

PRONÓSTICO DE LAS HORAS MENSUALES EN QUE EL SISTEMA PORTUARIO DE LA BAHÍA QUINTERO SE ENCONTRARÁ CERRADO MEDIANTE UN MODELO DE SERIES DE TIEMPO

Defensa de Proyecto para optar al Título de Ingeniero Civil Oceánico

Introducción



Sistema
portuario



Bahía de
Quintero



Fuente: www.ultramar.cl



Introducción

Los puertos desempeñan un rol fundamental para el crecimiento económico nacional

- Movilizan cerca 95% de la carga que se importa y exporta

En la bahía de Quintero se emplazan una serie de infraestructuras portuarias

- Gran importancia energética

Introducción



Operativas estas infraestructuras



Periódicamente obras de
mantención, conservación,
mejoramiento y/o
modernización



Limpieza de fouling marino
en los pilotes, repintado de
pilotes, inspección de
cadenas de boyas



Revisión de sistemas de
fondeo, reparación de
pavimentos, limpieza de
excrementos de pájaros



Inspección de la corrosión
en las estructuras y equipos
mecánicos



Entre otras varias

Introducción



PLANIFICACIÓN



OPERATIVIDAD DE
CADA
INFRAESTRUCTURA



COSTO DE LA
INVERSIÓN



TIEMPO

Introducción



Cierre de puerto



Capitanías de Puerto



Tránsito de Naves
Mayores o Menores



DIRECTEMAR



Correcto desarrollo
de las actividades



Estado de
Puerto

Abierto
Cerrado

Introducción





Objetivos

General

- Pronosticar las horas mensuales en que el sistema portuario de la bahía Quintero se encontrará cerrado mediante un análisis de series de tiempo.

Específicos

- Analizar los datos históricos de las horas mensuales en que el sistema portuario de la bahía de Quintero se encuentra cerrado para naves mayores y naves menores.
- Desarrollar un modelo de series de tiempo que permita representar de manera adecuada los datos históricos.
- Pronosticar las horas mensuales en que el sistema portuario de la bahía de Quintero se encontrará cerrado para naves mayores y menores en base al modelo.

Fundamento teórico: Análisis Estadístico





Fundamento teórico: Análisis de series de tiempo

Desarrollar un pronóstico

- Recolección de datos anteriores
- Durante varios periodos



El conjunto de datos resultantes

- Serie de tiempo



El propósito del análisis de las series de tiempo

- Predecir o proyectar los valores futuros de la variable
- A partir de observaciones anteriores

Fundamento teórico: Análisis de series de tiempo

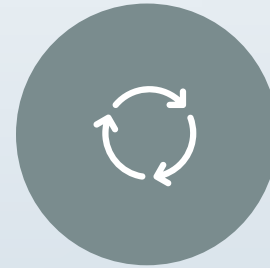
- Todas las series de tiempo tienen al menos uno de estos cuatro componentes:



TENDENCIA



VARIACIONES
ESTACIONALES



VARIACIONES
CÍCLICAS



VARIACIONES
IRREGULARES



Fundamento teórico: Análisis de series de tiempo

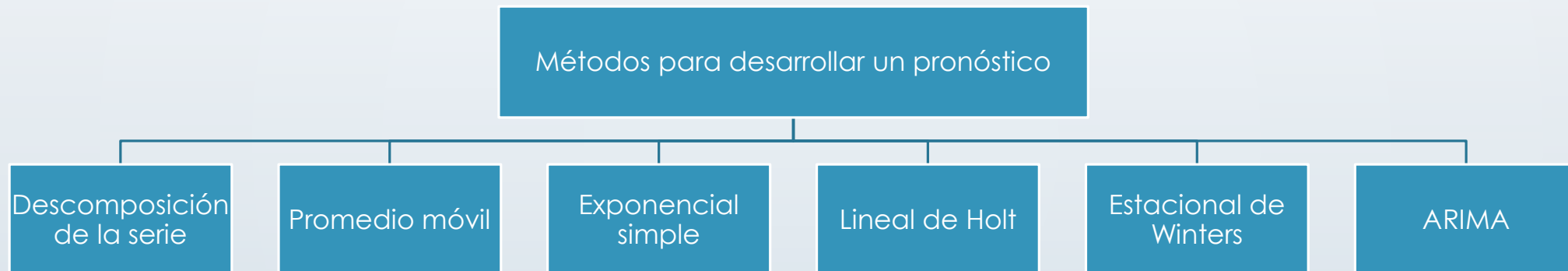


Cuando se mide una variable a lo largo del tiempo, con frecuencia las observaciones en diferentes periodos están relacionados o correlacionados.

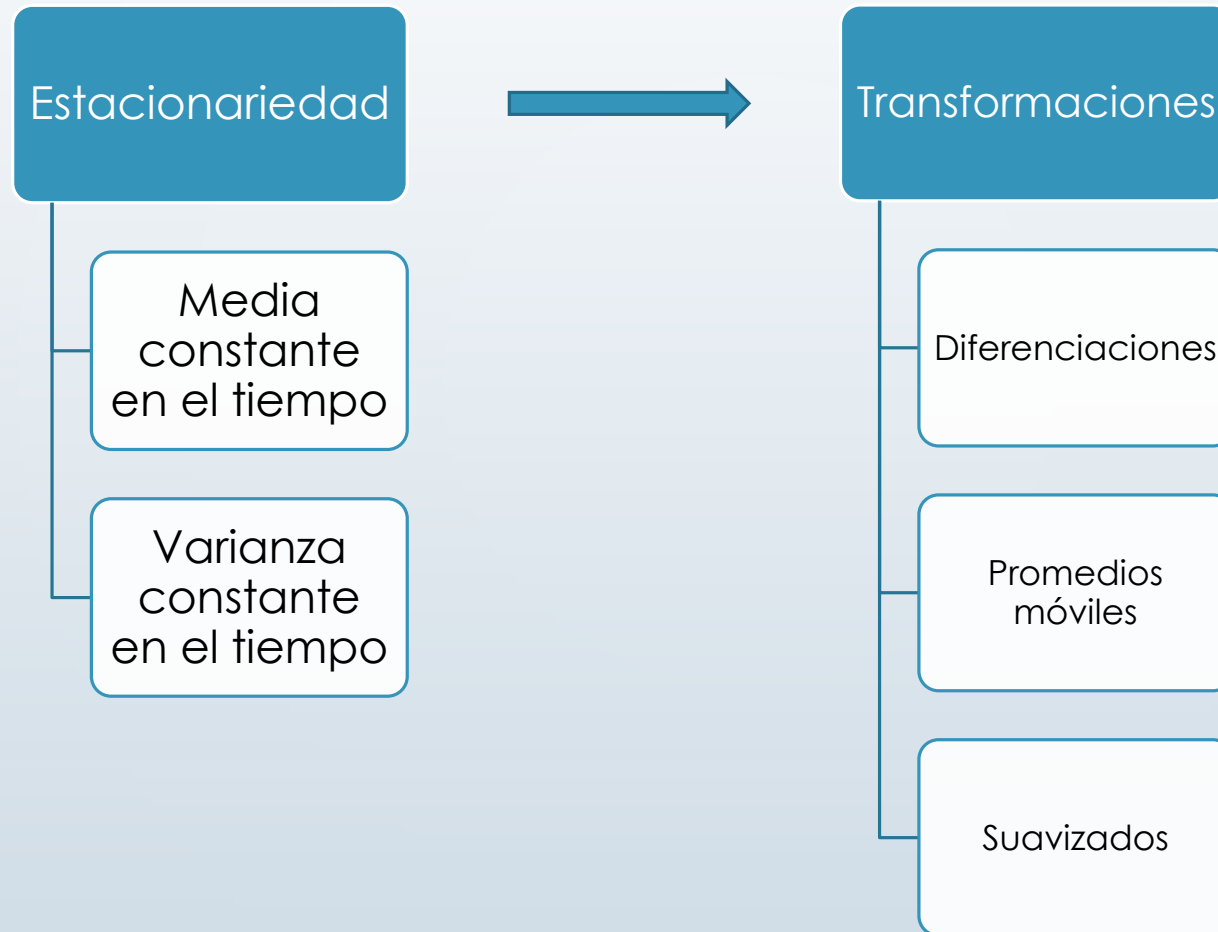


Si existe autocorrelación entonces se puede realizar un pronóstico mediante métodos autoproyectivos.

Fundamento teórico: Análisis de series de tiempo



Fundamento teórico: Análisis de series de tiempo



Fundamento teórico : Análisis de series de tiempo





Fundamento teórico : Análisis de series de tiempo





Metodología

Análisis del estado del puerto.

Estadística de la situación marítima portuaria de la Capitanía de Puerto Quintero.

Enero del año 2009 hasta diciembre del año 2018.

Estado del puerto:

1. Abierto – Condiciones normales (en adelante ACN).
2. Cerrado para movimiento de naves mayores (en adelante CNM).
3. Cerrado para naves menores fuera de la bahía (en adelante CNMF).
4. Cerrado para naves menores fuera y dentro de la bahía (en adelante CNMFD).
5. Paralización de actividades (en adelante PA).

Estudios de maniobrabilidad.

