



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de
Meteorología e Hidrología
del Perú - SENAMHI

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN SISTEMA ESTADÍSTICO DE PREVISIÓN DE LOS IMPACTOS DE EL NIÑO EN EL CLIMA DEL PERÚ

Reporte técnico

Por:
Kris Correa Marrou

Dirección General de Meteorología
Dirección de Climatología
SENAMHI-PERU

LIMA, DICIEMBRE 2015



Desarrollo y Validación de un Sistema Estadístico de Previsión de los Impactos de El Niño en el Clima del Perú.

Kris M. Correa M.

*Dirección de Climatología
Dirección General de Meteorología
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI*

I. INTRODUCCIÓN

El siguiente reporte tiene por finalidad describir el desarrollo y la validación del sistema estadístico empleado para la previsión de los impactos de El Niño en el Clima del Perú. Este sistema estadístico denominado Pronóstico Categórico es una herramienta complementaria a los Pronósticos Estacionales estadísticos (CPT o Climate Predictability Tool) y dinámicos (salidas de los modelos dinámicos) que se elaboran en la Dirección de Climatología (Informe POI 2014: "Herramientas para el pronóstico estacional y mensual de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima")

Bajo el contexto actual de El Fenómeno el Niño 2015-2016, el cual tendría sus mayores efectos en el comportamiento de las precipitaciones, con superávits en la zona norte del país (inundaciones) y deficiencias al sur (sequías) durante los meses de verano (diciembre-enero-febrero-marzo), los escenarios de precipitación que se mostrarán más adelante fueron elaborados a partir del Pronóstico Categórico, los mismos que corresponden a los meses mencionados anteriormente.

El pronóstico categórico es una herramienta estadística que muestra los posibles escenarios ante un evento El Niño, el ENSOCrop (Categorical CropClimate Forecasting Tool), el cual se basa en un Análisis de Varianza para determinar el grado de significancia estadística entre las variables

meteorológicas como la precipitación y algunos índices océano-atmosféricos como el ICEN¹ y ONI².

Los pronósticos climáticos (mensuales o estacionales) brindan información sobre las condiciones climáticas de los próximos meses, indicando la probabilidad de que las variables climáticas como la precipitación se den por debajo, por encima o en el rango normal.

La información que brindan los pronósticos climáticos es importante porque permite a largo plazo conocer el posible escenario o comportamiento de las lluvias (debajo, encima o normal) y de esta manera dependiendo del sector económico, social o agrícola tomar las medidas necesarias frente a las actividades que realizan. Además, es fundamental realizar la verificación³ de los pronósticos climáticos para de esa manera conocer el grado de acierto o desacierto de estos e identificar las zonas del país que tienen mejores respuestas a los pronósticos.

El objetivo del presente trabajo es mostrar el sistema estadístico empleado para la previsión de los impactos de El Niño en el clima del Perú, especialmente respecto a la variable precipitación así como la validación del mismo sistema estadístico.

II. DATOS Y METODOLOGÍA

✓ DATOS

Los datos empleados (Fuente: SENAMHI) para el Pronóstico Categórico han sido series mensuales de precipitación de 353 estaciones meteorológicas a nivel nacional. El periodo de años considerado dependerá de la cantidad de registros de cada estación, así por ejemplo, hay estaciones que cuentan con 10 ó 15 años y otras con más de 30, donde la última actualización de los datos corresponde a diciembre del 2013.

Para el proceso de verificación del pronóstico categórico de los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, se trabajó con datos mensuales del 2015.

¹ ICEN (Índice Costero El Niño)

² ONI (Índice Oceánico El Niño)

³ Verificación, es el proceso y práctica de determinación de la calidad de los pronósticos, y esto representa un componente esencial de un sistema de pronóstico científico.

✓ METODOLOGÍA

El sistema estadístico desarrollado es el PRONÓSTICO CATEGÓRICO, cuya metodología fue desarrollada por Baigorria (2014) mediante el software ENSOCrop, el cual procesa los datos mensuales del total histórico de la estación meteorológica de monitoreo para una variable meteorológica (Ej. precipitación), disgrega sus años en tres fases características (fase positiva, neutral y negativa) del índice ICEN (en el Pacífico oriental o Región Niño 1+2) y ONI (en el Pacífico central o Región Niño 3.4); y mediante pruebas estadísticas reconoce si las diferencias en el comportamiento de la variable para cada una de las categorías mencionadas son significativas (prueba estadística ANOVA o Análisis de Varianza). Los escenarios generados para la variable meteorológica tienen una escala mensual.

