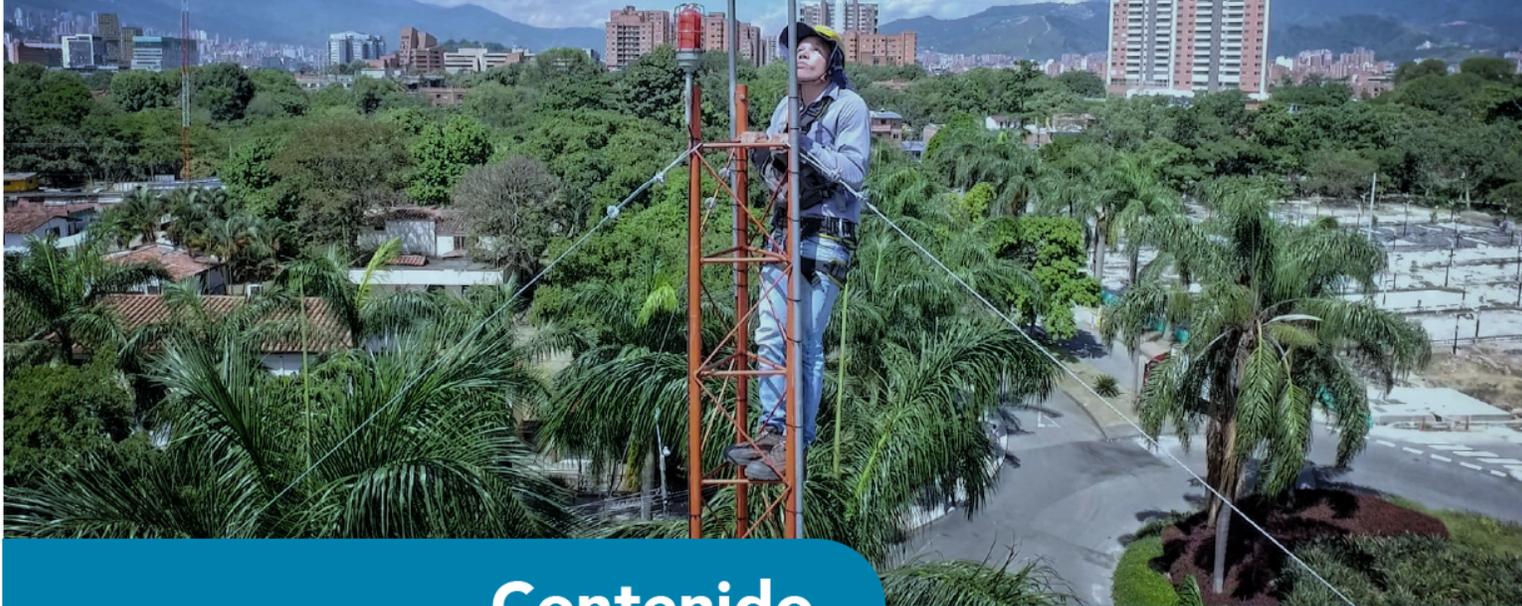


Manual de pronóstico operacional (Modelación)

Versión: 01

2025-02-14





Contenido

1. Manual de pronóstico operacional de SIATA (ETAPA DE SIMULACIÓN)	1
1.1. Introducción	1
1.2. Modelo numérico de predicción	1
1.2.1. Preprocesamiento WPS	1
1.2.2. Simulación WRF-ARW	2
1.2.3. Archivos de configuración	2
1.3. Condiciones de borde y de frontera	2
1.4. Modulo ForecastWRF (Python)	2
1.4.1. Clases	3
1.4.2. Funciones	5
1.4.3. Carpetas de archivos de configuración	6
1.5. COMFS	7
1.5.1. COMFS D01	7
1.5.2. COMFS D02 (Anidado)	9
1.5.3. COMFS D03 (Anidado)	10
1.5.4. Ciclo completo de ejecución y anidamiento	10
1.5.5. Archivos de salida (output)	10
1.6. Documentos de Referencia	11
1.6.1. Listado de variables de salida	11
1.6.2. Entorno de ejecución Python	11

1.7. Registros	11
1.8. Control de Cambios	11



1 Manual de pronóstico operacional de SIATA (ETAPA DE SIMULACIÓN)

1.1. Introducción

Se describen de forma general los conceptos y procedimientos asociados a el sistema de pronóstico operacional de SIATA, y de manera mas especifica se describen todos los procesos referentes a la fase de simulación de la configuración COMFS.

