

# UCUENCA

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería de Sistemas

Una aproximación causal a las señales globales que influyen en la lluvia de la cuenca del Machángara

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas.

**Autor:**

Elvis Ismael Calle Jiménez

**CI:**1900488964

**Correo electrónico:** vimael77@gmail.com

**Director:**

Ing. Ángel Oswaldo Vázquez Patiño, MSc.

**CI:** 0105725634

**Cuenca, Ecuador**

05-julio-2022

## Resumen

La lluvia siempre ha jugado un papel protagónico en la vida del ser humano, puede causar que una civilización crezca o se destruya, que un grupo de personas permanezca en una zona o se vea forzada a migrar, también puede causar inundaciones, deslaves o una falta de ella, sequías. El comportamiento de la lluvia es difícil de prever y constantemente se están haciendo esfuerzos por mejorar esa previsibilidad. En el cantón Cuenca, Ecuador, está el río Machángara que tiene la planta de tratamiento de agua potable Tixán (la más grande del país) y dos centrales eléctricas (Saymirín y Saucay), proyectos de mucha importancia para la ciudad. Es por esto que conocer qué factores afectan a la lluvia de esta zona ayuda a mejorar su previsibilidad y, por tanto, a tomar mejores decisiones en la gestión de los recursos hídricos. En el presente trabajo se calcula la Transferencia de entropía existente entre diversos índices climáticos globales (que miden la temperatura de los océanos, la presión atmosférica, la actividad solar, entre otros) y su influencia en la lluvia de la cuenca del río Machángara. Para ello se hace uso de diversos índices climáticos de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) y las mediciones de la lluvia en ocho estaciones de la cuenca antes mencionada. Para medir su influencia se utiliza el método de transferencia de entropía, método que nace de la teoría de la información, mediante la librería PyIF desde cada uno de los índices hacia cada una de las estaciones climatológicas. Los resultados indican que los índices relacionados al Océano Pacífico, al fenómeno del Niño y al mar caribe son los que mayor transferencia de entropía tienen y, por tanto, son los que más influencia tienen en las lluvias de la cuenca del río Machángara.

**Palabras clave:** Transferencia de entropía. Índices NOAA. Machángara.

## **Abstract**

Rain has always had an essential role in human life. It can cause a civilization to grow or be destroyed, a group of people to remain in an area or be forced to migrate, it can also cause floods, landslides, or a lack of it, droughts. Rainfall behavior is difficult to predict, and efforts are constantly being made to improve predictability. In Cuenca, Ecuador, the Machángara River has the Tixán drinking water treatment plant (the largest in Ecuador) and two power plants (Saymirín and Saucay), projects of great importance for the city. Knowing what factors affect rainfall in this area helps improve its predictability and make better decisions in the management of water resources. For this purpose, various climate indices from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and rainfall measurements at eight stations in the aforementioned watershed were used. A method based on information theory, the transfer entropy method, was selected to measure the influence from each of the indices to each of the climatological stations through PyIF library. This work calculates the entropy transfer between different global climatic indexes (which measure ocean temperature, atmospheric pressure, solar activity, and others) and their influence on the Machángara river basin. The results indicate that the indices related to the Pacific Ocean, the El Niño phenomenon, and the Caribbean Sea are the ones that have the greatest ET and, therefore, have the greatest influence on rainfall in the Machangara river basin.

**Keywords:** Transfer entropy. NOAA Indexes. Machángara.

## Índice

Resumen .....	2
Abstract.....	3
Índice .....	4
Agradecimientos.....	7
Dedicatoria.....	8
Lista de figuras .....	9
Lista de tablas .....	11
Lista de abreviaciones .....	13
Lista de símbolos matemáticos.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. Factores principales que influyen en el clima .....	19
2.2. Cómo se mide comúnmente la influencia del clima.....	19
2.3. Índices climáticos .....	19
2.4. Transferencia de entropía .....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Área de estudio .....	21
3.2. Datos y preprocesamiento .....	24
3.2. Transferencia de Entropía.....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	34
4.1. Influencia de los índices en la lluvia de la Cuenca del Machángara .....	34
4.1.1. Influencia de la serie de tiempo completa .....	34
4.1.2. Influencia por estación del año.....	35
4.2. Influencia entre los índices climáticos .....	37
4.2.1. Influencia utilizando la serie completa de tiempo .....	37
4.2.2. Influencia por estación del año.....	39
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS .....	43
ANEXOS .....	48

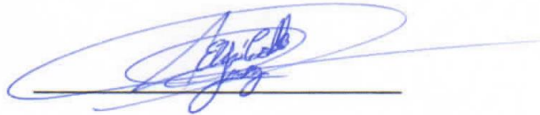
## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Elvis Ismael Calle Jiménez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Una aproximación causal a las señales globales que influyen en la lluvia de la cuenca del Machángara", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 5 de julio de 2022



Elvis Ismael Calle Jiménez

C.I: 1900488964

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Elvis Ismael Calle Jiménez, autor del trabajo de titulación "Una aproximación causal a las señales globales que influyen en la lluvia de la cuenca del Machángara", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 5 de julio de 2022



Elvis Ismael Calle Jiménez

C.I: 1900488964

## **Agradecimientos**

Agradezco principalmente a mi director Ángel Vázquez, quién me ha guiado con su conocimiento y experiencia en el desarrollo de este trabajo. Al NOAA que puso a disposición los datos de los índices climáticos y a los creadores de la librería PyIF mediante los cuales se ha podido calcular los resultados del presente trabajo.

*Elvis Ismael Calle Jiménez*

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a todas las personas que han contribuido a mi desarrollo como profesional.

A mis padres, mis hermanos, mis amigos, compañeros de clase y a todas aquellas personas que me supieron ayudar en algún momento de mi vida universitaria. Hay demasiado que agradecer y espero tener la oportunidad de devolver todo lo que se me ha dado.

*Elvis Ismael Calle Jiménez*



## Lista de figuras

Figura 1. Área de estudio.....	22
Figura 2. Estacionalidad de la lluvia en las 8 estaciones climatológicas.....	23
Figura 3. Correlación de Pearson de lluvia diaria entre cada una de las estaciones climatológicas.....	23
Figura 4. Ejemplo del preprocesamiento de los datos.....	24
Figura 5. Índice AAO desde el año 1981 hasta el año 2018.....	29
Figura 6. Índice BEST desde el año 1981 hasta el año 2018.....	29
Figura 7. Índice EA_WR desde el año 1981 hasta el año 2018.....	29
Figura 8. Índice ESPI desde el año 1981 hasta el año 2018.....	30
Figura 9. Índice GML-OT desde el año 1981 hasta el año 2018.....	30
Figura 10. Índice Niño 4 desde el año 1981 hasta el año 2018.....	30
Figura 11. Índice NP desde el año 1981 hasta el año 2018.....	31
Figura 12. Índice PDO desde el año 1981 hasta el año 2018.....	31
Figura 13. Índice QBO desde el año 1981 hasta el año 2018.....	31
Figura 14. Índice Solar Flux desde el año 1981 hasta el año 2018.....	32
Figura 15. Índice TNI desde el año 1981 hasta el año 2018.....	32
Figura 16. Índice WHWP desde el año 1981 hasta el año 2018.....	32
Figura 17. Influencia de los índices climáticos (eje vertical) en la lluvia de la cuenca del Machángara medida en ocho estaciones (eje horizontal). La influencia es medida mediante la TE (intensidad del color) usando la serie completa de datos.....	34
Figura 18. Influencia de los índices climáticos (eje vertical) en la lluvia de la cuenca del Machángara medida en ocho estaciones (eje horizontal). La influencia es medida mediante la TE (intensidad del color) usando la serie de tiempo agrupada por períodos de tres meses: (a) DEF, (b) MAM, (c) JJA y (d) SON.....	36
Figura 19. Influencia de los índices climáticos en los propios índices climáticos. El eje vertical es el índice de partida y el eje horizontal, el de llegada. La influencia es medida mediante la TE (intensidad del color) usando la serie completa de tiempo.....	38
Figura 20. Mapa de calor de la TE entre índices de los trimestres DEF y JJA. El eje vertical es el índice de salida y el eje horizontal es el índice de llegada.....	40
Figura 21. Índice AMM desde el año 1981 hasta el año 2018.....	48
Figura 22. Índice AMO desde el año 1981 hasta el año 2018.....	48
Figura 23. Índice AO desde el año 1981 hasta el año 2018.....	48
Figura 24. Índice MEI.v2 desde el año 1981 hasta el año 2018.....	49

Figura 25.	Índice NAO desde el año 1981 hasta el año 2018.....	49
Figura 26.	Índice Niño 1+2 desde el año 1981 hasta el año 2018. ....	49
Figura 27.	Índice Niño 3.4 desde el año 1981 hasta el año 2018.....	50
Figura 28.	Índice Niño 3 desde el año 1981 hasta el año 2018.....	50
Figura 29.	Índice NTA desde el año 1981 hasta el año 2018. ....	50
Figura 30.	Índice ONI desde el año 1981 hasta el año 2018. ....	51
Figura 31.	Índice PNA desde el año 1981 hasta el año 2018.....	51
Figura 32.	Índice SOI desde el año 1981 hasta el año 2018. ....	51
Figura 33.	Índice TNA desde el año 1981 hasta el año 2018. ....	52
Figura 34.	Índice TSA desde el año 1981 hasta el año 2018. ....	52
Figura 35.	Índice WP desde el año 1981 hasta el año 2018.....	52
Figura 36.	Mapa de calor de la TE desde los índices hacia las estaciones climatológicas de los trimestres MAM y SON.....	53
Figura 37.	Mapa de calor de la TE de índices a índices de los trimestres MAM y SON.	54

## Lista de tablas

Tabla 1.	Índices tomados de la página del NOAA agrupados por su región en el planeta.	25
Tabla 2.	Estaciones climatológicas en la cuenca del río Machángara, su latitud y longitud.	25
Tabla 3.	Descripción de los 28 índices del NOAA utilizados en el estudio.....	26
Tabla 4.	Valores de TE que supera el 60% del valor más alto de la serie completa de tiempo, entre 0.13 y 0.21. ....	34
Tabla 5.	Valores de la TE en cero de índices a estaciones con la serie completa de tiempo. ....	35
Tabla 5.	Valores de TE que supera el 60% del valor más alto para la serie completa de tiempo, entre 0.18 y 0.29. ....	38
Tabla 6.	Valores en cero de la TE de índices a índices para la serie completa de tiempo.	39
Tabla 7.	Valores de la TE desde entre índices que superan o son iguales al 60%. El rango de valores está entre 0.44 y 0.73 del trimestre DEF. ....	40
Tabla 8.	Valores de TE en donde su valor es cero del trimestre DEF.....	40
Tabla 9.	Valores de TE en cero del trimestre JJA. ....	41
Tabla 10.	Valores de TE desde índices a estaciones con la serie completa de tiempo...	54
Tabla 11.	Valores de TE desde índices a estaciones con la serie para el trimestre DEF.	55
Tabla 12.	Valores de TE desde índices a estaciones con la serie para el trimestre MAM.	56
Tabla 13.	Valores de TE desde índices a estaciones con la serie para el trimestre JJA.	56
Tabla 14.	Valores de TE desde índices a estaciones con la serie para el trimestre SON.	57
Tabla 15.	Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 de la serie completa de tiempo.....	58
Tabla 16.	Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP de la serie completa de tiempo.	59
Tabla 17.	Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 del trimestre DEF.	60
Tabla 18.	Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP del trimestre DEF.	61

Tabla 19.	Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 del trimestre MAM.	62
Tabla 20.	Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP del trimestre MAM.	62
Tabla 21.	Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 del trimestre JJA.	63
Tabla 22.	Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP del trimestre JJA.	64
Tabla 23.	Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 del trimestre SON.	65
Tabla 24.	Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP del trimestre SON.	66

## Lista de abreviaciones

AAO	Antarctic Oscillation
AMM	Atlantic Meridional Mode
AMO	Atlantic Multidecadal Oscillation
AO	Arctic Oscillation
BEST	Bivariate ENSO Time Series
CAR	Caribbean SST
EAWR	Eastern Asia/Western Russia
ENSO	El Niño-Southern Oscillation
ESPI	ENSO Precipitation Index
GML-OTI	Global Mean Land/Ocean Temperature Index
MEI.v2	Multivariate ENSO versión 2
Mw	Megawatt
NAO	North Atlantic Oscillation
Niño 1+2	Extreme Eastern Tropical Pacific SST
Niño 3	Eastern Tropical Pacific SST
Niño 3.4	East Central Tropical Pacific SST
Niño 4	Central Tropical Pacific SST
NP	North Pacific pattern

NTA	North Tropical Atlantic
ONI	Oceanic Niño Index
PCA	Principal Component Analysis
PDO	Pacific Decadal Oscillation
PNA	Pacific North American
QBO	Quasi-Biennial Oscillation
SFU	Solar Flux Units
SLP	Sea Level Pressure
SOI	Southern Oscillation Index
Solar Flux	Solar Flux (10.7cm)
SST	Sea Surface Temperature
TE	Transferencia de Entropía
TNA	Tropical Northern Atlantic
TNI	Trans Niño
TSA	Tropical Southern Atlantic
UV	Ultravioleta
WHWP	Western Hemisphere Warm Pool
WP	Western Pacific

## Lista de símbolos matemáticos

$I(X, Y)$	Transferencia de entropía de X a Y.
$X, Y$	X o Y, cada una representa una lista de números reales.
$\psi(x)$	Función digamma de x.
$\Gamma(x)$	Función gamma de x.
$\Gamma'(x)$	Derivada de la función gamma de x.
$\langle \dots \rangle$	Promedio de una lista de números.
C	Constante de Euler-Mascheroni ( $\cong 0.57722$ ).

