

# SWING

## 1. Identificazione degli oggetti di pioggia osservati e simulati

Partendo dagli input dati dal NOWCASTING\_WRF che produce 12h di previsione ogni 3h, è possibile ottenere, ogni 3h, una finestra temporale di 6h coperta da 3 previsioni inizializzate in istanti diversi (Figura 1). Per ogni periodo di previsione di 6 ore, aggiornato ogni 3 ore, vengono selezionate tre simulazioni. Gli oggetti di pioggia osservati sono identificati tramite le mappe nazionali di radar e pluviometri. Vengono considerate solo le regioni in cui la pioggia accumulata  $P_0$  supera una soglia,  $P_{threshold} = 2mm$ :

$$P'_0 = \begin{cases} P_0 & \text{se } P_0 > P_{threshold} \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Questi oggetti osservati  $O_i$  sono quindi usati come riferimento per il confronto con gli oggetti simulati  $O_j$ , che sono isolati nel campo di pioggia modellato  $P_M$  utilizzando la stessa soglia.

## 2. Calcolo dell'Overall Field Score (OFS)

Il confronto tra oggetti osservati  $O_i$  e simulati  $O_j$  viene effettuato considerando le seguenti caratteristiche:

- Volume di pioggia,  $V_i$  e  $V_j$ ,
- Area degli oggetti,  $A_i$  e  $V_j$ ,
- Distanza tra i centri di gravità degli oggetti,  $D_{CG}(O_i, O_j)$ ,
- Orientamento degli oggetti,  $\alpha_i$  e  $\alpha_j$ ,
- Intersezione tra gli oggetti,  $IA(O_i, O_j)$ .

Questi parametri vengono combinati in un punteggio complessivo di corrispondenza, l'Overall Field Score (OFS), utilizzando la formula:

$$OFS = \frac{S_{CG} \cdot W_{CG} + S_A \cdot W_A + S_V \cdot W_V + S_{IA} \cdot W_{IA} + S_\alpha \cdot W_\alpha}{W_{CG} + W_A + W_V + W_{IA} + W_\alpha}$$

dove:

- $S_{CG}$  è il punteggio della distanza tra i centri di gravità e  $W_{CG}=1$ ,
- $S_A$  è il punteggio per l'area, con peso  $W_A=0.25$ ,
- $S_V$  è il punteggio del volume di pioggia, con peso  $W_V=0.5$ ,
- $S_{IA}$  è il punteggio di intersezione tra poligoni, con peso  $W_{IA}=1$ ,
- $S_\alpha$  è il punteggio dell'orientamento, con peso  $W_\alpha=0.5$ .

### 3. Calcolo del Missed Object Score (MOS) e False Alarm Score (FAS)

Per valutare la completezza della previsione, si calcola il Missed Object Score (MOS), che rappresenta la frazione di oggetti osservati non presenti nella simulazione:

$$MOS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{No} A_i^{missed}}{\sum_{i=1}^{No} A_i}$$

Dove  $A_i^{missed}$  rappresenta l'area degli oggetti osservati non presenti nel modello. Si calcola anche il False Alarm Score (FAS) per quantificare gli oggetti simulati non presenti nell'osservazione:

$$FAS = exp\left(\frac{\sum_{i=1}^{N_{NOTmatched}} A_i}{\sum_{i=1}^{N_{matched}} A_i}\right)$$

### 4. Calcolo del Reliability Score (RS)

Il punteggio finale di affidabilità, Reliability Score (RS), è determinato combinando l'OFS, il MOS e il FAS:

$$RS = OFS \cdot MOS \cdot FAS$$

Il Reliability Score (RS) viene quindi utilizzato per ponderare ciascuna delle tre previsioni. Il RS assegnato a ciascuna mappa di previsione pondera l'intensità di ogni previsione, permettendo la produzione di uno scenario di rischio. Prima della generazione dello scenario, le prime due ore della previsione a 6 ore sono corrette con i dati radar mediante la tecnica di nowcasting radar Phast (Figura 1).

