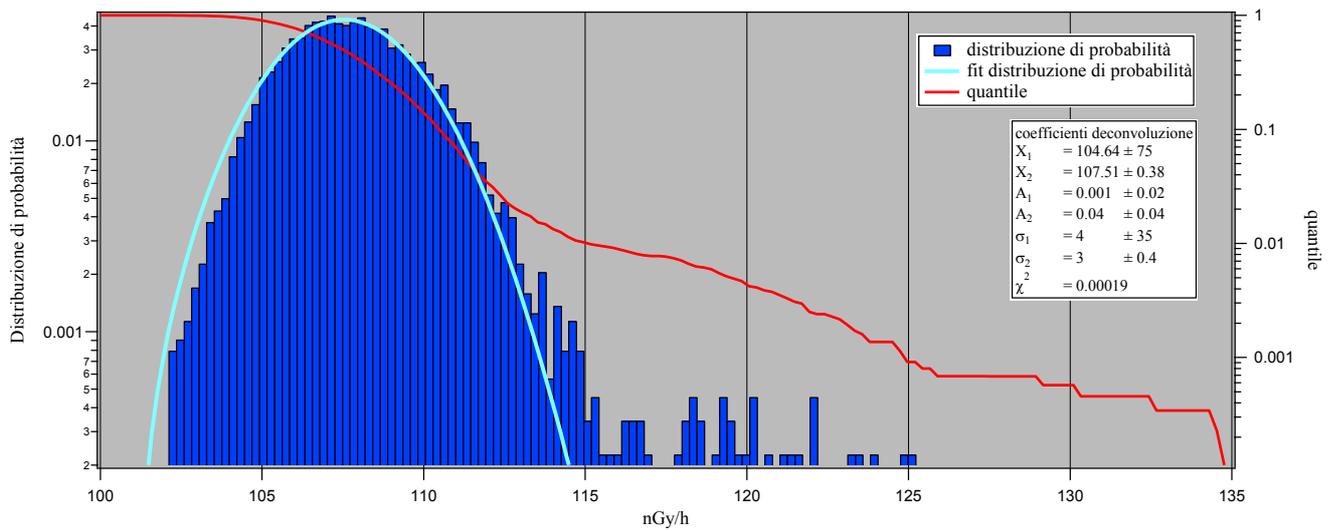


Figura 105 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane.

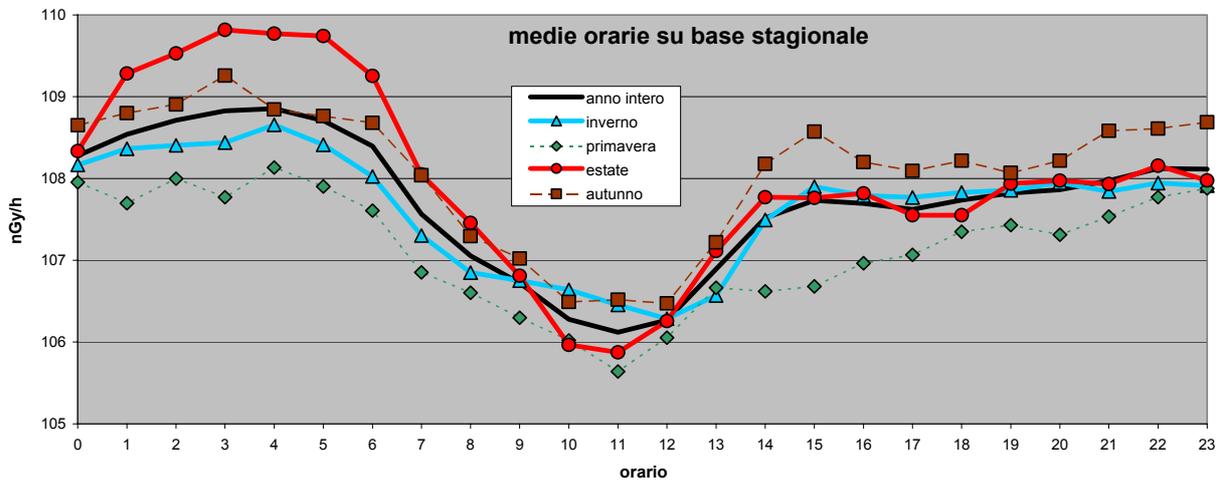


Figura 106 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale.