## 1. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos atmosféricos, y entre ellos la lluvia, siempre han sido de vital importancia para el ser humano y han definido su evolución a lo largo de su historia (e.g., define su desplazamiento debido a la disponibilidad de alimentos). Se sabe que factores globales, regionales y locales afectan al comportamiento de la lluvia (Staub et al., 2014; Tiempo de paz, 2016) y con ello la disponibilidad de agua, recurso por demás apreciable.

Medir la influencia de los factores que influyen en el comportamiento de la lluvia contribuye a un mejor entendimiento de su dinámica y por tanto prever posibles situaciones de alto riesgo. Por ejemplo, un exceso de lluvia puede conllevar a desastres naturales (e.g., inundaciones y deslaves), poniendo en riesgo la vida de miles de personas. Casos de dichos desastres, debido a lluvias extremas, se produjeron en julio de 2012 en varios lugares de Alemania y Bélgica, donde los ríos se desbordaron e inundaron pueblos enteros con más de 183 fallecidos y cientos de desaparecidos (BBC, 2021; DW, 2021a). Así mismo, en julio de 2021 China se vió afectada sobre todo en el centro del país en Zhengzhou, capital de la provincia de Henan, donde 292 personas murieron y 47 están desaparecidas (France24, 2021). Un caso más cercano se dió en mayo de 2021 en la parroquia Tarqui del cantón Cuenca (Ecuador), donde las inundaciones afectaron a más de 60 viviendas y destruyeron 5 puentes peatonales (El Comercio, 2021). Por otro lado, las sequías tienen repercusiones negativas en la agricultura o el normal funcionamiento de hidroeléctricas, indispensables para la actividad humana. Por ejemplo, la sequía que tuvo lugar en Ciudad del Cabo (Sudáfrica), en febrero de 2018, obligó a sus ciudadanos a recortar el consumo de agua a 50 litros al día por persona (El País, 2020). Otro ejemplo son las sequías que ha estado experimentando Europa central desde 2015, que han sido las más severas en más de dos milenios y que están relacionadas al cambio climático provocado por la actividad humana (El Mundo, 2021). También se han dado nevadas extremas al sur de Brasil en donde las temperaturas descendieron a menos de cero grados centígrados (DW, 2021b). Los mencionados ejemplos dejan claro que conocer los factores que influyen en el comportamiento de la lluvia, podría, por ejemplo, ayudar a prever estas situaciones si se identifican situaciones anómalas en ellos.

Uno de los insumos con los que se cuenta para estudiar el clima son los índices climáticos. Los índices climáticos son un conjunto de datos, expresados como series de tiempo, que permiten describir fenómenos que tienen relación con el clima (Jahnke-Bornemann, 2021), por ejemplo, cambios en la temperatura de los océanos, la presión atmosférica, la temperatura en la superficie continental o incluso la actividad solar. Los índices climáticos se utilizan para entender más acerca del comportamiento del clima o relacionar estos con fenómenos como la lluvia. Generalmente, los estudios que analizan la conexión entre los índices de clima con lluvia local usan métodos como la correlación lineal (Frazier et al., 2018; Hossain et al., 2020, 2018; Singhanía et al., 2018) o correlación con retrasos (Lee et al., 2019; Taweessin y Seeboonruang, 2019; Upton, 2002) y, en algunos casos, métodos más sofisticados que permiten ver la relación no lineal (Mendoza et al., 2019). Estos últimos toman mayor relevancia al estudiar la lluvia en zonas tropicales y de alta montaña donde el comportamiento de la lluvia tiene una alta variabilidad tanto espacial como temporal (Emck, 2007; Oñate-



Valdivieso et al., 2018). Un ejemplo de esas zonas es la de los Andes ecuatorianos (Buytaert et al., 2006) donde la dinámica de la lluvia se considera muy compleja, es decir, hay muchos factores que influyen en ella (Mora y Willems, 2011), de manera lineal y no lineal.

En el caso de los Andes ecuatorianos, se han hecho estudios de la relación de la lluvia con factores regionales y globales (Vuille et al., 2000b, 2000a), en los cuales, concretamente, encontraron la relación entre la lluvia en el Ecuador con el comportamiento de las variables climáticas en los Océanos Pacífico y Atlántico, encontrando que El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es más dominante en la parte noroccidental de los Andes durante diciembre, enero y febrero y en la Cordillera Oriental durante junio, julio y agosto. Otros estudios, como el de Bendix (2000) analizaron también la relación del comportamiento de la lluvia durante el fenómeno de El Niño 1991-92 y encontraron que el principal mecanismo que produce lluvias intensas es un sistema de brisas terrestre-marina extendida, es decir, un sistema de circulación de aire recurrente entre la costa y el océano adyacente a la costa que se extiende al interior del continente. Como dichos estudios, se han realizado algunos otros con objetivos relacionados a entender la relación entre la lluvia y los índices climáticos o fenómenos regionales o globales. Ejemplos relevantes de esos estudios son (Bendix y Bendix, 2006) que utilizaron 2544 imágenes del Meteosat-3 para investigar la dinámica de las fuertes lluvias durante El Niño en 1991-92. Los resultados mostraron que la elevada temperatura del mar sumado con cambios bruscos en la misma conduce a fuertes lluvias. En el estudio de Bendix et al. (2006) se analiza la dinámica en la lluvia diurna en el valle del río San Francisco en la provincia de Loja, Ecuador, en el cual se identificaron dos valores máximos en la lluvia, el primero antes del amanecer y el segundo por la tarde. De estos últimos, el valor máximo antes del amanecer parece estar relacionado mayormente con una dinámica atmosférica a mayor escala, es decir, a fenómenos regionales o globales. En (Campozano et al., 2016) se realiza un estudio en la cuenca del río Paute identificando tres regímenes de lluvia, en donde se evidencia que uno de ellos está causado por las evaporaciones procedentes de la región amazónica, lo cual muestra la influencia de factores regionales de la lluvia en la zona de estudio. En (Rossel y Cadier, 2009) se utilizan datos de 75 estaciones pluviométricas y datos de Temperatura de la superficie del mar (SST, por sus siglas en inglés), viento meridional y zonal en el Pacífico ecuatorial oriental para realizar predicciones. En el estudio, uno de los métodos utilizados logra explicar entre el 60 y 82% de la varianza. Ávila y Ballari (2020) utilizaron redes bayesianas para identificar teleconexiones usando datos de la lluvia en varias regiones del país (sierra centro sur, sierra sur, entre otras) e índices climáticos. Se calcularon teleconexiones para tres casos: 1) desde varias regiones del país hacia los índices climáticos, 2) desde los índices climáticos hacia las regiones y 3) entre índices. Los resultados (considerando la región sierra sur en el caso 1 y 2, dado que es la región de interés para este trabajo) indican que para el caso 1 los índices NIÑO 1+2, NIÑO 4 y NP son los índices que muestran mayor incidencia. Para el caso 2 la región se ve afectada principalmente por los índices QBO, NIÑO 1+2, NIÑO 3.4, NP, AMM, CAR y TSA. Para el caso 3 los índices NP, MEI, AMO, ESPI y ONI son los que mayor influencia tienen sobre los demás índices. Finalmente, el estudio concluye que para la región de la sierra los índices NIÑO 1+2, NIÑO 4 y NP son los de mayor incidencia.

Luego de revisada la literatura relacionada, hasta donde el autor conoce, no hay estudios en donde se utilicen métodos basados en teoría de la información que determinen una relación direccionada y con sentido causal entre los distintos índices climáticos y la lluvia en zonas de los Andes. Más aún, no se han identificado dichos estudios en cuencas como la del río Machángara, al sur del Ecuador.

La teoría de la información es una rama de las matemáticas que estudia la información en su conjunto, cómo medirla, transmitirla, comprimirla o restaurarla (Shannon, 1948). Es importante porque es la base de las comunicaciones actuales y ayuda a corregir mensajes que hayan sufrido alteraciones o ruido durante su transmisión. Aunque su principal aplicación está en las comunicaciones, la teoría de la información puede ser aplicada en otros campos de la ciencia (Basurto-Flores et al., 2018) como neurociencia, mercados financieros, clima o sociología (Chiavazzo et al., 2015; Shumbayawonda et al., 2019).

Este trabajo tiene como objetivo principal medir la influencia no lineal y causal de factores climáticos globales en la lluvia de la cuenca del río Machángara. Como proxies de dichos factores climáticos se utilizará un método basado en teoría de la información, llamado transferencia de entropía (TE) (Kraskov et al., 2004). Los objetivos alcanzados con este trabajo fueron conocer los índices que tienen influencia causal en la lluvia de la cuenca del Machángara y conocer si esta influencia cambia según la estación del año (verano, invierno, etc.). El trabajo de titulación se limita a los índices climáticos globales y no incluyen otros factores, como por ejemplo locales, que también tienen mucha influencia en el comportamiento de la lluvia en la zona de interés.

Este trabajo está estructurado de la siguiente forma: capítulo 1: introducción, capítulo 2: marco teórico, capítulo 3: materiales y métodos, capítulo 4: resultados y discusión y capítulo 5: conclusiones y recomendaciones. El capítulo 2 muestra conceptos fundamentales para el sustento de este trabajo como la complejidad de los fenómenos climáticos y qué son los índices climáticos. El capítulo 3 indica el preprocesamiento que se aplicó a los datos antes de aplicar el método, qué índices climáticos se usaron y las estaciones climatológicas en las que se registra la lluvia. En el capítulo 4 se indica qué resultados se obtuvieron y una discusión con un trabajo similar. Finalmente, en el capítulo 5 se dan las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Factores principales que influyen en el clima

El clima es el resultado de la interacción de factores astronómicos, geográficos y meteorológicos. Los factores astronómicos hacen referencia a la actividad solar o radiación del espacio. Ejemplos de factores geográficos son la cercanía a los polos o al ecuador y la cercanía a las masas de agua, las zonas montañosas o llanuras. Los factores meteorológicos están relacionados al comportamiento de la atmósfera. Cada país y región tiene su propio clima de acuerdo a la influencia de los diferentes factores descritos. En el caso concreto de Ecuador, el clima está influenciado principalmente por su latitud (recibiendo una mayor cantidad de radiación solar por estar atravesado por la línea ecuatorial), el océano Pacífico y su orografía (conjunto relieve-altitud que se ve principalmente en la sierra con altos gradientes altitudinales) especialmente variada, puesto que el país se encuentra atravesado por la cordillera de los Andes (Pourrut, 1983; Samaniego et al., 2015). Además, hay influencia de los fenómenos climáticos El Niño y La Niña que se producen en el océano Pacífico y afectan al clima del país provocando sequías o inundaciones que en muchas ocasiones tienen consecuencias devastadoras (Rossel, 1997).

### 2.2. Cómo se mide comúnmente la influencia del clima

Entre los factores globales que definen el comportamiento del clima están la temperatura de los océanos, corrientes marinas o fenómenos más complejos como ENOS (Parque Explora, 2015; Tsonis, 2017). Estos afectan a la lluvia en varias escalas espacio-temporales y de manera distinta a varias regiones del planeta (Hijar et al., 2016; Takahashi y Martínez, 2019; Vicente-Serrano et al., 2017). En el caso concreto de Ecuador, los cambios de temperatura en la superficie del océano Pacífico o en el océano Atlántico tienen correlación con las lluvias en los Andes ecuatorianos, de esta forma se puede utilizar varias técnicas para relacionar ambas variables. Entre las técnicas que destacan lo anteriormente expuesto están: el análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés) y el método de correlación cruzada (Vuille et al., 2000b) y, de esta forma encontrar patrones que describan la dinámica entre ambos fenómenos. Este mismo principio se utiliza al considerar otras variables climáticas y relacionarlas con la lluvia u otros fenómenos de esta misma naturaleza.

### 2.3. Índices climáticos

Para poder caracterizar el comportamiento atmosférico de varias regiones del planeta o del planeta entero, se han definido diferentes índices climáticos (NCAR, 2021). Estos representan el comportamiento de diferentes variables meteorológicas que permiten estudiar la conexión entre los fenómenos atmosféricos globales o regionales (Oñate-Valdivieso et al., 2020). Así, los índices climáticos y las observaciones de lluvia, tanto medidas a nivel de la superficie como con satélites, son insumos que, mediante técnicas apropiadas de

procesamiento e inferencia, pueden ayudar a entender la dinámica del comportamiento de la lluvia.

