

Charla 18: Verificación de los Pronósticos de la Calidad del Aire

Taller Centroamericano de Pronosticado de la Calidad del Aire

San José, Costa Rica

17-21 de Octubre del 2011



Verificación: Algunas Preguntas Iniciales

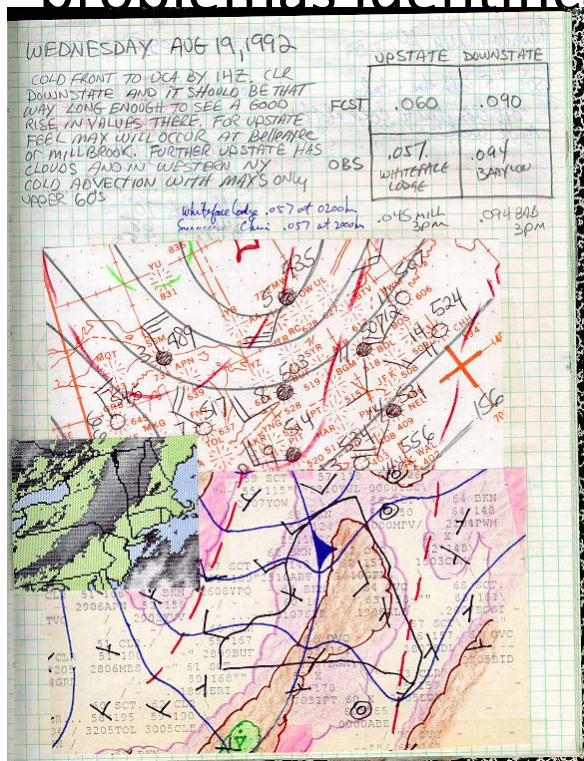
- ¿Qué pretende lograr su sistema de modelación?
 - Pronosticar valores horarios, evaluar medias anuales, mostrar variaciones espaciales correctas, ¿otro?
- ¿Qué constituye un buen resultado para un esfuerzo de pronosticado o modelación?
 - Por ejemplo, pronosticar niveles que superan cierto umbral establecido para la calidad del aire.
- ¿Qué tan confiables son los valores medidos?
 - Calidad y representatividad de las mediciones registradas.
- ¿Cómo lograr la comparación entre iguales?

Aspectos de la Calificación de la Habilidad para Utilizar Modelos

- Verificación del pronóstico contra observaciones:
 - La verificación diaria:
 - Puede identificar problemas sistemáticos.
 - Puede identificar análisis erróneo de eventos.
 - Puede señalar problemas con los datos.
 - Ofrece la oportunidad de corregir procedimientos a media temporada.
 - Estadísticas para plazos extendidos (verificación por temporada).
- Calificaciones enfocadas en eventos donde se superan umbrales establecidos:
 - Estudio de casos individuales.
 - Porcentaje de aciertos, porcentaje de falsas alarmas, etc.

Horario para la Verificación del Pronóstico

- Cada día
 - Cada mañana se compara las observaciones actuales con lo que se había pronosticado para ese día.
 - Se lleva una bitácora sobre el desempeño y los problemas identificados.



MON JUL 29 (DOC)

SFC high over western PA + NY
850 mb high (1031m) over same area
NELY flow over eastern NY. LTY
western NY. Temps +16 - CLR skies
highest .09 ppm yet. NO exceedances

FCST for today as N-NE flow
should persist and despite 90° max
no problems. watch west NY
for tauw when high expected
τ drift SE and flow become more
westerly. NJ reported one
-exceedance (.131) at new monitor ssw
of NYC - but others only .09 so
was local from NYC plume. I thought
if any thing goes up today - same
idea, but more to sw around
pH due to NE flow - NYC plume

La Métrica

- Tradicional:

Sesgo medio normalizado

$$B_n = \frac{1}{N} \sum_i \frac{(f_i - o_i)}{o_i}$$

RMSE Normalizado

$$E_n = \left(\frac{1}{N} \sum_i \left(\frac{f_i - o_i}{o_i} \right)^2 \right)^{1/2}$$

Correlación (0<R<+1)

$$R = \frac{\frac{1}{N} \sum_i (f_i - \bar{f})(o_i - \bar{o})}{\sigma_f \sigma_o}$$

- Más avanzada: ofrece más medidas 'comparables'

Sesgo fraccional (-1<FB<+1)

$$B'_n = \frac{2}{N} \sum_i \left(\frac{f_i - o_i}{f_i + o_i} \right)$$

Error fraccional (0<FE<+1)

$$E_f = \frac{2}{N} \sum_i \left| \frac{f_i - o_i}{f_i + o_i} \right|$$

¿Qué Tan Bueno es Bueno?

Establecer umbrales para los diferentes parámetros.

Table 3. Model performance goals used in Phase II to help interpret modeling results.

Fractional Bias	Fractional Error	Comment
$\leq \pm 15\%$	$\leq 35\%$	A level of model performance that would be considered excellent
$\leq \pm 30\%$	$\leq 50\%$	A level of model performance that would be considered good
$\leq \pm 60\%$	$\leq 75\%$	A level of model performance that would be considered average and hope each PM species could meet for regulatory modeling
$> \pm 60\%$	$> 75\%$	At or exceeding this level of performance indicates fundamental problems with the modeling system

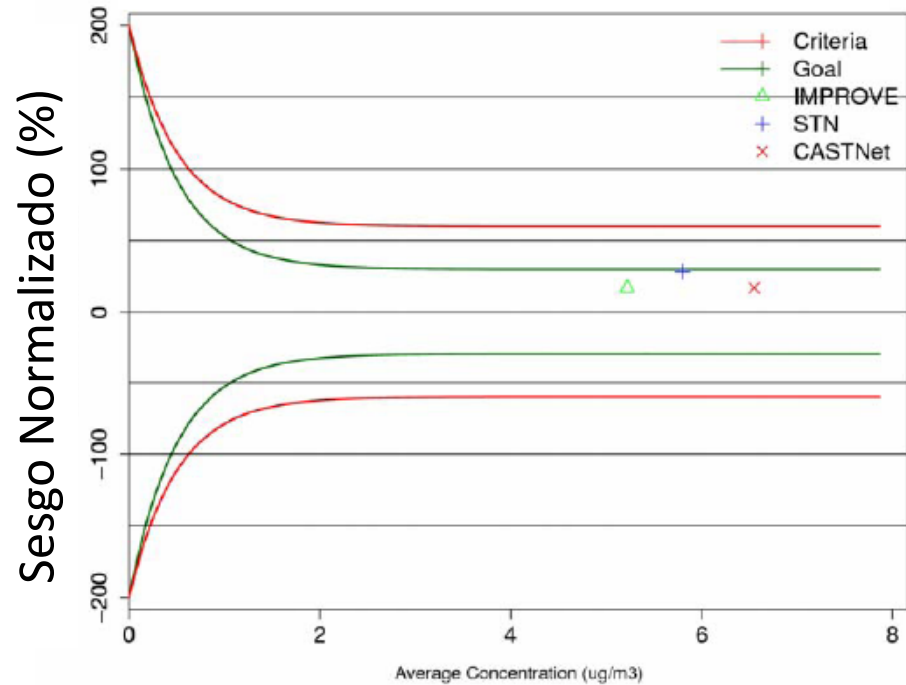


Representar esto gráficamente:

- Ploteo 'futbol'
- Ploteo 'corneta'

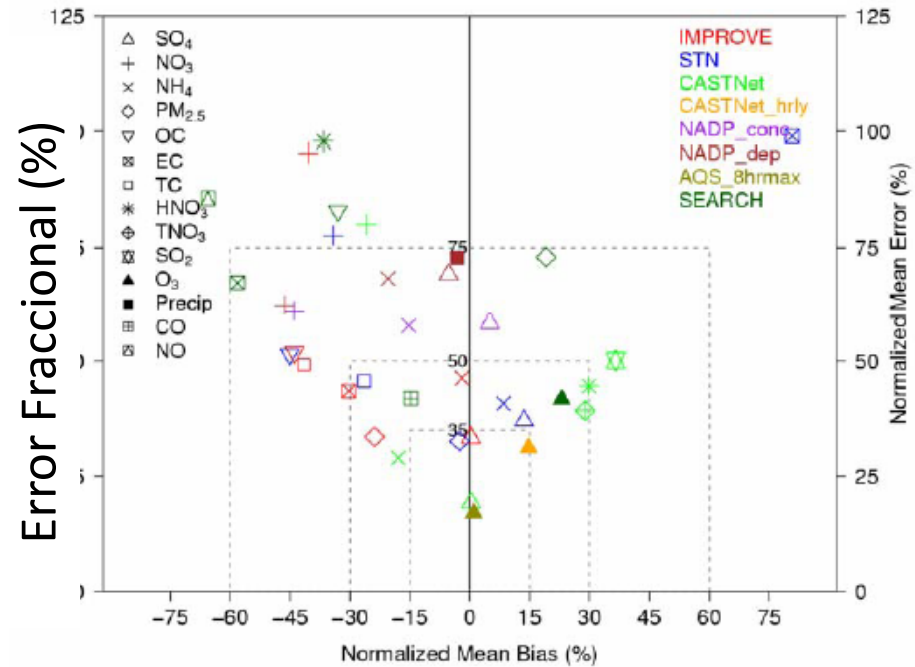
Ploteos 'Futbol' y 'Corneta'

“Bugle” Plot



Concentración Media (ugr/m³)

“Soccer Goal” Plot



Sesgo Fraccional (%)