Metodología para la elaboración del Pronóstico Categórico

a) ÍNDICES OCEANO-ATMOSFÉRICOS

El pronóstico categórico se basa en las categorías de los índices ICEN y ONI, los cuales cubren diferentes áreas en el Océano Pacífico como Niño 1+2 y Niño 3.4, respectivamente.

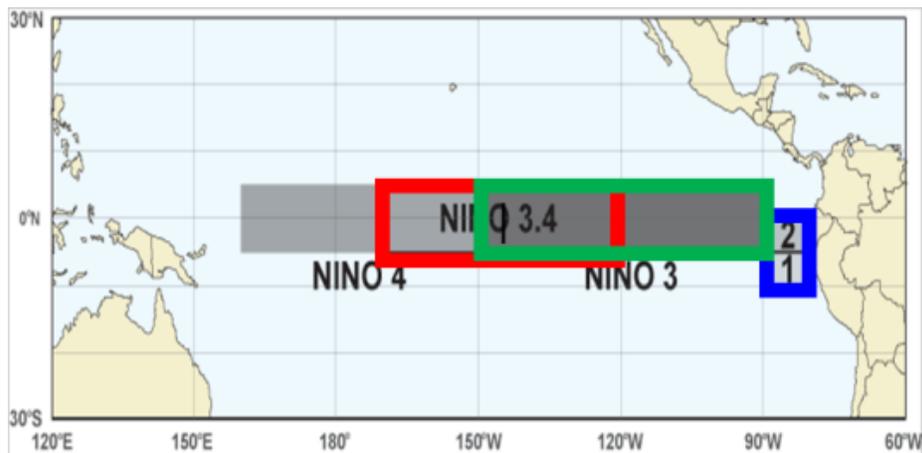


Figura 01. Áreas Niño en el Océano Pacífico

b) DATOS OBSERVADOS

Se utilizan los registros históricos propios de cada estación de la variable precipitación. Se incluyen tanto las estaciones convencionales como las pluviométricas (353 estaciones).

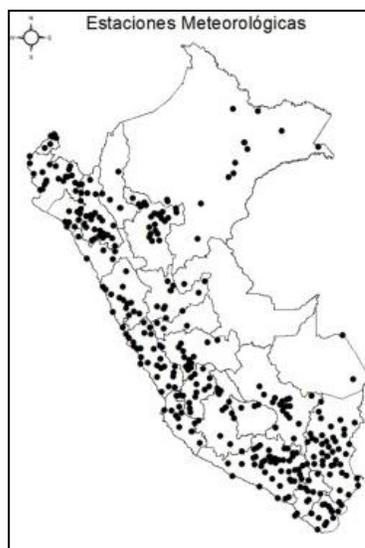


Figura 02. Ubicación de las estaciones meteorológicas a nivel nacional.

c) ENSOcrop

El principio estadístico consiste en un **Análisis de Varianza (ANOVA)**, el cual determina el grado de significancia estadística y el nivel de confianza.



Figura 03. Interfaz del software ENSOcrop que realiza el procedimiento estadístico.

DATOS DE LA ESTACIÓN			MEDIA			DESVIACIÓN ESTANDAR		
WS_Name	Latitude	Longitude	PositivePhas	NeutralPhas	NegativePha	PositivePhas	NeutralPhas	NegativePha
101	5.66	78.54	53.26	55.3	64.62	25.5081	32.9556	32.4438
103	4.83	77.95	195.933	281.438	231.933	113.65	100.7434	60.8689
105	6.21	77.88	18.357	55.03	39.445	26.9352	91.5444	76.9829

SIGNIFICANCIA ESTADISTICA		NUMERO DE AÑOS		
Stat	Signific	Num_Positi	Num_Neutr	Num_NegativePhase
ns		10	24	10
ns		3	8	3
ns		7	20	11

Figura 04. Archivo de salida del software ENSOcrop.

