



Unidad Emergencias Ambientales y CAEARTE - CONAE

Manual descriptivo sobre la implementación experimental del modelo numérico de predicción del tiempo WRF y sus productos

Código de documento: CAEARTE-WRF-MAN-ESP-001

Autor: Andrés Lighezzolo

Colaboradores: Estefanía De Elia - Carlos Albornoz

Fecha: 02 de Septiembre de 2014



Preparado por:

Lighezzolo Andrés

Revisado por:

Lanfri Mario



Control de cambios en el documento

Versión	Fecha	Sección	Razón de cambio o revisión
001	02/09/2014	Todos	Primera versión

Índice

1. Resumen	4
2. Objetivo	4
3. Acrónimos	5
4. Características de implementación	5
5. Descripción de los productos	6
6. Descripción del menú de animación	7
7. Codificación de los productos de descarga	7
8. Información importante	9
9. Contactos	10
10. Referencias	10
11. Anexo. Otras variables de salida de WRF	10

1. Resumen

Este documento describe, de manera general, las características de la implementación del modelo numérico de predicción del tiempo Weather Research and Forecasting (WRF).

El modelo se encuentra en fase operativa, de manera experimental, en la Consultoría en Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias (CAEARTE) perteneciente a la Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

2. Objetivo

El objetivo de la implementación operativa del modelo numérico de predicción del tiempo es satisfacer la necesidad institucional de contar con datos de predicción meteorológica, para ser utilizados tanto en sistemas de alerta temprana a emergencias desarrollados dentro de la CONAE como por usuarios externos que así lo requieran. Los resultados o productos generados son distribuidos a través de un servidor web en distintos formatos, comúnmente utilizados en sistemas, modelos o algoritmos.

3. Acrónimos

WRF	Weather Research and Forecasting
GFS	Global Forecast System
ARW	Advanced Research WRF
UTC	Universal Time Coordinated
HOA	Horario de Argentina

4. Características de implementación

El modelo numérico de predicción del tiempo utilizado es el WRF [1] con condiciones iniciales y de contorno del GFS [2].

Las condiciones iniciales y de contorno se obtienen del producto denominado “*GFS 0.5 degree*”. Las características de este producto pueden encontrarse en la siguiente dirección [3]. La versión de WRF utilizada para la producción del pronóstico es V3.4.1 con núcleo dinámico ARW. Las parametrizaciones de los procesos de sub-grilla utilizados son los siguientes:

- Parametrización de cúmulos: Kain-Fritsch
- Parametrización de la microfísica: WRF Single-Moment 3-class (WSM3)
- Parametrización de la capa límite planetaria: Yonsei University (YSU) PBL
- Parametrización de radiación de onda larga: Rapid Radiative Transfer Model (RRTM) Longwave
- Parametrización de radiación de onda corta: MM5 (Dudhia)
- Modelo de suelo: Noah LSM

Información sobre estas parametrizaciones y otras opciones disponibles pueden encontrarse en los siguientes documentos, A Description of the Advanced Research WRF Version 3 [4] y ARW Versión 3 Modeling System User’s Guide [5].

El dominio de los productos finales abarca el territorio Argentino (con excepción del territorio antártico), la República Oriental del Uruguay, la República de Chile (Chile Continental) y la República del Paraguay. El dominio horizontal tiene una resolución aproximada de 30Km (100x150 puntos) y la resolución vertical es de 27 niveles en coordenadas sigma-p.

La producción del pronóstico se realiza mediante un corrida diaria inicializada con los datos de la Hora 00:00 UTC. Actualmente la relación entre UTC y HOA es: $HOA = UTC - 3$, por lo tanto la hora 00:00 UTC equivale a las 21:00 HOA del día anterior. El pronóstico se

genera a 72 hs (3 días) desde su inicialización.

Los productos generados tienen una resolución horizontal de aproximadamente 15 Km (0.135 grados) lograda a través de una interpolación. La proyección de los mismos es Geographic Lat/Lon con Datum WGS-84.

5. Descripción de los productos

Los productos generados por esta implementación son distribuidos a través del sitio web: (A confirmar) <http://www.conae.gov.ar/index.php/espanol/>

En la esquina superior izquierda del mismo, se encuentra un menú de opciones listando las variables pronosticadas disponibles. Desde este menú el usuario puede optar por la visualización de las siguientes variables:

- **Temperatura.** Esta variable corresponde a la temperatura ambiente a 2 m del nivel del suelo.
 - **Temp. a 2 mts** [°C]. En esta opción se obtiene la temperatura a 2 m cada 2 hs. durante las 72 hs. de pronóstico.
 - **Temp. máximas** [°C]. En esta opción se obtienen las temperaturas máximas a 2 m para cada uno de los 3 días de pronóstico.
 - **Temp. mínimas** [°C]. En esta opción se obtienen las temperaturas mínimas a 2 m para cada uno de los 3 días de pronóstico.
- **Precipitación.** Esta variable corresponde a la precipitación acumulada.
 - **Acumulada cada 2 hs** [mm/2h]. En esta opción se obtiene la precipitación acumulada cada 2 hs. durante las 72 hs. de pronóstico.
 - **Acumulada cada 24 hs** [mm/24h]. En esta opción se obtiene la precipitación acumulada para cada uno de los tres días pronosticados.
 - **Acumulada cada 72 hs** [mm/72h]. En esta opción se obtiene la precipitación acumulada para todo el período pronosticado (3 días).
- **Humedad relativa.** Esta variable corresponde a la humedad relativa a 2 m del nivel del suelo.
 - **RH a 2 mts** [%]. En esta opción se obtiene la RH a 2 m cada 2 hs. durante las 72 hs. de pronóstico.
- **Viento.** Esta variable corresponde al viento a 10 m del nivel del suelo.
 - **Viento a 10 mts** [m/s]. En esta opción se obtiene la intensidad y dirección del viento a 10 m cada 2 hs. durante las 72 hs. de pronóstico.

- Temperatura y viento. Este producto es una composición de la temperatura y la dirección del viento.
 - **Viento a 10 mts + temperatura a 2 mts** [m/s] + [°C]. Esta opción del menú corresponde a gráficos de superposición entre la temperatura a 2 m y la dirección del viento a 10 m. Los gráficos se dan cada 2 hs. para las 72 hs. de pronóstico.
- Nubosidad. Este producto muestra el porcentaje de nubosidad desarrollado en altura.
 - **Nubosidad** [%]. Este producto está pensado sólo con la idea de identificar nubosidad con desarrollo vertical importante, típicos de tormentas. Los gráficos se dan cada 2 hs. para las 72 hs. de pronóstico.

6. Descripción del menú de animación

El menú de desplazamiento consta de varios botones que permiten, una vez seleccionada una variable del menú de variables, desplazarse de un tiempo a otro. Es decir, para aquellas variables que se calculen cada 2 hs. por ejemplo, el menú de desplazamiento permite visualizar una por una cada imagen generada. Además, los botones *play* y *stop* permiten animar las imágenes.

7. Codificación de los productos de descarga

Cada variable disponible en el menú tiene asociado un código que la identifica con su archivo de descarga. La codificación se presenta en el siguiente cuadro.

Variable	Código
Temp. a 2 mts	temp_2m
Temp. máximas	temp_max
Temp. mínimas	temp_min
Acumulada cada 2 hs	prec_acc
Acumulada cada 24 hs	prec_acc_d
Acumulada cada 72 hs	prec_acc_72hs
RH a 2 mts	rh_2m
Viento a 10 mts	wind_10m
Viento a 10 mts + temperatura a 2 mts	temp_2m_wd_10m
Nubosidad	cl

En el margen superior derecho se encuentran tres botones de descarga, los cuales se describen a continuación.

- Descargar archivo. Este botón permite la descarga de un archivo comprimido en formato .zip conteniendo una imagen .png, un archivo GeoTIFF .tif y un archivo de texto plano .csv con tres columnas, a saber, latitud, longitud y la variable seleccionada al tiempo seleccionado, para el dominio completo.

Para el caso de las variables, **Temp. a 2 mts**, **Precipitación Acumulada cada 2 hs**, **RH a 2 mts**, **Viento a 10 mts**, **Viento a 10 mts + temperatura a 2 mts** y **Nubosidad**, el archivo .zip es nombrado con el siguiente formato:

Código_HORA_AÑO_MES_DIA.zip

Donde Código hace referencia al código de la variable, HORA es la hora pronosticada (desde 00 a 72), AÑO_MES_DIA corresponden a la fecha de inicio de la simulación.

Cabe aclarar que cuando se habla de HORA pronosticada, como por ejemplo 28 UTC, implica que pasaron 28 horas desde las 00:00 UTC (hora de inicio de simulación).

Para el caso de las variables, **Temp. máximas**, **Temp. mínimas** y **Precipitación Acumulada cada 24 hs**, el archivo .zip es nombrado con el siguiente formato:

Código_día_AÑO_MES_DIA.zip

Donde Código hace referencia al código de la variable, día es el día pronosticado (desde 01 a 03) y AÑO_MES_DIA corresponden a la fecha de inicio de la simulación.

Para el caso de la variable, **Precipitación Acumulada cada 72 hs**, el archivo .zip es nombrado con el siguiente formato:

Código_AÑO_MES_DIA.zip

Donde Código hace referencia al código de la variable y AÑO_MES_DIA corresponden a la fecha de inicio de la simulación.