Criterio: 60 % Meta: 30%

Ploteo Taylor

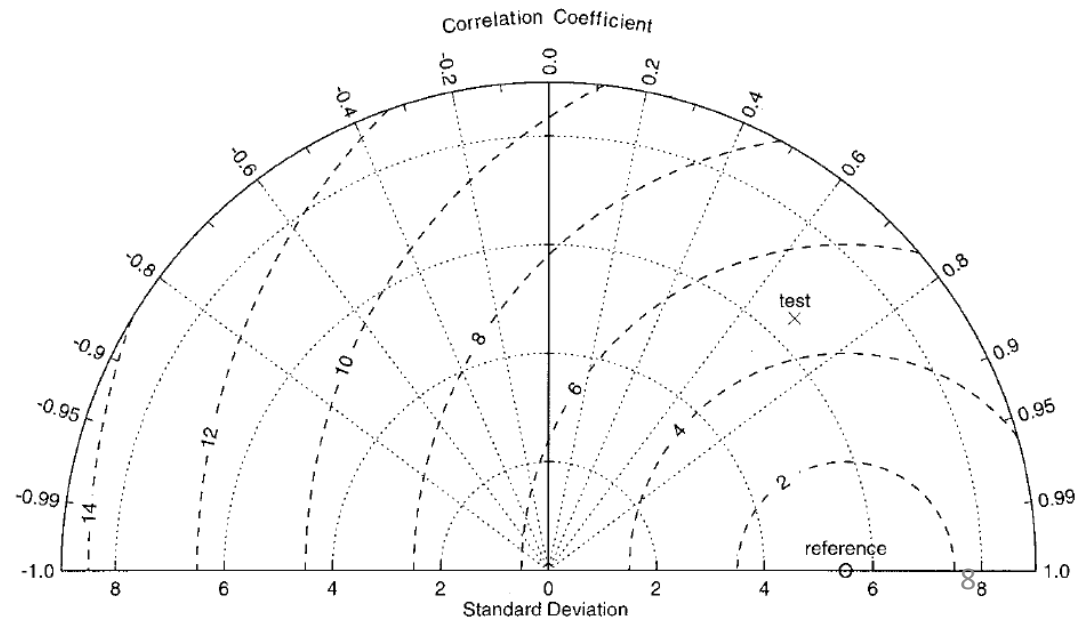
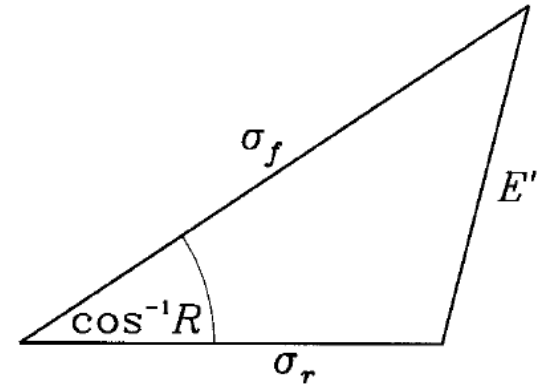
- Presenta tres parámetros estadísticos distintos en el mismo ploteo.

$$R = \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (f_n - \bar{f})(r_n - \bar{r})}{\sigma_f \sigma_r}$$

$$E' = \left\{ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [(f_n - \bar{f}) - (r_n - \bar{r})]^2 \right\}^{1/2}$$

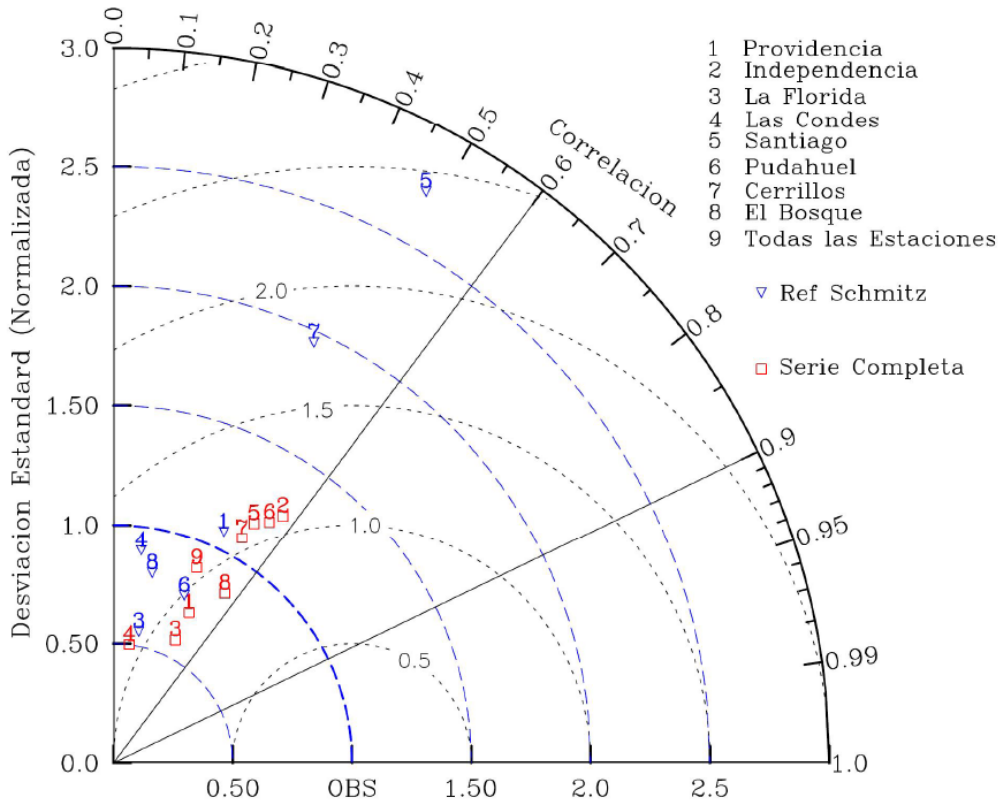
$$E'^2 = \sigma_f^2 + \sigma_r^2 - 2\sigma_f\sigma_r R$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \phi,$$

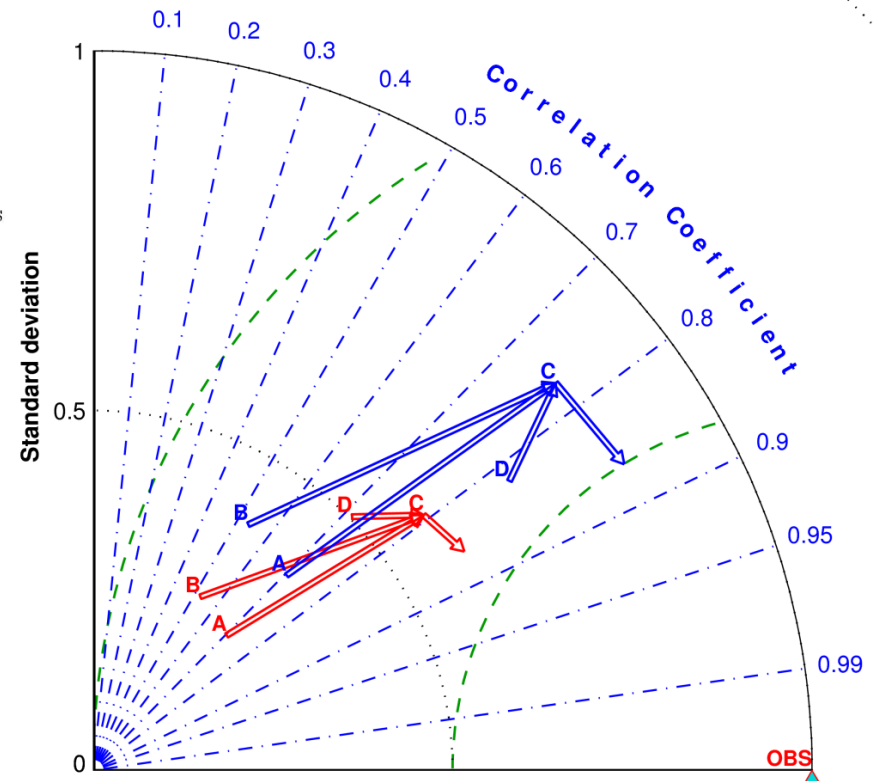


Ejemplos de Ploteo Taylor

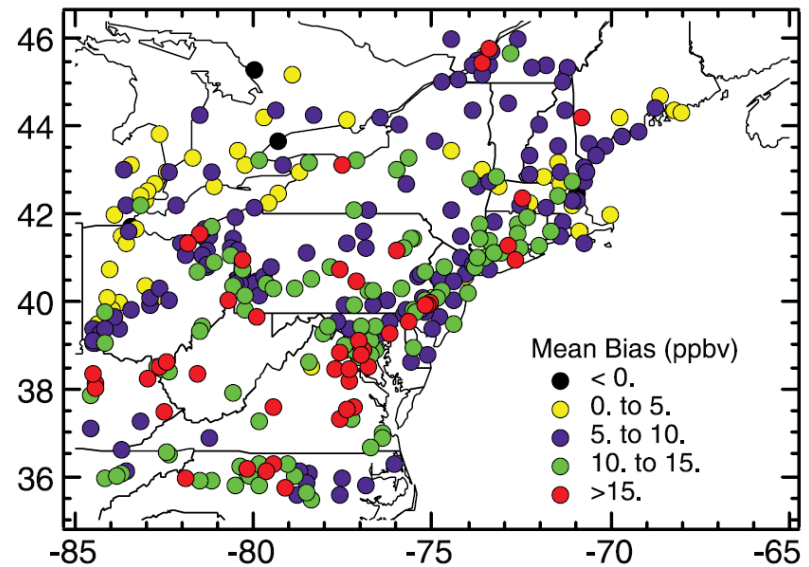
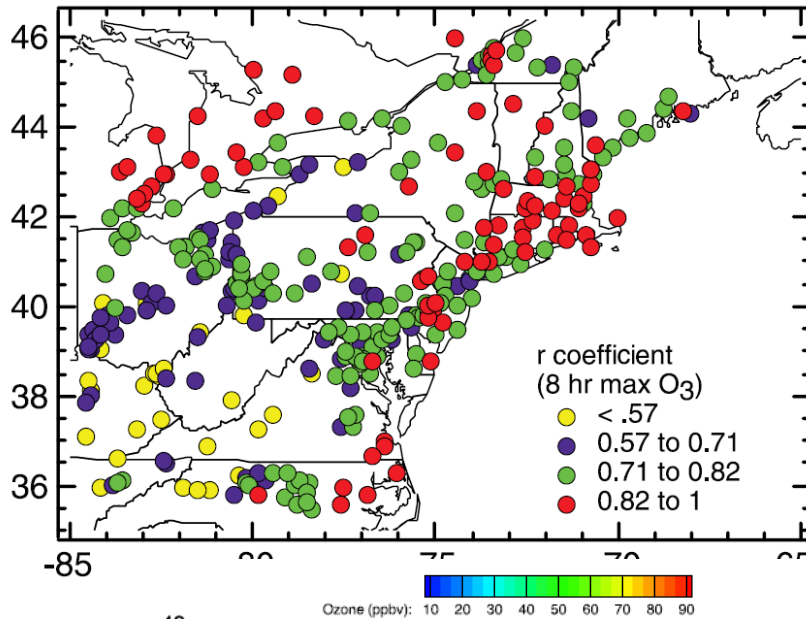
- Comparación de diferentes modelos



