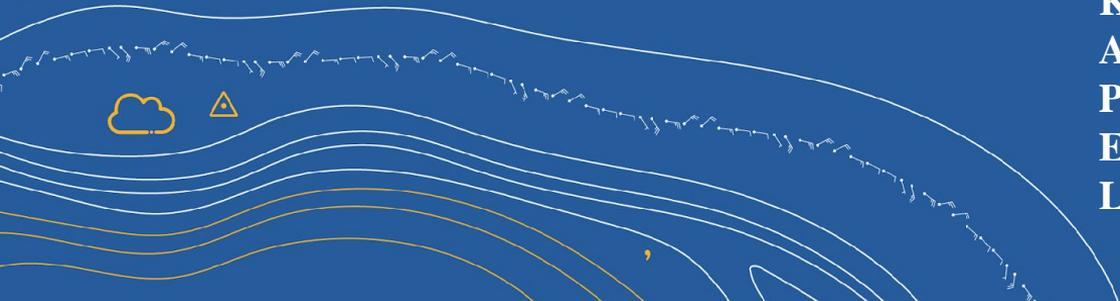




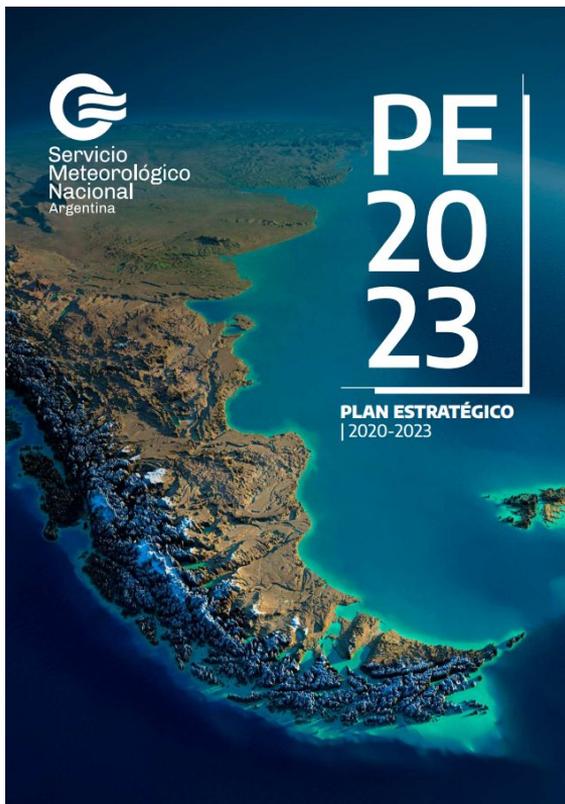
EVALUACIÓN DE DATOS DE PRECIPITACIÓN PROVENIENTES DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS DE TERCEROS PARA SU INCLUSIÓN EN PRODUCTOS Y SERVICIOS DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

Gonzalo M. Díaz
M. Paula Hobouchian
Karina Flores
Agustín Emperador
Pablo Irurzun
Elian Wolfram
Lorena Ferreira

151800Z
18019KT
CAVOK
00/M02
Q0981=



MOTIVACIÓN



NUESTRAS METAS

INFRAESTRUCTURA

Provisión de información meteorológica y ambiental oportuna y de calidad, a través de la modernización de la red de observación, de una mayor afluencia de datos por la integración de redes de terceros y la suma de datos no convencionales, de un procesamiento de datos mejorado y del fortalecimiento de las capacidades tecnológicas y edilicias.

SERVICIOS

Generación de productos y servicios en función de las necesidades de los usuarios, que brinden valor a los argentinos y a sus distintos sectores, orientando a la inversión productiva y, por ende, al desarrollo económico y social del país.

CIENCIA

Aplicación de la ciencia focalizada en la provisión de servicios. La generación de productos y soluciones novedosas que mejoren la predicción a través del uso de modelos y otras herramientas, surgidos a partir de la comprensión de las necesidades de los usuarios, la investigación, la innovación y el pensamiento creativo.

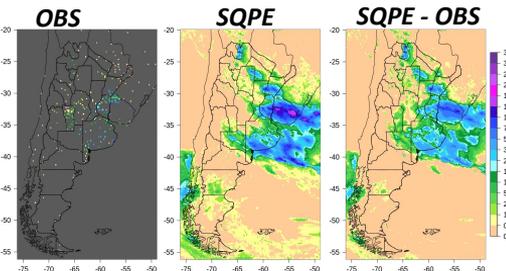
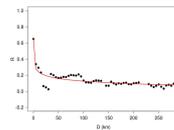
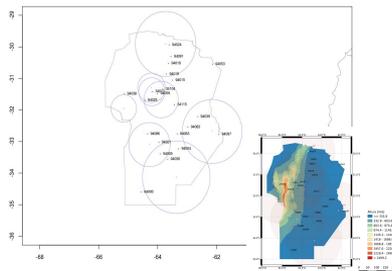
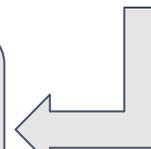
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Gestión eficiente. Tender a una organización ágil, inclusiva y diversa, con un mayor grado de madurez institucional, con una dotación mejor formada y capacitada, con una gestión más eficiente de sus comunicaciones, tanto internas como inter-institucionales, y de sus asociaciones y vinculaciones, para estar mejor preparada para enfrentar los desafíos que se presenten.



