

Analisi dei meccanismi di formazione dell'evento di grandine del 10 luglio 2019 sul mare Adriatico con l'ausilio del modello accoppiato atmosfera-oceano-onde (COAWST)

A. Ricchi, A. Coluccelli, V. Mazzarella, R. Ferretti

Abstract

Il 10 luglio 2019, una supercella temporalesca ha colpito l'Italia centrale, con intense grandinate e causando gravi danni. L'intrusione di aria relativamente fredda e secca sul mare Adriatico, attraverso i "getti di bora", generati dalle Alpi Dinariche, ha dato origine ad una struttura frontale al suolo, che si è spostata rapidamente dal Nord al Sud Adriatico. L'ampio gradiente termico (anche con la superficie marina), l'interazione con la complessa orografia e la fascia costiera, hanno generato numerose strutture temporalesche lungo la costa orientale italiana. In particolare, il 10 luglio 2019 tra le 8UTC e le 12UTC una supercella si è sviluppata lungo la costa a nord della città di Pescara, producendo precipitazioni che hanno raggiunto i 130 mm/3h, ed una violenta grandinata con chicchi di grandine di diametro superiore a 10 cm. In questo lavoro vengono studiate le dinamiche frontali e la genesi della cella temporalesca utilizzando il framework numerico COAWST. Gli esperimenti numerici sono condotti utilizzando una griglia di 1 km sull'Italia centrale, inizializzata utilizzando il dataset ECMWF e la Sea Surface Temperature (SST) presi dal dataset MFS-CMEMS Copernicus. Lo studio di sensitività ha indagato sia l'impatto delle condizioni iniziali, sia la qualità che l'anomalia della SST, e l'impatto dell'accoppiamento tra atmosfera e mare. I risultati preliminari mostrano che la topografia, l'interazione con le cime del Gran Sasso e dei monti Picentini, e la SST hanno giocato un ruolo fondamentale nello sviluppo della supercella e suggeriscono l'uso di modelli accoppiati atmosfera-oceano al fine di descrivere più dettagliatamente gli intensi flussi di calore che si esplicano all'interfaccia aria mare nell'area di formazione della cella (maggiori di 1500 W/m²)

Analisi sinottica dell'evento

L'intrusione di una massa di aria secca e fresca dall'est Europa, agevolata dall'elongazione del campo di alta pressione Azzoriano verso Nord Est, interagendo con la superficie del mare, molto calda (SST > 28°) sul Mediterraneo centrale ha dato luogo alla formazione di una depressione in rapido spostamento dal Tirreno al sud Adriatico. Nel suo passaggio ha richiamato aria fresca dai Balcani la quale ha generato una forte estrazione di calore dal mare Mare Adriatico riducendone la temperatura di circa 4.5° C.