Metodología



ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

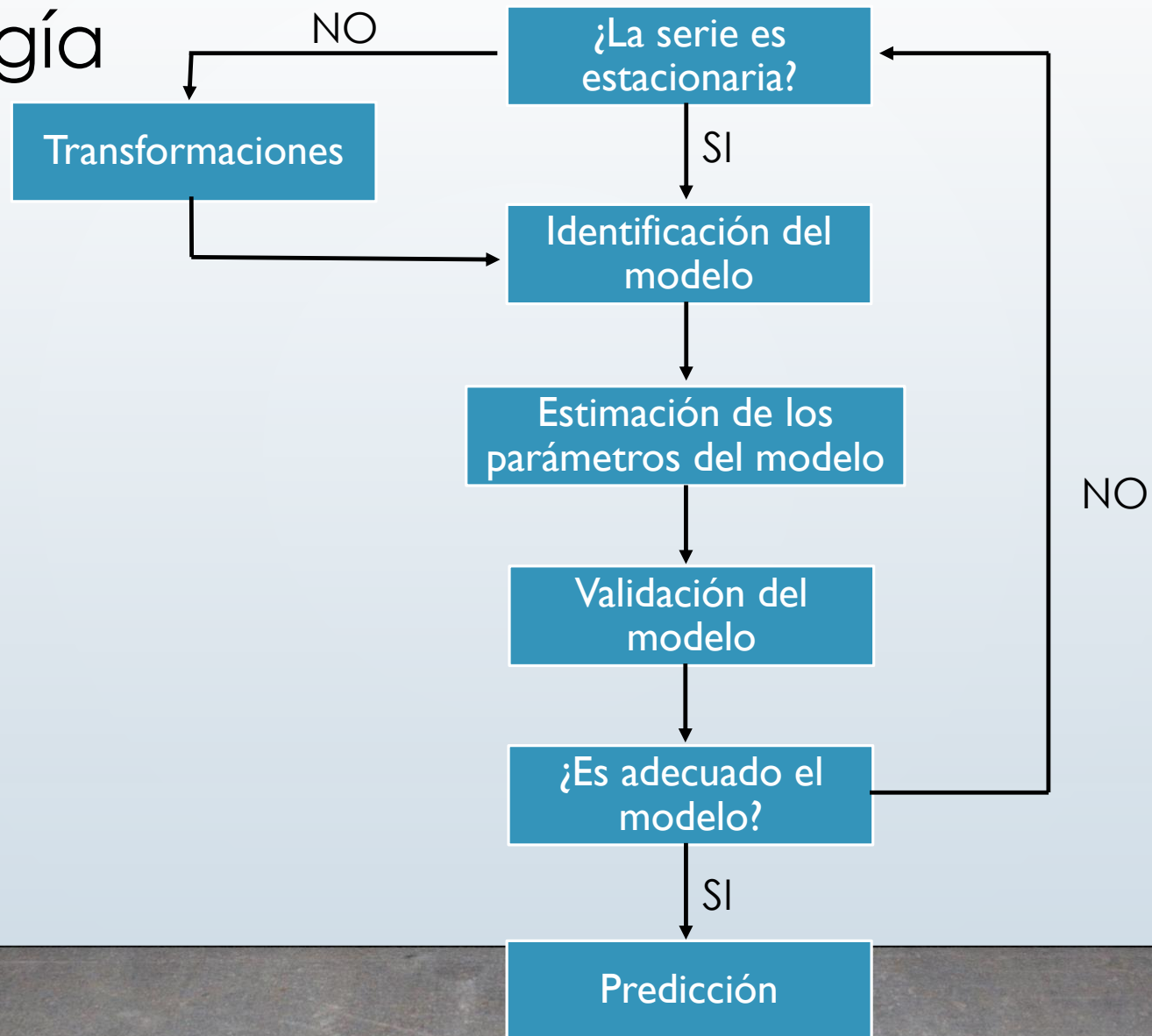


DESARROLLO DE UN MODELO
DE SERIES DE TIEMPO

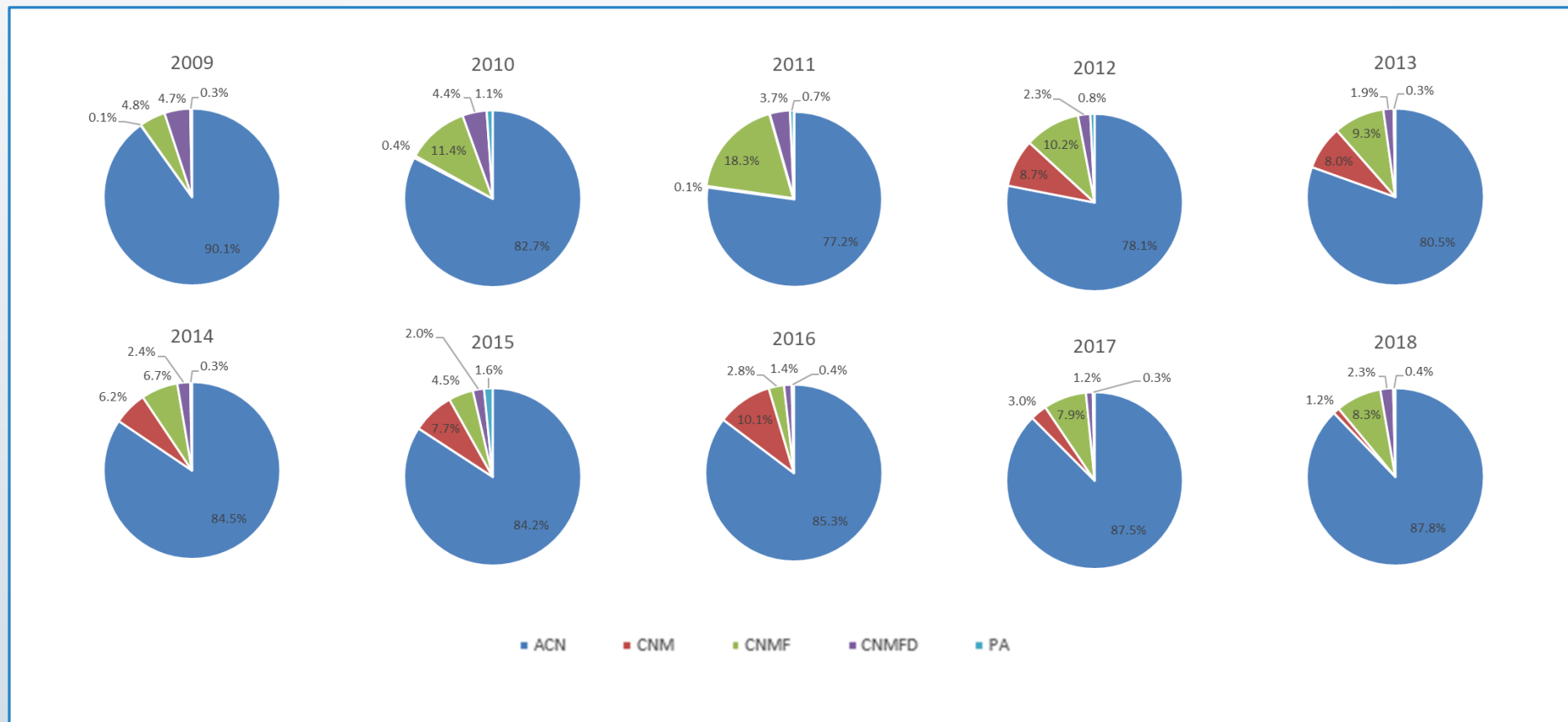


PRONÓSTICO EN BASE AL
MODELO

Metodología



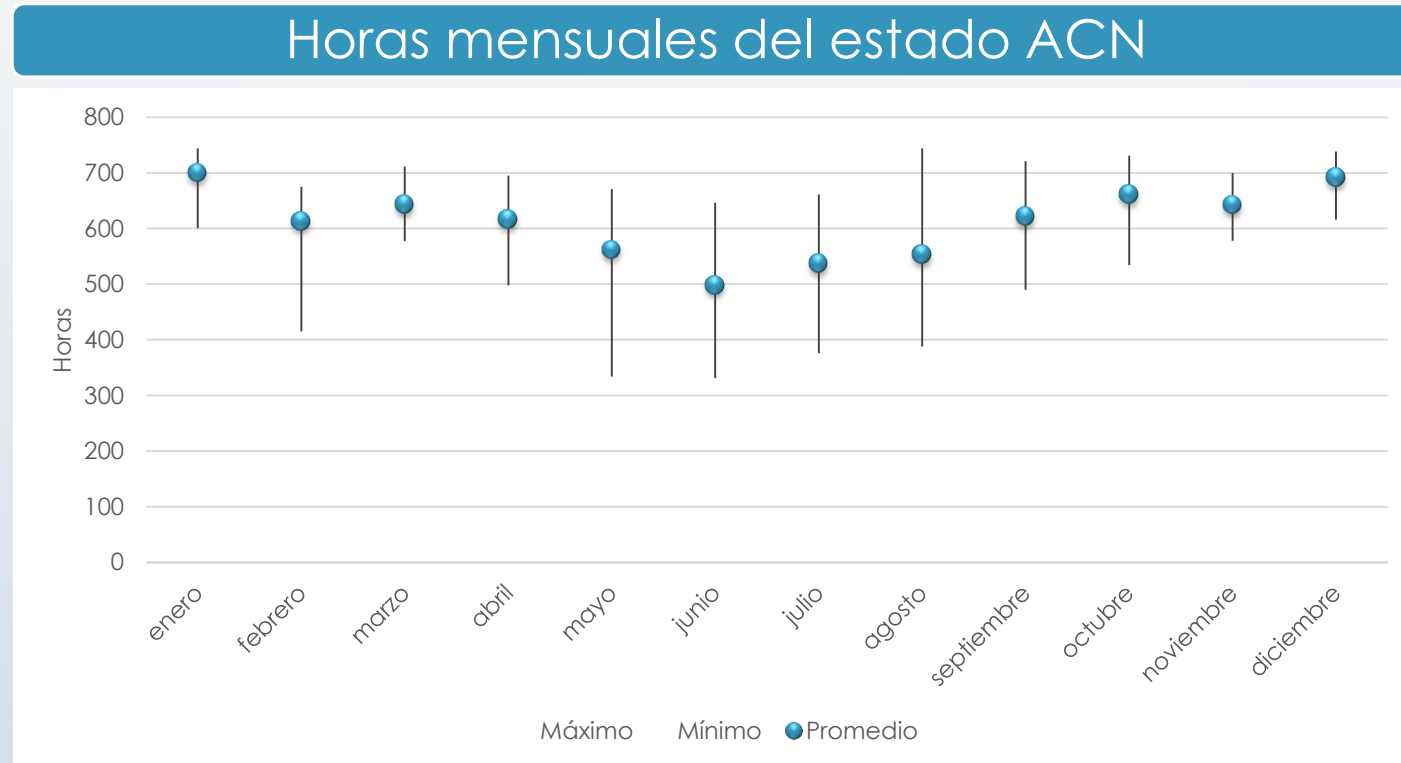
Resultados: Análisis datos históricos



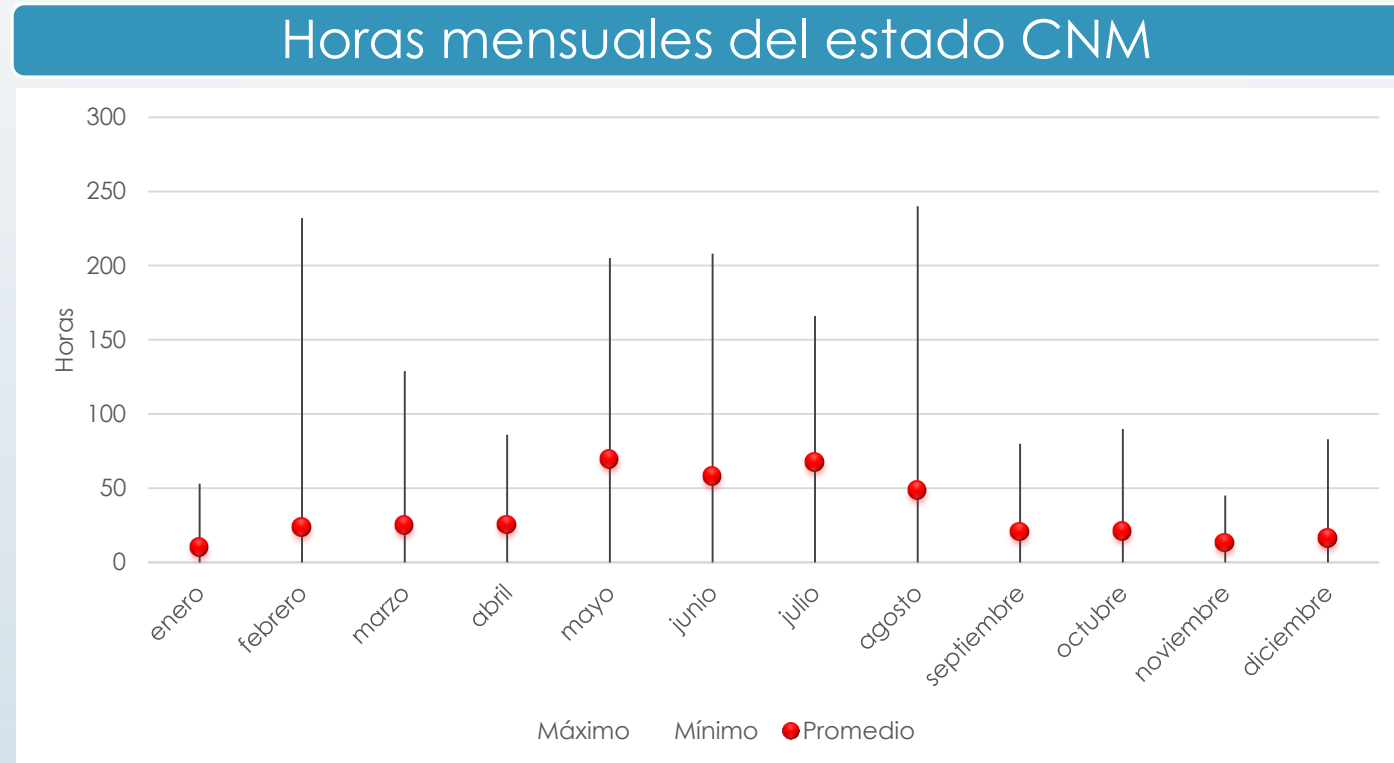
Resultados: Análisis datos históricos

ESTADO	MEDIA	ERROR TÍPICO	MEDIANA	MODA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	RANGO	MÍNIMO	MÁXIMO
ACN	612	8	626	633	91	413	331	744
CNM	33	5	4	0	51	240	0	240
CNMF	61	5	46	0	57	287	0	287
CNMFD	19	2	10	0	24	120	0	120
PA	5	1	0	0	15	123	0	123