## 2.4. Transferencia de entropía

El método de la TE surge de la teoría de la información y ha sido utilizado anteriormente en investigaciones climáticas (Gibbins y Haigh, 2020; Su et al., 2017). El método funciona de la siguiente manera. Sea  $X = \{x_0, x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , una primera serie de tiempo,  $Y = \{y_0, y_1, y_2, \dots, y_n\}$ , una segunda serie de tiempo y el conjunto de puntos formado por  $Z = \{(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ , se procede a crear una cuadrícula que abarca a los puntos de  $Z$  y no necesariamente de tamaño regular, teniendo filas y columnas con vecinos más cercanos al  $i$ -ésimo punto. Los puntos vecinos hacen referencia a los puntos más cercanos con respecto al  $k$ -ésimo punto del cual se está evaluando. El método considera al  $k$ -ésimo vecino más cercano, es decir si  $k=1$ , entonces será el punto más cercano, si  $k=2$ , entonces el segundo más cercano. Posteriormente se utiliza la fórmula

$$I(X, Y) = \psi(k) - \frac{1}{n} \langle \psi(n_x) + \psi(n_y) \rangle + \psi(N) \quad (1)$$

donde  $I(X, Y)$  es la TE,  $\psi$  representa la función digamma,  $k$  es el número de vecinos más cercanos que se toma,  $\langle \dots \rangle$  representa el promedio de los valores,  $n_x$  es el número de elementos en cada uno de las filas,  $n_y$  es el número de elementos en cada una de las columnas y  $N$  es el número total de elementos.

La función digamma se define como

$$\psi(x) = \frac{\Gamma'(x)}{\Gamma(x)} \quad (2)$$

donde  $\Gamma(x)$  es la función gamma y  $\Gamma'(x)$  su derivada. La función gamma ayuda a calcular el factorial de un número real (no solo de números enteros). La función digamma cumple con las propiedades

$$\psi(x + 1) = \psi(x) + \frac{1}{x} \quad (3)$$

$$\psi(1) = -C \quad (4)$$

donde  $C \cong 0.57722$  es la constante de Euler-Mascheroni (Kraskov et al., 2004).

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Área de estudio

El área de estudio está ubicada en el austro del Ecuador, entre las provincias de Azuay y Cañar (Figura 1). En ella se encuentra el río Machángara y la planta de tratamiento de agua potable Tixán, la más grande del país y que da servicio a alrededor de 625.000 habitantes en la ciudad de Cuenca (Diario Qué, 2020; El Mercurio, s/f.). Además, en la cuenca del río Machángara hay dos centrales hidroeléctricas, Saymirín y Saucay, que en conjunto tienen una potencia instalada de 38,4 Mw (ETAPA, s/f). Los embalses de estas hidroeléctricas también sirven para regular los caudales y prevenir eventos extremos aguas abajo (en la ciudad de Cuenca), a más de asegurar el líquido vital para cuestiones agrícolas e industriales.

Las estaciones climatológicas de las que se disponen datos para este trabajo, están ubicadas según se muestra en la Figura 1. La cantidad de lluvia y su variabilidad difiere según su altura. La estacionalidad de la lluvia se muestra en la Figura 2. Se puede ver que la lluvia es bimodal (dos meses donde hay más lluvia: abril y octubre). Además, el mes más seco del año es agosto. Las estaciones cercanas muestran alta correlación lineal a escala diaria (Figura 3).

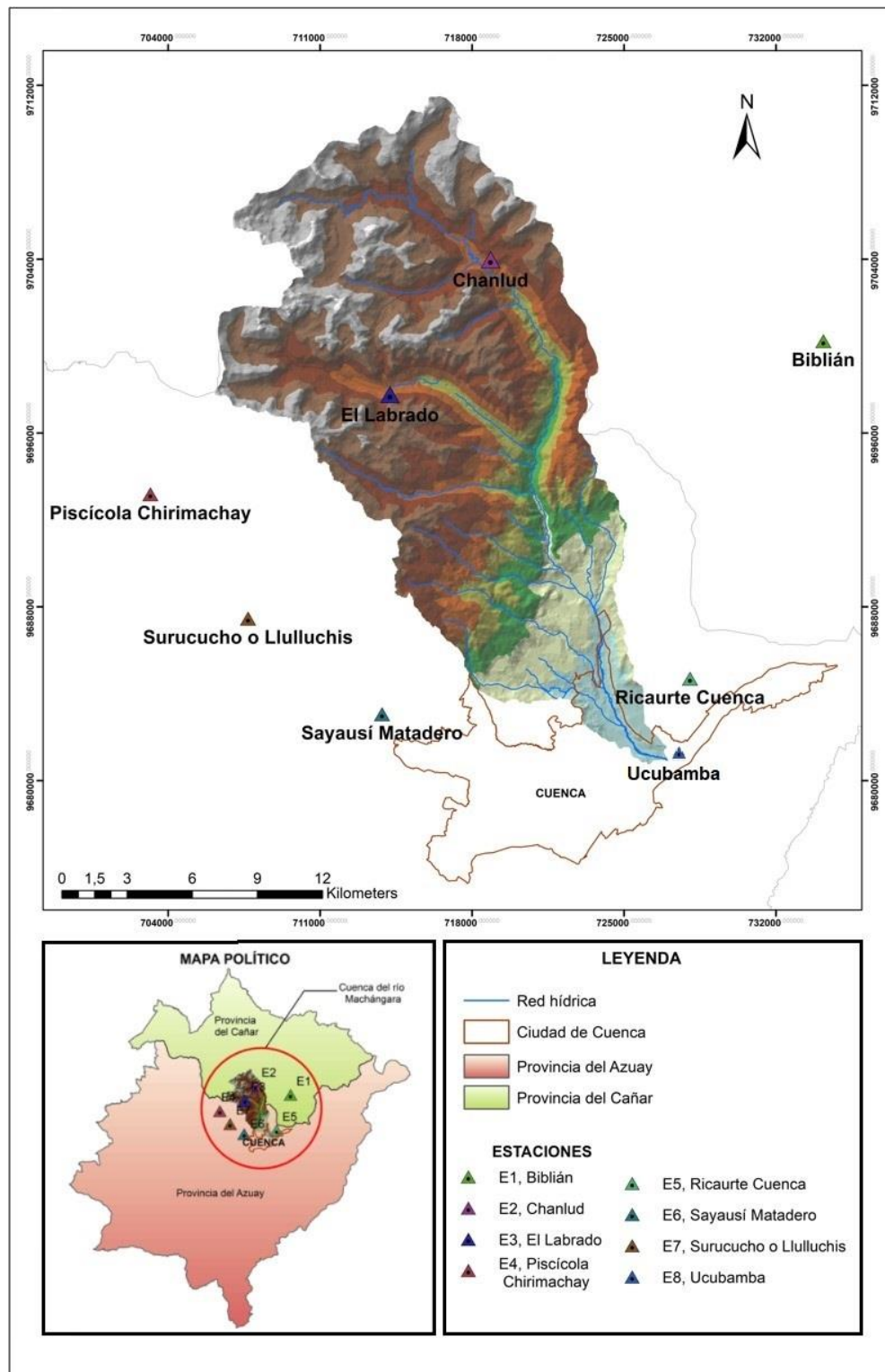


Figura 1. Área de estudio

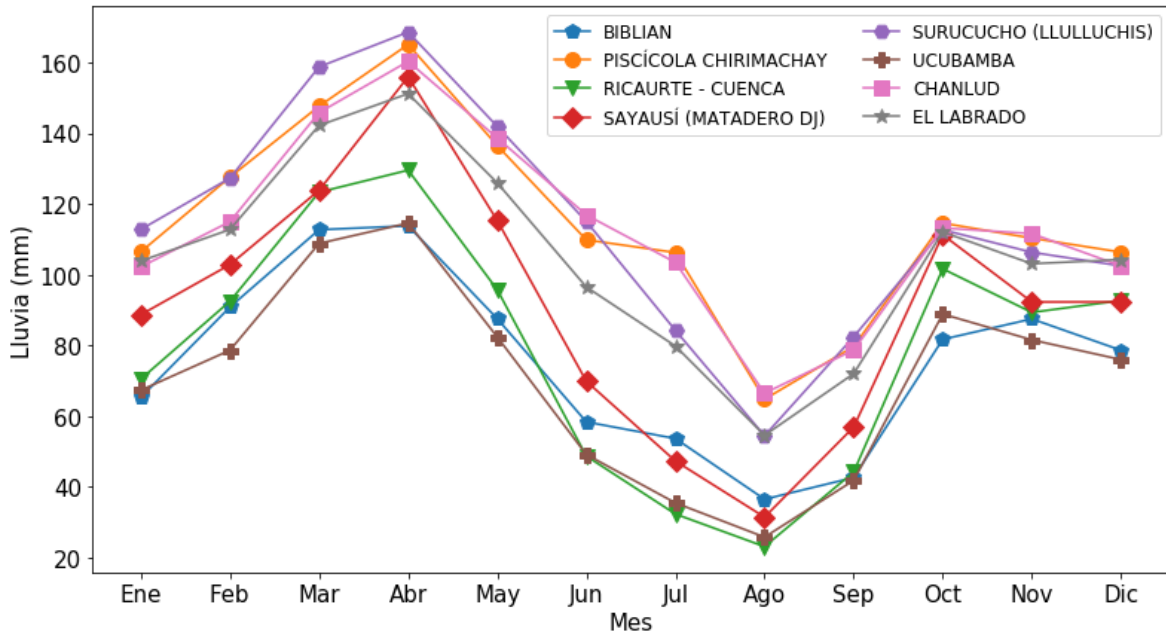


Figura 2. Estacionalidad de la lluvia en las 8 estaciones climatológicas.

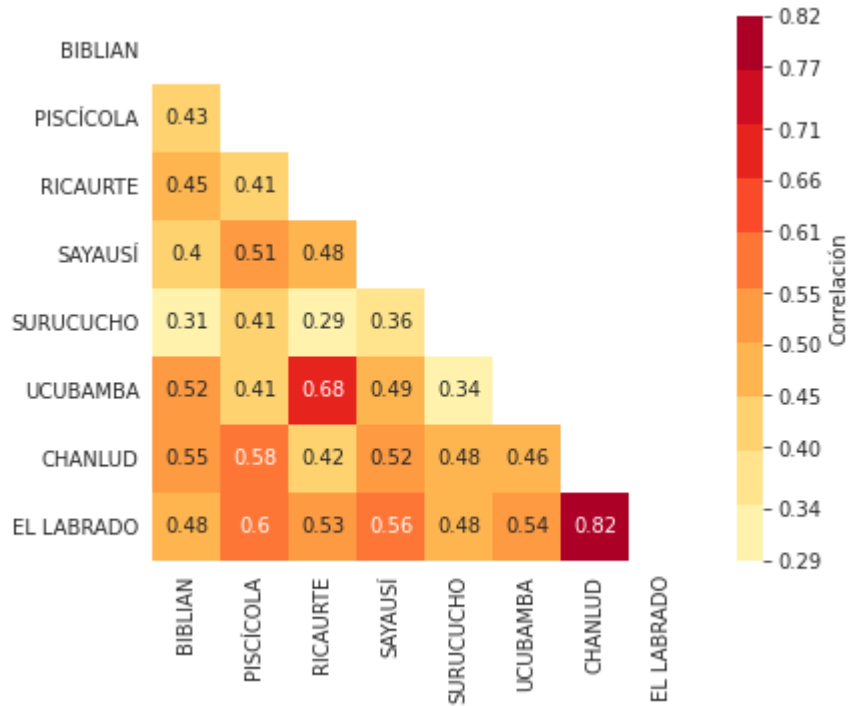


Figura 3. Correlación de Pearson de lluvia diaria entre cada una de las estaciones climatológicas.

## 3.2. Datos y preprocesamiento

Se utilizaron los datos a escala mensual de los índices climáticos de la página web<sup>1</sup> de la NOAA (Tabla 1). Los datos de lluvia de las ocho estaciones de la cuenca del río Machángara (Tabla 2) fueron agregados a escala mensual (inicialmente se encuentran a escala diaria). Tanto los datos de los índices como de la lluvia corresponden al periodo 1981-2018 (38 años). Para el preprocesamiento de datos, cada serie de tiempo (tanto de las 8 estaciones climáticas como de los 28 índices climáticos) se trató de manera independiente en listas de Numpy del lenguaje de programación Python. De esta forma, a cada una de las series de tiempo se les quitó la tendencia lineal y se las estandarizó para que se encontraran a una escala similar como se muestra en la Figura 4.