1.2. Modelo numérico de predicción

El Weather Research and Forecasting (WRF) es un modelo atmosférico tridimensional de área limitada que permite subescalamiento dinámico y predicción numérica de última generación desarrollado de manera conjunta por el National Center for Atmospheric Research (NCAR) y el National Center for Environmental Prediction (NCEP), diseñado para suplir necesidades tanto de investigación en ciencias atmosféricas como en la implementación de pronósticos operacionales.

El núcleo dinámico WRF-ARW es mas versátil en respecto a complejidad dinámica y configuraciones físicas, este núcleo es usado de manera mas amplia y su código fuente es actualizado constantemente por desarrolladores e investigadores para estar acorde con el estado del arte en simulación atmosférica además es portable, eficiente y permite ser ejecutado en plataformas de computación de alto rendimiento. Es un modelo de gran flexibilidad y con una amplia aceptación tanto en el ámbito académico como en pronóstico operacional.

La ejecución del modelo parte consta de dos partes, preprocesamiento y simulación. El código fuente de ambas partes esta escrito principalmente en lenguaje Fortran y tiene licencia de código abierto, el cual se puede encontrar en GitHub.

- **WPS:** <https://github.com/wrf-model/WPS>

- **WRF-ARW:** <https://github.com/wrf-model/WRF>

1.2.1. Preprocesamiento WPS

La implementación del modelo WRF para la simulación de casos reales esta compuesto por dos etapas, la primera de ellas hace referencia al WRF Preprocessing System (WPS) y la segunda es la ejecución del modelo en si misma (WRF-ARW), en el caso de las configuraciones que incluyen asimilación de datos es necesaria una etapa adicional asociado al modulo WRF Data Assimilation System (WRFDA).

El WPS a su vez esta compuesto principalmente por 3 subetapas o subprogramas:

- **Geogrid.exe:** Se encarga de procesar toda la información estática, es decir, los datos que perma-

necerán constantes durante toda la simulación (como la topografía). Básicamente es una lectura de bases de datos disponibles para luego realizar un ajuste a la configuración espacial de la simulación en las condiciones especificadas por el usuario.

- **Ungrib.exe:** Toma la información de las variables que ingresan al modelo como condiciones iniciales y de frontera en formato GRIB y las lleva a un formato intermedio.
- **Metgrid.exe:** Toma la información generada por Geogrid y además ajusta los datos generados por Ungrib a la configuración espacial y temporal de la simulación y finalmente crea una serie de archivos en otro subformato que puede ser procesado durante la etapa de ejecución del modelo.

1.2.2. Simulación WRF-ARW

Se continua con la etapa de simulación con WRF-ARW que comprende la lectura de los datos generados por WPS para realizar un procesamiento adicional de validación y compilado que lleva toda la información a un conjunto archivos finales que contienen las condiciones iniciales y de frontera que pueden ser ingresadas directamente al núcleo dinámico ARW. Esta etapa comprende los ejecutables `real.exe` y `wrf.exe`.

En el caso de la etapa de simulación se utiliza el archivo `namelist.input` en el cual se encuentran los parámetros a seguir por los ejecutables `real.exe` y `wrf.exe`, de forma similar al WPS, la `namelist.input` también se configura de tal forma que habrá tantas columnas como dominios.

1.2.3. Archivos de configuración

Las distintas etapas de simulación del modelo están controladas por archivos de configuración llamados `namelist`.

- **namelist.wps** En el caso de la etapa de preprocesamiento se utiliza el archivo `namelist.wps` en el cual se encuentran los parámetros a seguir por los ejecutables `geogrid.exe`, `ungrib.exe` y `metgrid.exe`.
- **namelist.input** En el caso de la etapa de simulación se utiliza el archivo `namelist.input` en el cual se encuentran los parámetros a seguir por los ejecutables `real.exe` y `wrf.exe`.

1.3. Condiciones de borde y de frontera

Las condiciones de borde y de frontera que se utilizan para el subescalamiento dinámico en WRF provienen del modelo global GFS de NCEP. Esta información es de libre acceso y puede encontrarse en el siguiente enlace:

<https://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/products/gfs/>

1.4. Modulo ForecastWRF (Python)

El modulo ForecastWRF es una serie de estructuras en lenguaje Python que facilitan la correcta ejecución de todas las etapas del proceso de simulación en WRF.

1.4.1. Clases

ForecastWRF

Clase principal, se encarga de inicializar todo el entorno de ejecución para la simulación.