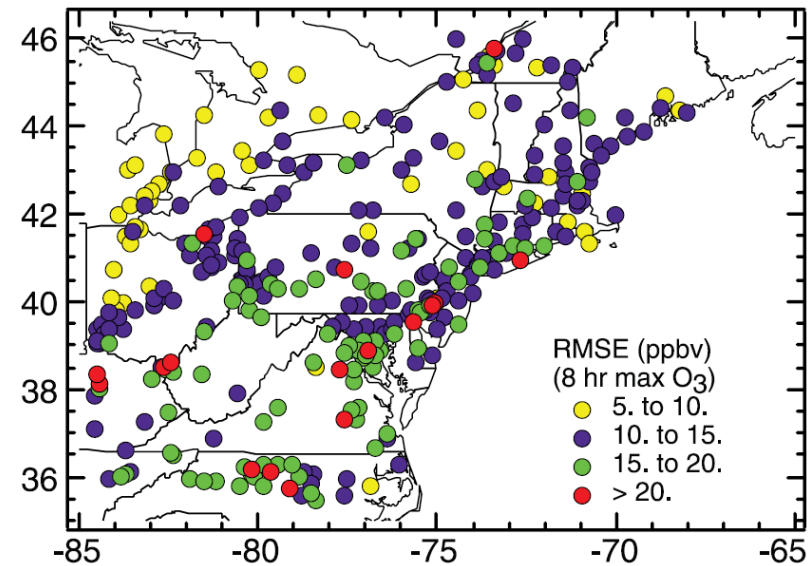
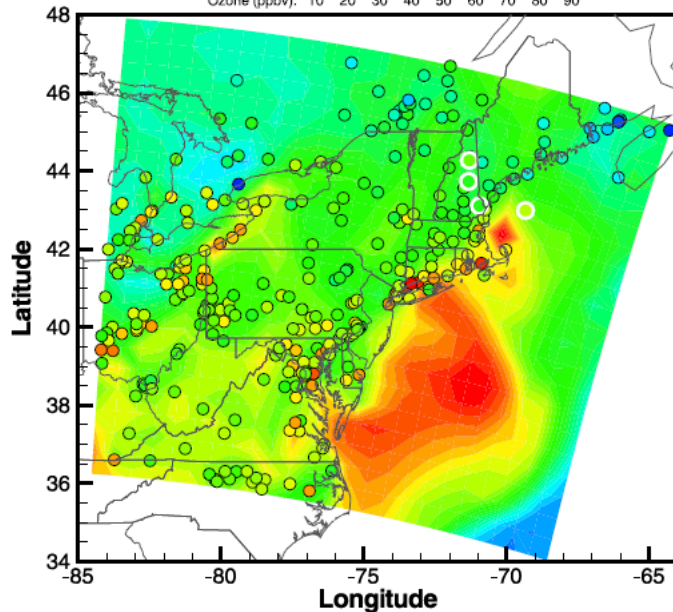
- Comparación de diferentes configuraciones del mismo modelo para ver mejoras.



Estadísticas Espaciales

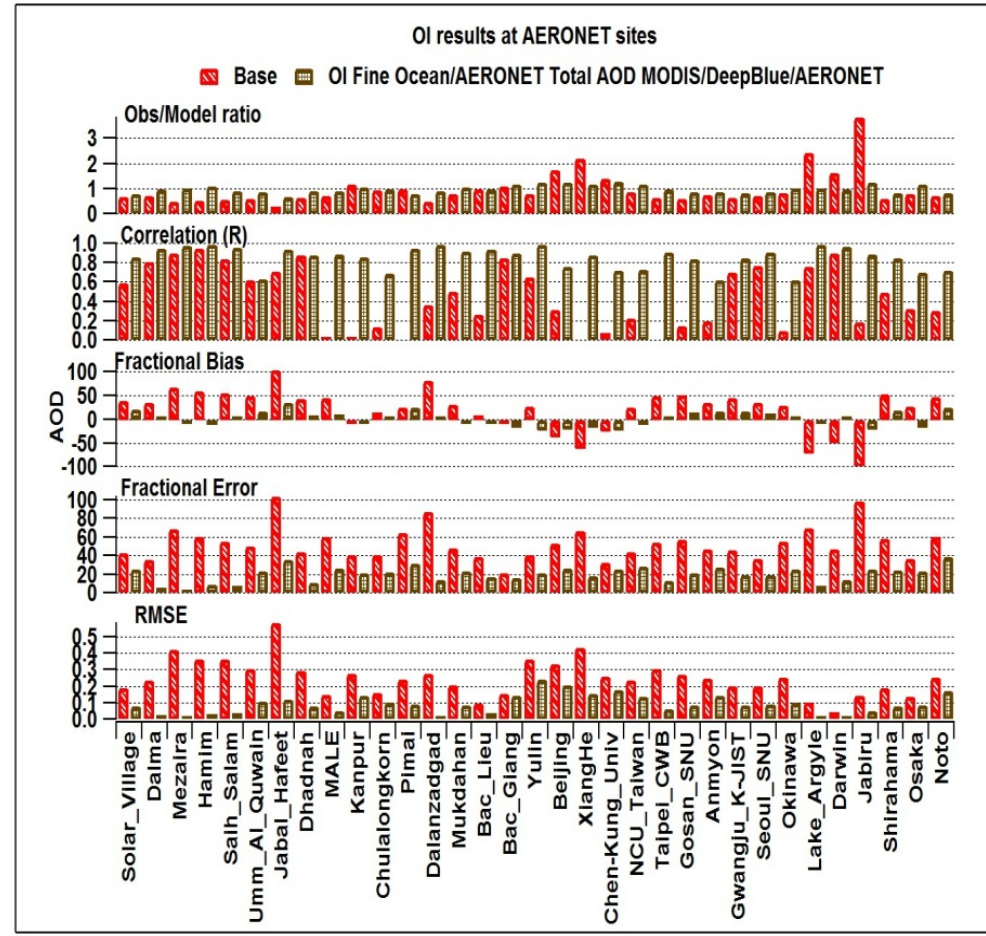
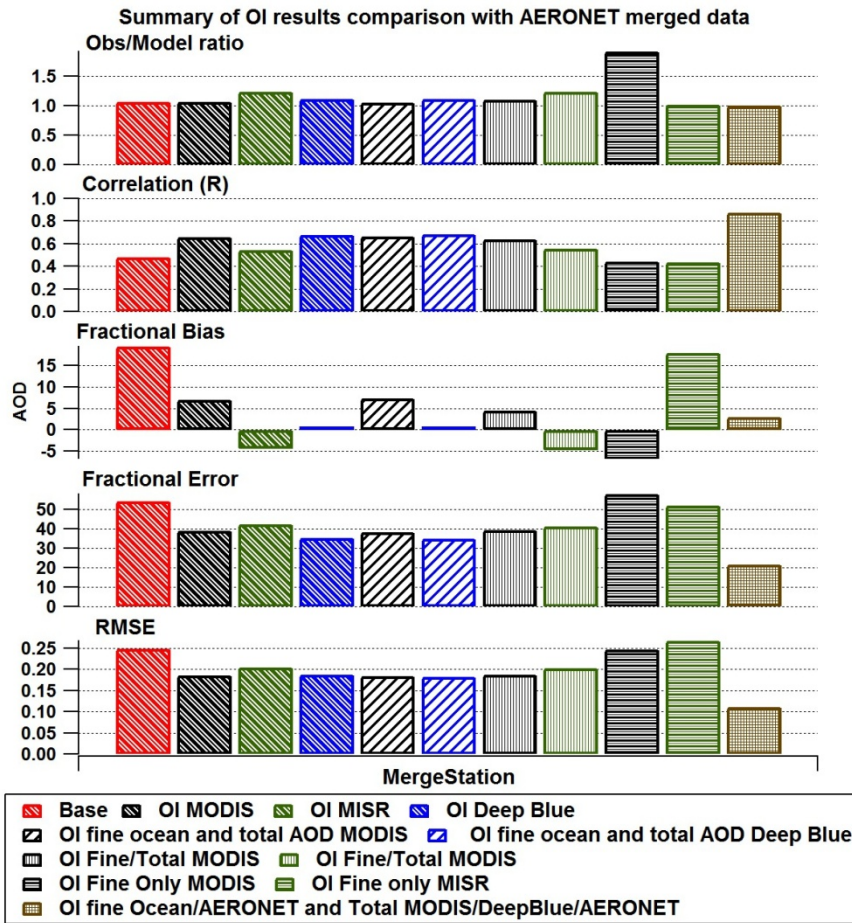


