



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 2012





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 2012

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 190/2014
ISBN 978-88-448-0639-2

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica
ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli
Foto di copertina: Centralina della Rete Gamma di Erice, sala Emergenze Ispra

Coordinamento editoriale:
Daria Mazzella
ISPRA – Settore Editoria

10/01/2014

Autori

Stefano Zennaro

Si ringraziano Paolo Zeppa e Mario Casciolo per il contributo fornito nella stesura del documento



INDICE

I. Introduzione	vi
II. Referenze.....	xvi
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. Stazione di Barge	37
11. Stazione di Bari.....	41
12. Stazione di 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 2012.

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 2012 al 31 dicembre 2012.

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.

L'ultimo 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 2012 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 2012, le seguenti situazioni degne di nota:

- Sono state dismesse le seguenti stazioni:
 - Cassano delle Murge (20/06/2012)
 - Gorizia (12/09/2012)
 - Martina Franca (21/06/2012)

La stazione di Gorizia, sita in Via Duchi d'Aosta 119 nel 2013 verrà spostata in via Gabrizio 69, presso la nuova rete di Gorizia dell'Arpa FVG.

- Sono state installate le seguenti stazioni:
 - Bari (18/12/2012)
 - Melfi (06/03/2012)

La centralina del punto di misura di Bari proviene dalla stazione dismessa di Cassano delle Murge.

- Sono stati effettuati degli interventi presso le seguenti stazioni e con le seguenti motivazioni:

1) per la riconfigurazione della EEPROM:

- Accettura (09/03/2012)
- Airola (06/03/2012 – 7/12/2012)
- Amelia (19/04/2012)
- Castel Volturno (23/06/2012)
- Cecina Marina (02/04/2012)
- Gorizia (13/09/2012)
- La Maddalena (30/07/2012)
- Lido di Venezia (07/05/2012)
- Massa Marittima (02/12/2012)
- Melfi (07/03/2012)
- Parma (09/05/2012)
- Poggio Moiano (19/11/2012)
- Pordenone (09/05/2012)
- Priverno (18/04/2012)
- San Cataldo (20/06/2012)

2) Per la sostituzione della sonda:

- Gorizia (09/05/2012)
- La Maddalena (30/07/2012)
- Melfi (21/12/2012)
- Monsampolo (11/09/2012)
- Poggio Moiano (31/10/2012)

3) per la sostituzione del modem digitale:

- Airola (07/12/2012)
- Priverno (30/11/2012)
- San Cataldo (21/06/2012)

4) altri tipi di interventi:

- Airola (07/12/2012 – sostituzione della CPU)
- Castel Volturno (23/06/2012 – sostituzione della batteria tampone)
- Massa Marittima (07/06/2012 – sostituzione del fusibile dell'alimentazione elettrica sulla scheda di protezione)

➤ Il sensore della pioggia risulta non funzionante per le seguenti stazioni:

- Cupone
- Merano
- Mondovì

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

➤ Per le stazioni di Melfi e di Poggio Moiano, nell'analisi dei dati, sono stati eliminati i punti nei quali si ha un aumento abnorme del segnale. Per la stazione di Melfi questi eventi si riscontrano con una certa periodicità nel primo dato della interrogazione giornaliera e sono dovuti probabilmente a problemi di natura elettronica, analisi a riguardo sono comunque in corso. Per la stazione di Poggio Moiano con un intervento sul campo si è evidenziato che i valori anomali misurati sono dovuti ad un malfunzionamento della sonda; la sonda verrà sostituita nei prossimi mesi.

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

➤ Nel 2012, nel periodo a cavallo tra gennaio e febbraio si sono riscontrate nel centro-sud delle precipitazioni nevose di notevole intensità anche a bassa quota. Lo schermaggio delle radiazioni di origine terrestre dovuto al manto nevoso ha comportato, in concomitanza

delle nevicate, una diminuzione del rateo di dose medio rilevato. Il fenomeno è stato osservato per le seguenti stazioni:

- Agnone
- Auronzo di Cadore
- Bormio
- Casacalenda
- Casale Monferrato
- Cascia
- Castel del Monte
- Cittareale
- Cupone
- Ferrara
- Fiuminata
- Magliano dei Marsi
- Marina di Ravenna
- Mondovì
- Mongiana
- Monsampolo
- Ponte in Valtellina
- Stazzano
- Tarvisio
- Tuscania
- Villa Potenza

Si è osservata una diminuzione del segnale meno marcata nel periodo autunnale-invernale, imputabile probabilmente anche questa alla presenza di neve, da parte delle seguenti stazioni:

- Ansedonia
- Bagni di Lucca
- Parma
- Pavia
- Pescara
- Pian del Cansiglio
- Vergiate
- Villa Potenza

Per la distribuzione di probabilità di queste stazioni è stato effettuato un fit con la somma di due gaussiane, una che fitta la distribuzione nella situazione di assenza di copertura di manto nevoso ed una gaussiana che fitta la distribuzione di probabilità quando è presente la neve.

In alcuni casi la distribuzione di probabilità è particolarmente strutturata a causa della variazione dello spessore del manto nevoso nel corso della stagione invernale. In questo caso il fit è stato effettuato usando un numero di gaussiane maggiore di due.

Questa situazione si è presentata per le seguenti stazioni:

- Agnone
- Castel del Monte
- Cupone
- Mongiana
- Stazzano
- Tarvisio

La differenza tra il rateo di kerma in aria medio misurato nel periodo in cui c'è la copertura del manto nevoso ed il periodo in cui la neve è assente fornisce i valori riportati nella Tab. 1. I valori medi considerati per calcolare la differenza sono dati dal valore del centroide delle 2 gaussiane utilizzate per fittare la distribuzione di probabilità del segnale. In caso di drift del segnale è stata utilizzata la gaussiana che fitta il segnale in assenza di drift e nel caso la copertura di manto nevoso subisca delle variazioni nel corso della stagione fredda è stata usata la gaussiana che fitta il segnale nel periodo di copertura massima

Stazione	$\Delta \bar{K}$ (nGy/h)
Agnone	18.3 ± 0.6
Ansedonia	5.3 ± 0.3
Auronzo di Cadore	8.5 ± 0.3
Bagni di Lucca	3 ± 0.9
Bormio	16 ± 0.1
Casacalenda	7.5 ± 0.3
Casale Monferrato	11.9 ± 0.2
Cascia	8.7 ± 0.4
Castel del Monte	16 ± 0.3
Cittareale	7.58 ± 0.05
Cupone	64 ± 0.2
Ferrara	7 ± 0.5
Fiuminata	7.1 ± 0.2
Magliano dei Marsi	46.6 ± 0.2
Marina di Ravenna	9.6 ± 0.2
Mondovì	12.05 ± 0.01
Mongiana	29 ± 9
Monsampolo	10.2 ± 0.7
Parma	4.6 ± 0.2
Pavia	7.4 ± 0.2
Pescara	7.8 ± 0.3
Pian del Cansiglio	6.8 ± 0.3
Ponte in Valtellina	11.7 ± 2
Stazzano	16.6 ± 0.2
Tarvisio	15.8 ± 0.8
Tuscania	31.1 ± 8
Vergiate	3.8 ± 0.5
Villa Potenza	10.5 ± 0.4

Tab. 1 Diminuzione del segnale delle sonde dovuto alla copertura del manto nevoso in periodo invernale

➤ 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 e per le quali, analizzando le medie mensili, si ha una differenza tra il valore minimo e massimo delle medie superiore ai 5 nGy/h (escludendo i mesi nei quali si ha la copertura del manto nevoso), sono le seguenti:

- Airola
- Amelia
- Ansedonia
- Aosta
- Barge
- Borghetto di Vara
- Brescia
- Cecina Marina
- Crotone
- Cupone
- Fagagna
- Ferrara
- Magliano dei Marsi
- Melfi
- Merano
- Mongiana
- Pisciotta
- Poggio Moiano
- Polla
- Ponte in Valtellina
- Pordenone
- Priverno
- Rocchetta Nervina
- Stazzano
- Tuscania
- Vergiate
- Vicenza

Per la stazione di Crotone c'è stato un distacco per motivi tecnici dell'alimentazione elettrica, cosa che ha provocato leggero cambiamento nella risposta del Geiger.

Un analogo problema si è presentato per la stazione di Polla.

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 valore medio del fondo misurato. E' in corso di valutazione se questo drift, oltre che alla variazione della concentrazione di radon al suolo nei diversi periodi dell'anno, possa essere dovuto anche ad una non completa compensazione degli effetti termici da parte dell'elettronica di controllo.

- 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 10 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 seguenti stazioni: Cupone, Melfi, Mongiana, Pisciotta, Polla, Rocchetta Nervina, Stazzano, 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.
- Per le seguenti stazioni si riscontrano dei picchi del rateo di Kerma in aria superiori del 70% rispetto al fondo medio mensile:

	Inizio evento	Fine evento
Auronzo di Cadore	12/05/2012 – 19.00	12/05/2012 – 20.00
	30/07/2012 – 18.00	30/07/2012 – 18.00
	16/08/2012 – 13.00	16/08/2012 – 14.00
	12/09/2012 – 15.00	12/09/2012 – 15.00
	28/10/2012 – 01.00	28/10/2012 – 02.00
Fagagna	31/08/2012 – 13.00	31/08/2012 – 13.00
	19/09/2012 – 11.00	19/09/2012 – 12.00
	01/10/2012 – 00.00	01/10/2012 – 01.00
Magliano dei Marsi	10/09/2012 – 15.00	10/09/2012 – 15.00
Monsampolo	10/02/2012 – 20.00	10/02/2012 – 20.00
Pescara	14/09/2012 – 06.00	14/09/2012 – 06.00
Petacciato Scalo	30/01/2012 – 10.00	30/01/2012 – 10.00
	20/11/2012 – 16.00	20/11/2012 – 17.00
Pordenone	13/05/2012 – 00.00	13/05/2012 – 00.00
	11/11/2012 – 05.00	11/11/2012 – 05.00
Rovereto	06/07/2012 – 05.00	06/07/2012 – 05.00
	24/09/2012 – 16.00	24/09/2012 – 16.00
Tarvisio	12/05/2012 – 21.00	12/05/2012 – 22.00
	12/09/2012 – 16.00	12/09/2012 – 18.00
	27/10/2012 – 22.00	27/10/2012 – 22.00
Vicenza	19/09/2012 – 21.00	19/09/2012 – 21.00
	28/10/2012 – 14.00	28/10/2012 – 14.00
Villa Potenza	06/03/2012 – 17.00	06/03/2012 – 17.00
	22/07/2012 – 18.00	22/07/2012 – 18.00
	14/09/2012 – 09.00	14/09/2012 – 09.00

Tab. 2 *Orari dei principali eventi di pioggia nel 2012 nei quali il rateo di kerma in aria ha superato del 70% il valore del fondo*

L'incrocio di questi valori con gli eventi di pioggia permette di stabilire che questi picchi sono dovuti al fenomeno del wash – out della componente naturale della radiazione presente nel particolato atmosferico.

- La percentuale dei dati orari validi inviati nell'anno 2012 dalle seguenti centraline è stata inferiore al 70%:
- Bari
 - Gorizia
 - La Maddalena
 - Parma
 - Poggio Moiano
 - Venezia Lido

Per le stazioni di nuova installazione, Melfi e Bari, nel calcolo della percentuale è stato considerato solo il periodo in cui le stazioni risultavano essere attive. Per la stazione di “La Maddalena” è stato considerato solamente il periodo dopo la sostituzione della sonda.

Per l'insieme delle centraline all'inizio di questo lavoro vengono riportate delle tabelle e dei grafici riassuntivi.

Nella Tab. 3 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 2012 è stata del 91.94%.

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 66%.

In Figura 4 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).

Rispetto alla interpolazione riportata nel 2011 ci sono delle differenze nel sud Italia a causa della cessazione di alcuni punti di misura (presenza di un ulteriore punto di misura (Melfi e Bari)).

Nella figura si può notare una notevole diversificazione del fondo ambientale di alcune regioni italiane rispetto al resto della penisola. A riguardo c'è da dire che i maggiori contributi al fondo ambientale provengono dalla geologia (le rocce di origine magmatica presentano una radioattività

maggior rispetto alle rocce sedimentarie) ed il contributo dovuto ai raggi cosmici (ad altezze maggiori aumenta il contributo dei raggi cosmici).

Nelle regioni centrali d'Italia c'è una consistente presenza di tufi e questo spiega i valori di fondo ambientale elevati che si riscontrano in alcune zone del versante Tirrenico del Centro Italia (Lazio e Campania).

In Nord Italia invece, sull'arco alpino, alcune centraline sono situate a delle altezze per le quali il contributo dei raggi cosmici comincia a farsi sentire per cui nell'interpolazione si riscontrano dei valori più elevati. A riguardo c'è comunque da dire che la geologia dell'arco alpino è molto complessa per cui a parità di altezza si possono avere delle misure di fondo alquanto diverse.

Nella zona della Calabria, dove le centraline sono situate a quote elevate a Mongiana e sul monte Cupone, si ha probabilmente un mix dei due effetti raggi cosmici – geologia del sito in cui sono ubicate le centraline.

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, alcuna centralina della Rete Gamma.

Bisogna comunque rimarcare, come ultima osservazione, che la figura fornisce dei comportamenti di massima. Infatti le centraline utilizzate per effettuare l'interpolazione sono relativamente poche rispetto all'estensione del territorio italiano ed alla sua complessità da un punto di vista geologico ed orografico.

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	139.7	106.3	2.4	100%
Accettura	– IT0040	87.1	129.0	80.8	3.1	80.6%
Agnone	– IT0063	103.6	132.5	81.2	5.1	98.5%
Airola	– IT0034	129.9	179.0	118.2	4.5	76.9%
Amelia	– IT0023	106.8	160.5	89.8	5.6	95.4%
Ansedonia	– IT0019	95.5	147.8	86.7	2.9	95.9%
Aosta	– IT0045	100.8	150.3	92.9	3.9	99.9%
Auronzo di Cadore	– IT0065	84.2	168.3	67.0	7.5	79.8%
Bagni di Lucca	– IT0063	93.6	125.8	84.8	3.6	98.6%
Barge	– IT0004	121.1	191.5	111.1	5.0	90.4%
Bari	– IT0082	55.7	72.5	55.8	2.8	2.1%
Borghetto di Vara	– IT0002	106.1	143.0	96.6	4.2	97.3%
Bormio	– IT0077	132.4	209.9	110.1	8.7	98.8%
Brescia	– IT0008	97.4	169.7	89.2	4.6	100%
Cagliari	– IT0072	108.2	135.3	101.7	2.4	100%
Casacalenda	– IT0033	97.4	127.1	85.4	3.0	100%
Casale Monferrato	– IT0006	90.2	141.0	73.3	5.1	100%
Cascia	– IT0022	92.4	128.2	76.4	4.2	99.6%
Castel del Monte	– IT0029	107.2	148.6	87.4	5.0	93.1%
Castel Volturno	– IT0035	109.5	157.0	100.8	3.7	88.5%
Cittareale	– IT0025	94.4	128.0	81.6	3.7	98.8%
Crotone	– IT0076	109.9	147.6	100.1	3.6	100%
Cupone	– IT0043	161.5	214.5	97.7	21.8	100%
Fagagna	– IT0067	105.4	211.9	94.9	6.6	99.3%
Ferrara Arpa	– IT0064	93.1	149.6	79.6	4.4	100%
Fiuminata	– IT0073	65.1	116.1	53.1	4.4	82.5%
Gorizia	– IT0068	85.3	135.3	78.0	3.5	97.86%
La Maddalena	– IT0061	131.5	164.2	105.9	5.1	100%
Magliano dei Marsi	– IT0030	139.5	274.7	87.0	13.2	100%
Maratea	– IT0041	94.2	141.4	88.0	2.9	97.9%
Marina di Ravenna	– IT0014	77.8	125.8	63.0	4.4	100%
Massa Marittima	– IT0018	70.9	113.5	65.3	2.7	77.3%
Melfi	– IT0081	173.8	236.5	159.9	5.9	98%
Merano	– IT0046	108.8	188.7	97.3	5.9	100.0%
Milano	– IT0078	85.9	141.3	77.5	4.4	99.6%
Mondovi	– IT0003	92.3	150.9	75.0	5.7	100.0%
Mongiana	– IT0044	116.8	146.0	76.8	8.4	88.3%
Monsampolo	– IT0075	90.2	153.6	73.8	4.6	76.67%
Montevarchi	– IT0015	87.6	120.9	81.1	2.8	95.7%
Parma	– IT0069	70.4	114.4	62.3	3.2	69.65%
Pavia	– IT0007	105.0	165.6	94.0	4.4	97.1%
Pescara	– IT0028	84.3	145.7	74.6	3.9	100%
Petacciato Scalo	– IT0031	69.0	133.4	63.3	3.6	100%
Pian del Consiglio	– IT0012	96.6	155.9	81.8	5.8	97.9%
Pisciotta	– IT0036	102.9	156.0	95.5	3.8	85.4%
Poggio Moiano	– IT0026	122.6	169.2	112.6	4.0	53.5%
Polla	– IT0042	125.5	173.9	84.2	15.9	98.9%
Ponte in Valtellina	– IT0010	131.7	218.2	111.6	6.3	100%
Pordenone	– IT0062	87.6	179.6	77.9	6.6	72.2%
Priverno	– IT0027	151.2	190.8	139.4	6.5	90.5%
Rocchetta Nervina	– IT0001	114.4	173.3	105.0	4.2	99.1%
Rovereto	– IT0047	75.9	140.0	67.7	4.6	67.5%
San Cataldo	– IT0039	77.8	126.0	70.7	3.8	71.3%
Stazzano	– IT0005	104.8	172.7	81.8	7.1	99.7%
Tarvisio	– IT0067	91.3	213.6	67.9	9.1	98.3%
Tuscania	– IT0070	208.0	258.3	164.7	10.3	77%
Venezia Lido	– IT0079	83.9	115.3	77.3	3.3	61.4%
Vergiate	– IT0009	122.0	167.3	110.3	4.8	97.3%
Vicenza	– IT0080	94.9	173.9	83.8	5.7	99.7%
Villa Potenza	– IT0074	72.0	153.6	56.0	5.0	99.7%
Totale 61 stazioni:						91.94%

Tab. 3 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

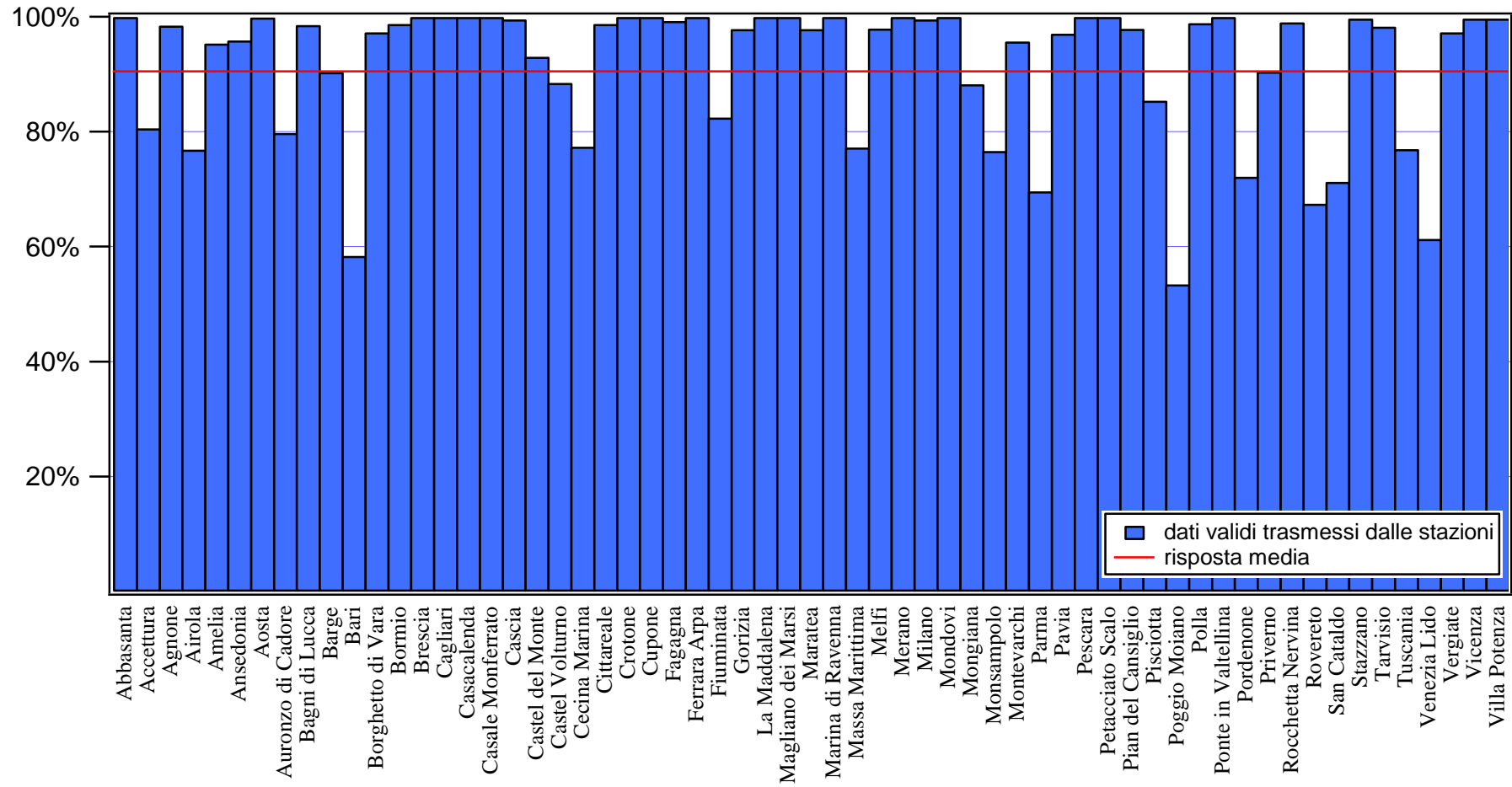


Figura 1 Percentuale di dati inviati dalle centraline sul totale di 8760 misure orarie annuali

Risposta dei sensori di pioggia

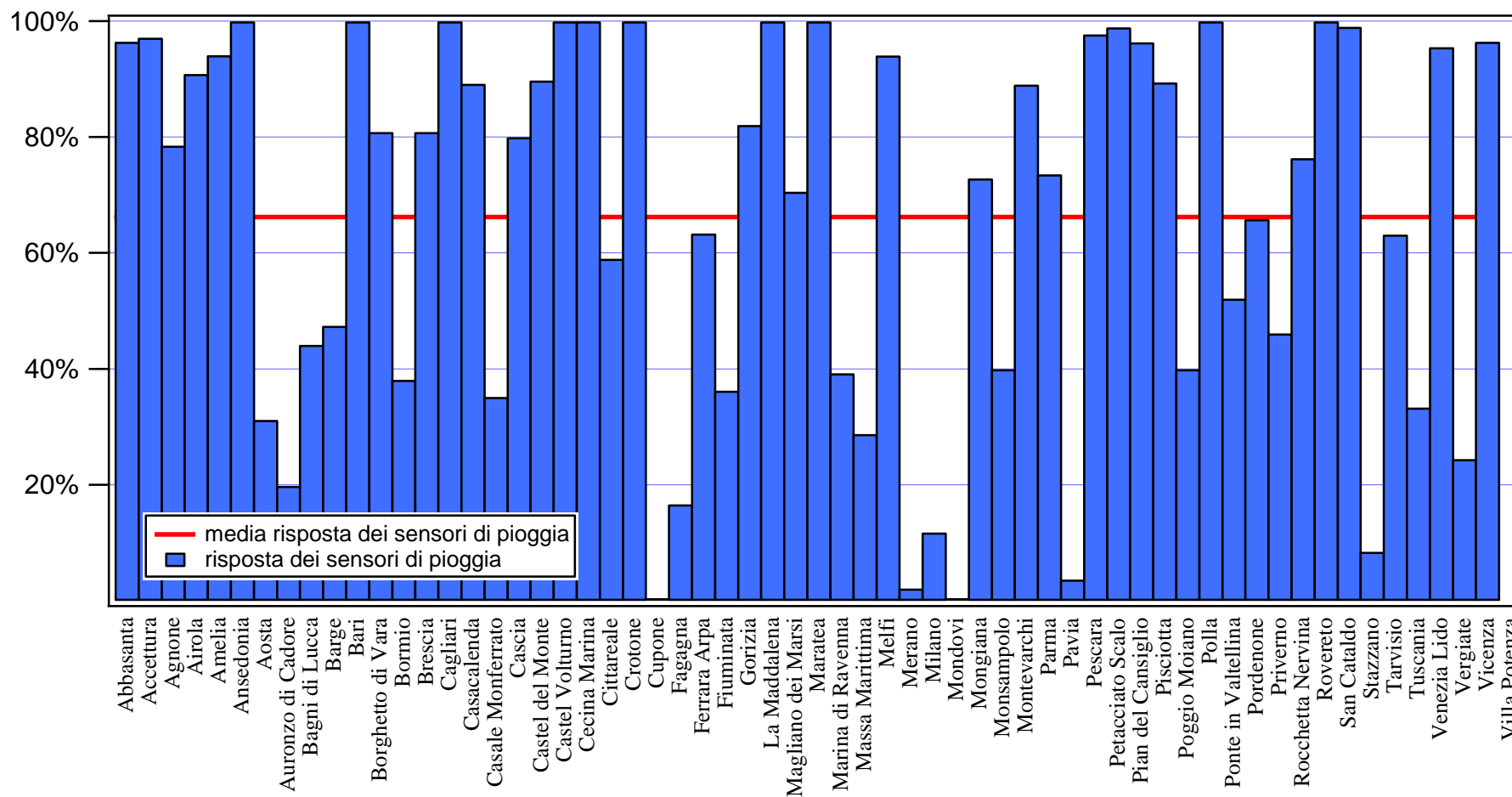


Figura 2 Risposta dei sensori di pioggia. Il grafico fornisce, in maniera sintetica, l'affidabilità dei sensori di pioggia. La percentuale riportata nel grafico è data dal rapporto degli eventi di pioggia, rilevati dai sensori di pioggia nel caso di eventi di picco, con gli eventi di picco. La soglia 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%.

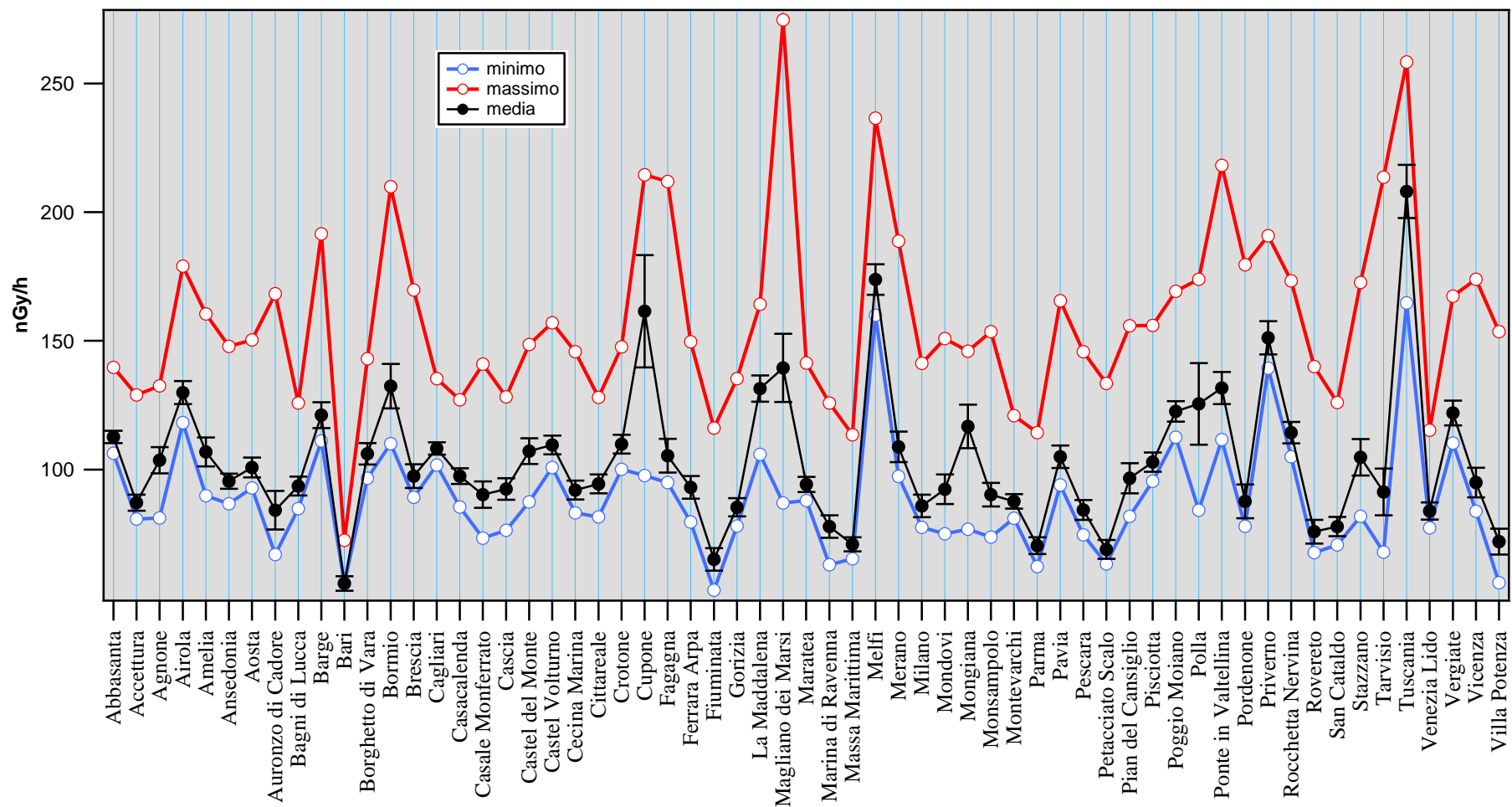


Figura 3 Valori massimi, minimi e medie annue misurate dalle centraline della Rete Gamma. In questi valori sono stati eliminati i periodi di malfunzionamento delle centraline

Situazione radiologica in Italia nel 2012.
 Medie del rateo di Kerma in aria misurate dalle centraline della Rete Gamma

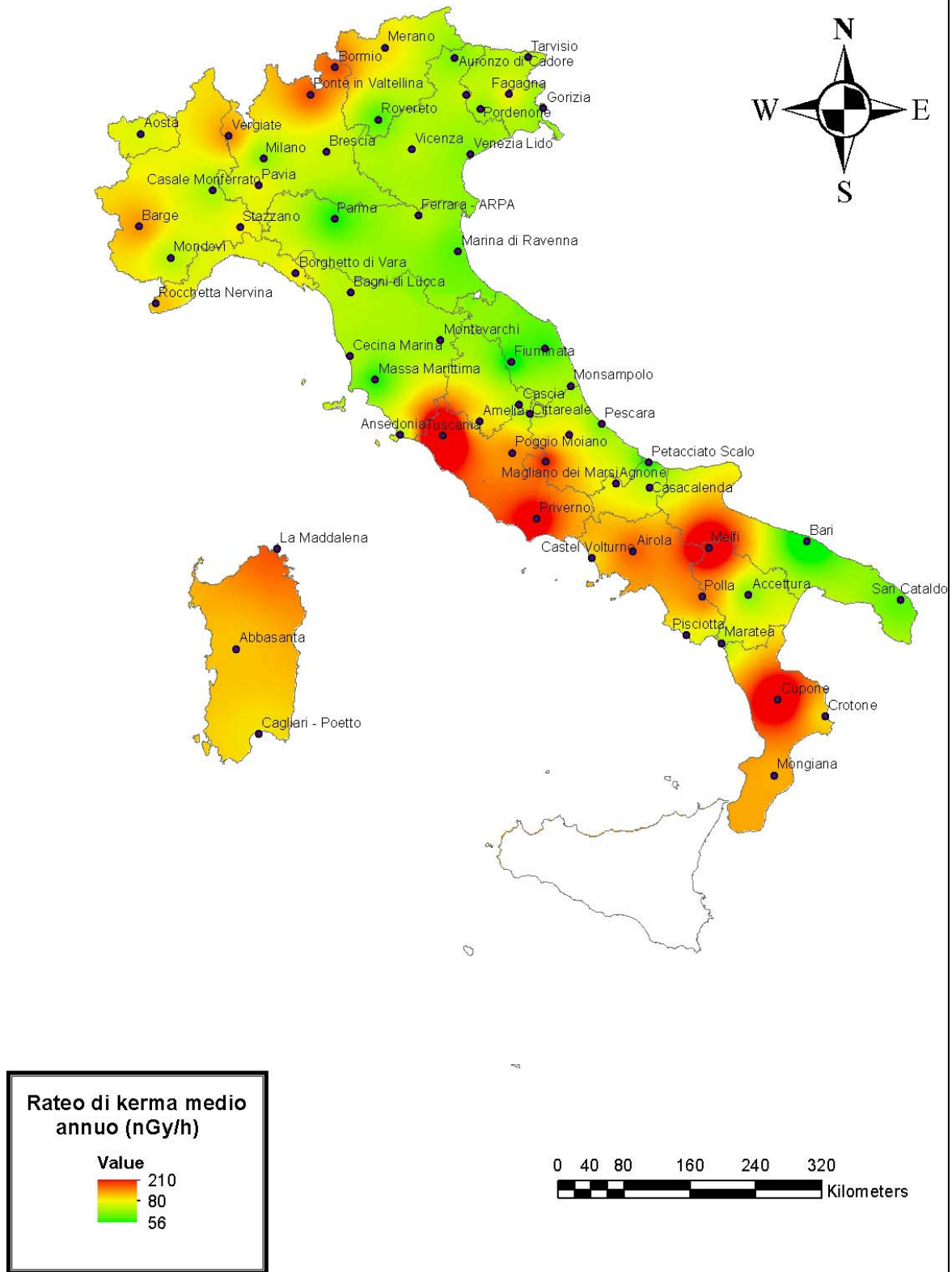
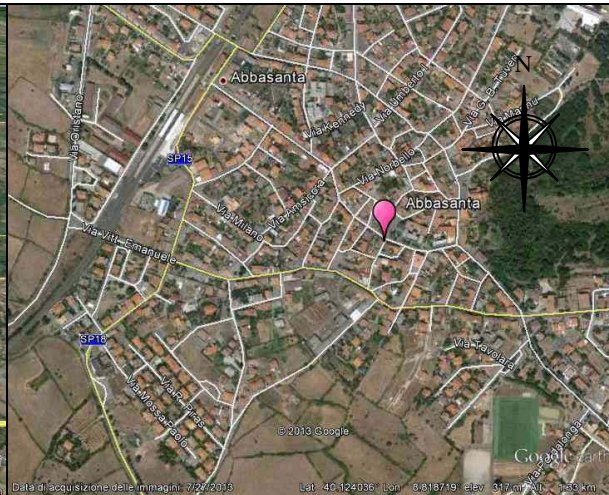
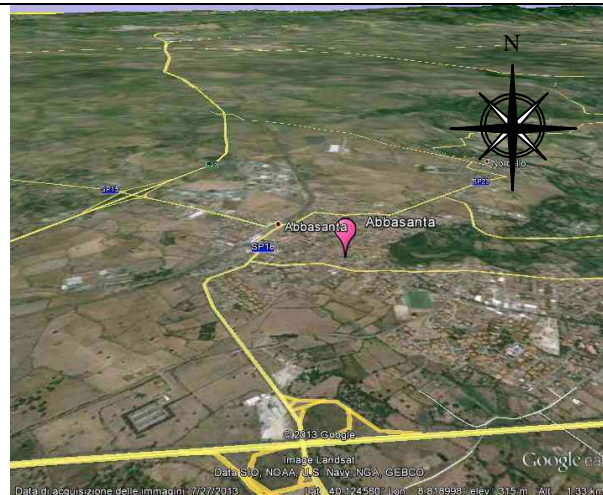