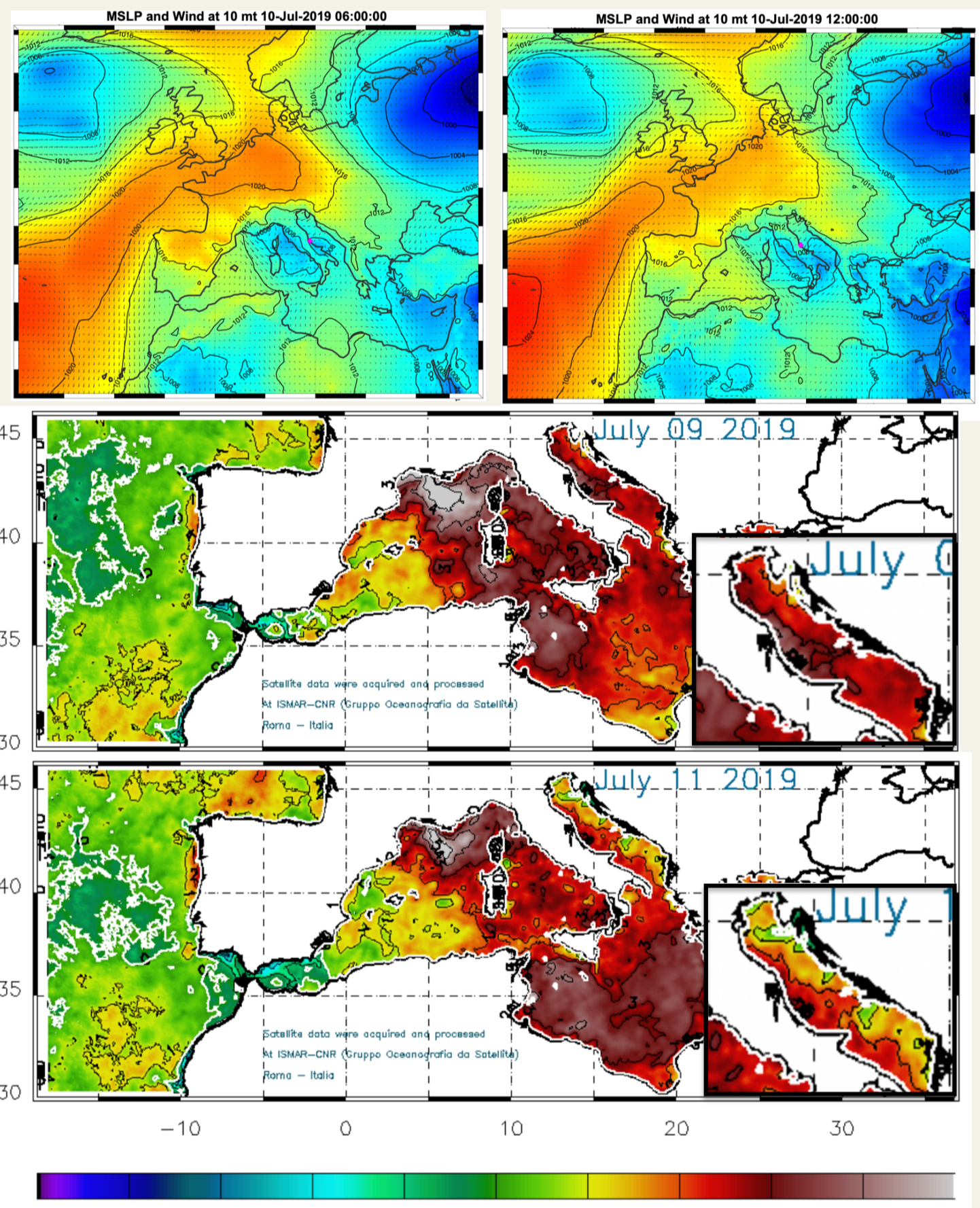


Figura 1. Pressione al suolo durante l'evento studiato ed anomalia di Sea Surface Temperature (SST) prima e dopo l'evento.

Osservazione radar dell'evento

Il contrasto tra l'aria fresca, il mare molto caldo e l'orografia ha dato luogo alla formazione di una frontogenesi in spostamento lungo le coste adriatiche italiane. In seno a questa dinamica si sono sviluppate numerose celle temporalesche costiere le quali hanno dato luogo a forti precipitazioni e fenomeni di grandine molto intensi con diametro superiore ai 10 cm in particolare lungo le coste abruzzesi e la città di Pescara.

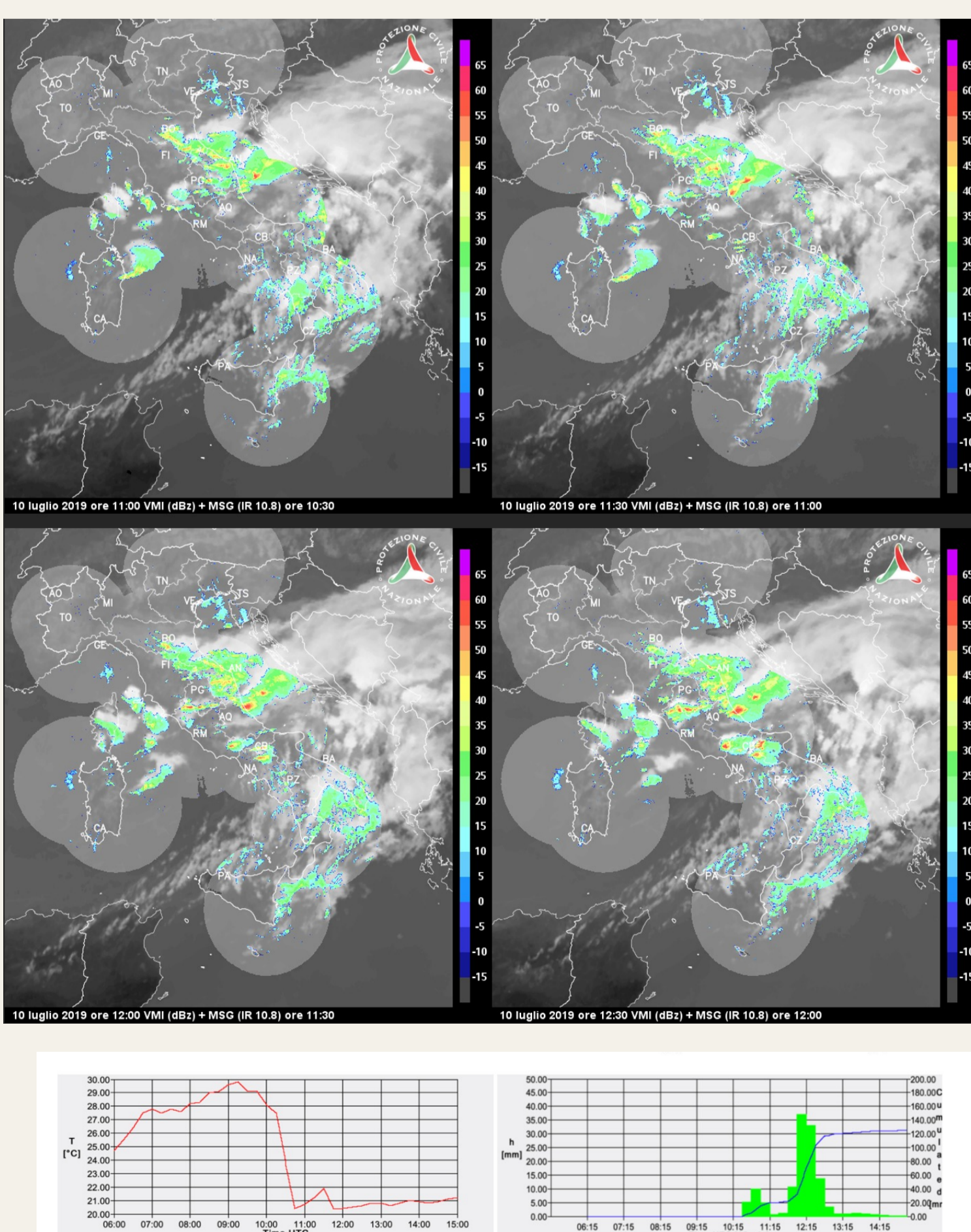


Figura 2. Immagini radar dell'evoluzione dell'evento lungo la costa adriatica e temperatura a 2 metri e precipitazione oraria e cumulata presso la stazione di Pescara Porto