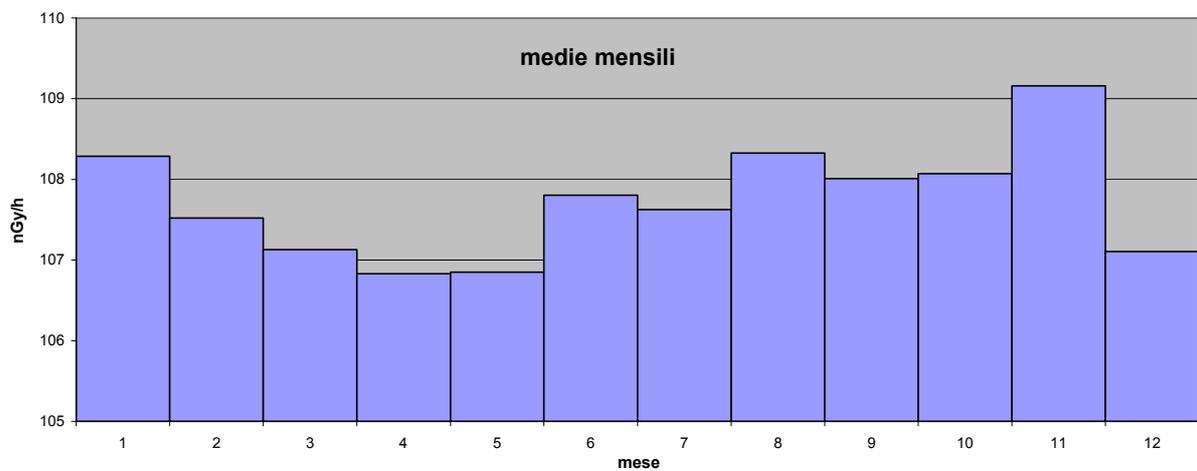


Figura 107 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

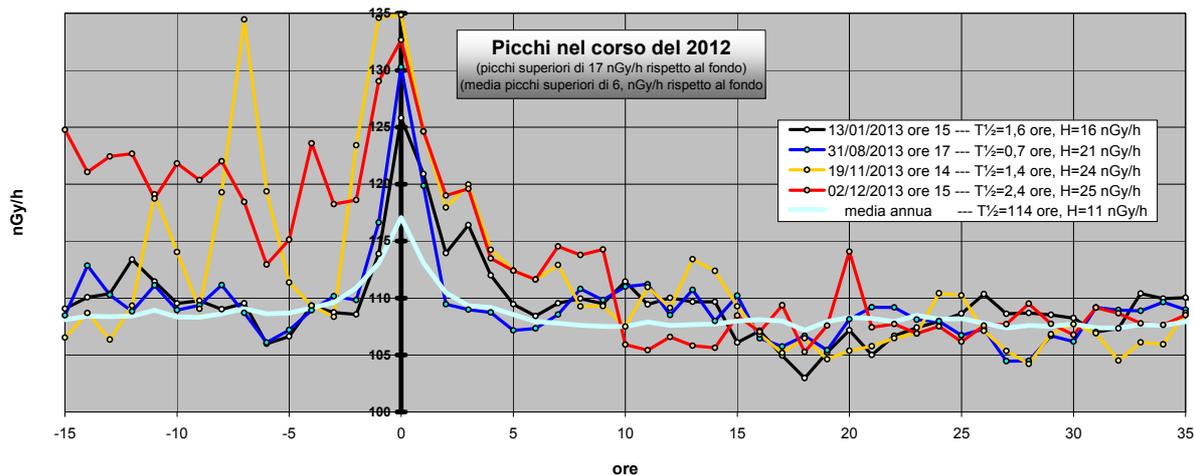


Figura 108 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, determinato attraverso la media trascinata su 7 giorni, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