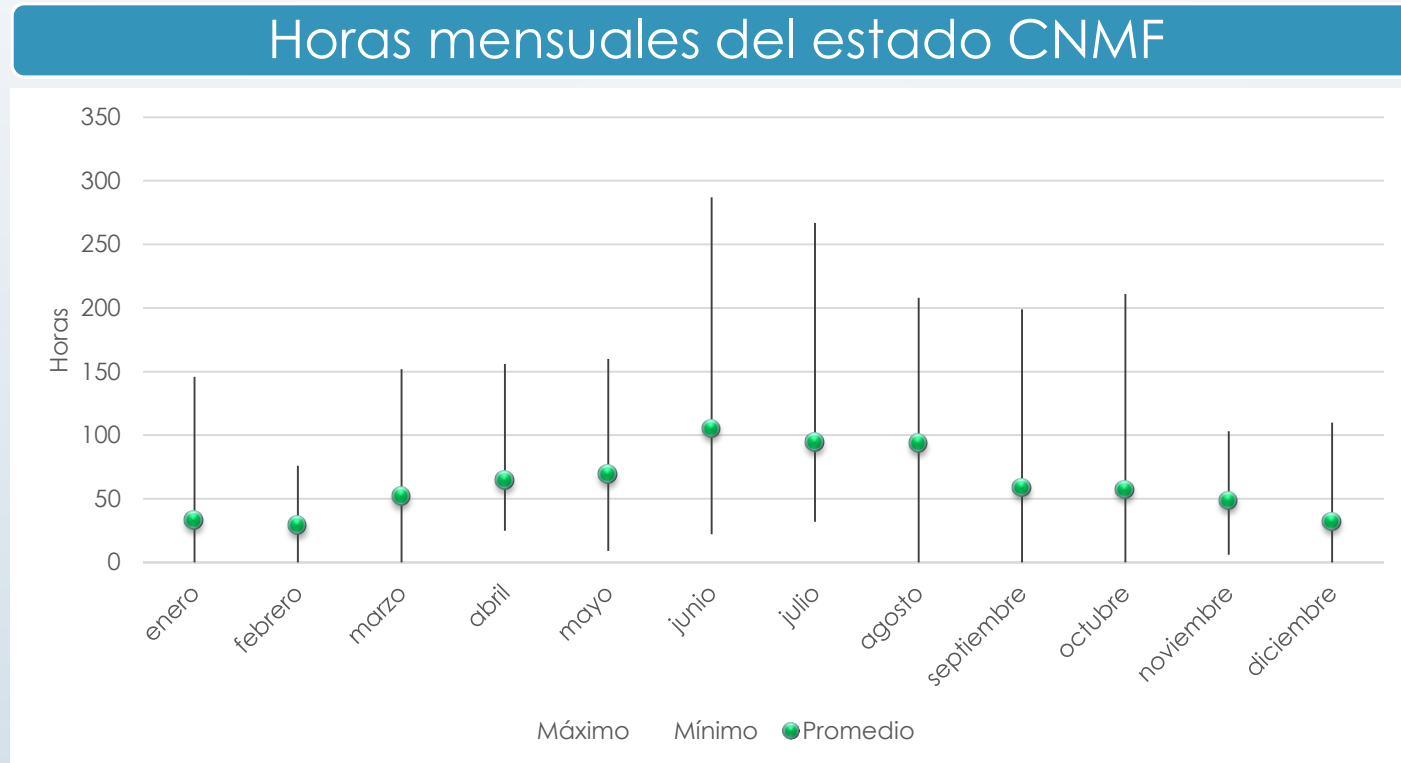
Resultados: Análisis datos históricos



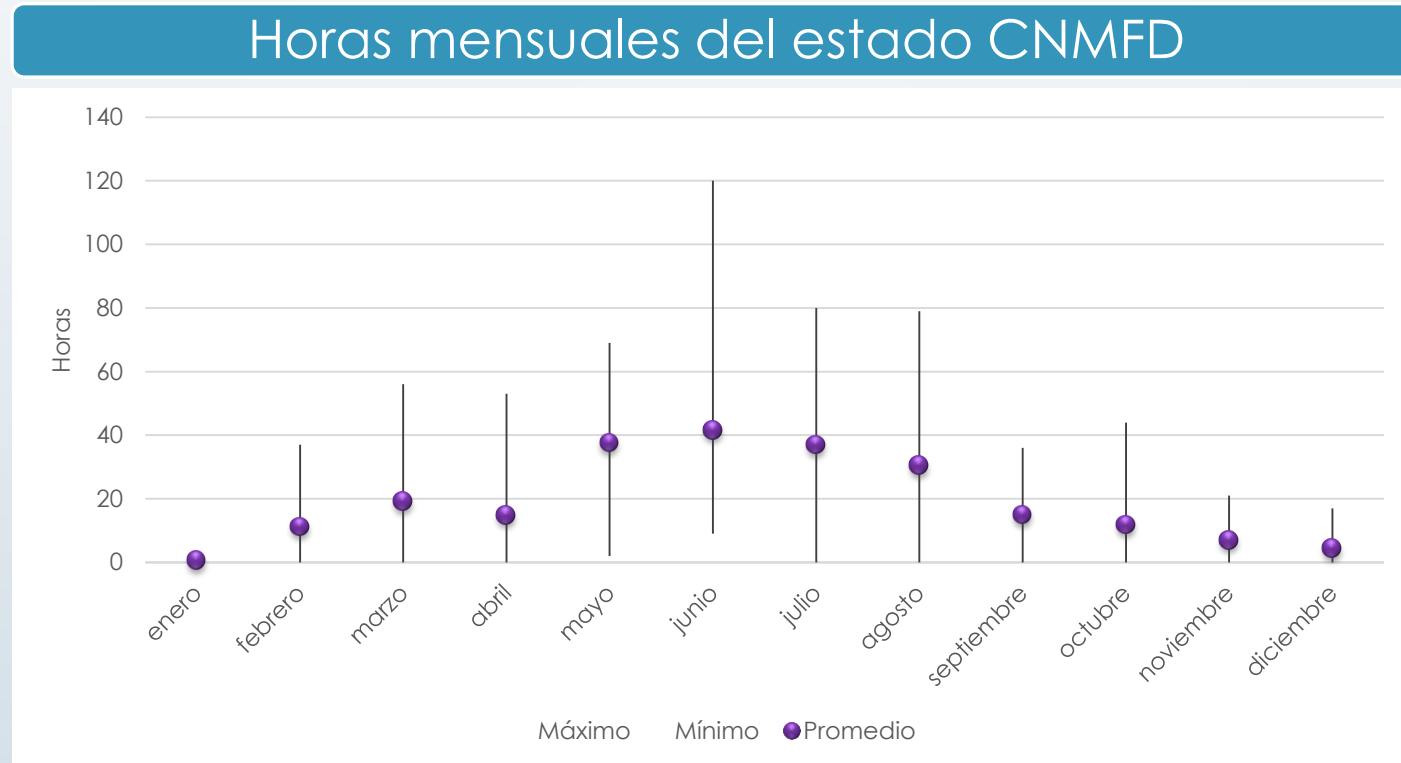
Resultados: Análisis datos históricos



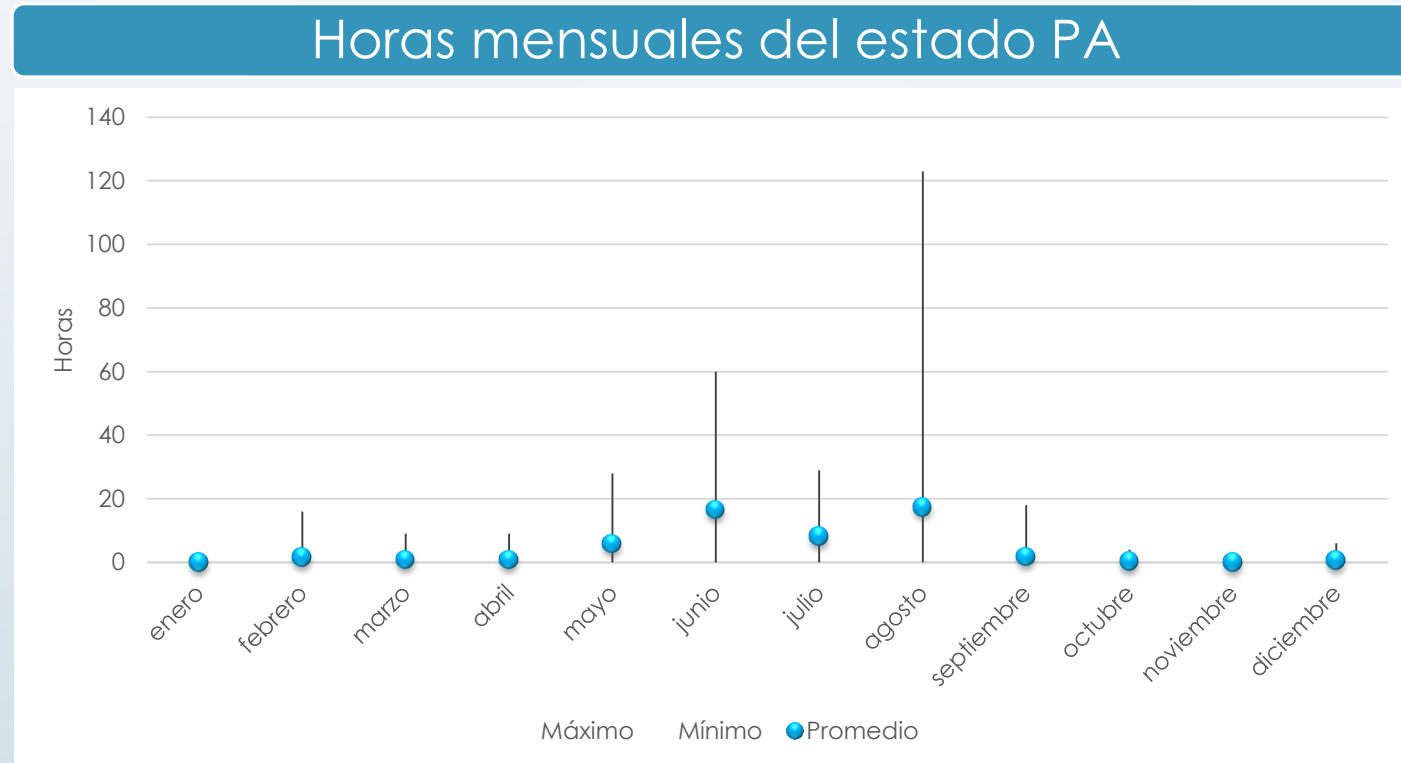
Resultados: Análisis datos históricos



Resultados: Análisis datos históricos



Resultados: Análisis datos históricos



Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo

2009



2017

Modelos de serie de tiempo con su medida de la bondad de ajuste ACN

MÉTRICA DE AJUSTE	ESTACIONAL SIMPLE	ARIMA (2,1,3)(1,1,0)	ARIMA (2,1,2)(1,1,0)	ARIMA (2,1,2)(1,1,1)
R cuadrado estacionaria	0,59	0,82	0,85	0,87
R cuadrado	0,93	0,97	0,97	0,98
RMSE	17,1	11,6	10,8	10,1
MAE	13,2	8,4	8,0	7,2
BIC normalizado	5,76	5,08	5,01	4,93

Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo

Modelos de serie de tiempo con su medida de la bondad de ajuste CNM

ESTADÍSTICO DE AJUSTE	ESTACIONAL SIMPLE	ARIMA (1,1,1)(0,1,1)	ARIMA (2,1,3)(1,0,1)	ARIMA (0,1,1)(0,1,1)
R cuadrado estacionaria	0,40	0,88	0,95	0,74
R cuadrado	0,93	0,99	0,99	0,97
RMSE	8,9	4,1	2,7	6,0
MAE	7,0	2,7	1,6	3,9
BIC normalizado	4,46	2,98	2,28	3,70

Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo

Modelos de serie de tiempo con su medida de la bondad de ajuste CNMF

ESTADÍSTICO DE AJUSTE	ESTACIONAL SIMPLE	ARIMA (0,1,2)(0,1,1)	ARIMA (2,1,2)(0,1,1)	ARIMA (0,1,2)(2,1,1)
R cuadrado estacionaria	0,56	0,87	0,90	0,90
R cuadrado	0,90	0,97	0,98	0,98
RMSE	14,8	8,5	7,5	7,6
MAE	10,6	5,7	5,3	4,9
BIC normalizado	5,46	4,44	4,28	4,31

Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo

Modelos de serie de tiempo con su medida de la bondad de ajuste CNMFD

ESTADÍSTICO DE AJUSTE	ESTACIONAL SIMPLE	ARIMA (2,1,2)(0,0,0)	ARIMA (1,1,2)(1,1,2)	ARIMA (0,1,2)(0,1,2)
R cuadrado estacionaria	0,23	0,91	0,86	0,87
R cuadrado	0,91	0,98	0,98	0,98
RMSE	5,1	2,3	2,0	2,0
MAE	4,0	1,5	1,4	1,4
BIC normalizado	3,34	1,74	1,70	1,56

Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo



VALIDACIÓN

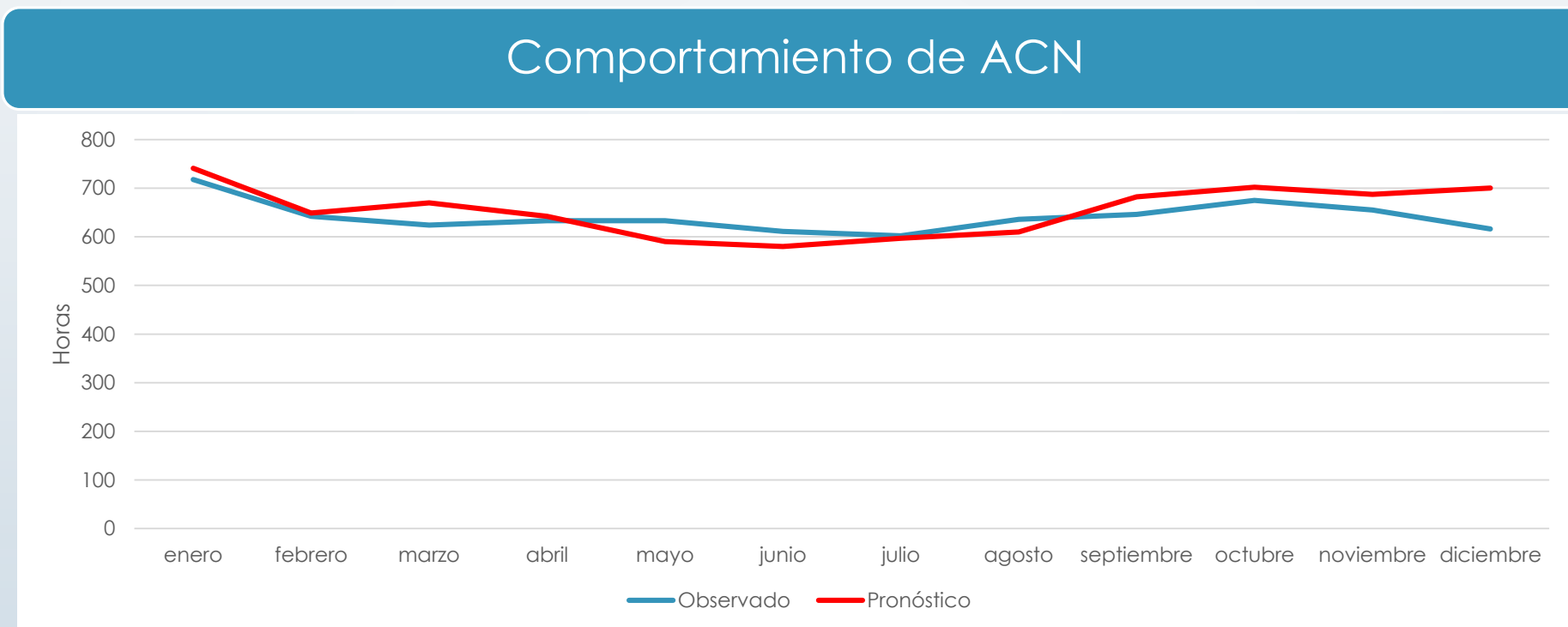


OBSERVADO 2018

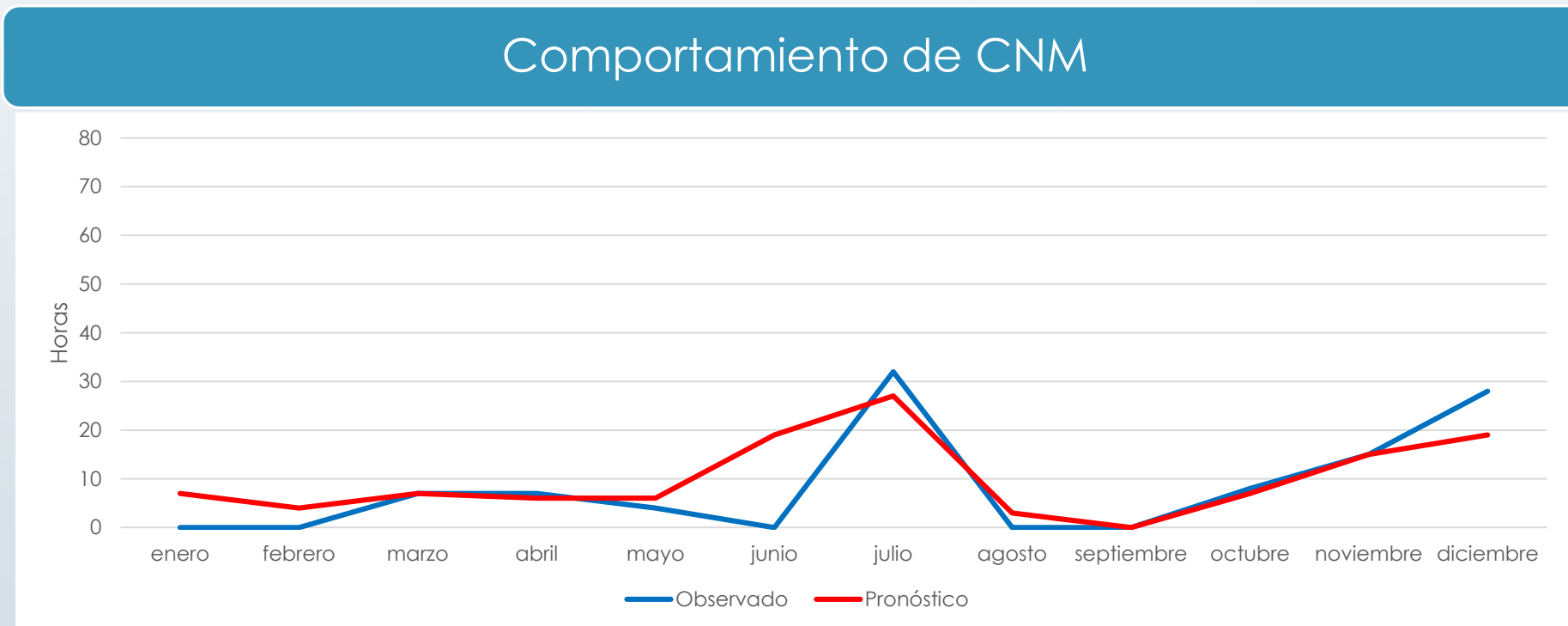


PRONÓSTICO 2018
EN BASE AL MODELO

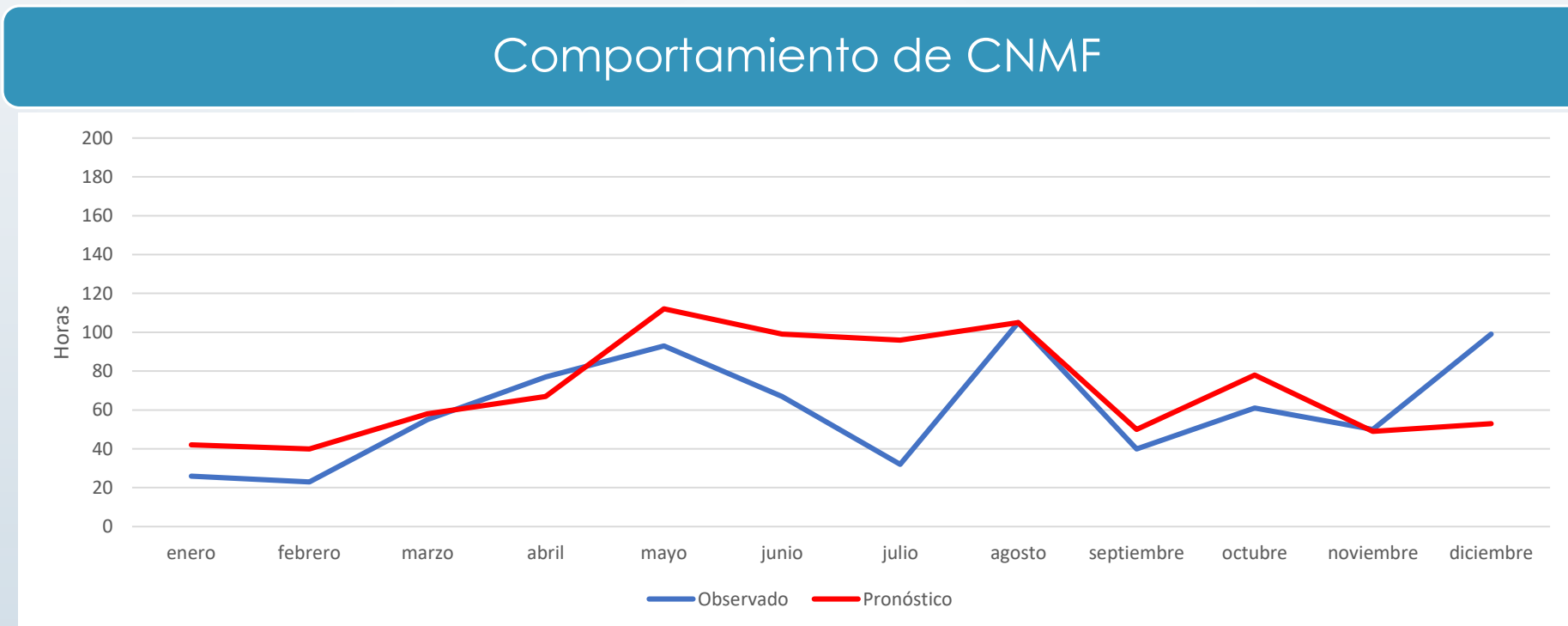
Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo



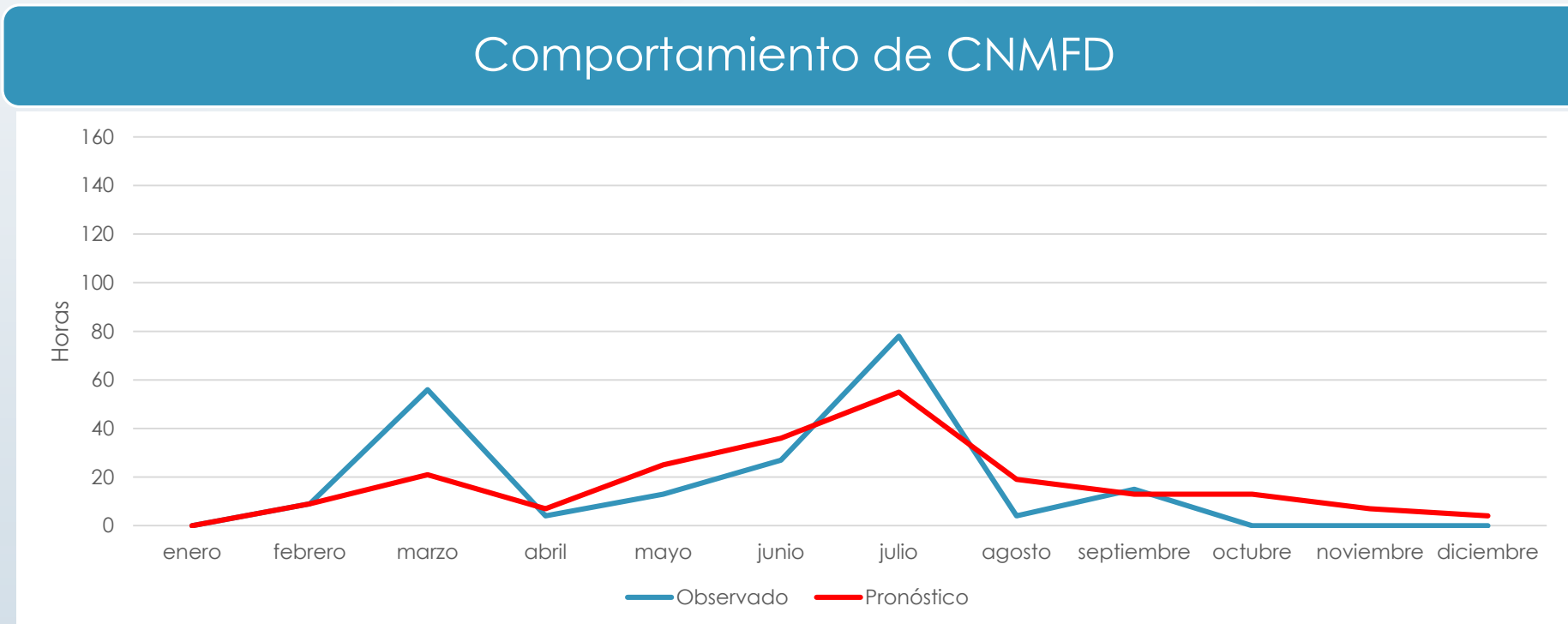
Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo



Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo



Resultados: Desarrollo de un modelo de series de tiempo



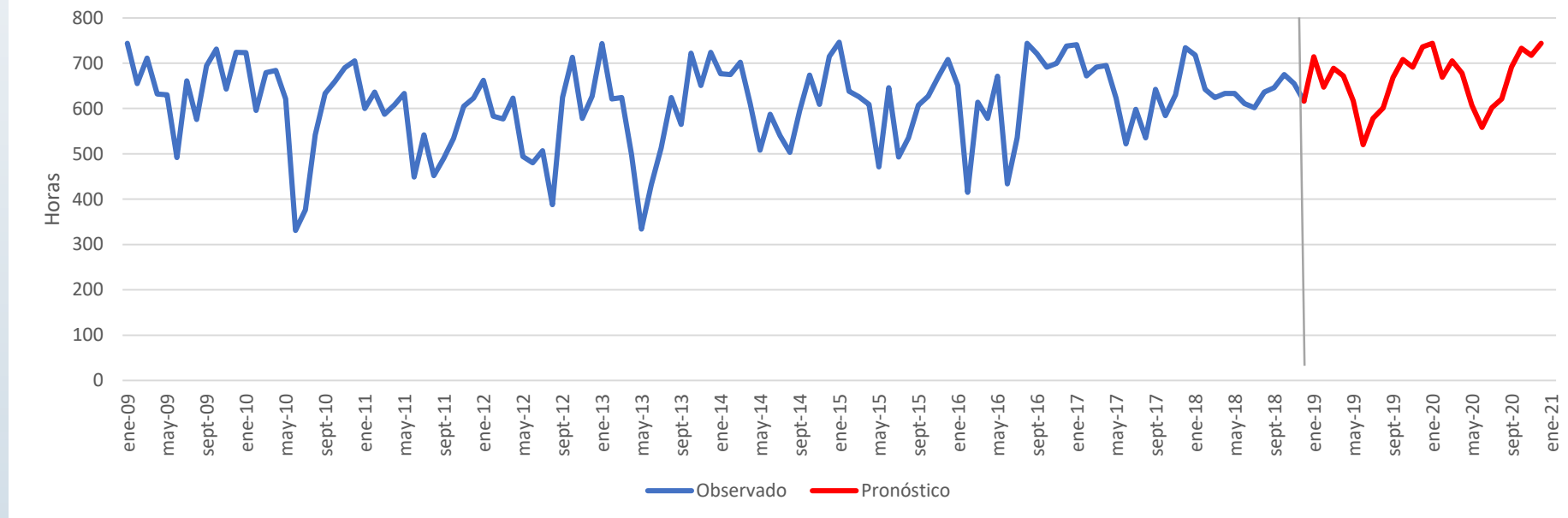
Resultados: Pronósticos

Modelo

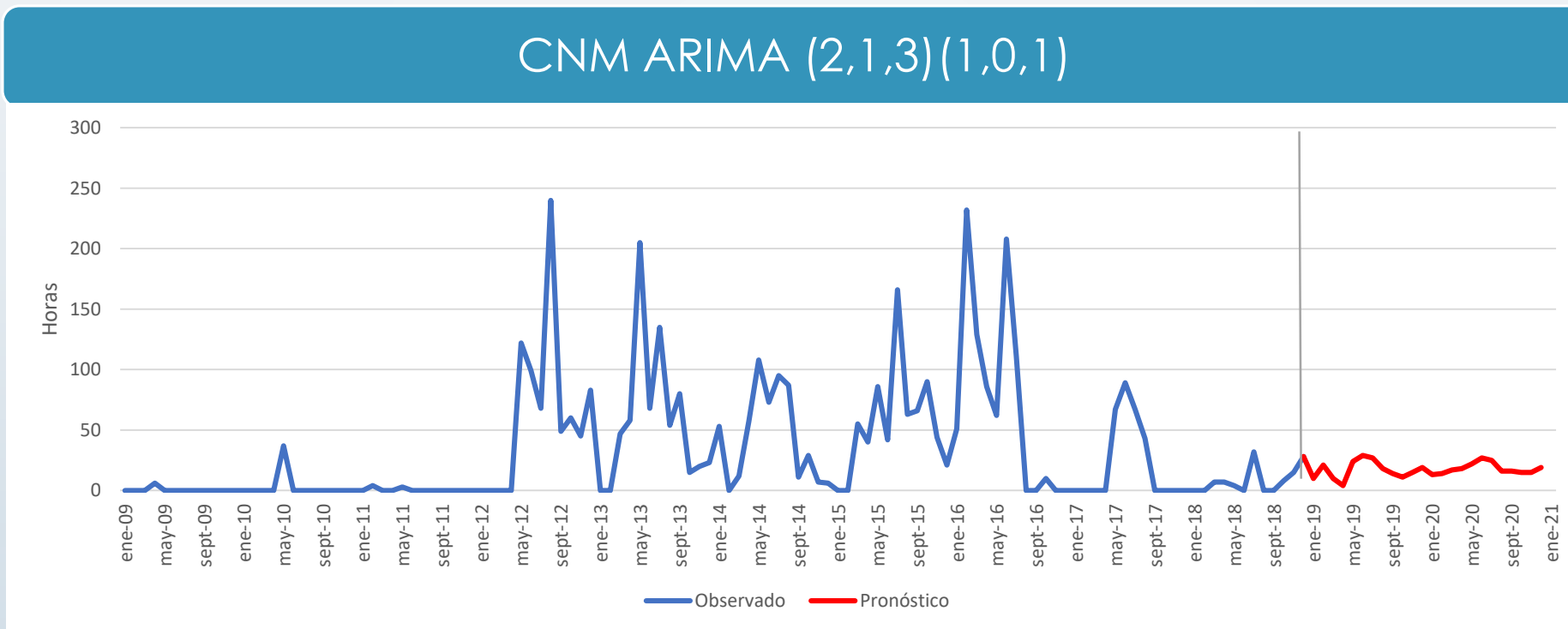
2009

2018

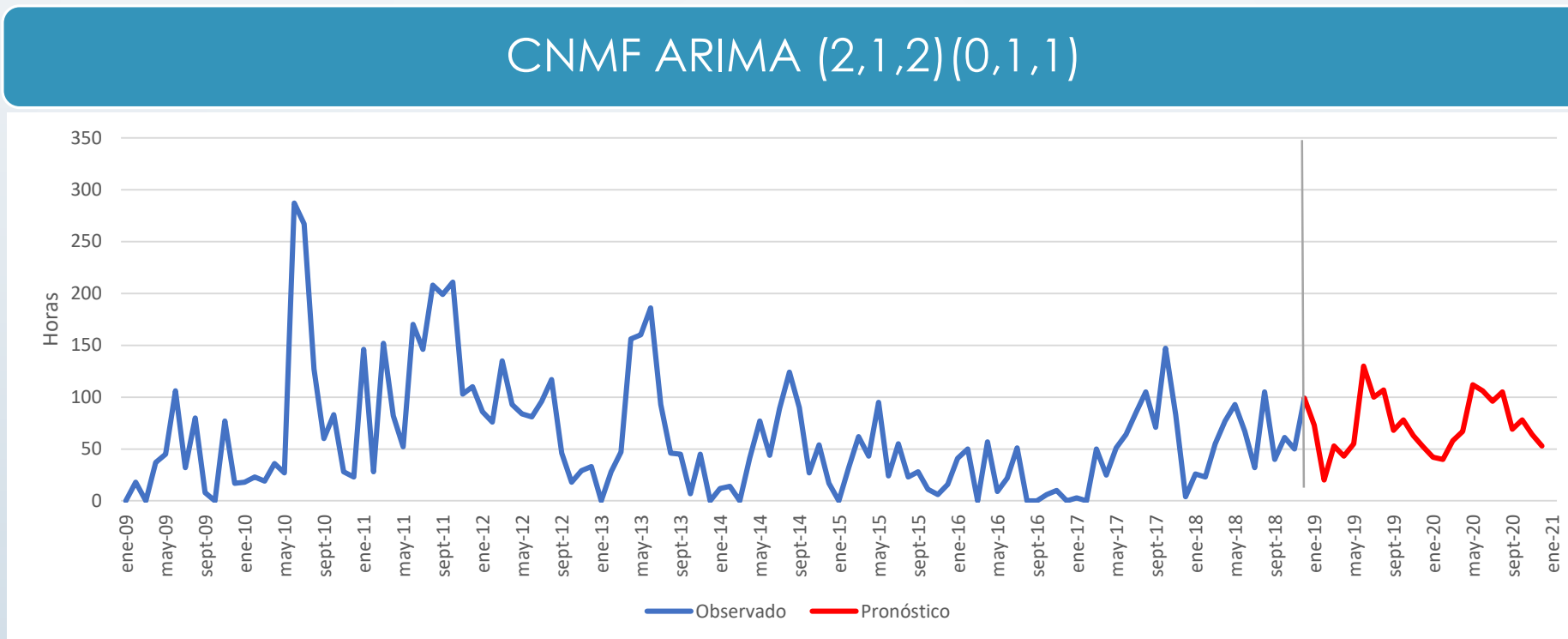
ACN ARIMA (2,1,2)(1,1,1)



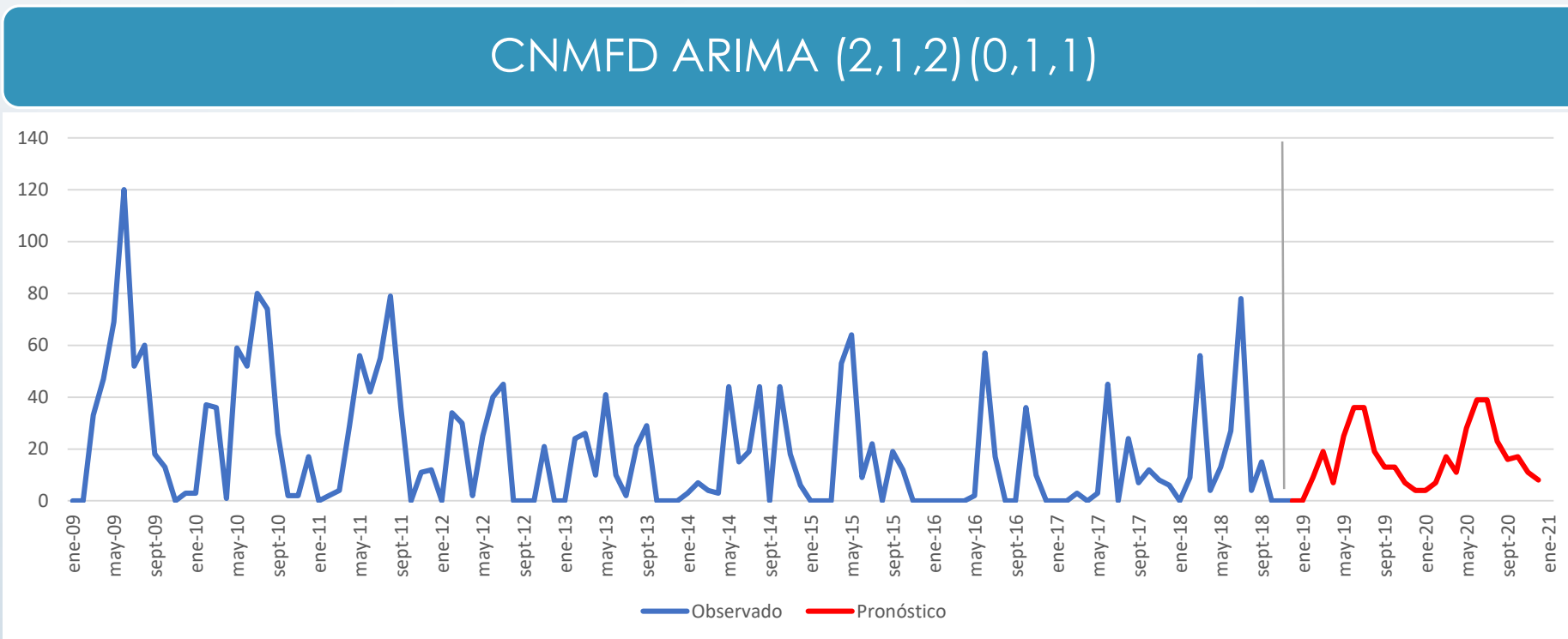