Dominio di calcolo

Per lo studio di questo evento è stato implementato il modello numerico COAWST che utilizza il modello WRF come componente atmosferica e ROMS come componente oceanica. Al fine di studiare l'impatto dell'orografia, le simulazioni disaccoppiate sono state svolte modificando la topografia dell'Appennino, rimuovendo i due massicci principali (Gran Sasso e Picentini), e correggendo le quote del gran sasso, della Majella e dei Picentini, sottostimate di circa 400 metri, nella topografia di default del modello

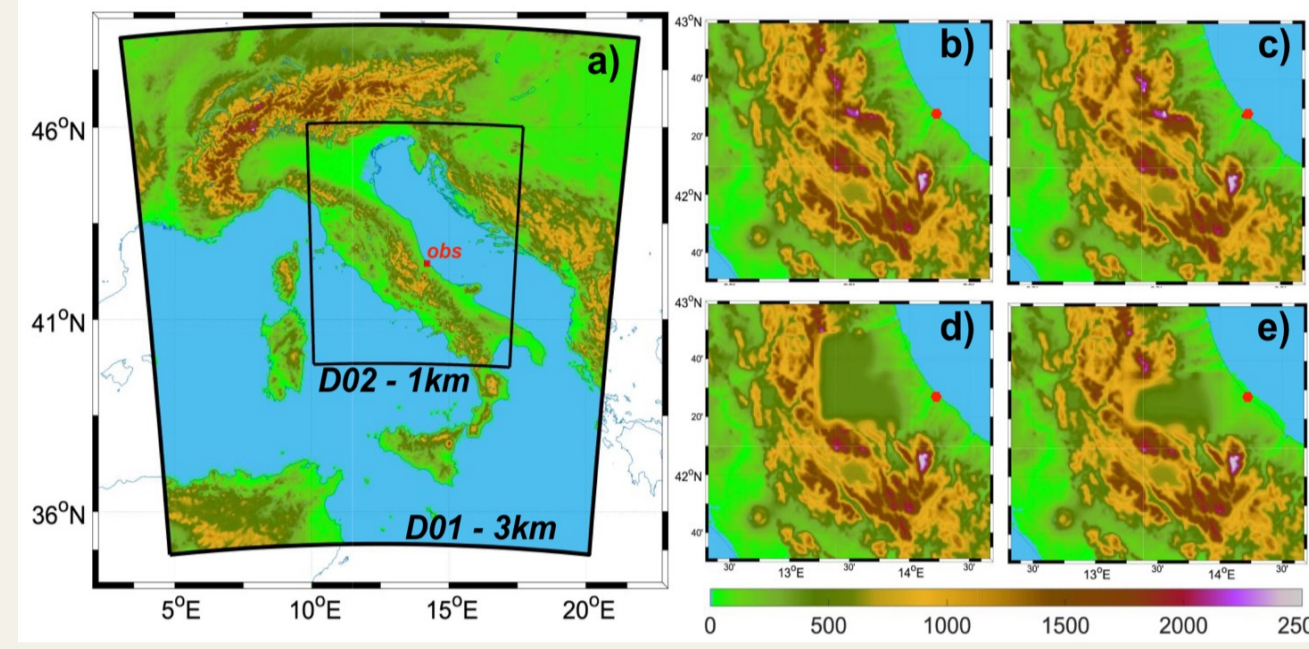


Figure 3. Dominio di calcolo e topografia implementata nelle simulazioni. Nel pannello a) viene mostrato il set di domini innestati a 3 km e 1 km di risoluzione orizzontale, e 100 livelli verticali. Il pannello b) mostra la topografia di default (DEFAULT run), il pannello c) la topografia migliorata (TOPOEN run), il pannello d) e e) mostrano le aree rimosse per effettuare il test di sensitività all'orografia dell'Appennino (run REM1, REM2).