Figura 4 Distribuzione media annua del rateo di dose nel territorio italiano. L'immagine è stata ottenuta interpolando le medie annue dei valori misurati dalle centraline della rete gamma

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

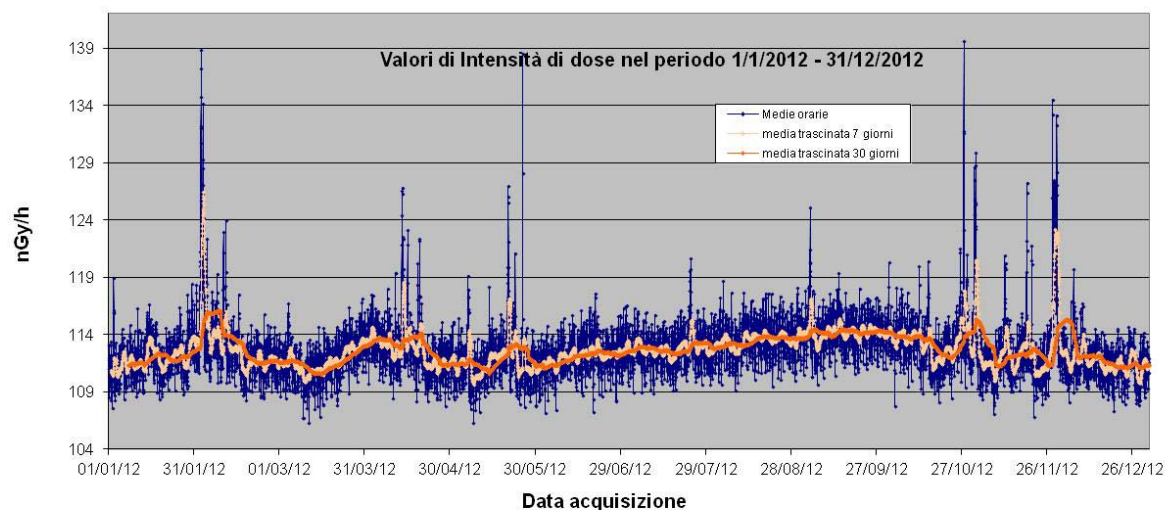


Fig. 5 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

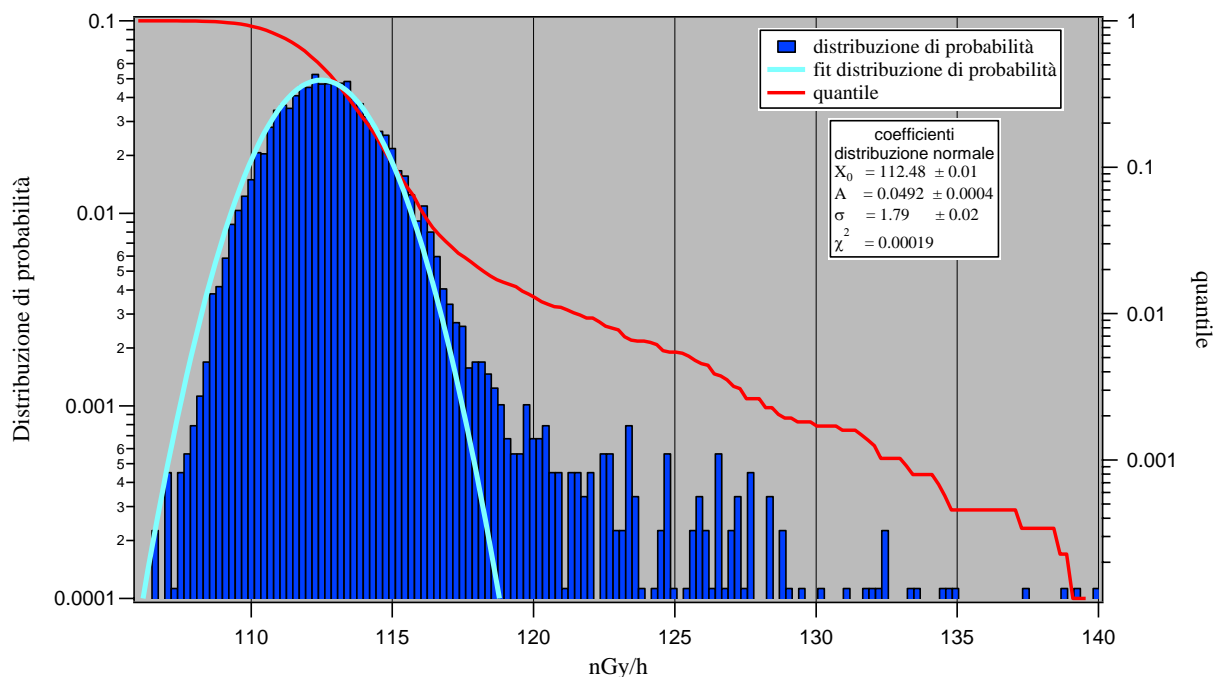


Figura 6 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una gaussiana.

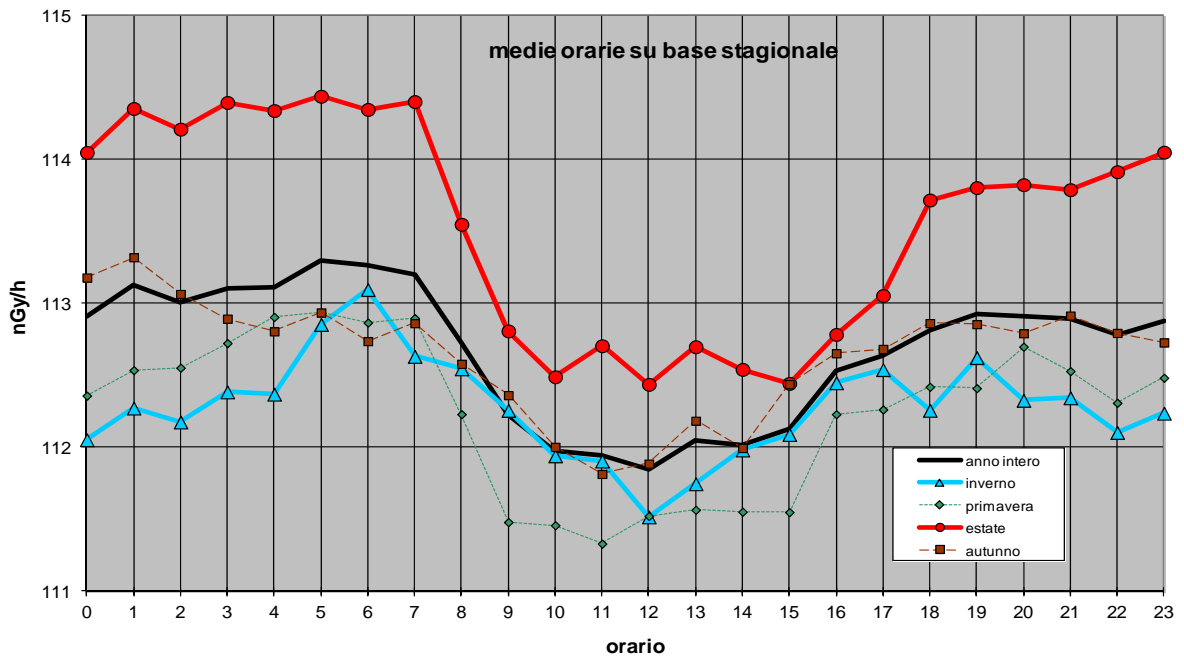


Figura 7 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

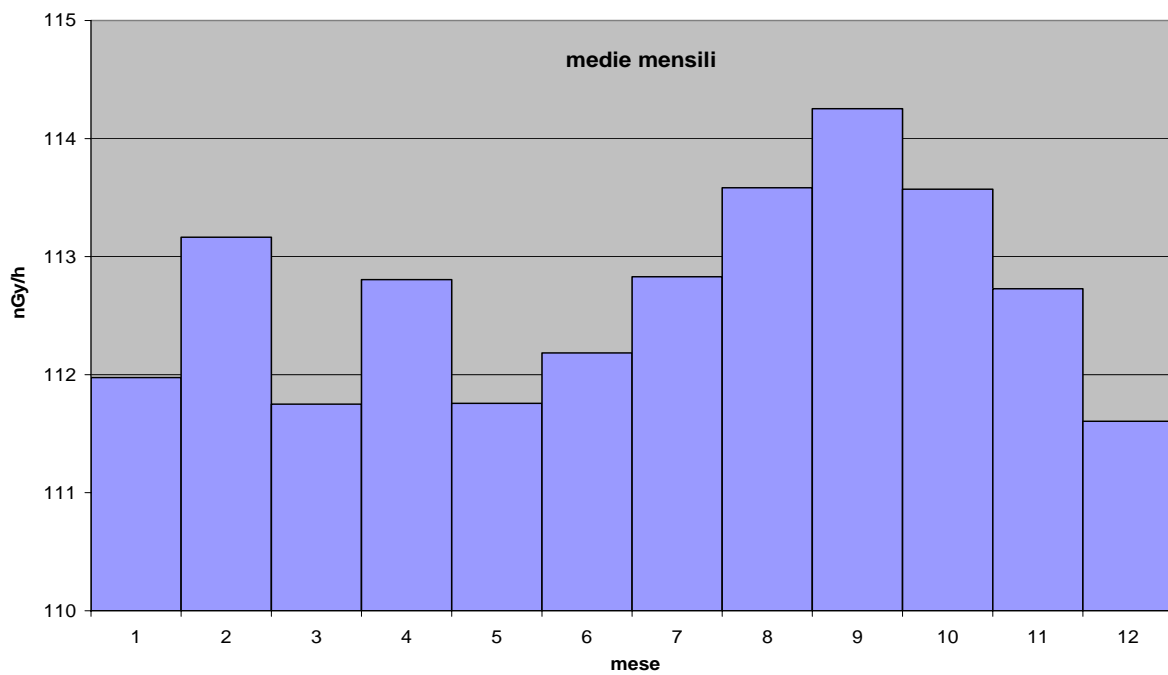


Figura 8 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

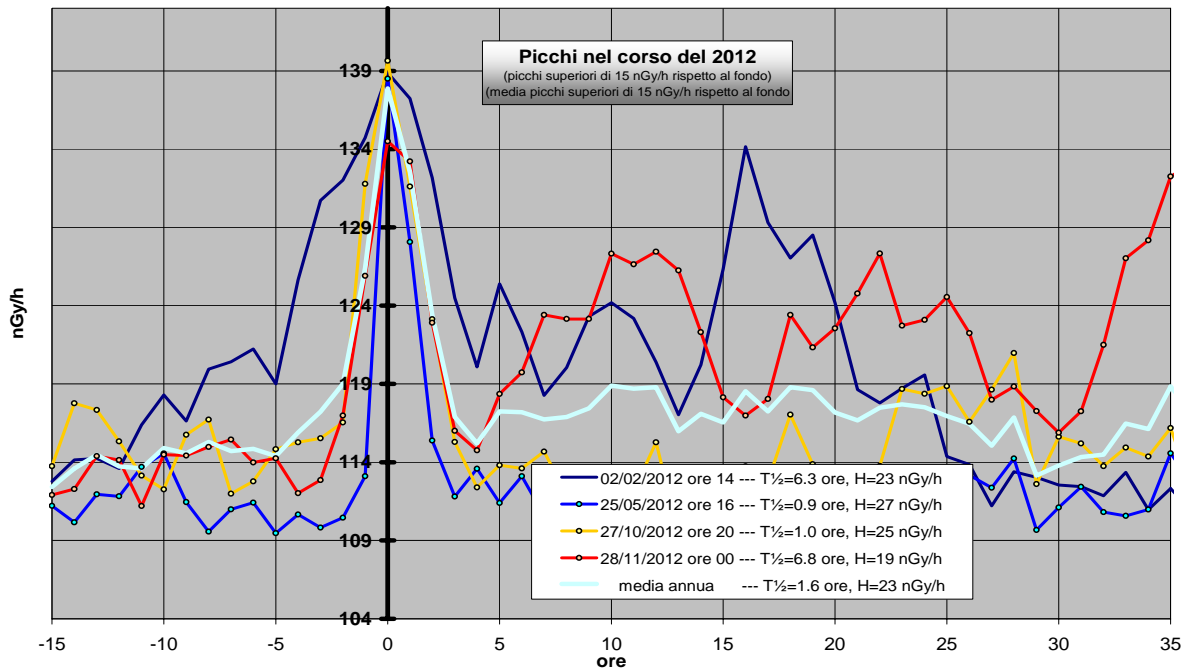


Figura 9 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

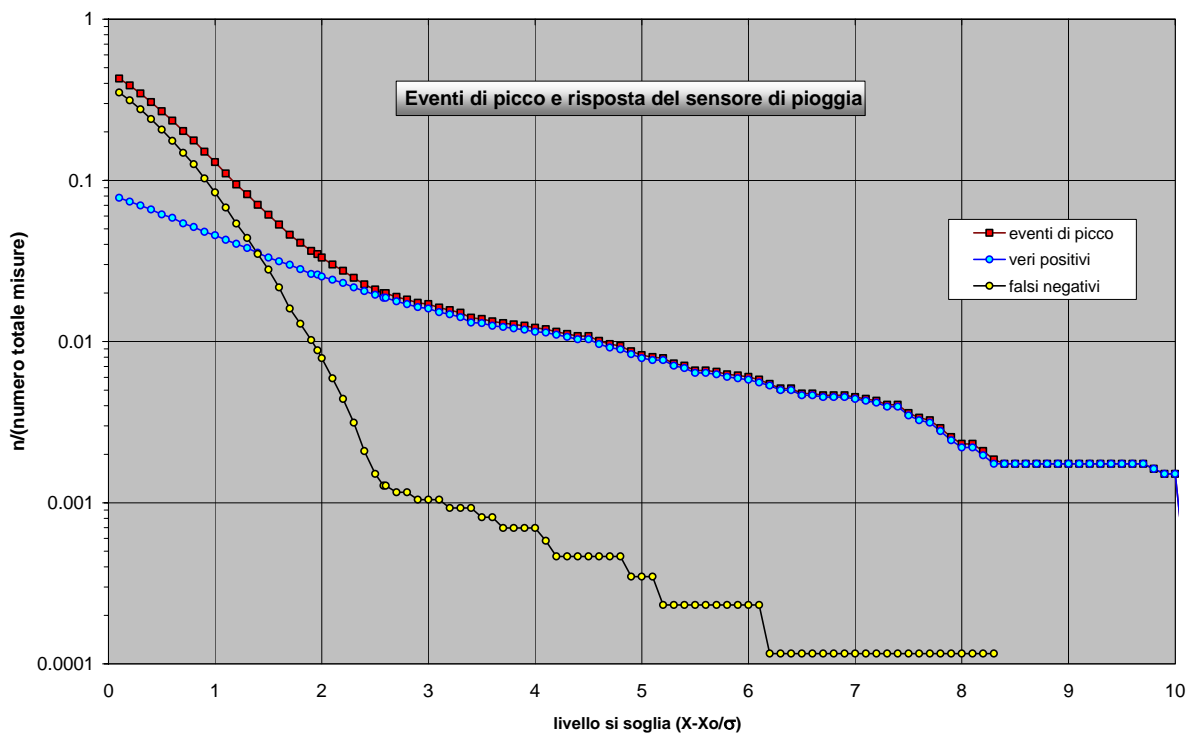
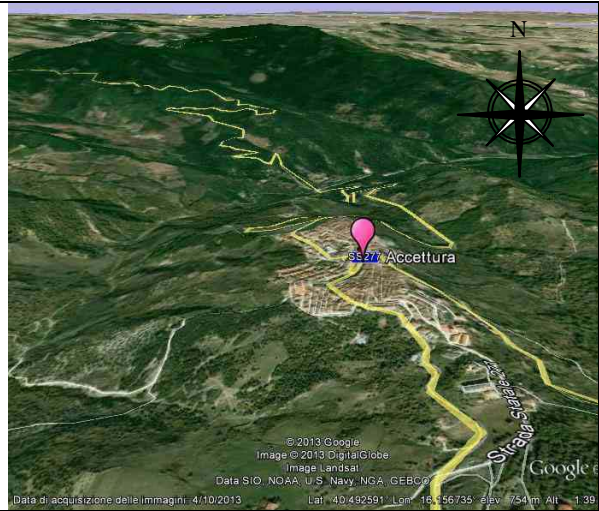


Figura 10 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

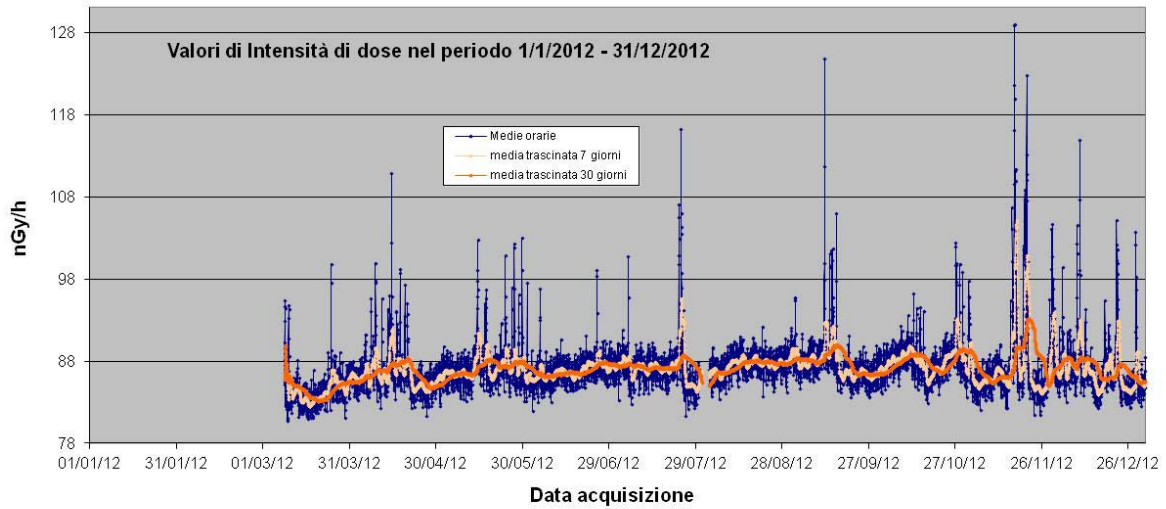


Fig. 11 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

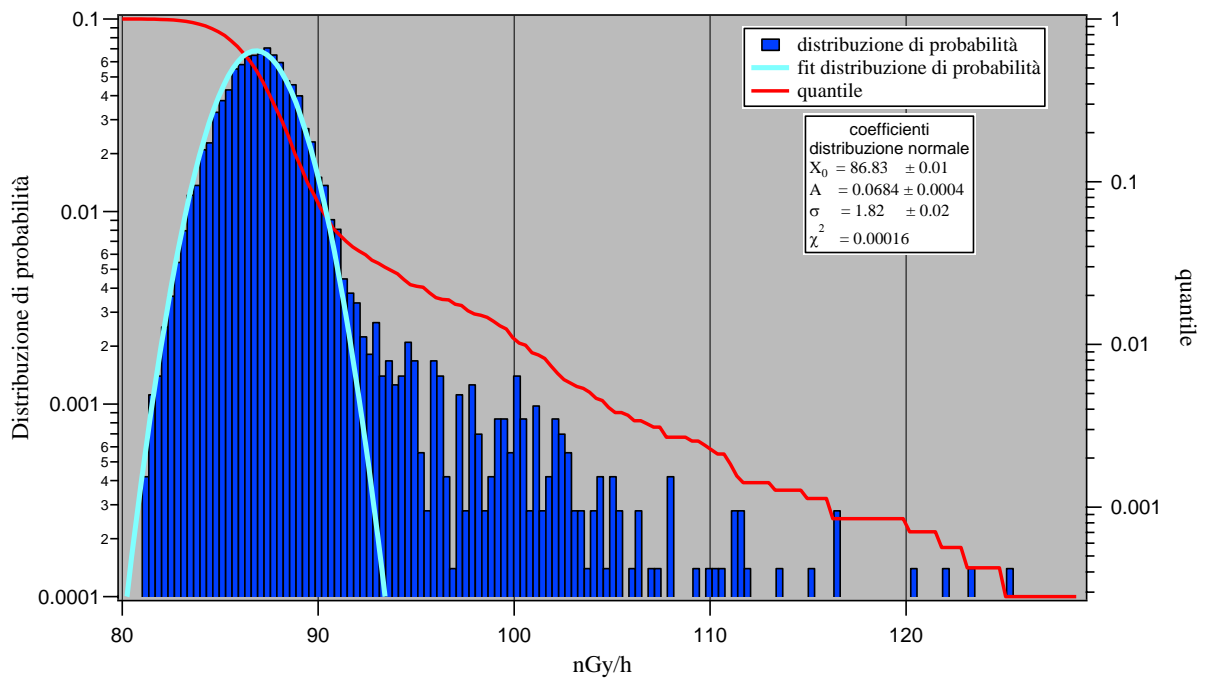


Figura 12 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una gaussiana.

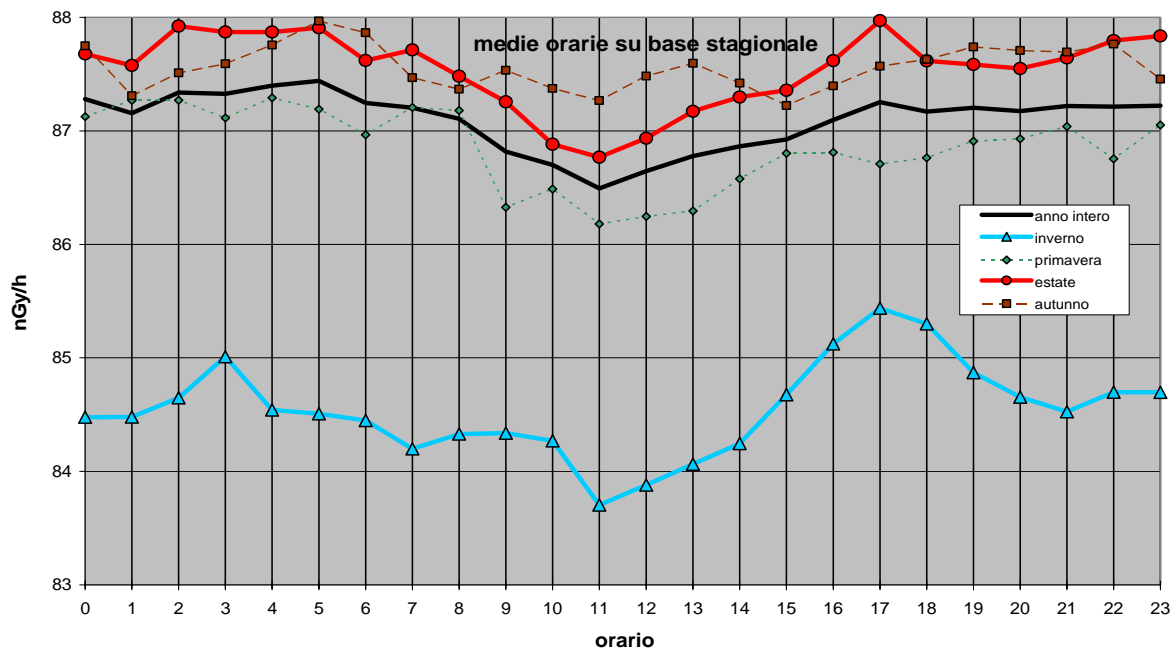


Figura 13 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale. Per il periodo primaverile il risultato molto rumoroso essendo i pochi i punti disponibili per effettuare l'analisi.

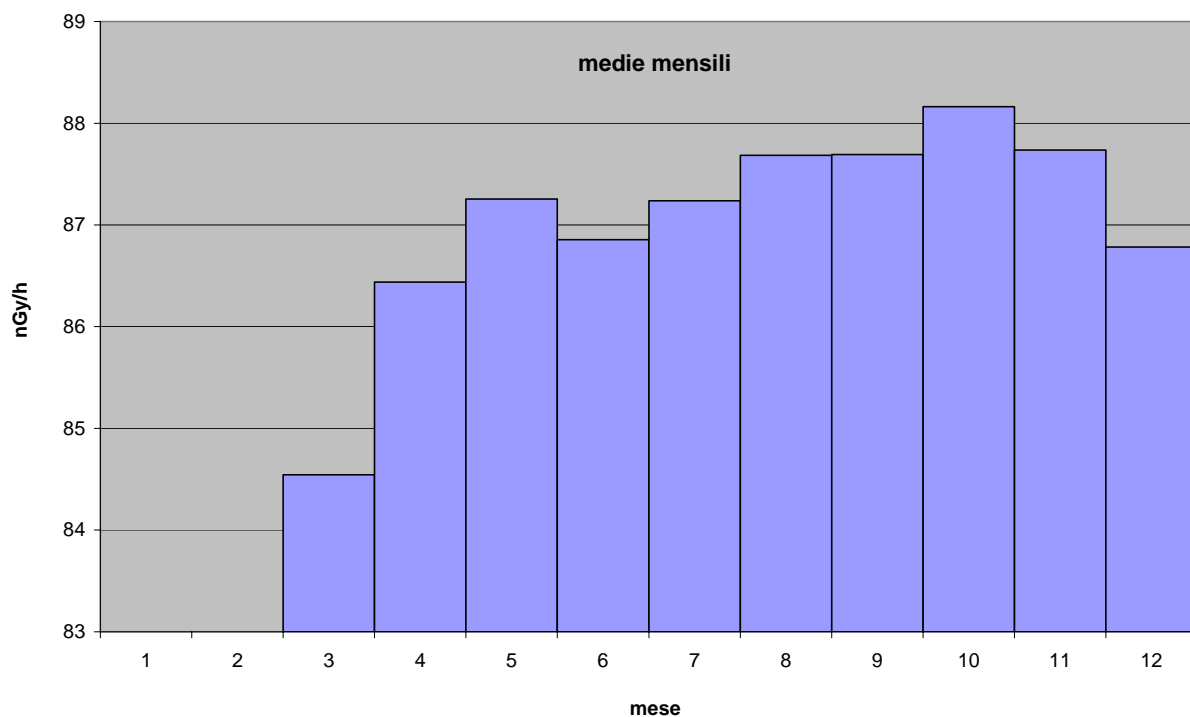


Figura 14 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

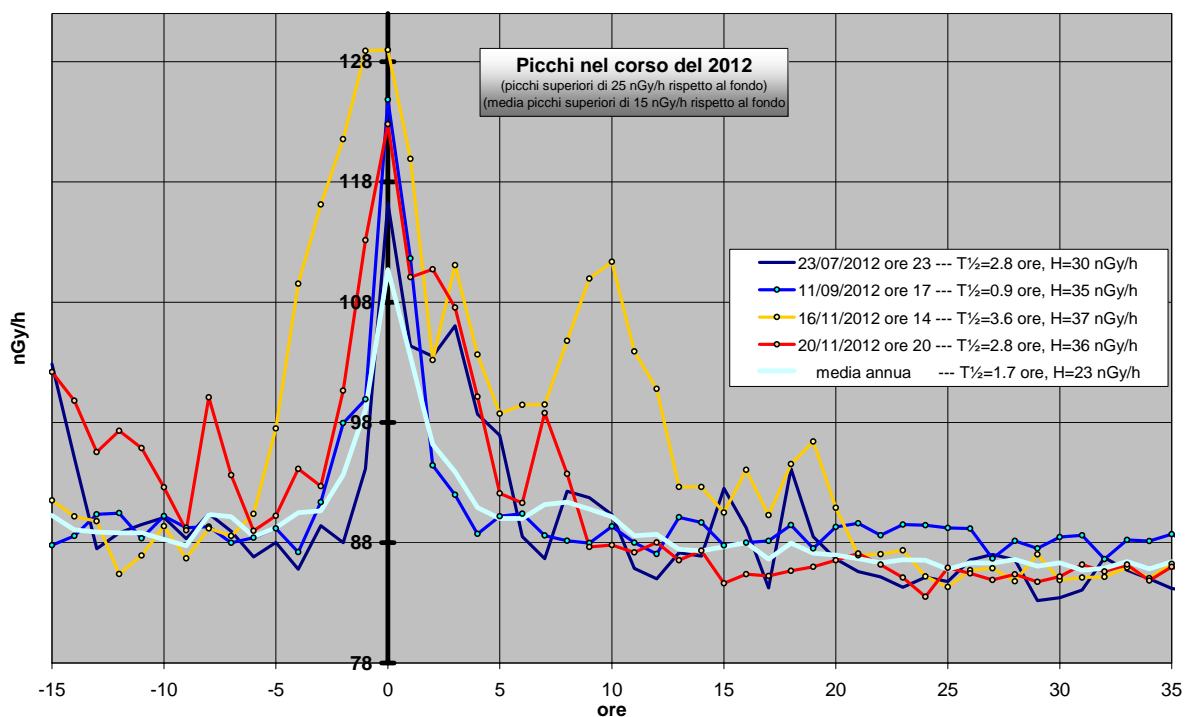


Figura 15 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

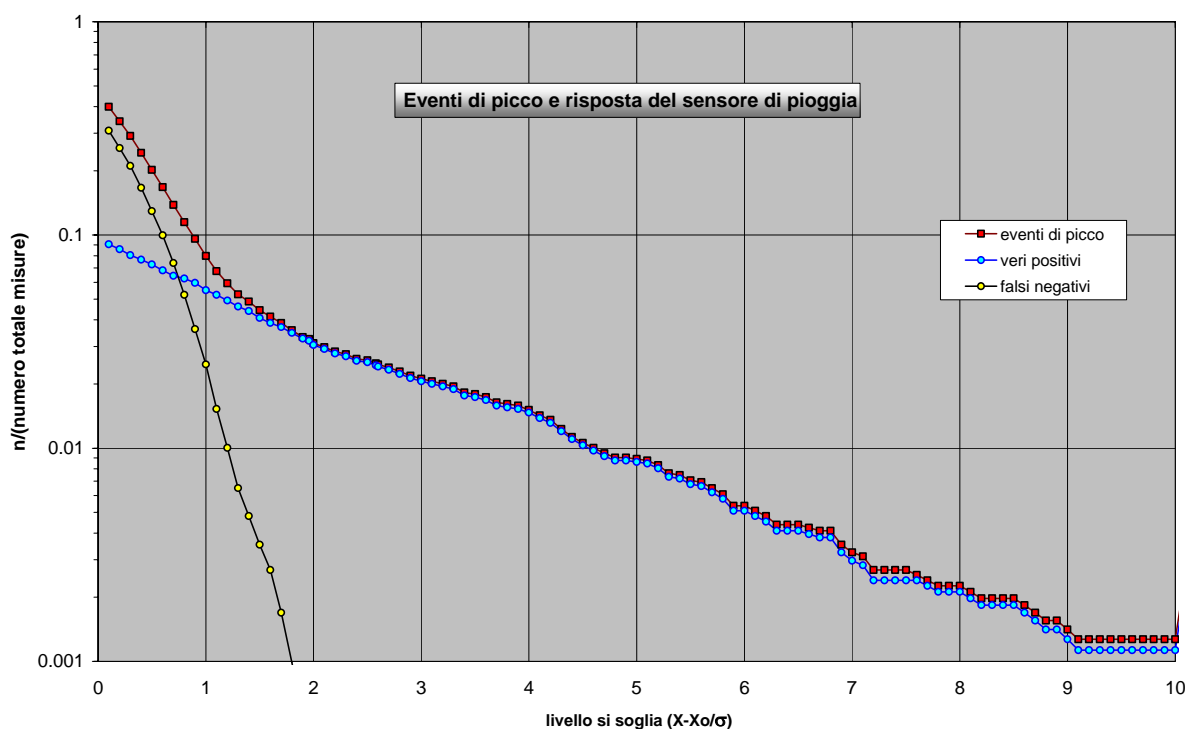
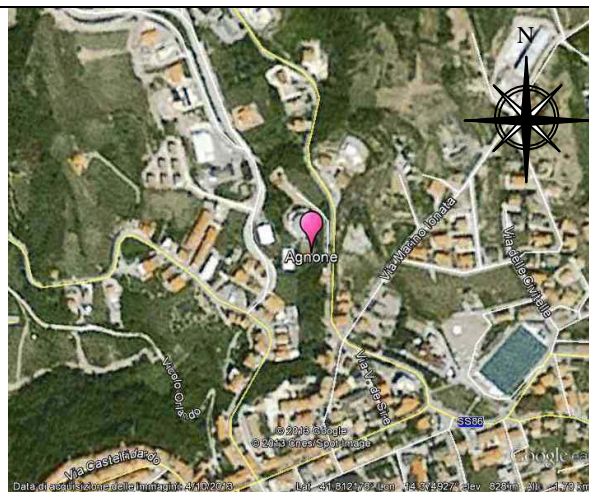
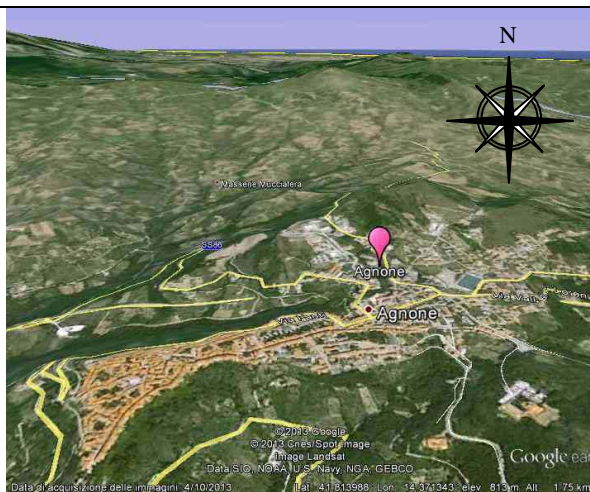


Figura 16 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

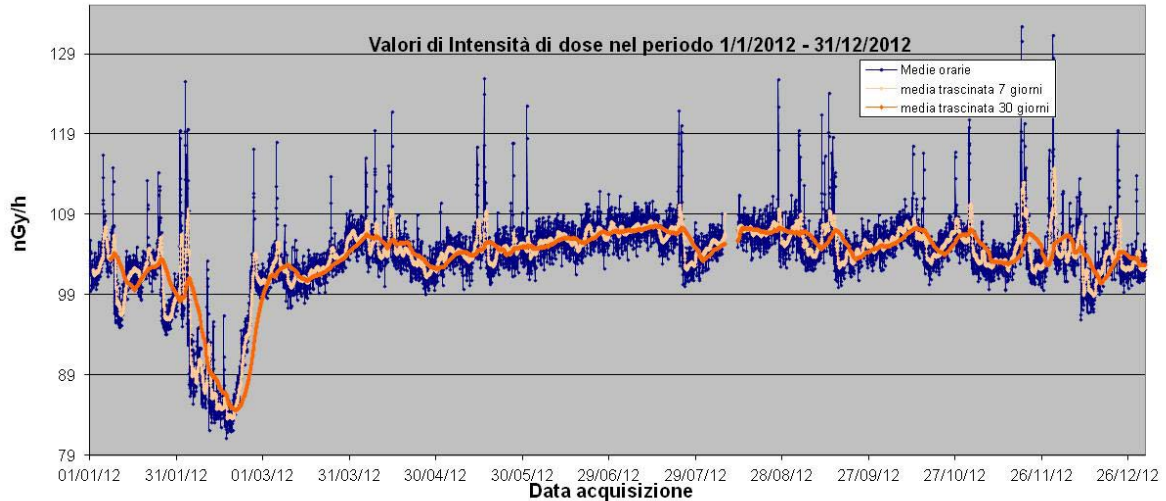


Fig. 17 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

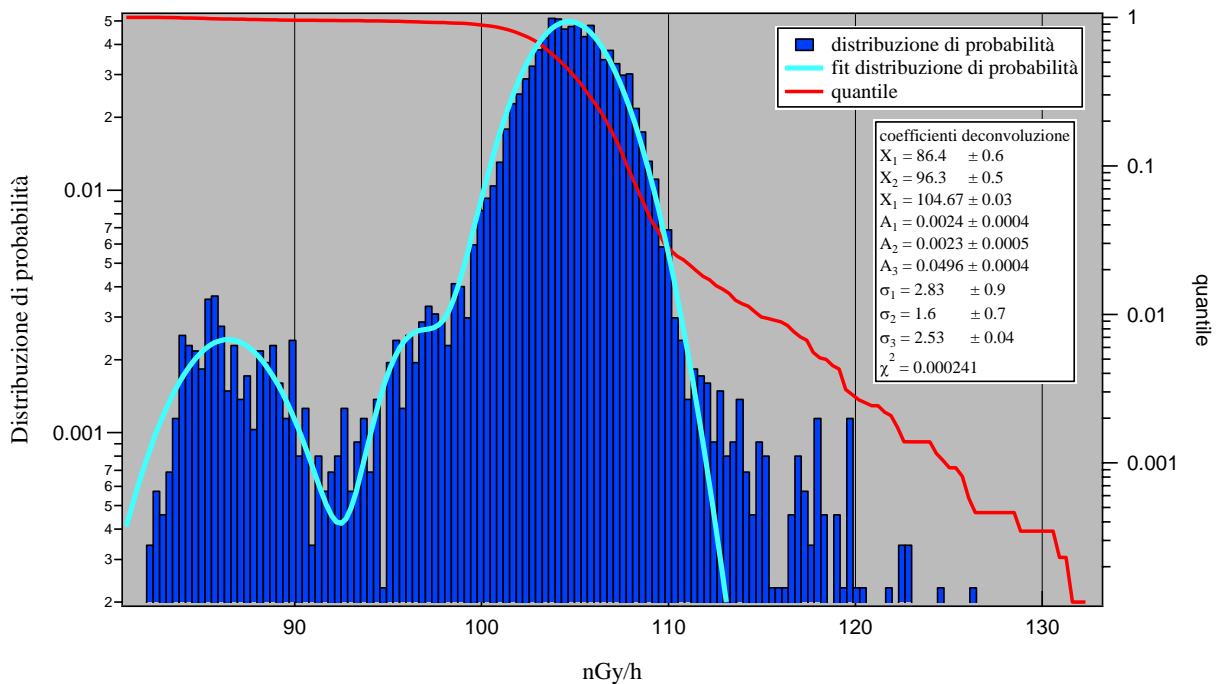


Figura 18 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una funzione data dalla somma di tre gaussiane onde tener conto degli effetti di schermo dovuti ai diversi gradi di copertura del manto nevoso. Una gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in presenza del manto nevoso, La seconda gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in presenza di un manto nevoso di spessore ridotto mentre la terza gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in assenza di manto nevoso.