Incorporación y puesta en valor de redes de terceros

Programa de explotación de datos de sensores remotos

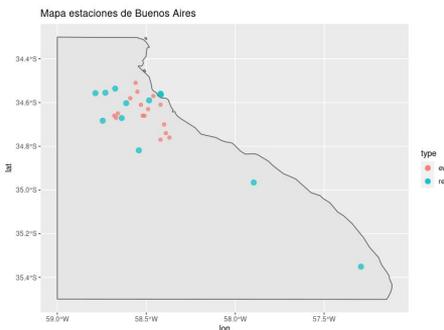
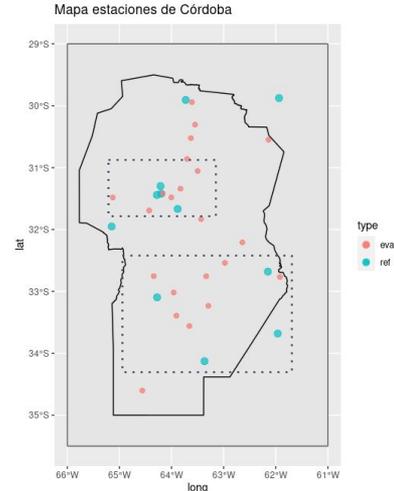


Evaluación de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAs) de terceros

DATOS Y METODOLOGÍA

- Datos de precipitación de 24h de 72 estaciones meteorológicas:
 - 18 de la red convencional SMN (8 en Córdoba y 10 en Buenos Aires)
 - 16 de la red del INA y RHN en Córdoba
 - 38 de la red de EMAs de terceros (22 de la Bolsa de Cereales de Córdoba y 16 de WUNDERGROUND)
- Período de datos:
 - Red de referencia (SMN+INA+RHN) → 2000 - 2020
 - Red a evaluar 1 (Bolsa de Cereales de Córdoba - BCC) → 2012 - 2020
 - Red a evaluar 2 (WUNDERGROUND Bs As) → 2016/2017 - 2020
- Dos experimentos (para Córdoba):
 - Exp. 1: Red de referencia → SMN+RHN+INA → Dos grupos: sin ceros vs [0 vs No-0]
 - Exp. 2: Red de referencia → Dos grupos: SMN+RHN+INA vs SMN región

SMN región



DATOS Y METODOLOGÍA

- Cálculo del coeficiente de correlación de Kendall (Kendall, 1945) estimador más confiable para datos no normalmente distribuidos (Habib et al, 2001; Krajewski et al, 2003) con el fin de determinar grado de relación entre estaciones (Svoboda et al, 2014; Tokay et al, 2014; Sungmin and Foelsche, 2019):

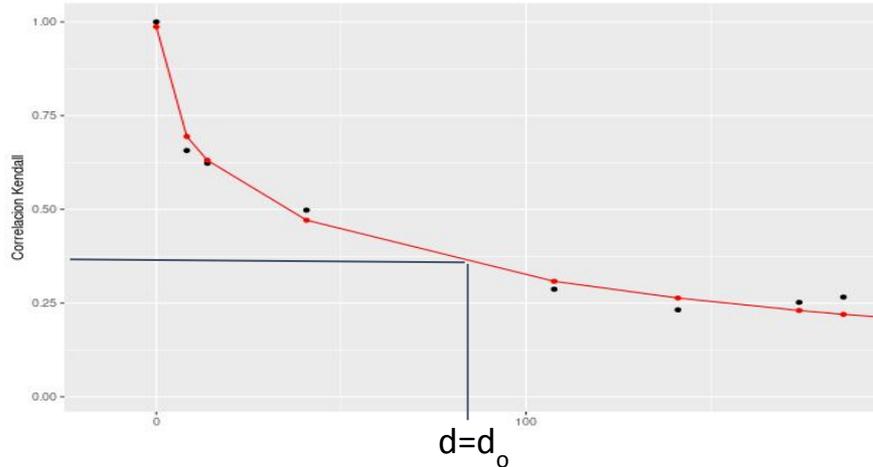
$$r(d) = r_o \cdot \exp \left[- \left(\frac{d}{d_o} \right)^{S_o} \right]$$

- $r(d)$ relación de correlación vs distancia
- r_o , d_o , S_o parámetros de ajuste
- r_o es el parámetro nugget (adimensional) que determina el comportamiento a $d \sim 0$
- d_o es el rango o escala de decorrelación que caracteriza el decaimiento de la correlación
- S_o es el factor de forma (adimensional)

- Limitaciones en los ajustes debido a la **baja densidad** de estaciones:
 - No permite que las correlaciones sean calculadas robustamente en cualquier dirección
 - Según el caso, el ajuste exponencial es pobre debido a la muestra deficiente
 - Al utilizar un umbral de $r = 0.2$ como filtro de correlaciones, algunos ajustes no pueden ser resueltos por falta de puntos.

