

Autorità di Bacino del Reno

**PROCEDURE, METODI E DATI DI RIFERIMENTO
DA ADOTTARE NELLA PREDISPOSIZIONE DEI
PIANI CONSORTILI INTERCOMUNALI**

**ALLEGATO 1
METODO E DATI DI RIFERIMENTO PER LA
DETERMINAZIONE DELLE QUANTITÀ DI PIOGGIA
PER EVENTI ESTREMI**

Ing. Gabriele Strampelli

**Il Segretario Generale
dell'Autorità di Bacino del Reno
*Dot. Ferruccio Melloni***

Bologna, 24 aprile 2009

Sommario

BREVE DESCRIZIONE DEL METODO.....	1
<i>La regionalizzazione delle precipitazioni estreme</i>	1
<i>La regionalizzazione delle “curve di crescita”</i>	1
<i>L'applicazione dei coefficienti di smorzamento areale</i>	2
CALCOLO DEI VALORI ESTREMI DI PRECIPITAZIONE	3
<i>Calcolo dell'altezza di pioggia in un bacino</i>	3
Tavola “MP1” – Distribuzione <i>Valore Medio Massimi Annuali</i> per eventi di 1 ora.	6
Tavola “MP2” – Distribuzione <i>Valore Medio Massimi Annuali</i> per eventi di 3 ore.	7
Tavola “MP3” – Distribuzione <i>Valore Medio Massimi Annuali</i> per eventi di 6 ore.	8
Tavola “MP4” – Distribuzione <i>Valore Medio Massimi Annuali</i> per eventi di 12 ore.	9
Tavola “MP5” – Distribuzione <i>Valore Medio Massimi Annuali</i> per eventi di 24 ore.	10
Grafico FC – Fattore di Crescita.	11

BREVE DESCRIZIONE DEL METODO

Il metodo consente di calcolare la quantità di precipitazione relativa ad eventi estremi di durata e tempo di ritorno prefissati, relativamente a porzioni di territorio di superficie variabile. L'applicazione si compone di tre fasi:

- la regionalizzazione delle precipitazioni estreme
- la regionalizzazione delle "curve di crescita"
- l'applicazione dei coefficienti di smorzamento areale.

Le prime due fasi permettono di valutare i valori estremi di pioggia a livello puntuale associati ad una probabilità data, mentre la terza fase consente di estendere i valori di pioggia estremi ad una superficie, tenendo conto in senso statistico, della contemporaneità nel verificarsi di eventi estremi su tutta l'area in esame.

LA REGIONALIZZAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI ESTREME

La tecnica proposta per la regionalizzazione delle precipitazioni massime consiste nell'utilizzare una relazione che descrive la variabilità sulla regione di una grandezza di riferimento per l'altezza massima di pioggia (mappe dei valori massimi), e di una seconda relazione che descrive il legame tra la grandezza di riferimento e la probabilità associata (fattore di crescita).

Si è considerata come grandezza di riferimento o grandezza "indice" per un generico punto all'interno del territorio in esame e per un definito tempo di pioggia, il corrispondente valore medio dell'altezza massima annuale di precipitazione.

Per ciascuna durata di pioggia sono state quindi generate le mappe che contengono la distribuzione spaziale di tale grandezza.

LA REGIONALIZZAZIONE DELLE "CURVE DI CRESCITA"

Descritta in questa forma la distribuzione spaziale delle precipitazioni per le 5 durate di pioggia prese in esame, si può definire un'altezza di pioggia adimensionale come rapporto tra la precipitazione H_T di tempo di ritorno T generico e il valore medio della precipitazione intensa H_M ($H_R = H_T / H_M$) e ricercare per questa grandezza adimensionale, denominata fattore di crescita, il legame con il tempo di ritorno (o analogamente con la probabilità).

Secondo la metodologia proposta, è stato assunto che il fattore di crescita (o altezza di pioggia adimensionale), per un fissato tempo di durata dell'evento, sia distribuito secondo

una legge G.E.V. (Generalized Extreme Values) a tre parametri diversa per le cinque durate di pioggia di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