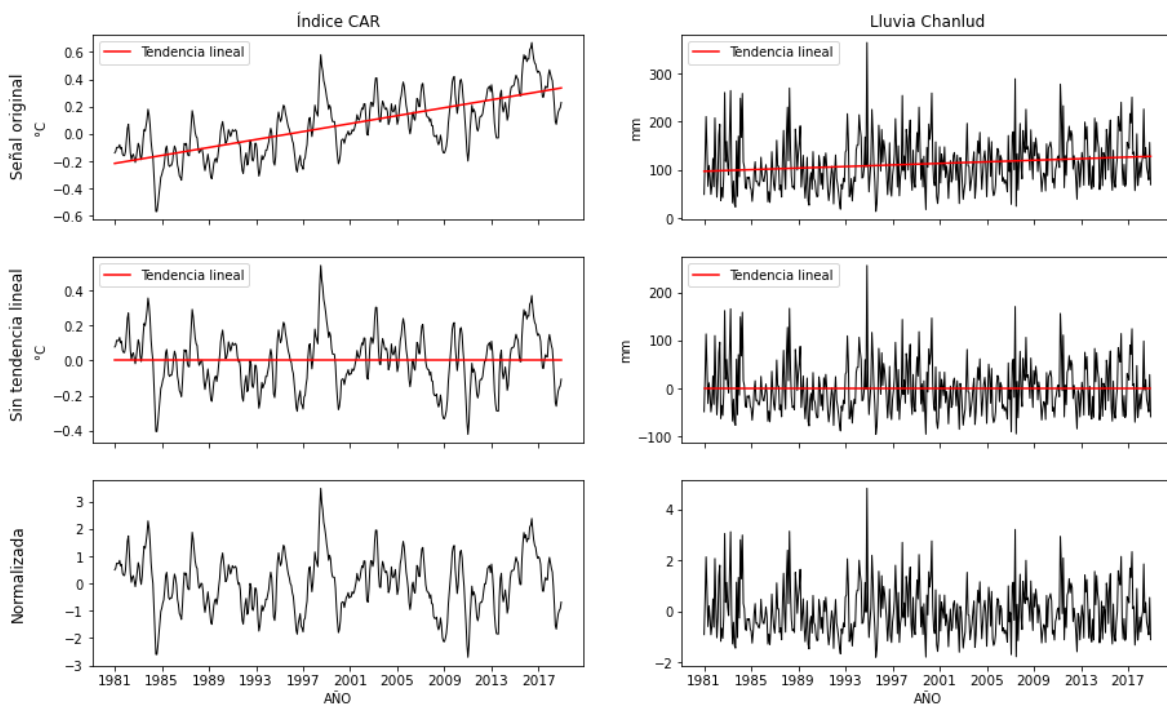


Figura 4. Ejemplo del preprocesamiento de los datos.

Se calculó la TE con la serie completa de tiempo y luego por estaciones del año. En ambos casos realizó esto desde cada uno de los índices climáticos hacia cada una de las ocho estaciones climatológicas y luego entre índices climáticos, dado que deseamos conocer cómo un índice influye en otros. Las estaciones del año se dividieron como sigue:

- Diciembre, enero y febrero (DEF)
- Marzo, abril y mayo (MAM)
- Junio, julio y agosto (JJA)
- Septiembre, octubre y noviembre (SON)

<sup>1</sup><https://psl.noaa.gov/data/climateindices/list/>



Se describen los datos considerados los más relevantes, esto es, todo valor que supere o sea igual al 60% del valor máximo y, por otra parte, todos los valores iguales a cero (exceptuando los ceros de la diagonal principal en el caso índices a índices). En las tablas se resalta con negrita el número más grande de cada columna y con subrayado el número más grande de cada fila sin considerar el promedio en caso de existir. Si existen dos o más números en la columna o fila de la tabla con el número más grande, también se lo pondrá en negrita o subrayará, tantas veces como se repita. Si solo existe un número en la columna o fila o el número es el mismo, no se lo diferenciará ni con negrita ni con subrayado en lo absoluto.

Tabla 1. Índices tomados de la página del NOAA agrupados por su región en el planeta.

Región	Índice
Global	GMLOT
Entre Europa y Rusia	EA_WR
Mar Caribe	CAR
Línea Ecuatorial	WHWP
Canadá	Solar Flux
Polos	AO, AAO
Atlántico	TNA, NAO, NTA, AMO
Pacífico	WP, PNA, PDO, NP, MEI.v2, ENSOP, ONI, Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4, Niño 4, TSA, TNI, BEST, SOI.

Tabla 2. Estaciones climatológicas en la cuenca del río Machángara, su latitud y longitud.

Id	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud
M0137	Biblián	-2,710277796	-78,89360809	2640 m
MA41	Chanlud	-2,67663908	-79,03146362	3485 m
M0141	El Labrado	-2,732777834	-79,07305908	3335 m
INA417	Piscícola Chirimachay	-2,774444342	-79,17222595	3270 m
M0426	Ricaurte Cuenca	-2,850833416	-78,9486084	2545 m
M0427	Sayausí Matadero	-2,865833282	-79,07611084	2602 m

M0429	Surucucho o Llulluchis	-2,826111078	-79,13166809	2800 m
M140	Ucubamba	-2,870278	-78,874722	2510 m

Una breve descripción de cada uno de los índices se muestra en la Tabla 3 y sus gráficas más importantes para este trabajo se muestran desde la Figura 5 hasta la Figura 16. Para información mucho más detallada sobre los índices, refiérase a: <https://psl.noaa.gov/data/climateindices/list/>

Tabla 3. Descripción de los 28 índices del NOAA utilizados en el estudio.

Índice	Descripción
Global Mean Land/Ocean Temperature Index	Abreviado como GML-OTI, mide la variación (exceso o defecto) de temperatura del planeta respecto al promedio de las temperaturas entre 1951 y 1980. Abarca zonas oceánicas y terrestres de todo el planeta. Este índice está medido a una escala de 0.01 grados Celsius (i.e., cada número se tiene que multiplicar por 0.01 para obtener el valor original).
Eastern Asia/Western Russia	Abreviado como EA-WR, es un patrón de teleconexión que mide anomalías de la temperatura superficial de la zona del Atlántico este y la parte oeste de Rusia (East Atlantic/Western Russia), también incluye el norte de China. Es un índice sin unidades.
Caribbean SST	Abreviado como CAR, mide la variación (exceso o defecto) de la temperatura de la superficie del mar Caribe en relación al promedio de las temperaturas entre 1981 y 2010. El índice está en grados Celsius.
Western Hemisphere warm pool	Abreviado como WHWP, mide la variación (exceso o defecto) de la temperatura en la superficie del mar tomando como referencia 28,5 °C de temperatura en el Atlántico y el este del Pacífico Norte. Índice en grados Celsius.
Quasi-Biennial Oscillation	Abreviado como QBO, es una oscilación cuasi periódica de vientos ecuatoriales zonales. Índice en metros por segundo (m/s).
Solar Flux (10.7cm)	Solar Flux, registra las emisiones de radio producidas en el sol con una longitud de onda de 10.7 cm (2800 MHz). Se ha medido constantemente en Canadá desde 1947. Índice en unidades de flujo solar (sfu, por sus siglas en inglés).
Arctic Oscillation	Abreviado como AO por sus siglas en inglés, indica el comportamiento de la circulación atmosférica (movimiento del aire a gran escala) sobre el ártico al norte de los 20° N. Índice sin unidades.

Antarctic Oscillation	Abreviado como AAO por sus siglas en inglés, indica el comportamiento de la circulación atmosférica (movimiento del aire a gran escala) en la Antártida al sur de los 20° S. Índice sin unidades.
Tropical Northern Atlantic	Abreviado como TNA por sus siglas en inglés, mide la variación (exceso o defecto) de la temperatura de la superficie del mar promedio del Atlántico tropical. Índice en grados celsius.
North Atlantic Oscillation	La oscilación del Atlántico Norte (NAO) es un fenómeno climático en el norte del océano Atlántico, de fluctuaciones en la diferencia de presión atmosférica entre la baja islandesa y el alta de Azores o anticiclón de las Azores. Índice sin unidades de medida.
North Tropical Atlantic	Abreviado como NTA por sus siglas en inglés, mide las variaciones (exceso o defecto) de la temperatura de la superficie del Atlántico tropical norte. Estas variaciones se calculan con la climatología desde 1981 a 2010.
Atlantic Multidecadal Oscillation	Abreviado como AMO, describe el comportamiento de las temperaturas del Atlántico norte. Índice sin unidades de medida.
Atlantic Meridional Mode	Abreviado como AMM, describe el comportamiento de la temperatura de la superficie del Atlántico Central. Sin unidades de medida.
Western Pacific	Abreviado como WP, es un patrón de teleconexión que utiliza datos de la variación atmosférica y la temperatura de la superficie del mar para su construcción. Índice sin unidades de medida.
Pacific North American	Abreviado como PNA, es un patrón de teleconexión que utiliza datos de la variación atmosférica y la temperatura de la superficie del mar para su construcción. Está ubicada en los extratropicales del hemisferio norte en el Pacífico. Índice sin unidades de medida.
Pacific Decadal Oscillation	Abreviado como PDO, es un patrón de teleconexión que utiliza datos de la variación atmosférica y la temperatura del océano para su construcción. Está situado en el pacífico Norte. Sin unidades de medida.
North Pacific pattern	Abreviado como NP, es un patrón de teleconexión que describe el comportamiento de la presión atmosférica a nivel del mar en el Pacífico norte sobre la región 30N-65N, 160E-140O. Sin unidades de medida.
Multivariate ENSO versión 2.	Abreviado como MEI.v2, utiliza variables oceánicas y atmosféricas para describir el comportamiento de El Niño - Oscilación del Sur (ENSO) sobre el Pacífico tropical el área que ocupa es 30S-30N y 100E-70O.

	Índice sin unidades de medida.
<b>ENSO precipitation</b>	Abreviado como ESPI, se basa en las anomalías de la lluvia en dos áreas, una en el Pacífico tropical oriental (10°S-10°N, 160°E-100°W) y la otra en el continente marítimo (10°S-10°N, 90°E-150°E). Índice sin unidades de medida.
<b>Oceanic Niño</b>	Abreviado como ONI por sus siglas en inglés, registra las temperaturas superiores o inferiores al promedio de los últimos 3 meses en el pacífico tropical entre 120-170 O, en la región conocida como Niño 3.4. Índice en grados celsius.
<b>Extreme Eastern Tropical Pacific SST</b>	Abreviado como Niño 1+2, registra las anomalías (exceso o defecto) de las temperaturas en el océano pacífico en las zonas Niño 1 y Niño 2, ocupa el área 0-10S, 90O-80O, se encuentran cerca del Ecuador continental. Índice en grados celsius.
<b>Eastern Tropical Pacific SST</b>	Abreviado como Niño 3, registra las anomalías (exceso o defecto) respecto a un promedio de la temperatura en la superficie del océano Pacífico en una zona conocida como Niño 3, su área está delimitada por 5N-5S, 150O-90O. Índice en grados celsius.
<b>East Central Tropical Pacific SST</b>	Abreviado como Niño 3.4, registra las anomalías (exceso o defecto) respecto a un promedio de la temperatura en la superficie del océano Pacífico usando las zonas conocidas como Niño 3 y Niño 4, su área está delimitada por 5N-5S, 170-120O. Índice en grados celsius.
<b>Central Tropical Pacific SST</b>	Abreviado como Niño 4, registra las anomalías (exceso o defecto) respecto a un promedio de la temperatura en la superficie del océano Pacífico usando la zona conocida como Niño 4, su área está delimitada por 5N-5S, 160E-150O. Índice en grados celsius.
<b>Tropical Southern Atlantic</b>	Abreviado como TSA, es un indicador del comportamiento de la temperatura en la superficie del Atlántico sur tropical, su área está delimitada por 0-20S y 10E-30O. Índice en grados celsius.
<b>Trans Niño</b>	Abreviado como TNI por sus siglas en inglés, se construye utilizando Niño 1+2 y Niño 4. Índice sin unidades de medida.
<b>Bivariate ENSO Time Series</b>	Abreviado como BEST, se calcula a partir de la combinación de una serie temporal SOI y una serie temporal Niño 3.4. Índice sin unidades de medida.
<b>Southern Oscillation</b>	Abreviado como SOI, es una medida de las fluctuaciones a gran escala en la presión del aire que ocurren entre el Pacífico tropical occidental y oriental durante los episodios de El Niño y La Niña. Índice sin unidades

de medida.

