

## 1.0 Introduzione ai modelli

Datameteo impiega il modello WRF-NMM, nelle sue risoluzioni spaziali a 3-18 KM per la generazione di specifiche previsioni e la creazione degli archivi di serie meteorologiche storizzate.

Il core - **NON idrostatico** – con risoluzione a mesoscala (Numerical Multi Model) del modello di previsione atmosferica e ricerca (WRF) è stato sviluppato negli Stati Uniti dalla National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e dal National Centers for Environmental Prediction (NCEP). La release corrente utilizzata presso Datameteo è l'ultima disponibile. Dal 2008 il core NMM è sviluppato dalla NOAA al di fuori del modello WRF diventando a tutti gli effetti un modello autonomo. Il modello NMM è progettato per raggiungere lo stato dell'arte come il più flessibile e portabile strumento di simulazione atmosferica, particolarmente efficiente sulla piattaforme di calcolo parallelo. NMM è disponibile per l'utilizzo operativo su una grande varietà di applicazioni e diverse risoluzioni spaziali variabili tra i pochi metri e decine di chilometri.

### Alcune di queste applicazioni sono:

- Previsioni atmosferiche Real-time
- Ricerca in ambito meteorologico previsionale
- Ricerca nelle più efficienti parametrizzazioni
- Applicazione a modelli accoppiati
- Insegnamento

L'aggiornamento da parte degli enti e della community di ricerca è continuo ed è supportato dal NOAA/NCEP che mantiene e coordina tutti i team di sviluppo il codice NMM

### Quest' ultimo include:

- NMM Software Framework
- NMM Preprocessing System (WPS)
- NMM dynamic solver, incluso il nesting one-way e two-way
- Numerosi pacchetti fisici sviluppati dai partners NMM e dalla comunità di ricercatori

## 1.1 Introduzione alla fisica del modello

Quella che segue è una breve descrizione del modello NMM, utilizzato da Datameteo. Il documento contiene un riassunto delle informazioni e la più importante letteratura scientifica di riferimento.

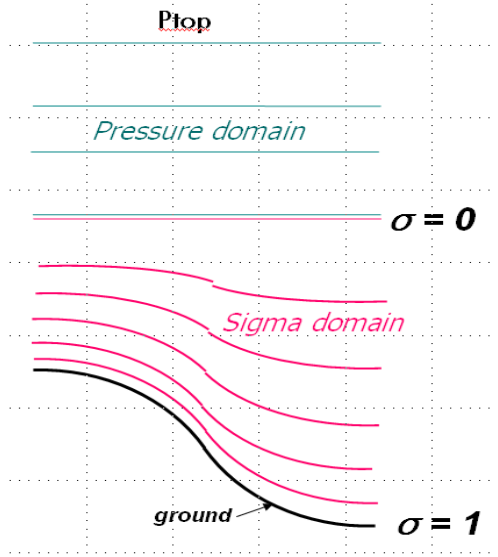
NMM è un modello deterministico a mesoscala, completamente comprimibile, non idrostatico con l'opportunità d'inserimento della semplificazione idrostatica. (Janjic et al. 2001, Janjic 2003a,b). Il modello usa delle coordinate verticali ad inseguimento del terreno di tipo hybrid sigma-pressure. La grid staggering è di tipo Arakawa E-grid..

WRF NMM 3-12-18 Km		Datameteo.com LRC Srl Via Piave 4/c - 12022 Busca ( CN) PIVA 02748260045 helpdesk: Tel/fax 0171/943284 e-mail: info@datameteo.it
	Datameteo.com© LRC, 2012	Pagina 1 di 9

## 1.2 NMM Grid

I modelli NMM in uso ed archiviati sono composti da grid cells uniformemente distribuite sui domini di previsione a coprire larghe porzioni di territorio. Un tipico dominio contiene tra le 20'000 e le 200'000 grid cells. L'atmosfera è divisa tra 45 e 53 strati a seconda della posizione sulla superficie terrestre. Il calcolo avviene per ogni grid cell, sopra ogni livello verticale, almeno una volta al giorno, partendo dal modello di inizializzazione fino alla fine del periodo di previsione posto 5 – 7 giorni in avanti.

## 1.3 Risoluzione verticale



modello NMM.

Il modello usa delle coordinate verticali ibride (sigma nella parte inferiore dell'atmosfera). Per questo motivo è possibile computare una risoluzione verticale non troppo elevata (numero di livelli verticali in cui è scomposta l'atmosfera). Per i modelli a 12 e 3 km utilizziamo 50 livelli verticali (dallo strato superficiale fino al top level nell'atmosfera). Per scopi specifici sono inseribili fino ad un massimo di 85 livelli verticali.