Atributos

- **confn**: Nombre de la configuración, por defecto 'DEFAULT' (string)
- **folder**: Ruta donde se guardan los resultados (string)
- **dateLE**: Fecha y hora de ejecución, formato hora local UTC-5 (datetime)
- **dateL0**: Fecha y hora de ejecución (datetime)
- **dateU0**: Fecha y hora de inicializacion, formato UTC+0 (datetime)
- **dateU1**: Fecha y hora de inicializacion, formato UTC+0 (string)
- **maindirs**: Rutas de carpetas necesarias para el proceso de ejecución (dictionary)
- **dirfileconf**: Ruta de archivos de configuración (string)
- **conff**: archivo de configuración (configparser)
- **rstate**: Estado del proceso de ejecucion (string)

Métodos

- fit_date()
- set_env()
- mkdir(dir, rm=False)
- main_dirs()
- run_cmd(cmd)
- run_cmd1(cmd)

InitBoundCon

Gestión de descarga de condiciones iniciales y de borde.

Atributos

- **fore**: Ejecución del modelo (ForecastWRF)
- **url_list_path**: Ruta de lista de links para descarga (string)

Metodos

- gen_list_gfs()
- get_gfs()

Preprocessing

Gestión de ejecutables en la etapa de pre-procesamiento.

Atributos

- **fore:** Ejecución del modelo (ForecastWRF)

Metodos

- fit_wps()
- fit_wps_nest()
- geogrid()
- link_grib()
- ungrib()
- tsfc()
- metgrid()

RunARW

Gestión de ejecutables en la etapa de simulación ARW.

Atributos

- **fore:** Ejecución del modelo (ForecastWRF)

Metodos

- fit_arw()
- fit_arw_nest()
- run_real(node='master', npros=1)
- run_wrf(node='master', npros=1)

Out2Inter

Procesamiento de resultados de la simulación para generar condiciones de iniciales y de borde para nuevos dominios anidados.

Atributos

- **fore:** Ejecución del modelo (ForecastWRF)
- **intout:** listas de archivos de salida (dictionary)

Metodos

- gen_intout()
- genint()
- check_out()

RunVinterp

Interpolaciones especiales

Atributos

- **fore:** Ejecución del modelo (ForecastWRF)

Metodos

- fit_vint1()
- run_vint1()

ForecastWRFNest

Inicializa de entorno de ejecución con condiciones iniciales y de borde de una simulación anterior (anidamientos separados).

Atributos

- **parent:** Ejecución de dominio padre (ForecastWRF)
- Ver atributos de ForecastWRF

Metodos

- Ver metodos de ForecastWRF

1.4.2. Funciones

Función gestión tiempo de inicialización

- fit_time_init()

Funciones de ejecución

- run_forecastWRF1(fore,nodo)
 - fore: Ejecucion (ForecastWRF)

- nodo: nodo de ejecución (int)
- **run_forecastWRF2(fore,nodo)**
 - rez2: Rezago inicial en horas respecto a dominio primario (int)
 - Ver run_forecastWRF1
- **run_forecastWRF12(fore,nodo)**
 - rez2: Rezago inicial en horas respecto a dominio primario (int)
 - Ver run_forecastWRF1

1.4.3. Carpetas de archivos de configuración

conf_files

- **filerun.cfg**: Contiene rutas y parámetros usados para inicializar el modelo.
 - **nmlwps_dir**: Ruta plantilla namelist WPS
 - **nmlinp_dir**: Ruta plantilla namelist WRF-ARW
 - **ari_bin**: Ejecutable para descargas
 - **nwp_bin**: Ejecutables del modelo WRF
 - **utl_bin**: Ejecutables de programas de posprocesamiento
 - **wps_tpl**: Ruta de archivos necesarios para etapa WPS
 - **arw_tpl**: Ruta de archivos necesarios para etapa WRF-ARW
 - **run_hours**: Horas de simulación
 - **interval_sec**: Intervalo condiciones de borde y frontera
 - **interval_hour**: Intervalo datos de descarga
 - **grid**: Resolución de descarga GFS

wrf_util

Contiene archivos y ejecutables de posprocesamiento.

- **nml_vinterp**: Plantilla archivo de configuración namelist.vinterp

nml

Contiene los archivos de configuración namelist para la etapa WPS y WRF-ARW

template

Contiene los archivos necesarios para inicializar la ejecución del modelo tanto en la etapa de preprocesamiento como de simulación.

geog

Contiene las bases de datos de información estática.