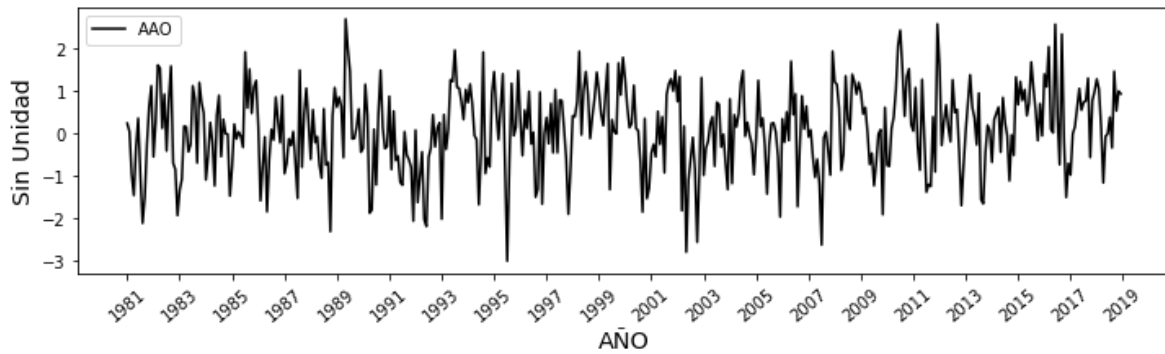


Figura 5. Índice AAO desde el año 1981 hasta el año 2018.

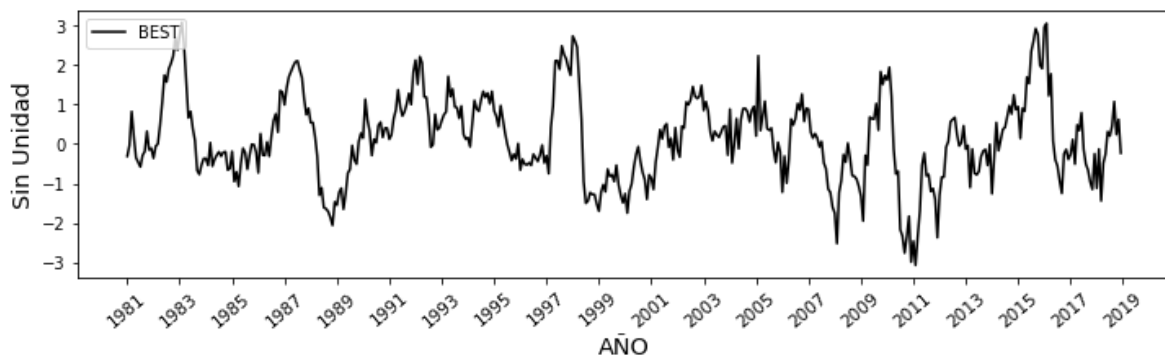


Figura 6. Índice BEST desde el año 1981 hasta el año 2018.

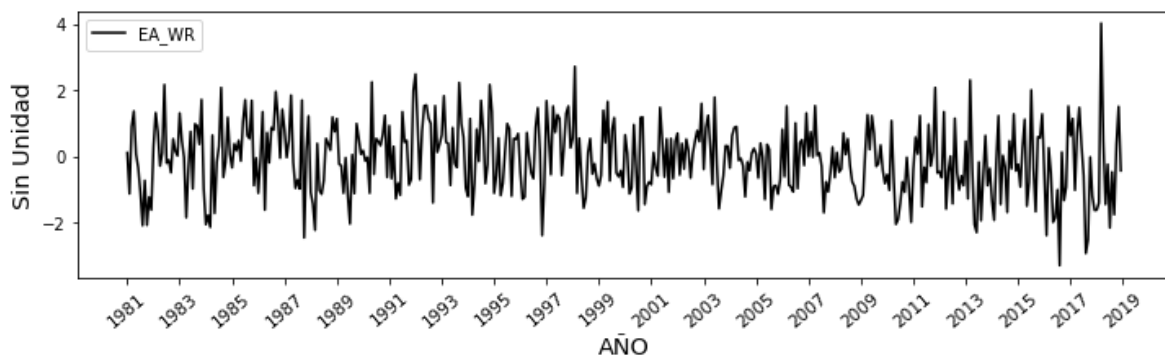


Figura 7. Índice EA\_WR desde el año 1981 hasta el año 2018.

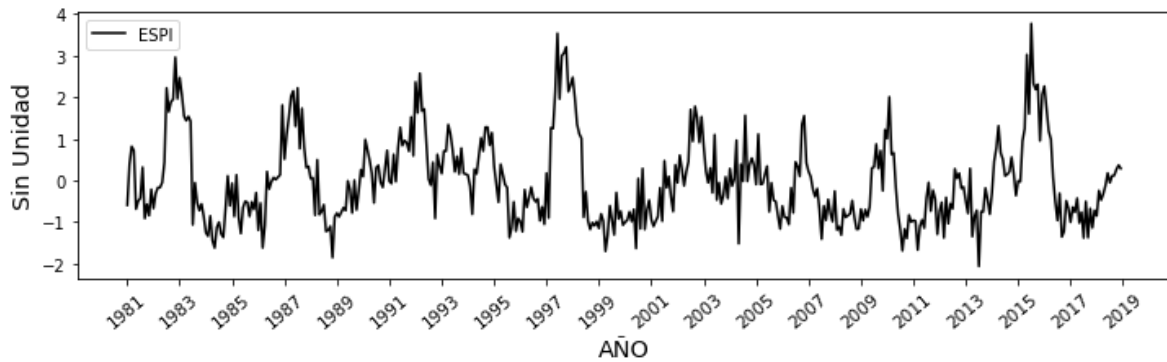


Figura 8. Índice ESPI desde el año 1981 hasta el año 2018.

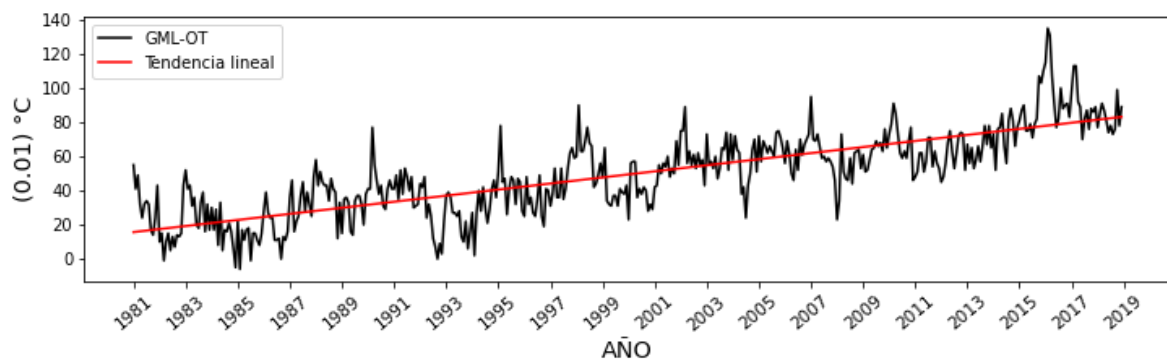


Figura 9. Índice GML-OT desde el año 1981 hasta el año 2018.

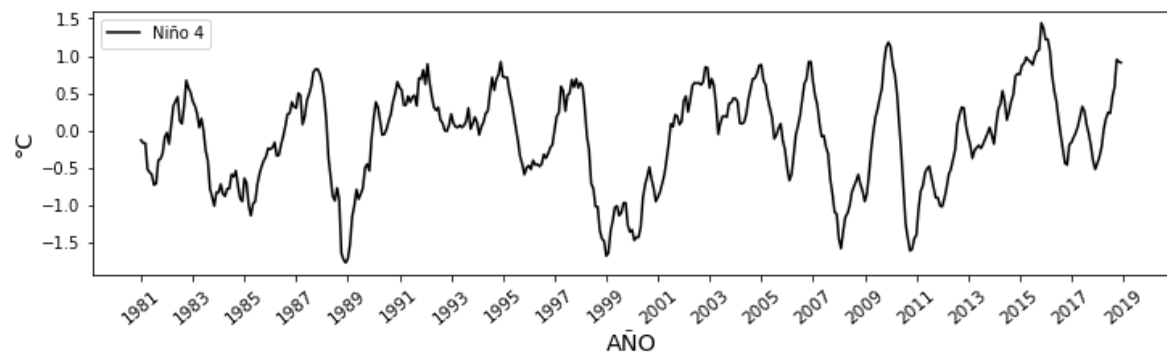


Figura 10. Índice Niño 4 desde el año 1981 hasta el año 2018.

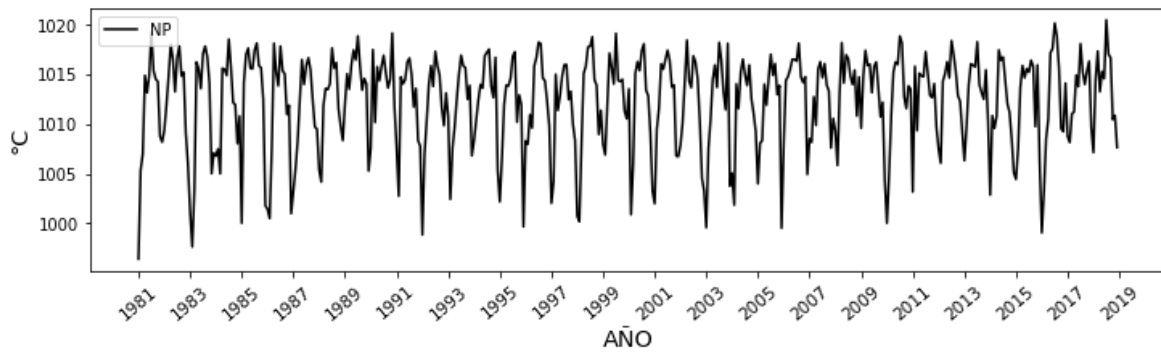


Figura 11. Índice NP desde el año 1981 hasta el año 2018.

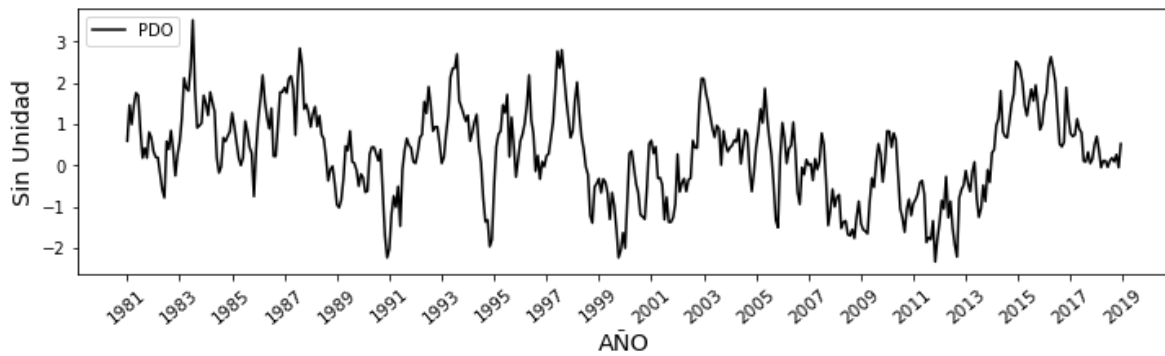


Figura 12. Índice PDO desde el año 1981 hasta el año 2018.

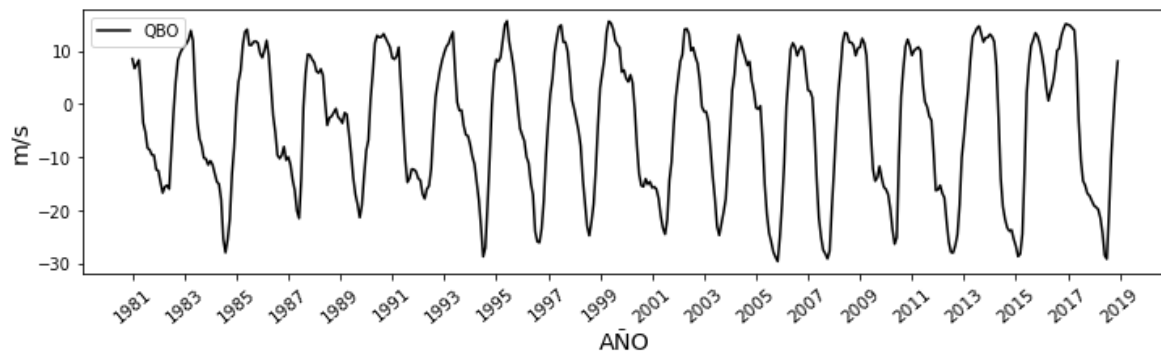


Figura 13. Índice QBO desde el año 1981 hasta el año 2018.