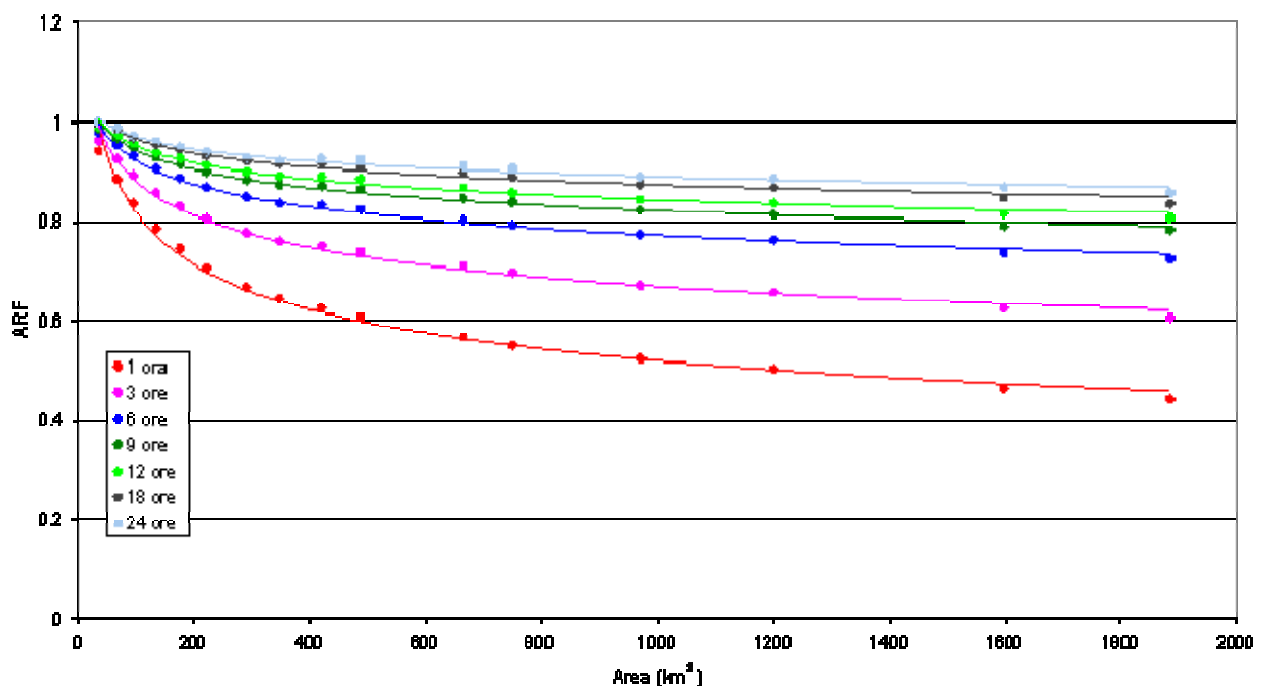
A questo punto risulta evidente che per ottenere il valore di precipitazione per un certo tempo di ritorno T , in un qualunque punto della regione, e per una data durata di pioggia, è sufficiente ricavare il valor medio H_M corrispondente alla posizione ed alla durata di pioggia voluti e moltiplicarlo per il fattore di crescita H_R ottenibile dalla relazione regionale in funzione del tempo di ritorno assegnato: $H_T = H_M \cdot H_R$

L'APPLICAZIONE DEI COEFFICIENTI DI SMORZAMENTO AREALE

L'estensione del valore puntuale di pioggia ad una superficie di grandezza variabile viene eseguita attraverso l'applicazione di un fattore di riduzione areale stimato attraverso un'analisi statistica di dati storici misurati e più in particolare sui rapporti tra piogge intense puntuali alle stazioni di misura del comprensorio corrispondente al bacino del Reno, ed i corrispondenti valori delle piogge medie areali.

La dipendenza del fattore dall'ampiezza della superficie viene espressa attraverso curve, diverse per ciascuna durata di pioggia, che interpolano i punti calcolati. Vengono proposti quattro tipi diversi di curve che interpretano l'andamento dell'effetto di smorzamento. Tra esse è possibile scegliere quella che meglio approssima i punti nella zona di interesse. A titolo di esempio, si riporta la *curva monomia* nella figura seguente:

Interpolazione con curva monomia



CALCOLO DEI VALORI ESTREMI DI PRECIPITAZIONE

In sintesi, l'altezza di pioggia in un punto qualsiasi del bacino del Reno, per un evento con un determinato tempo di ritorno e una data durata, è calcolabile mediante la formula

$H_T = H_M \cdot H_R$ dove:

- H_T è l'altezza di pioggia, espressa in millimetri, nel punto considerato;
- H_M è il valore medio dei massimi annuali di pioggia, espresso in millimetri, dipendente dalla durata dell'evento considerato; a titolo di esempio, nella figura 1 successivamente riportata sono rappresentate le isolinee di H_M nel bacino del Reno per eventi di 1 ora e di 24 ore;
- H_R è il Fattore di crescita, adimensionale, il cui valore dipende dal tempo di ritorno e dalla durata dell'evento considerato; a titolo di esempio, nella figura 2 successivamente riportata è rappresentato il fattore di crescita per eventi di 1 ora e di 24 ore;

CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA IN UN BACINO

L'altezza di pioggia in un bacino, per un evento con un determinato tempo di ritorno e una data durata, è calcolabile mediante la formula $H_{Pb} = H_{Mb} \cdot H_R \cdot ARF$ dove:

- H_{Pb} è l'altezza di pioggia, espressa in millimetri, nel bacino considerato;
- H_{Mb} è la media (ponderata rispetto alla superficie delle aree che rappresentano la distribuzione di H_M nel bacino considerato) del valore medio dei massimi annuali di pioggia, espresso in millimetri, la cui distribuzione areale nel bacino del Reno è rappresentata, per le aree d'interesse, nelle mappe MP.1, MP.2, MP.3, MP.4 e MP.5, relative ad eventi di durata di 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore e 24 ore;
- H_R è il Fattore di crescita, adimensionale, il cui valore, dipendente dal tempo di ritorno e dalla durata dell'evento considerato; può essere ricavato dal grafico "FC" successivamente riportato;
- ARF è il *coefficiente di smorzamento areale* il cui valore dipende dall'ampiezza del bacino considerato; nel caso specifico degli studi relativi ai sistemi idrografici di bonifica, date le loro caratteristiche, il valore del *coefficiente di smorzamento areale* dovrà essere sempre considerato pari a **1**.