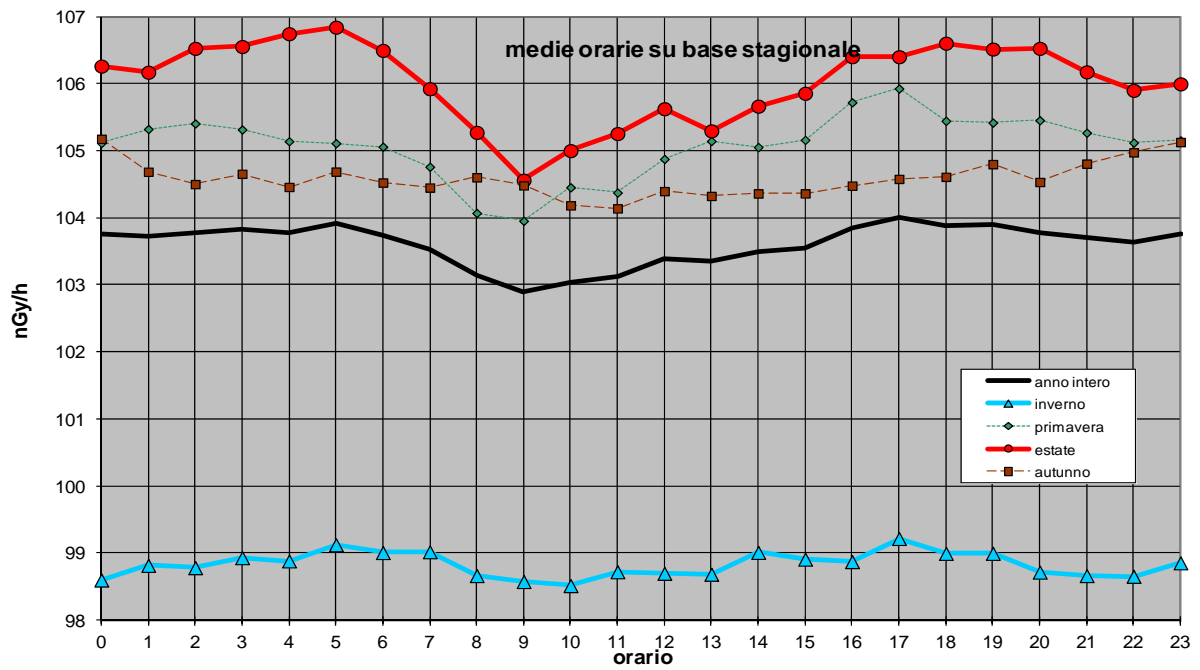


Figura 19 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

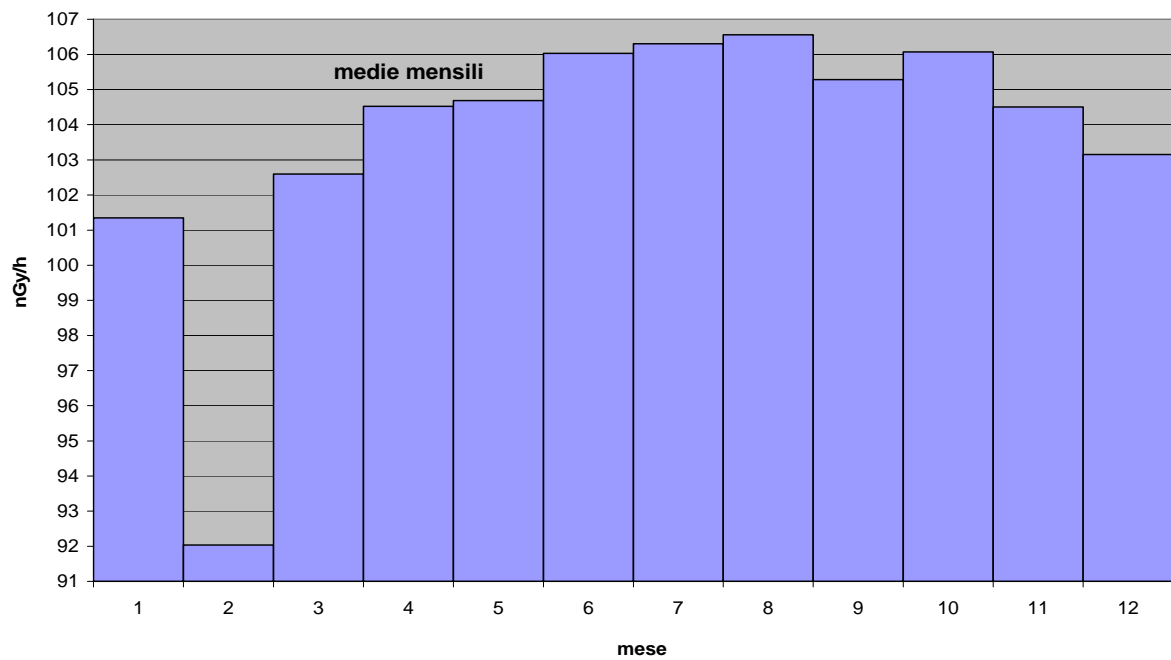


Figura 20 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

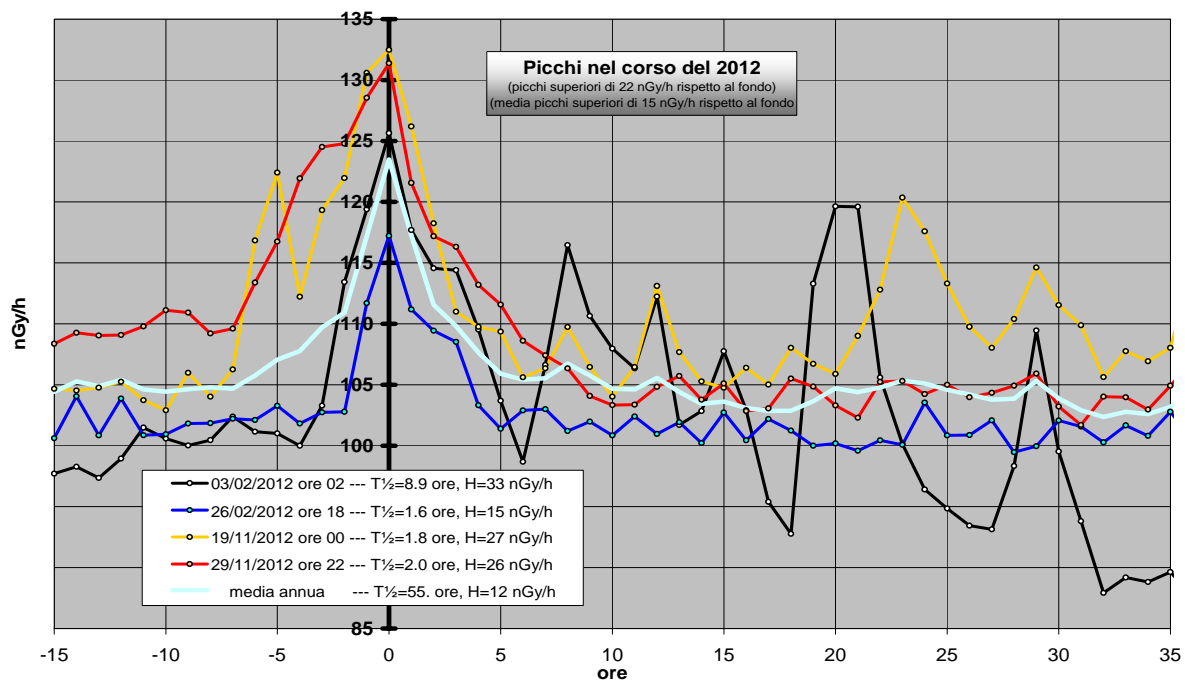


Figura 21 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

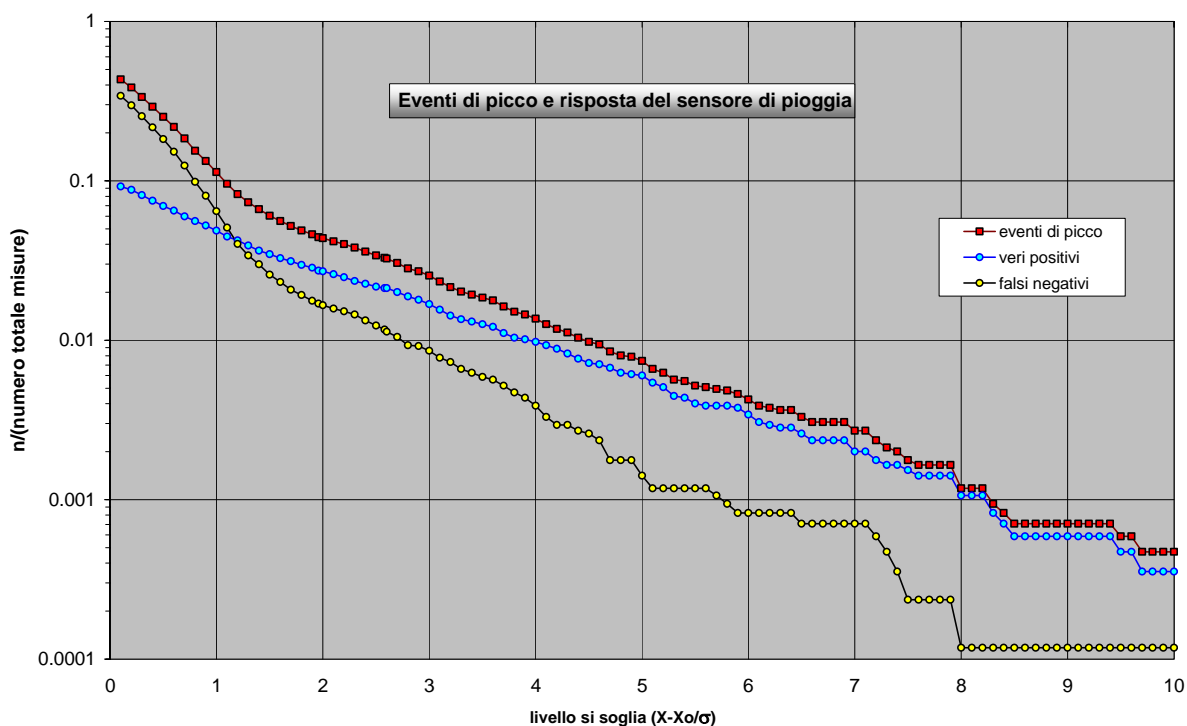
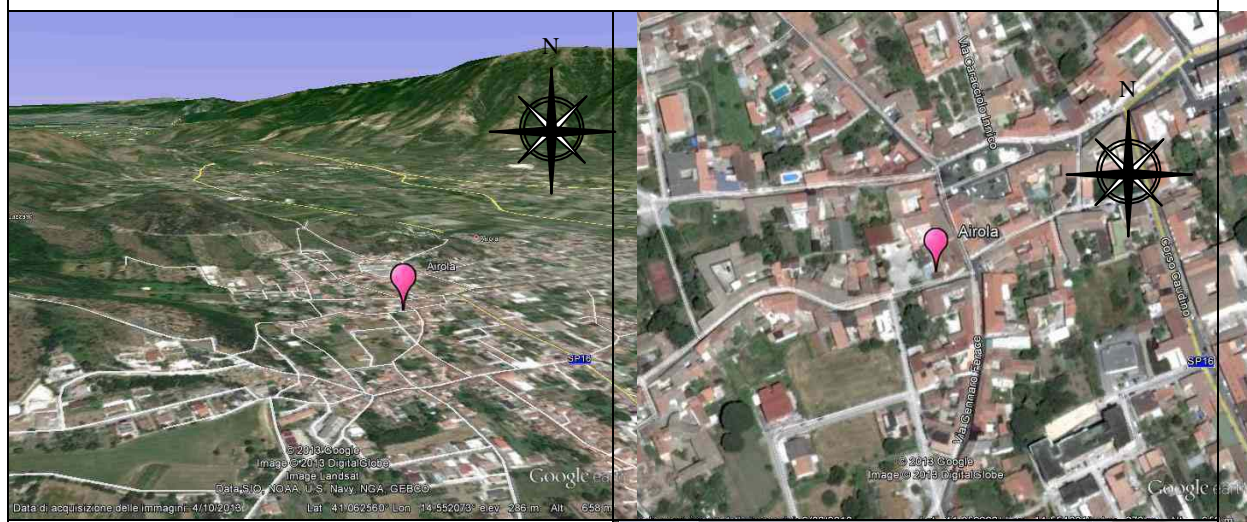


Figura 22 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

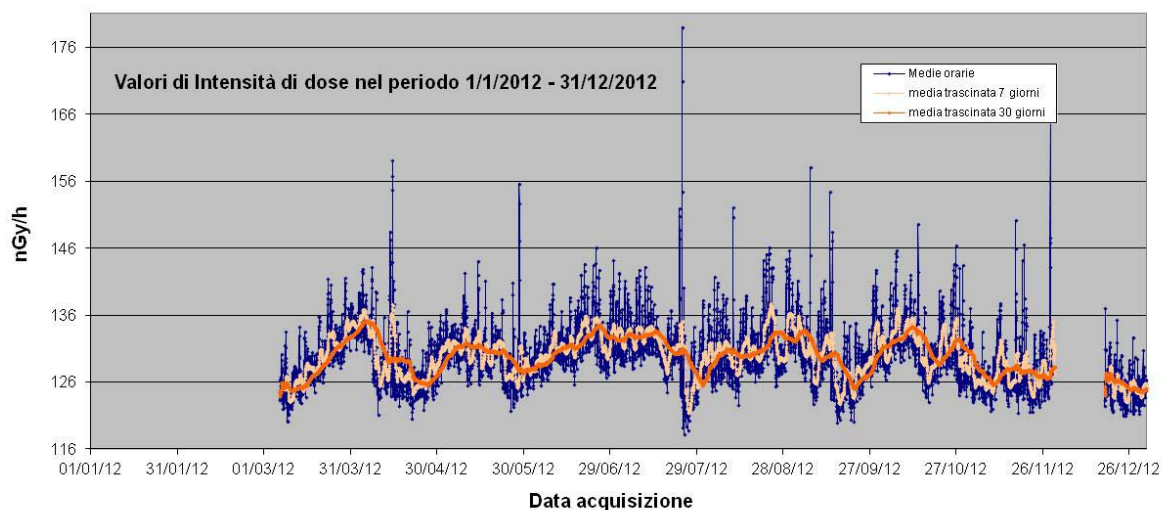


Fig. 23 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

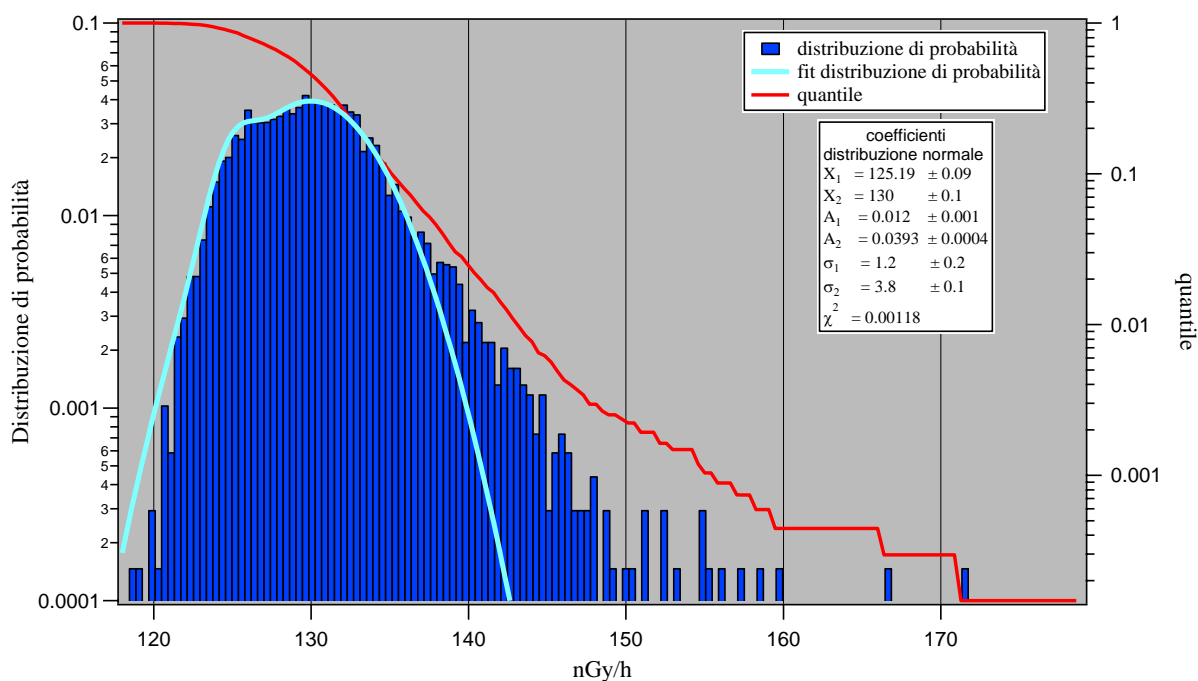


Figura 24 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane, onde tener conto della variazione del valor medio del rateo di kerma in aria durante certi periodi dell'anno.

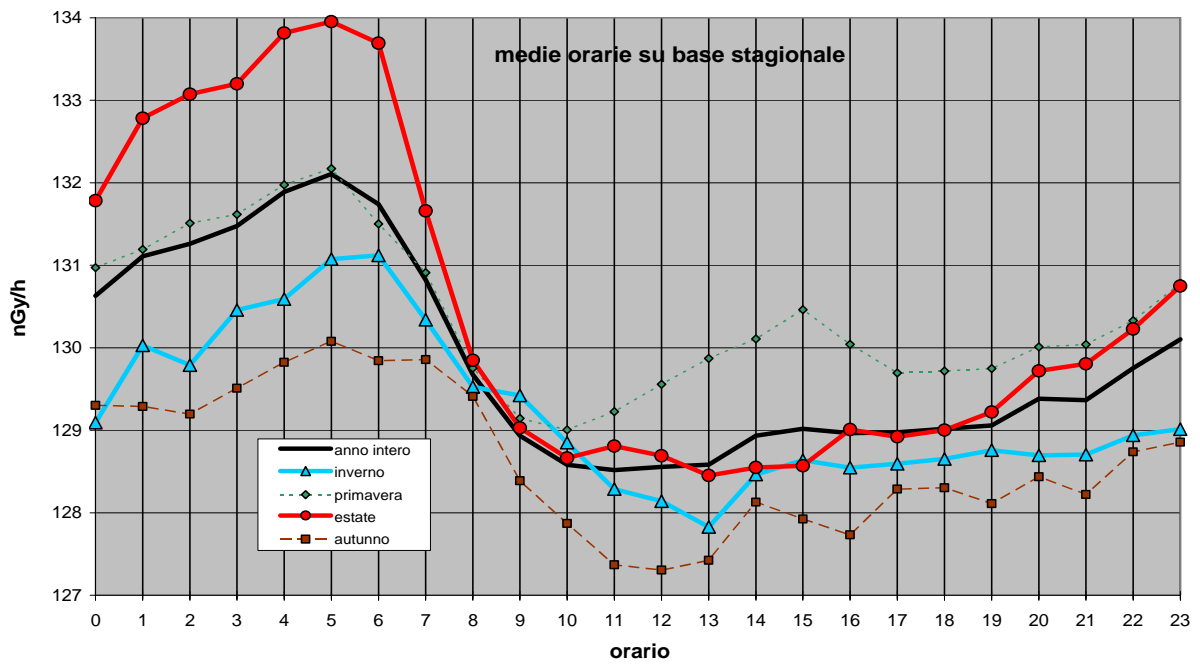


Figura 25 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

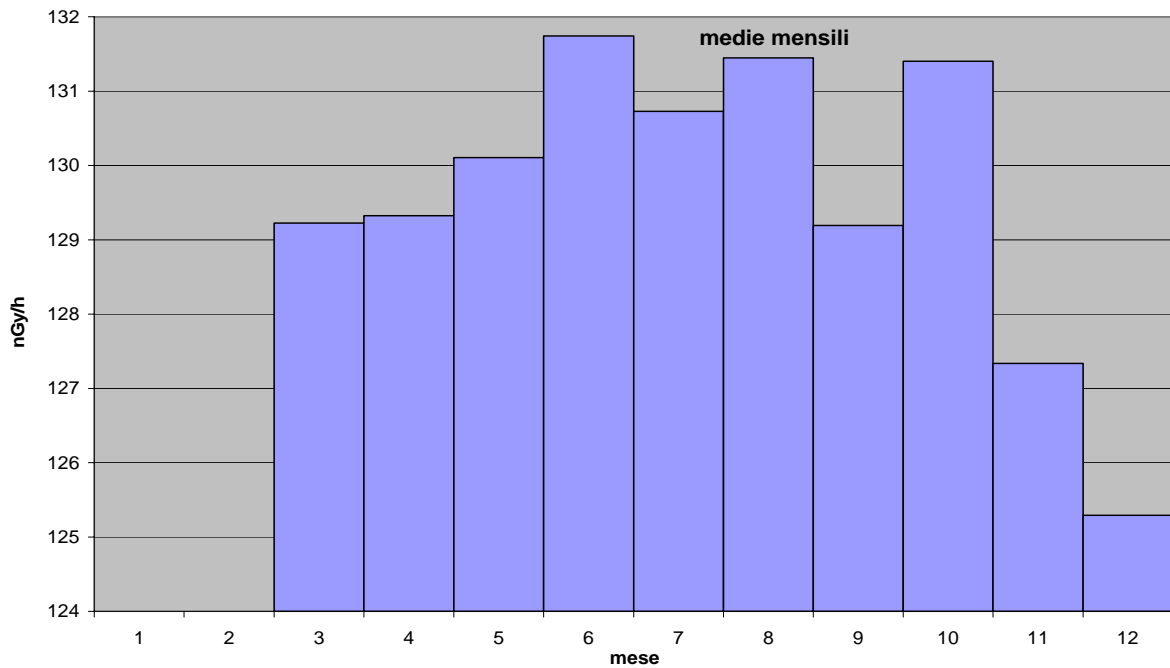


Figura 26 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

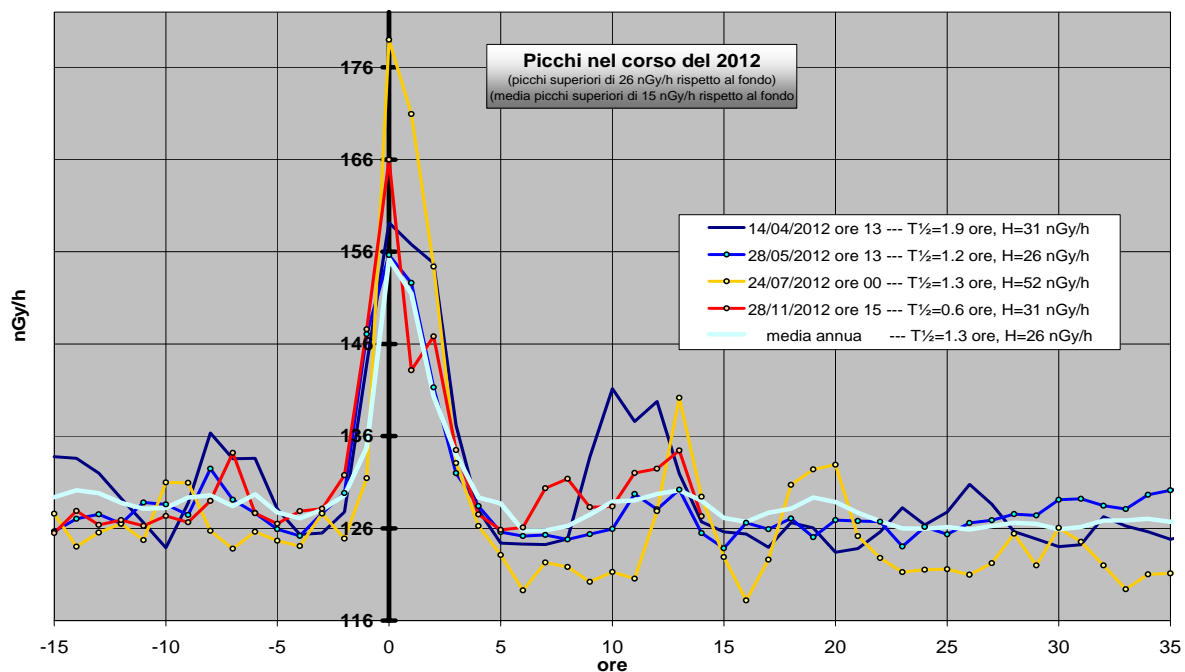


Figura 27 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

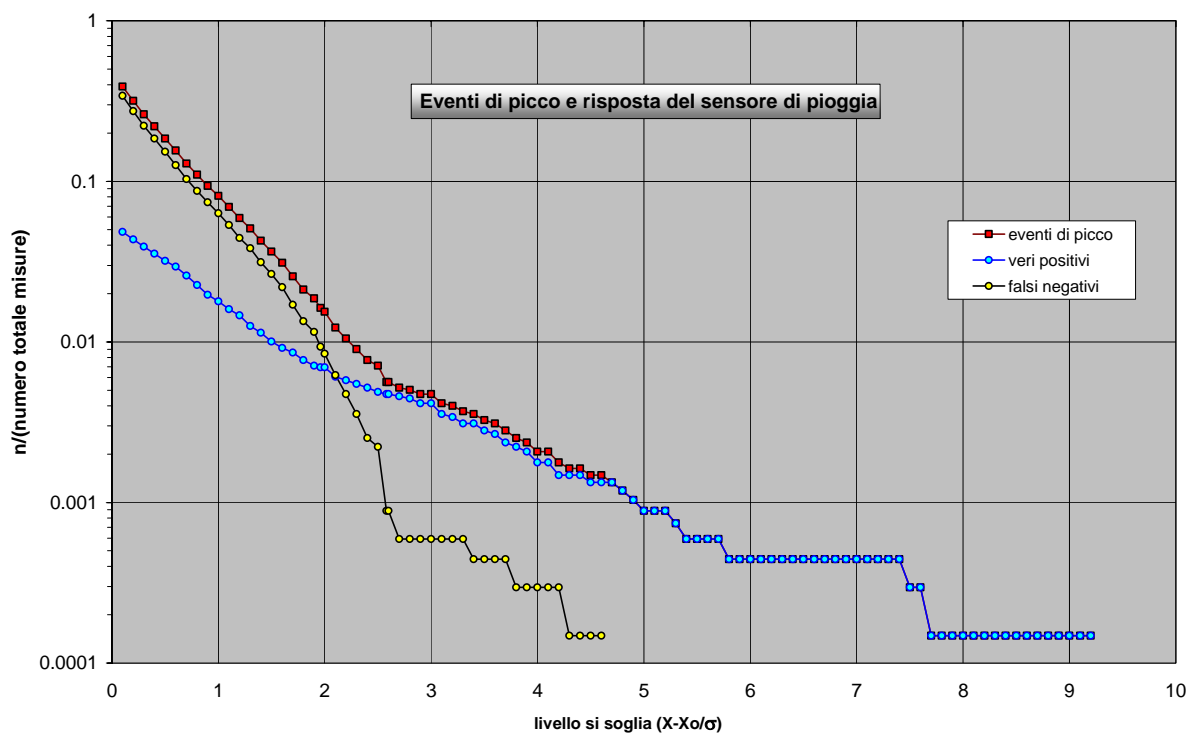


Figura 28 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

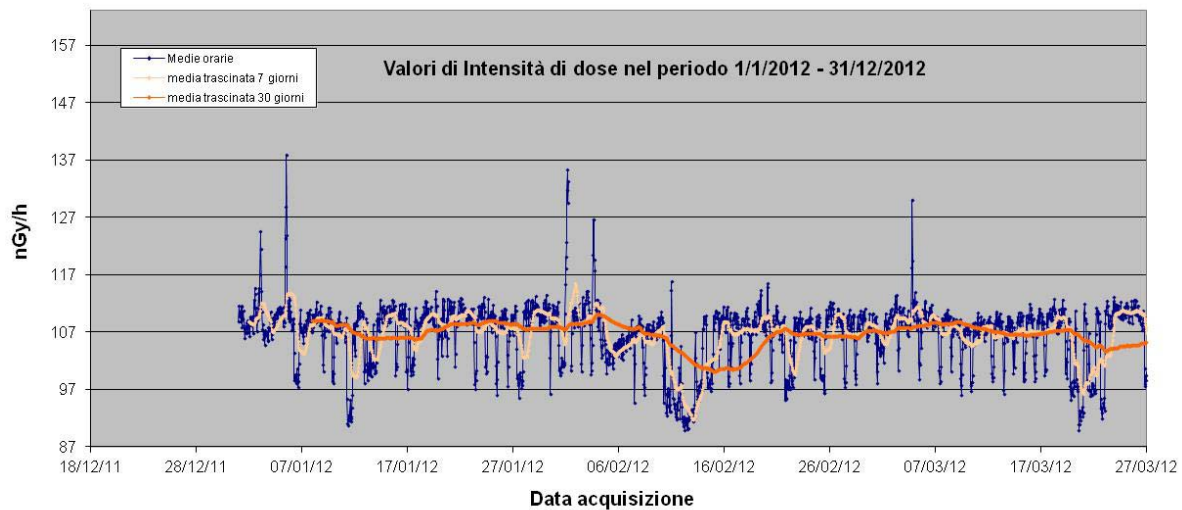


Fig. 29 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

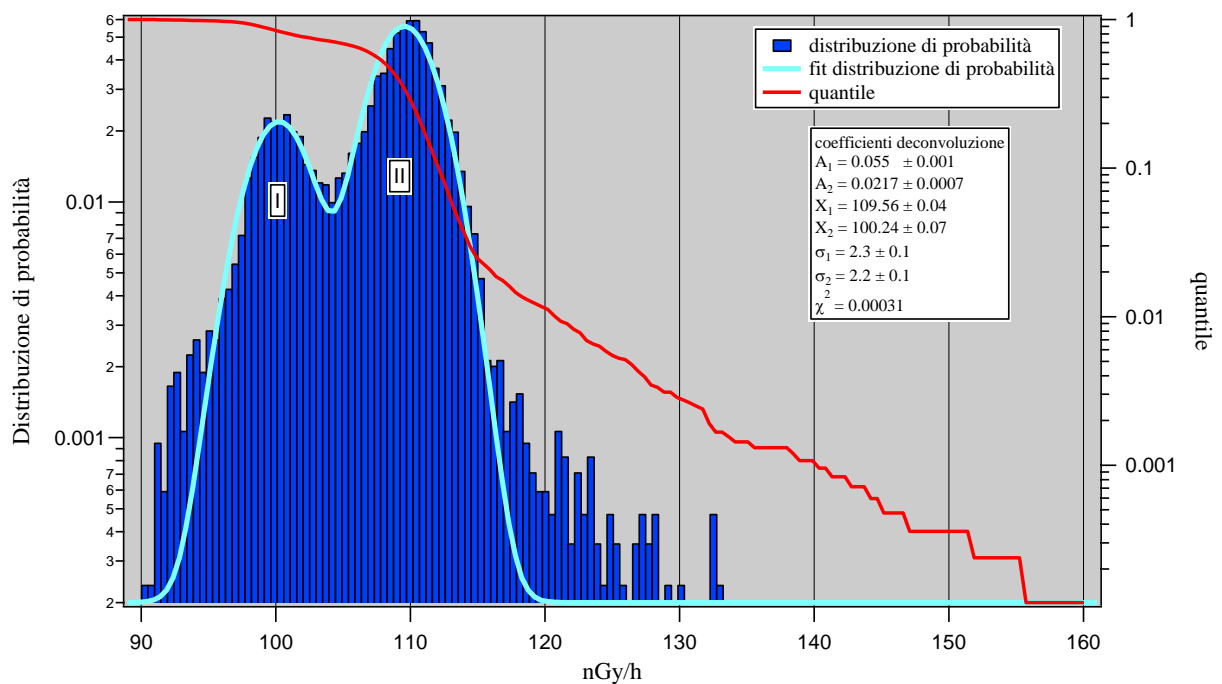


Figura 30 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità dei valori di dose orari è fittata con una funzione data dalla somma di due gaussiane. Una delle due gaussiane serve a tener conto del comportamento anomalo della sonda nei periodi nei quali i valori misurati del rateo di kerma in aria diminuiscono del 15-20%.