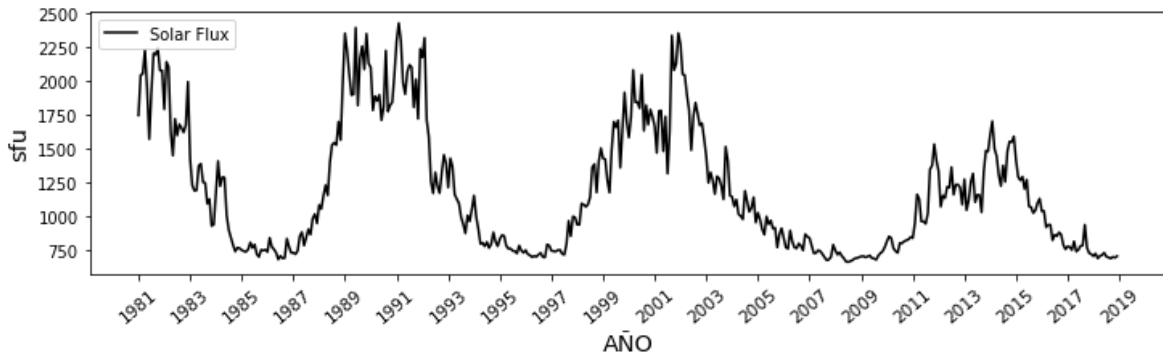


Figura 14. Índice Solar Flux desde el año 1981 hasta el año 2018.

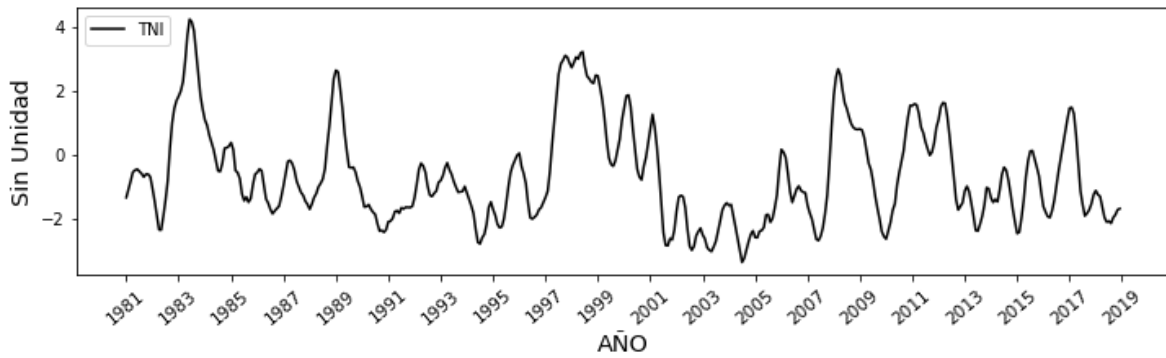


Figura 15. Índice TNI desde el año 1981 hasta el año 2018.

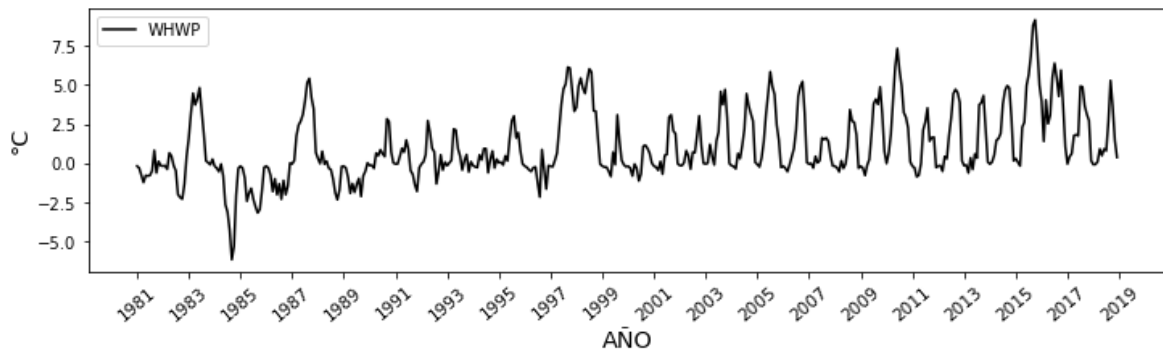


Figura 16. Índice WHWP desde el año 1981 hasta el año 2018.

### 3.2. Transferencia de Entropía

Se usó la implementación del método que está en la librería pyif versión 0.1 de Python (Ikegwu et al., 2020). Esta implementación ha sido utilizada ya en otros trabajos dando evidencia de robustez y exactitud de la implementación (Edinburgh et al., 2021; Frontera et al., 2020). El primer paso para la utilización de este método es tener la misma cantidad de



datos a la misma escala, para el caso, a escala mensual. La función `te_compute` tiene dos parámetros requeridos: `X` e `Y`. Estos corresponden a matrices numéricas con dimensiones de  $N \times 1$ . La función tiene la forma

```
te.te_compute(X, Y, k=4, embedding=1, safetyCheck=True, GPU=False)
```

donde el parámetro `k` es el número de vecinos utilizados, `embedding` controla cuántos períodos de retraso se utilizan para estimar la TE (para el presente trabajo se usó el parámetro en 1), `GPU` indica si se deben usar Unidades de Procesamiento de Gráficos (GPU) o la Unidad Central de Procesamiento (CPU) y `safetyCheck` indica si se buscan filas duplicadas en el conjunto de datos, es decir, verifica que no se tengan pares de datos repetidos en toda la serie.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Influencia de los índices en la lluvia de la Cuenca del Machángara

#### 4.1.1. Influencia de la serie de tiempo completa

La Figura 17 indica el cálculo de la TE desde cada índice hacia cada estación climatológica tomando en cuenta la serie completa de tiempo. El valor más alto es 0.21 y el más bajo cero. Los valores que son iguales o superan al 60% del más alto están entre 0.13 y 0.21, se muestran en la Tabla 4 y los valores en cero se muestran en la tabla 5.

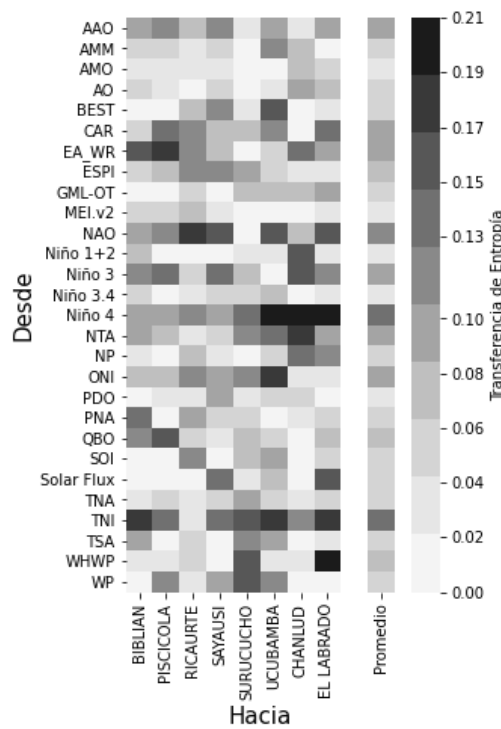


Figura 17. Influencia de los índices climáticos (eje vertical) en la lluvia de la cuenca del Machángara medida en ocho estaciones (eje horizontal). La influencia es medida mediante la TE (intensidad del color) usando la serie completa de datos.

Tabla 4. Valores de TE que supera el 60% del valor más alto de la serie completa de tiempo, entre 0.13 y 0.21.

INDICE	Bilbián	Piscícola	Ricaurte	Sayausí	Surucucho	Ucubamba	Chanlud	El Labrado	Promedio
BEST						0.15			0.15
CAR		0.14						0.13	0.14
EA_WR	0.15	0.17					0.13		0.15
NAO			0.17	0.16		0.16		0.15	0.16

Niño 1+2							0.15		0.08
Niño 3		0.13		0.13			<u>0.15</u>		0.14
Niño 4					0.13	<b>0.19</b>	<b>0.21</b>	<b>0.19</b>	0.18
NTA						0.14	<u>0.18</u>		0.16
NP							0.13		0.13
ONI						0.17			0.17
PNA	0.13								0.13
QBO		0.15							0.15
Solar Flux				0.13				<u>0.16</u>	0.15
TNI	<b>0.18</b>	0.13		0.14	<b>0.16</b>	0.18		0.17	0.16
WHWP					0.15			<u>0.20</u>	0.18
WP					0.15				0.15

Tabla 5. Valores de la TE en cero de índices a estaciones con la serie completa de tiempo.

INDICE	Biblián	Piscícola	Sayausí	Surucucho	Ucubamba	Chanlud	El Labrado
AMM				0			0
AMO					0		
CAR						0	
GML-OT		0	0				
MEI.v2					0		
NP		0					
SOI						0	
TSA		0					
WP	0					0	0

## 4.1.2. Influencia por estación del año

La Figura 18 indica el cálculo de la TE desde cada índice hacia cada estación climatológica en los trimestres DEF y JJA. El valor más alto es 0.70 y el más bajo cero. Los valores para que son iguales o superan el 60% están entre 0.42 y 0.70.

Para el trimestre DEF los valores se muestran en la Tabla 7. Los valores que son cero se encuentran en la tabla 8. Para el trimestre JJA el único valor que dentro del rango permitido es TNA en Piscícola con 0.42 y los valores en cero se muestran en la tabla 9. Los trimestres MAM y SON se encuentran en los anexos.

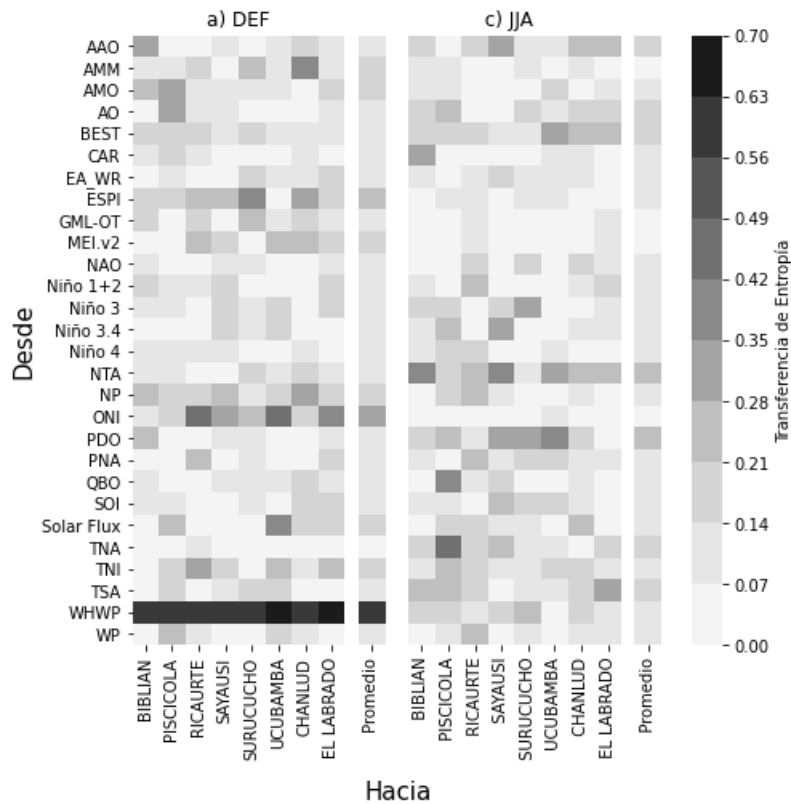


Figura 18. Influencia de los índices climáticos (eje vertical) en la lluvia de la cuenca del Machángara medida en ocho estaciones (eje horizontal). La influencia es medida mediante la TE (intensidad del color) usando la serie de tiempo agrupada por períodos de tres meses: (a) DEF, (b) MAM, (c) JJA y (d) SON.

Tabla 7. Valores que superan el 60% del valor más alto en período DEF. El intervalo está entre 0.43 y 0.70.

Índice/Estación	Biblián	Piscícola	Ricaurte	Sayausí	Surucucho	Ucubamba	Chanlud	El Labrado	Promedio
ONI			0.43			<u>0.46</u>			0.45
WHWP	0.58	0.57	<b>0.56</b>	0.62	0.6	<b><u>0.7</u></b>	0.62	0.64	0.61

Tabla 8. Valores en cero para el trimestre DEF.

Índice/Estación	Sayausí	Ucubamba	Chanlud
AMO			0
PNA		0	
TNA	0		

Tabla 9. Valores de TE que superan el 60% del valor máximo.

Tabla 9. Valores en cero para el trimestre JJA.

Índice/Estación	Biblián	Piscícola	Sayausí	Ucubamba	Chanlud	El Labrado
AAO		0				
AMM						
AMO			0		0	
GML-OT	0					
MEI.v2			0			
NAO		0	0			
QBO						0
SOI						
Solar Flux	0			0		

Los resultados se comparan con los de Ávila y Ballari (2020) puesto que el trabajo tiene objetivos similares. Dicho trabajo usa como información varios índices climáticos y la lluvia en diferentes zonas del Ecuador, a través del método de redes Bayesianas. Utiliza esta información para calcular teleconexiones en tres casos distintos, el primero desde las diferentes zonas del país hacia los índices climáticos, el segundo desde los índices climáticos hacia las estaciones y el tercer caso, entre índices. Del segundo caso se concluye que los índices de mayor relevancia son: QBO, NIÑO1+2, NIÑO3.4, NP, AMM, CAR y TSA. Al compararlo los resultados de este trabajo de titulación, tenemos que para la serie completa de tiempo los índices que más resaltan son Niño 4 y TNI. Para el trimestre DEJ, el índice que más resalta con diferencia es WHWP y para el trimestre JJA los índices que más sobresalen son TNA y PDO.