DATOS Y METODOLOGÍA

- Primero, las correlaciones fueron calculadas entre estaciones de la red de referencia para definir los radios de influencia o distancias de decorrelación



Se define distancia o radio de influencia ($d=d_0$) como el valor en el cual vale $\rightarrow r(d) = r_0 \exp^{-1}$

- Esto permitió calcular un radio de influencia por cada estación de la red de referencia

DATOS Y METODOLOGÍA

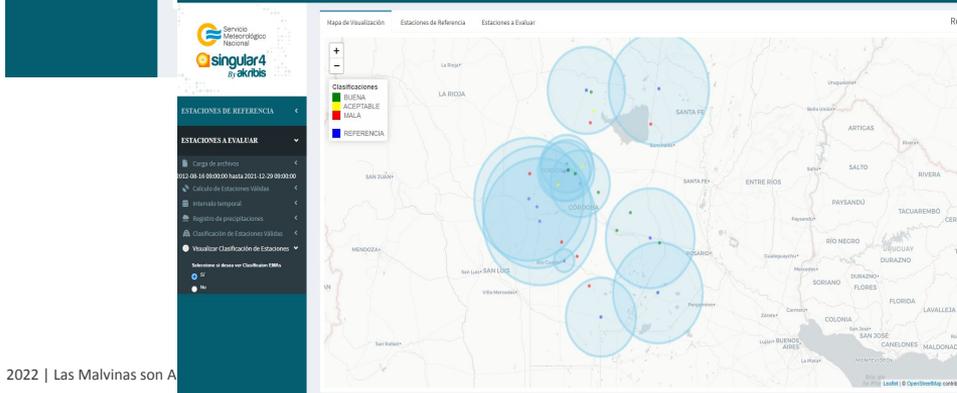
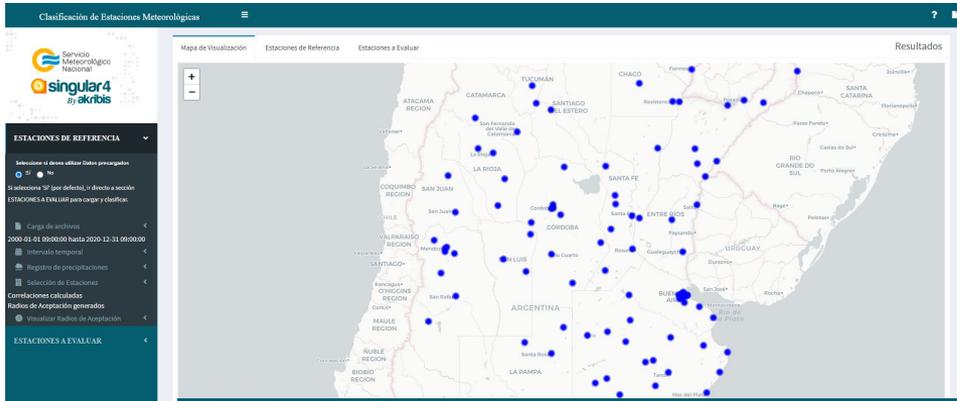
- Luego, se calcularon las correlaciones en base a los radios de influencia:
 - Entre la red a evaluar 1 vs red de referencia (se muestra en RESULTADOS)
 - Entre la red a evaluar 2 vs red de referencia (no se muestra en RESULTADOS)

Nivel de confianza	Condición
1 - ALTO (BUENA)	Si la correlación entre la EMA y las estaciones de referencia más cercanas (que cumplan que $d < d_0$) es MAYOR o IGUAL a 0.37 y la diferencia de altitudes entre la EMA y la estación de referencia es MENOR a 100 metros.
2 - MEDIO (ACEPTABLE)	Si la correlación entre la EMA y las estaciones de referencia más cercanas (que cumplan que $d < d_0$) es MAYOR o IGUAL a 0.37, pero la diferencia de altitudes entre la EMA y la estación de referencia es MAYOR a 100 metros.
3 - BAJO (MALA)	Si la correlación entre la EMA y las estaciones de referencia más cercanas (que cumplan que $d < d_0$) es MENOR a 0.37.

