



Incorporación de un radar meteorológico al sistema de monitoreo de lluvias en tiempo real sobre la Ciudad de México

[Michel Rosengaus Moshinsky \(mickros@mac.com\)](mailto:mickros@mac.com)

Lilia Rossbach Suárez

Marcela Espino López (marcela.espino@rossbach.com.mx)

Nallely González Castil

Javier Espino López

IV Congreso de la Sociedad de Análisis de Riesgos Latinoamericana

“El análisis de riesgos para el diseño de políticas públicas y presupuestales”

29-31 de octubre de 2018

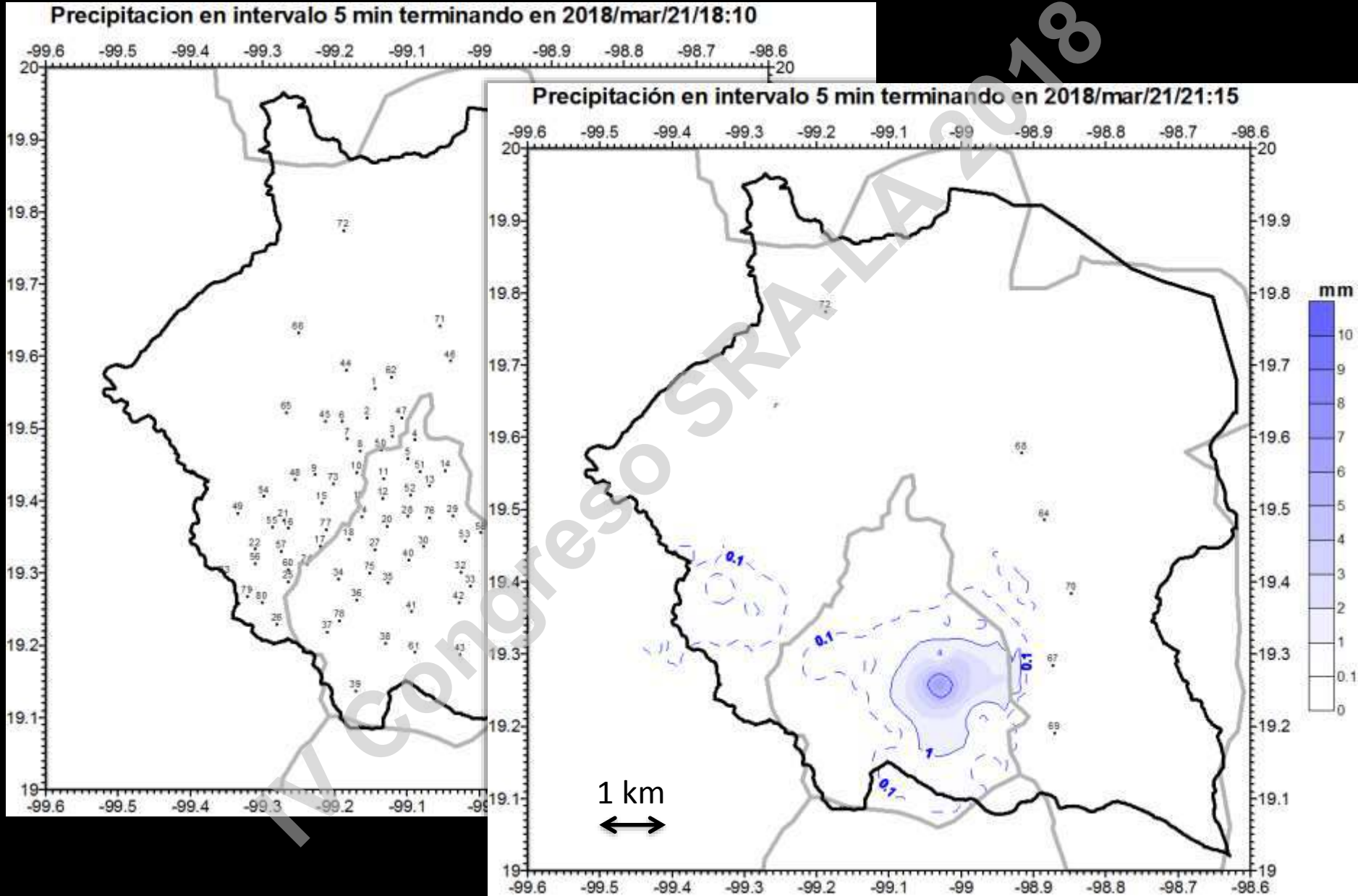
Torre de Ingeniería, Ciudad Universitaria, UNAM