Per definire il suolo usiamo correntemente 12 strati diversi, più uno per la copertura nevosa (se presente). L'alta risoluzione nella definizione dei parametri atmosferici, a livello del suolo, consente un veloce e più efficace coupling computazione suolo/atmosfera.

Il valore dell'altezza sulla località è la pura media topografica della risoluzione del modello presa al livello di scala grid.

Fig. 1: esempio di griglia verticale in uso nel

## 1.4 Dinamica del modello e schemi implementati

Dinamiche	hydrostatic or nonhydrostatic; no linearization or approximation required
Schema spaziale d'avvezione orizzontale	Janjic conservative (T, u, v); shape preserving for TKE, q, and condensate.
Avvezione Verticale	Shape preserving for T, u, v, TKE, q and condensate. Implicit and not damping. (Janjic)
Gradiente di pressione	Forward backward with adjustment for sigma (Janjic)
Schema avvevivo	NONSPPLIT Adams – Bashforth (not damping)

## 1.5 Parametri fisici

### LAND SURFACE SCHEME: Sviluppato e migliorato alla NOAA-LSM (Janjic)

Il Noah LSM scheme è un modello con 4 differenti stratificazioni di temperatura ed umidità del suolo. Al suo interno contenente l'umidità dello strato vegetato e la previsione di copertura nevosa del suolo. Questi strati comprendono la zona radicale, i processi d'evapotraspirazione il drenaggio del suolo ed il deflusso superficiale, tenendo conto delle differenti classi di vegetazione, della variazione mensile di copertura vegetale e della struttura del terreno. Lo schema calcola i flussi di calore sensibile e latente entro ed in ingresso al boundary-layer. Inoltre lo schema Noah LSM prevede la formazione di ghiaccio del suolo, la copertura nevosa parziale e dispone di un trattamento migliore delle superfici urbane in particolare considerandone le proprietà di emissione radiativa.

Tutte queste nuove parametrizzazioni non erano disponibili con il precedente schema OSU. Lo schema di LSM da noi usato è stato ulteriormente migliorato per fornire una copertura nevosa multistrato e per una modellazione ad alte o altissima risoluzione. Gli strati verticali del suolo sono stati portati a 12. Questo consente una definizione ancora migliore della fondamentale interfaccia terra-suolo.

### BOUNDARY LAYER SCHEME: Mellor-Yamada - Janjic PBL

Questa parametrizzazione della turbolenza entro il PBL (circa i primi 2000 metri di colonna d'aria) e nella libera atmosfera soprastante (Janjic, 1990, 1996, 2002), rappresenta un'implementazione non singolare (in termini matematici) del modello di chiusura della turbolenza Mellor-Yamada Livello 2.5 (Mellor and Yamada, 1982) attraverso una casistica completa di regimi turbolenti.

Questo limite superiore dipende sia dalla TKE (energia cinetica turbolenta) sia dal galleggiamento sia dallo shear del flusso principale.

Nel regime di fluido instabile la forma funzionale del limite superiore è derivata dalla condizione che la produzione di TKE risponda al requisito di non singolarità nel caso di turbolenza crescente. Nel regime stabile il limite verticale è derivato imponendo la condizione che il rateo della deviazione della velocità verticale e della TKE non possa essere minore di quello corrispondente in regime di decadimento della turbolenza. L'equazione differenziale di produzione o dissipazione della TKE è risolta iterativamente. Anche le costanti empiriche sono state oggetto di revisione. (Janjic, 1996, 2002).

### SURFACE LAYER SCHEME: ETA microphysics scheme

Lo schema Eta dello strato superficiale (Janjic, 1996, 2002) è basato sulla teoria della similitudine (Monin and Obukhov, 1954). Lo schema include le parametrizzazioni del sotto strato viscoso. Sopra le masse d'acqua, il sotto strato viscoso è parametrizzato in maniera esplicita secondo Janjic (1994). Sopra la terra gli effetti del substrato viscoso sono tenuti in conto attraverso l'altezza di rugosità per la temperatura e l'umidità come proposto da Zilitinkevich (1995). La correzione di Beljaars (1994) è applicata per evitare le singolarità in caso di uno strato superficiale instabile e di una sensibile diminuzione della velocità del vento. I flussi superficiali sono computati attraverso un sistema iterativo. Questo schema superficiale deve essere elaborato in fase di calcolo insieme allo schema Eta (Mellor-Yamada-Janjic) del PBL e per questo qualche volta è conosciuto come schema superficiale MYJ

