

## ¿COMO INTERPRETAR LOS MODELOS DE PRONÓSTICO DEL ESTADO DEL TIEMPO?

Por José Franklyn Ruiz Murcia  
Profesional Especializado  
Subdirección de Meteorología  
IDEAM

Esta guía esta compuesta de las siguientes 8 secciones:

1. INTRODUCCION
2. INDICE DE LA PÁGINA DE MODELOS ([bart.ideam.gov.co/wrfideam](http://bart.ideam.gov.co/wrfideam))
3. ORDEN EN QUE SE PUBLICAN LOS RESULTADOS
4. HORAS DE PUBLICACION DE LOS MODELOS
5. PROBLEMAS MÁS FRECUENTES
6. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS
7. CONCLUSIONES
8. AGRADECIMIENTOS

### 1. INTRODUCCION

Los modelos de pronóstico del tiempo como tal, son una guía más que utilizan los pronosticadores del mundo para establecer como se comportará la atmósfera en el futuro cercano, pues algunas modificaciones que los pronosticadores hacen sobre sus resultados y que publican diariamente, dependen inicialmente de la experiencia de observar estos modelos pero también de analizar las condiciones que se observan en la imagen de satélite, de los registros que ven en tiempo real de las estaciones meteorológicas de superficie tanto aeronáuticas como climatológicas, de un estudio del perfil de radiosonda para algunas localidades el cual suministra información de vientos, humedad y temperatura a lo largo de la capa de la atmósfera denominada troposfera e inclusive de la estratosfera, de las cartas de vientos a distintos niveles de la atmósfera en tiempo real e inclusive se consultan otras fuentes de Internet. Todo esto sin dejar de lado la situación de variabilidad climática por la que este atravesando la atmósfera del país (Condiciones normales, El fenómeno El Niño/La Niña, Ondas Intraestacionales, época de ciclones tropicales, temporada de lluvias, etc.)

Los resultados entre los modelos varían por muchas razones, una de ellas es la resolución tanto espacial como temporal en las que resuelven los procesos de formación y disipación de nubes, transferencia de masa y energía, balance radiativo, procesos de capa límite planetaria, entre otras. También depende del tipo de las coordenadas que utiliza, las ecuaciones de la física que consideran; ya que pueden variar de un modelo a otro así como el tipo de ajuste, la interpolación de los resultados, la calibración utilizada, entre otros. Por ello, se requiere cierta habilidad para su final interpretación. Estos resultados también varían dependiendo del tipo de tecnología que se tenga; entre más simple la computadora y más oportuno se necesite un resultado, se requiere correr con menos resolución espacial y pasos de tiempo más largos generalizando más el pronóstico en áreas grandes donde pueden existir microclimas diferentes, por lo tanto, resultados muy finos requieren de arreglos de PC dispuestos en Cluster o tecnologías de alto rendimiento permitiendo al modelo considerar mejor los efectos topográficos, tipo de suelo y vegetación y por ende resolver mejor los procesos micrometeorológicos en áreas más pequeñas en el menor tiempo posible.

En Colombia se corren de forma experimental 2 modelos de mesoescala: el modelo WRF y el modelo MM5. El WRF (Weather Research and Forecasting) es la siguiente versión del modelo MM5 (Mesoscale and Microscale V5) y es más robusto en el sentido de que fue diseñado para ser montado fácilmente en plataformas Linux, AIX, HP-UX, Sun y otras, en la física permite resolver los procesos con pasos de tiempo más rápido agilizando la entrega de los resultados y en general su presentación final. El principal insumo de estos modelos son los datos iniciales que suministra el modelo de baja resolución de la NOAA conocido como GFS (Global Forecast System) el cual genera un campo inicial del estado de la atmósfera en sus cuatro dimensiones (longitud, latitud, altura y tiempo) y realiza un proceso de pronóstico a 15 días en baja

resolución, o sea para áreas superiores a (55kmx55km) 3080.25 km<sup>2</sup>; Por ello surge la necesidad de ajustar este resultado tan grueso con WRF y/o MM5 teniendo en cuenta tanto aspectos topográficos como información provenientes de estaciones meteorológicas.