Chai,
et al.,
2007



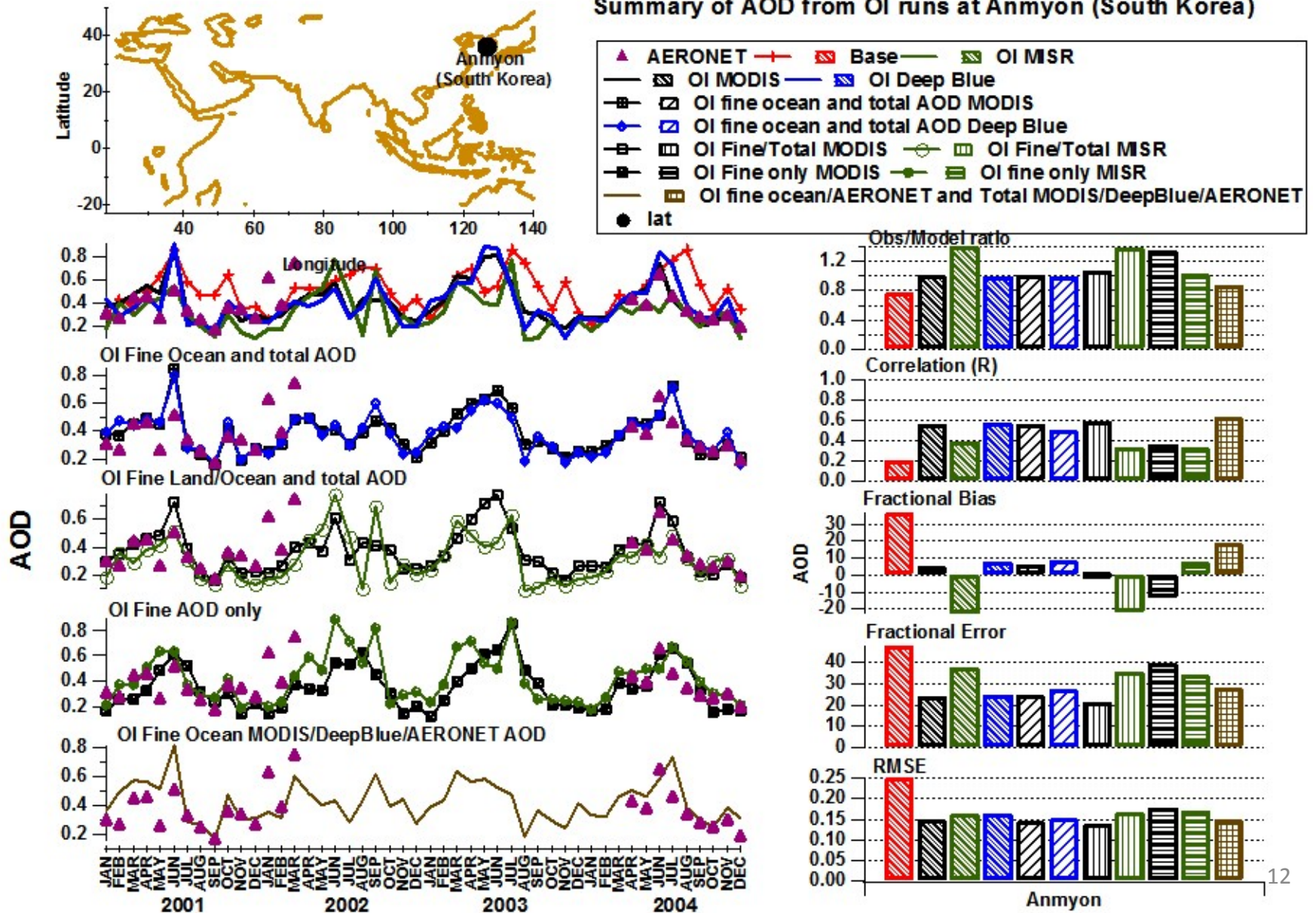
McKeen, et al., 2005

Recopilar Estadísticas Globales para Resumir los Datos

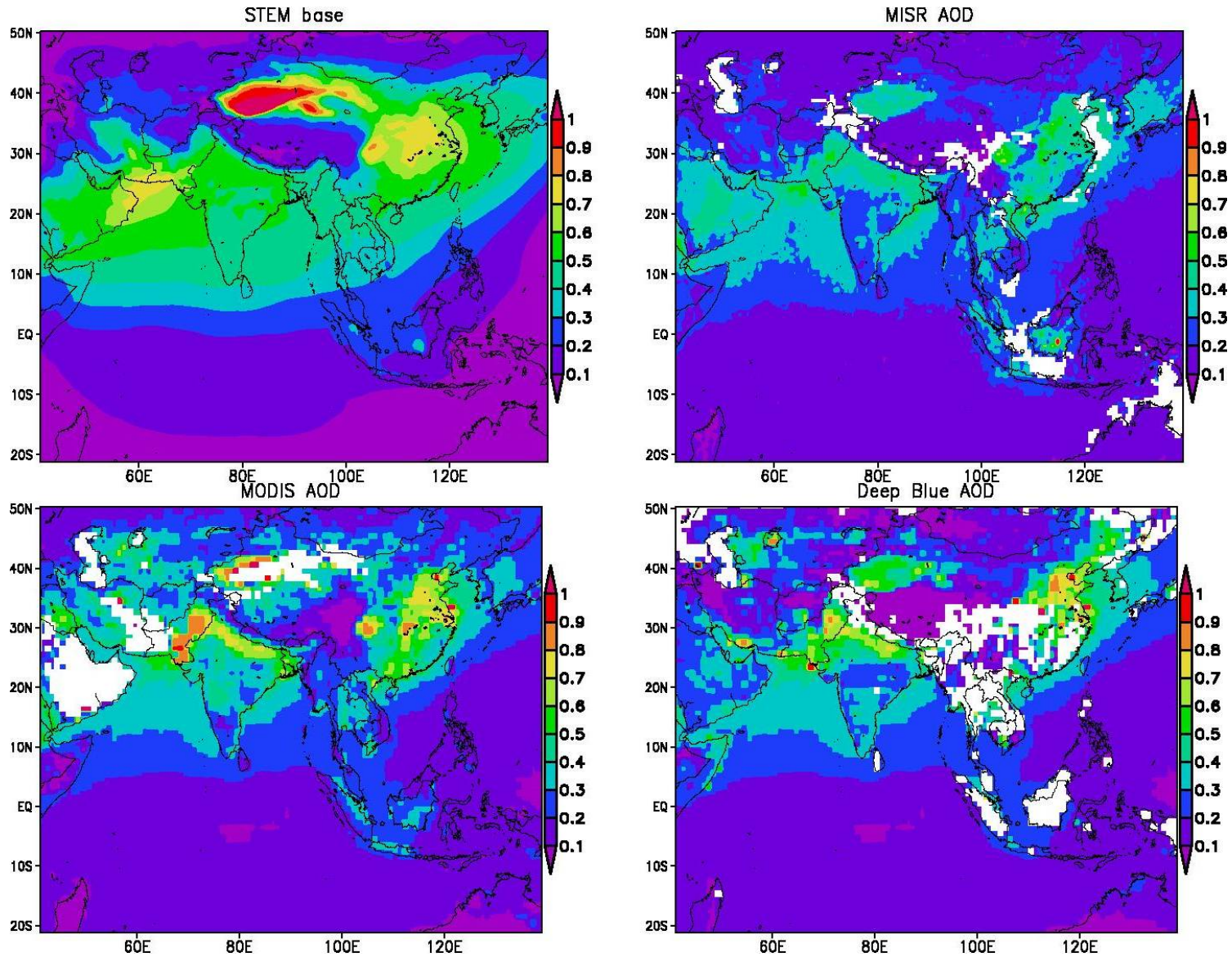


Hacer También un Análisis Sitio por Sitio

Summary of AOD from OI runs at Anmyon (South Korea)

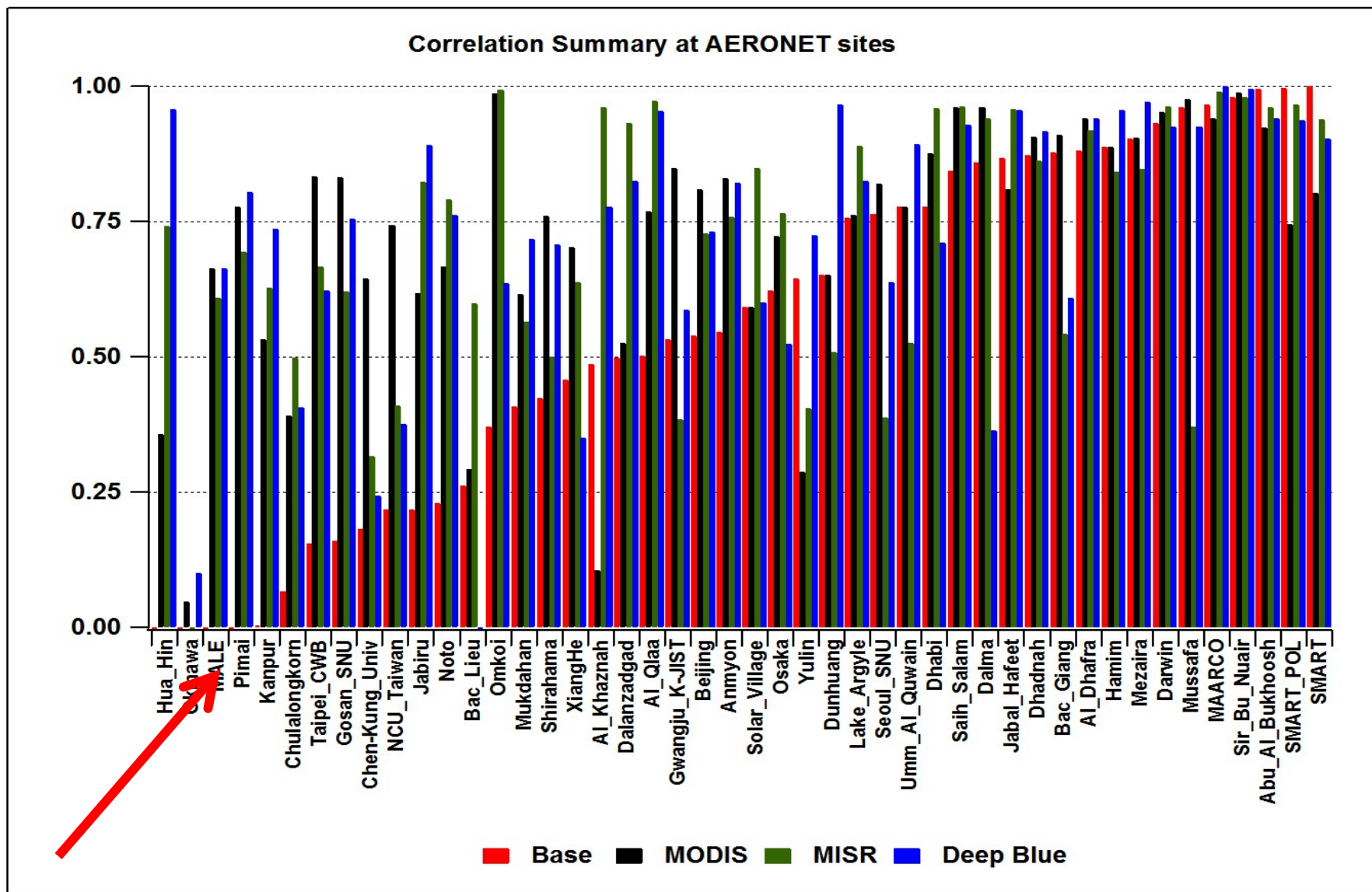


Uso de Datos Satelitales



Distribuciones AOD Satelitales (Promedio para Cuatro Años)