WRF NMM 3-12-18 Km		Datameteo.com LRC Srl Via Piave 4/c - 12022 Busca (CN) PIVA 02748260045 helpdesk: Tel/fax 0171/943284 e-mail: info@datameteo.it
	Datameteo.com© LRC, 2012	Pagina 3 di 9

**RADIAZIONE:**

Il modello NMM fornisce previsioni qualitativamente consistenti, particolarmente utili ad essere immesse all'interno dei modelli di previsione della potenza da fonte fotovoltaica. Questo fatto è reso possibile grazie all'alta risoluzione e dell'integrazione di procedure di calcolo microfisiche specifiche per l'acqua atmosferica ( nubi, nebbia etc. ) che determinano la variabilità della radiazione solare sulla superficie terrestre.

**Radiazione ad onda lunga**

Lo schema utilizzato da NMM fino al Gennaio 2011 è il GFDL Longwave ( Eta Geophysical Fluid Dynamics Laboratory ) Questo schema radiativo ad onda lunga proviene dal GFDL. Lo schema segue il metodo di scambio semplificato di Fels and Schwarzkopf (1975) e di Schwarzkopf e Fels (1991) con un calcolo delle differenti bande spettrali associate con il diossido di carbonio, il vapore acqueo e l'ozono. Sono inclusi i coefficienti di trasmissione per il diossido di carbonio di Schwarzkopf and Fels (1985), la condizione di continuità del vapore acqueo ( Roberts et al. 1976) e gli effetti della sovrapposizione del vapore acqueo e del diossido di carbonio. La formulazione di Rodgers (1968) è usata per l'assorbimento dell'Ozono. Le differenti nuvole sono tra loro sovrapposte in maniera random. Questo schema è stato inizialmente implementato per condurre delle comparazioni con il sistema Eta operativo. Dal 2011 lo schema radiativo utilizzato sarà l'RTTMG Rapid Radiative Transfer Model (RRTMG) con alcune modifiche al fine di aumentarne l'affidabilità

**Radiazione ad onda corta**

Lo schema utilizzato è il GFDL Shortwave ( Eta Geophysical Fluid Dynamics Laboratory ) Questo schema radiativo ad onda corta proviene dal GFDL e rappresenta una versione specifica della parametrizzazione di Lacis e Hansen (1974). All'interno sono implementati gli effetti del vapore acqueo atmosferico, dell'Ozono (entrambi da Lacis e Hansen, 1974) e del diossido di carbonio (Sasamori et al., 1972). Le differenti nuvole sono tra loro sovrapposte in maniera random. I calcoli della radiazione ad onda corta sono fatti usando un coseno medio dell'angolo di zenith della della luce, integrato lungo l'intervallo di tempo. Dal 2011 lo schema radiativo utilizzato sarà l'RTTMG Rapid Radiative Transfer Model (RRTMG) con alcune modifiche al fine di aumentarne l'affidabilità

**REFERENZE:**

Janjic, Z. I., 2003: A Nonhydrostatic Model Based on a New Approach. *Meteorology and Atmospheric Physics*, **82**, 271-285. (Online: <http://dx.doi.org/10.1007/s00703-001-0587-6>).

Janjic, Z. I., 2004: The NCEP WRF Core. 12.7, Extended Abstract, 20th Conference on Weather Analysis and Forecasting/16th Conference on Numerical Weather Prediction, Seattle, WA, American Meteorological Society.

Janjic, Z. I., J. P. Gerrity, Jr. and S. Nickovic, 2001: An Alternative Approach to Nonhydrostatic Modeling. *Monthly Weather Review*, **129**, 1164-1178.

WRF NMM 3-12-18 Km		Datameteo.com LRC Srl Via Piave 4/c - 12022 Busca ( CN) PIVA 02748260045 helpdesk: Tel/fax 0171/943284 e-mail: info@datameteo.it
	Datameteo.com© LRC, 2012	Pagina 4 di 9

WRF NMM 3 Km Europa Centrale - 10 Km Resto dell' Europa - 10 Km USA -16 Km Africa, Asia, Sud America (dopo regridding in post process)	
Specifiche modello	Limited Area Model
Tipologia modello	Non idrostatico
Risoluzione orizzontale nativa	3 Km Europa Centrale, 13 Km resto Europa 12 Km Stati Uniti 18 km Africa (parte) S America , Asia
Contorno / inizializzazione	GFS 0.5 + 4DVAR
Livelli verticali hybrid sigma-P	50 aumentabili a 85
Integrazione simulazione:	168 ore
Griglia	Arakawa e staggered grid
Foundamental time step:	6-10 sec
Schemi	<u>Convention e cloud model</u>  Explicit  <u>Surface layer</u>  Eta Microphysics scheme  <u>PBL layer</u>  MELLOR –Yamada.Janijc  Radiation Scheme