Dentro de estos archivos .zip están contenidos otros 3 archivos, una imagen .png, una imagen .tif y un archivo .csv, con excepción de las variables **Viento a 10 mts** y **Viento a 10 mts + temperatura a 2 mts**.

La variable **Viento a 10 mts** contiene 5 archivos. Una imagen .png que se compone de la Intensidad y la Dirección del viento, 2 archivos .tif, uno con datos de la Intensidad de viento (ws10_) y el otro con datos de la Dirección del viento (wd10_), más 2 archivos .csv con la misma información.

La variable **Viento a 10 mts + temperatura a 2 mts** solo contiene 1 archivo .png, ya que esta compuesto del archivo temp_2m_ y wd10_.

- Descargar variable. Este botón permite la descarga de un archivo comprimido (.zip) conteniendo una imagen .png, una imagen .tif y un archivo .csv con tres columnas, a saber, latitud, longitud y la variable seleccionada para cada tiempo disponible en el dominio completo.

Para cada una de las variables descargadas mediante esta opción, el archivo de descarga es nombrado con el siguiente formato:

Código_AÑO_MES_DIA.zip

Donde Código hace referencia al código de la variable y AÑO_MES_DIA corresponden a la fecha de inicio de la simulación.

- Descargar todo. Este botón permite la descarga de un archivo comprimido (.zip) conteniendo una imagen .png, un archivo .GeoTIFF, un archivo .csv con tres columnas, a saber, latitud, longitud de cada variable y para cada tiempo disponible en el dominio completo.

Este único archivo es nombrado con el siguiente formato:

all_AÑO_MES_DIA.zip

Donde AÑO_MES_DIA corresponden a la fecha de inicio de la simulación.

8. Información importante

Es fundamental recordar el carácter experimental de estos productos. La implementación del modelo numérico WRF está en etapa de validación. Una primera evaluación del desempeño del modelo encontrarse en la tesis *Integración de modelos numéricos de predicción meteorológica en sistemas de alerta temprana a emergencias* [6] de la Maestría en Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta Temprana a Emergencia (MAEARTE). Los resultados de la simulación de las variables pueden contener corrimientos espacio temporales, así como también imprecisión en los valores de las mismas.

La elección de las variables publicadas está basada en la utilidad de éstas para los trabajos internos de CAEARTE. Sin embargo, cabe aclarar que este esquema no es definitivo. Más bien, es de esperar que a medida que existan nuevos requerimientos, nuevos productos se sumen a esta plataforma. La lista de variables disponibles de la salida directa del modelo WRF y con las cuales pueden calcularse otras variables de interés puede verse en el Anexo.

Se plantea a futuro, la posibilidad de poner operativo un pronóstico de ensamble con miembros basados en diferentes configuraciones de parametrizaciones. Para ello está previsto el estudio de combinaciones de parametrizaciones significativas para el mismo.



9. Contactos

Por mayor información, consultas y/o sugerencias contactarse a:
caearte@conae.gov.ar
alighezzolo@conae.gov.ar

10. Referencias

[1]. Información sobre WRF
wrf-model
wrf-model-wikipedia

[2]. Información sobre GFS
global-forecast-system

[3]. Información sobre GFS 0.5 degree
global-forecast-system-datasets

[4]. Manual Advanced Research WRF V. 3
Advanced Research WRF V. 3

[5]. Guia del Usuario de ARW
ARWUsersGuideV3

[6]. *Integración de modelos numéricos de predicción meteorológica en sistemas de alerta temprana a emergencias*
Tesis - MAEARTE

11. Anexo. Otras variables de salida de WRF

LU_INDEX: description = "LAND USE CATEGORY" ;
ZNU: description = "eta values on half (mass) levels" ;
U: description = "x-wind component" ;
V: description = "y-wind component" ;
W: description = "z-wind component" ;
PH: description = "perturbation geopotential" ;
PHB: description = "base-state geopotential" ;