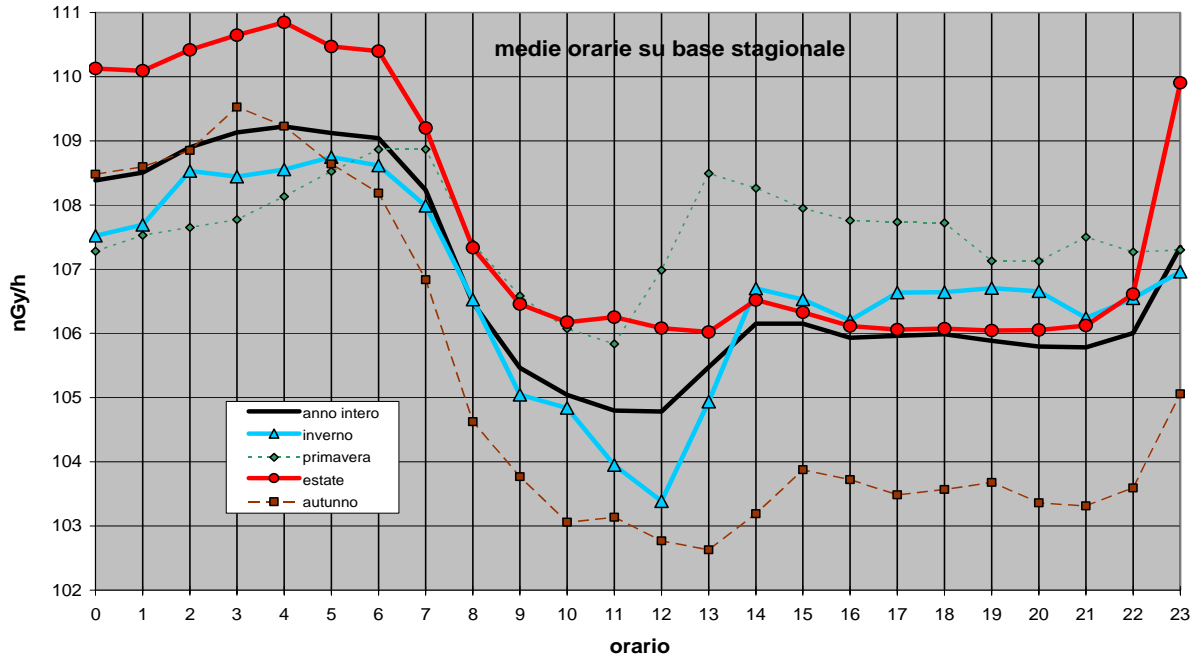


Figura 31 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

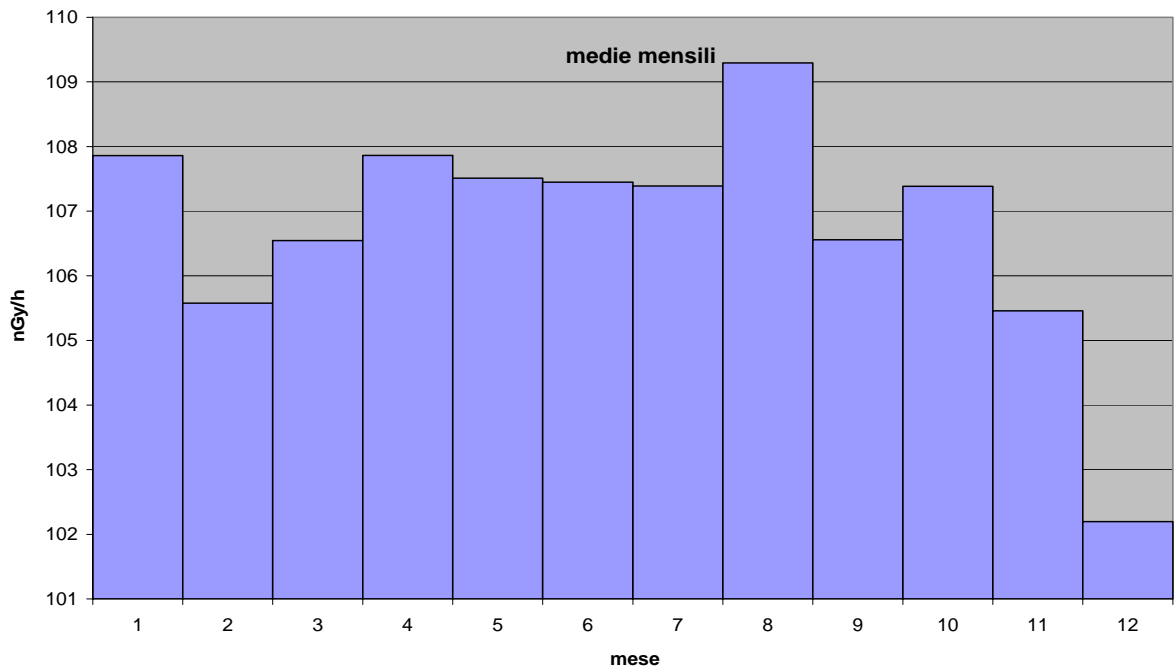


Figura 32 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

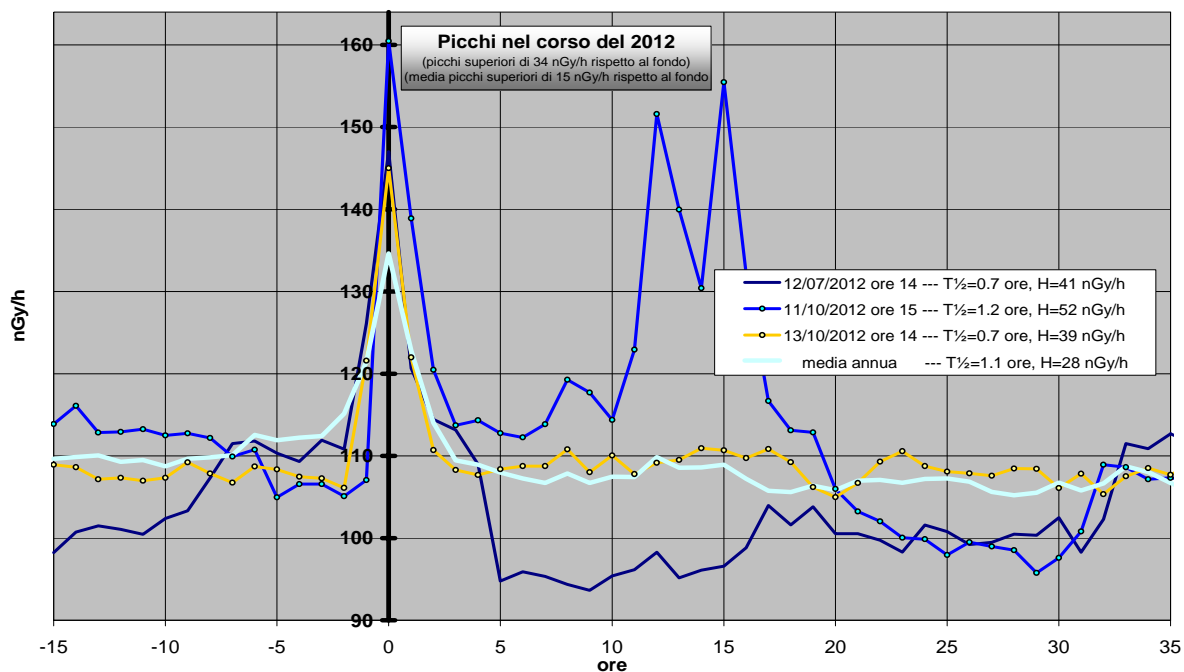


Figura 33 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

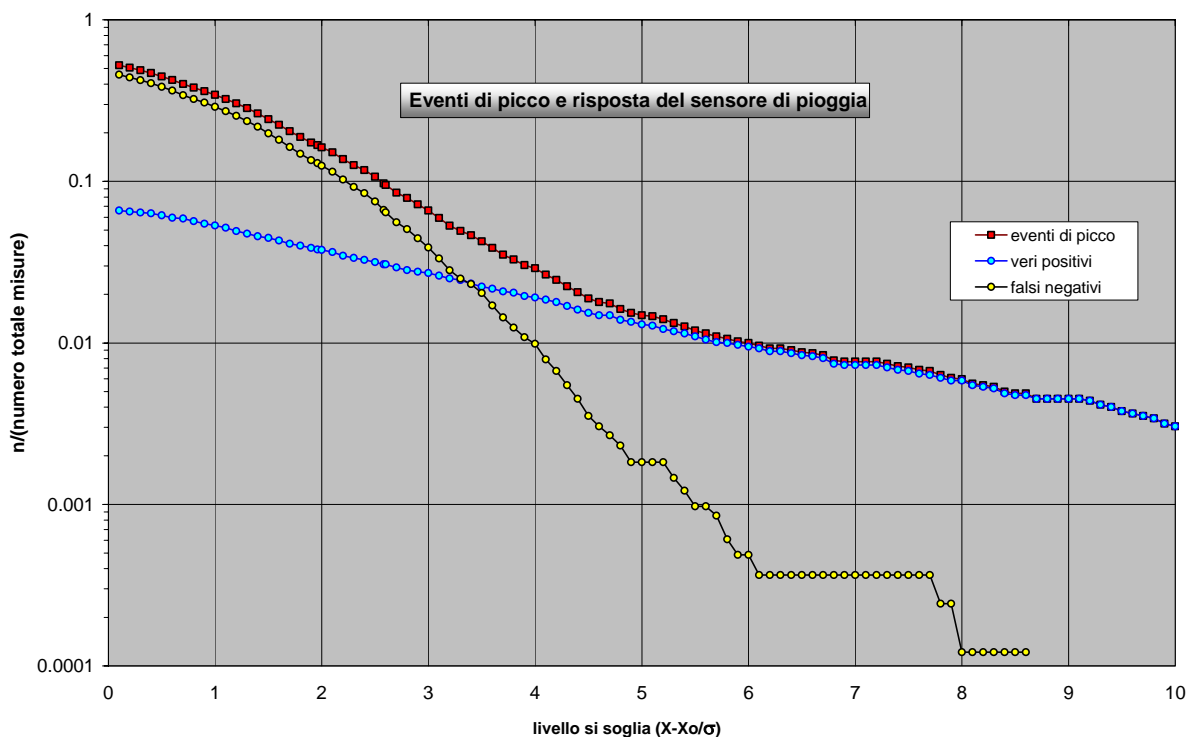
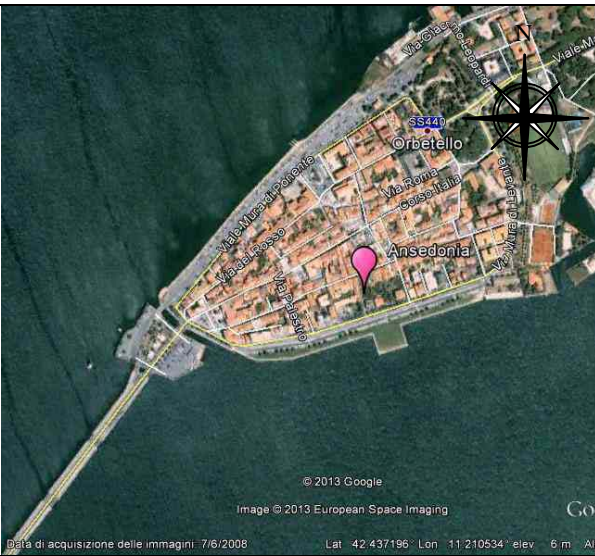


Figura 34 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

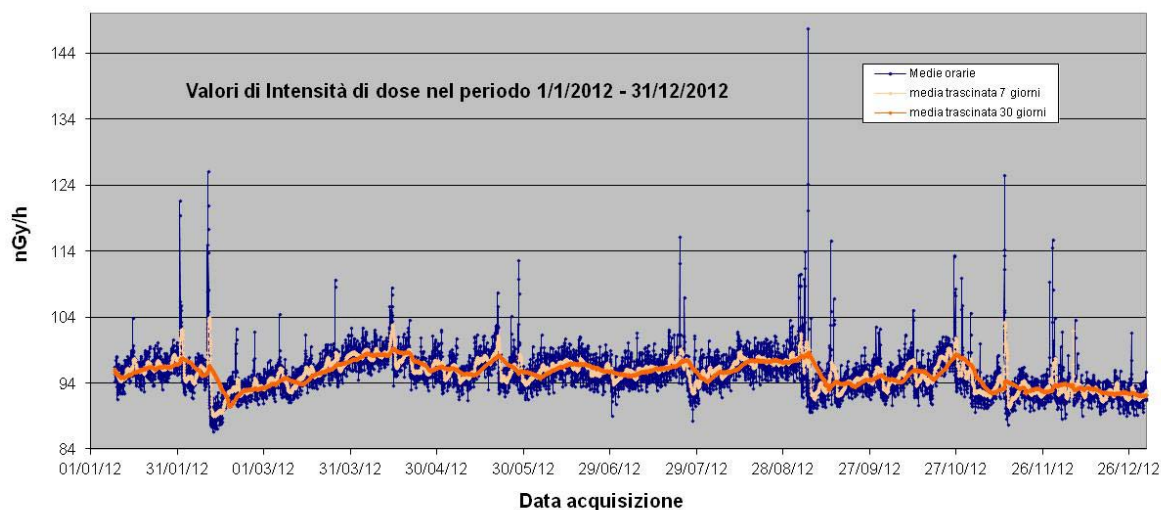


Fig. 35 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

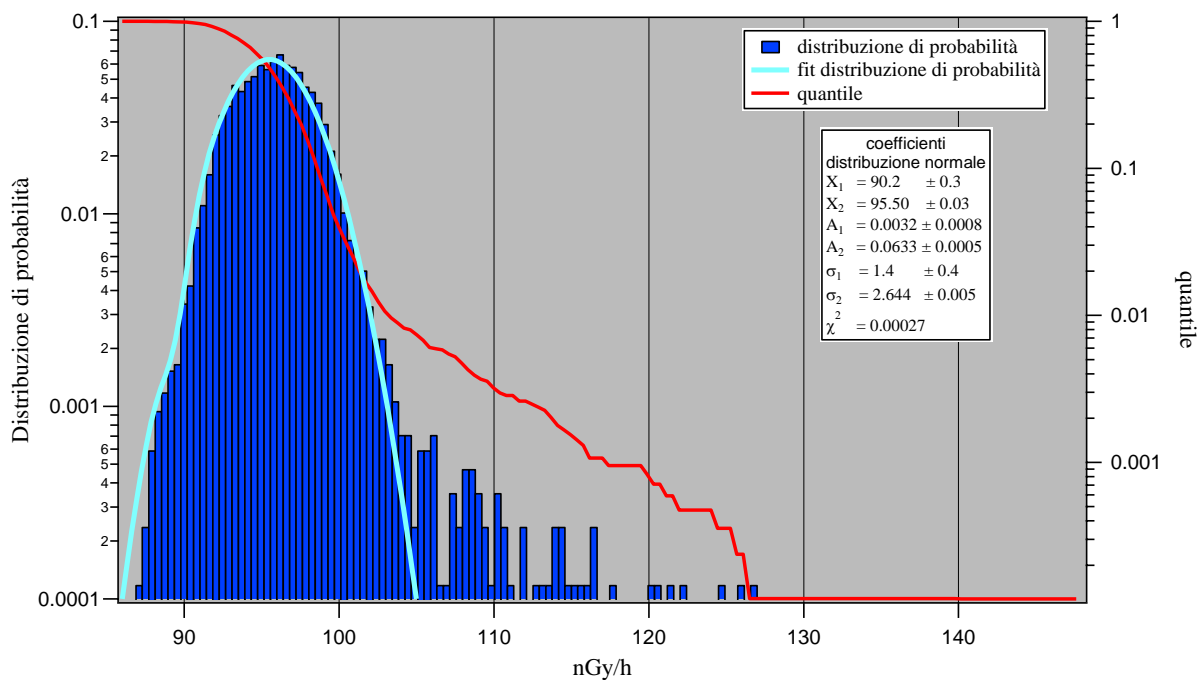


Figura 36 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una funzione data dalla somma di due gaussiane onde tener conto degli effetti di schermo dovuti alla copertura del manto nevoso. Una gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in presenza del manto nevoso durante la nevicata di febbraio, la seconda gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in assenza di manto nevoso.

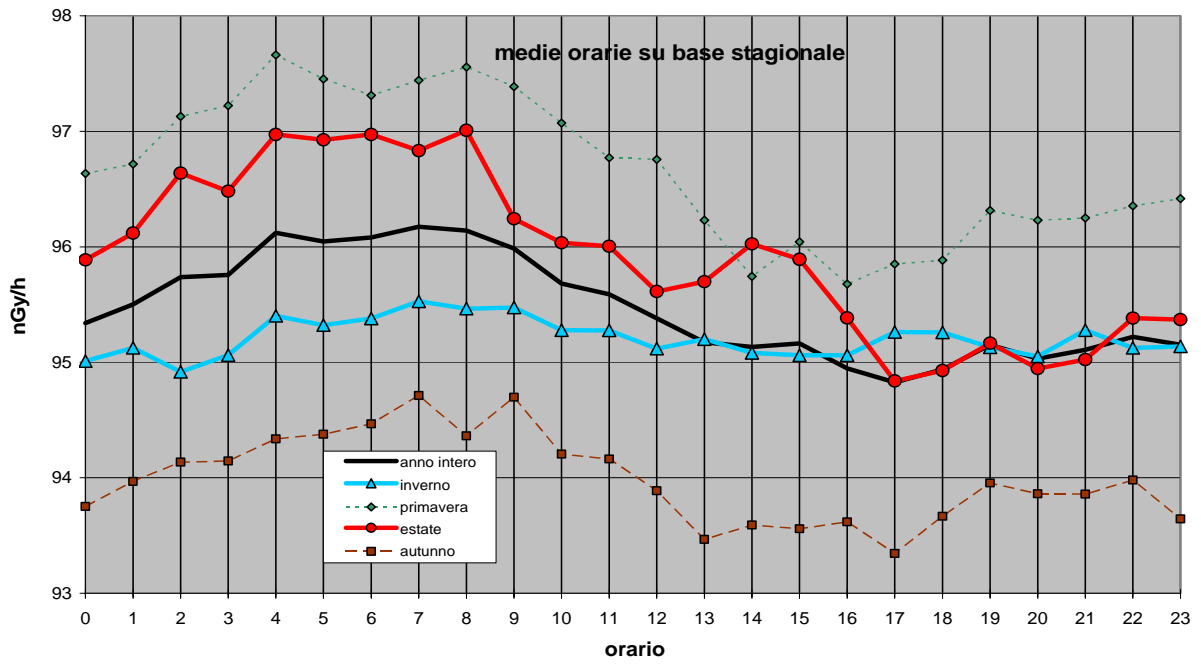


Figura 37 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

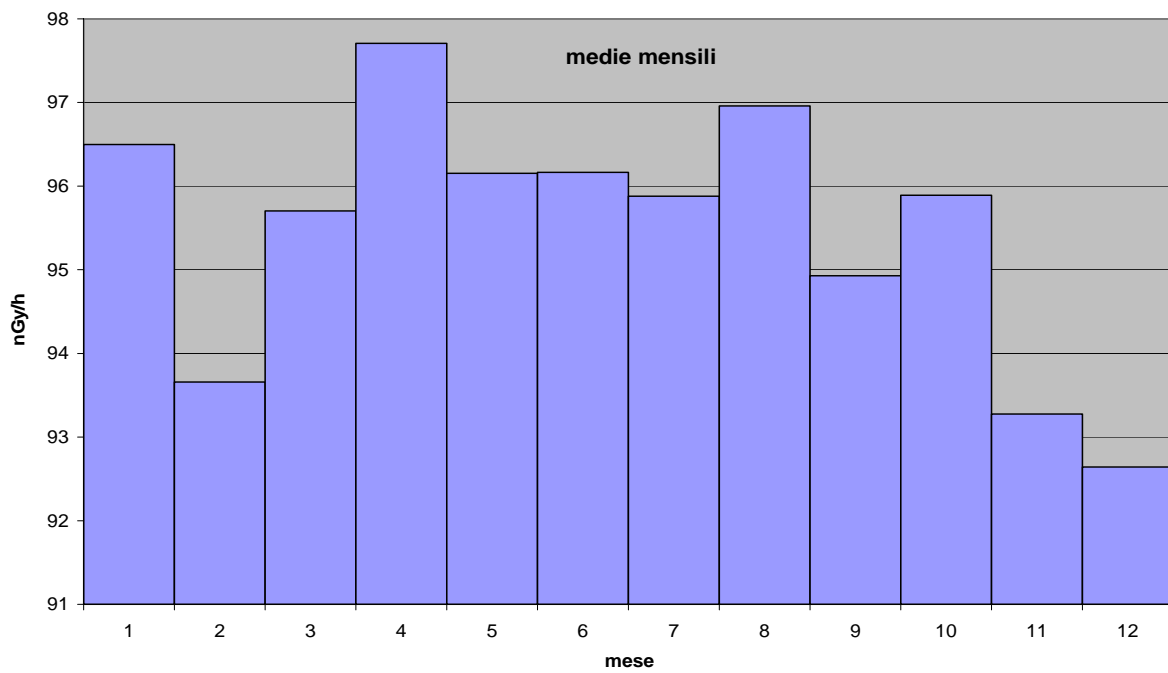


Figura 38 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

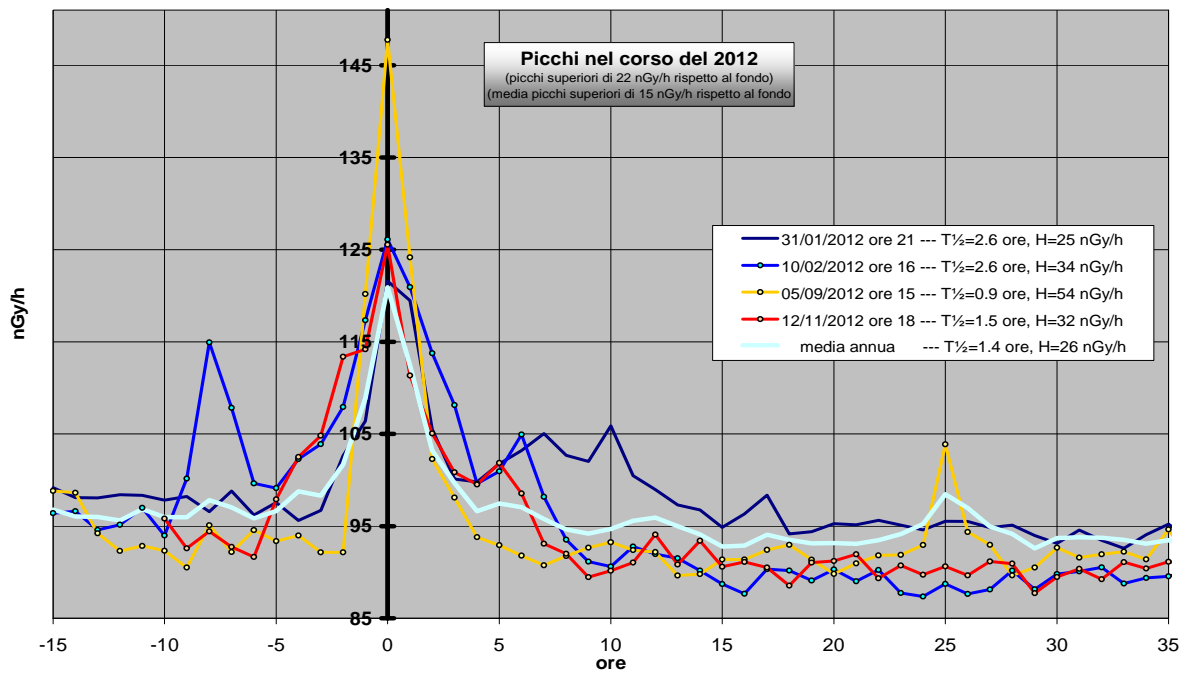


Figura 39 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

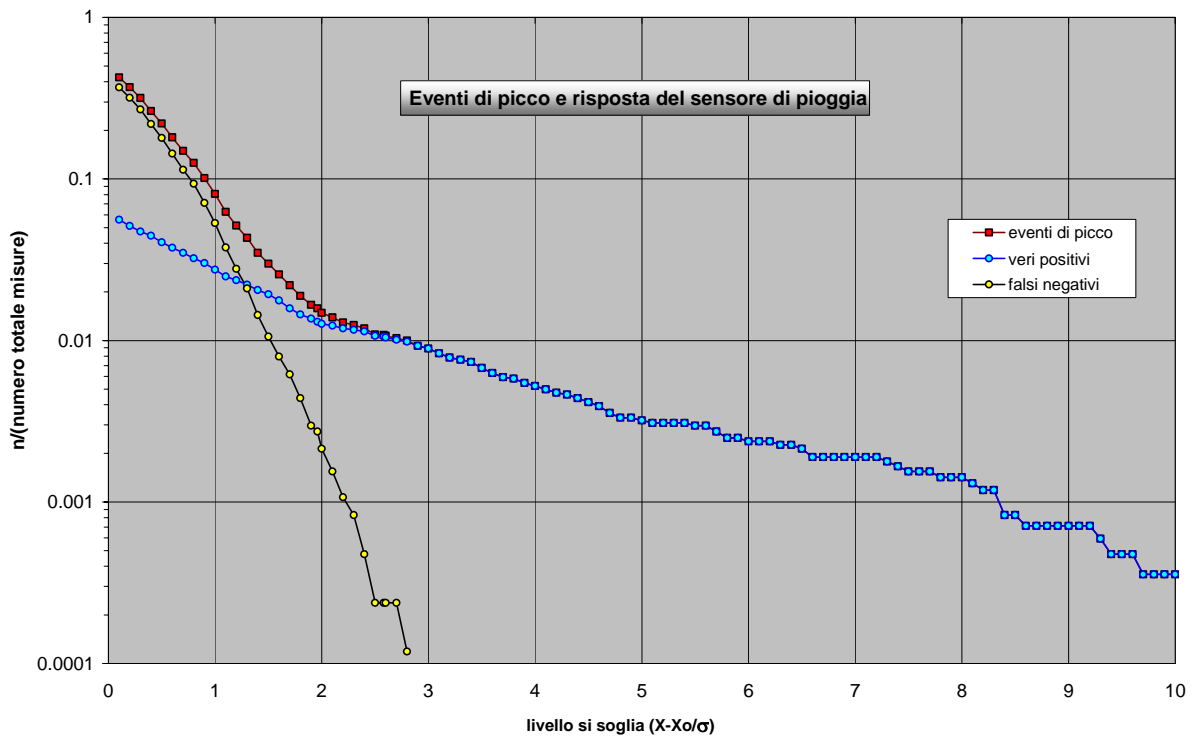

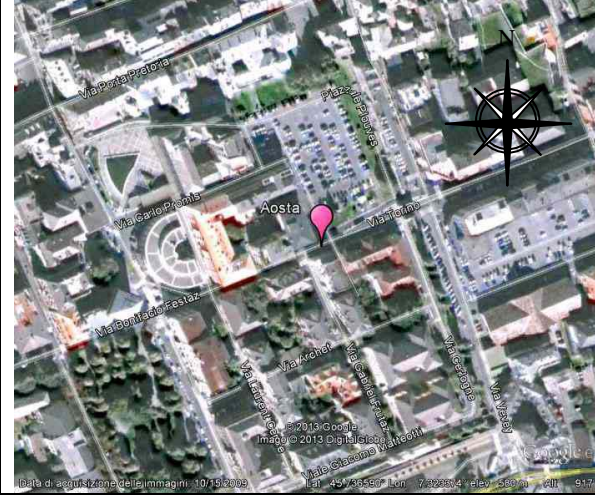




Figura 40 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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.

7. Stazione di Aosta

Anagrafica centralina

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

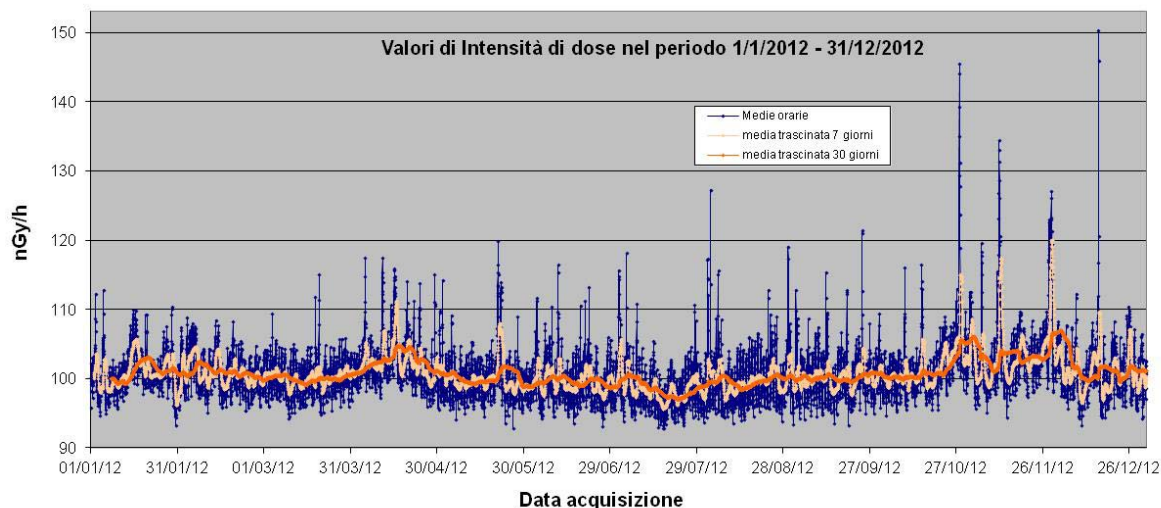


Fig. 41 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

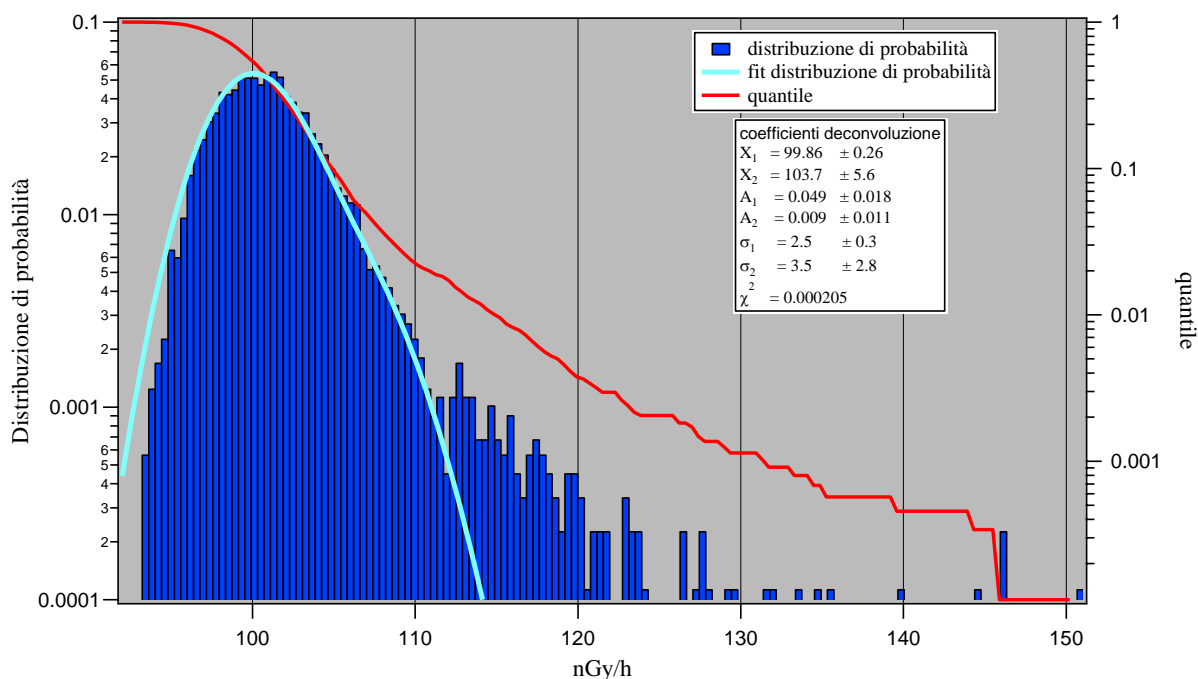


Figura 42 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane, onde tener conto della variazione del valor medio del rateo di kerma in aria durante certi periodi dell'anno.