Ciudad de México, México

Antecedentes

- La Ciudad de México (CDMX) se encuentra asentada en una cuenca endorréica que naturalmente tendría una parte importante de su área total cubierta por un lago
- Pero en dicha cuenca se han asentado del orden de 22 millones de habitantes, que requieren de servicios complejos de drenaje pluvial para poder sobrevivir y operar
- Desde hace 30 años el **Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX)** ha operado una red de medición en tiempo real de precipitación pluvial a través de pluviómetros digitales telemétricos
- Desde 1995 el Valle de México ha estado cubierto con el radar meteorológico en el Cerro de la Catedral, diseñado para cubrir todo el centro de México (de costa a costa), pero brindando a la CDMX una baja resolución (2km x 2km) y un nivel mínimo de monitoreo de unos 1500 metros sobre el nivel de la superficie de la ciudad en sí, plasmando las tormentas de interés con un detalle geográfico y temporal insuficiente, subestimando las intensidades de lluvia reales precipitadas sobre el suelo.
- En 2018 SACMEX decidió instalar un radar meteorológico para aplicaciones de hidrología urbana operacional, seleccionando el radar EWR Radar Systems modelo 750, mismo que fue instalado y puesto en operación por Rossbach de México S.A. de C.V. desde el 25 de junio del presente año.

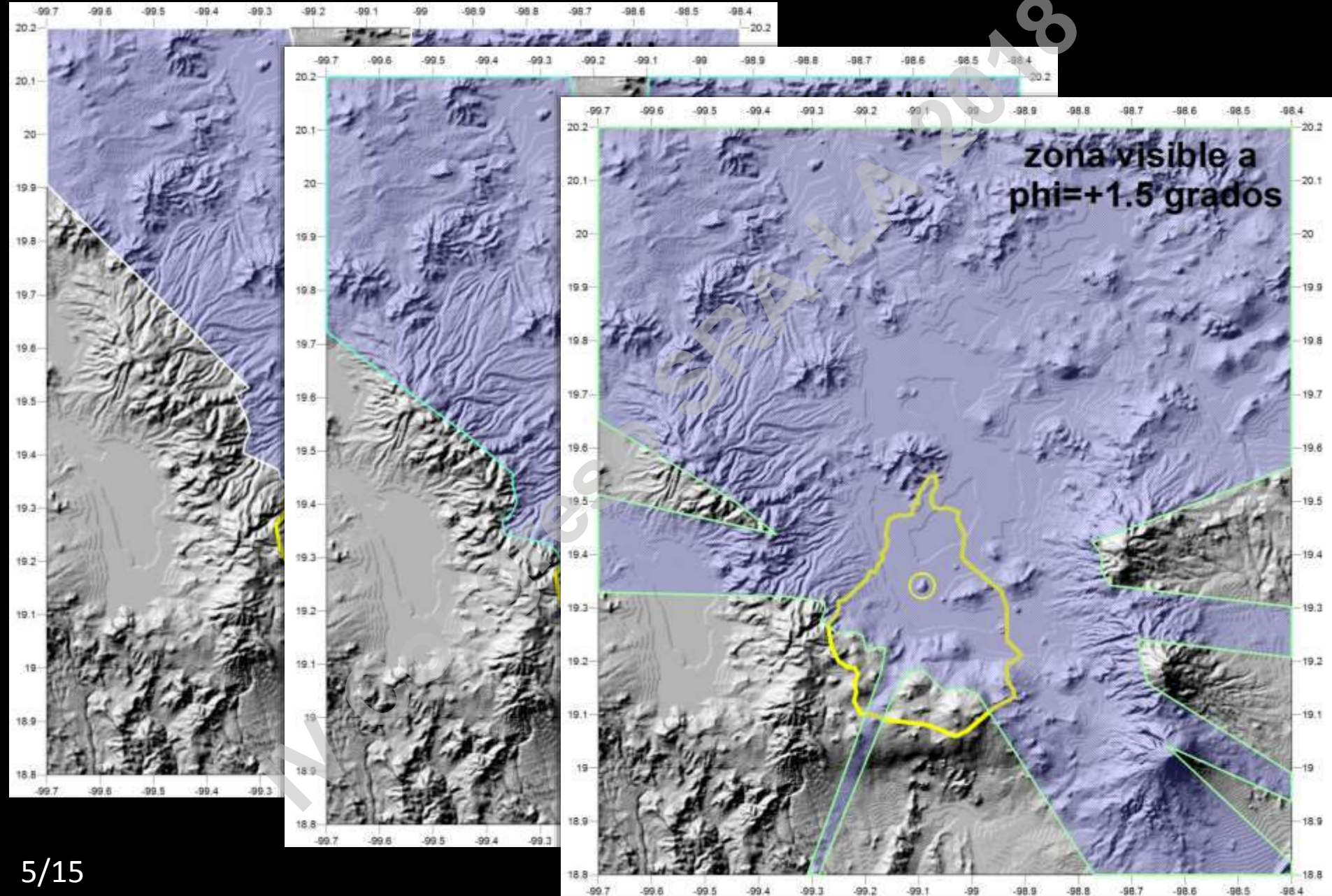
Ejemplo de mapa de isoyetas con la red pluviográfica