Criterio de confianza propuesto según la tabla, al cual se suma una condición sobre la altitud de las estaciones (Veiga y otros, 2014)

WEB APP (herramienta de cálculo)

- Proyecto FONTAR - Desarrollo de servicios para evaluación integral de redes meteorológicas apoyado en tecnología de la Industria 4.0



ID Estación	Longitud	Latitud	Radio Aceptación [Km]
87162	-55.60	-22.10	128.09
87105	-64.33	-23.16	42.48

AJUSTE DE CORRELACIONES
Una vez calculadas las correlaciones, aquí puede visualizar el ajuste realizado entre la distancia y la correlación entre estaciones tomando como centro a la estación que seleccione. Los resultados corresponden al intervalo temporal que va desde 2009-01-01 09:00:00 hasta 2022-01-01 09:00:00

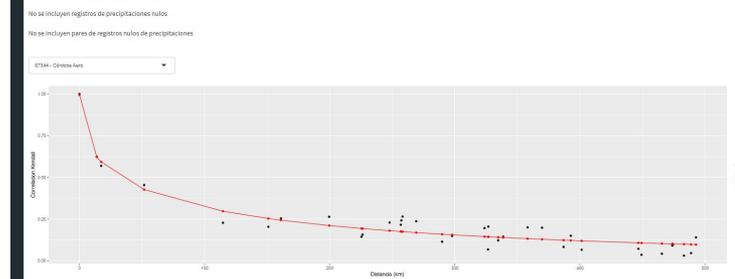


TABLA RADIOS ACEPTACION
Una vez calculadas las correlaciones, muestra propiedades geográficas de las estaciones y el Radio de Aceptación. Los resultados corresponden al intervalo temporal que va desde 2012-03-01 09:00:00 hasta 2020-12-31 09:00:00

ID Estación	Longitud	Latitud	Radio Aceptación [Km]
87107	-55.60	-22.10	128.09
87106	-64.33	-23.16	42.48

No se incluyen registros de precipitaciones nulos.
No se incluyen pares de registros nulos de precipitaciones.

ID Ref	Nombre Ref	ID Evaluada	Nombre Evaluada	Longitud	Latitud	Distancia [km]	DIFF Altitud [m]	Correlación	Clasificación
87487	Marcos Juárez Aero	84097	General Roca	-61.92	-32.77	23.81	21.00	0.48	BUENA
87468	Venado Tuerto Aero	84097	General Roca	-61.92	-32.77	101.38	15.00	0.38	BUENA
87344	Va. de María del Río Seco	84095	Las Ánimas	-63.55	-30.31	47.54	179.00	0.40	ACEPTABLE
4228	El Manzano	84088	Alta Gracia	-64.34	-32.75	66.11	1295.00	0.33	MALA
4212	Las Tapas	84088	Alta Gracia	-64.34	-32.75	62.37	1698.00	0.54	MALA
87328	Va. Dolores Aero	84088	Alta Gracia	-64.34	-32.75	117.08	17.00	0.32	MALA
87487	Marcos Juárez Aero	84085	Balnearios	-62.07	-32.54	78.87	47.00	0.44	BUENA
87354	Laboulaye Aero	84038	Huanchilla	-63.06	-33.56	69.43	38.00	0.29	MALA
4228	El Manzano	84021	Ciudad	-63.98	-33.02	113.42	1487.00	0.34	MALA
4228	El Manzano	84059	Toledo ZR	-64.00	-31.48	123.78	1425.00	0.14	MALA
4212	Las Tapas	84059	Toledo ZR	-64.00	-31.48	113.27	1805.00	0.13	MALA
87328	Va. Dolores Aero	84059	Toledo ZR	-64.00	-31.48	130.39	158.00	0.36	MALA
87348	Córdoba Aero	84059	Toledo ZR	-64.00	-31.48	18.38	113.00	0.54	ACEPTABLE
87345	Córdoba Obs.	84059	Toledo ZR	-64.00	-31.48	19.57	43.00	0.54	BUENA
87347	Escuela de Aviación Militar Aero	84059	Toledo ZR	-64.00	-31.48	26.66	113.00	0.45	ACEPTABLE
87349	Pilar Obs.	84059	Toledo ZR	-64.00	-31.48	23.79	41.00	0.53	BUENA
87327	Ceres Aero	84055	Colonia 10 de Julio	-62.14	-30.55	77.13	7.00	0.30	MALA
87487	Marcos Juárez Aero	84039	San Antonio de Lito	-62.64	-32.21	69.63	16.00	0.40	BUENA
4228	El Manzano	84038	Ambul ZR	-65.13	-31.48	101.20	701.00	0.15	MALA
4212	Las Tapas	84038	Ambul ZR	-65.13	-31.48	70.55	1201.00	0.16	MALA
87328	Va. Dolores Aero	84038	Ambul ZR	-65.13	-31.48	82.02	489.00	0.34	MALA
4228	El Manzano	84025	Alta Gracia	-64.41	-32.49	86.28	1288.00	0.14	MALA
4212	Las Tapas	84025	Alta Gracia	-64.41	-32.49	66.68	1698.00	0.16	MALA
87328	Va. Dolores Aero	84025	Alta Gracia	-64.41	-32.49	73.94	9.00	0.33	MALA
87344	Córdoba Aero	84025	Alta Gracia	-64.41	-32.49	48.42	62.00	0.53	BUENA
87345	Córdoba Obs.	84025	Alta Gracia	-64.41	-32.49	37.22	132.00	0.53	ACEPTABLE