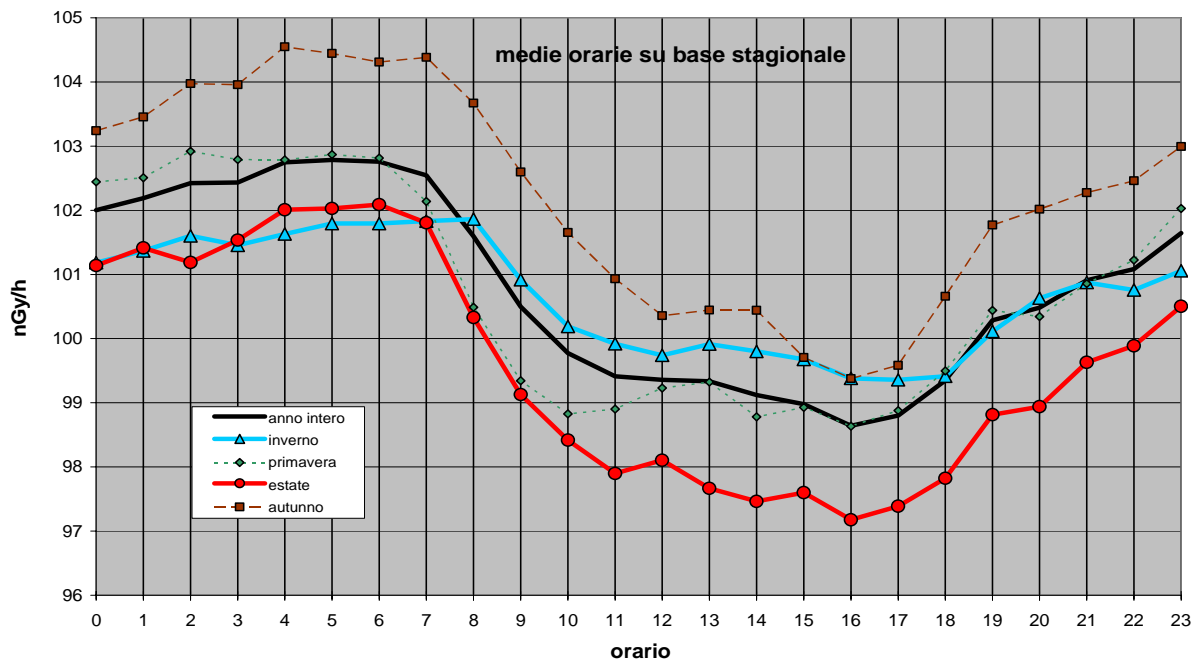


Figura 43 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

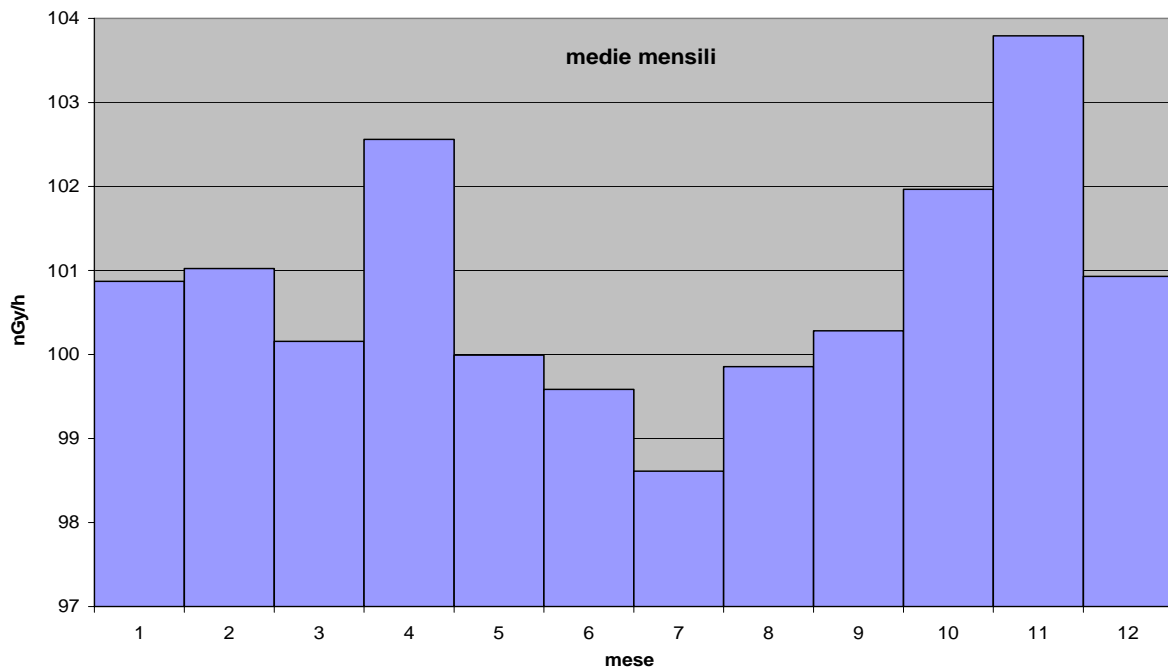


Figura 44 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

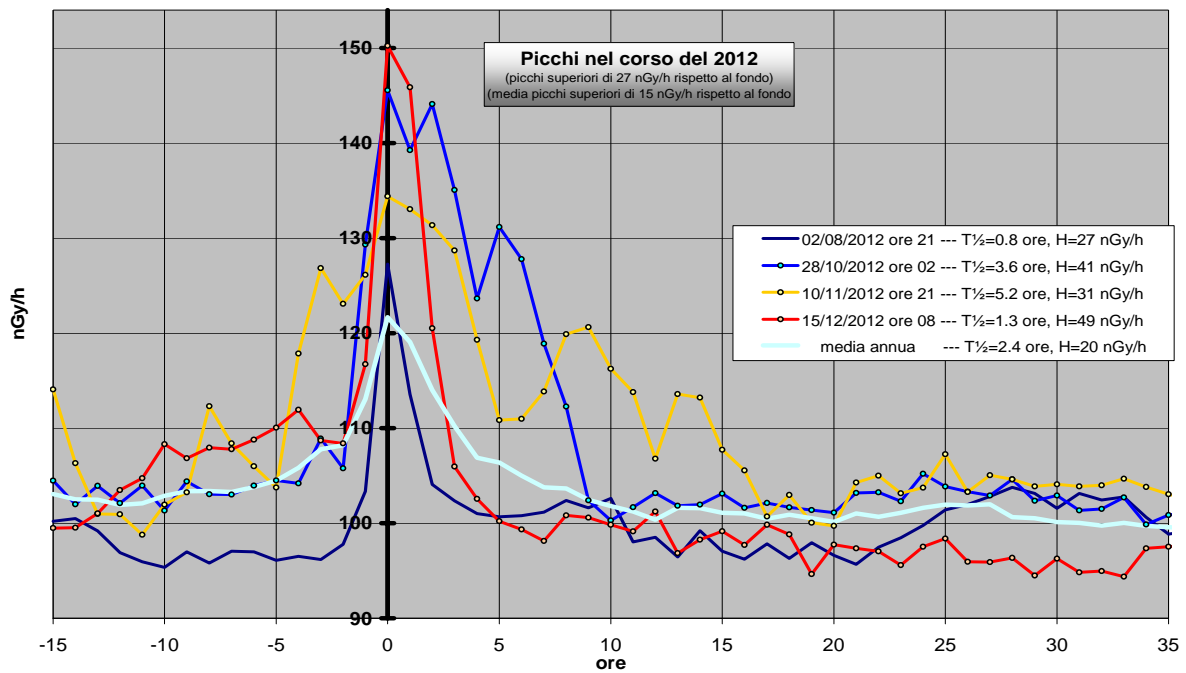


Figura 45 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

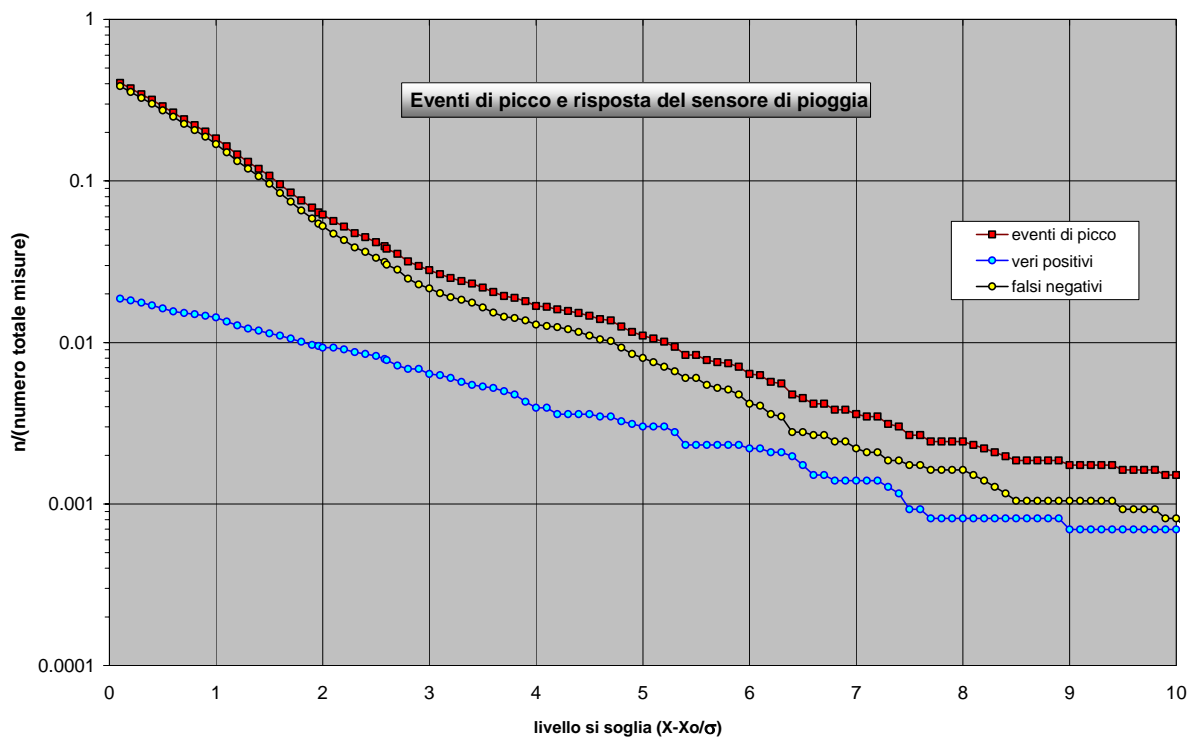


Figura 46 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

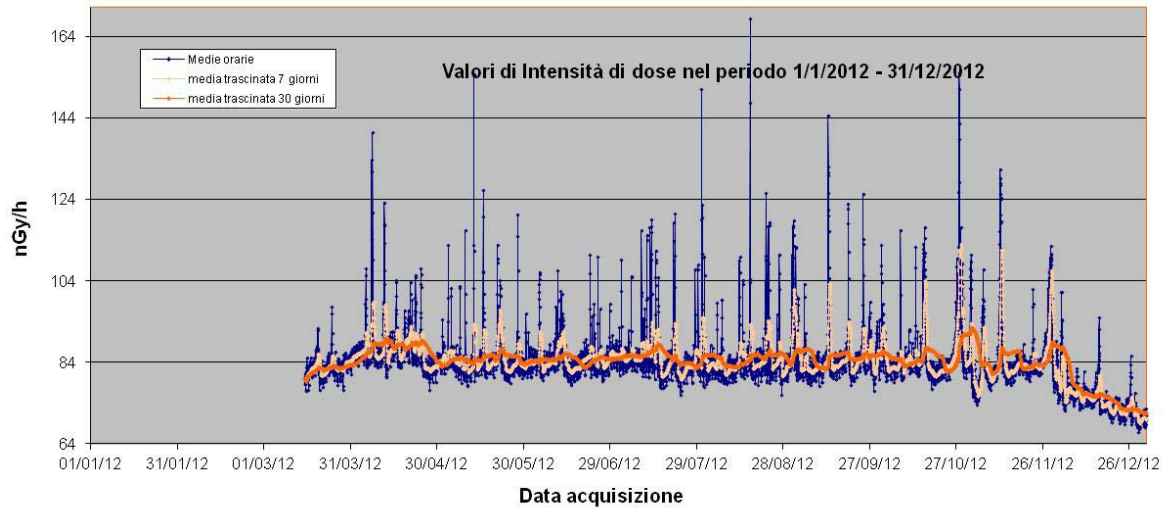


Fig. 47 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

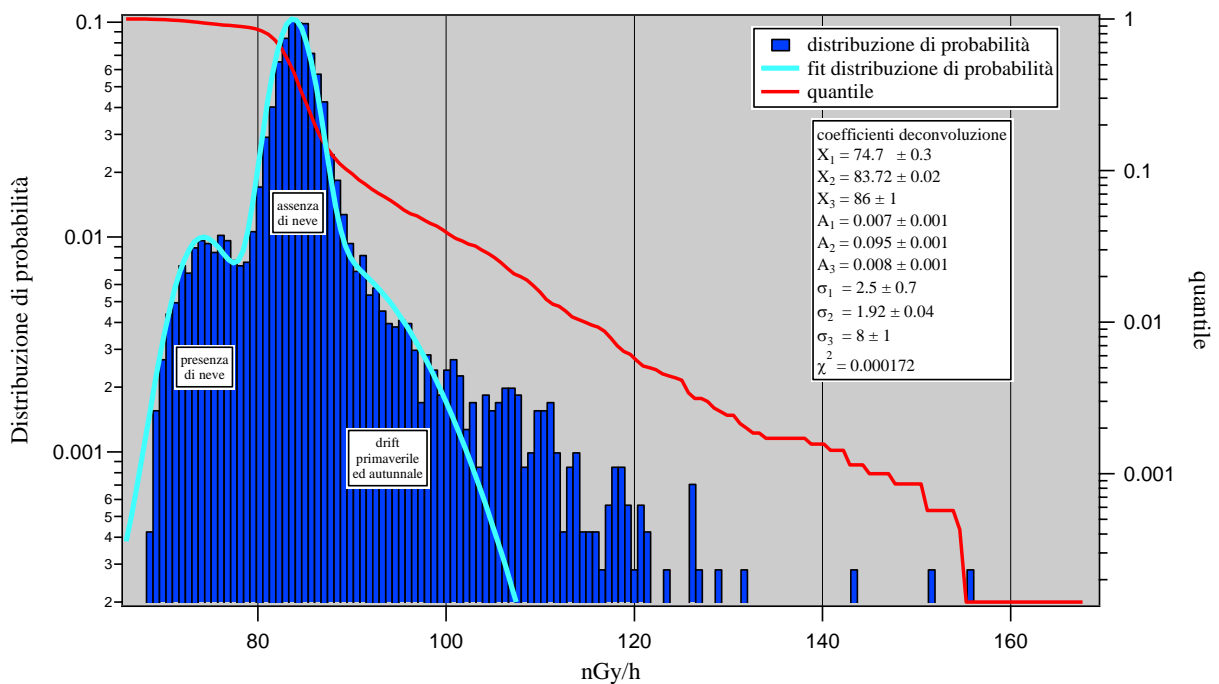


Figura 48 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una funzione data dalla somma di tre gaussiane. La prima gaussiana tiene conto dell'effetto di schermo dovuto alla copertura del manto nevoso, la seconda gaussiana fitta il comportamento della sonda nel periodo estivo mentre la terza gaussiana tiene conto del drift nel segnale che si osserva all'inizio del periodo primaverile ed all'inizio del periodo autunnale..

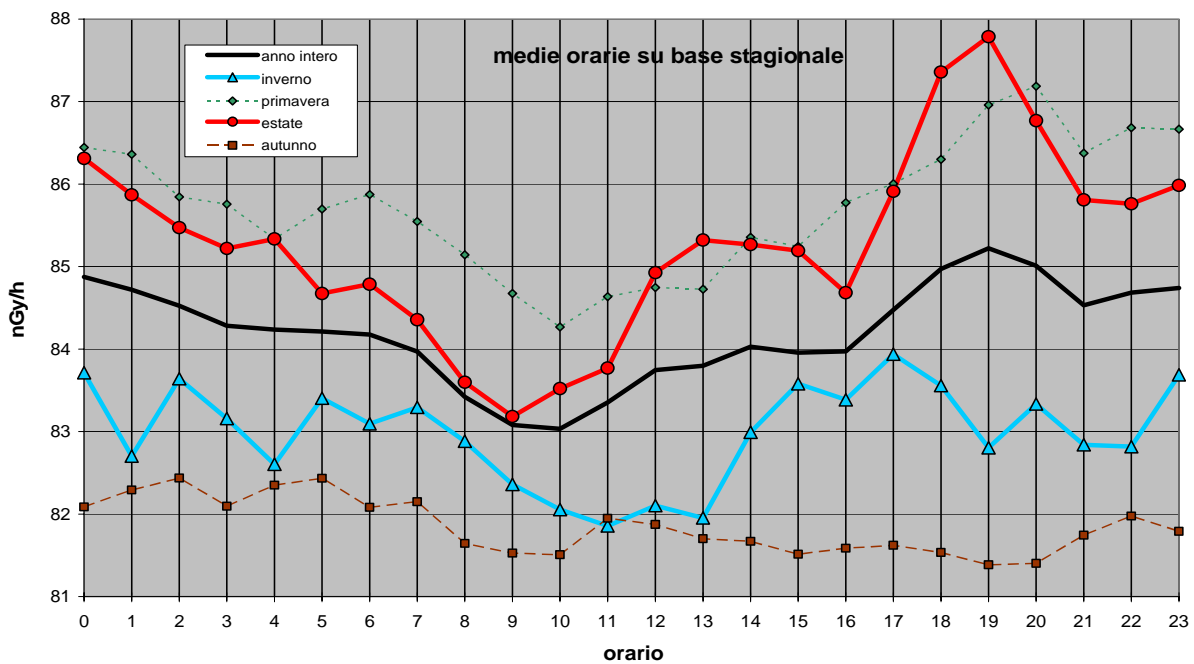


Figura 49 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

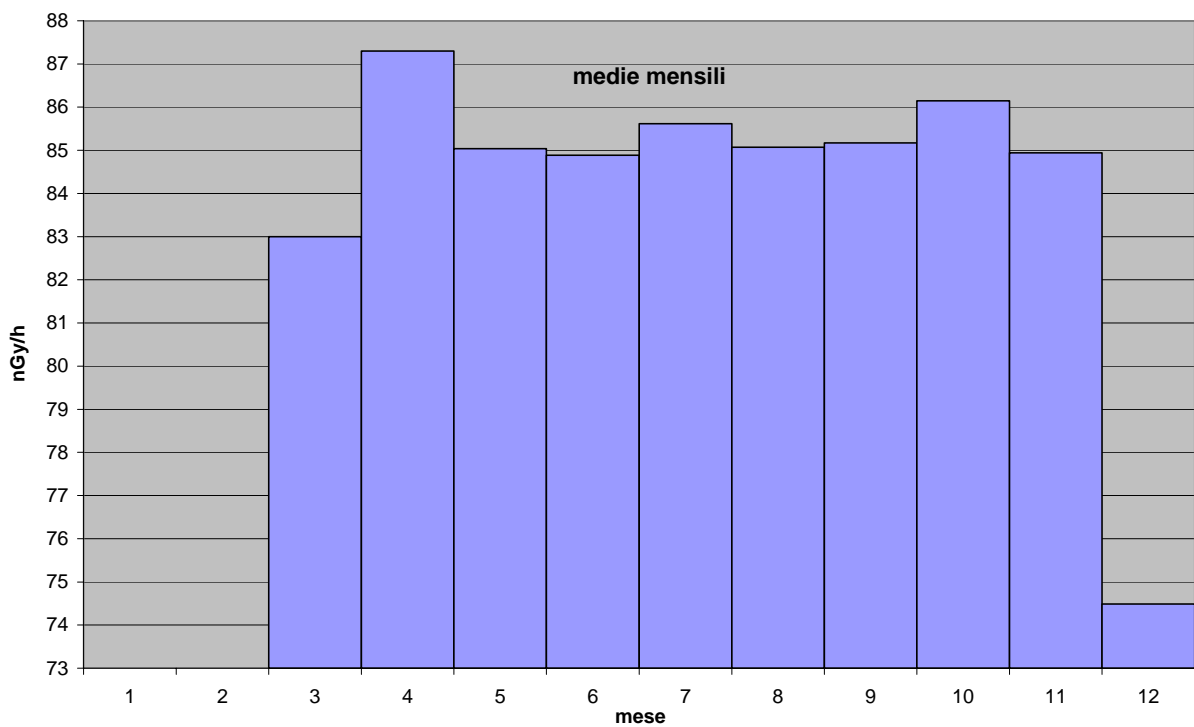


Figura 50 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

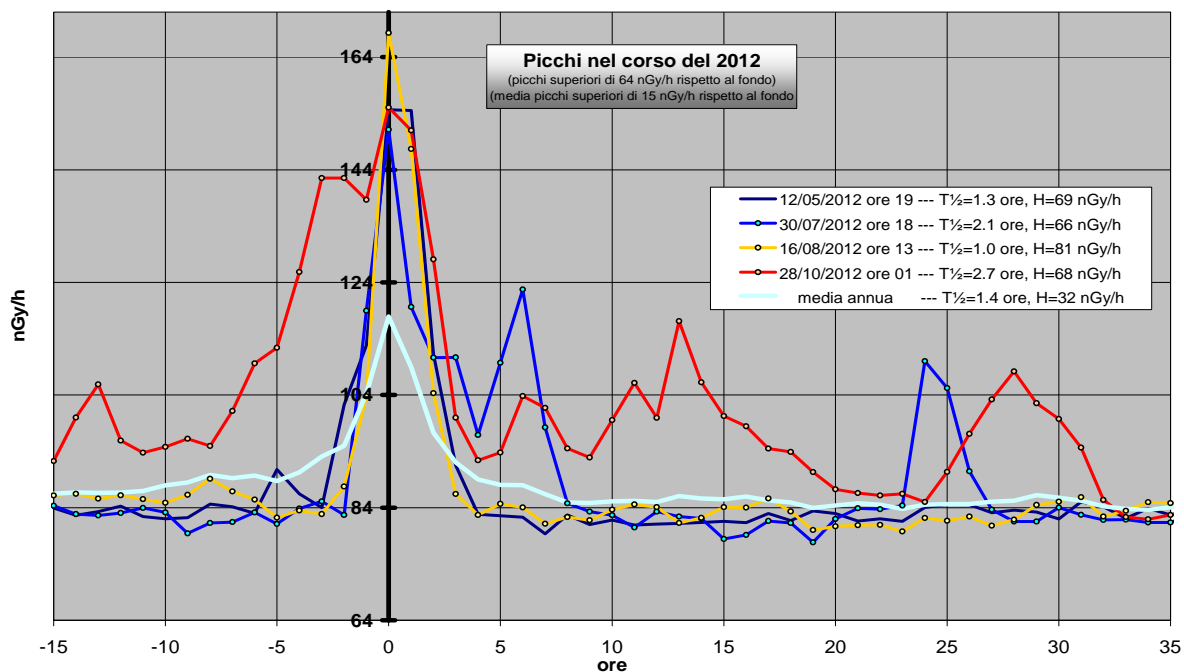


Figura 51 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

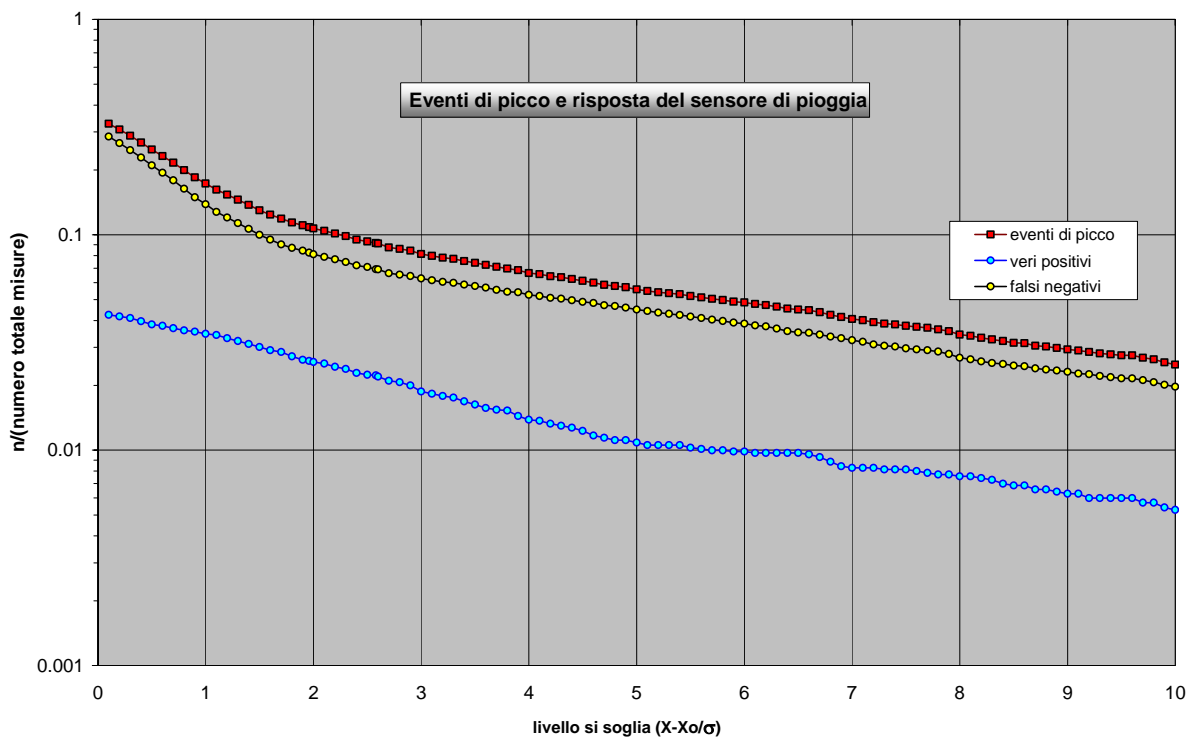
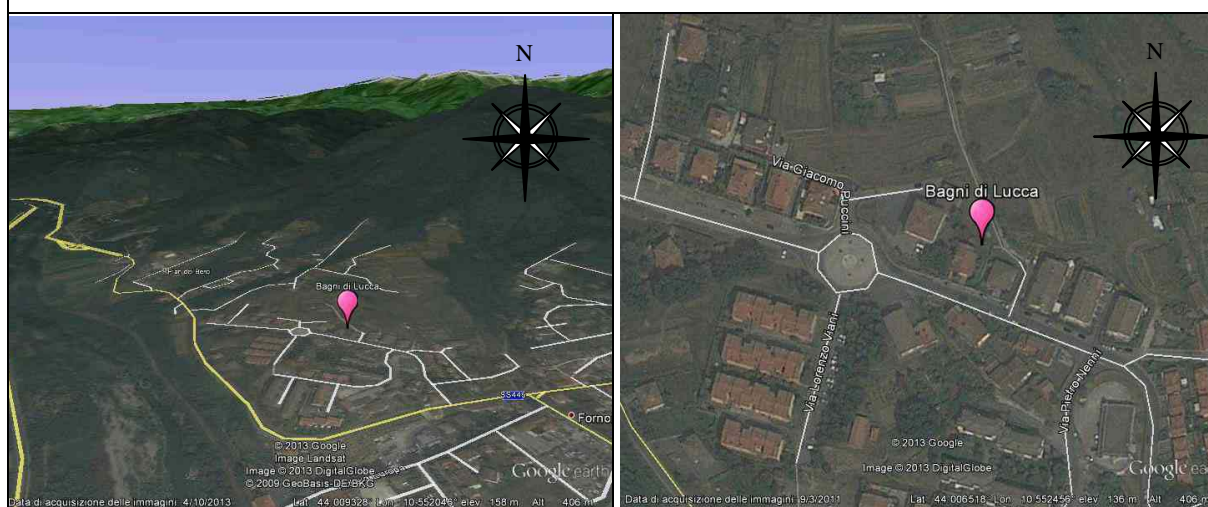


Figura 52 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

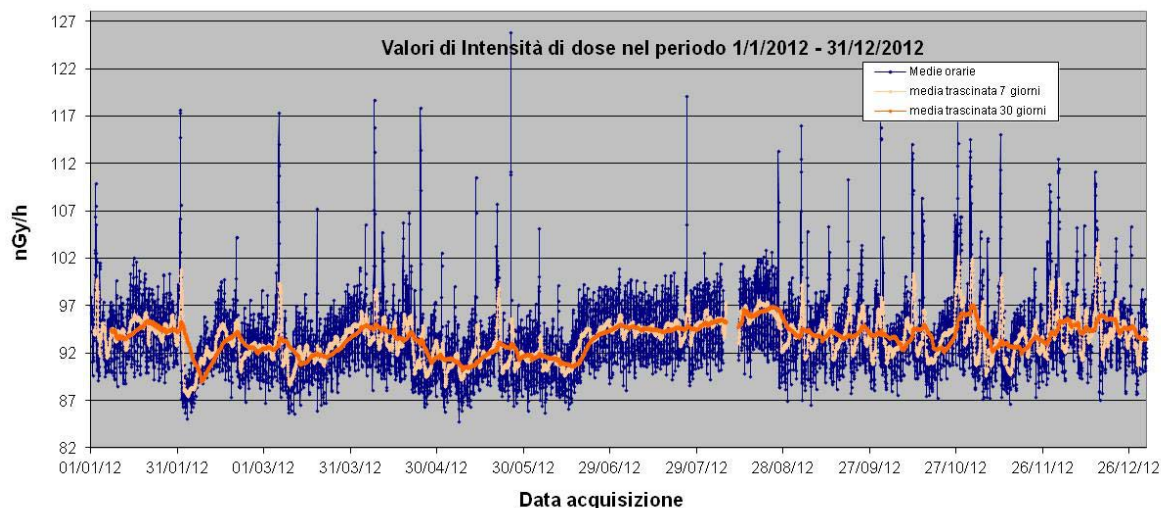


Fig. 53 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

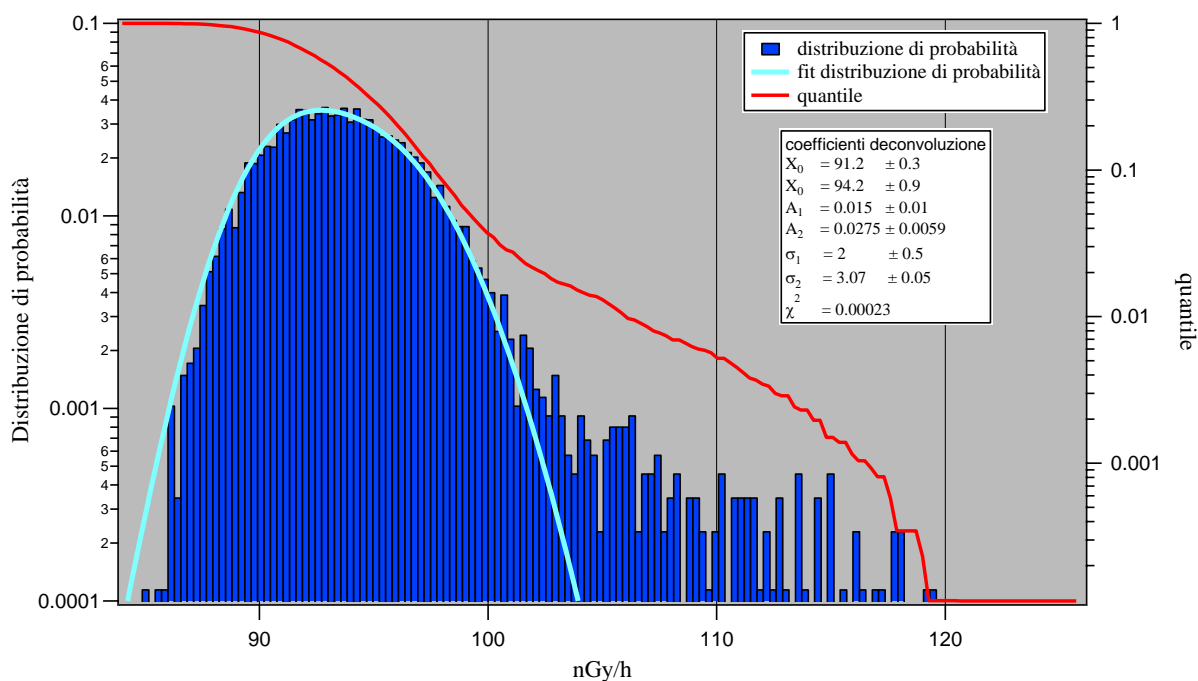


Figura 54 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una funzione data dalla somma di due gaussiane. La prima gaussiana fitta il segnale che si osserva nel periodo invernale ed all'inizio del periodo primaverile, la seconda gaussiana fitta il segnale che si osserva nel periodo estivo ed autunnale.