Resultados: Pronósticos



Resultados: Pronósticos



Resultados: Pronósticos



Conclusiones

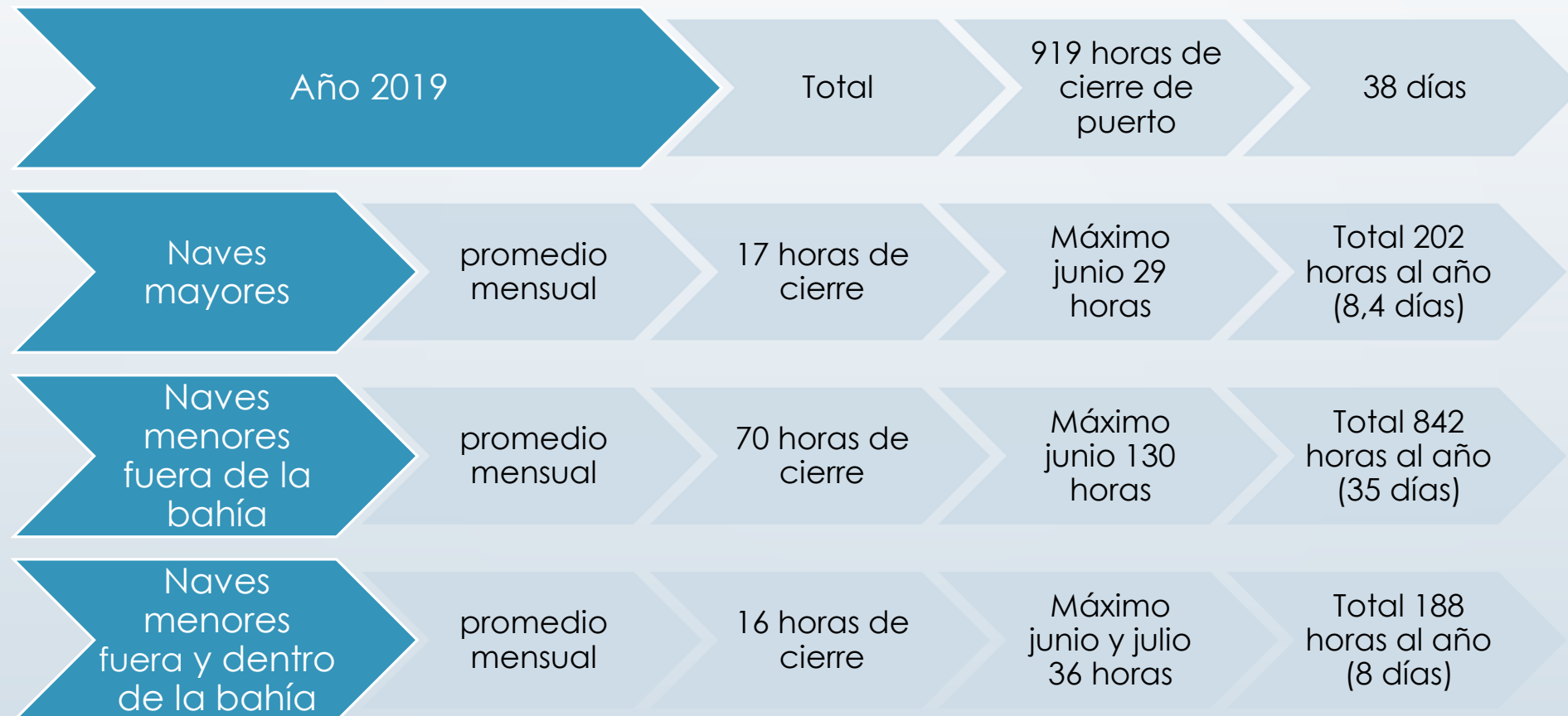
Las series de tiempo presentan en general un régimen estacional anual

La mayor cantidad de horas de cierre se presentan los meses de mayo a agosto.
Se encuentra mayormente abierto en los meses de septiembre a abril.