### 5. Generazione del prodotto di pioggia e dell'indice di rischio

Ogni mappa di previsione ponderata viene utilizzata per produrre sia il prodotto di pioggia oraria che la mappa di rischio. Il campo di pioggia ponderato su 6 ore, ad esempio, viene calcolato utilizzando le previsioni ponderate di ciascun pixel:

$$P_{weighted}(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N P_k(x, y) \cdot RS_k$$

dove  $P_k(x, y)$  è la previsione ponderata nel pixel  $(x, y)$  per ogni simulazione  $k$  e  $N$  è il numero di simulazioni.

Analogamente la mappa con l'indice di rischio per le 6h successive viene calcolata combinando i risultati delle tre previsioni disponibili (cumulata di 6h), ciascuna ponderata con il proprio punteggio di affidabilità Reliability Score (RS). Ogni previsione fornisce una mappa di severità delle precipitazioni ( $PS_k$ ), classificata su una scala di quattro livelli basata sulle soglie dei warning

pluviometrici del Dipartimento di Protezione Civile per le 6h. Per ogni pixel, l'indice di rischio di precipitazione viene determinato come la media ponderata di queste mappe:

$$HS(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N PS_k(x, y) \cdot RS_k$$

dove  $HS(x, y)$  rappresenta il livello di rischio nel punto  $(x, y)$  e  $N$  è il numero di simulazioni (3 in questo caso). Il risultato è una mappa che integra sia l'intensità delle precipitazioni previste sia la loro affidabilità, offrendo un'indicazione sintetica del rischio di precipitazioni intense per le successive 6 ore.

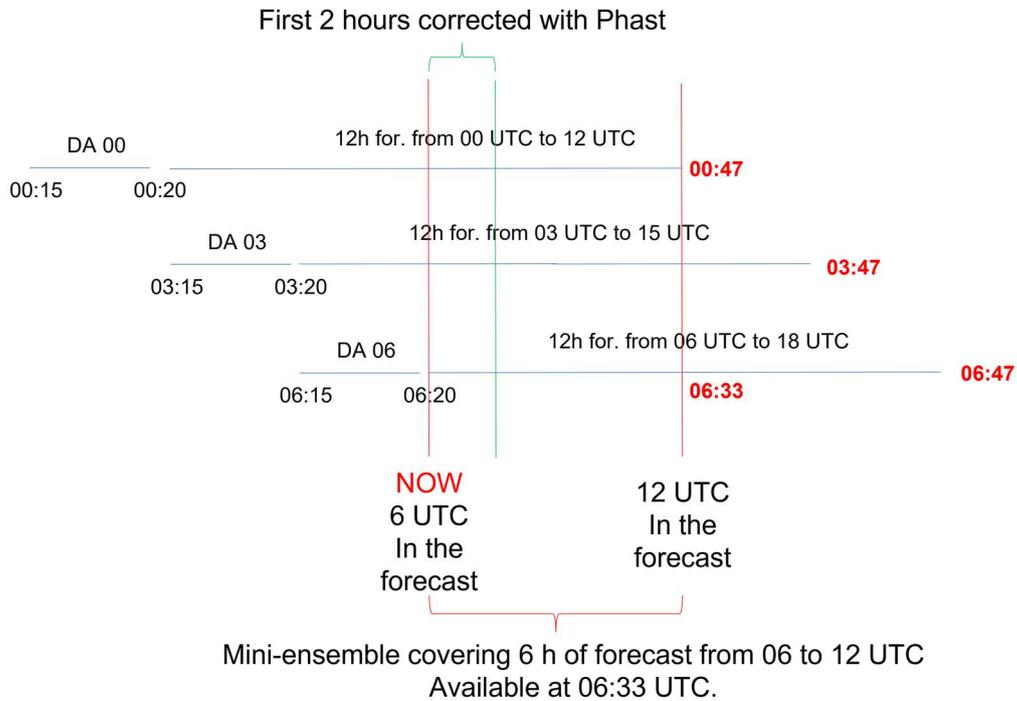


Figura 1 Esempio di blocco di forecast utilizzato da SWING con integrazione sulle prime 2h della previsione ottenuta con Phast.