Metodología para la verificación del Pronóstico Categórico

Para cada una de las distribuciones de la precipitación asociadas a los años en los que el índice alcanzó valores positivos, neutros y negativos se estimaron los promedios y las desviaciones estándar. Los intervalos de condiciones “bajo lo normal”, “en lo normal” y “sobre lo normal” corresponden al valor del promedio, más y menos la desviación estándar. Posterior al cálculo de los intervalos, fueron verificados asociándolos a los registros mensuales (datos 2015) del comportamiento de la precipitación provenientes de las estaciones de monitoreo disponibles.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Escenarios de precipitación en los meses de temporada lluviosa durante la fase positiva del índice (EL NIÑO)

A continuación se presentan los escenarios de precipitación en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo durante la fase cálida de los índices, ya que éste sería el periodo en el cuál se podría tener los mayores impactos en las precipitaciones (excesos o déficits).

- ICEN

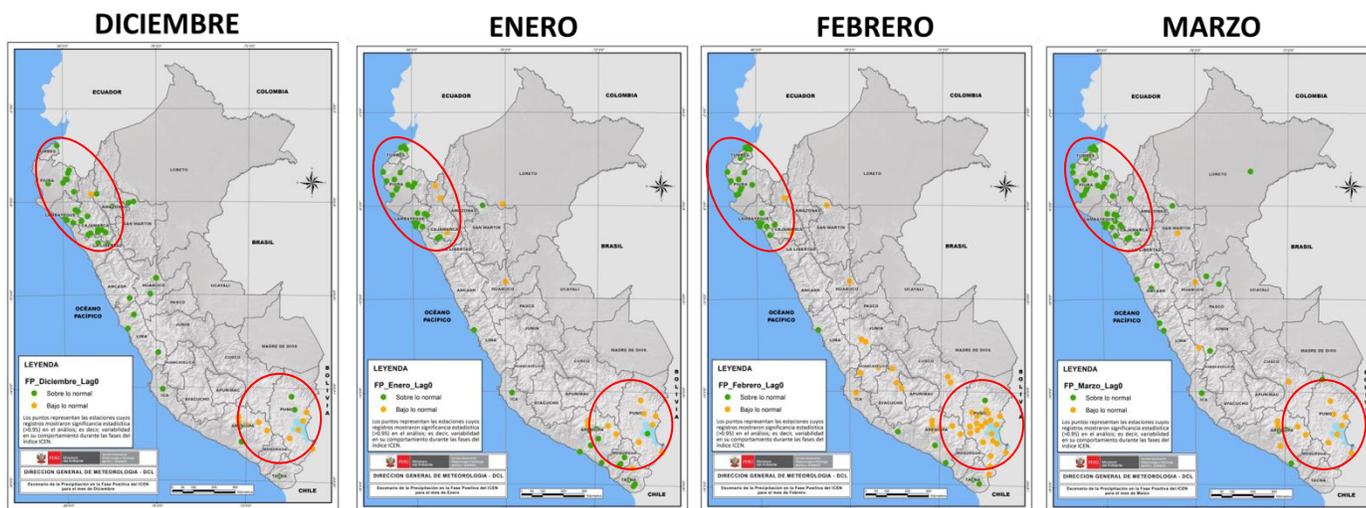


Figura 05. Escenarios de precipitación según el ICEN

- ONI

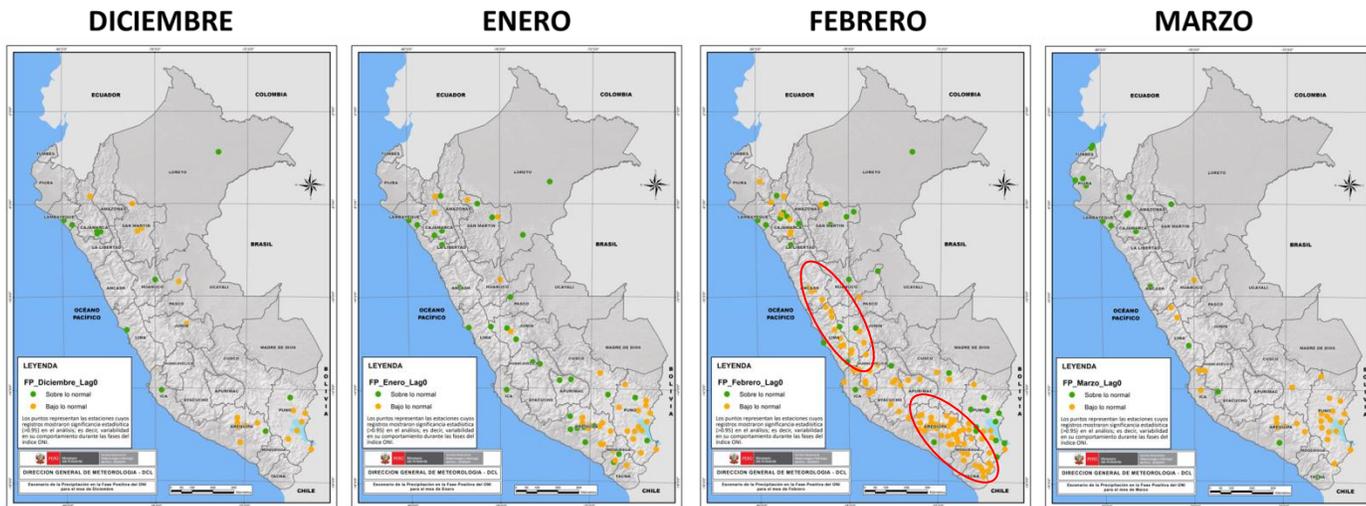


Figura 06. Escenarios de precipitación según el ONI