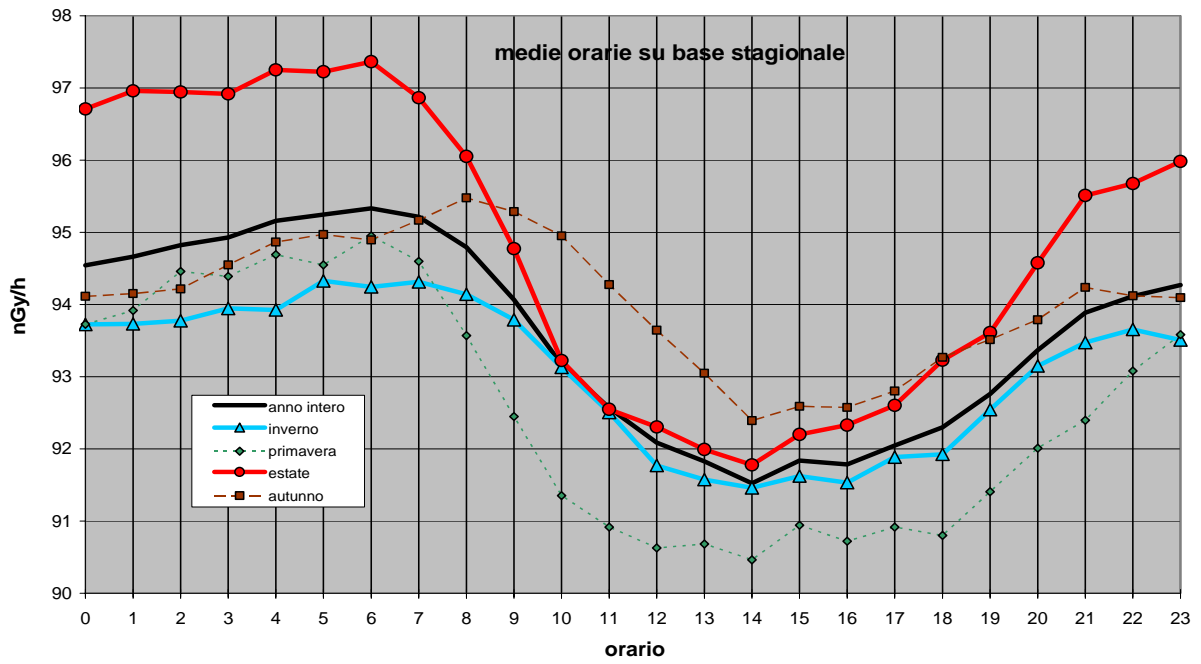


Figura 55 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

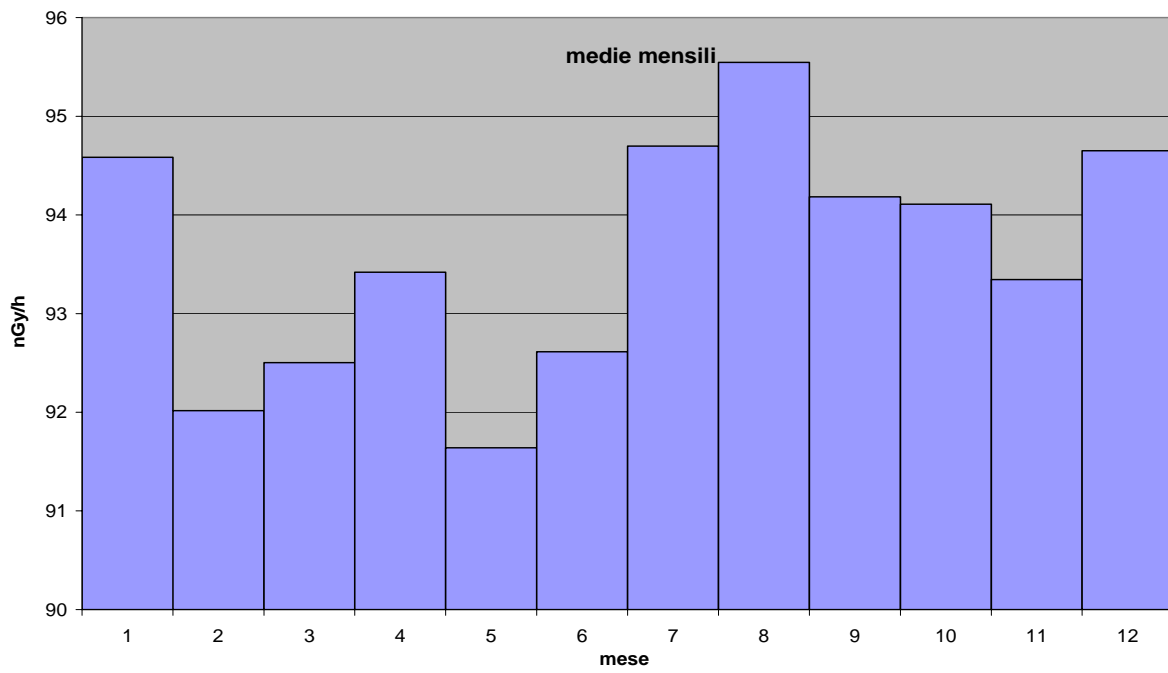


Figura 56 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

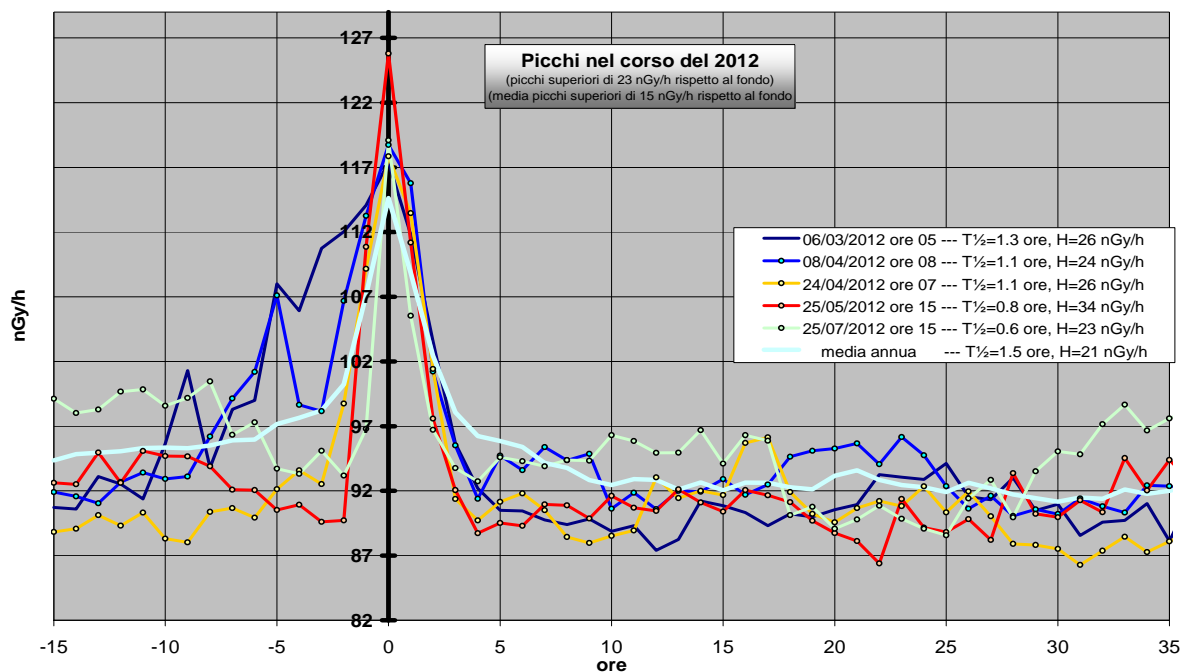


Figura 57 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

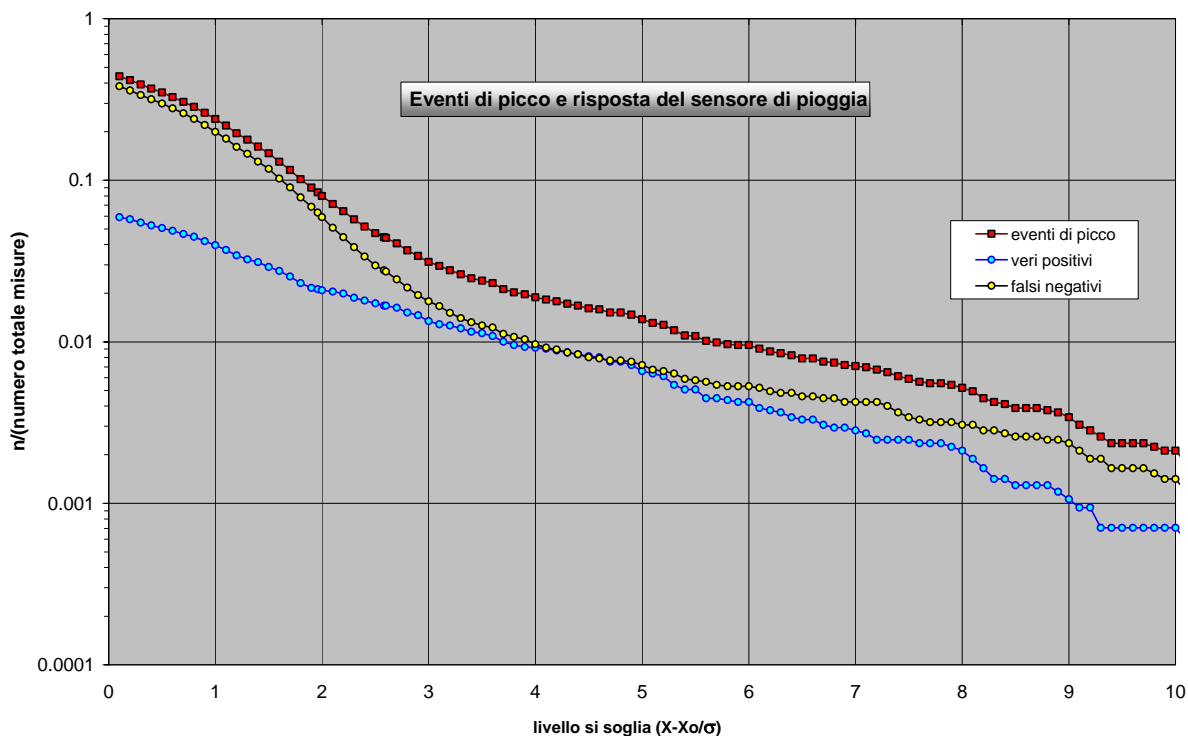
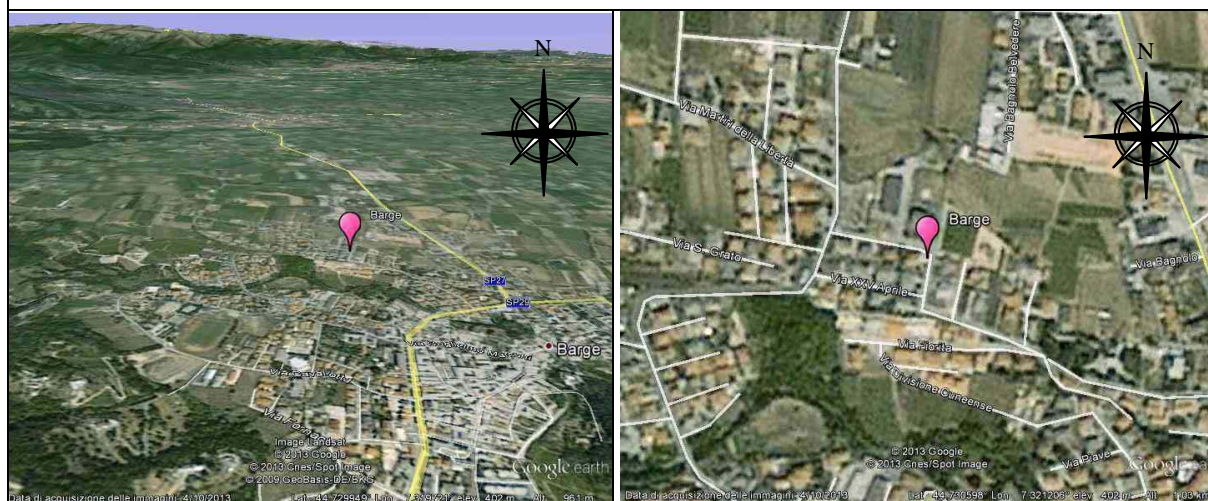


Figura 58 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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. Stazione di 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

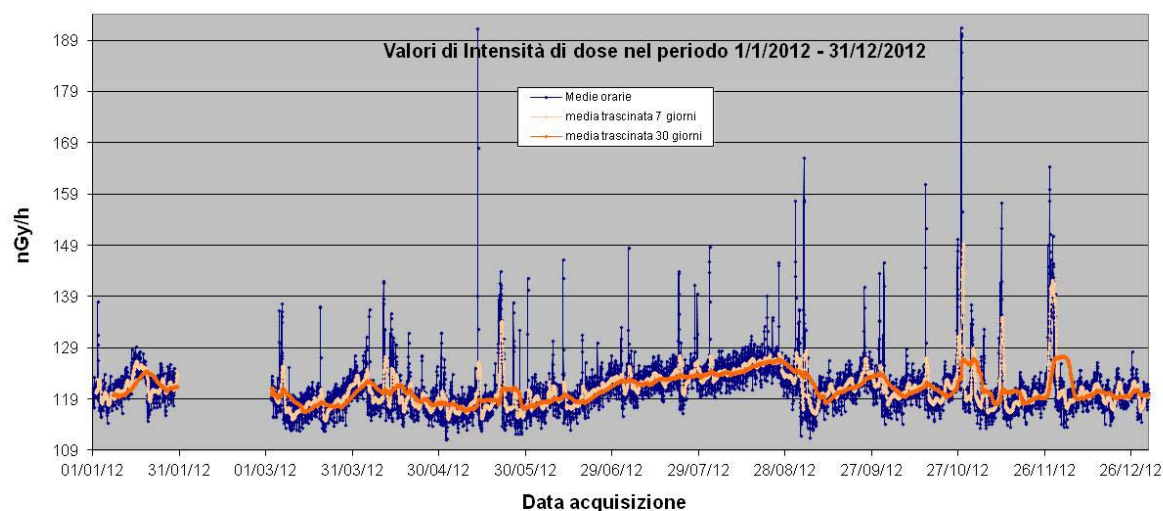


Fig. 59 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

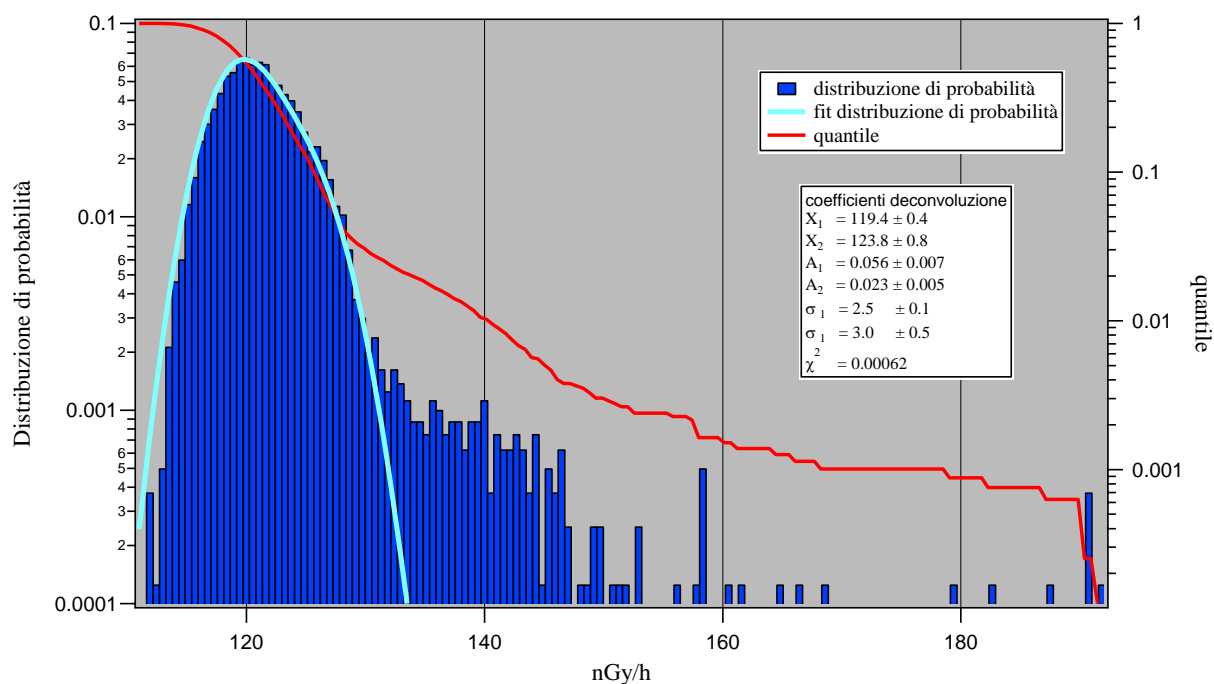


Figura 60 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una funzione data dalla somma di due gaussiane. Una gaussian serve a fittare il drift nel segnale che si osserva nel periodo estivo, l'altra gaussian fitta il segnale che si osserva nel restante periodo dell'anno.

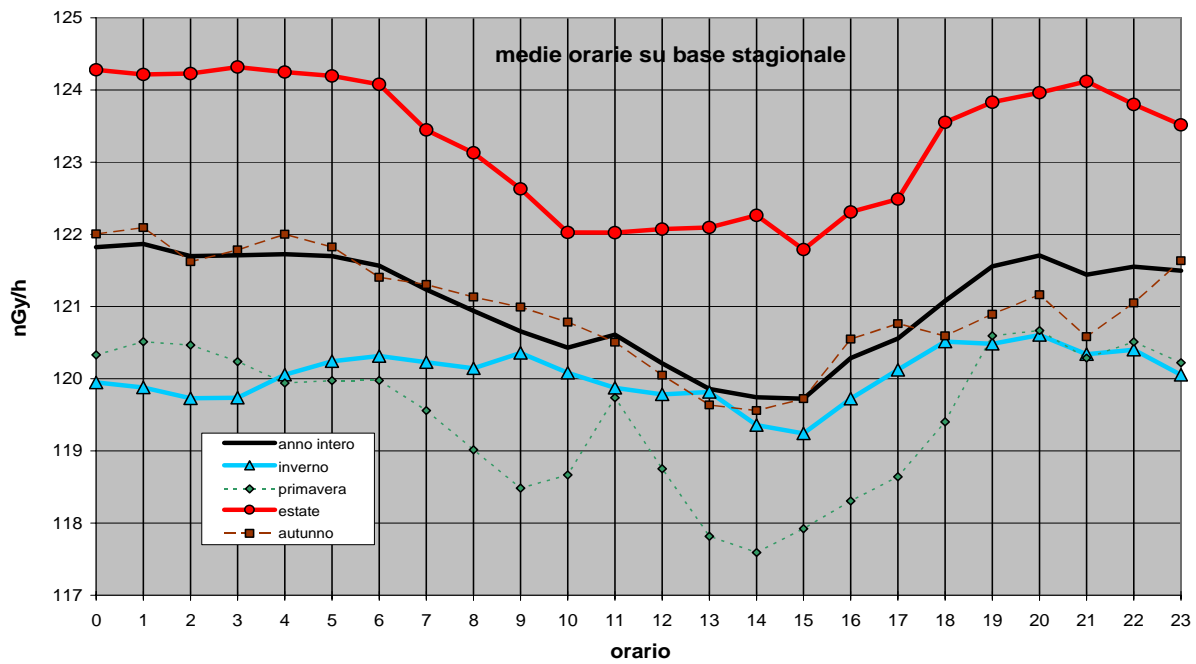


Figura 61 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

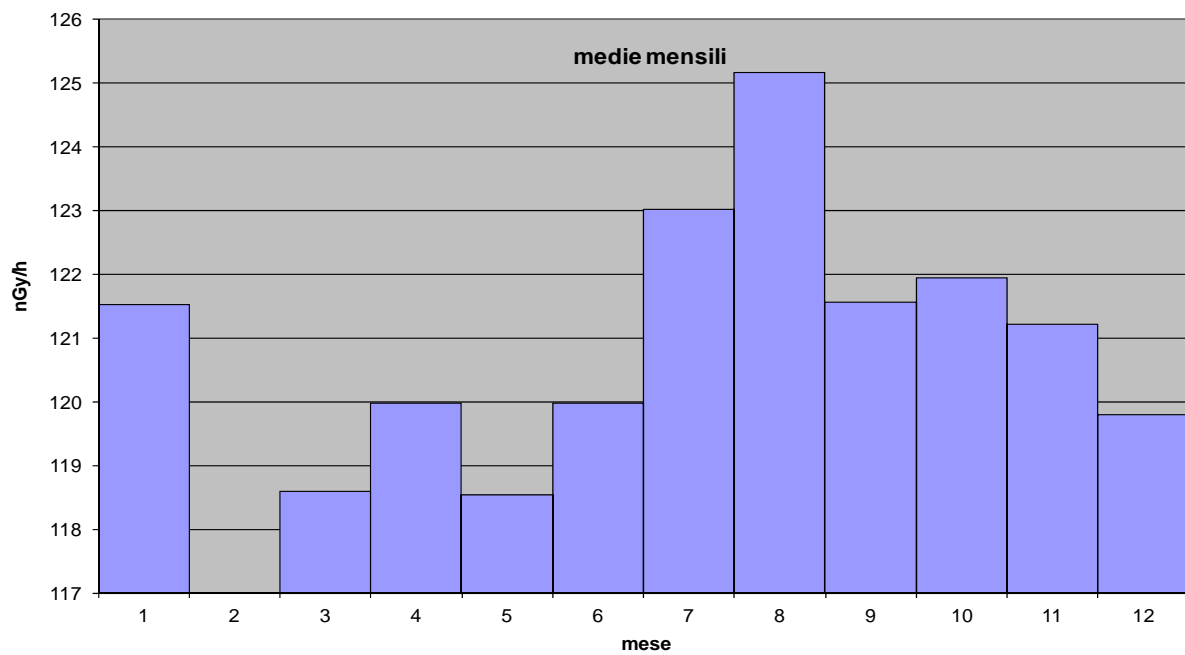


Figura 62 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

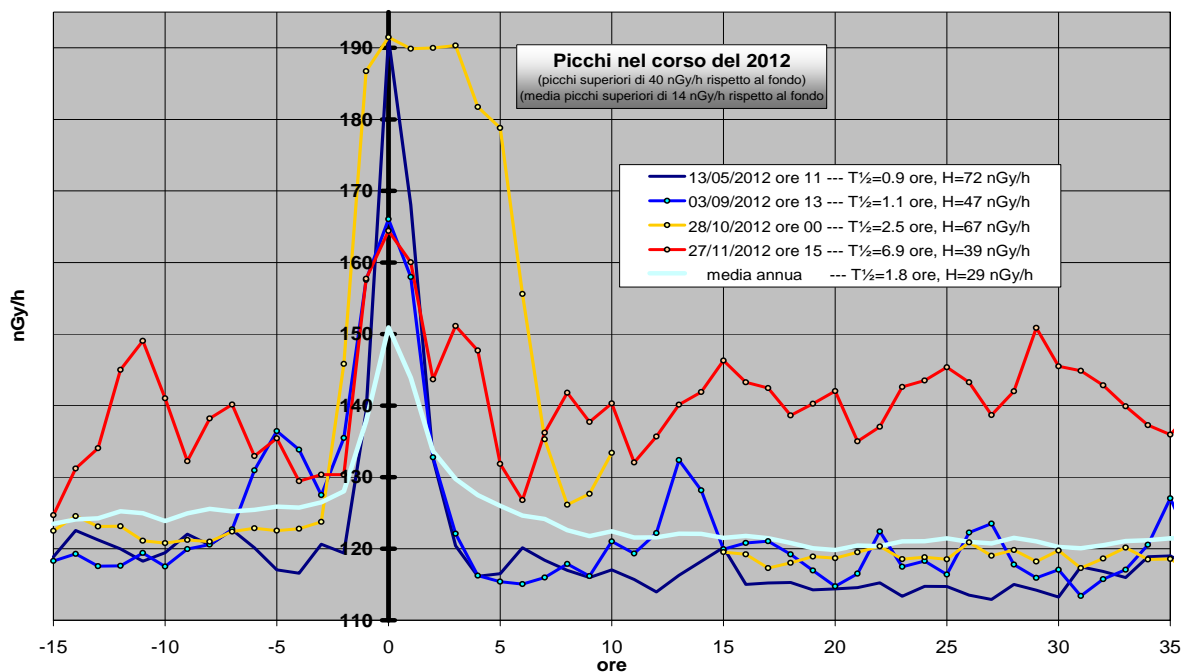


Figura 63 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

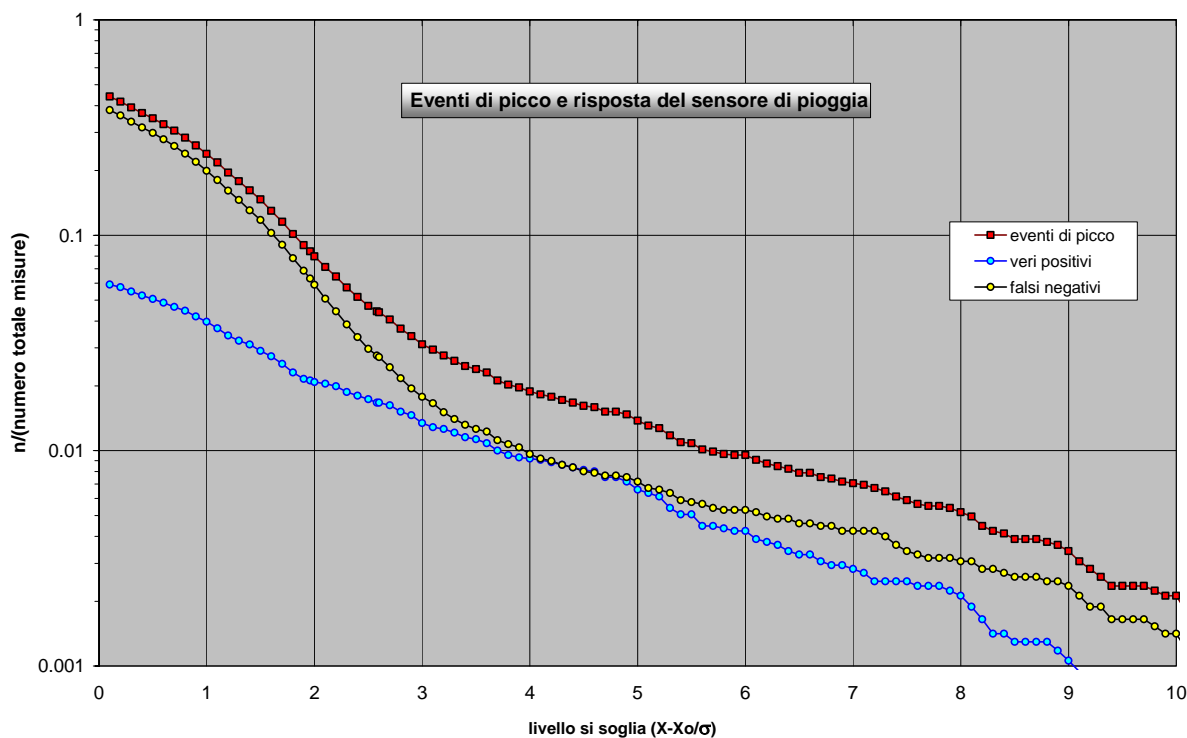


Figura 64 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

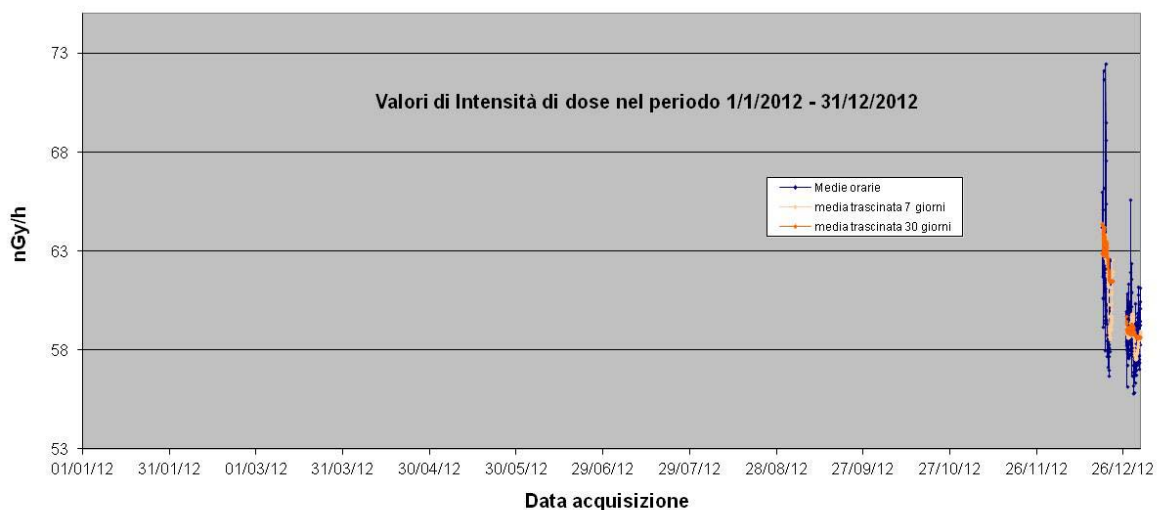


Fig. 65 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

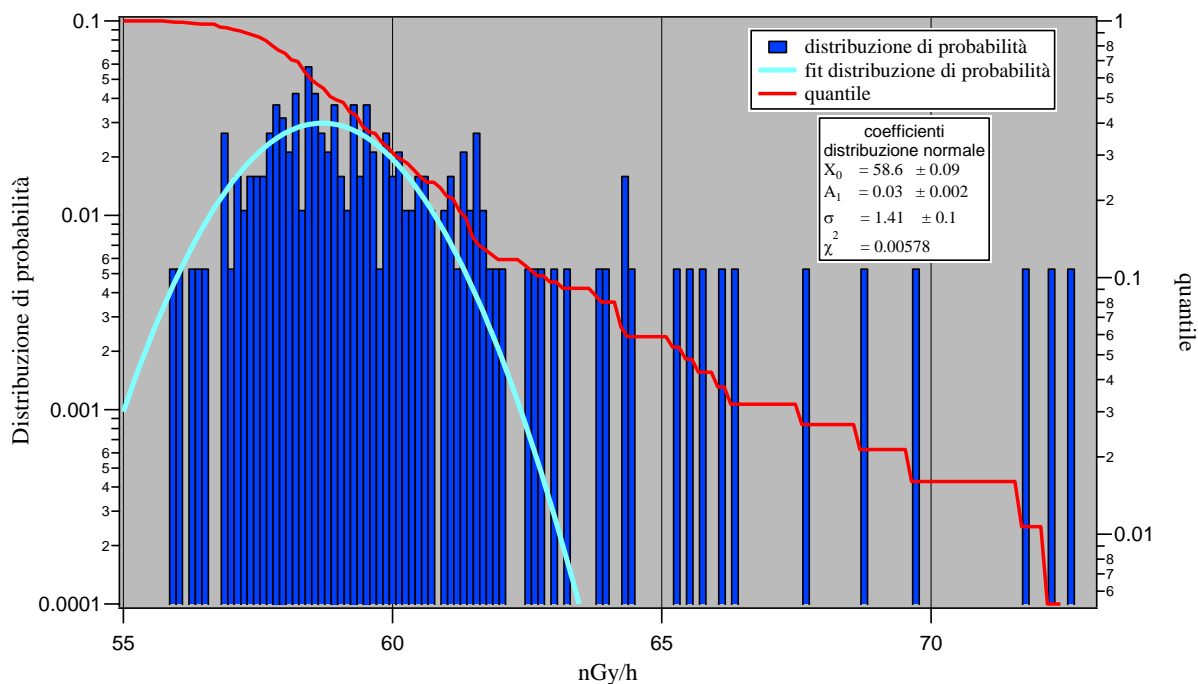


Figura 66 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una gaussiana.