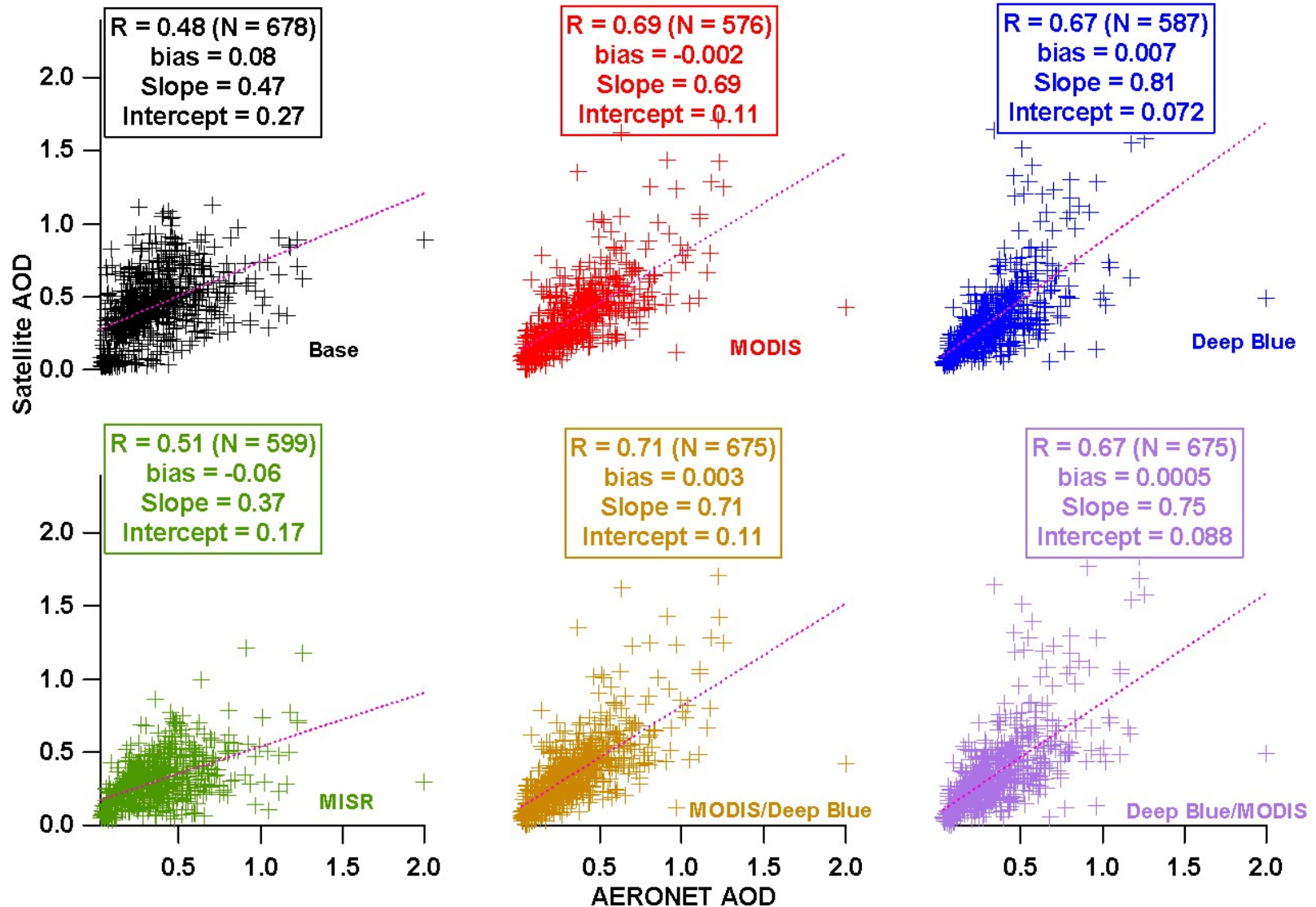
Tratar Siempre de Comparar Datos Satelitales con Mediciones Terrestres para Convalidar



Al compararse con los Sitios AOD de AERONET, la Correlación R mejora con todas las observaciones al compararse con la base. Orden de correlación: DeepBlue > MODIS > MISR

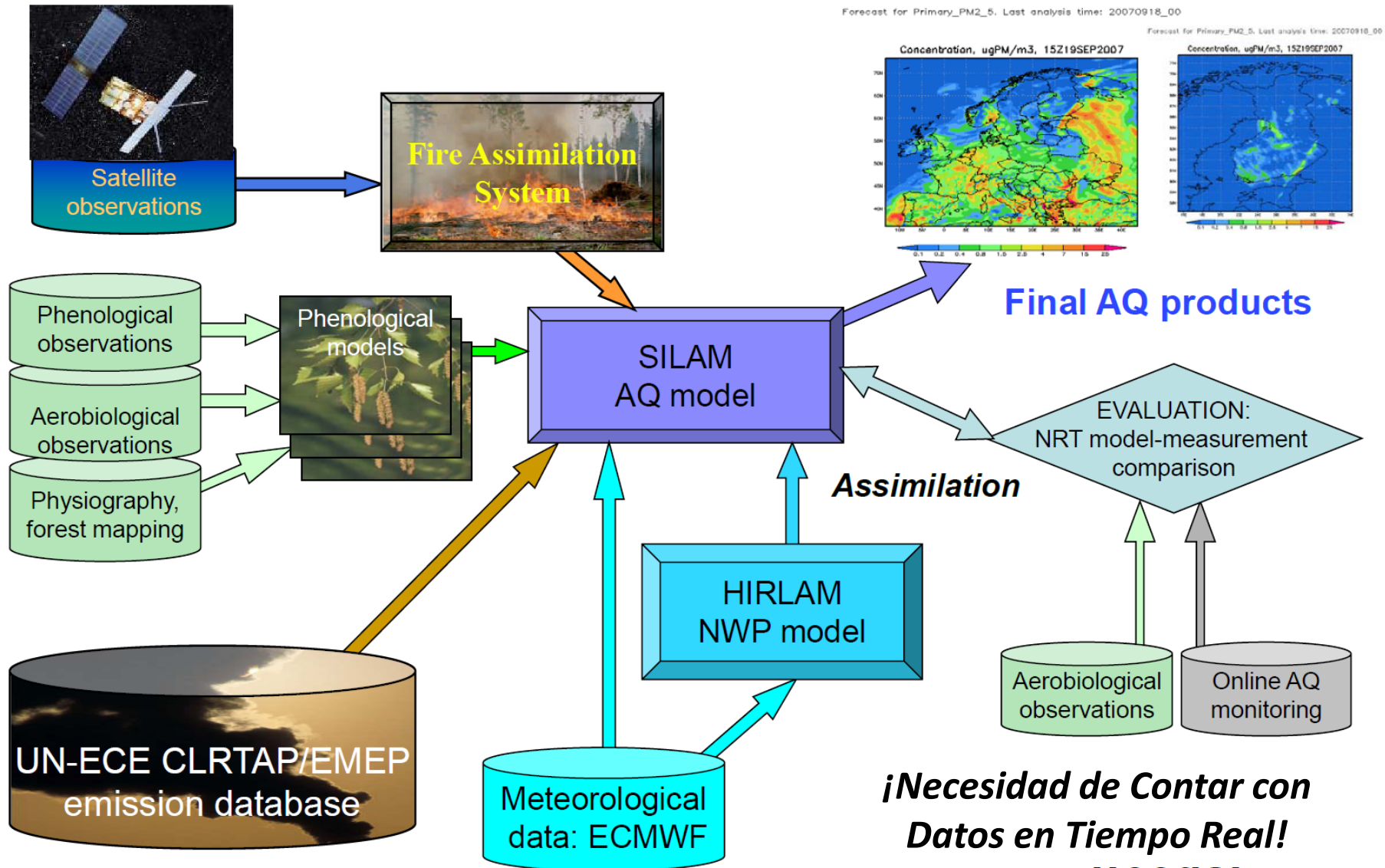
Tratar Siempre de Comparar Datos Satelitales con Mediciones Terrestres para Convalidar

MODIS, DEEP BLUE, MISR and AERONET AOD



Comparación de Datos AOD entre Satélites y AERONET

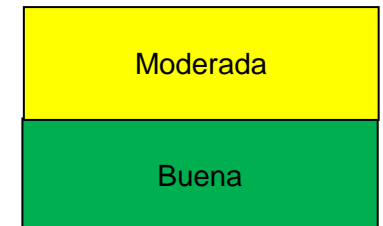
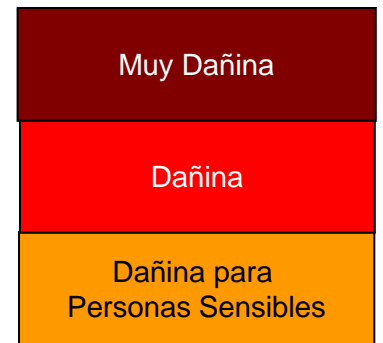
Muchos Servicios Meteorológicos ya Ofrecen Productos Operacionales de Meteorología Química (p.ej., FMI)



Formas de Verificar Pronósticos

- Verificación Categórica

- Comparar las categorías de calidad del aire observadas y pronosticadas.
- Enfocar en mediciones de desempeño sencillas.
- Evaluar el pronosticado con umbral entre dos categorías:
 - Buena–Moderada
 - Dañina para la Salud
- Evaluar pronósticos con las cinco categorías.
- Evaluar el pronóstico para el día siguiente (24 horas).



- Verificación Discreta

- Comparar las concentraciones observadas y pronosticadas.
- Cuantifica la incertidumbre en cada pronóstico.

Formas de Verificar Pronósticos

- Categórica: Comparar las categorías de calidad del aire observadas y pronosticadas.
 - Porcentaje Correcto (PC): Porcentaje de pronósticos que predijeron correctamente la categoría ICA.
 - Falsa Alarma (FA): Porcentaje de pronósticos que fallaron con la categoría ICA.
 - Probabilidad de Detección (PD): Porcentaje de pronósticos que predijeron correctamente cierta categoría ICA.




Formas de Verificar Pronósticos

Verificación Categórica

Ejemplos de Medición con Estadísticas

Ozono (ppb)

Date	Forecast	Observed
11-Jun	21	30
12-Jun	34	45
13-Jun	55	65
14-Jun	68	68
15-Jun	72	75
16-Jun	95	82
17-Jun	105	98
18-Jun	110	92
19-Jun	40	91
20-Jun	50	45
21-Jun	40	40
22-Jun	80	72
23-Jun	85	80
24-Jun	82	95
25-Jun	80	95
26-Jun	89	95
27-Jun	72	60
28-Jun	60	40

	= Dañina
	= Moderada
	= Buena

Pronóstico: Dañina
Sí No Totales

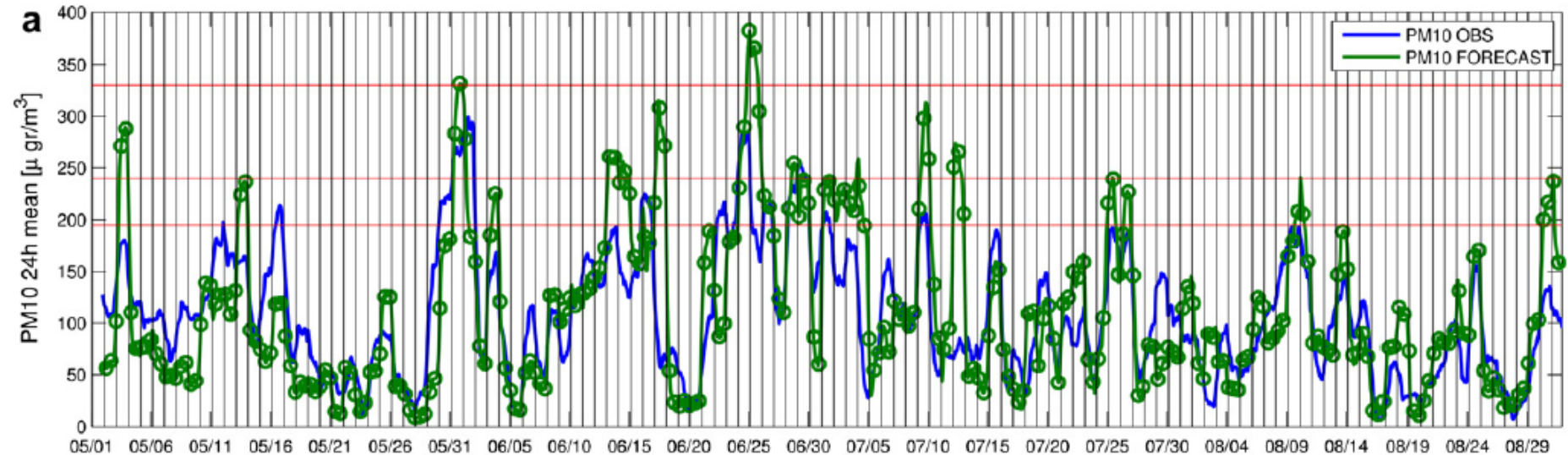
Observada: Dañina	No	10	2	12
	Sí	3	3	6
Totales		13	5	18