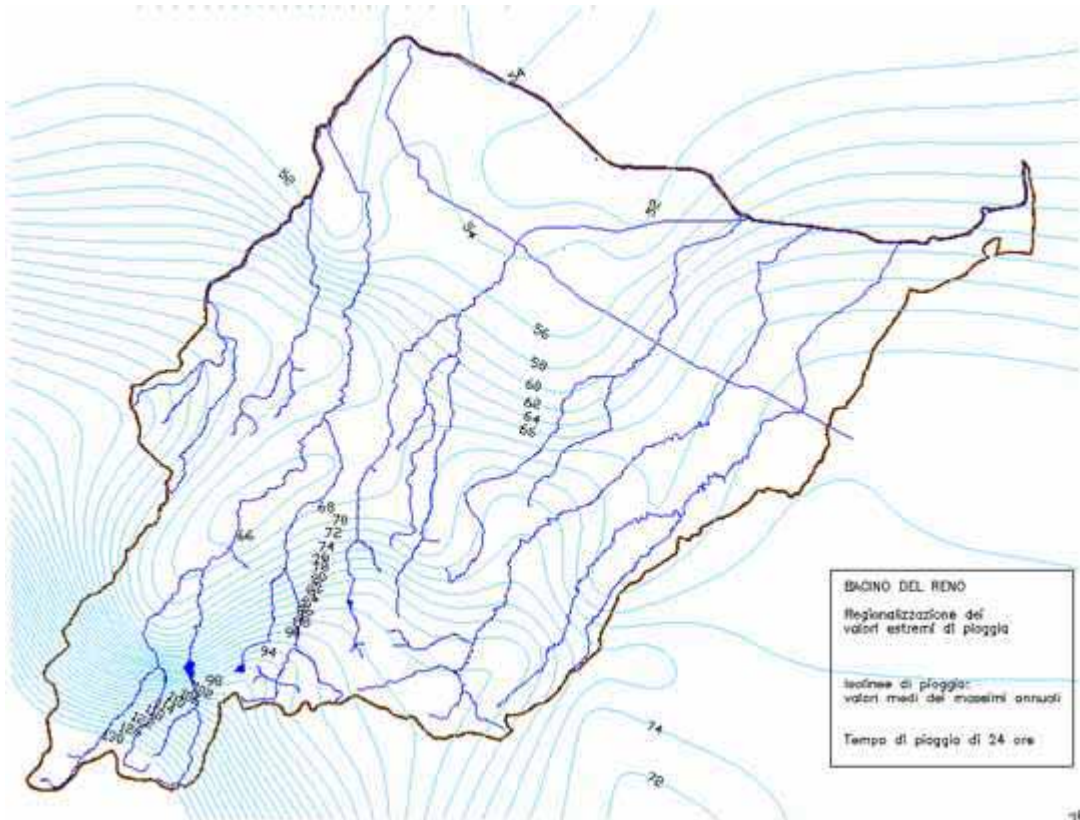
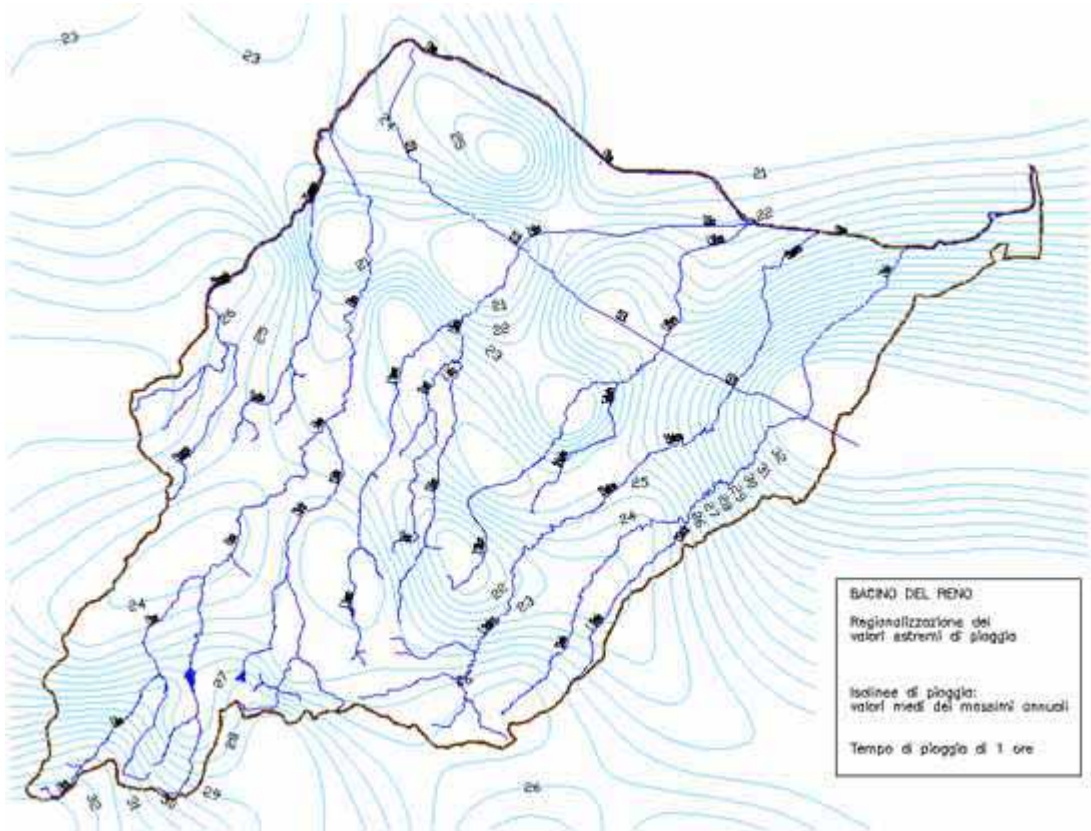