Con la tecnología existente en IDEAM, al modelo MM5 le toma hasta 7 horas hacer un pronóstico del estado del tiempo para 3 días a una resolución de (15kmX15km) 225km<sup>2</sup>, mientras que, con WRF realizar el pronóstico, para 3 días de Colombia y Bogotá, a resoluciones de (20kmx20km) 400km<sup>2</sup> y (7kmx7km) 49km<sup>2</sup> respectivamente, le toma hasta 5 horas; presentando resultados similares a los que se aprecian en la Fig. 1, donde se observa que los modelos de mesoescala resuelven un pronóstico de lluvia acumulada a 24 horas teniendo en cuenta mejor los efectos topográficos del país.

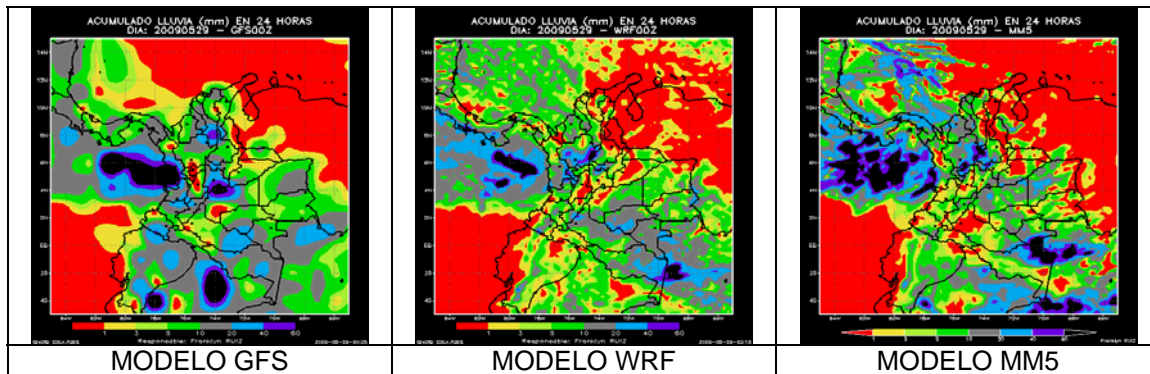


Fig. 1. Distintos resultados de los modelos meteorológicos para el día 29 de mayo de 2009

Lo cual no implica que los modelos globales no sean capaces de resolver situaciones meteorológicas y en ocasiones manifiesten tener una mejor habilidad de simular bien el pronóstico del estado del tiempo en el contexto de su baja resolución espacial. Desafortunadamente con estas resoluciones de los modelos, no es posible resolver eventos como vendavales, tornados, trombas marinas y otros, ya que las dimensiones espaciales de estos fenómenos meteorológicos son muy pequeñas así como su tiempo de duración.

Todos estos productos dependen de una infraestructura susceptible a fallas, por tal razón, el usuario ve el mensaje “Este producto no tiene soporte 24 horas”. En general, la puesta de los resultados en la página Web, depende del estado de la red de Internet Institucional y del servicio continuo de energía eléctrica. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos el canal de Internet es compartido con otras dependencias y en el segundo, ya se tiene una UPS de 6KVA para tratar de mantener operativas las máquinas, por esto, las horas de publicación de los productos puede versen alteradas.

## 2. INDICE DE LA PÁGINA DE MODELOS ([bart.ideam.gov.co/wrfideam](http://bart.ideam.gov.co/wrfideam))

Los resultados que se presentan en [bart.ideam.gov.co/wrfideam/](http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/) son una aproximación o referencia de lo que los meteorólogos de la Oficina de Pronóstico y Alertas y la Subdirección de Meteorología espera que ocurra en la realidad atmosférica futura, por lo tanto, indican un acercamiento del estado del tiempo en distintas zonas de Colombia dejando como pronóstico oficial el que se muestra en <http://intranet.ideam.gov.co/ftpasp/yolanda/pronosticos.asp>. En este sentido, hay que tener en cuenta que los modelos en ocasiones pueden sobreestimar, subestimar o no representar bien la realidad de las diferentes variables meteorológicas especialmente en algunas temporadas. Los resultados que se publican en la Web de pronósticos, tiene tres secciones:

- MODELO WRF 00Z: Donde el usuario encontrará pronósticos de lluvias, temperatura y viento en altura para tres días del modelo WRF en Colombia, Bogotá y un dominio más amplio junto con dos proyecciones semanales para el territorio nacional en el caso de lluvia y viento en altura.