## 4.2. Influencia entre los índices climáticos

El cálculo de la TE entre índices está motivado por la idea de encontrar qué índices influyen en otros, es decir, cómo están conectados los índices entre sí, es por esto que, en esta sección, se muestra y describe los mapas de calor del cálculo de la TE de índices a índices, de igual manera se lo hace con toda la serie completa, y luego agrupado por los meses descritos en la sección anterior. También se debe considerar que la matriz no es simétrica puesto que la dirección de aplicación de la TE influye en el resultado, calcular TE de A hacia B no es lo mismo que calcular TE de B hacia A.

### 4.2.1. Influencia utilizando la serie completa de tiempo

Considerando la serie completa de tiempo para la TE el valor más alto es 0.29 y el más bajo cero. Estos datos se pueden apreciar en el mapa de calor de la Figura 19. Del 60% al 100% más alto, el rango de valores va desde 0.18 a 0.29, los cuales se muestran en la Tabla 5. Los índices de salida del cálculo de la TE están en la primera columna y los de llegada en la primera fila.

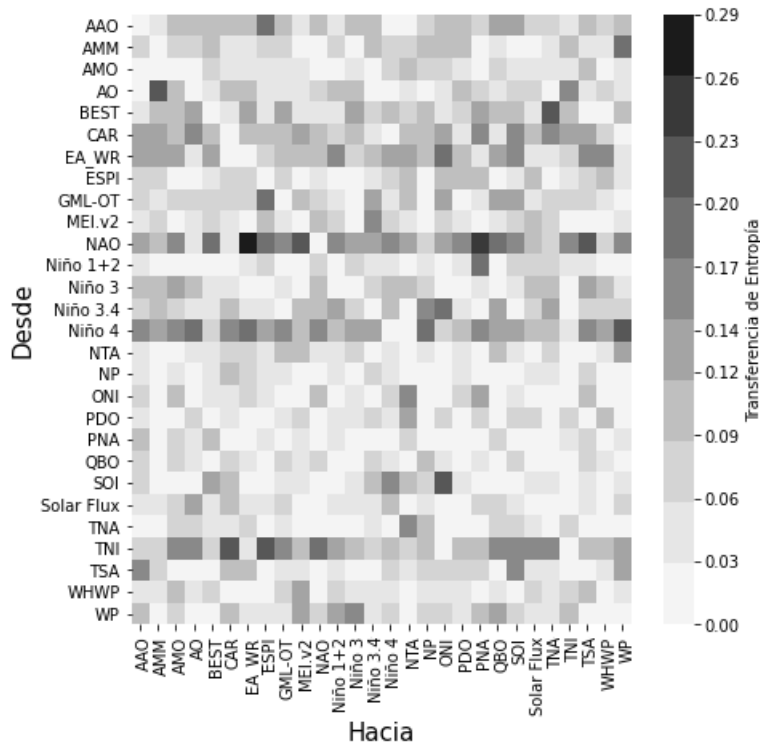


Figura 19. Influencia de los índices climáticos en los propios índices climáticos. El eje vertical es el índice de partida y el eje horizontal, el de llegada. La influencia es medida mediante la TE (intensidad del color) usando la serie completa de tiempo.

Tabla 5. Valores de TE que supera el 60% del valor más alto para la serie completa de tiempo, entre 0.18 y 0.29.

INDICE	AMM	AO	BEST	CAR	EA_WR	ESPI	MEI.v2	NAO	NP	ONI	PNA	QBO	TNA	TSA	WP
AAO						0.18									
AMM															0.2
AO	0.21														
BEST													0.21		
EA_WR										0.20					
GML-OT						0.20									
NAO			0.18		<b>0.29</b>	0.2	0.21				0.20	0.18		0.23	
Niño 1+2											0.20				
Niño 3.4										0.19					
Niño 4		<u>0.2</u>			0.19				<u>0.20</u>						<u>0.2</u>
SOI										<b>0.22</b>					

TNI				0.2		<b>0.23</b>		0.19						
-----	--	--	--	-----	--	-------------	--	------	--	--	--	--	--	--

Tabla 6. Valores en cero de la TE de índices a índices para la serie completa de tiempo.

Índice de Salida	Índice de Llegada
AMM	Solar Flux
AMO	AO, Niño 1+2, PNA
AO	Niño 3.4, NP, TNA
CAR	Niño 4, WP
EA_WR	CAR
ESPI	Niño 1+2, QBO
GML-OT	Niño 3, WP
MEI.v2	EA_WR, NP
Niño 1+2	BEST, GML-OT, WHWP
Niño 3	Niño 1+2, ONI
Niño 4	NTA
NP	NTA, PNA y WHWP
ONI	TNI
PDO	AMM, NAO, QBO
PNA	CAR, NAO, Niño 3.4, Niño 4, TNA
QBO	Niño 3, TNA, TNI, WP
SOI	Niño 1+2, TNI
TNA	PNA, WHWP
TSA	BEST, NAO,
WHWP	PNA, SOI

#### 4.2.2. Influencia por estación del año

La TE entre índices y por estaciones del año tiene un valor máximo de 0.73 y un valor mínimo de cero, considerando todas las estaciones del año. Los mapas de calor de la TE entre índices para los trimestres DEF y JJA se lo puede apreciar en la figura 20. El rango de valores que supera el 60% del valor máximo está entre 0.44 y 0.73. Para el trimestre DEF los valores están en la Tabla 7 y sus ceros en la Tabla 8. Para el trimestre JJA el único valor que cumple con el rango establecido está en NTA (índice de salida) y TNI (índice de llegada) con un valor de 0.46 y sus ceros se los puede apreciar en la Tabla 9.

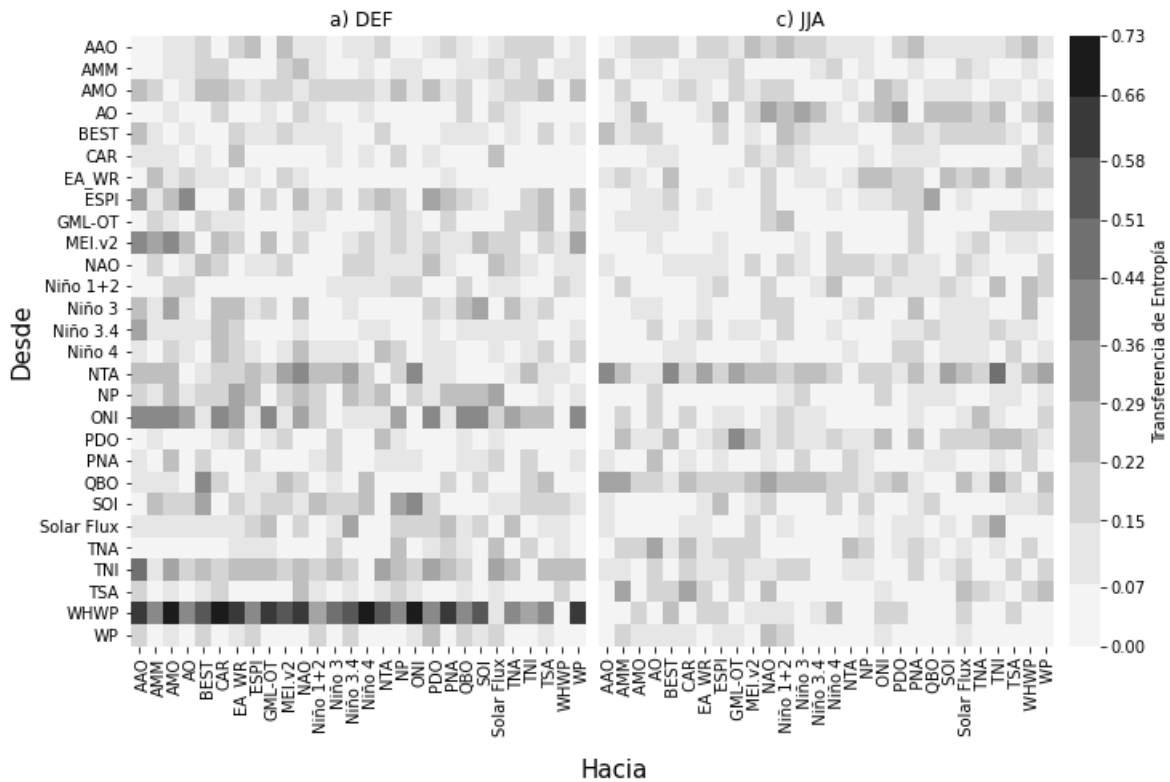


Figura 20. Mapa de calor de la TE entre índices de los trimestres DEF y JJA. El eje vertical es el índice de salida y el eje horizontal es el índice de llegada.

Tabla 7. Valores de la TE desde entre índices que superan o son iguales al 60%. El rango de valores está entre 0.44 y 0.73 del trimestre DEF.

INDICE	AAO	AMO	BEST	CAR	EA_WR	GML-OT	MEI.v2	NAO	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	NTA	ONI	PNA	SOI	WP
TNI	0.44															
WHWP	0.62	0.73	0.52	0.66	0.61	0.6	0.53	0.6	0.51	0.53	0.7	0.56	0.67	0.59	0.55	0.61

Tabla 8. Valores de TE en donde su valor es cero del trimestre DEF.

Índice de salida	Índice de llegada
AMM	AAO
BEST	WHWP
CAR	ESPI, TNI
Niño 4	BEST
PDO	AMO
PNA	PDO
TSA	AMM, SOI



WP	NTA
----	-----

Tabla 9. Valores de TE en cero del trimestre JJA.

Índice de salida	Índice de llegada
AMM	PDO
AMO	AO
CAR	SOI
ESPI	AAO,
GML-OT	EA_WR
MEI.v2	BEST
NAO	TNI
Niño 1+2	TNA
NP	TNA
ONI	QBO
PNA	PDO
QBO	SOI
SOI	AO, SOI
Solar Flux	NTA
TNI	AMO
TSA	Niño 3.4, NTA
WHWP	NP, TNA
WP	SOI

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando la TE desde los índices hacia las estaciones climatológicas, los principales índices que influyen en la lluvia de la cuenca del Machángara son: NAO, Niño 3, Niño 4 y TNI. Al considerar el cálculo a nivel trimestral, para DEF la influencia más significativa está en ONI y WHWP siendo esta última especialmente alta en todas las estaciones climatológicas, es decir, este índice climático (que hace referencia a la temperatura de la superficie del Pacífico y del Atlántico) tiene alta influencia en la lluvia de toda la cuenca del Machángara en los meses de diciembre, enero y febrero.

Para la TE de índices a índices en la serie completa de tiempo, los principales índices que tienen influencia en el resto de los índices son: NAO, Niño 4 y TNI. Al considerar el cálculo a nivel trimestral, para DEF la influencia más significativa está nuevamente en el índice WHWP sobre casi todo el resto de índices, exceptuando: AMM, AO, ESPI, Niño 1+2, NP, PDO, QBO, Solar Flux, TNA, TNI, TSA. Y para el trimestre JJA el único índice que sobre sale es NTA sobre AAO, BEST y TNI.

Finalmente, se recomienda usar el método de TE en estudios posteriores a nivel de todo el país, dado que el Ecuador continental tiene TRES regiones climáticas (costa, sierra y amazonia) para de esta manera, poder comparar los resultados obtenidos en las distintas regiones y apreciar cómo cambia de una región a otra. Así mismo se recomienda realizar un estudio a nivel mensual para medir la influencia de los índices climáticos y saber si existen meses con alta variabilidad en la influencia de los índices climáticos o es más o menos regular a lo largo de todo el trimestre.