Figura 1 – Isolinee di H_M per eventi di 1 ora e di 24 ore

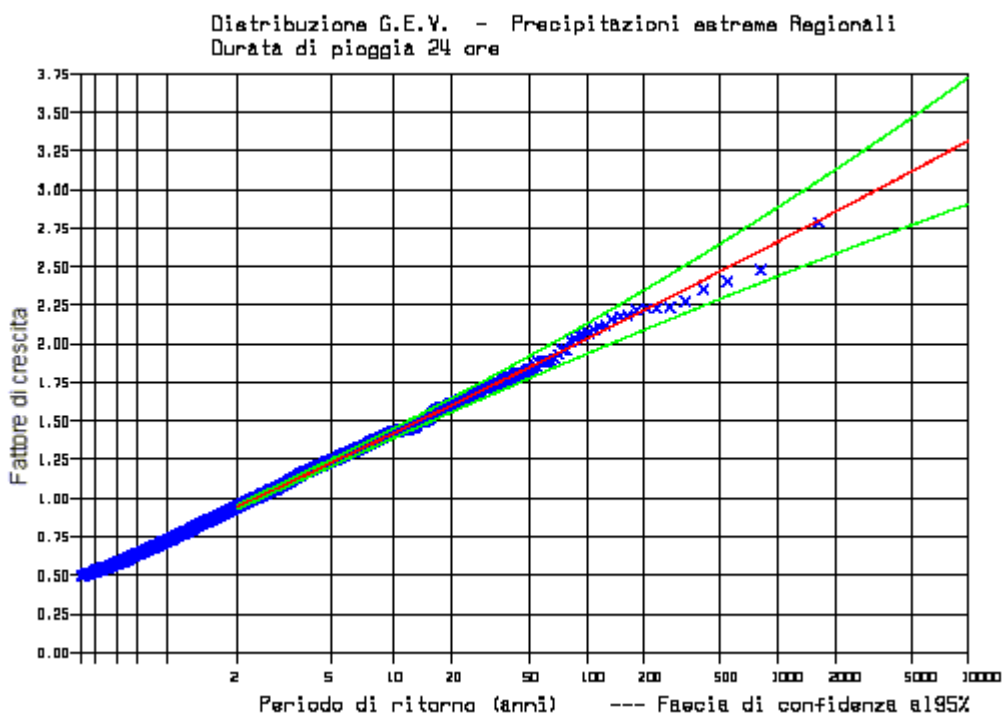
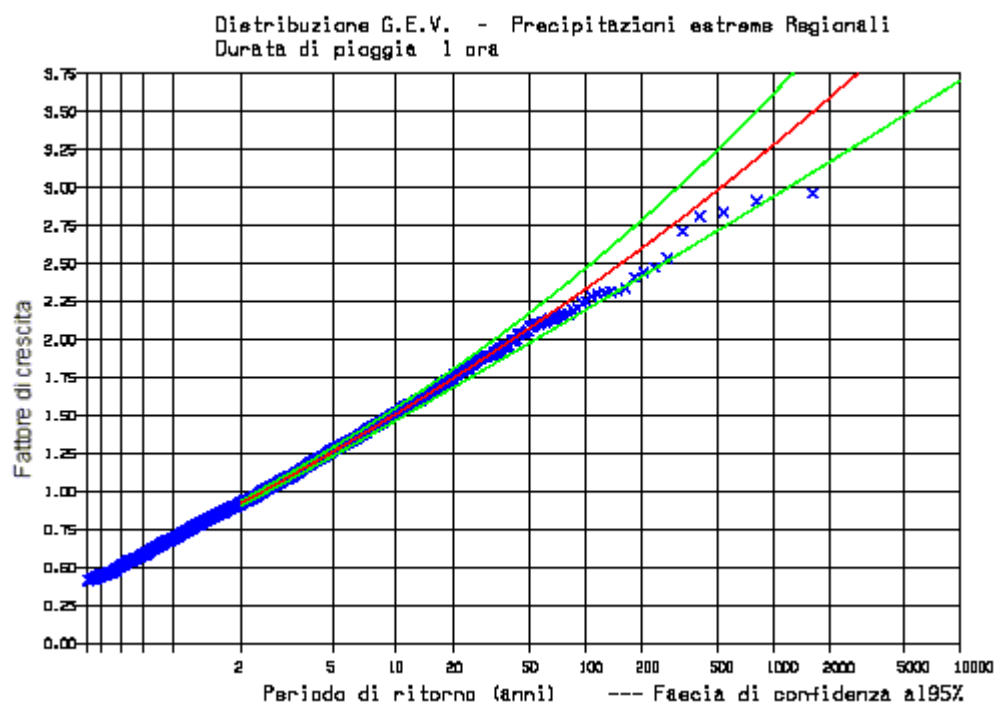