Schema modello accoppiato e simulazioni

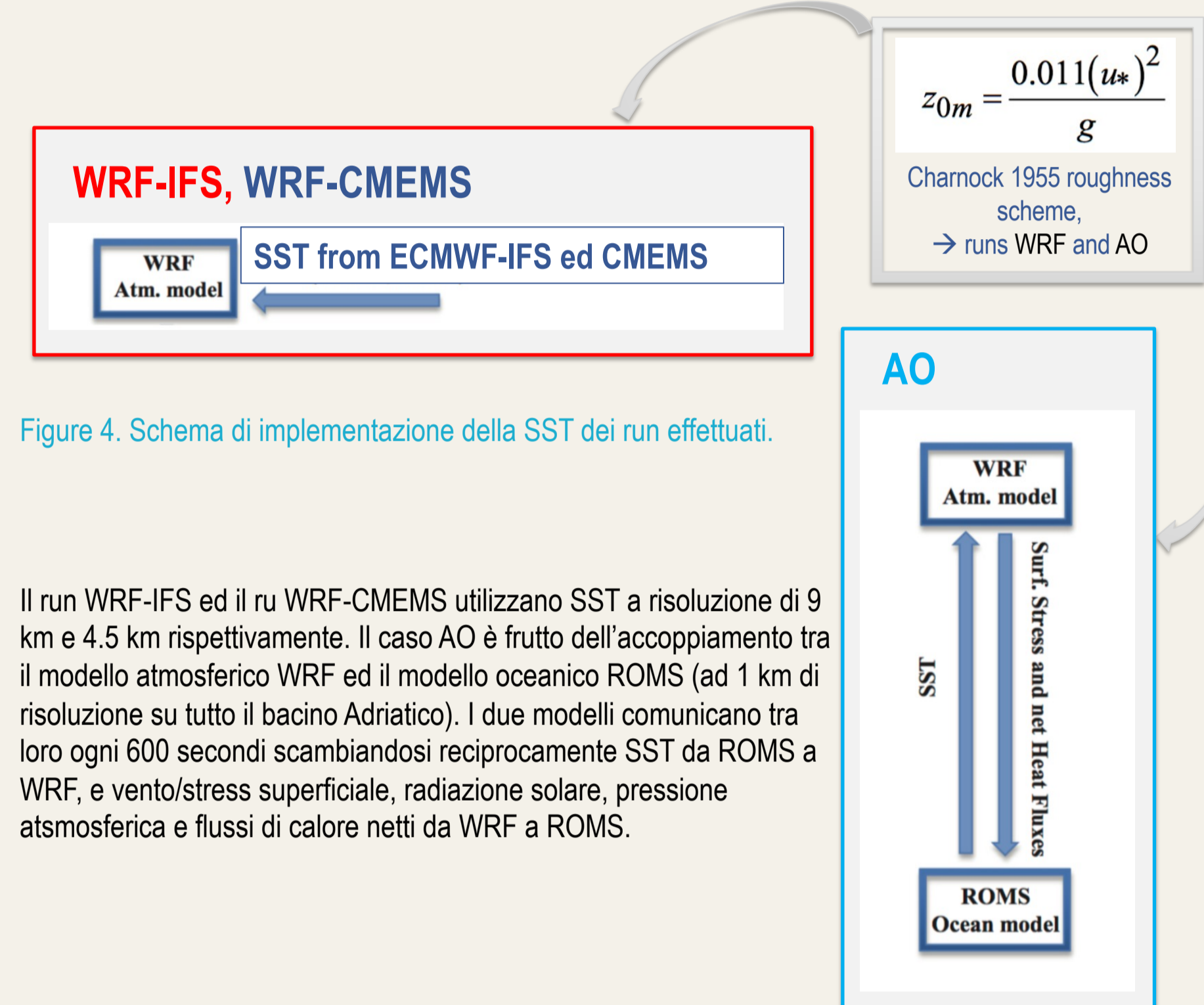


Figure 4. Schema di implementazione della SST dei run effettuati.

Il run WRF-IFS ed il run WRF-CMEMS utilizzano SST a risoluzione di 9 km e 4.5 km rispettivamente. Il caso AO è frutto dell'accoppiamento tra il modello atmosferico WRF ed il modello oceanico ROMS (ad 1 km di risoluzione su tutto il bacino Adriatico). I due modelli comunicano tra loro ogni 600 secondi scambiandosi reciprocamente SST da ROMS a WRF, e vento/stress superficiale, radiazione solare, pressione atmosferica e flussi di calore netti da WRF a ROMS.

Risultati : Impatto topografia

Come mostrato in figura 4, la simulazione di default produce la formazione dello storm anticipata nel tempo e molto più a nord di dove è stata osservata (Pescara, punto P sulle mappe). Rimuovendo la l'orografia si ottengono risultati estremamente diversi in termini di localizzazione ed intensità dell'evento. Rimuovendo i monti Picentini il fenomeno si localizza maggiormente in prossimità del Gran Sasso, mentre rimuovendo Picentini e Gran Sasso l'evento si genera nell'entroterra. Migliorando la topografia delle principali vette abruzzesi si ottengono risultati migliori in termini di timing, localizzazione ed accumuli al suolo.

