

USO DEL MODELLO METEOROLOGICO WRF PER LA SIMULAZIONE NUMERICA DELL'EVENTO ALLUVIONALE NELL'AREA ROMANA DEL DICEMBRE 2008

(Tesi di tipo sperimentale)

Abstract

Laurea Magistrale

(Facoltà di Ingegneria Civile ed Industriale, Corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio)

Sessione di Laurea del **23/10/2017**

anno accademico: **2016/2017**

Nome Candidato: **Elena Conigliaro**

Matricola: **1469855**

Relatore: **Prof. Ing. Paolo Monti**

SSD: **ICAR/01**

Uno degli obiettivi ad oggi principali per l'ingegneria civile ed ambientale è, sicuramente, la mitigazione del Rischio Idraulico. Infatti, da più di un decennio è divenuta prioritaria, fra le strategie dell'Unione Europea, la gestione efficiente degli eventi alluvionali intensi, che rappresentano una delle principali minacce per la società contemporanea, anche in relazione alla crescente antropizzazione del suolo che ha prodotto un'interferenza gravosa fra dinamica dei processi naturali ed attività antropiche.

A partire dalla definizione di Rischio Idraulico (R), la mitigazione può essere condotta attraverso interventi di tipo strutturale, che riducono la pericolosità dell'evento critico (P), aumentandone il tempo di ritorno, oppure attraverso interventi di tipo non strutturale che contengono il danno (D) associato all'evento alluvionale, proteggendo il bene esposto, alla cui categoria appartengono le attività di monitoraggio, preannuncio e allertamento che sono state oggetto dello studio condotto.

Tali attività lavorano andando a prevedere gli eventi di piena in alveo potenzialmente catastrofici (cioè capaci di generare esondazioni nelle sezioni critiche e quindi inondazioni del territorio), con un anticipo tale da garantire la predisposizione di uno scenario d'intervento (parliamo delle attività di protezione civile). I modelli di previsione delle piene in alveo combinano fra loro un modello di afflussi-deflussi (che traduce gli afflussi pluviometrici in portate di deflusso) ed un modello idraulico di propagazione dell'onda di piena in alveo e necessitano, in ingresso, di una previsione delle precipitazioni attese prodotta, a sua volta, da un modello meteorologico.

In particolare, i modelli meteorologici si distinguono in due grandi famiglie: i Modelli di Circolazione Globale (GCM) che lavorano, appunto, su una griglia applicata a tutta la terra, utilizzando, come condizioni iniziali e al contorno per l'integrazione numerica, le osservazioni disponibili che, nel loro insieme, descrivono lo stato "attuale" dell'atmosfera; i Modelli ad Area Limitata (LAM) che consentono, attraverso tecniche così dette di "nesting" o "annidamento in cascata", di infittire il grigliato di un GCM in corrispondenza di particolari maglie. L'annidamento consiste nel fatto che, in questo caso, vengono usati, come condizioni iniziali e al contorno per l'integrazione sul nuovo dominio più fitto, gli output prodotti dal GCM sui nodi del grigliato madre.

I modelli meteorologici sono in grado di simulare l'evoluzione delle dinamiche atmosferiche, integrando numericamente, sui nodi di un grigliato applicato al dominio d'interesse, il sistema di equazioni che governa i moti atmosferici. All'interno dei modelli meteorologici, vengono inoltre risolte una serie di relazioni parametriche che servono a ricomprendere tutti quei fenomeni fisici aventi scala spaziale inferiore al passo di griglia.

Uno dei più sofisticati e innovativi fra i modelli LAM attualmente disponibili, il modello WRF (Weather Research and Forecasting), messo a punto, a partire dagli anni 90, attraverso una stretta collaborazione dell'intero universo scientifico americano, è stato utilizzato per ricostruire l'evento alluvionale oggetto di studio, ovvero quello che ha interessato Roma e in generale il territorio Laziale tra il 10 e il 13 dicembre del 2008. Si tratta di uno degli eventi di piena più intensi che ha colpito Roma nell'ultimo ventennio e che ha prodotto livelli idrici talmente elevati, sia nel fiume Tevere che nel fiume Aniene, da generare locali fenomeni di esondazione e allagamento del territorio, con danni stimati anche consistenti.