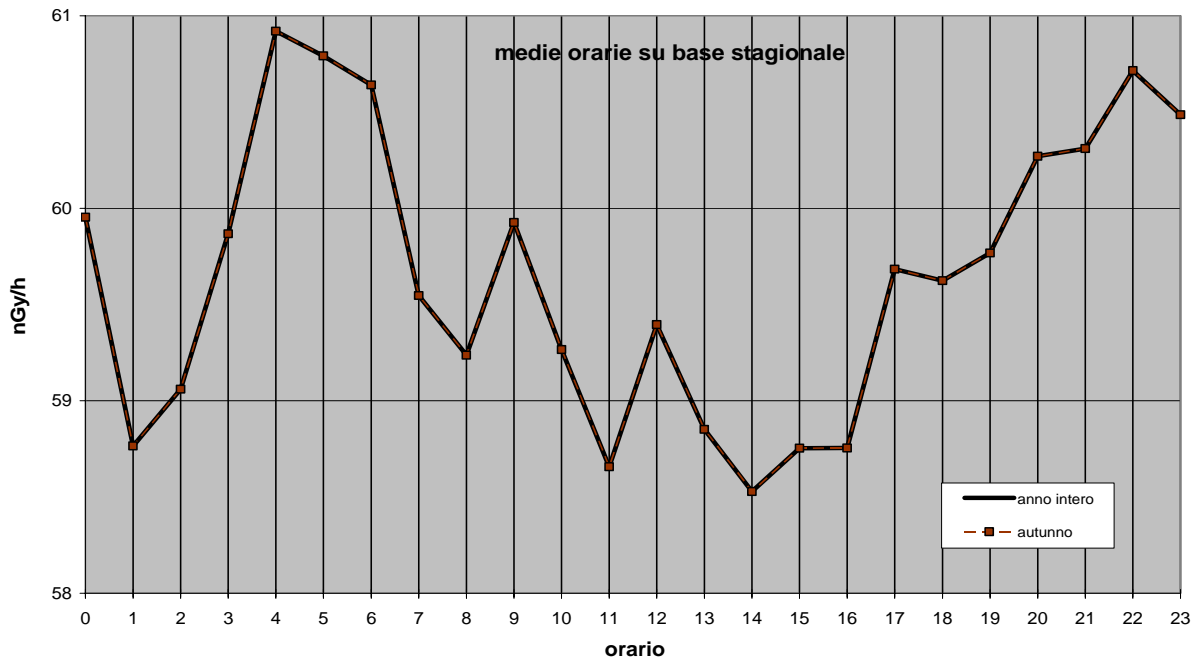


Figura 67 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

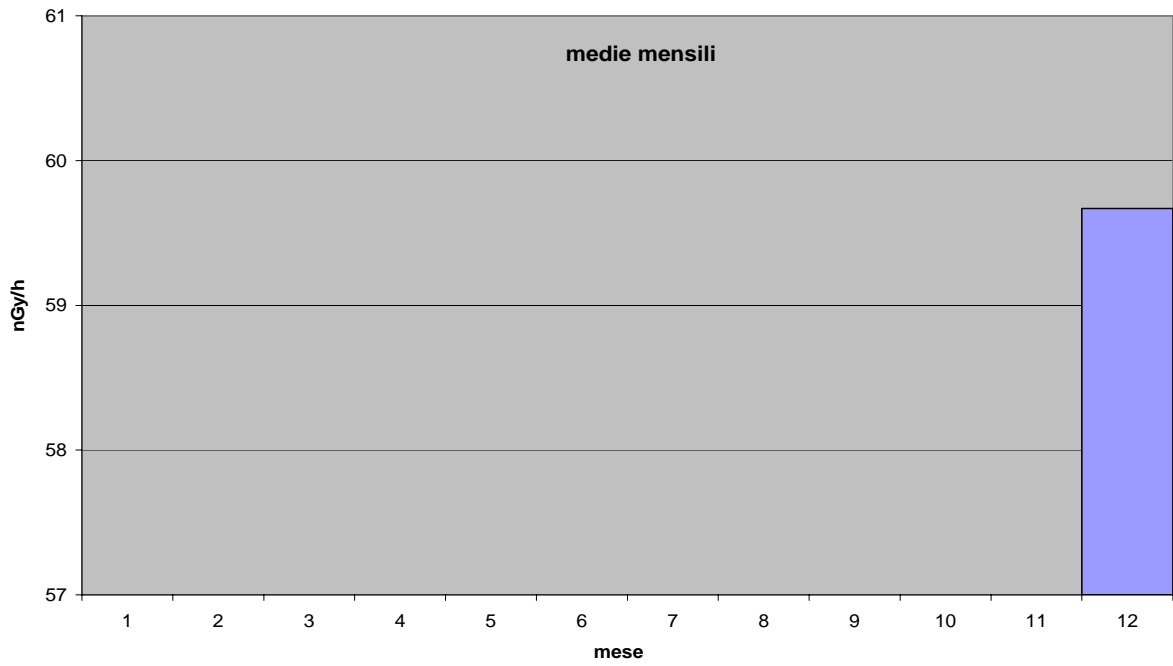


Figura 68 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

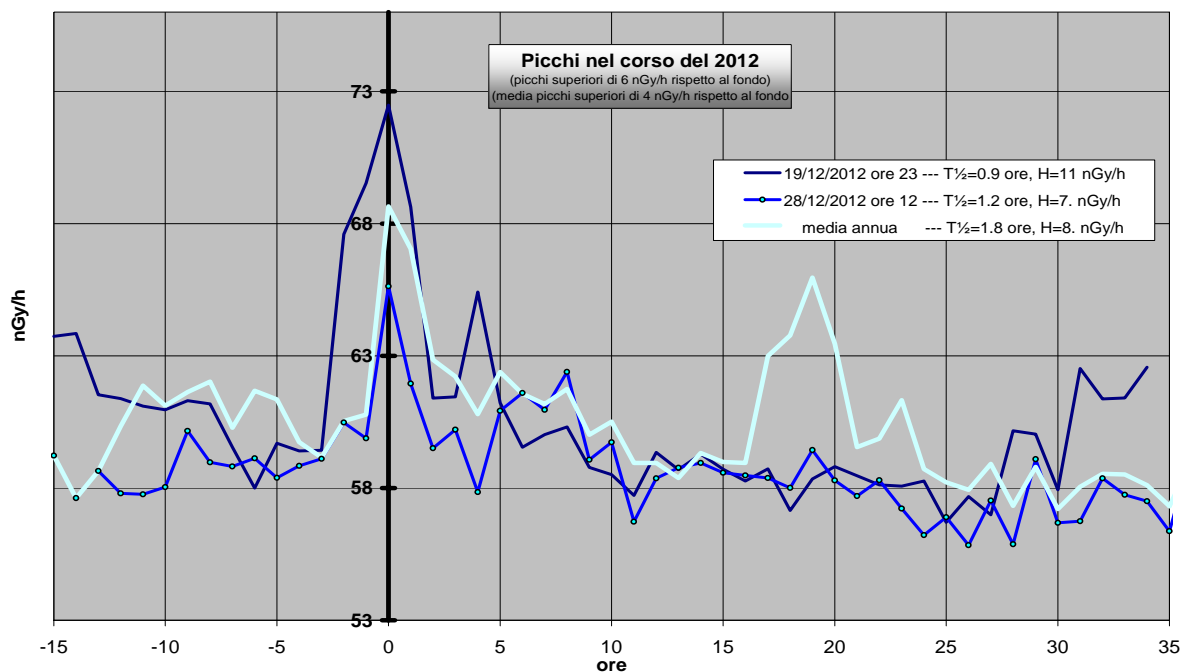


Figura 69 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

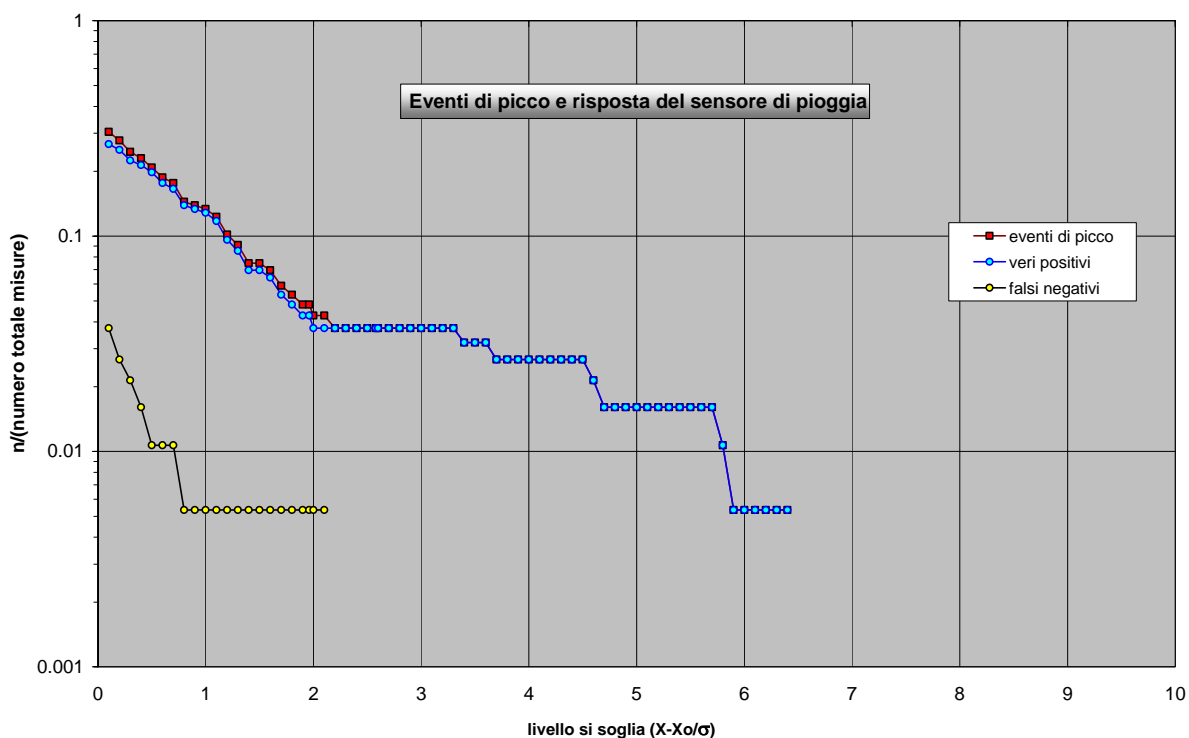


Figura 70 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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. Stazione di 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

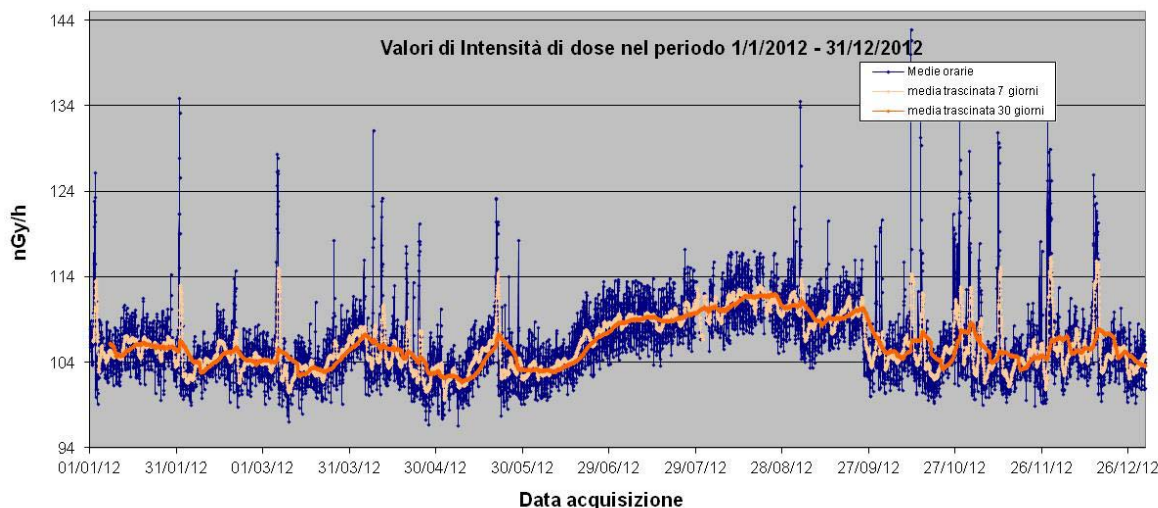


Fig. 71 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

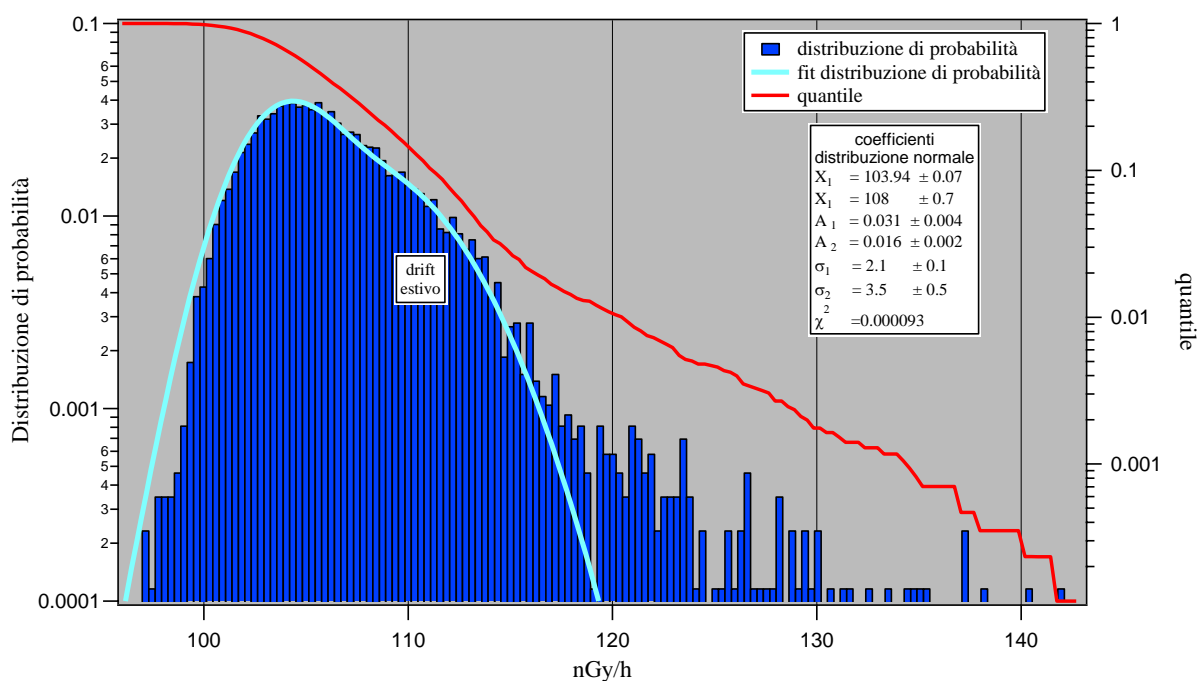


Figura 72 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una funzione data dalla somma di due gaussiane. Una gaussian serve a fittare il drift nel segnale che si osserva nel periodo estivo, l'altra gaussian fitta il segnale che si osserva nel restante periodo dell'anno.

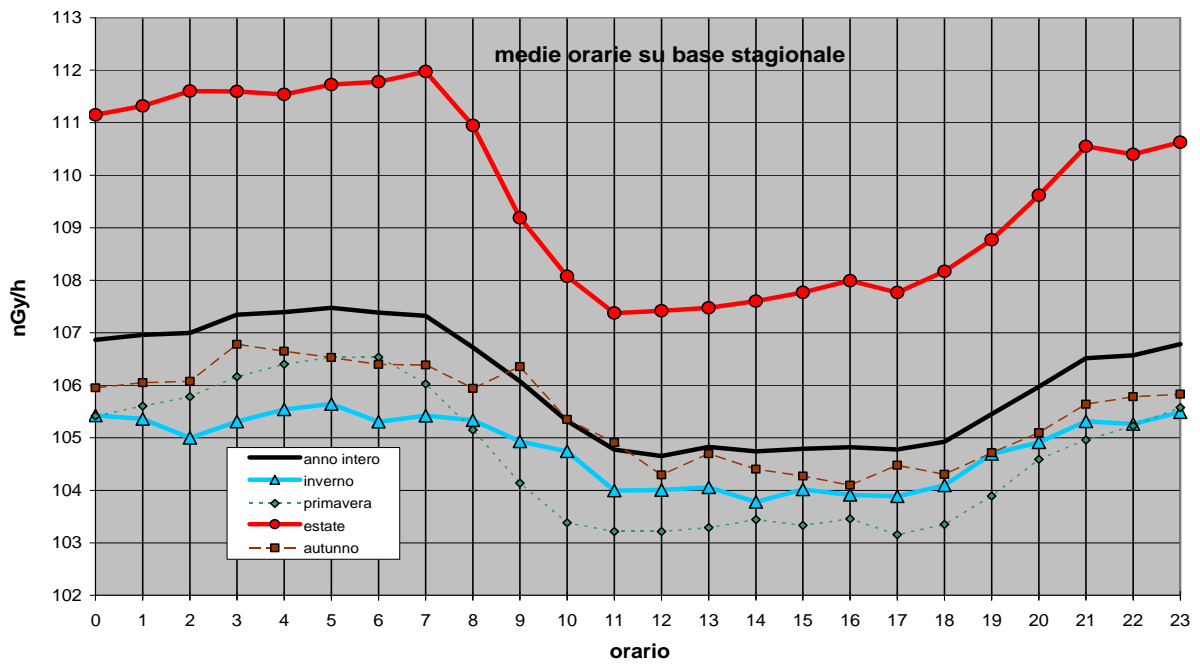


Figura 73 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

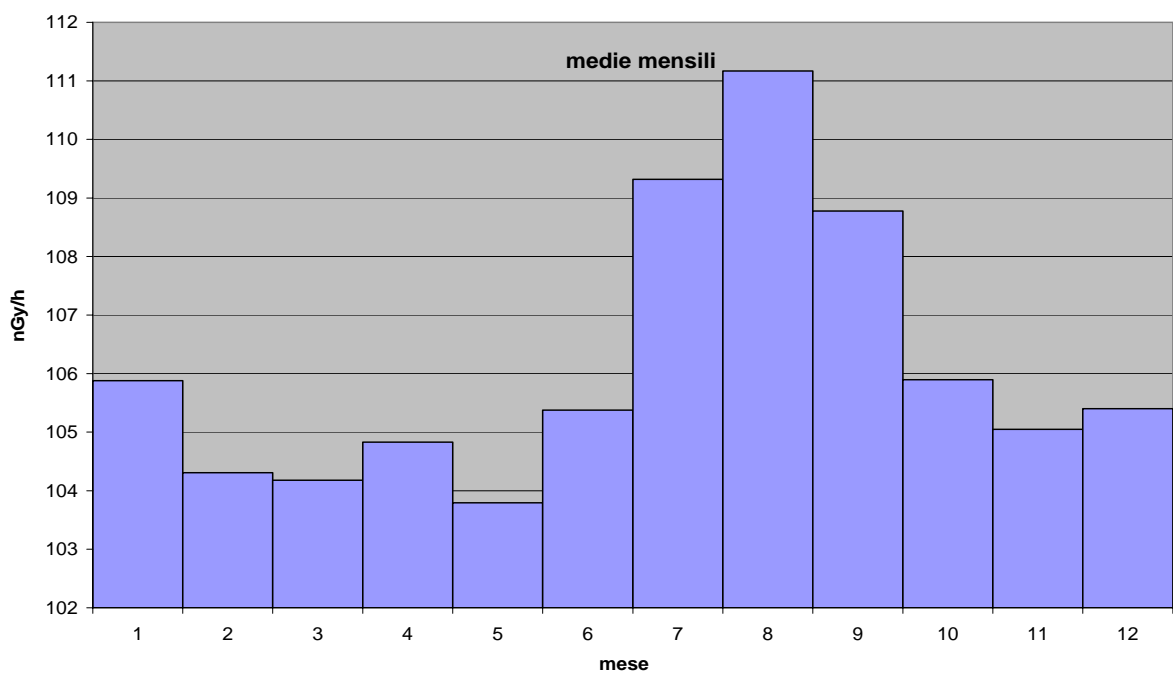


Figura 74 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

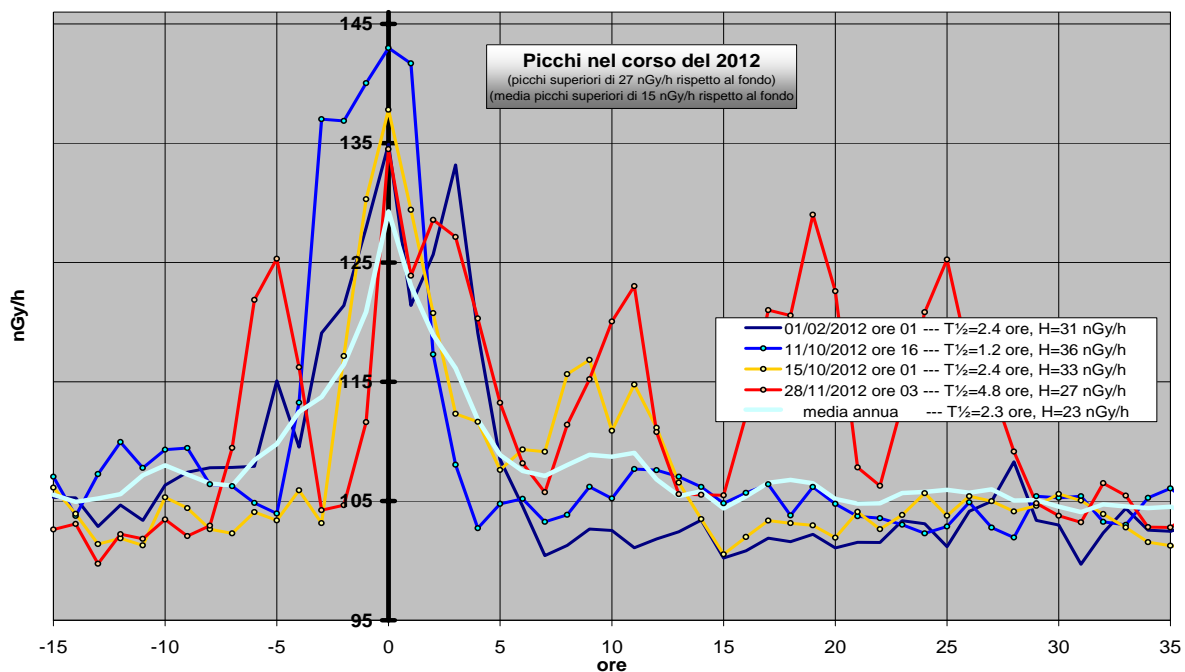


Figura 75 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

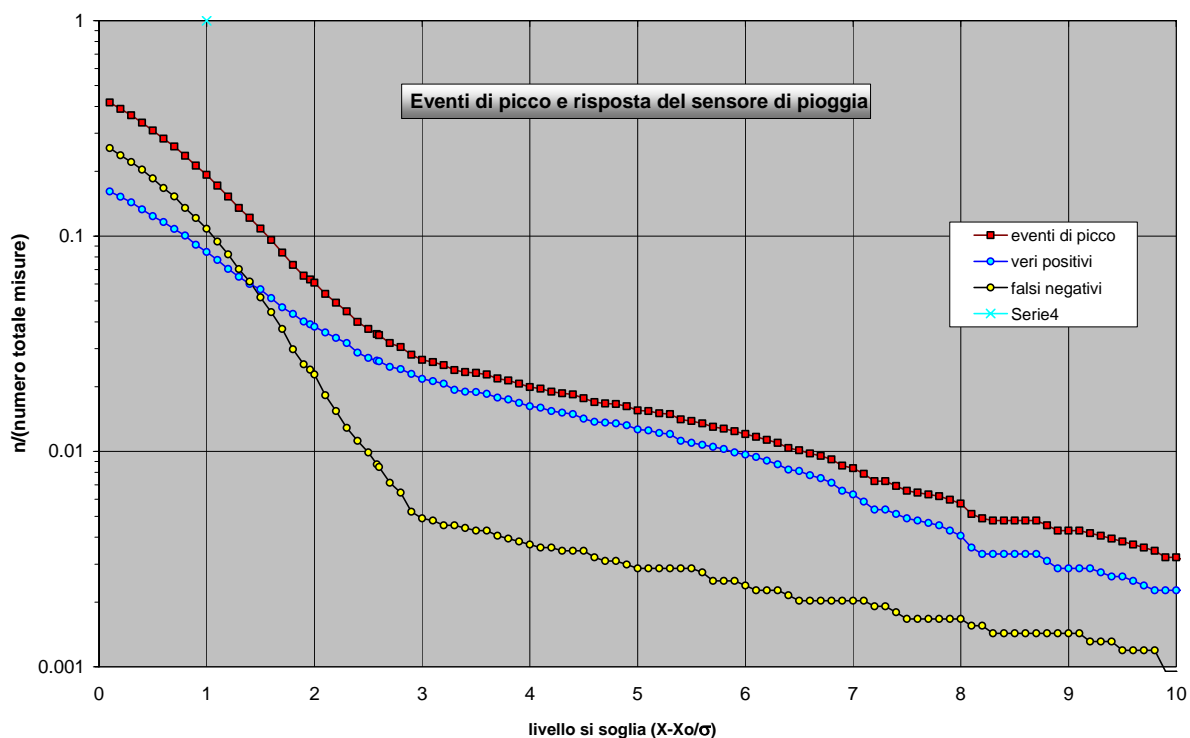


Figura 76 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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>

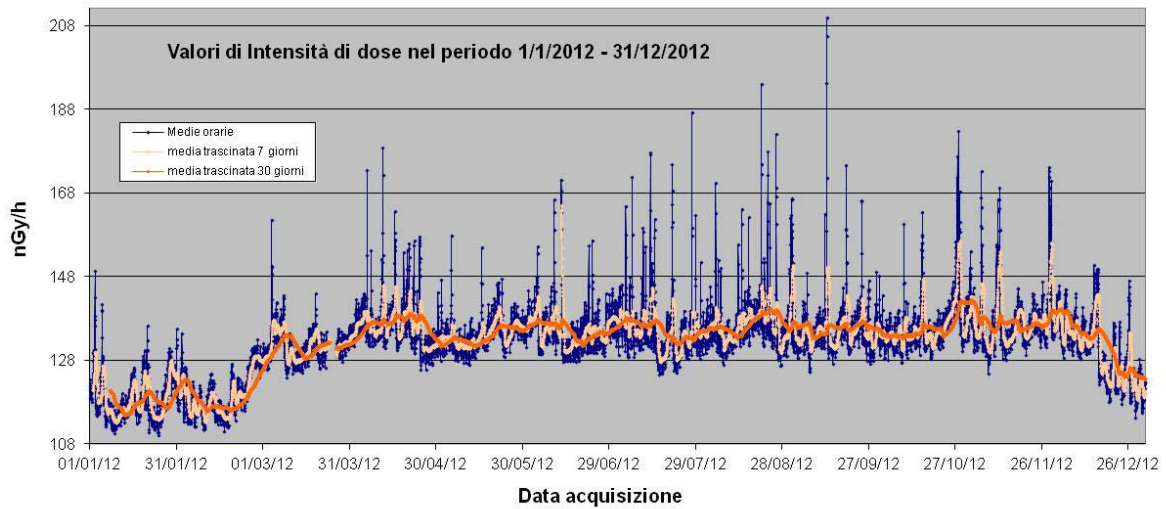


Fig. 77 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

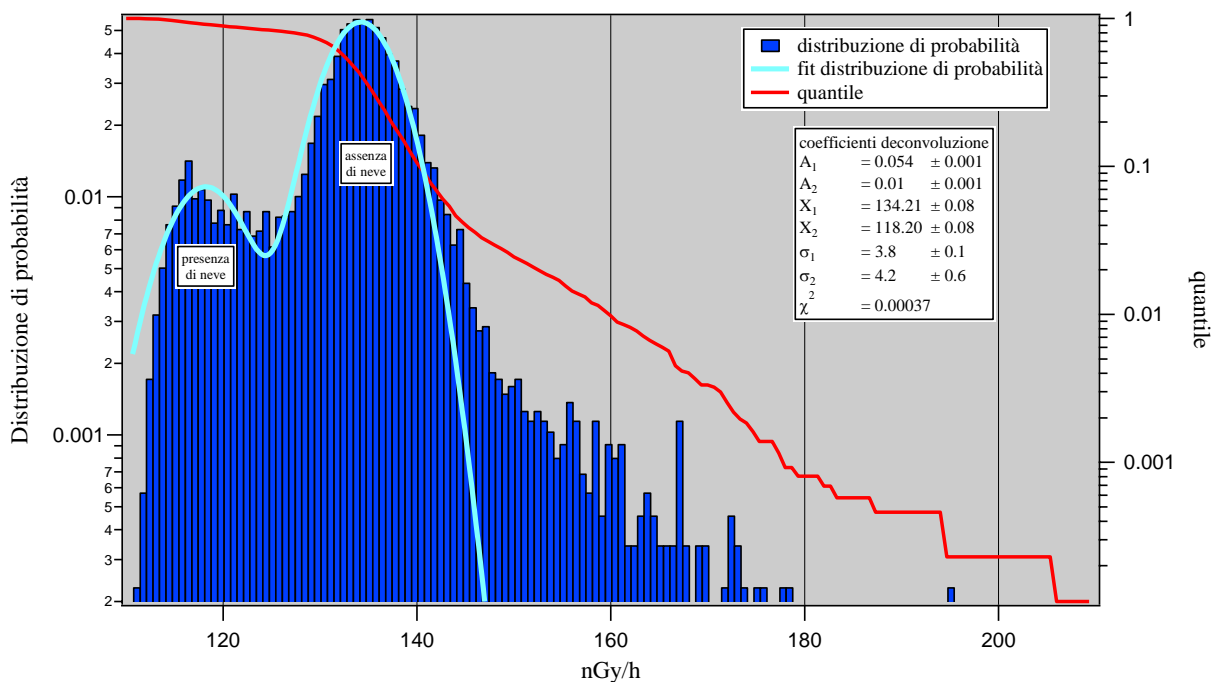


Figura 78 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una funzione data dalla somma di due gaussiane onde tener conto degli effetti di schermo dovuti alla copertura del manto nevoso. Una gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in presenza del manto nevoso, la seconda gaussiana fitta la distribuzione dei valori di dose orari in assenza di manto nevoso.

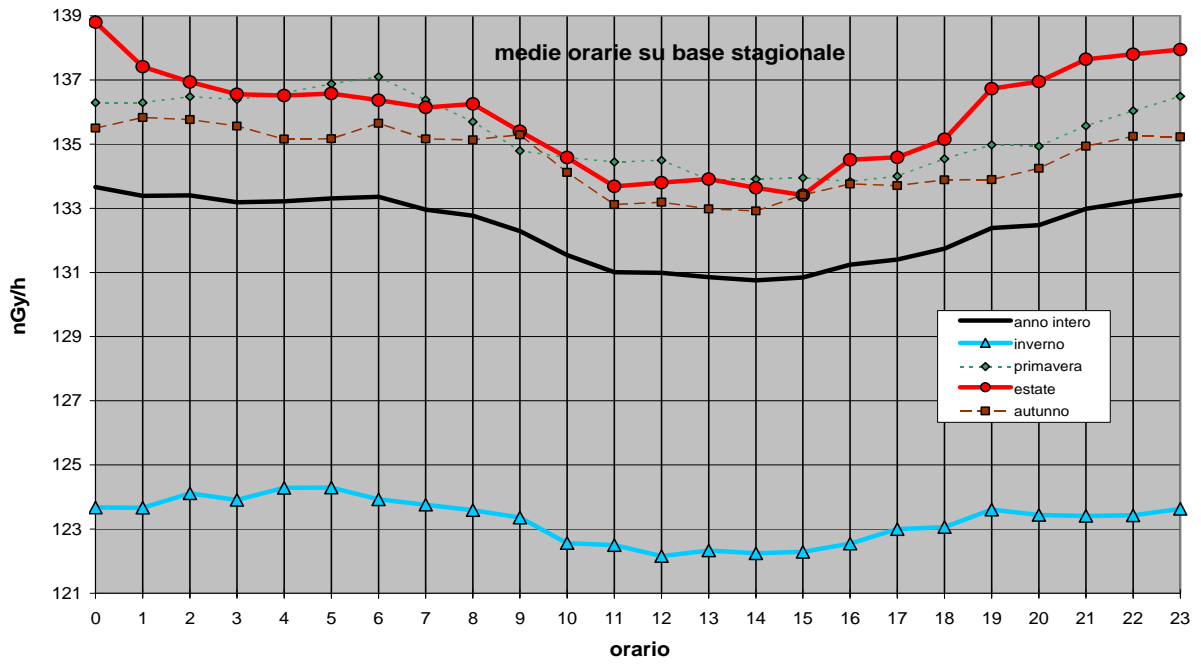


Figura 79 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

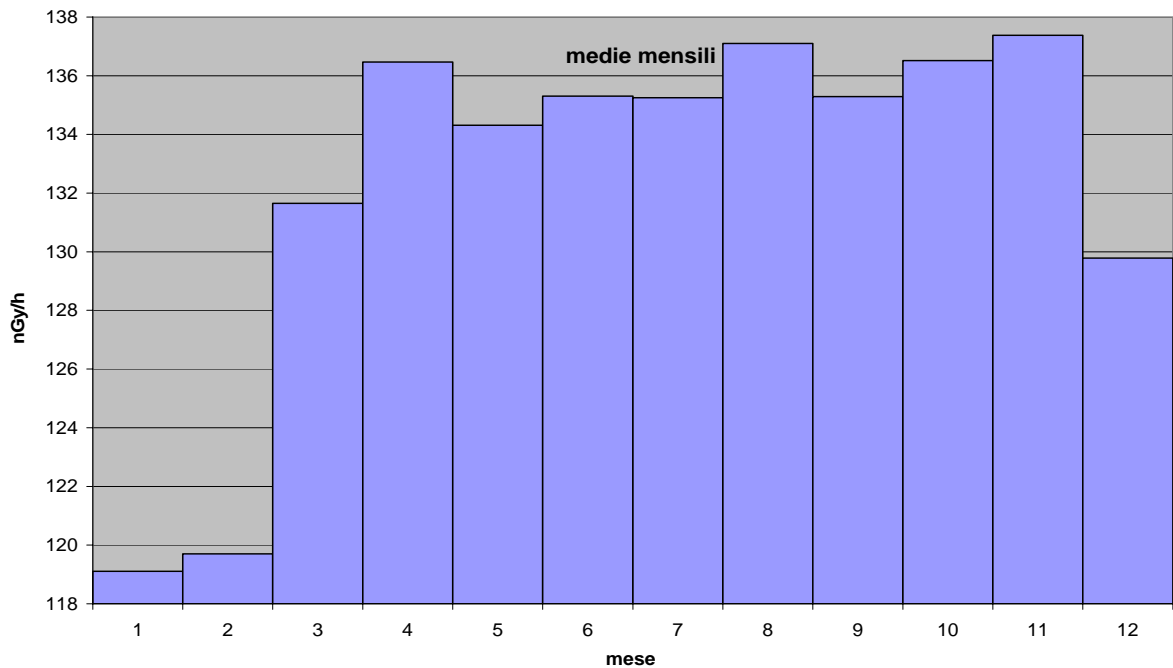


Figura 80 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

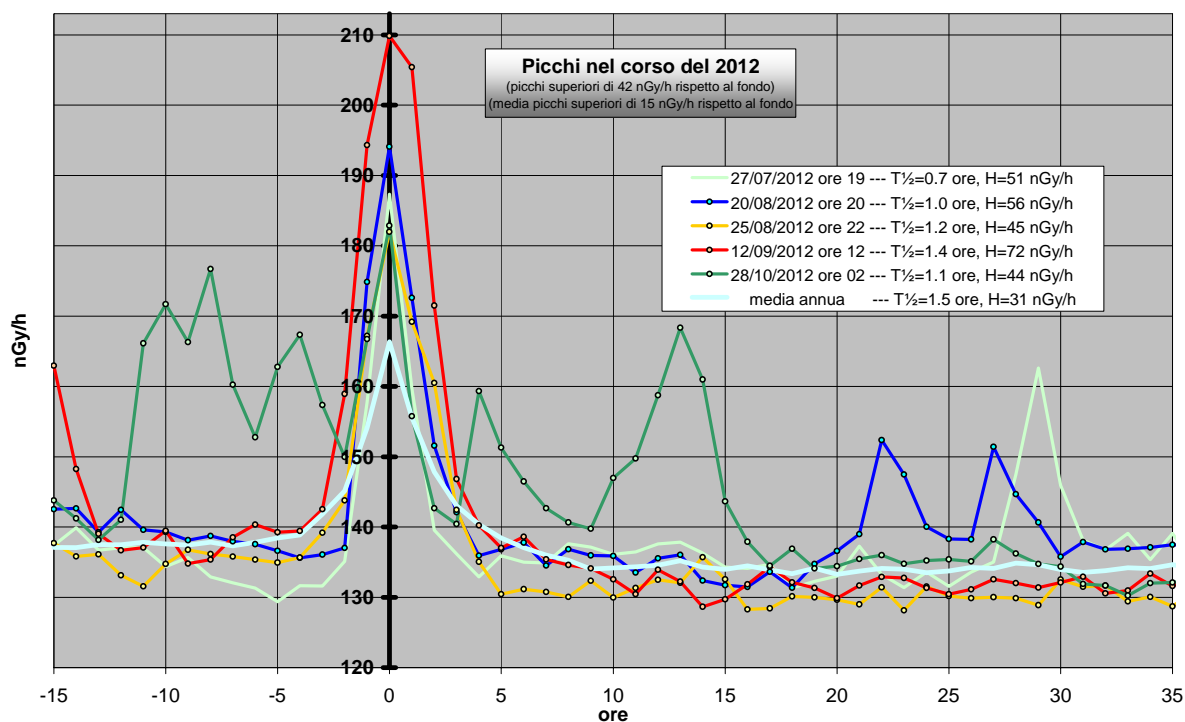


Figura 81 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

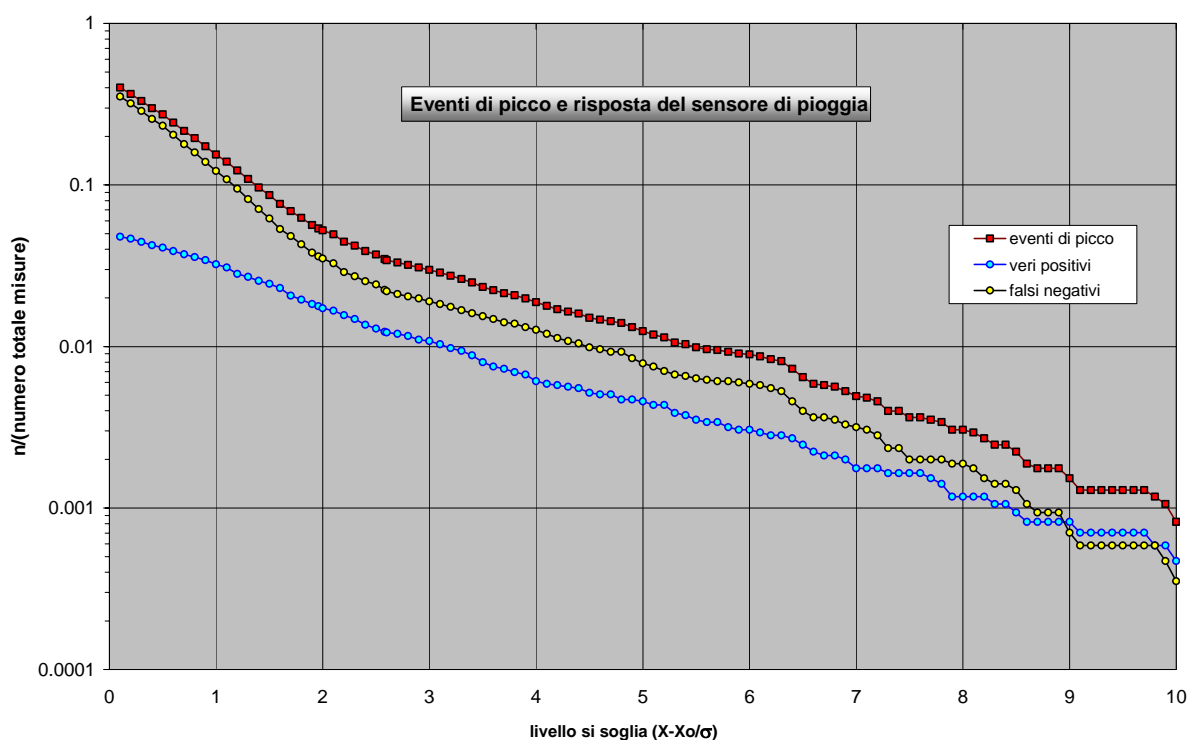
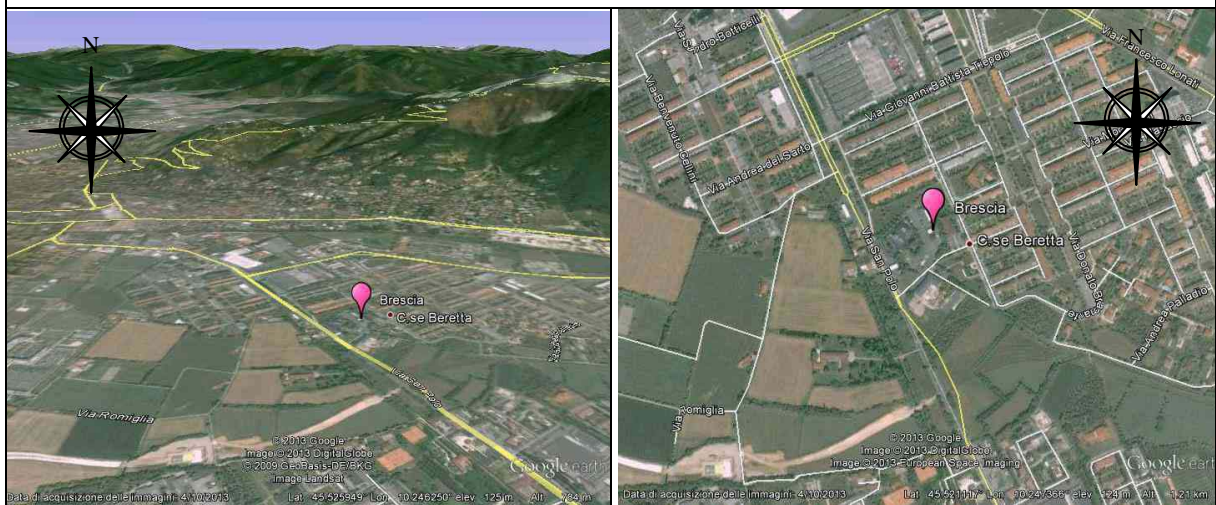


Figura 82 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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.