De acuerdo al ICEN (Figura 05) en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo se pueden observar dos patrones distintos en las precipitaciones a nivel nacional, lluvias sobre lo normal en la zona norte del país, especialmente en los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque, y lluvias por debajo de lo normal en el sur del país como en Puno y las zonas altas de Arequipa y Tacna. Cabe resaltar que si bien en los demás departamentos a nivel nacional se cuenta con estaciones meteorológicas, pero no se visualizan en los mapas (Ej. sierra central y selva) indica que el comportamiento de las lluvias en esas zonas no se vería alterada durante la fase cálida del índice.

Según el ONI (Figura 06) la señal más significativa se puede apreciar en el mes de febrero con precipitaciones debajo de lo normal en la zona central (zonas altas de Ancash, Lima y Junín), y sur del país (Zonas altas de Arequipa, Moquegua y Tacna).

Verificación de los escenarios de precipitación de en los meses diciembre-enero-febrero-marzo durante la fase positiva ICEN y el ONI

Durante el año 2015 se validaron algunos de los escenarios del pronóstico categórico, los cuales se muestran a continuación:

- Validación de la precipitación - ICEN

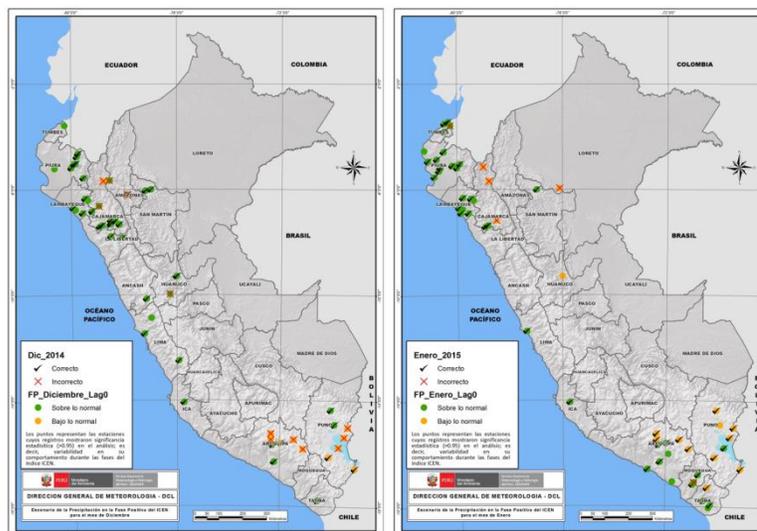


Figura 07. Validación de precipitación de los meses de diciembre 2014 y enero 2015-ICEN