- OTROS MODELOS: El usuario encontrará el modelo de baja resolución GFS y el modelo de mesoescala MM5. En particular, este último presenta el pronóstico de lluvia para Colombia a tres días, mientras que con el modelo global se presentan resultados para 4 descargas operativas ajustadas a las necesidades del territorio nacional.
- PRONOSTICOS ESPECIALES: Corresponde a la extracción de datos pronosticados de lluvia, temperatura y vientos de los distintos modelos, dependiendo de necesidades específicas del IDEAM.

### 3. ORDEN EN QUE SE PUBLICAN LOS RESULTADOS

Teniendo en cuenta que un insumo básico que necesitan los modelos de mesoescala como WRF y MM5 son los modelos globales de baja resolución, el usuario puede encontrar publicado el primer pronóstico del tiempo simulado para hoy, en horas de la noche del día de ayer. Este primer producto se realiza tomando datos y condiciones iniciales de la atmósfera a las 18Z o 18UTC (13 HLC) del día anterior, por lo tanto, el modelo global GFS de las 18Z de ayer, es la primera salida pronosticada para hoy y, a su vez sirve de condiciones iniciales para correr el modelo WRF. El siguiente es el orden específico en que aparecen los pronósticos actualizados que inician desde el día de hoy:

Tabla 1. Orden en que aparecen actualizados los resultados de los modelos de pronóstico del tiempo

MODELO	INDICE PRINCIPAL	INDICE ESPECIFICO
GFS18Z	Modelo Global GFS	Pronóstico a 4 días (GFS18Z)
WRF18Z	Proyección semanal para Colombia (WRF18Z) Lluvias y temperaturas extremas para algunas ciudades de Colombia (WRF18Z)	
GFS00Z	Modelo Global GFS	Pronóstico a 3 días (GFS00Z)
WRF00Z	Simulación para Colombia Simulación para Bogotá Simulación para el Caribe Colombiano Resumen Viento y Lluvia para zonas de volcanes (WRF00Z) Viento y Lluvia para el Volcán Galeras (WRF00Z) Viento y Lluvia para el Volcán Nevado del Huila (WRF00Z) Viento y Lluvia para el Volcán Cerro Machín (WRF00Z)	
MM5	Modelo de Mesoescala MM5	
GFS06Z	Modelo Global GFS Reporte de Lluvia semanal para zonas agrícolas (GFS06Z)	Pronóstico Semanal (GFS06Z)
WRF06	Proyección semanal para Colombia (WRF06Z) Lluvias y temperaturas extremas para algunas ciudades de Colombia (WRF06Z)	
GFS12Z	Modelo Global GFS	Pronóstico Semanal (GFS12Z)

En las consultas el usuario observará que los horizontes de pronóstico no son los mismos, o sea, en algunos análisis se encuentran proyecciones a 3 días, 4 días o semanal. Esto básicamente se debe a que: los resultados de los modelos deben ser oportunos para apoyar actividades de la Oficina de Pronósticos y Alertas del IDEAM, porque se requiere cierto espacio físico para almacenar los datos diariamente; porque hay que distribuir espacio de máquina y tiempo para correr los modelos no solo en forma operativa sino para otras actividades y porque consumen mucho tiempo realizando una buena descarga de datos por Internet.

### 4. HORAS DE PUBLICACION DE LOS MODELOS

Los horarios pueden variar debido a múltiples razones pero en particular, teniendo en cuenta las diferentes velocidades de transmisión de datos tanto de descarga como de procesamiento, estos son los posibles rangos horarios para ver actualizado el pronóstico de hoy:

Tabla 2. Hora de publicación de los modelos de pronóstico del tiempo para hoy

MODELO	INDICE PRINCIPAL	RANGO HORARIO DE PUBLICACIÓN
GFS18Z	Modelo Global GFS	Entre las 6:30 p.m. y 9:00 p.m. del día anterior.
WRF18Z	Proyección semanal para Colombia (WRF18Z) Lluvias y temperaturas extremas para algunas ciudades de Colombia (WRF18Z)	Entre las 11:30 p.m. del día anterior y 2:00 a.m. del día actual
GFS00Z	Modelo Global GFS	Entre las 0:30 a.m. y las 2:30 a.m. del día actual
WRF00Z	Simulación para Colombia Simulación para Bogotá Simulación para el Caribe Colombiano Resumen Viento y Lluvia para zonas de volcanes (WRF00Z) Viento y Lluvia para el Volcán Galeras (WRF00Z) Viento y Lluvia para el Volcán Nevado del Huila (WRF00Z) Viento y Lluvia para el Volcán Cerro Machín (WRF00Z)	Entre las 4:30 a.m. y 6:30 a.m. del día actual.
MM5	Modelo de Mesoescala MM5	Entre las 5:00 a.m. y las 8:00 a.m. del día actual.
GFS06Z	Modelo Global GFS Reporte de Lluvia semanal para zonas agrícolas (GFS06Z)	Entre las 5:50 a.m. y las 7:50 a.m. del día actual.
WRF06	Proyección semanal para Colombia (WRF06Z) Lluvias y temperaturas extremas para algunas ciudades de Colombia (WRF06Z)	Entre las 10:50 a.m. y 2:30 p.m. del día actual.
GFS12Z	Modelo Global GFS	Entre la 1:40 p.m. y 3:40 p.m. del día actual

## 5. PROBLEMAS MAS FRECUENTES

Cuando no se encuentran resultados de algún modelo, de una sección del modelo o no esta actualizando, es porque ocurrió lo siguiente:

- *Fallos de energía eléctrica:* Este hace colapsar el proceso automatizado de las máquinas y deja publicado lo último que esta en Internet, entonces, no habrá actualización hasta que se reinicie el proceso.
- *En los pronósticos o secciones de pronósticos de los modelos solo aparecen fondos negros o blancos con Colombia medio pintada:* Significa que algunos archivos del modelo GFS no descargaron correctamente o que la red falló en ese momento. En ocasiones para WRF y/o MM5 significa que en la corrida del modelo se violaron algunos criterios físicos, se generaron errores y se suspende automáticamente la corrida. Algunos cálculos quedan incompletos.
- *El modelo GFS no calculó la precipitación acumulada en 24 horas para el último día del mes y aparece un fondo negro o blanco:* Esto es debido a que el formato del modelo GFS es diferente al cambio de mes y aunque las matrices son cuadradas, no tienen el mismo tamaño. Desafortunadamente el acumulado semanal tampoco se calcula en estas condiciones. No obstante, esto también puede ocurrir a lo largo del mes si algún archivo de GFS no descargo correctamente o si la red se ha caído.

## 6. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

En cuanto a resultados publicados para los tres modelos y en particular para la precipitación, se presentan los acumulados diarios cada 6 horas (madrugada, mañana, tarde y noche) y el acumulado diario de 24 horas entre 7 de la mañana del día anterior y 7 de la mañana del día siguiente de acuerdo con una norma internacional de la OMM (Organización Meteorológica Mundial) con el fin de tener resultados comparables dentro del marco global. Así como los modelos son una aproximación o referencia de la realidad; la interpretación de la gama de colores también lo es de la clasificación de la lluvia; no obstante, puede variar e incluso de

forma significativa dependiendo de la temporada meteorológica que se este atravesando En principio los acumulados de lluvia de 24 horas podrían interpretarse así:



- ✓ Rojo – Tiempo Seco
- ✓ Amarillo – Predominio Tiempo seco (Baja posibilidad de llovizna)
- ✓ Verde claro – Lloviznas
- ✓ Verde oscuro – Lloviznas a lluvias ligeras
- ✓ Gris – Lluvias ligeras a lluvias moderadas
- ✓ Azul – Lluvias moderadas a lluvias fuertes (Posibilidad de tormentas eléctricas)
- ✓ Púrpura – Lluvias fuertes con algunas tormentas eléctricas
- ✓ Negro - Lluvias fuertes con tormentas eléctricas

Mientras que para acumulados de 6 horas (mañana, tarde y noche) una aproximación del comportamiento de la lluvia es la que se muestra a continuación:



- ✓ Negro o Blanco – Tiempo seco
- ✓ Gris – Predominio de tiempo seco (existe la posibilidad de llovizna)
- ✓ Amarillo – Lloviznas y/o lluvias ligeras
- ✓ Mostaza – Lluvias ligeras
- ✓ Naranja – Lluvias ligeras con posibilidad de tormenta eléctrica
- ✓ Verde fluorescente – De lluvias ligeras a moderadas
- ✓ Verde – Lluvias moderadas
- ✓ Azul aguamarina – Lluvias moderadas a fuertes
- ✓ Azul claro – Lluvias fuertes
- ✓ Azul – Lluvias fuertes con tormentas eléctricas
- ✓ Púrpura – Rojo: Lluvias muy fuertes

Un pronóstico más local, se muestra en los reportes especiales de lluvia y temperatura extrema como el siguiente:

ARAUCA								
ANIO	MES	DIA	LMAD	LMAN	LTAR	LNOC	TMAX	TMIN
2009	06	02	0.0	0.0	0.0	2.7	30.1	23.4
2009	06	03	0.0	0.0	0.0	0.0	31.3	23.3
2009	06	04	1.0	13.4	2.1	0.0	24.6	22.8
2009	06	05	1.5	1.0	0.2	0.0	28.7	22.6
2009	06	06	0.2	4.7	5.6	6.9	30.1	23.0
2009	06	07	3.1	0.1	3.8	0.0	31.3	23.5
2009	06	08	1.2	5.4	4.7	0.0	28.4	22.9

En este caso hay que tener en cuenta que los datos son extractados del punto de grilla más cercano a las coordenadas del Aeropuerto más importante de la ciudad, el cual podría estar localizado inclusive en un microclima diferente a sectores de la misma. Por esta razón, el pronóstico de lluvia local es una referencia que en principio podría generalizarse “subjetivamente” así; dependiendo del rango de lluvia:

Tiempo seco (Nubosidad variable)	0.0
Posibles lloviznas	0.1 - 0.6
Lloviznas en distintos sectores	0.7 – 1.2
Lluvias ligeras	1.3 – 2.4
Lluvias moderadas	2.5 – 5.0
Lluvias fuertes	5.1 – 9.9
Lluvias con tormentas eléctricas	10.0 – 14.9
Tormentas eléctricas	> 15.0

Para el caso de la temperatura, en Colombia es usual referirla a los Grados Celsius (también mal conocidos como centígrados - C). No obstante, en otros países es usual usar la escala Fahrenheit y usted puede obtenerla multiplicando los grados Celsius por 1.8 y al resultado sumarle 32 usando la siguiente relación:

$$F = 1.8C + 32$$

Otro caso particular es el viento. En general, la medida oficial del viento en meteorología es el nudo, especialmente en el campo de la meteorología aeronáutica; por lo tanto, tenga en cuenta las siguientes conversiones si necesita obtener una aproximación en kilómetros por hora (km/h) o metros por segundo (m/s):

$$1 \text{ nudo} = 0.514 \text{ m/s} = 1.852 \text{ km/h}$$

## **7. CONCLUSIONES**

Los modelos meteorológicos son una herramienta más del pronóstico del estado del tiempo y representan un acercamiento de lo que se espera del estado físico de la atmósfera en el futuro cercano. Los modelos pueden estar subestimando, sobrestimando o representando someramente las condiciones de las variables meteorológicas inclusive de tiempo presente en sus condiciones iniciales. Por ello, la publicación final de un pronóstico es mejorada con la experiencia y los análisis complementarios que realizan los meteorólogos; por lo tanto, use los modelos con cierta precaución y les sugiero que siempre lean el pronóstico oficial del Instituto en <http://intranet.ideam.gov.co/ftpasp/yolanda/pronosticos.asp>. La idea de correr varios modelos a distintas horas para un mismo período de tiempo, es reducir lo más posible la incertidumbre del pronóstico mismo; hacer esto, es tener en cuenta diferentes condiciones iniciales en las variables meteorológicas.

## **8. AGRADECIMIENTOS**

A la Subdirección de Meteorología que ha venido realizando esfuerzos en adquirir tecnología e infraestructura para colocar de forma operativa los resultados de los pronósticos del estado del tiempo. A los meteorólogos que con sus aportes, sugerencias y críticas permiten que la modelación del pronóstico mejore y, a la Oficina de Informática, en especial al Ingeniero Julio Cesar Franco Buitrago por desarrollar la Web de los modelos de pronósticos del estado del tiempo.