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

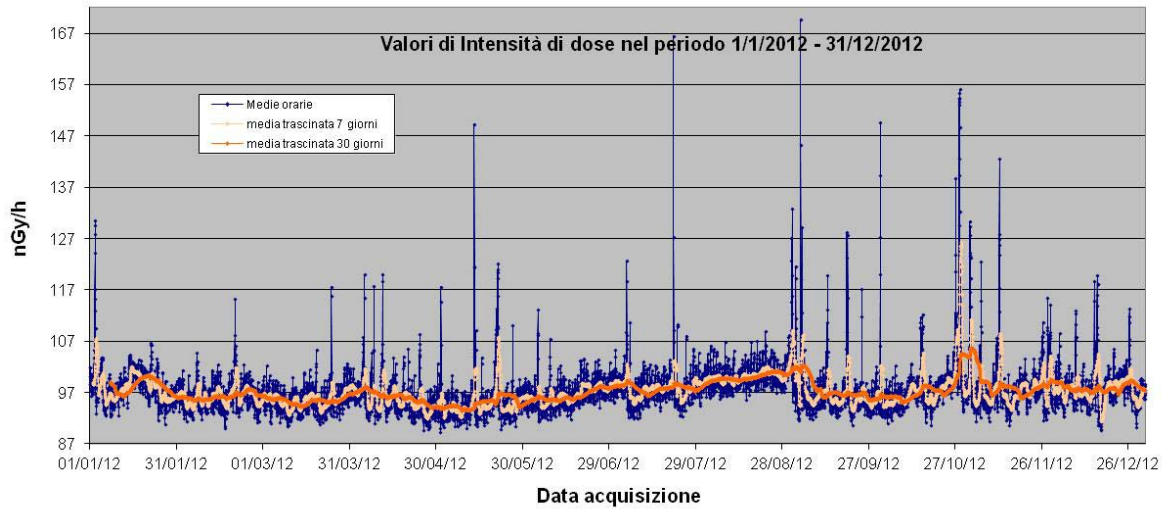


Fig. 83 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

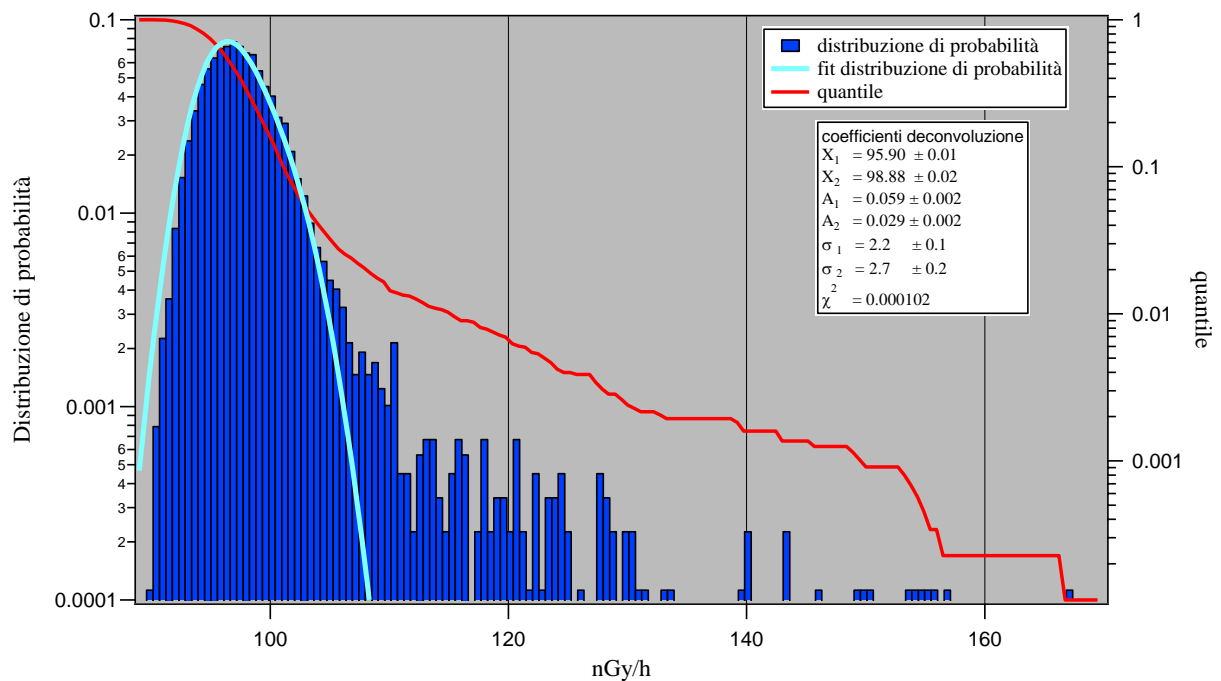


Figura 84 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con una funzione data dalla somma di due gaussiane. Una gaussian serve a fittare il drift nel segnale che si osserva nel periodo estivo, l'altra gaussian fitta il segnale che si osserva nel restante periodo dell'anno.

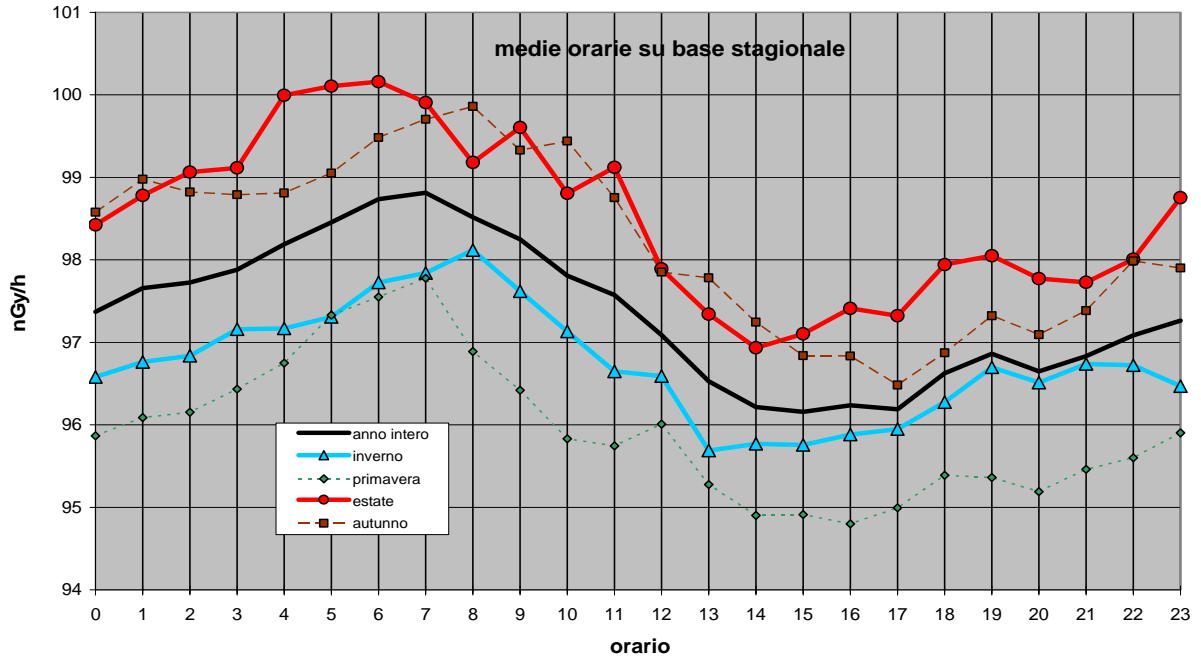


Figura 85 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

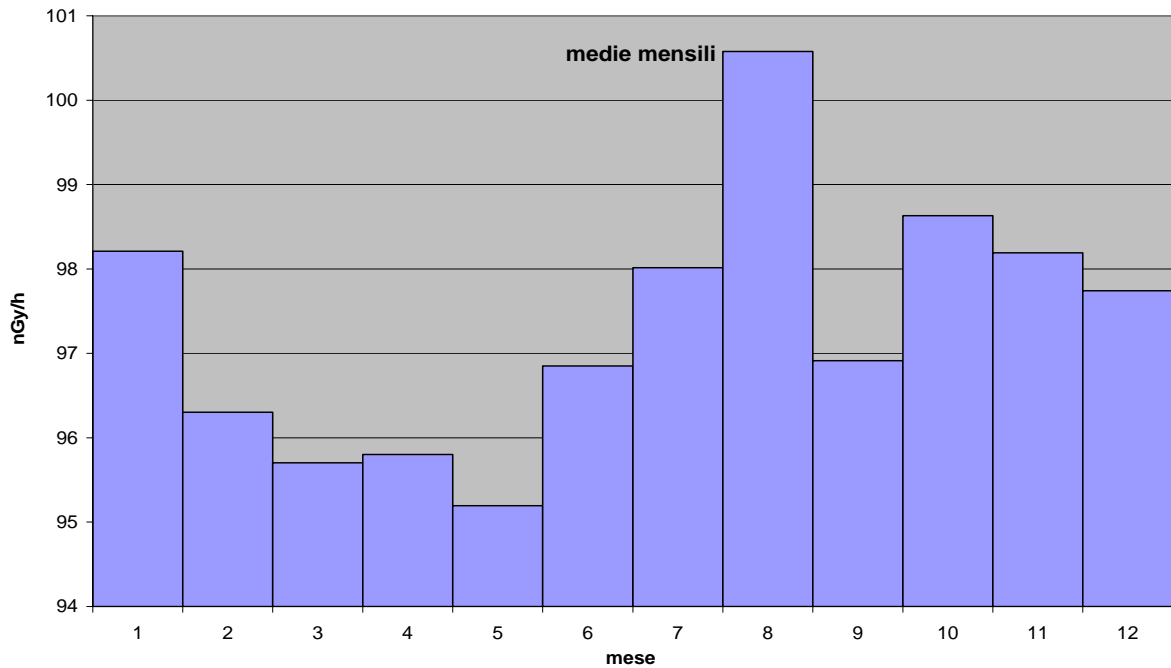


Figura 86 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

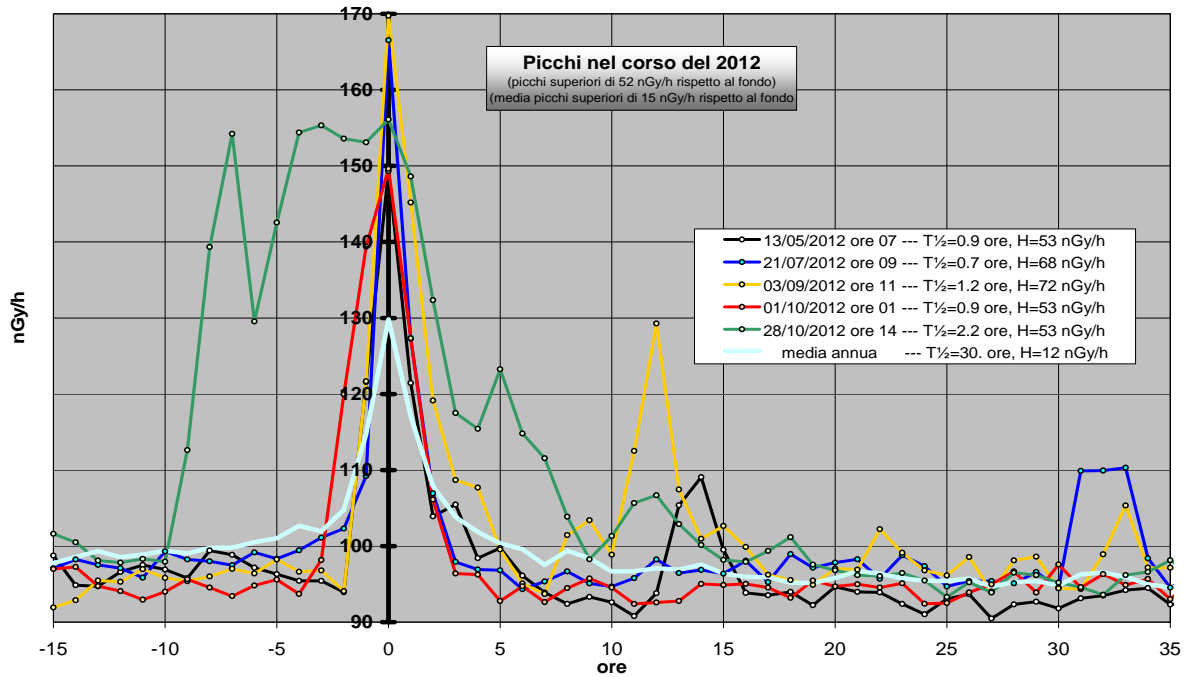


Figura 87 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

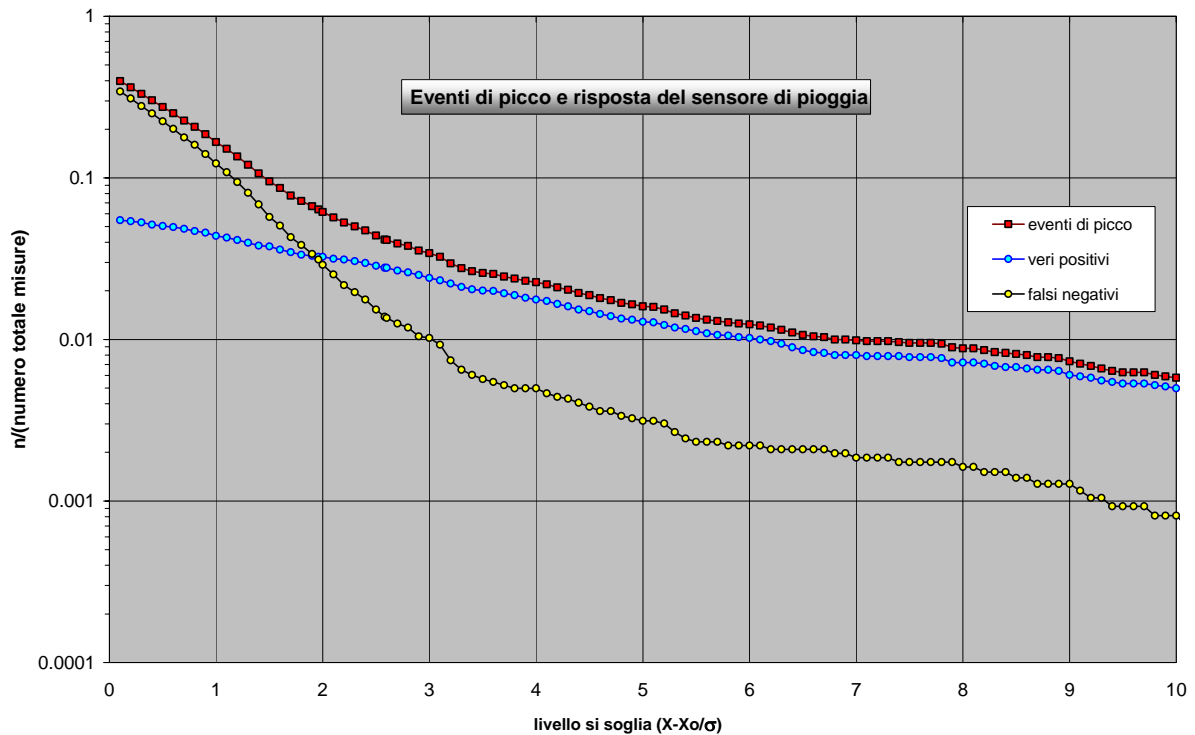


Figura 88 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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

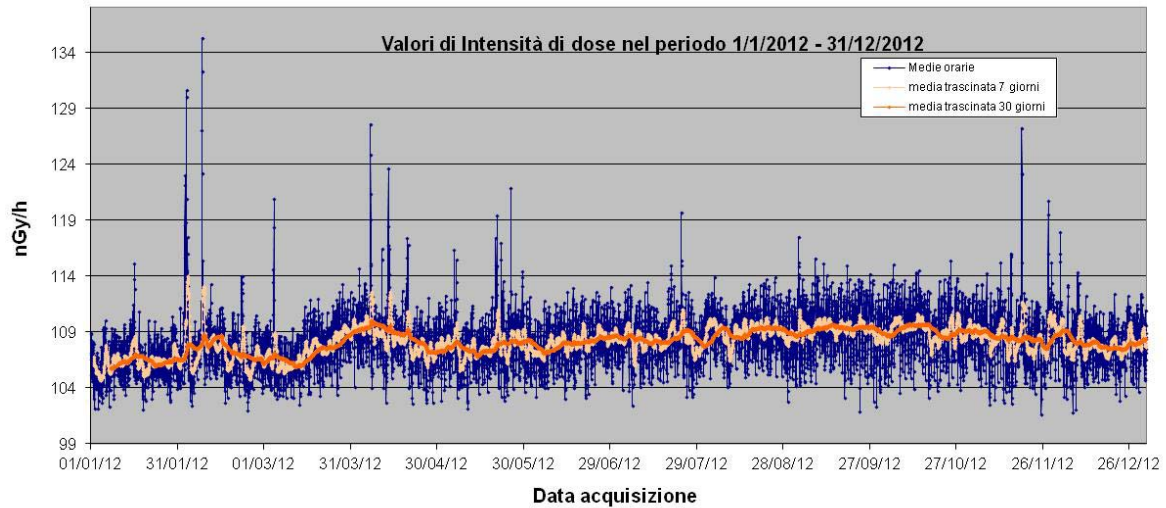


Fig. 89 Valori di dose orari relativi all'anno solare 2012 (linea blu). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 168 periodi (corrispondenti ad una settimana - linea rosa). Media mobile semplice dei valori di dose orari a 720 periodi (corrispondenti ad un mese - linea arancione)

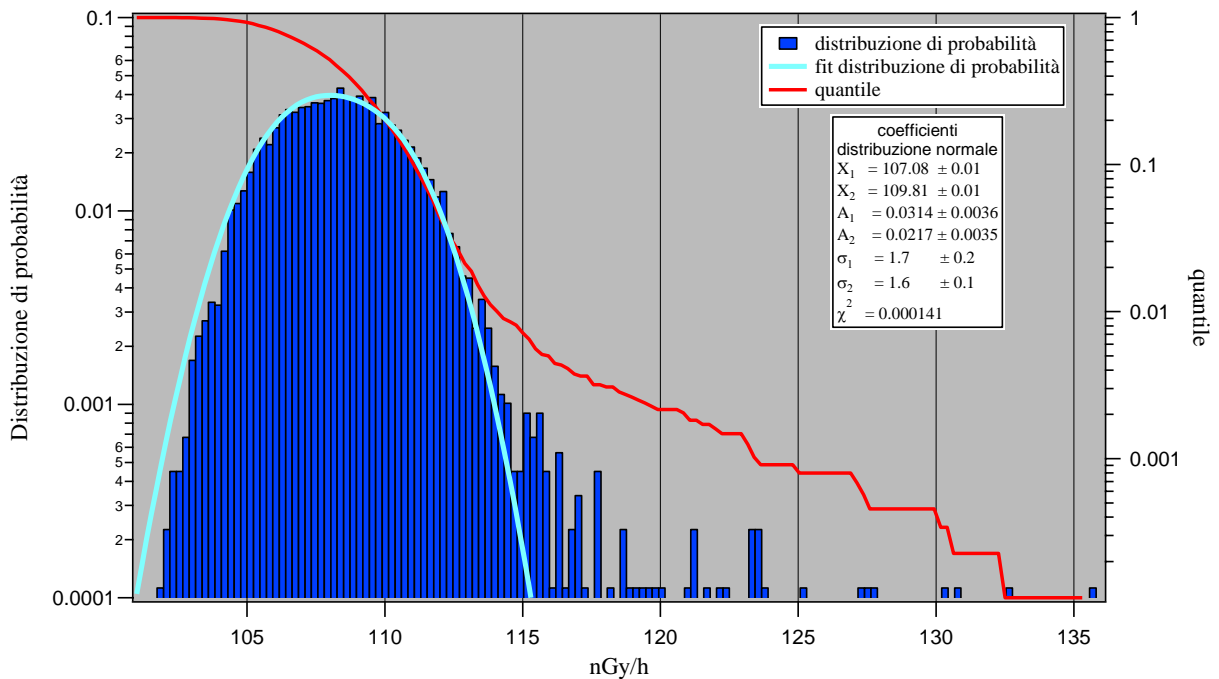


Figura 90 Distribuzione di probabilità dei valori di dose orari per l'anno 2012 e quantile. La distribuzione di probabilità è fittata con due gaussiane, onde tener conto della variazione del valor medio del rateo di kerma in aria durante certi periodi dell'anno.

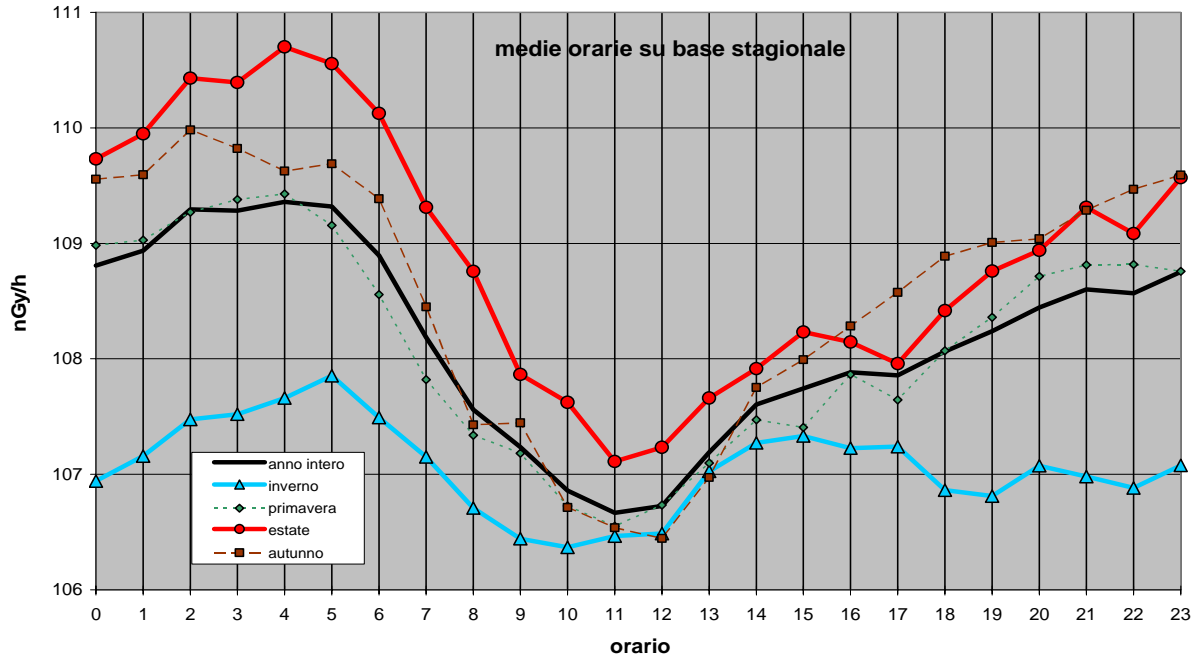


Figura 91 Distribuzione giornaliera delle medie orarie su base annua e su base stagionale

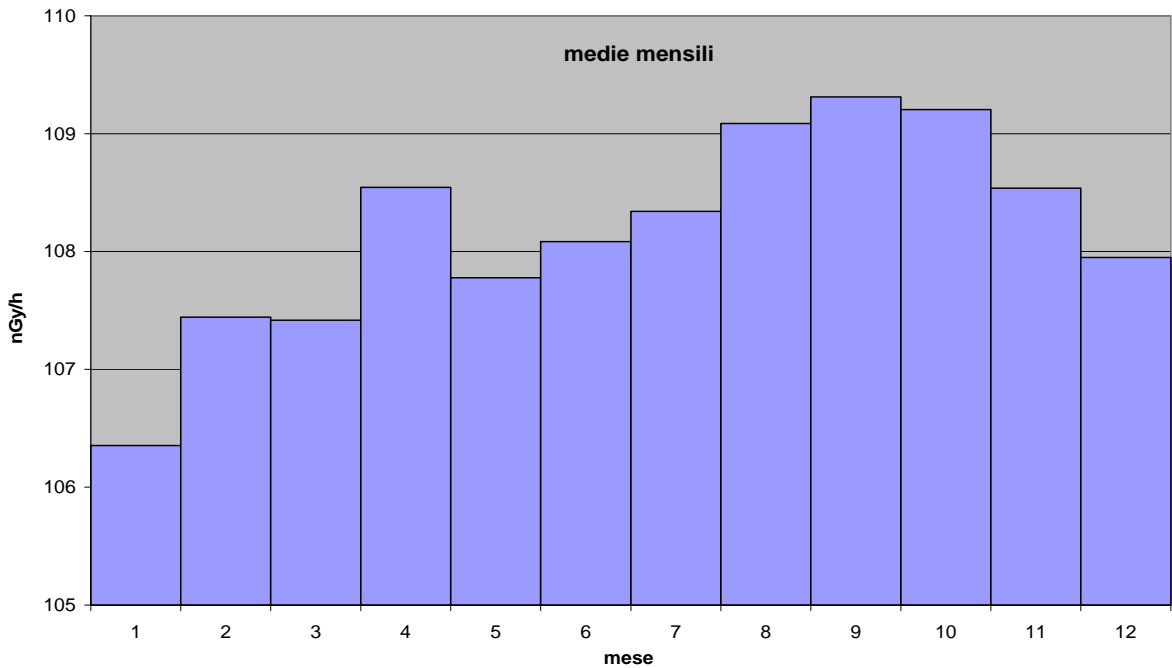


Figura 92 Distribuzione annua delle medie orarie del rateo di kerma in aria su base mensile.

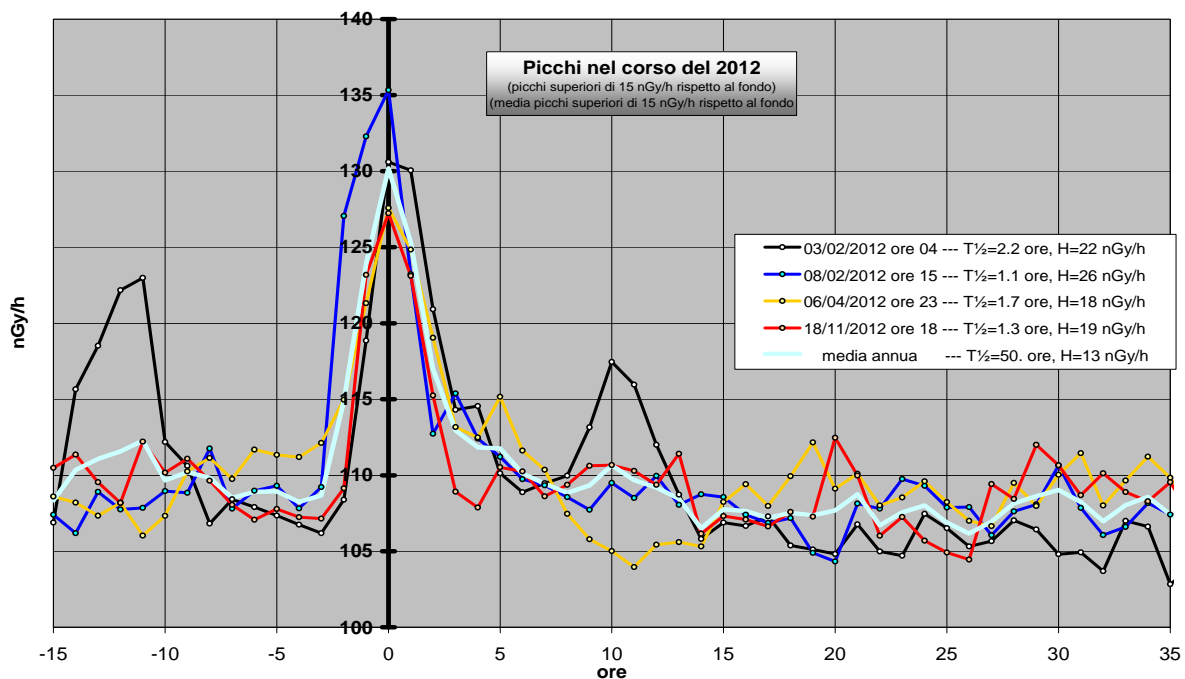


Figura 93 Profilo dei principali quattro eventi di picco nel corso del 2012. Nella legenda sono riportate l'altezza del picco rispetto al fondo, calcolato sulla media settimanale, ed il tempo di dimezzamento del picco rispetto al fondo.

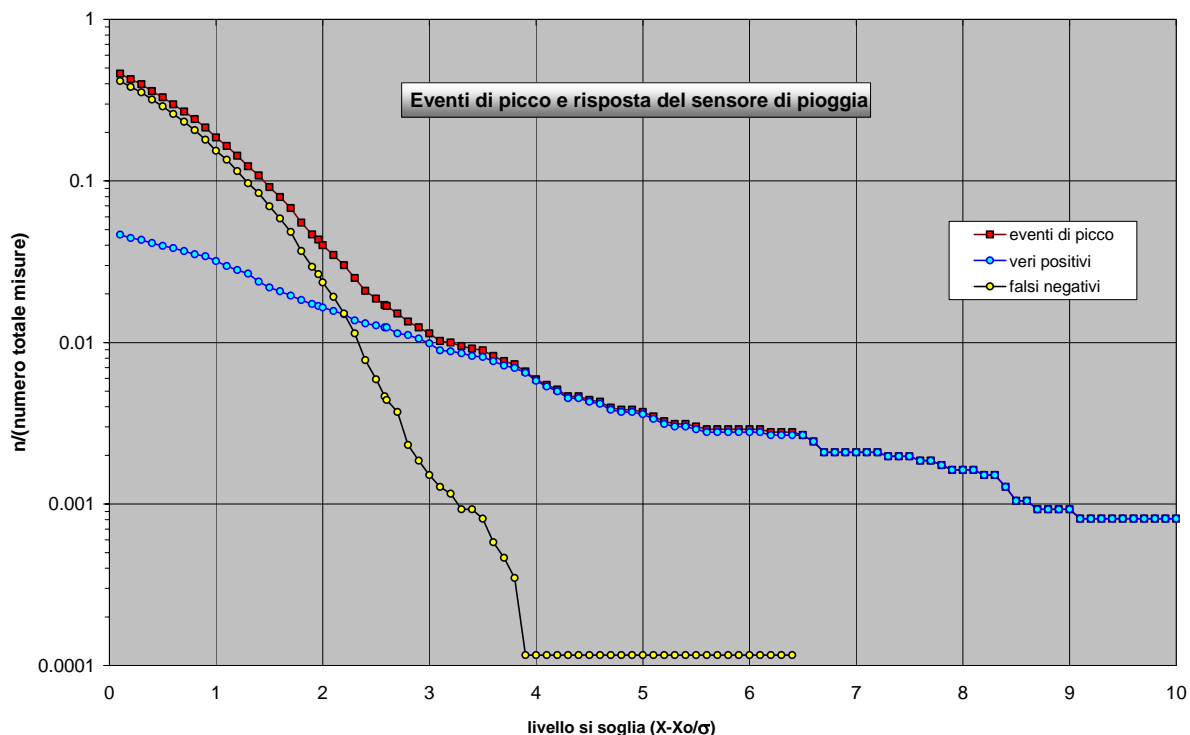


Figura 94 Eventi reali e veri positivi. Gli eventi reali sono ricavati dai dati radiometrici imponendo un livello di soglia $(x-x_0)/\sigma$, essendo x il valore misurato, x_0 la media trascinata in una settimana dei valori radiometrici e σ la varianza della funzione gaussiana che fitta la distribuzione 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.