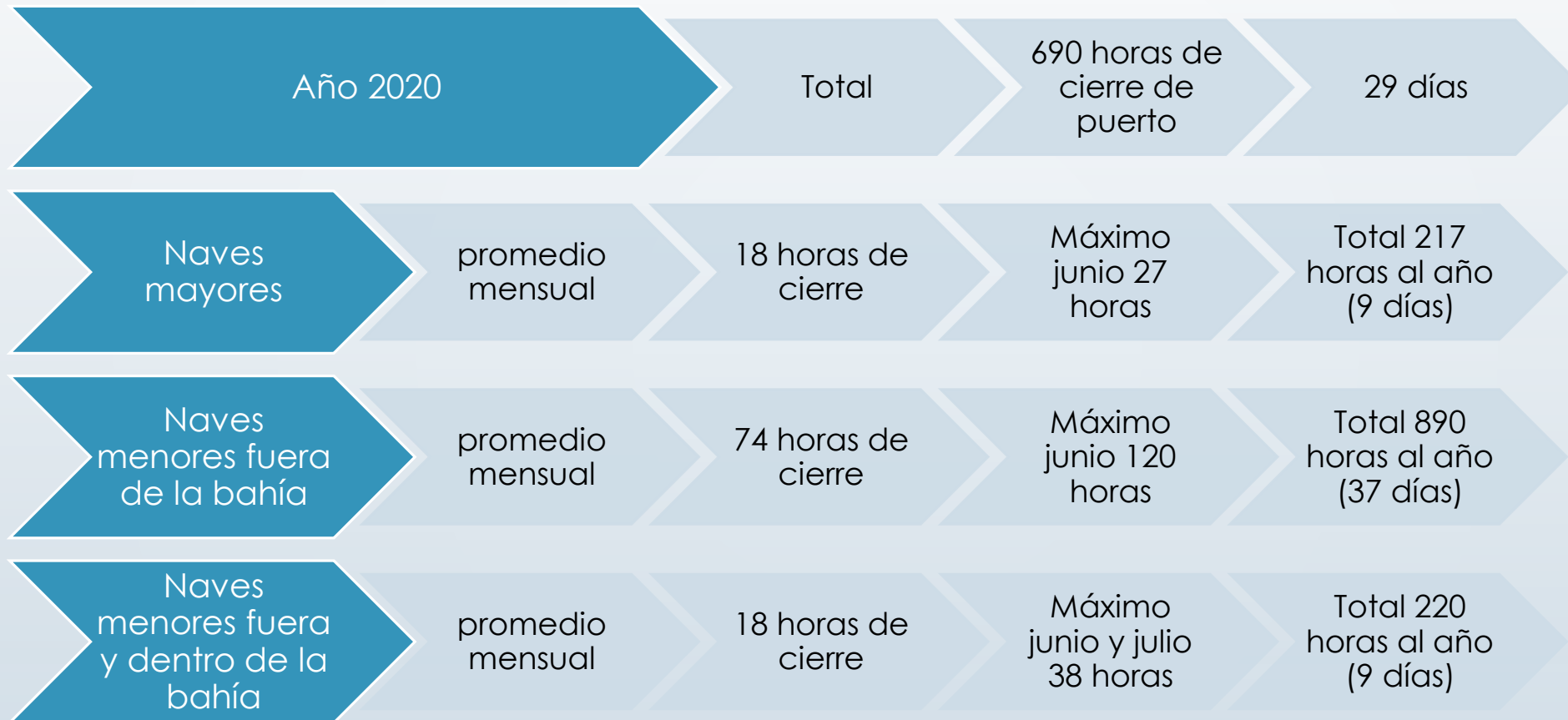
Consecuente con nuestras estaciones del año, donde otoño-invierno se presentan los mayores eventos climáticos de oleaje y viento

Era esperable que los pronósticos presentasen el mismo régimen.
Junio presenta los peak de cierre.

Conclusiones



Conclusiones



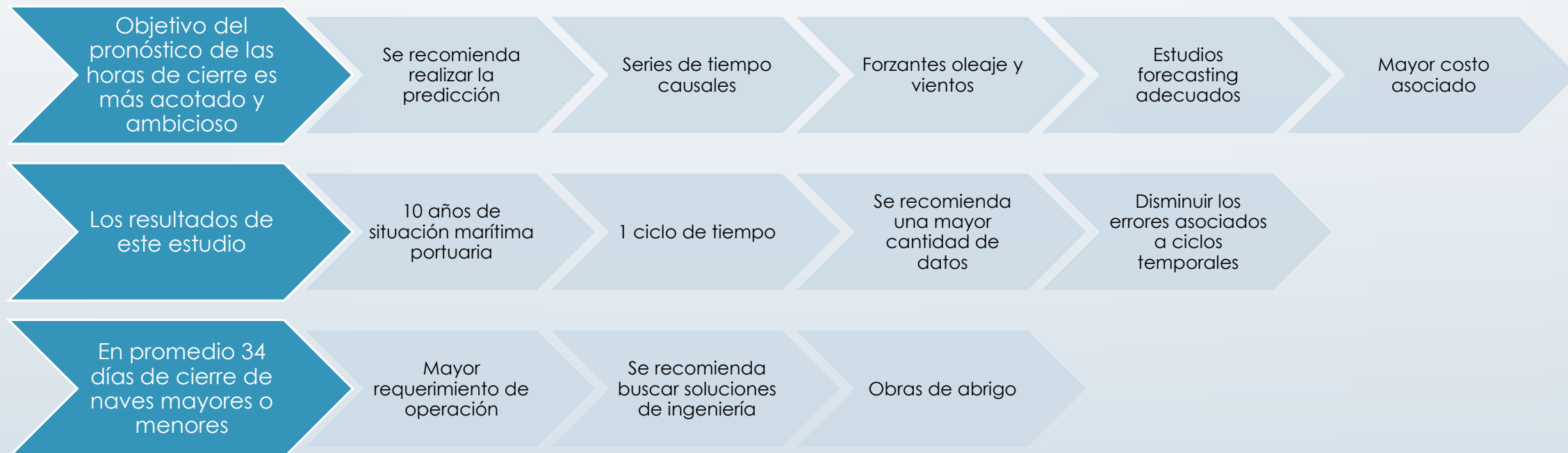
Conclusiones



Conclusiones



Conclusiones



Conclusiones



Las horas de cierre del sistema portuario de la Bahía Quintero



Son posibles de pronosticar mediante un análisis de series de tiempo



Facilitar la toma de decisiones



Planificar futuras obras de mantenimiento, conservación, mejoramiento y/o modernización de las infraestructuras



Planificación de presupuestos anuales a un menor costo.

Conclusiones



Ingeniero Civil
Oceánico



Planificar



Gestionar



Administrar



Obras de
ingeniería civil

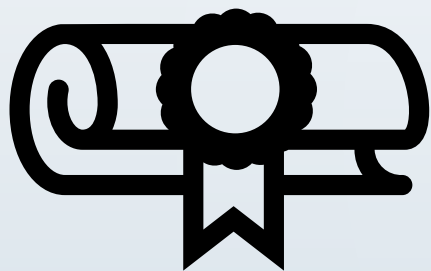


Ámbito
marítimo
portuario



Referencias bibliográficas

- Beyá J., Álvarez M., Gallardo A., Hidalgo H., Aguirre C., Valdivia J., Parra C., Méndez L., Contreras F., Winckler P., Molina. (2016). Atlas de oleaje de Chile. Chile.
- Box, G., Jenkins, G., & Reinsel, G. (2016). Time Series Analysis. Forecasting and Control. Fifth Edition. Wiley.
- Chan, H., Xu, S., & Qi, X. (2019). A comparison of time series methods for forecasting container throughput. *International Journal of Logistics Research*, 294-303.
- Halabi, A., Richards, D., Bilgin, A., & Montoya, J. (2014). Forecasting in Port Logistics and Economics using Time Series Data Mining Model. *Journal of Network and Innovative Computing*, 128-139.
- Hanke, J. (2006). Pronósticos en los negocios. Octava edición. México: Pearson educación.
- Pang, G., & Gebka, B. (2016). Forecasting container throughput using aggregate or terminal-specific data? The case of Tanjung Priok Port, Indonesia. *International Journal of Production Research*, 2454-2469.
- Peng, W.-Y., & Chu, C.-W. (2009). A comparison of univariate methods for forecasting container throughput volumes. *Mathematical and Computer Modelling*, 1045-1057.
- Pérez, C. (2005). Técnicas estadísticas con SPSS 12. Aplicaciones al análisis de datos. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN S.A.
- Prahlada, R., & Chandra, P. (2015). Forecasting of Time Series Significant Wave Height Using Wavelet Decomposed Neural Network. *Aquatic Procedia* , 540 - 547.
- Rashed, Y., Meersman, H., Van de Voorde, E., & Vanelslander, T. (2016). Short-term forecast of container throughput: An ARIMA-intervention model for the port of Antwerp. *Maritime Economics & Logistics*.
- Webster, A. (2004). Estadística Aplicada a los negocios y la economía. Tercera edición. Bogotá: McGraw-Hill.
- Ye, L., Yang, G., Van Ranst, E., & Tang, H. (2013). Time-series modeling and prediction of global monthly absolute temperature for environmental decision making. *ADVANCES IN ATMOSPHERIC SCIENCES*, VOL. 30, 382-396.
- Zhang, C., Huang, L., & Zhao, Z. (2013). Research on combination forecast of port cargo throughput based on time series and causality analysis. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 124-134.



Muchas gracias por su atención.