Porcentaje Correcto = $(10+3)/18 = 72\%$

Falsa Alarma = $2/5 = 40\%$

Probabilidad de Detección = $3/6 = 50\%$

Verificación de Eventos de Superación de Umbrales



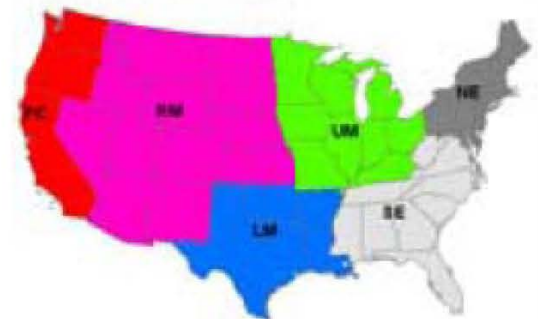
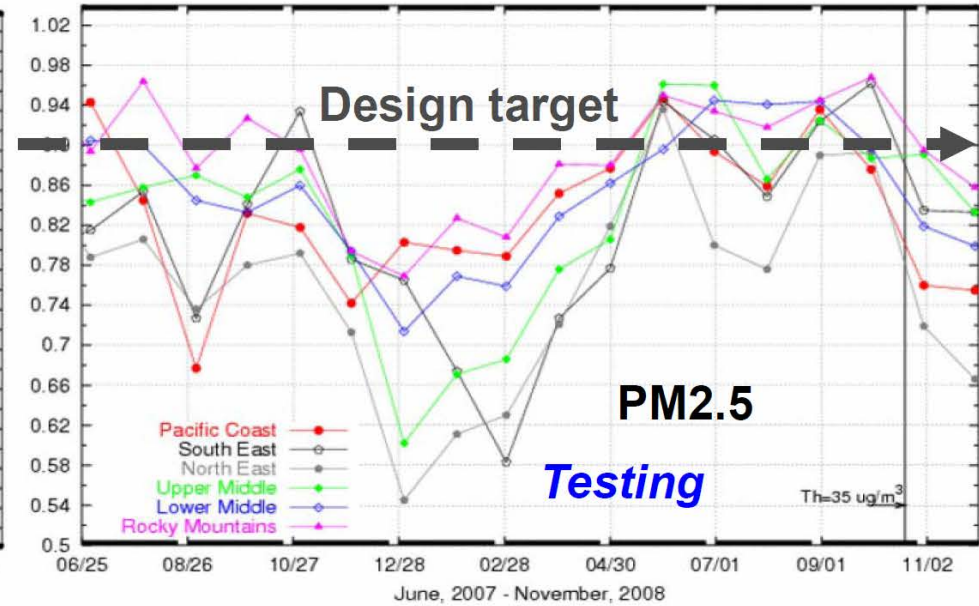
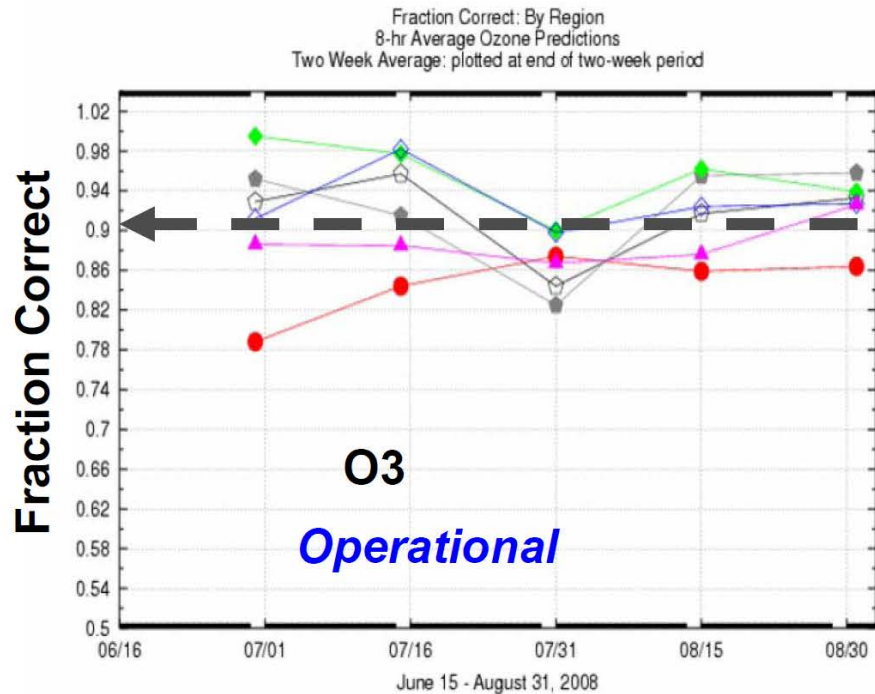
- Crear tablas de contingencia.
- Comparar contra persistencia (¡difícil de ganarle!).

b)CO PM10		Forecasted				
2008		A	B	C	Tot	%O
Observed	A	85	12	7	104	82%
	B	5	5	4	14	36%
	C	0	2	4	6	67%
	Tot	90	19	15	124	
	%F	94%	26%	27%		76%

c)Persistencia		Forecasted				
2008		A	B	C	Tot	%O
Observed	A	93	8	3	104	89%
	B	10	3	1	14	21%
	C	1	3	2	6	33%
	Tot	104	14	6	124	
	%F	89%	21%	33%		79%

A: Ningún Episodio B: Alerta C: Pre-Emergencia

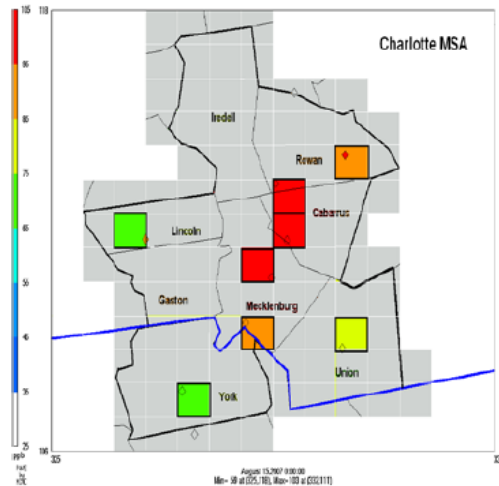
Pronósticos de la NOAA Acertados para Ozono y PM_{2.5} (por región)



Slide provided by Paula Davidson

Metodología de Evaluación Empleada Actualmente

Las estadísticas mostradas abajo se basan en todos los ocho monitores en el Area Metropolitana de Charlotte con los *monitores directamente emparejados con su respectiva celda*.

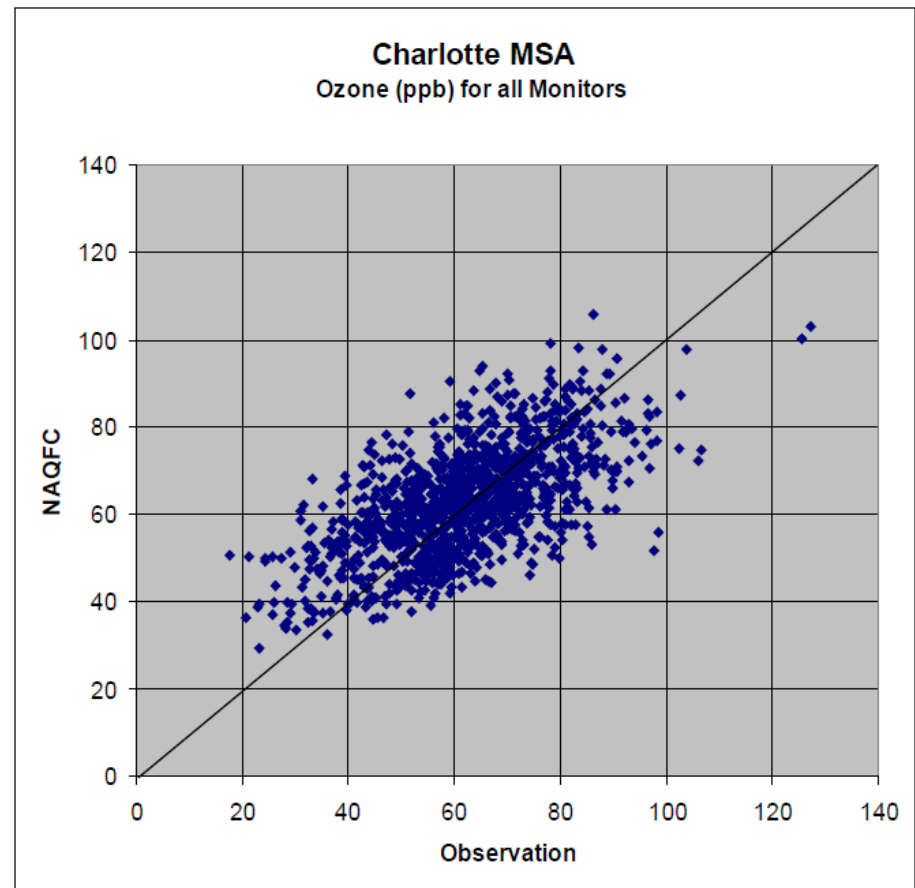


Period: 1 May – 30 Sept. 2007
 $n = 1207$

MB = 2.1 ppb; NMB = 3.3%

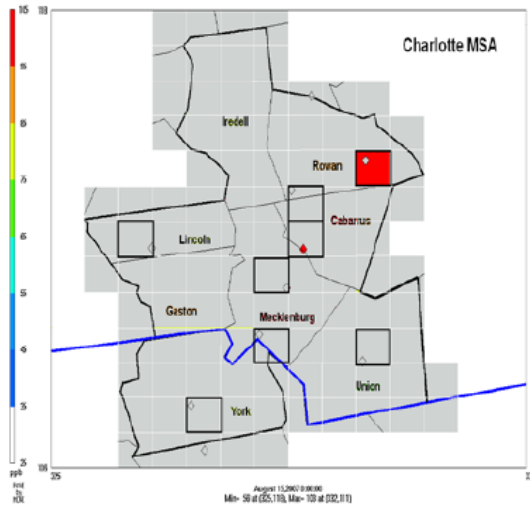
RMSE = 12.0 ppb; NME = 16.8%

$r = 0.63$



Metodología de Evaluación Modificada – Paso 1

Las estadísticas mostradas abajo se basan en un máximo de los ocho monitores y un máximo de ocho celdas en el Area Metropolitana de Charlotte con los *monitores no emparejados con su respectiva celda*.