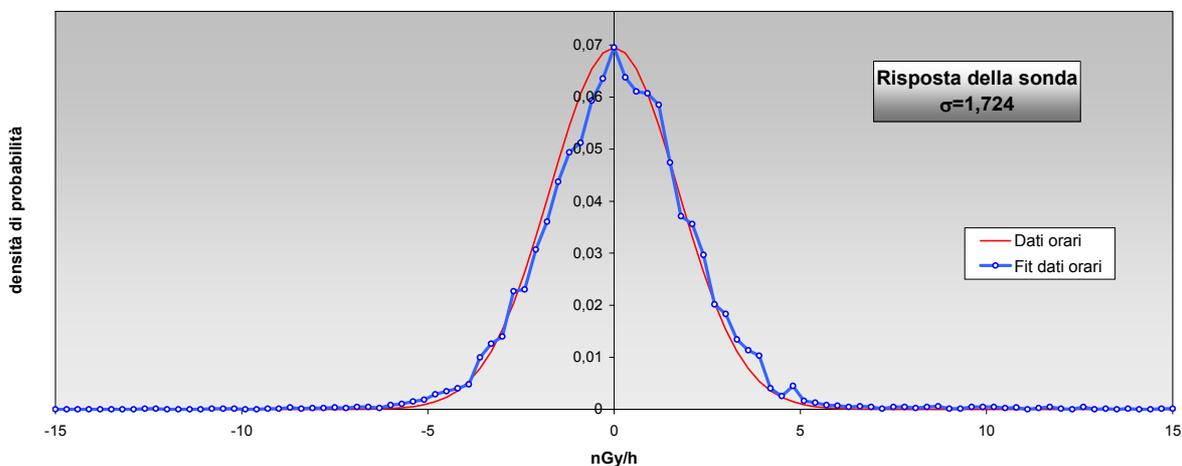


Figura 109 Risposta della sonda nel corso del 2013. Il grafico rappresenta la distribuzione di probabilità del segnale al quale è stato applicato un filtro passa-alto, sottraendo la media trascinata delle medie orarie delle ultime 24 ore. In questo modo si eliminano gli effetti dovuti alle fluttuazioni stagionali del fondo ambientale.

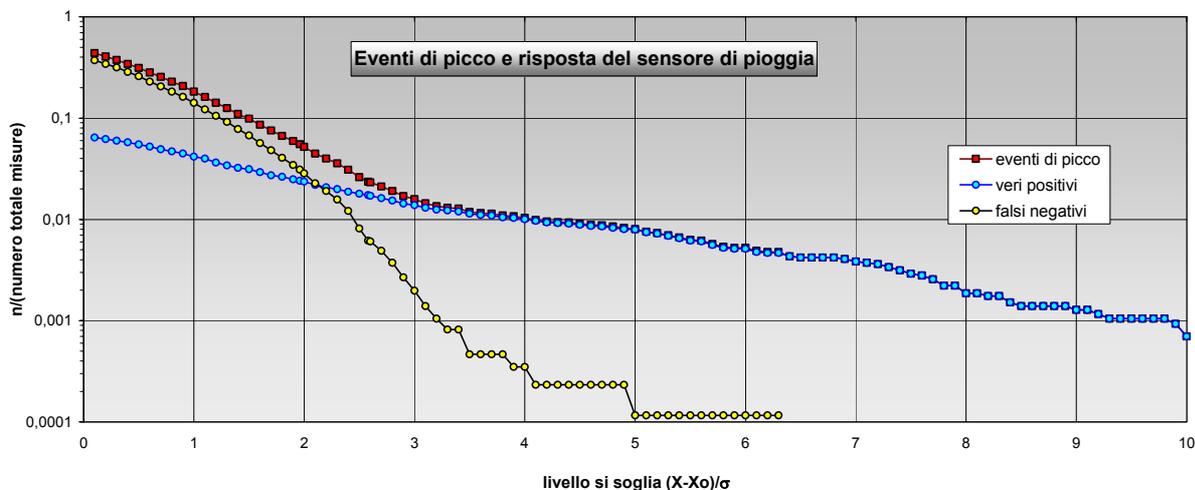


Figura 110 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità degli eventi attorno alla regione del massimo. I veri positivi sono ricavati confrontando gli eventi reali con gli eventi misurati dai sensori della pioggia. I falsi positivi si hanno quando, in presenza di un evento di picco, il sensore non fornisce eventi di pioggia.