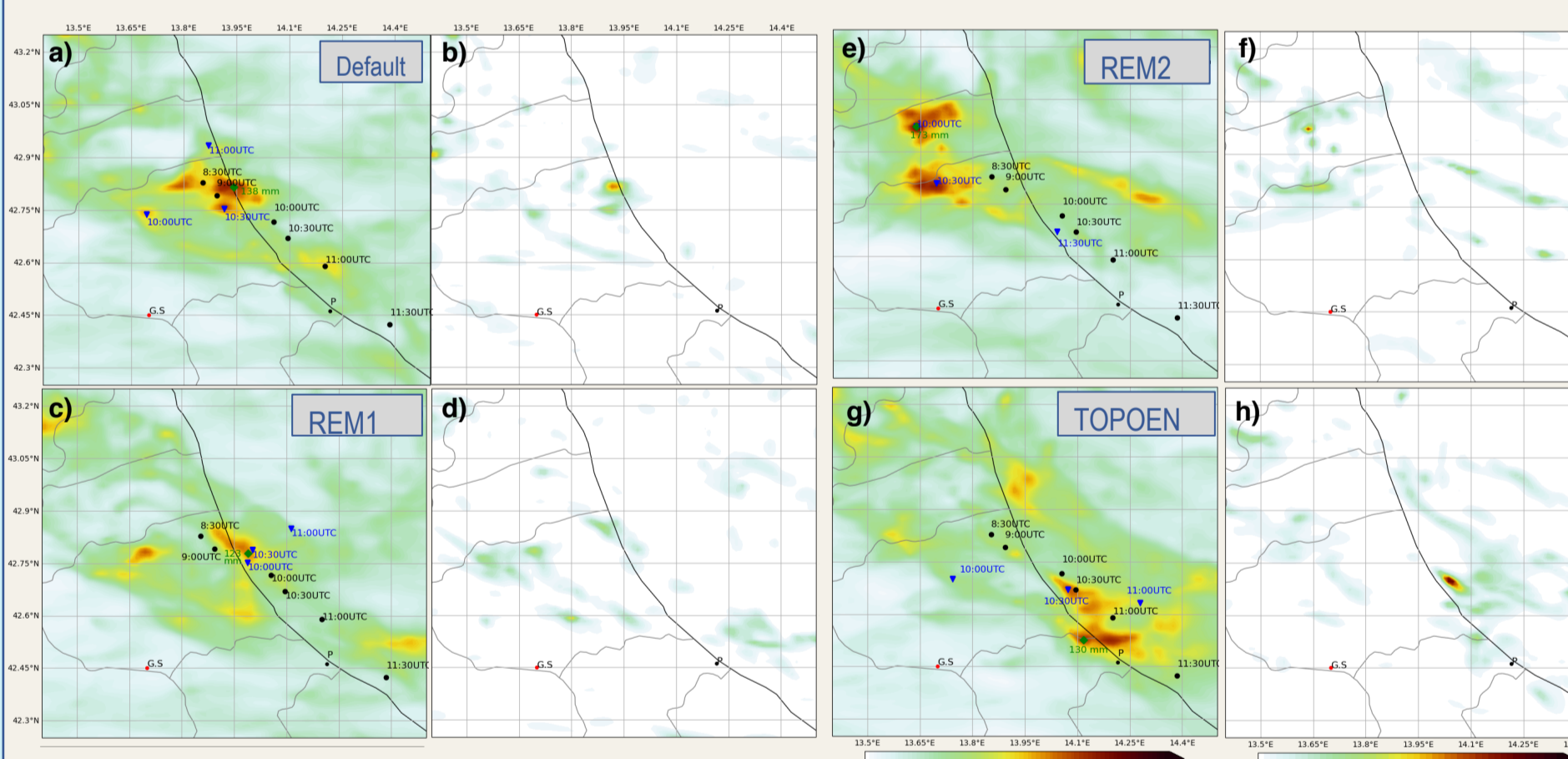


Figure 5. Precipitazione e grandine cumulata al suolo durante l'evento.