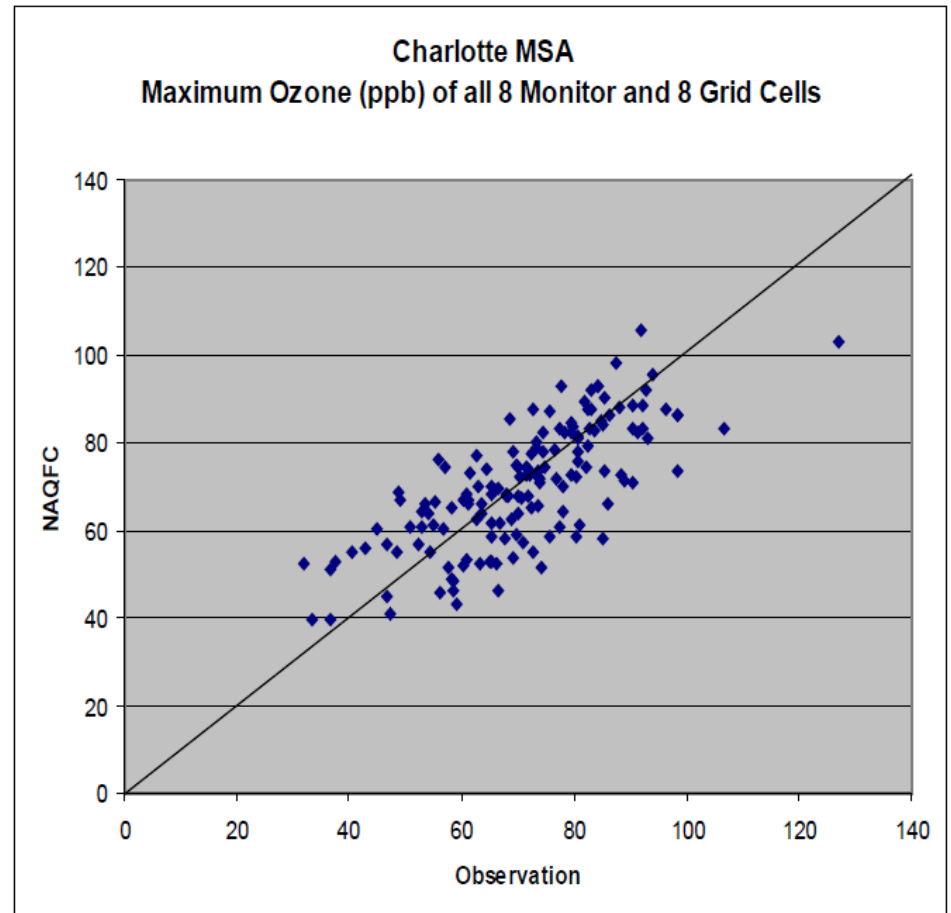


Period: 1 May – 30 Sept. 2007
 $n = 153$

MB = -0.8 ppb; NMB -1.1%

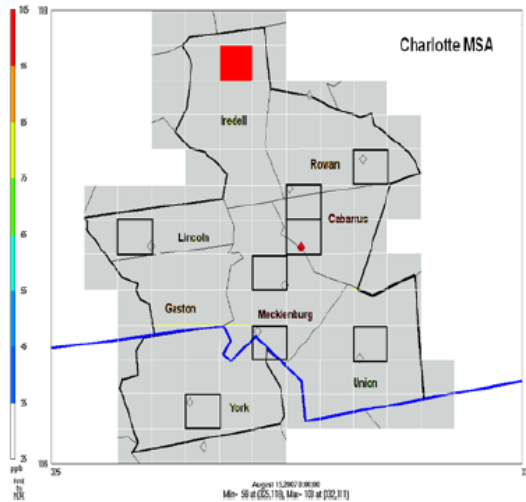
RMSE = 10.5 ppb; NME = 11.8%

$r = 0.73$



Metodología de Evaluación Modificada – Paso 2

Las estadísticas mostradas abajo se basan en un máximo de los ocho monitores y un máximo de todas las 103 celdas de la cuadrícula de modelación en el Area Metropolitana de Charlotte con los ***monitores no emparejados con su respectiva celda.***

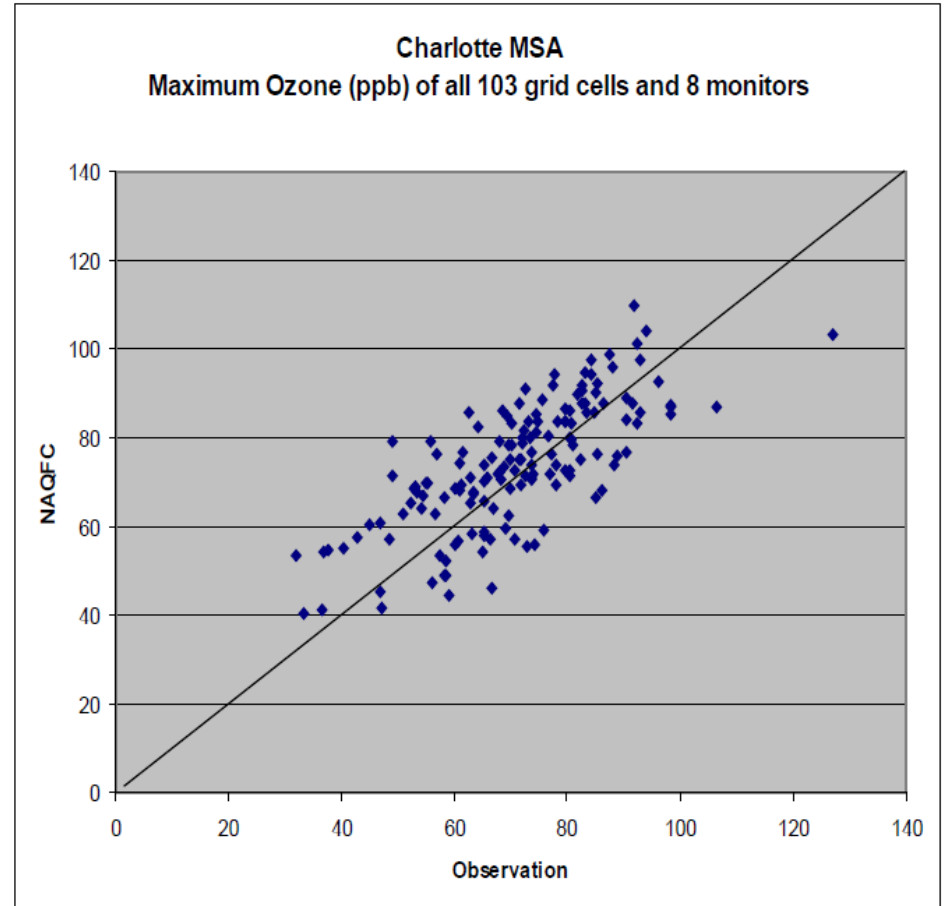


Period: 1 May – 30 Sept. 2007
n = 153

MB = 3.1 ppb; NMB = 4.4%

RMSE = 11.0 ppb; NME = 13.1%

r = 0.74



Desempeño Por Categoría del NAFCQ

- Category Hit Rate: $cH_i = \frac{N_f^i}{N_{obs}^i}$

where i is the AQI index (1, 2, 3, 4, 5) category or the color scheme (green, yellow, orange, red, purple), and

N_f^i is the forecast instances in the i^{th} category and

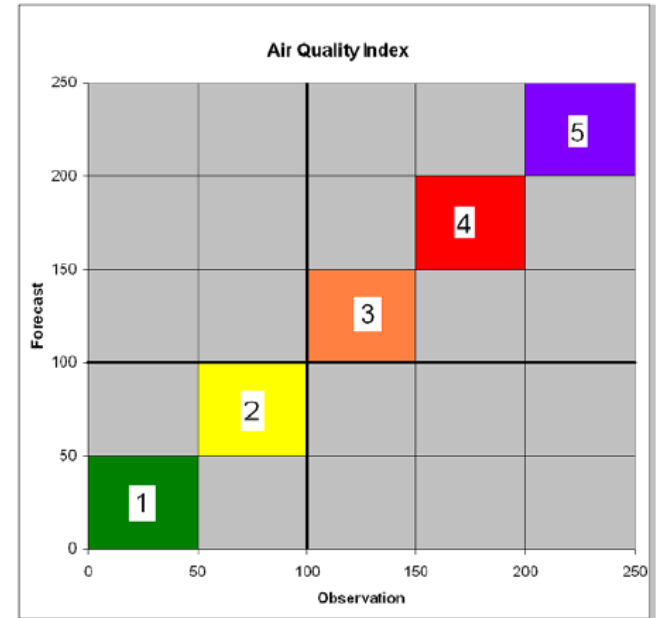
N_{obs}^i is the number of observed instances in the i^{th} category.

- Exceedance Hit Rate: $eH = \frac{N_{fo}}{N_{fo} + N_o}$

where N_{fo} is the number of both observed and forecast exceedances ($AQI \geq 3$), N_o is the number of observed, but not forecast exceedances.

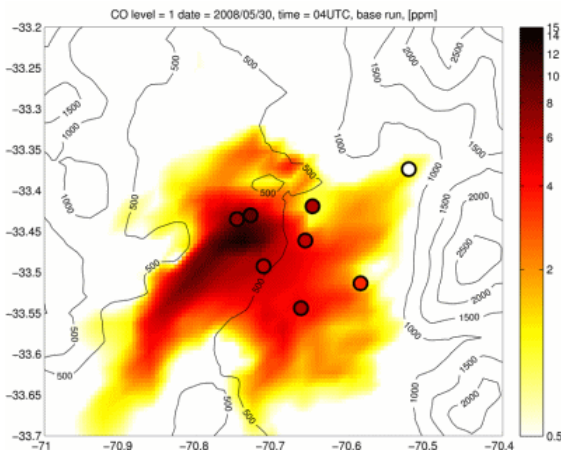
- Exceedance False Alarm Rate: $eFAR = \frac{N_f}{N_f + N_{fo}}$

where N_f is the number of forecast but not observed exceedances ($AQI \geq 3$), N_{fo} is the number of both observed and forecast exceedances.