La ubicación (Cerro de la Estrella)

- La principal dificultad para instalar un radar meteorológico dentro de una zona urbana es la presencia de múltiples edificaciones que, por un lado bloquean el haz de radar, y por el otro producen ecos falsos múltiples (no atmosféricos) muy intensos
- Por lo que, lo ideal, es que el radar se encuentre por arriba de las edificaciones más altas, pero suficientemente cerca de la superficie del terreno para brindar mediciones de lluvia sobre el terreno fidedignas
- El Cerro de la Estrella es una protuberancia de unos 225 m por arriba del nivel de la ciudad, relativamente aislado, lejos de otros posibles obstáculos orográficos, y casi en el centro geométrico de la CDMX
- Su cima está ocupada por una edificación prehispánica de importancia histórica, religiosa y social, por lo que se instaló sobre una torre de 18 m de altura en una cima secundaria
- El 100% de la CDMX se encuentra en el círculo de 33km alrededor; el 100% de la zona conurbada se encuentra en el círculo de 60 km alrededor; el 100% de la cuenca del Valle de México se encuentra en el círculo de 120 km alrededor de esta ubicación

Relieve topográfico de la zona de interés



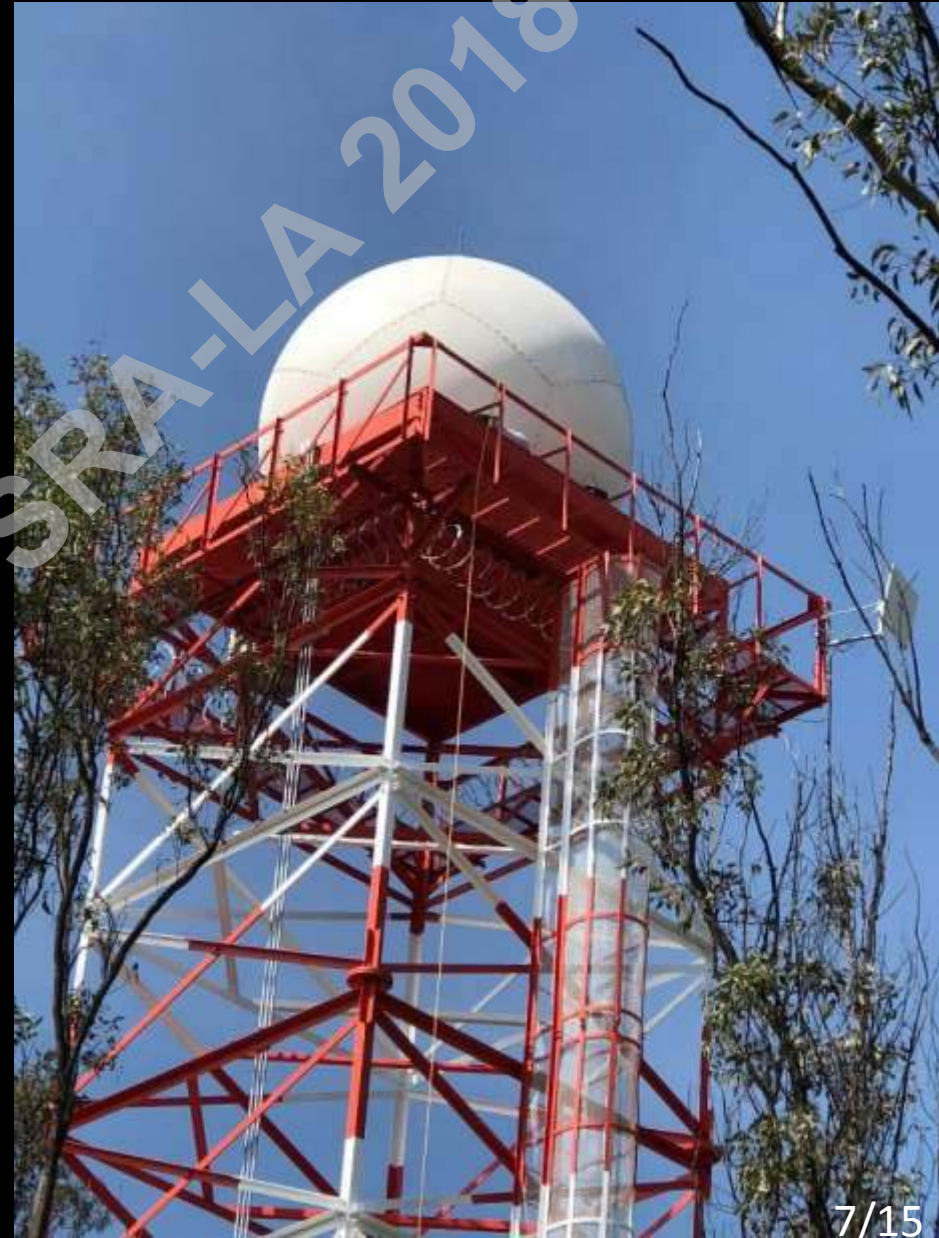
Características del radar EWR-750

- Banda de operación X ($\lambda=3$ cm)
- Baja potencia (1000 watts, ventaja en zona urbana)
- Alcance máximo nominal 150 km (topografía alrededor del Valle de México haría inútil un alcance mayor)
- Operando a 33km, **60km** y 120 km
- Alta resolución radial (150m, **300m**, 750m)
- Alta resolución acimutal y en elevación (1°) con una antena de diámetro 1.8m
- Reflectividad, Doppler y Doble Polarización simultáneos en el mismo barrido
- Barrido volumétrico completo cada 5 min
- Sofisticado procesador (igual a NEXRAD de EUA)
- 100% de estado sólido (estabilidad y bajo mantenimiento)
- Algoritmos de minimización de ecos fijos han funcionado muy bien
- Algoritmos de compensación contra atenuación han funcionado muy bien
- Operación ininterrumpida desde el 25 de junio 2018
- Control y despliegue remotos (desde oficinas SACMEX)
- Sin necesidad de *guías de onda largas* que bajen a caseta de control

Aspecto de la instalación física



EWR-750



El proceso de construcción I



El proceso de construcción II



¿En qué sentido pronostica un radar?