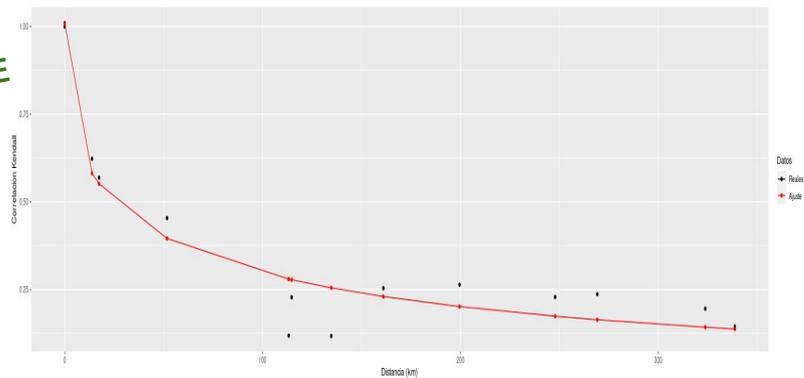
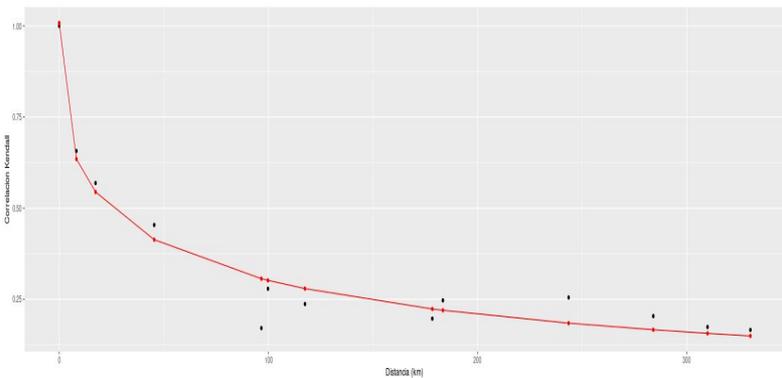
RESULTADOS

Experimento 1

Red de referencia → SMN+RHN+INA → Dos grupos: sin ceros vs [0 vs No-0]

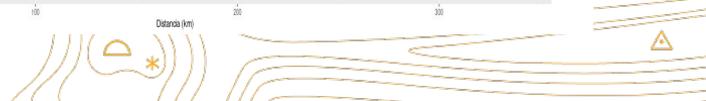
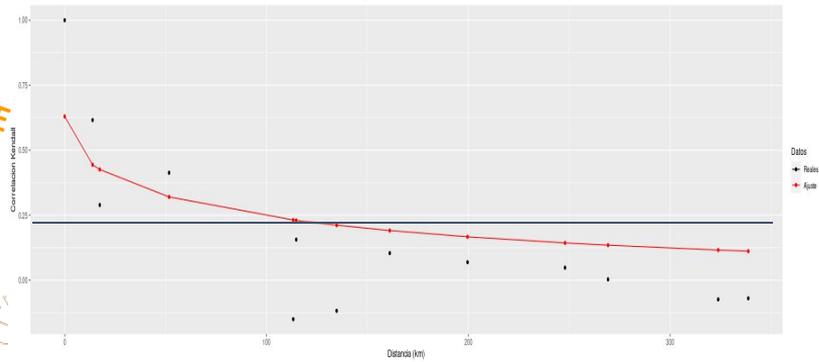
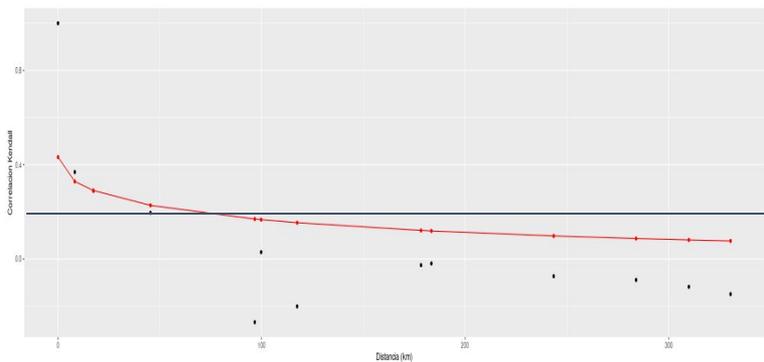
AJUSTES sin considerar 0s