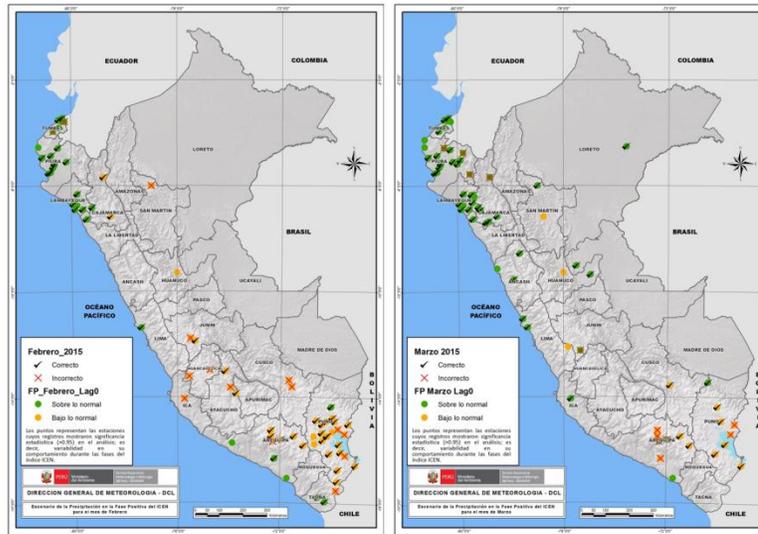


Figura 08. Validación de precipitación de los meses de febrero y marzo 2015-ICEN

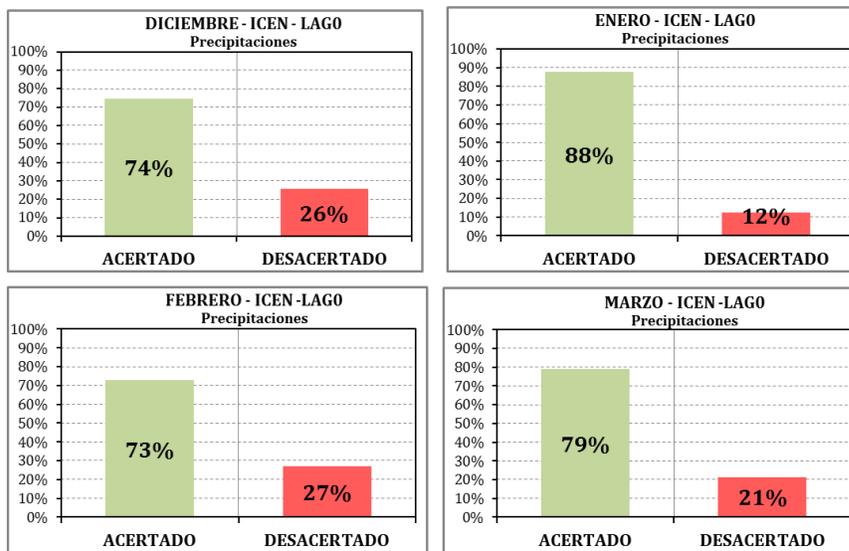


Figura 09. Porcentaje de acierto y desacierto- ICEN

La validación de la precipitación considerando el ICEN para los cuatro meses (diciembre, enero, febrero y marzo) superó el 70% de valores acertados.

ONI

- Validación de la precipitación - ONI

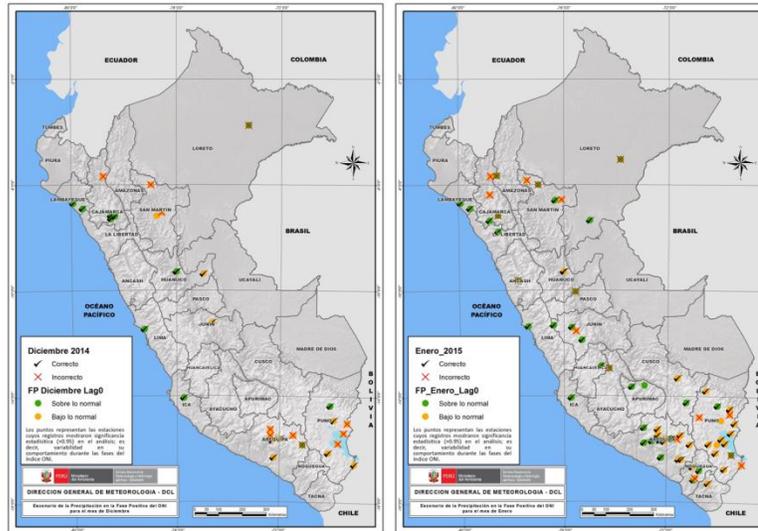


Figura 10. Validación de precipitación de los meses de diciembre 2014 y enero 2015-ONI