- Para SACMEX resulta importante poder adelantarse a los eventos de lluvia sobre la CDMX
- La mayor parte de las tormentas importantes no tienen su génesis directamente sobre el territorio de la CDMX
- Con el anillo de al menos 27 km alrededor de la CDMX (bajo el modo de operación a 60 km) SACMEX puede adelantarse al inicio de lluvia sobre su área de responsabilidad hasta por unos 60 min
- Aún en el caso de génesis sobre la CDMX existe un cierto retraso entre el inicio del desarrollo de la tormenta y el momento en el que los drenajes alcanzan su capacidad, en este caso minutos, más que una hora
- Como un efecto secundario de este diseño, alrededor de 16 millones de habitantes en el Estado de México, también tienen monitoreadas sus lluvias, aunque ciertamente con menor oportunidad y una ligeramente menor resolución espacial
- Por supuesto la ubicación frecuente de las tormentas (cada 5min) y la capacidad de medir los vientos alejándose o acercándose al radar (Doppler) son muy importantes en este contexto

Proceso operacional

- En este momento 4 sitios reciben la información en tiempo 100% real, conforme la antenna hace el barrido:
 - Oficinas centrales de SACMEX (enlace de microondas)
 - Oficina de Protección Civil de la CDMX
 - El C5 de la CDMX (como punto alterno de control)
 - Rossbach de México (monitoreo y control de calidad)
- Otras instituciones y el público en general tienen acceso a un producto simplificado (máxima reflectividad en la vertical) cada 5 minutos como un loop de los últimos 60 min a través de la página web de SACMEX
- Personal operativo central de SACMEX orienta vía radio y teléfono al personal de campo que está desplegado en hasta 120 campamentos sobre toda la ciudad, hacia dónde movilizarse