All'interno di WRF sono attivabili moltissimi schemi parametrici che, come detto, servono a ricostruire l'evoluzione di tutti i processi fisici che avvengono in atmosfera alla microscala. Fra questi, coerentemente agli obiettivi di mitigazione del Rischio Idraulico, mi sono concentrata sui meccanismi locali di formazione delle precipitazioni. Parliamo ovvero dei processi di convezione locale (cioè di risalita di masse d'aria calde ed umide, accompagnata da fenomeni di condensazione del vapor d'acqua e, quindi, di formazione degli ammassi nuvolosi che sono, per l'appunto, agglomerati di particelle d'acqua passate allo stato liquido, o eventualmente solido alle alte quote); e dei processi così detti di "microfisica delle nubi" (ovvero di maturazione di tali strutture nuvolose, per accrescimento delle particelle d'acqua che le costituiscono, attraverso meccanismi complessi di collisione e coalescenza, fino alla condizioni per cui le dimensioni sono tali da farle precipitare al suolo sotto forma di pioggia neve o grandine). In particolare, per la parametrizzazione dei fenomeni convettivi, è stato selezionato lo schema di Kain-Fritsch, in quanto appositamente sviluppato per modelli LAM e quindi quello che, ad oggi, riesce a modellare meglio le correnti verticali ascendenti e discendenti all'interno e all'esterno delle nubi convettive. Per quanto riguarda, invece, la parametrizzazione dei processi di microfisica delle nubi, l'evento alluvionale oggetto di studio è stato simulato in WRF più volte, attivando, di volta in volta, 5 diversi schemi, fra

tutti quelli disponibili per modelli LAM, selezionati in funzione delle caratteristiche specifiche dell'evento considerato. In particolare lo schema di Kessler, che ricostruisce i meccanismi di collisione e coalescenza che portano alla formazione delle precipitazioni liquide all'interno delle "nuvole calde"; lo schema WRF Singol Moment 6 Classes Scheme, che predice, indipendentemente fra loro, i meccanismi di formazione delle piogge liquide nelle "nuvole calde" e delle piogge solide nelle "nuvole fredde"; lo schema di Goddard, che simula i meccanismi di formazione e maturazione delle nuvole calde e fredde in funzione dei moti di circolazione atmosferica; lo schema WRF Double Moment 6 Classes Scheme, che ricostruisce la distribuzione delle idrometeore in funzione della presenza di nuclei di condensazione, cioè nuclei attorno a cui le particelle d'acqua in un ammasso nuvoloso possano agglomerarsi e accrescersi nelle dimensioni e, infine, lo schema di Thompson, che introduce l'effetto dell'aerosol atmosferico, soprattutto in contesti cittadini in cui il rilascio di particolato solido in atmosfera è molto più consistente, nei meccanismi di formazione delle precipitazioni.

In un secondo momento, l'efficienza nel simulare l'evento meteorico oggetto di studio dei diversi schemi parametrici testati, è stata valutata facendo uso di 4 diversi indicatori statistici. I primi tre, ovvero lo scarto quadratico medio, l'efficienza della modellazione ed il coefficiente di massa residua, forniscono un'indicazione sullo scostamento puntuale del dato simulato da quello osservato. I modelli migliori, secondo questa famiglia di indicatori sono, pertanto, quelli per cui lo scostamento, istante per istante, fra pioggia osservata e pioggia simulata si mantiene minimo. L'ultimo, ovvero il coefficiente di correlazione, invece, permette di determinare quanto la serie osservata e quella simulata siano complessivamente correlate fra loro. Complessivamente nel senso che, i modelli a cui corrisponde un livello di affidabilità migliore, sono quelli per cui c'è una maggiore somiglianza nell'andamento globale fra serie osservata e simulata.

Poiché l'obiettivo delle attività di monitoraggio, preannuncio e allertamento, nella mitigazione del Rischio Idraulico, non è un "puro esercizio di stile", per raggiungere una previsione perfetta (fra l'altro impensabile e impossibile) delle piogge attese istante per istante; ma piuttosto, è quello di prevedere l'evento meteorico in arrivo nel suo complesso, per poterlo affrontare tempestivamente, l'ultimo indicatore, è quello che abbiamo ritenuto più attendibile, in funzione degli scopi del lavoro condotto, per la valutazione dei diversi schemi di parametrizzazione dei processi di microfisica delle nubi.

Concludo volendo sottolineare che, il problema dell'accuratezza nella previsione degli eventi alluvionali estremi, che può condurre nelle attività di monitoraggio, preannuncio e allertamento a "falsi" o "mancati" allarmi, è essenzialmente legata alla semplificazione con cui, i complessi fenomeni fisici che avvengono all'interno delle nubi, vengono descritti mediante le relazioni parametriche, attualmente implementabili nei più recenti modelli meteorologici, che non sono, pertanto, in grado di restituire complessità ai fenomeni di "microfisica delle nubi"; fenomeni che, fra l'altro, restano ancora non completamente esplorati e non completamente noti, rappresentando, quindi, l'aspetto più promettente su cui puntare per rendere la previsione degli eventi meteorici intensi sempre più affidabile e meno incerta e, quindi, sempre più uno strumento potente per la mitigazione del "Rischio da Alluvioni".