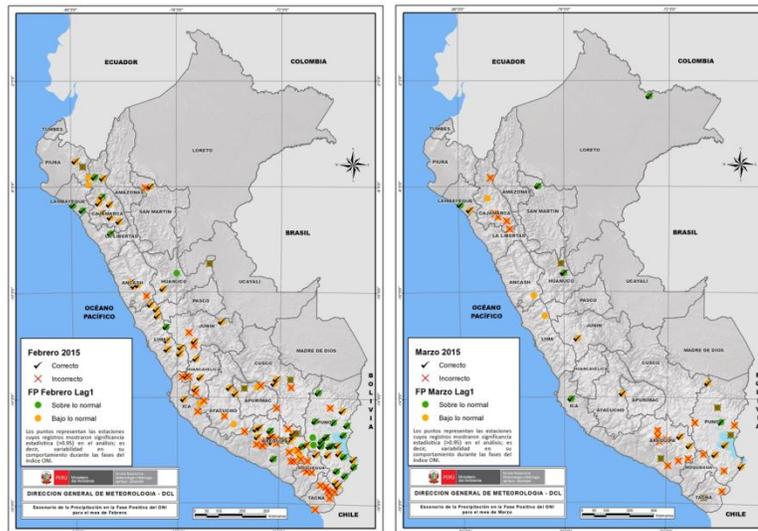


Figura 11. Validación de precipitación de los meses de febrero y marzo 2015-ONI

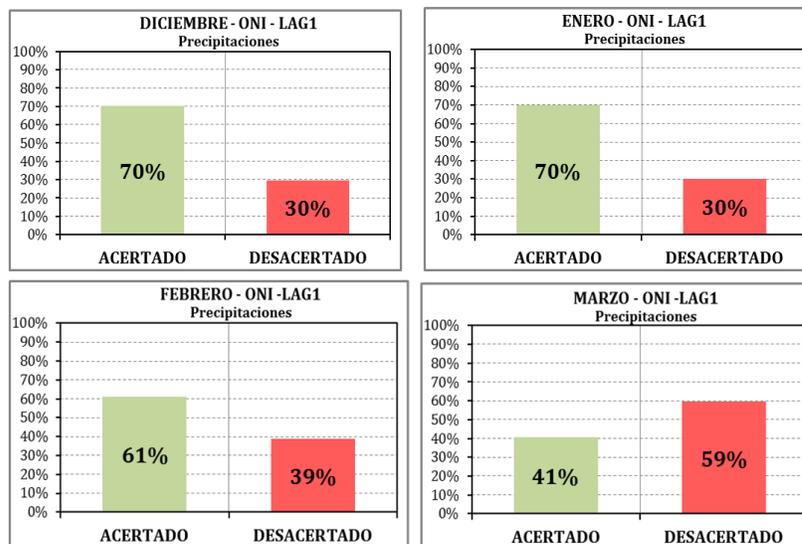


Figura 12. Porcentaje de acierto y desacierto- ONI

La validación de la precipitación considerando el ONI superó el 60% de valores acertados en los meses de diciembre, enero y febrero; mientras que en el mes de marzo la cantidad de aciertos alcanzó tan solo un 41%.

IV. CONCLUSIONES

- Los pronósticos categóricos para los meses de verano (dic-ene-feb-mar) muestran claramente el patrón de lluvias que se espera durante la fase cálida (asociada a un evento El Niño) de los índices ICEN y ONI, especialmente en la zona norte (superávits) y sur del país (deficiencias).
- El pronóstico categórico es una herramienta complementaria a los pronósticos estacionales.
- El proceso de verificación efectuado ha permitido comprobar el grado de acierto de los posibles escenarios de precipitación, siendo los mayores aciertos en los escenarios del ICEN en comparación al ONI.