1.5. COMFS

Colombia Model Forecast System (COMFS) es una estrategia de subescalamiento dinámico para la región y esta conformado por una serie de configuraciones y parámetros del modelo WRF que se describen a continuación.

1.5.1. COMFS D01

Configuración espacial

Dominio de cobertura continental que abarca la totalidad del territorio de Colombia y se extiende sobre las coordenadas de latitud [9.92°S, 21.88°N] y longitud [100.55°O, 50.64°O] (según el punto central de los pixeles extremos). La resolución espacial de este dominio es de 9 km x 9 km.

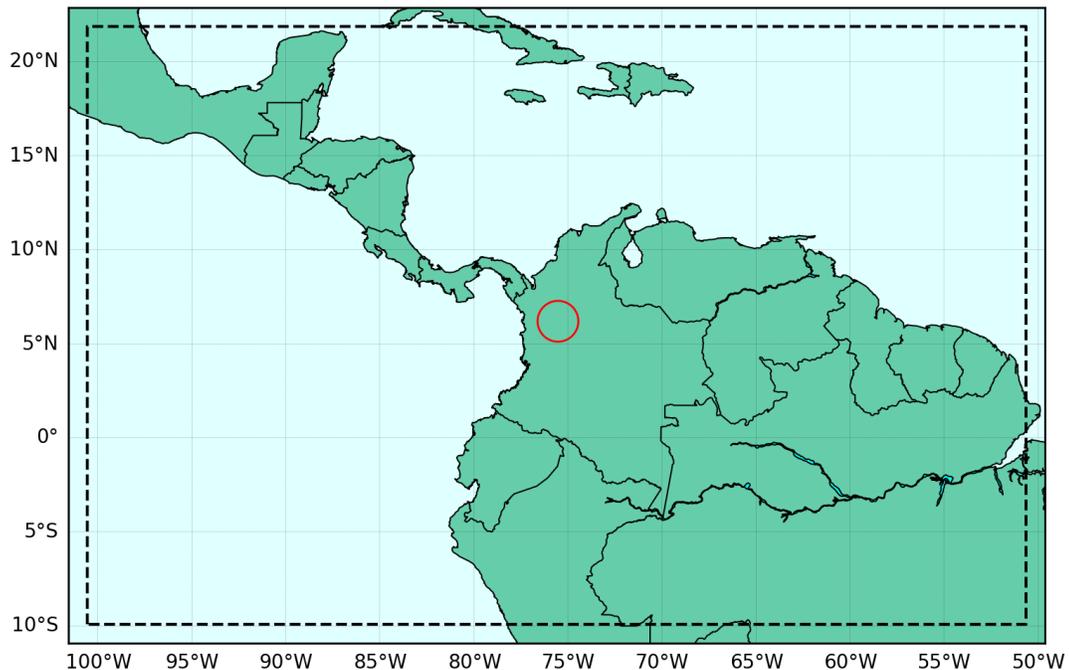


Figura 1.1: Configuración espacial dominio COMFS01. La línea negra punteada indica los límites del dominio y el círculo rojo es la cobertura del radar (radio 120 km)

Archivos de configuración

- .../conf_files/comfs01/

Ejecución

```
1 from forecastwrf import *
2
3 # Inicializacion
4 for01 = ForecastWRF(
5     confn='COMFS01',
6     folder='/home/forecast/FORECAST/ZOPER/'
7     dateU0 = date
8     )
9
10 for01.fit_date()
11 for01.main_dirs()
12
13 # Condiciones iniciales y de borde
14 ibc = InitBoundCon(for01)
15 ibc.gen_list_gfs()
16 ibc.get_gfs()
17
18 # Preprocesamiento
19 prep = Preprocessing(for01)
20 prep.fit_wps()
21 prep.geogrid()
22 prep.link_grib()
23 prep.ungrib()
24 prep.tsfc()
25 prep.metgrid()
26
27 # Ejecucion ARW
28 run = RunARW(for01)
29 run.fit_arw()
30 run.run_real(npros=32)
31 run.run_wrf(node='C-005',npros=60)
32
33 # Posprocesamiento (Interpolacion)
34 vint = RunVinterp(for01)
35 vint.fit_vint1()
36 vint.run_vint1()
37
38 # Crear intermedios
39 out2int = Out2Inter(for01)
40 out2int.gen_intout()
41 out2int.genint()
```

1.5.2. COMFS D02 (Anidado)

Configuración espacial

Dominio de cobertura departamental que abarca la totalidad del territorio de Antioquia y se extiende sobre las coordenadas de latitud [3.10°N, 10.06°N] y longitud [79.67°O, 71.58°O] (según el punto central de los pixeles extremos). La resolución espacial de este dominio es de 3 km x 3 km.