Figura 2 – Fattore di crescita per eventi di 1 ora e di 24 ore

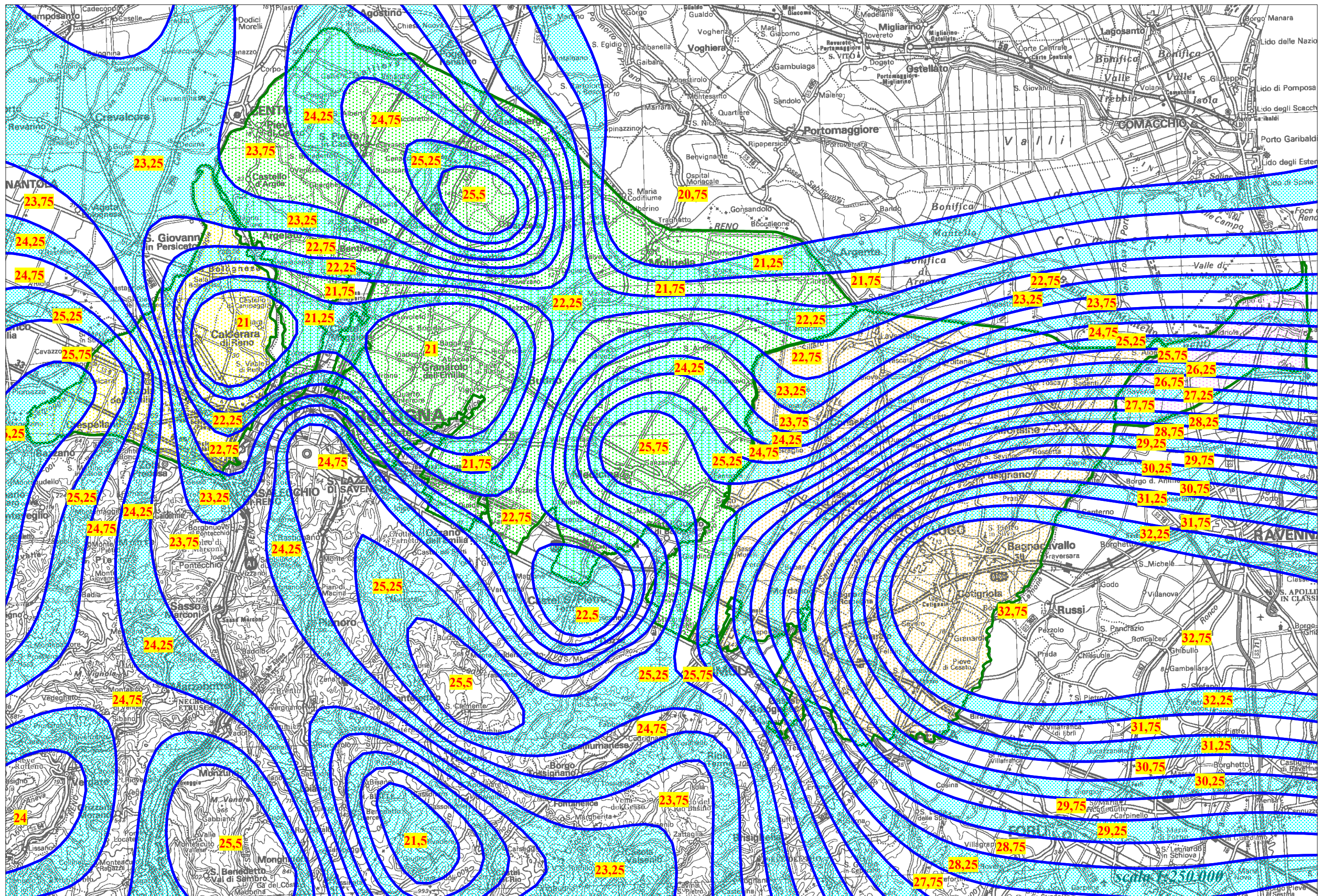


Tavola "MP1"
Distribuzione del valore medio dei massimi annuali di pioggia per eventi di 1 ora.