BUEN AJUSTE



AJUSTES considerando [0 vs No-0]

MAL AJUSTE

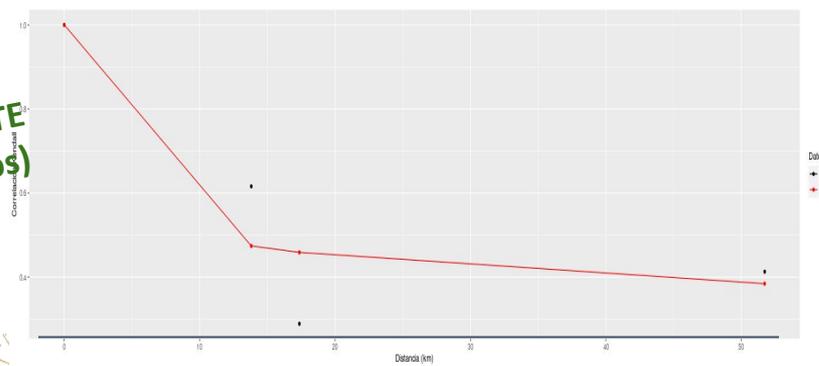
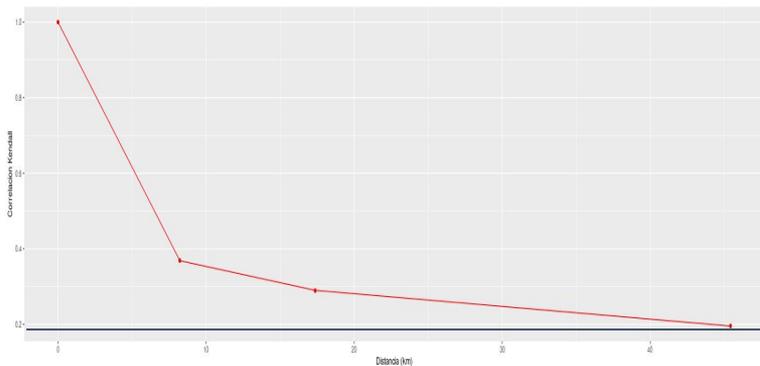
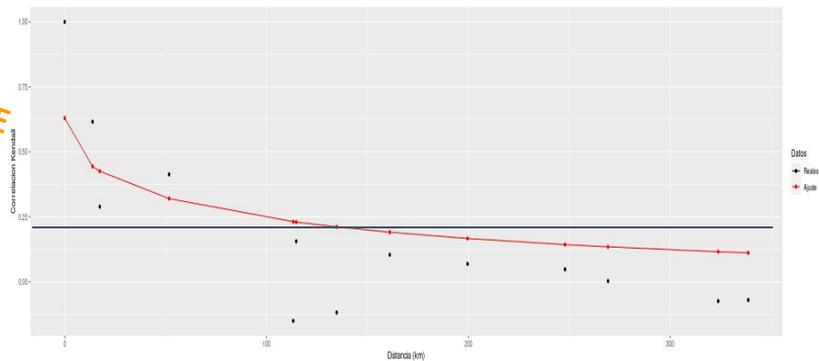
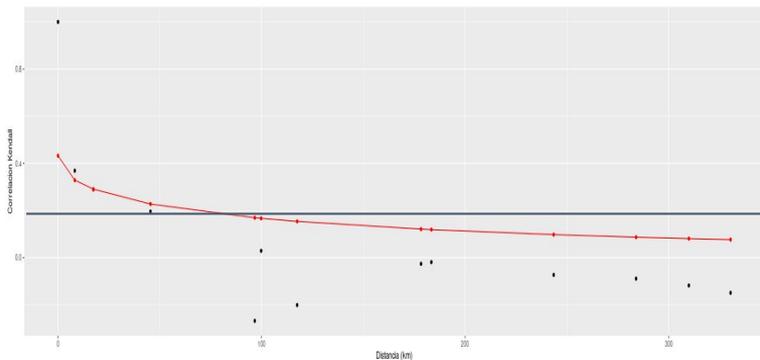


RESULTADOS

Experimento 2

Red de referencia → Dos grupos: SMN+RHN+INA vs SMN región

AJUSTES considerando [0 vs No-0]