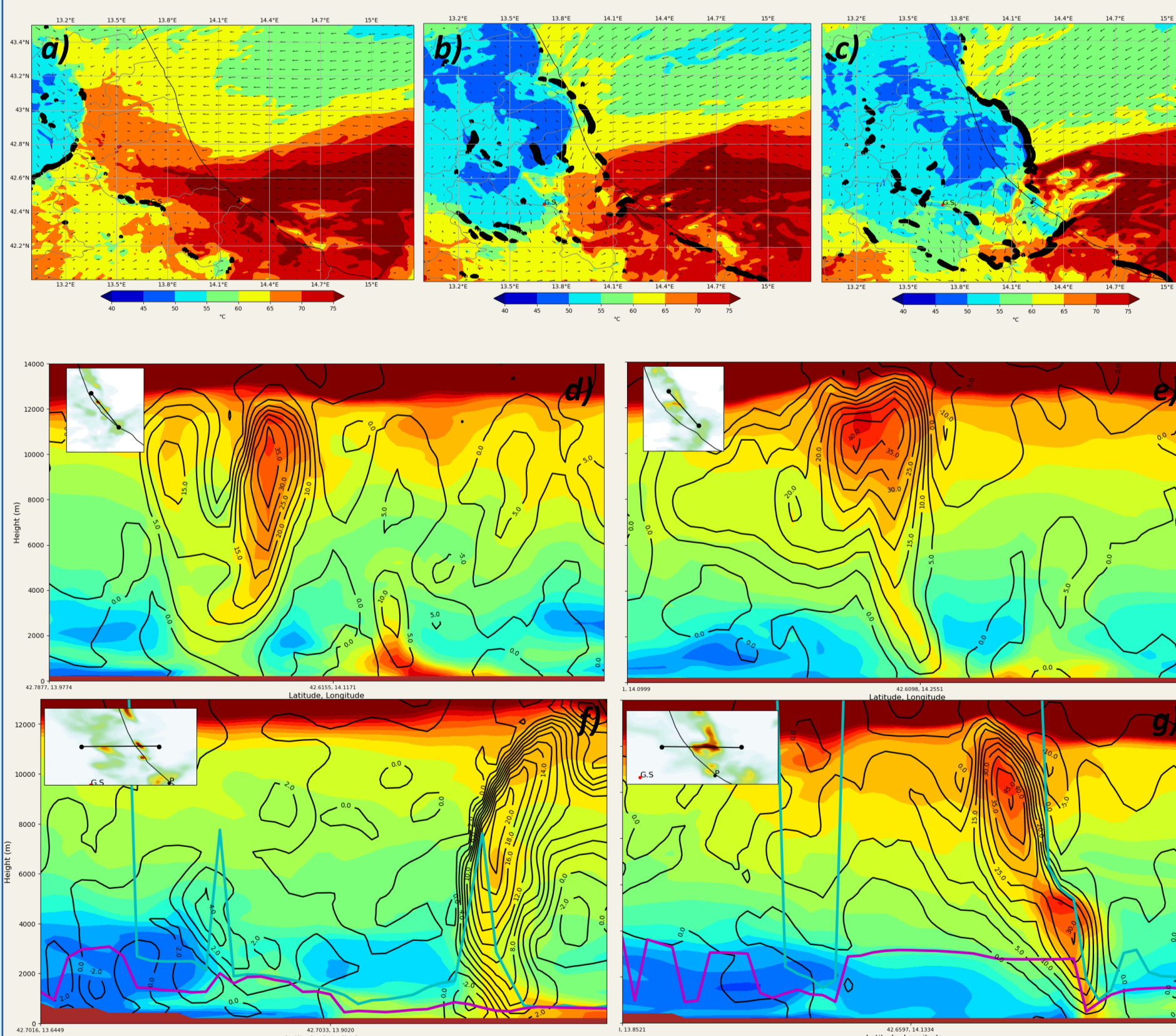


Figure 6. Theta-e a 925 hpa (pannelli a-b-c) e linee di convergenza (fronte al suolo) in nero. Transetti verticali della cella temporalesca nel caso studio TOPOEN, che mostra le migliori performance, dalle ore 10.10 alle 10.30 UTC (pannelli d-g).

Come mostrato in figura 5, l'evoluzione del fronte di aria fresca e secca in arrivo dall'Appennino è fortemente guidato dall'orografia. Implementando un'orografia più realistica il modello è in grado di determinare con maggiore accuratezza velocità, spessore e caratteristiche fisiche della cold pool prodotta da questa avvezione. Il contrasto con il flusso proveniente dal mare crea una convergenza al suolo, frutto dell'interazione della cold pool e dell'avvezione marina mite ed umida. La convergenza avviene lungo costa. La cold pool scalza l'aria marina, mite ed instabile, attivando la convezione. In questa fase il modello suggerisce velocità verticali di circa 40-45 m/s tra la media e l'alta atmosfera, compatibili con le velocità verticali che ci si aspetta per mantenere in sospensione chicchi di grandine di dimensione maggiore di 10 cm.

Impatto Sea surface temperature e coupling

L'impatto della SST aumentata di 2° (figura 7) mostra come maggiore energia e vapore acqueo estratto dal mare a causa di flussi di calore maggiori, induca ad un incremento della convezione e delle precipitazioni, oltre che della dimensione della grandine. L'implementazione di una SST a maggiore risoluzione (figura 8.) evidenzia come la migliore rappresentazione del campo di SST in termini spaziali, soprattutto se collegato a una migliore rappresentazione della topografia. In ultimo la figura 9, mostra la precipitazione cumulata al suolo nel caso in cui si utilizza il modello accoppiato AO. In questo caso si ha una migliore rappresentazione in termini di timing e localizzazione dell'evento ma con precipitazioni cumulate minori. Questo potrebbe essere causato dal bias di 1.8° osservato nella SST prodotta dal modello ROMS.

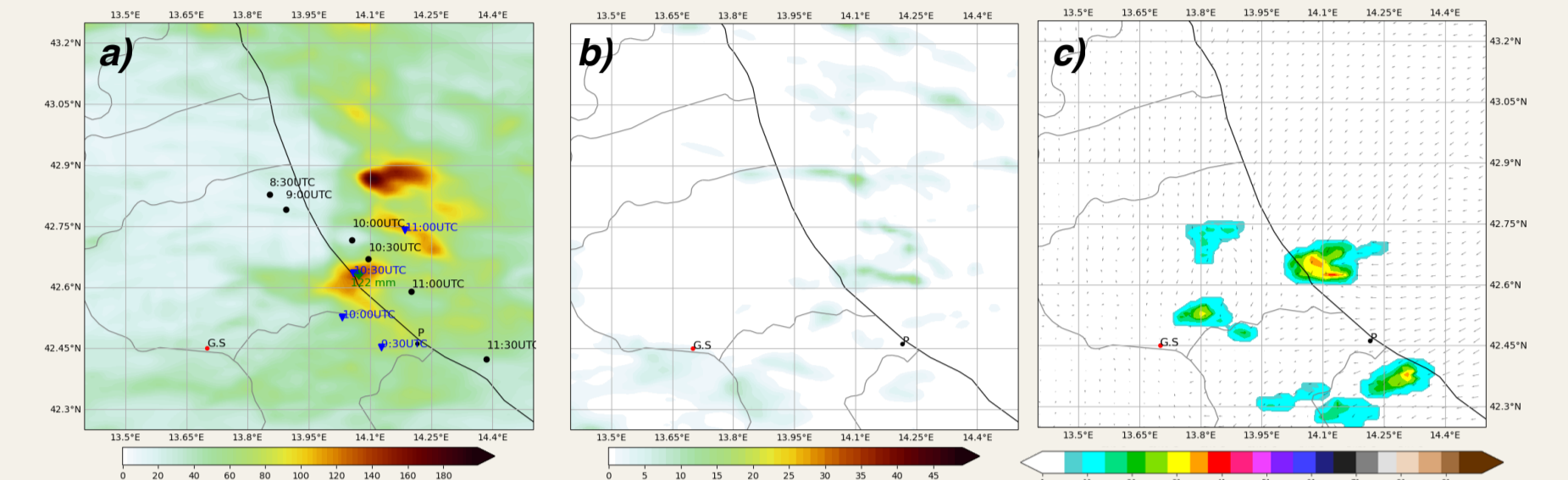


Figure 7. Precipitazione, grandine cumulata e diametro della grandine nel caso di SST aumentata di 2°