scala 1:250000

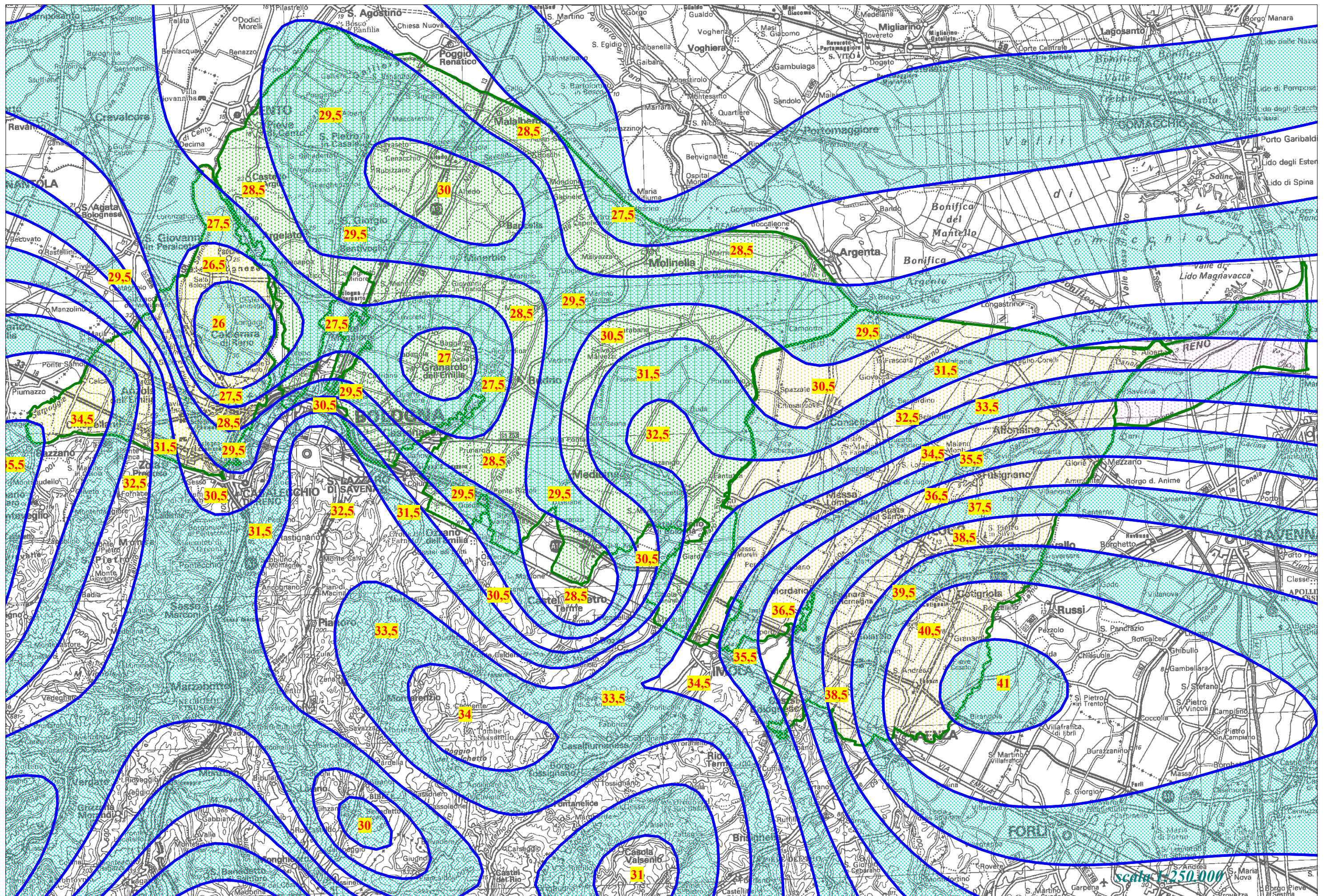


Tavola "MP2"

Distribuzione del valore medio dei massimi annuali di pioggia per eventi di 3 ore.