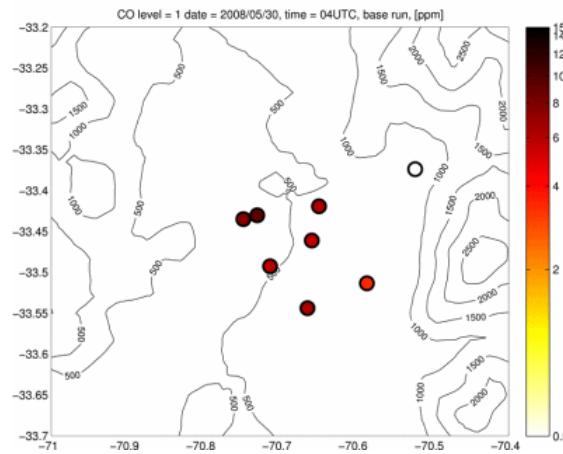


Utilizar Ploteos Horizontales y Verticales para Entender Mejor los Patrones de Dispersión y las Fuentes

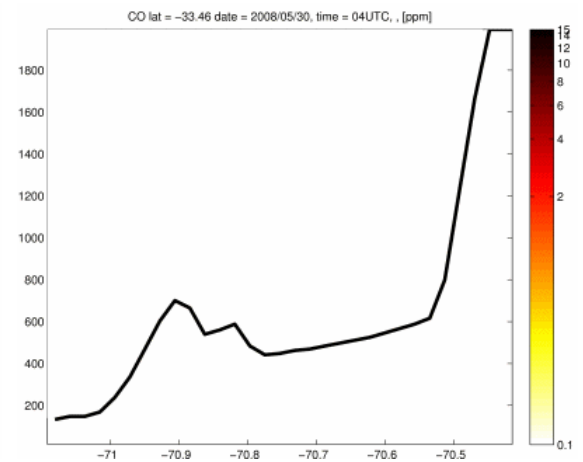
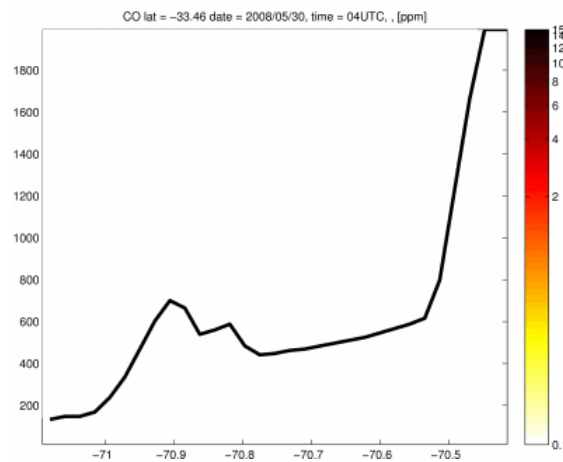
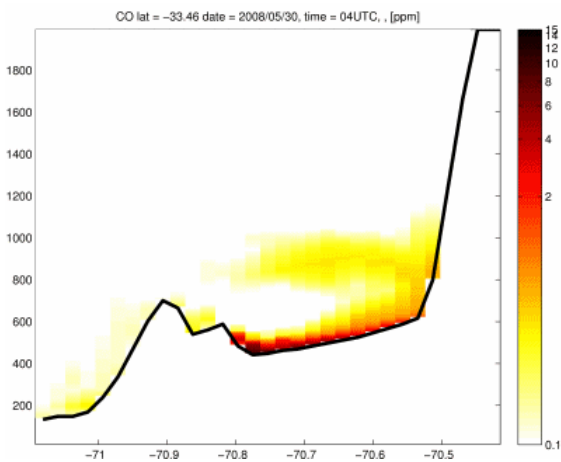
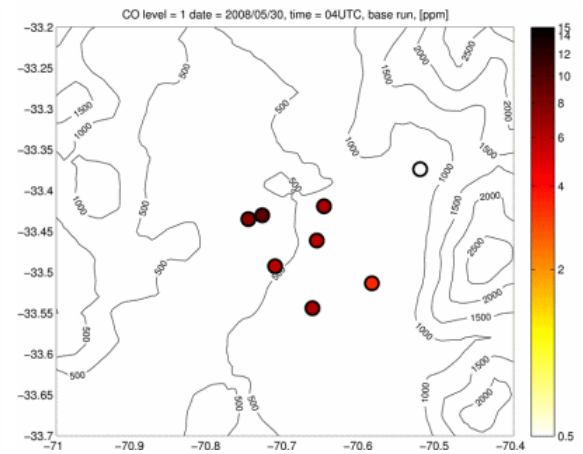
Emisiones (varios días)



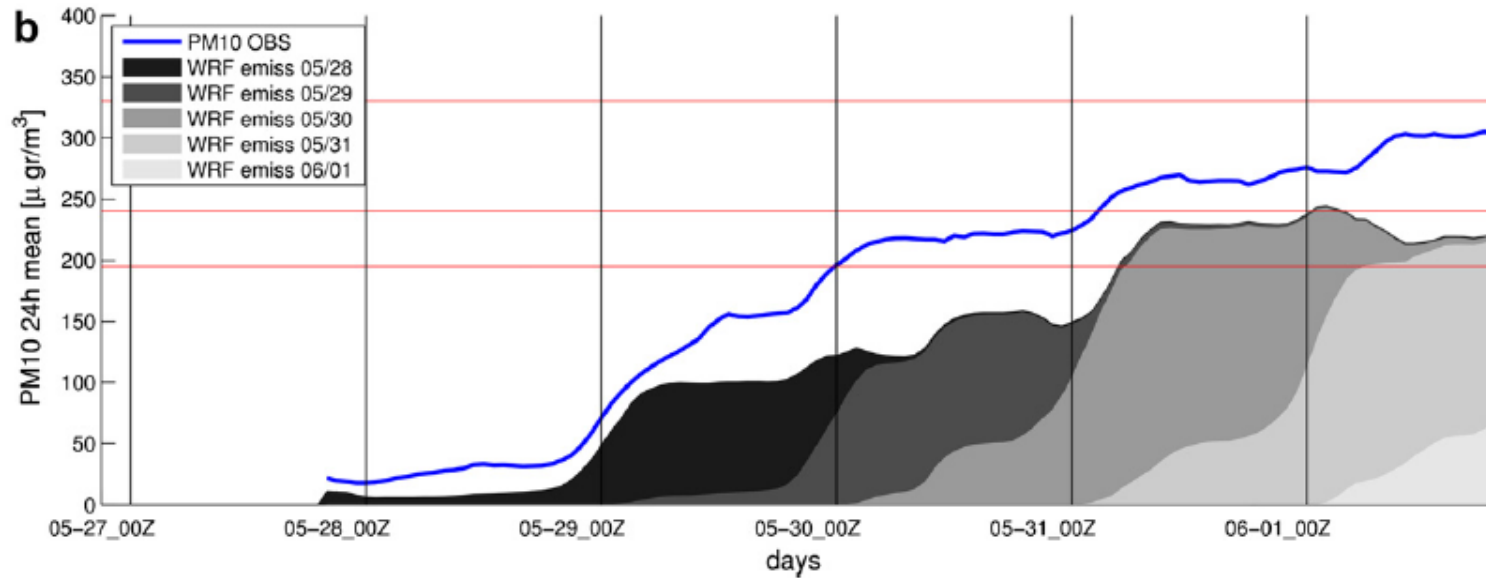
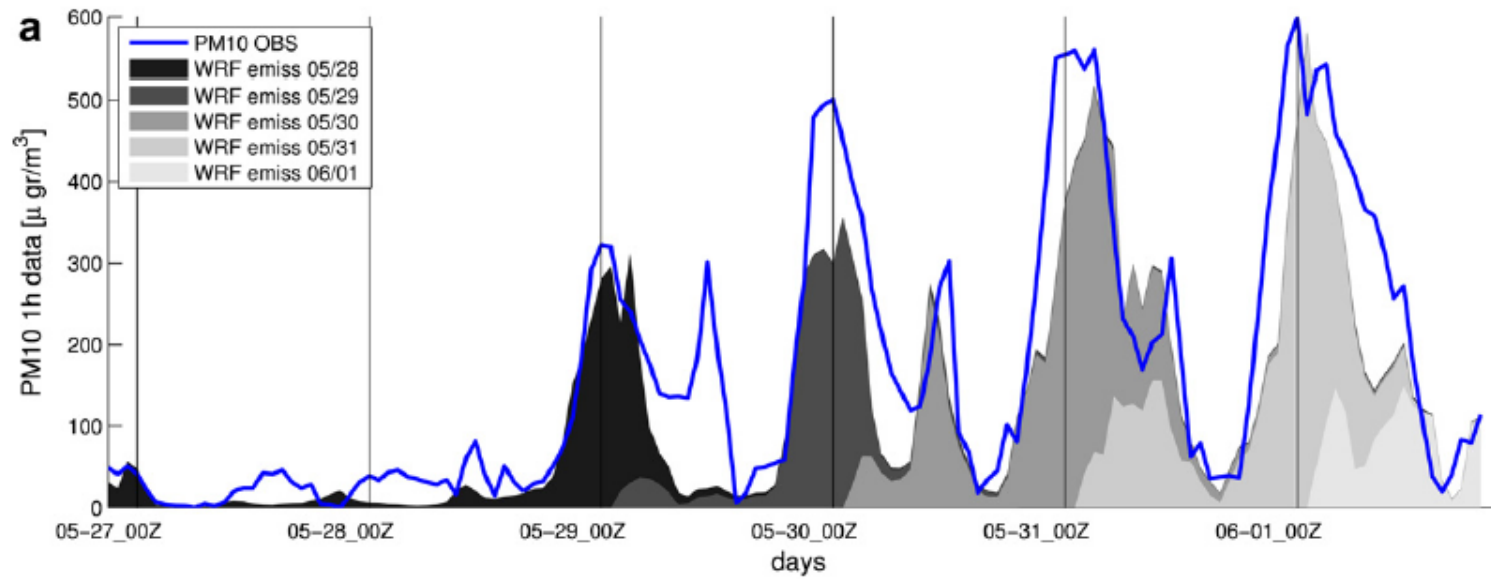
Emisiones (primer día)



Emisiones (segundo día)



Análisis de un Episodio



Herramientas de Evaluación Existentes

- Herramienta de Evaluación de Modelos Atmosféricos
(*Atmospheric Model Evaluation Tool – AMET*)
<http://www.cmascenter.org/> (sólo CMAQ)
- Probador de Modelos de Aerosoles
(*Aerosol modeling testbed – AMT*)
<http://www.pnl.gov/atmospheric/research/aci/amt/>
(sólo WRF-Chem)
- Lenguaje de Comandos NCAR
(*NCAR Command Language NCL*)
<http://www.ncl.ucar.edu>