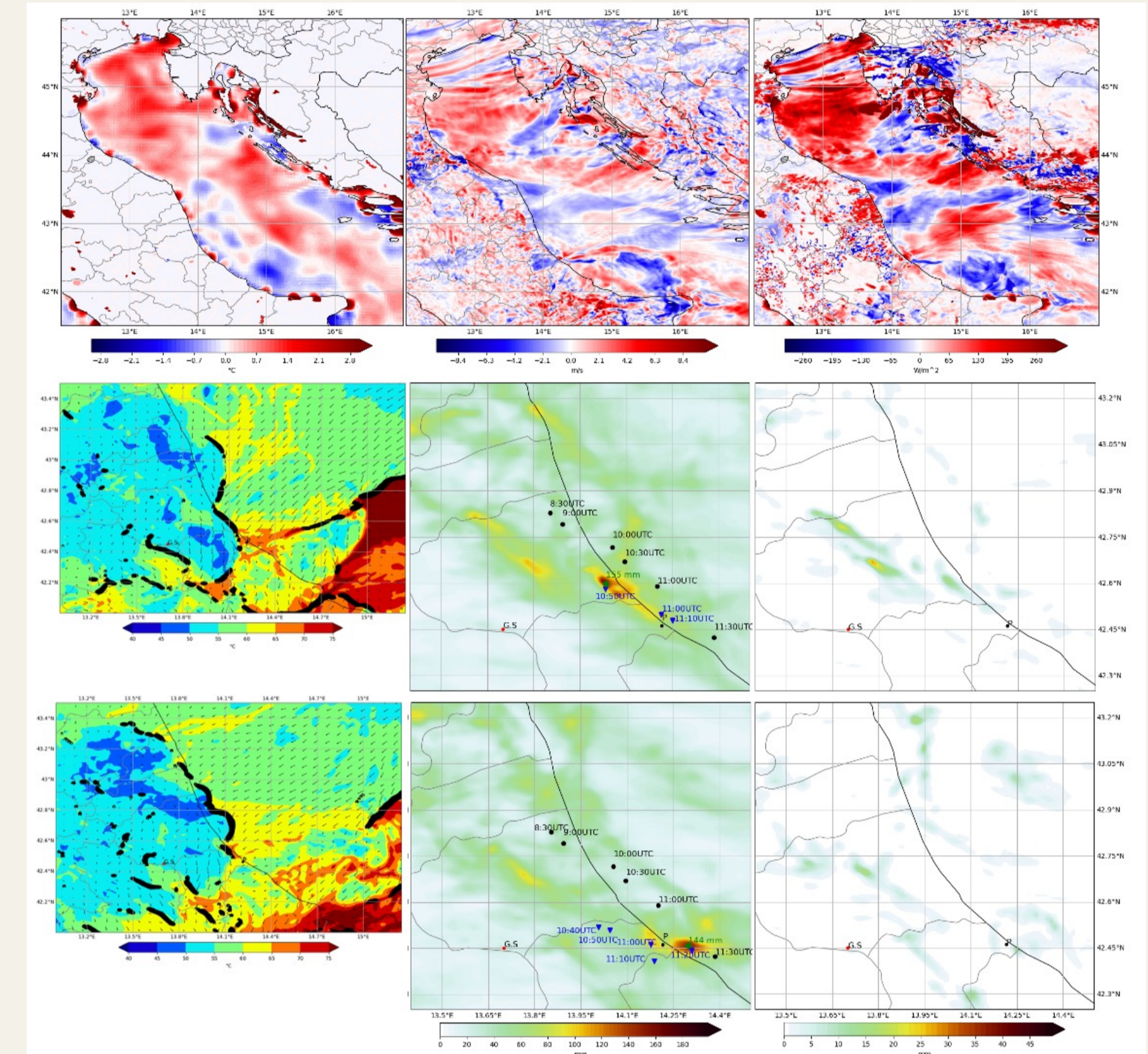


Figure 8. Differenza di SST, intensità del vento e flussi di calore (a-c) nel run con SST CMEMS ad alta risoluzione. Frontogenesi, precipitazione e grandine nel caso di SST-CMEMS e SST-CMEMS con topografia migliorata (pannelli d-e)