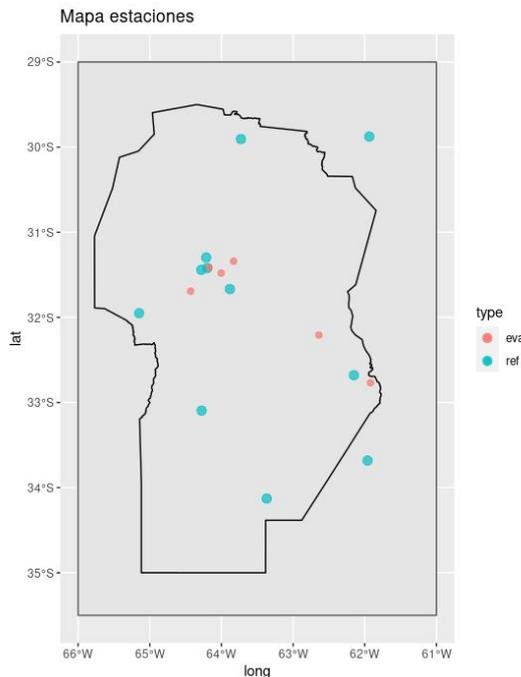
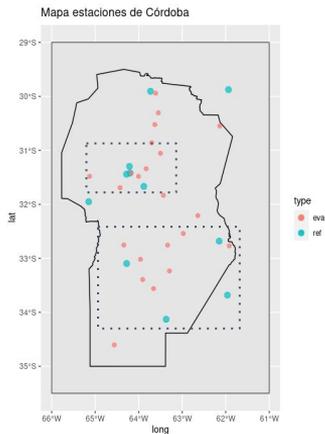
RESULTADOS

Experimento 2

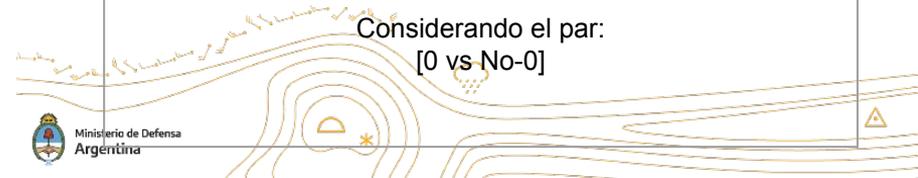
Red de referencia → Dos grupos: SMN+RHN+INA vs SMN región

estaciones de referencia:
SMN+RHN+INA

estaciones de referencia:
SMN región

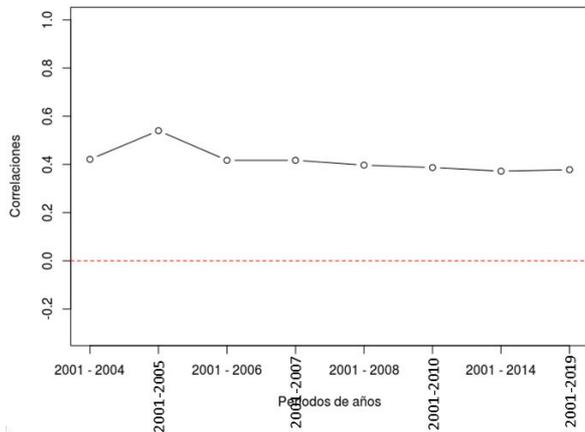


1 - ALTO (BUENA)	Cordoba Toledo ZR Alta Gracia Monte Cristo ZR San Antonio de Litin General Roca San Antonio de Litin General Roca
2 - MEDIO (ACEPTABLE)	Toledo ZR Monte Cristo ZR
3 - BAJO (MALA)	Huanchilla Alejandro Roca Santa Eufemia Huanchilla Alejandro Roca Santa Eufemia
Entre ALTO y BAJO	Cordoba Toledo ZR Alta Gracia Monte Cristo ZR

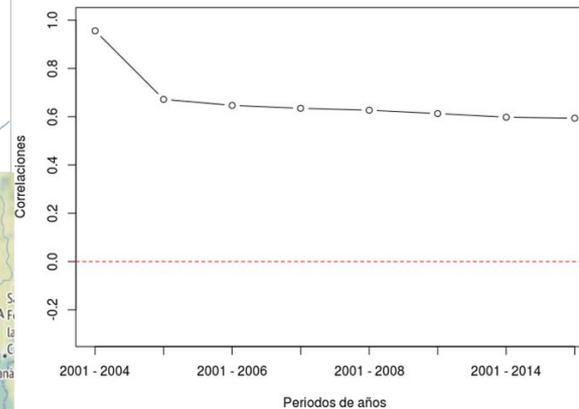


RESULTADOS

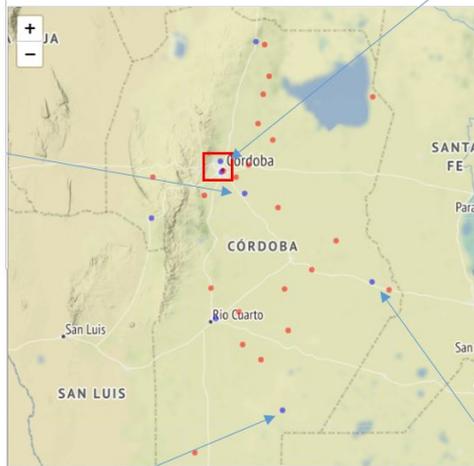
367 vs PILAR OBS.