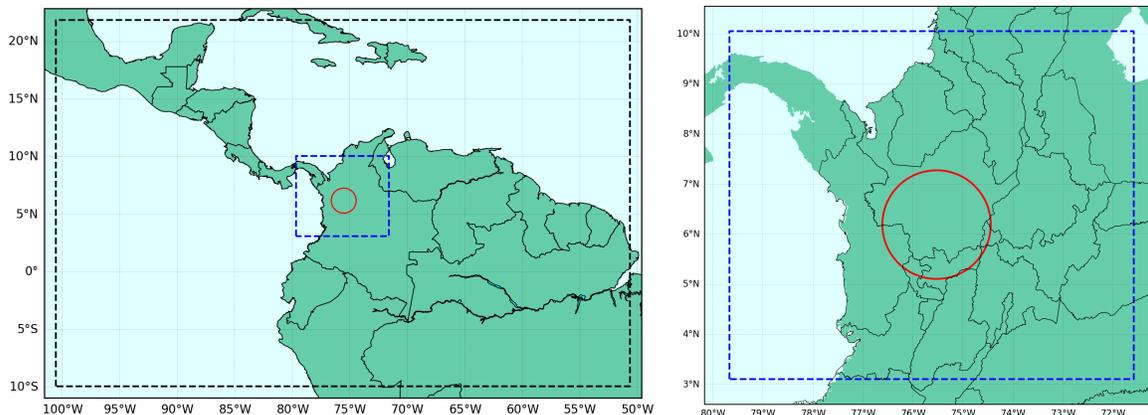


Figura 1.2: Configuración espacial dominio COMFS02. La línea negra puntuada indica los límites del dominio COMFS01 y la línea azul puntuada indica los límites del dominio COMFS02. El círculo azul es la cobertura del radar (radio 120 km)

Archivos de configuración

- .../conf_files/comfs02/

Ejecución

```
1 from forecastwrf import *
2
3 # Inicializacion
4 for02 = ForecastWRFNest(
5     parent = for01
6     confn='COMFS02',
7     dateU0 = date
8 )
9
10 for02.fit_date()
11 for02.main_dirs()
12
13 # Preprocesamiento
14 prep = Preprocessing(for02)
15 prep.fit_wps_nest()
16 prep.geogrid()
```

```
17 prep.tsfc()
18 prep.metgrid()
19
20 # Ejecucion ARW
21 run = RunARW(for02)
22 run.fit_arw()
23 run.run_real(npros=32)
24 run.run_wrf(node='C-005',npros=60)
25
26 # Posprocesamiento (Interpolacion)
27 vint = RunVinterp(for02)
28 vint.fit_vint1()
29 vint.run_vint1()
```

1.5.3. COMFS D03 (Anidado)

En construcción ..

1.5.4. Ciclo completo de ejecución y anidamiento

Ejecución

```
1 from forecastwrf import *
2
3 forecast = ForecastWRFNest(
4     confn='COMFS01',
5     folder= path_out
6     dateU0 = date,
7     )
8
9 # COMFS01
10 for01 = run_forecastWRF1(forecast,nodo=5)
11
12 # COMFS02
13 for02 = run_forecastWRF2(forecast,nodo=5,rez2=6)
14
15 # COMFS01 y COMFS02
16 for01,for02 = run_forecastWRF12(forecast,nodo=5,rez2=6)
```

1.5.5. Archivos de salida (output)

Tipos de archivos de salida, para mas detalle, ver Documentos de referencia (seccion 1.6.1):

- wrfout: Original completo

- **wout01:** Tradicionales
- **wout02:** AFWA
- **wout03:** Climaticos
- **wout07:** Lluvia + reflectividad
- **wout22:** Interpolados altura sobre nivel del suelo
- **wout23:** Interpolados Niveles de presión
- **wint01:** Interpolación WRFINTERP presión (desacoplado)

1.6. Documentos de Referencia

1.6.1. Listado de variables de salida

- WRF_var_total.xlsx

1.6.2. Entorno de ejecución Python

- python_env_ForecastWRF.yml

1.7. Registros

No Aplica

1.8. Control de Cambios

Tabla 1.1: Control de Cambios

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN O EL CAMBIO
01	2025-02-14	Creación del documento

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Danilo A Suarez H	Danilo A Suarez H	Danilo A Suarez H