T:description = "perturbation potential temperature (theta-t0)" ;
HFX_FORCE:description = "SCM ideal surface sensible heat flux" ;
LH_FORCE:description = "SCM ideal surface latent heat flux" ;
TSK_FORCE:description = "SCM ideal surface skin temperature" ;
HFX_FORCE.TEND:description = "SCM ideal surface sensible heat flux tendency" ;
LH_FORCE.TEND:description = "SCM ideal surface latent heat flux tendency" ;
TSK_FORCE:description = "SCM ideal surface skin temperature" ;
HFX_FORCE.TEND:description = "SCM ideal surface sensible heat flux tendency" ;
LH_FORCE.TEND:description = "SCM ideal surface latent heat flux tendency" ;
TSK_FORCE.TEND:description = "SCM ideal surface skin temperature tendency" ;
MU:description = "perturbation dry air mass in column" ;
MUB:description = "base state dry air mass in column" ;
P:description = "perturbation pressure" ;
PB:description = "BASE STATE PRESSURE" ;
P.HYD:description = "hydrostatic pressure" ;
Q2:description = "QV at 2 M" ;
T2:description = "TEMP at 2 M" ;
TH2:description = "POT TEMP at 2 M" ;
PSFC:description = "SFC PRESSURE" ;
U10:description = "U at 10 M" ;
V10:description = "V at 10 M" ;
QVAPOR:description = "Water vapor mixing ratio" ;
QCLOUD:description = "Cloud water mixing ratio" ;
QRAIN:description = "Rain water mixing ratio" ;
LANDMASK:description = "LAND MASK (1 FOR LAND, 0 FOR WATER)" ;
TSLB:description = "SOIL TEMPERATURE" ;
SMOIS:description = "SOIL MOISTURE" ;
SH2O:description = "SOIL LIQUID WATER" ;
SMCREL:description = "RELATIVE SOIL MOISTURE" ;
IVGTYP:description = "DOMINANT VEGETATION CATEGORY" ;
ISLTYP:description = "DOMINANT SOIL CATEGORY" ;
VEGFRA:description = "VEGETATION FRACTION" ;



GRDFLX: description = "GROUND HEAT FLUX" ;
ACGRDFLX: description = "ACCUMULATED GROUND HEAT FLUX" ;
SNOW: description = "SNOW WATER EQUIVALENT" ;
SNOWH: description = "PHYSICAL SNOW DEPTH" ;
CANWAT: description = "CANOPY WATER" ;
SST: description = "SEA SURFACE TEMPERATURE" ;
SSTSK: description = "SKIN SEA SURFACE TEMPERATURE" ;
LAI: description = "Leaf area index" ;
H.DIABATIC: description = "MICROPHYSICS LATENT HEATING" ;
HGT: description = "Terrain Height" ;
TSK: description = "SURFACE SKIN TEMPERATURE" ;
P.TOP: description = "PRESSURE TOP OF THE MODEL" ;
T00: description = "BASE STATE TEMPERATURE" ;
P00: description = "BASE STATE PRESURE" ;
TISO: description = "TEMP AT WHICH THE BASE T TURNS CONST" ;
RAINCL: description = "ACCUMULATED TOTAL CUMULUS PRECIPITATION" ;
RAINSH: description = "ACCUMULATED SHALLOW CUMULUS PRECIPITATION" ;
RAINNC: description = "ACCUMULATED TOTAL GRID SCALE PRECIPITATION" ;
SNOWNC: description = "ACCUMULATED TOTAL GRID SCALE SNOW AND ICE" ;
GRAUPELNC: description = "ACCUMULATED TOTAL GRID SCALE GRAUPEL" ;
HAILNC: description = "ACCUMULATED TOTAL GRID SCALE HAIL" ;
CLDFRA: description = "CLOUD FRACTION" ;
SWDOWN: description = "DOWNWARD SHORT WAVE FLUX AT GROUND SURFACE" ;
GLW: description = "DOWNWARD LONG WAVE FLUX AT GROUND SURFACE" ;
SWNORM: description = "NORMAL SHORT WAVE FLUX AT GROUND SURFACE (SLOPE-DEPENDENT)" ;
OLR: description = "TOA OUTGOING LONG WAVE" ;
ALBEDO: description = "ALBEDO" ;
ALBCK: description = "BACKGROUND ALBEDO" ;
EMISS: description = "SURFACE EMISSIVITY" ;
NOAHRES: description = "RESIDUAL OF THE NOAH SURFACE ENERGY BUDGET" ;
TMN: description = "SOIL TEMPERATURE AT LOWER BOUNDARY" ;
XLAND: description = "LAND MASK (1 FOR LAND, 2 FOR WATER)" ;



PBLH:description = "PBL HEIGHT" ;
HFX:description = "UPWARD HEAT FLUX AT THE SURFACE" ;
QFX:description = "UPWARD MOISTURE FLUX AT THE SURFACE" ;
LH:description = "LATENT HEAT FLUX AT THE SURFACE" ;
ACHFX:description = "ACCUMULATED UPWARD HEAT FLUX AT THE SURFACE" ;
ACLHF:description = "ACCUMULATED UPWARD LATENT HEAT FLUX AT THE SURFACE" ;
SNOWC:description = "FLAG INDICATING SNOW COVERAGE (1 FOR SNOW COVER)" ;
SR:description = "fraction of frozen precipitation" ;
POTEVP:description = "accumulated potential evaporation" ;
SNOPCX:description = "snow phase change heat flux" ;