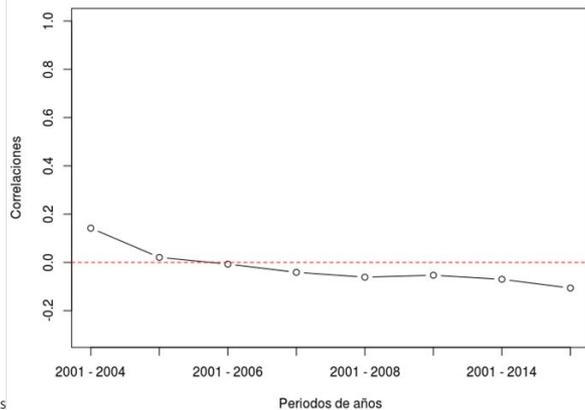
367 vs CORDOBA OBSERVATORIO



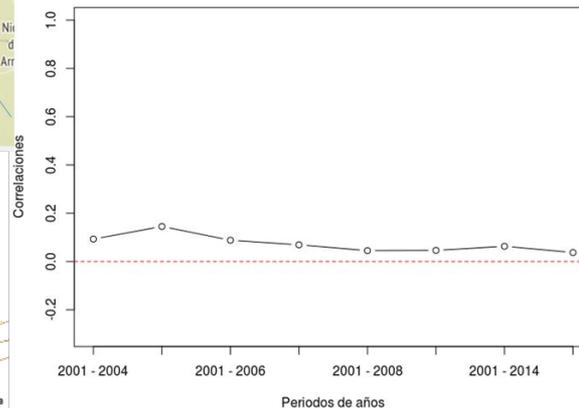
367 – Córdoba AERO



367 vs LABOULAYE AERO



367 vs MARCOS JUAREZ AERO



CONCLUSIONES

- Una distribución espacial deficiente de la red de referencia perjudica la robustez de las distancias de decorrelación o radios de influencia.
- Para poder considerar más puntos en los ajustes puede disminuirse el umbral de 0.2 a 0.1 y evaluar la posibilidad de ir sumando estaciones de referencia a las EMAs que hayan sido catalogadas como confiables.
- Las correlaciones son mayores al no considerar los 0s en las series. Debido a que hay menos pares [0 vs No-0] y por lo tanto los pares discordantes son menores frente a los concordantes y la correlación de Kendall es mayor.
- Al disminuir la red de referencia y forzar un mejor ajuste, la evaluación de las EMAs muestra mejores resultados. Eso se debe a que los radios de influencia son menores y las correlaciones con las EMAs ocurren con estaciones más cercanas. Sin embargo, hay que considerar que estos ajustes son generados con una muestra de puntos deficiente.
- En cuanto a las clasificaciones de redes:
 - Las clasificaciones de las estaciones de Bolsa de Cereales de Córdoba mostraron que las estaciones General Roca, San Antonio Litin, Cordoba, Toledo ZR, Alta Gracia y Monte Cristo ZR presentan señales de buen ajuste con la red de referencia. Mientras que Huanchilla, Alejandro Roca y Santa Eufemia muestran un mal ajuste (nivel de confianza BAJO).
 - Las clasificaciones de las estaciones de WUNDERGROUND mostraron inicialmente malos ajustes (nivel de confianza BAJO) con respecto a la red de referencia.
- Cabe destacar la importancia de mejorar el muestreo espacial de puntos agregando más puntos de observación a la red de referencia propuesta.



A FUTURO....

- Intentar expandir la red de referencia a partir de otras redes con mayor confiabilidad que las redes de terceros con el fin de mejorar el muestreo de puntos y los ajustes.
- Expandir la red de referencia en función a las estaciones de terceros que muestran un buen ajuste con sus estaciones vecinas.
- Evaluar otro tipo de coeficientes de correlación como se encuentra en la bibliografía (Pearson, Spearman, etc.) u otros tipos de control.
- Otras ideas: mejorar las correlaciones considerando pares [0 vs No-0] a partir del uso de información de radar y disminuir la cantidad de pares [0 vs No-0] que puedan disminuir la cantidad de pares discordantes.
- Analizar los ajustes de decorrelación de otras variables (temperatura, humedad, viento, presión, etc.).



151800Z
18019KT
00/M02
Q0981=
CAVOK
151800Z



150 SMN Argentina
Con vos en el tiempo



Ministerio de Defensa
Argentina

Dorrego 4019 (C1425GBE) Buenos Aires . Argentina
Tel: (+54 11) 5167-6767. smn@smn.gov.ar

www.smn.gov.ar