Ejemplos de productos reales

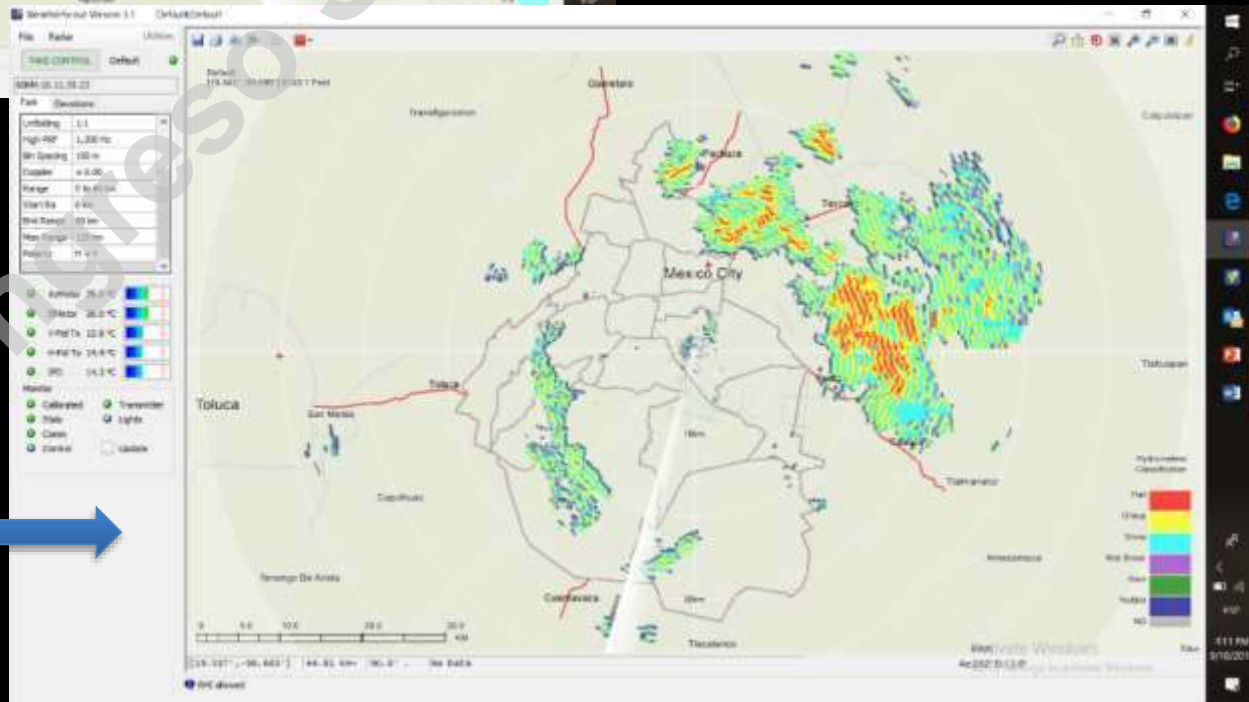
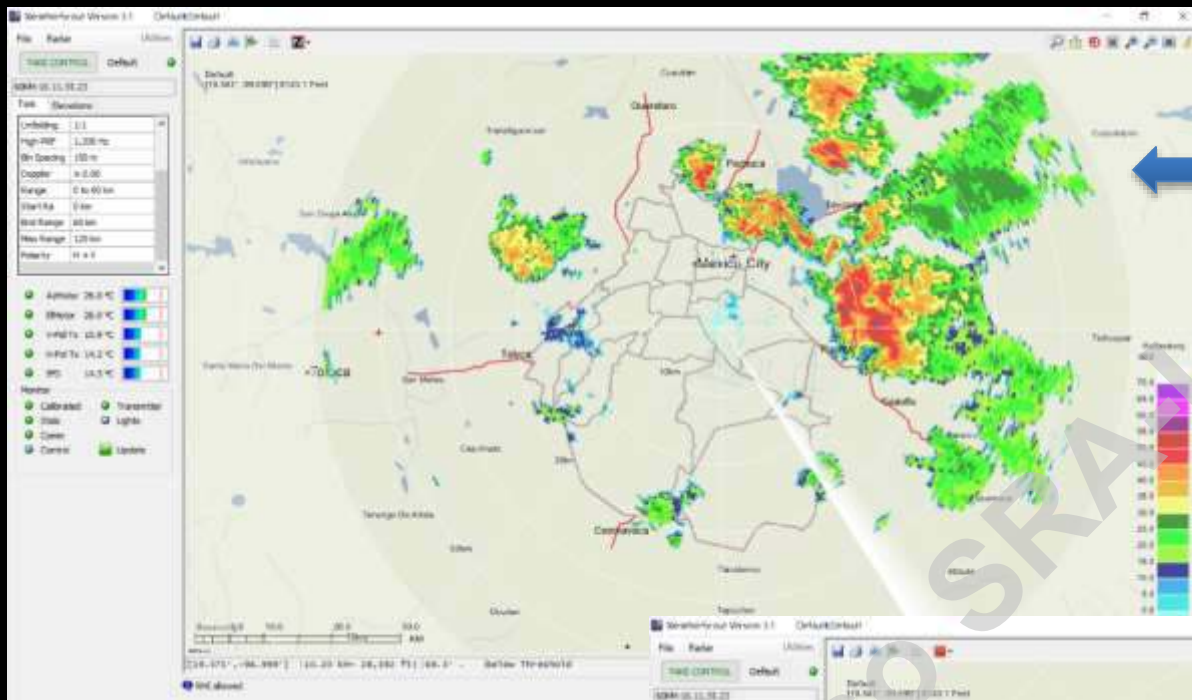
detalles de la
ala
cir,
ed de
io



Di
(u

Clasificación usando doble polarización

Producto de un radar simple (reflectividad con polarización horizontal)



Clasificación del tipo de precipitación utilizando doble polarización (reflectividad horizontal y reflectividad vertical)

Conclusión

- Por un lado el nuevo radar meteorológico de la CDMX es el resultado de una política pública orientada a gestionar los riesgos hidrometeorológicos a los que su población está sujeta.
- Por otro lado, el propio radar meteorológico, abre nuevas ventanas para el análisis de riesgos en el diseño de políticas públicas en el contexto de las capacidades de drenaje necesarias para esta conflictiva cuenca y el manejo de emergencias cuando dichos drenajes llegan a su capacidad límite.



Crédito: se agradece el apoyo recibido por SACMEX an la persona de su Director General, el Ing. Ramón Aguirre y todo su personal pertinente.

¡MUCHAS GRACIAS

POR SU ATENCIÓN!



IV Congreso SRA-LA 2018