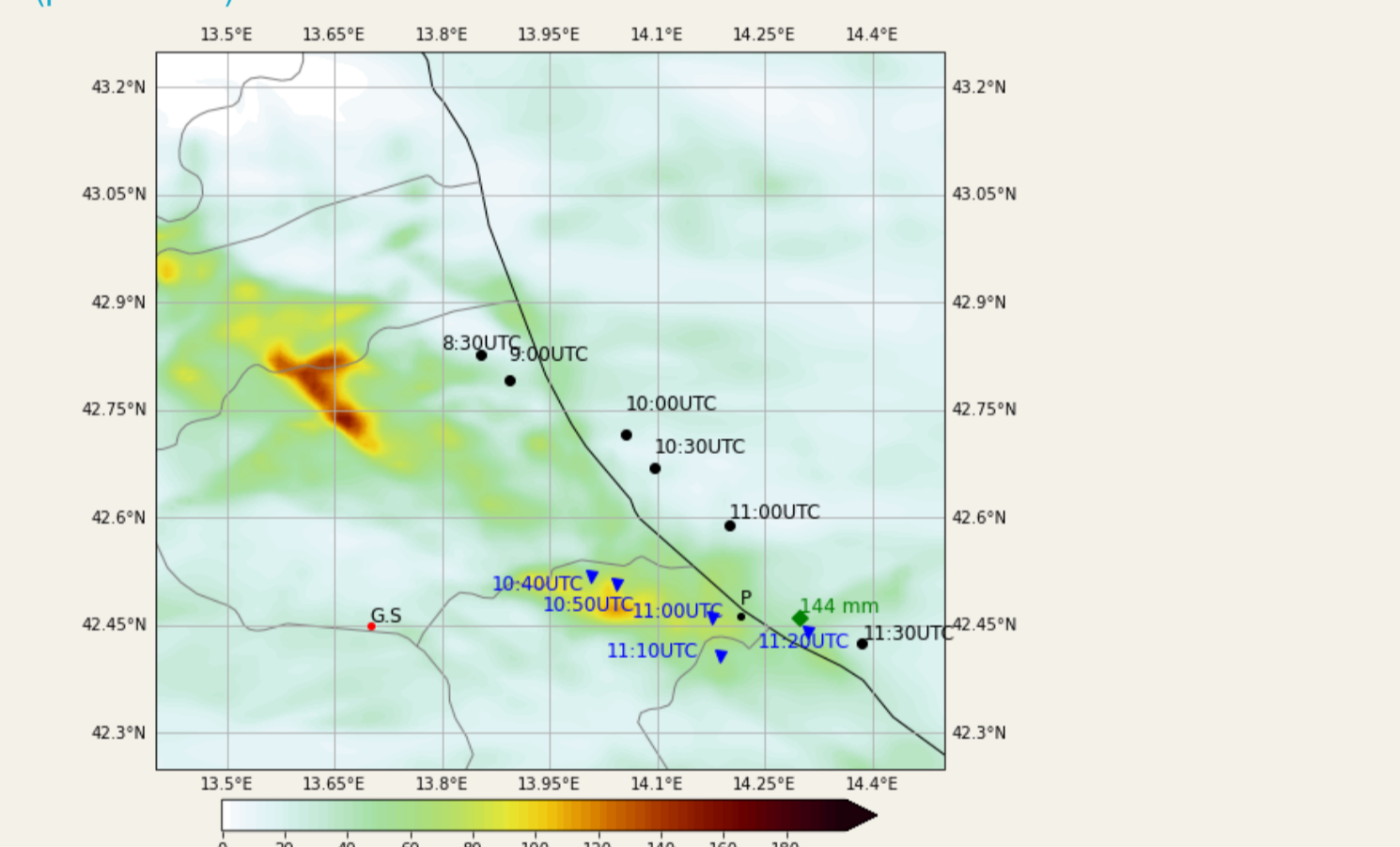


Figure 9. Precipitazione cumulata nel caso di accoppiamento tra atmosfera ed oceano.

Conclusion

I risultati di questo lavoro dimostrano come fenomeni di convezione molto intensi, lungo la fascia costiera adriatica italiana sono guidati dalla complessa orografia che caratterizza il nostro territorio. Questo fattore agisce in collaborazione con lo stato della massa d'aria condizionata dagli scambi energetici tra atmosfera e mare.

1. Una migliore rappresentazione dell'orografia è fondamentale per attivare i fattori di trigger che innescano la convezione
2. Una corretta rappresentazione della SST è molto importante per creare il pre-condizionamento della massa d'aria che sarà da propellente per la convezione.
3. L'uso del miglior dataset di SST è una scelta molto complessa. Utilizzando i dati compresi nel modello operativo ECMWF-IFS alcune aree del dominio risultano sottostimate. Incrementando di 2° la SST su base IFS si ottengono risultati accettabili.
4. L'implementazione di dataset ad alta risoluzione come CMEMS non è detto che migliori i risultati, perché anch'esso potrebbe essere affetto da un «bias freddo», frutto sia della numerica, sia delle tecniche di assimilazione. Medesima situazione si ottiene con il modello accoppiato, che al netto di una migliore descrizione degli scambi all'interfaccia aria-mare, inserisce un'ulteriore fattore di complessità, ovvero la simulazione dell'oceano, che non sempre apporta benefici alla simulazione atmosferica.
5. Per l'implementazione di modelli accoppiati atmosfera-oceano è necessario un'ulteriore e complessa indagine, basata su approccio multi-performance ensemble su varie casistiche, e di un «tuning» del modello oceanico al fine di migliorarne le performance e dunque anche il budget energetico scambiato con l'atmosfera.

Contact Information

Corresponding author's
Antonio Ricchi

Post doctoral research fellow
University of L'Aquila/CETEMPS
Email: antonio.ricchi@univaq.it | Skype: anto.ricchi