scala 1:250000

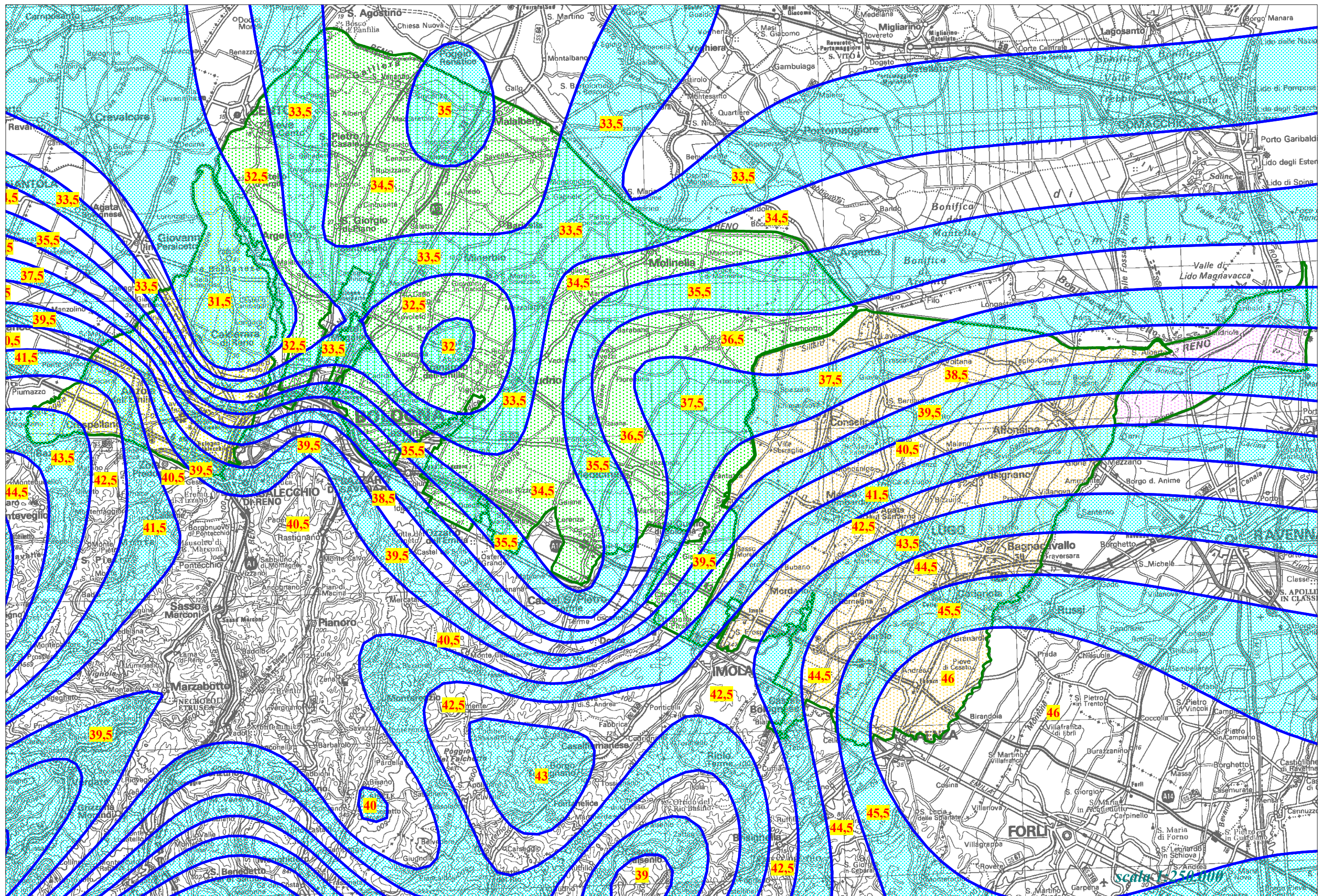


Tavola "MP3"

Distribuzione del valore medio dei massimi annuali di pioggia per eventi di 6 ore.