## **RRTMG (long+shortwave)**

### **Surface Physics**

**unified Noah land surface model**

### **Urban Physics**

**single layer Urban Canopy Model**

<b>WRF 3-10-16 Km</b>	
<b>PARAMETRI PLOTTATI</b>	
<b>SINOTTICI</b>	<b>parametro Parametri plottati</b>
<b>PRECIPITAZIONI</b>	
	<b>Pioggia</b> -cumulata mm/1h -cumulata mm/3h -cumulata mm/6h -cumulata mm/24h
	<b>Neve caduta</b> -cumulata cm/1h -cumulata cm/3h -cumulata cm/6h -cumulata cm/24h
	<b>Neve cumulata</b> -cumulata cm/1h -cumulata cm/3h -cumulata cm/6h -cumulata cm/24h
	<b>Neve</b> Probabilità precipitazione nevose (%)
<b>TEMPERATURA</b>	
	<b>Temperatura 2m (°C)</b>
	<b>Temperatura (°C) + Geopotenziale (m)</b> - livello 975 hpa - livello 950 hpa - livello 925 hpa - livello 900 hpa - livello 850 hpa - livello 700 hpa - livello 500 hpa
	<b>Temperatura dew point (°C)</b> - livello 2 m - livello 975 hpa - livello 950 hpa - livello 925 hpa - livello 900 hpa - livello 850 hpa - livello 700 hpa - livello 500 hpa
	<b>Quota zero termico (m)</b> -più basso calcolato su colonna troposferico

-più alto calcolato su colonna troposferico

<b>UMIDITA'</b>	<b>Umidità relativa (%)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- livello 2m dal suolo</li> <li>- livello 975 hpa</li> <li>- livello 950 hpa</li> <li>- livello 925 hpa</li> <li>- livello 900 hpa</li> <li>- livello 850 hpa</li> <li>- livello 750 hpa</li> <li>- livello 500 hpa</li> </ul>
<b>VENTO</b>	<b>Intensità (m/s) e direzione</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10-100m dal suolo (sigma layer)</li> <li>- livello 975 hpa</li> <li>- livello 950 hpa</li> <li>- livello 925 hpa</li> <li>- livello 900 hpa</li> <li>- livello 850 hpa</li> <li>- livello 750 hpa</li> <li>- livello 500 hpa</li> </ul>
	<b>Raffica massima (m/s) e streamlines</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- livello 10 m dal suolo</li> </ul>
	<b>Velocità verticali (m/s) e streamlines</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- livello 1000 hpa</li> <li>- livello 975 hpa</li> <li>- livello 950 hpa</li> <li>- livello 925 hpa</li> <li>- livello 900 hpa</li> <li>- livello 850 hpa</li> <li>- livello 750 hpa</li> <li>- livello 500 hpa</li> </ul>
	<b>Moisture Convergence e wind vector</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-strato 0-30 mb dal suolo</li> <li>-strato 30-60 mb dal suolo</li> <li>-strato 60-90 mb dal suolo</li> </ul>
	<b>Storm Relative Helicity (integrazione 0 -3000 m) e Storm Motion (integrazione 0 - 6000 m)</b>

**Storm Relative Helicity (integrazione 0 -1000 m) e Storm Motion (integrazione 0 - 6000 m)**

<b>VISIBILITA'</b>	<p>Visibilità (%) -livello 10 m dal suolo</p>
<b>COPERTURA NUVOLOSA</b>	<p>Copertura nuvolosa -media ultima ora</p>
<b>INDICI TERMODINAMICI</b>	<p>Radiosondaggi previsti con indici e odografo a cadenza oraria su ogni provincia</p> <p>CAPE (convective available potential energy) - calcolato dalla superficie - calcolato tra 0-90 mb - calcolato tra 0-180 mb - calcolato tra 0-255 mb</p> <p>K index - Totals Totals ,lifted index</p> <p>Severe WEATHER Threat index (SWEAT) + Lifted index 500/1000 hpa</p>
<b>REFLETTIVITA' RADAR</b>	<p>Simulazione riflettività radar -livello 400 m -livello 100m -massima composita</p>
<b>RADIAZIONE</b>	<p>Radiazione globale onda corta e lunga</p>

**CROSS SECTION**

Cross section su base longitudine ogni 0.2 decimi di grado (decimale) di longitudine