scala 1:250000

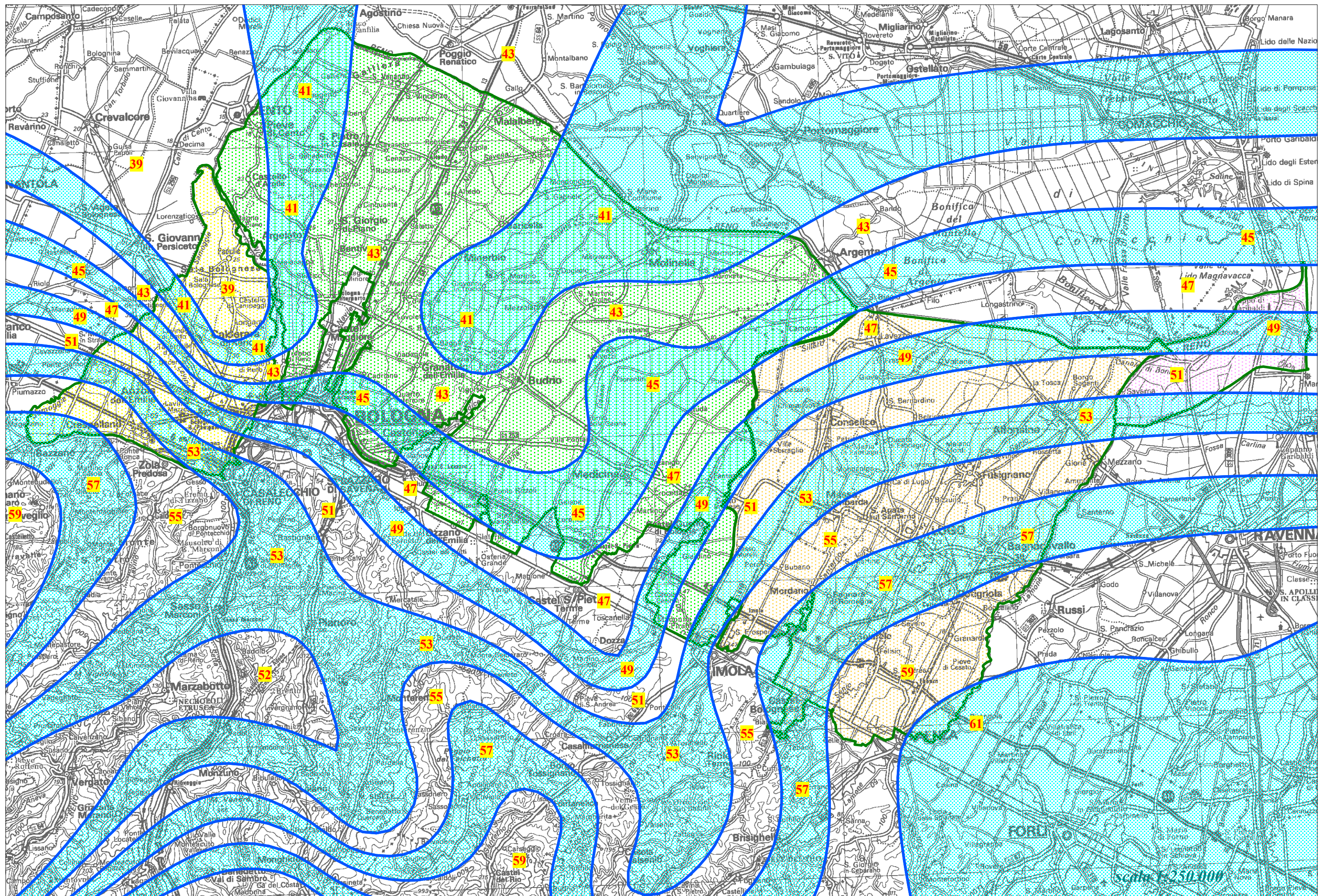


Tavola "MP4"

Distribuzione del valore medio dei massimi annuali di pioggia per eventi di 12 ore.

scala 1:250000

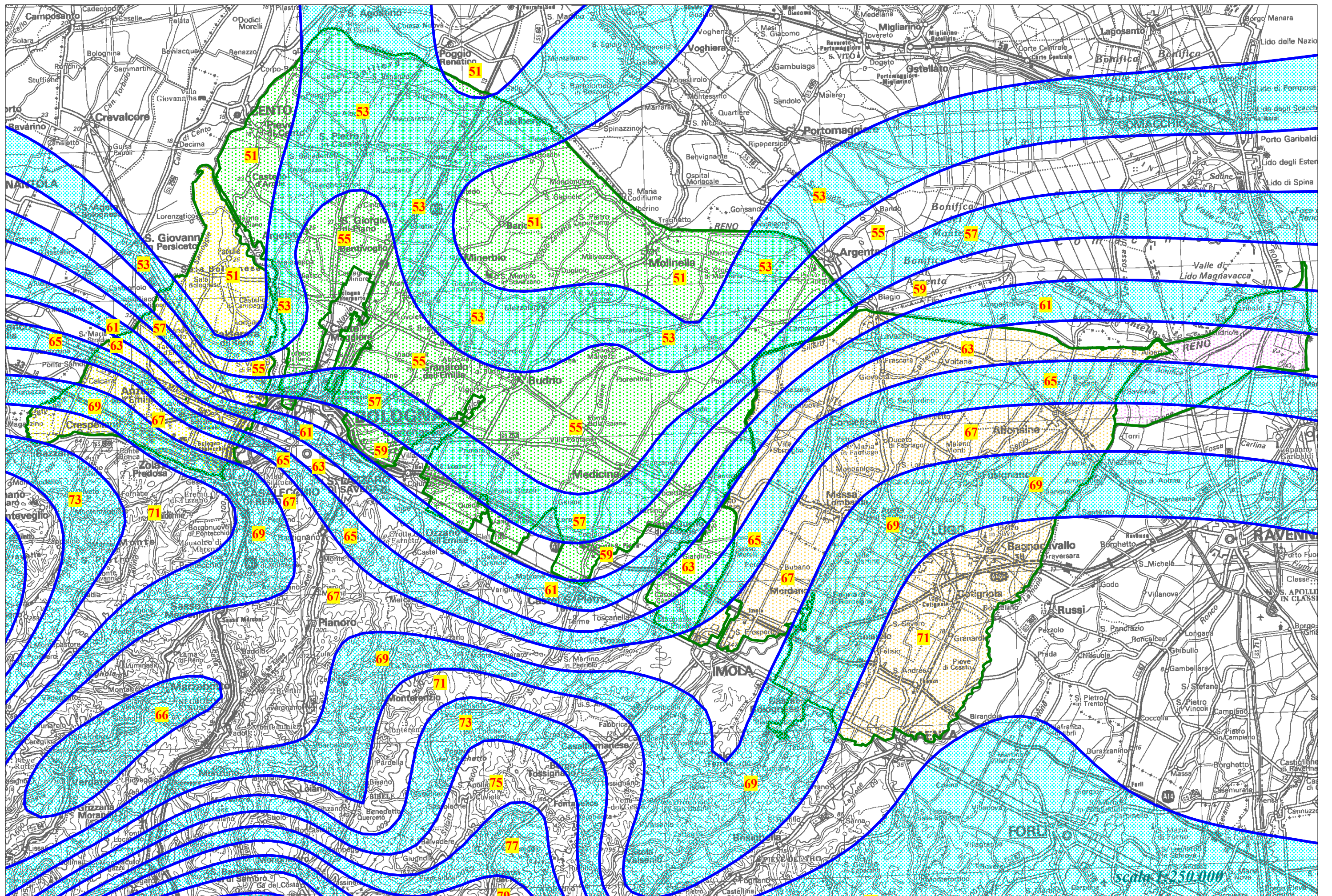


Tavola "MP5"

Distribuzione del valore medio dei massimi annuali di pioggia per eventi di 24 ore.

scala 1:250000

Grafico FC - Fattore di Crescita in funzione del tempo di ritorno per date durate di pioggia