## REFERENCIAS

- Ávila, R., Ballari, D., 2020. A Bayesian Network Approach to Identity Climate Teleconnections Within Homogeneous Precipitation Regions in Ecuador, in: Fosenca C, E., Rodríguez Morales, G., Orellana Cordero, M., Botto-Tobar, M., Crespo Martínez, E., Patiño León, A. (Eds.), *Information and Communication Technologies of Ecuador (TIC.EC), Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer International Publishing, Cham, pp. 21–35. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-35740-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35740-5_2)
- Basurto-Flores, R., Guzmán-Vargas, L., Velasco, S., Medina, A., Calvo Hernandez, A., 2018. On entropy research analysis: cross-disciplinary knowledge transfer. *Scientometrics* 117, 123–139. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2860-1>
- BBC, 2021. Schuld, el pueblo de Alemania donde hay decenas de desaparecidos tras ser arrasado casi por completo por las graves inundaciones que afectan a Europa [WWW Document]. BBC News Mundo. URL <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-57864166> (accessed 8.30.21).
- Bendix, A., Bendix, J., 2006. Heavy rainfall episodes in Ecuador during El Niño events and associated regional atmospheric circulation and SST patterns, in: *Advances in Geosciences*. Presented at the 1<sup>st</sup> Alexander von Humboldt International Conference – 1<sup>st</sup> Alexander von Humboldt Conference, Guayaquil, Ecuador, 16–20 May 2005, Copernicus GmbH, pp. 43–49. <https://doi.org/10.5194/adgeo-6-43-2006>
- Bendix, J., 2000. Precipitation dynamics in Ecuador and northern Peru during the 1991/92 El Niño: A remote sensing perspective. *Int. J. Remote Sens.* 21, 533–548. <https://doi.org/10.1080/014311600210731>
- Bendix, J., Rollenbeck, R., Reudenbach, C., 2006. Diurnal patterns of rainfall in a tropical Andean valley of southern Ecuador as seen by a vertically pointing K-band Doppler radar. *Int. J. Climatol.* 26, 829–846. <https://doi.org/10.1002/joc.1267>
- Buytaert, W., Celleri, R., Willems, P., Bièvre, B.D., Wyseure, G., 2006. Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: A case study from the south Ecuadorian Andes. *J. Hydrol.* 329, 413–421. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.02.031>
- Campozano, L., Celleri, R., Trachte, K., Bendix, J., Samaniego, E., 2016. Rainfall and Cloud Dynamics in the Andes: A Southern Ecuador Case Study. *Adv. Meteorol.* 2016, e3192765. <https://doi.org/10.1155/2016/3192765>
- Chiavazzo, E., Isaia, M., Mammola, S., Lepore, E., Ventola, L., Asinari, P., Pugno, N.M., 2015. Cave spiders choose optimal environmental factors with respect to the generated entropy when laying their cocoon. *Sci. Rep.* 5, 7611. <https://doi.org/10.1038/srep07611>
- Diario Qué, 2020. Proyecto Saymirín-Tixán tiene un avance del 75%. D. Qué. URL <https://quenoticias.com/noticias/proyecto-saymirin-tixan-tiene-un-avance-del-75/> (accessed 7.11.21).
- DW, 2021<sup>a</sup>. Alemania: consecuencias de las inundaciones [WWW Document]. DW.COM. URL <https://www.dw.com/es/alemania-consecuencias-de-las-inundaciones/a->

- 58610122 (accessed 8.10.21).
- DW, 2021b. La nieve llega a ciudades del sur de Brasil | DW | 30.07.2021 [WWW Document]. DW.COM. URL <https://www.dw.com/es/la-nieve-llega-a-ciudades-del-sur-de-brasil/a-58698883> (accessed 8.10.21).
- Edinburgh, T., Eglén, S., Ercole, A., 2021. Causality indices for bivariate time series data: a comparative review of performance.
- El Comercio, 2021. Inundaciones dejaron graves daños en Cuenca [WWW Document]. El Comer. URL <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/inundaciones-cuenca-lluvias-graves-danos.html> (accessed 8.10.21).
- EL Mercurio, s/f. El proyecto Saymirín-Tixán beneficia a cinco parroquias de Cuenca | Diario El Mercurio. URL <https://elmercurio.com.ec/2021/02/01/el-proyecto-saymirin-tixan-beneficia-a-cinco-parroquias-de-cuenca/> (accessed 7.16.21).
- El Mundo, 2021. Las sequías que sufre Europa central desde 2015 son más severas que las de los dos últimos milenios [WWW Document]. ELMUNDO. URL <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2021/03/15/604bb7bffdddf3ad8b4607.html> (accessed 8.10.21).
- El País, 2020. La lección de la ciudad que estuvo a punto de quedarse sin agua. El País.
- Emck, P., 2007. A Climatology of South Ecuador – With special focus on the major Andean ridge as Atlantic-Pacific climate divide.
- ETAPA, s/f. ETAPA EP – Servicios de Telefonía, Televisión, Internet, Agua Potable, Alcantarillado de Cuenca – Ecuador > Información > Gestión ambiental > Manejo de cuencas hidrográficas > Comité de conservación de la cuenca del Machángara [WWW Document]. URL <https://www.etapa.net.ec/informacion/gestion-ambiental/manejo-de-cuencas-hidrograficas/comite-de-conservacion-de-la-cuenca-del-machangara> (accessed 7.12.21).
- France24, 2021. Las inundaciones en China dejan ya más de 300 víctimas mortales [WWW Document]. Fr. 24. URL <https://www.france24.com/es/asia-pac%C3%ADfico/20210802-inundaciones-china-300-muertos-deslizamientos> (accessed 8.10.21).
- Frazier, A.G., Elison Timm, O., Giambelluca, T.W., Diaz, H.F., 2018. The influence of ENSO, PDO and PNA on secular rainfall variations in Hawai‘i. *Clim. Dyn.* 51, 2127–2140. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-4003-4>
- Frontera, J.L., Baba Aissa, H., Sala, R.W., Mailhes-Hamon, C., Georgescu, I.A., Léna, C., Popa, D., 2020. Bidirectional control of fear memories by cerebellar neurons projecting to the ventrolateral periaqueductal grey. *Nat. Commun.* 11, 5207. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18953-0>
- Gibbins, G., Haigh, J.D., 2020. Entropy Production Rates of the Climate. *J. Atmospheric Sci.* 77, 3551–3566. <https://doi.org/10.1175/JAS-D-19-0294.1>
- Hijar, G., Bonilla, C., Munayco, C.V., Gutierrez, E.L., Ramos, W., 2016. Fenómeno el niño y desastres naturales: intervenciones en salud pública para la preparación y respuesta. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica* 33, 300–310. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.332.2205>
- Hossain, I., Rasel, H.M., Imteaz, M.A., Mekanik, F., 2020. Long-term seasonal rainfall forecasting using linear and non-linear modelling approaches: a case study for

- Western Australia. *Meteorol. Atmospheric Phys.* 132, 131–141. <https://doi.org/10.1007/s00703-019-00679-4>
- Hossain, I., Rasel, H.M., Imteaz, M.A., Mekanik, F., 2018. Long-term seasonal rainfall forecasting: efficiency of linear modelling technique. *Environ. Earth Sci.* 77, 280. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7444-0>
- Ikegwu, K.M., Trauger, J., McMullin, J., Brunner, R.J., 2020. PyIF: A Fast and Light Weight Implementation to Estimate Bivariate Transfer Entropy for Big Data, in: 2020 SoutheastCon. Presented at the 2020 SoutheastCon, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/SoutheastCon44009.2020.9249650>
- Jahnke-Bornemann, A., 2021. Climate Indices [WWW Document]. URL <https://www.cen.uni-hamburg.de/en/icdc/data/climate-indices.html> (accessed 9.12.21).
- Kraskov, A., Stögbauer, H., Grassberger, P., 2004. Estimating mutual information. *Phys. Rev. E* 69, 066138. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.066138>
- Lee, J.H., Ramirez, J.A., Kim, T.W., Julien, P.Y., 2019. Variability, teleconnection, and predictability of Korean precipitation in relation to large scale climate indices. *J. Hydrol.* 568, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.08.034>
- Mendoza, D.E., Samaniego, E.P., Mora, D.E., Espinoza, M.J., Campozaño, L.V., 2019. Finding teleconnections from decomposed rainfall signals using dynamic harmonic regressions: a Tropical Andean case study. *Clim. Dyn.* 52, 4643–4670. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4400-3>
- Mora, D., Willems, P., 2011. Characterization of main external climate influences in rainfall and air temperature in the Paute River Basin, Southern Andes of Ecuador. *Maskana* 2, 31–47. <https://doi.org/10.18537/mskn.02.01.05>
- NCAR, 2021. Climate Data, OVERVIEW: CLIMATE INDICES.
- Oñate-Valdivieso, F., Fries, A., Mendoza, K., Gonzalez-Jaramillo, V., Pucha-Cofrep, F., Rollenbeck, R., Bendix, J., 2018. Temporal and spatial analysis of precipitation patterns in an Andean region of southern Ecuador using LAWR weather radar. *Meteorol. Atmospheric Phys.* 130, 473–484. <https://doi.org/10.1007/s00703-017-0535-8>
- Oñate-Valdivieso, F., Uchuari, V., Oñate-Paladines, A., 2020. Large-Scale Climate Variability Patterns and Drought: A Case of Study in South – America. *Water Resour. Manag.* 34, 2061–2079. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02549-w>
- Parque Explora, 2015. El Niño y La Niña: los hijos de los trópicos | Ciencia en bicicleta | Parque Explora.
- Pineda, L., Ntegeka, V., Willems, P., 2013. Rainfall variability related to sea surface temperature anomalies in a Pacific – Andean basin into Ecuador and Peru *Atmospheric. Adv. Geosci.* 33, 53–62. <https://doi.org/10.5194/adgeo-33-53-2013>
- Pourrut, P., 1983. Los climas del Ecuador : fundamentos explicativos 37.
- Rossel, F., 1997. Influence du Niño sur les régimes pluviométriques de l’Equateur. Université Montpellier II.
- Rossel, F., Cadier, E., 2009. El Niño and prediction of anomalous monthly rainfalls in Ecuador. *Hydrol. Process.* 23, 3253–3260. <https://doi.org/10.1002/hyp.7401>
- Samaniego, N., Eguiguren Velepucha, P., Maita, J., Aguirre, N., 2015. Clima de la Región

- Sur el Ecuador: historia y tendencias. Pp. 43–63.
- Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.* 27, 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Shumbayawonda, E., Fernández, A., Hughes, M.P., Abásolo, D., 2019. Investigation of Changes in Causality Throughout Life—A Magnetoencephalogram Study Using Granger Causality and Transfer Entropy, in: Lhotska, L., Sukupova, L., Lacković, I., Ibbott, G.S. (Eds.), *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018, IFMBE Proceedings*. Springer, Singapore, pp. 233–236. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-9038-7\\_43](https://doi.org/10.1007/978-981-10-9038-7_43)
- Singhania, A.K., Kale, G.D., Borthakur, A.J., 2018. Assessment of Circulation Indices Affecting Indian Summer Monsoon Rainfall, in Addition to ENSO and Equinoo. *Water Conserv. Sci. Eng.* 3, 117–128. <https://doi.org/10.1007/s41101-018-0046-6>
- Staub, C.G., Stevens, F.R., Waylen, P.R., 2014. The geography of rainfall in Mauritius: Modelling the relationship between annual and monthly rainfall and landscape characteristics on a small volcanic island. *Appl. Geogr.* 54, 222–234. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.08.008>
- Su, J., Wang, D., Zhang, Y., Yang, F., Zhao, Y., Pang, X., 2017. Capturing Causality for Fault Diagnosis Based on Multi-Valued Alarm Series Using Transfer Entropy. *Entropy* 19, 663. <https://doi.org/10.3390/e19120663>
- Takahashi, K., Martínez, A.G., 2019. The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. *Clim. Dyn.* 52, 7389–7415. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3702-1>
- Taweessin, K., Seeboonruang, U., 2019. The Relationship between the Climatic Indices and the Rainfall Fluctuation in the Lower Central Plain of Thailand.
- Tiempo de paz, 2016. ¿Y DESPUÉS DE LA CUMBRE DE PARÍS? URL <http://revistatiempodepaz.org/revista-120/> (accessed 9.12.21).
- Tsonis, A., 2017. The little boy: El Niño and natural climate change.
- Upton, G.J.G., 2002. A correlation–regression method for tracking rainstorms using rain-gauge data. *J. Hydrol.* 261, 60–73. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00618-7](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00618-7)
- Vázquez-Patiño, A., Campozano, L., Ballari, D., Córdova, M., Samaniego, E., 2020. Virtual Control Volume Approach to the Study of Climate Causal Flows: Identification of Humidity and Wind Pathways of Influence on Rainfall in Ecuador. *Atmosphere* 11, 848. <https://doi.org/10.3390/atmos11080848>
- Vicente-Serrano, S.M., Aguilar, E., Martínez, R., Martín-Hernández, N., Azorin-Molina, C., Sanchez-Lorenzo, A., El Kenawy, A., Tomás-Burguera, M., Moran-Tejeda, E., López-Moreno, J.I., Revuelto, J., Beguería, S., Nieto, J.J., Drumond, A., Gimeno, L., Nieto, R., 2017. The complex influence of ENSO on droughts in Ecuador. *Clim. Dyn.* 48, 405–427. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3082-y>
- Vuille, M., Bradley, R., Keimig, F., 2000a. Interannual climate variability in the Central Andes and its relation to tropical Pacific and Atlantic forcing. *J. Geophys. Res.* 105, 12447–12460. <https://doi.org/10.1029/2000JD900134>
- Vuille, M., Bradley, R.S., Keimig, F., 2000b. Climate Variability in the Andes of Ecuador and Its Relation to Tropical Pacific and Atlantic Sea Surface Temperature Anomalies. *J. Clim.* 13, 2520–2535. <https://doi.org/10.1175/1520->

0442(2000)013<2520:CVITAO>2.0.CO;2

## ANEXOS

### Gráficas de los índices climáticos faltantes

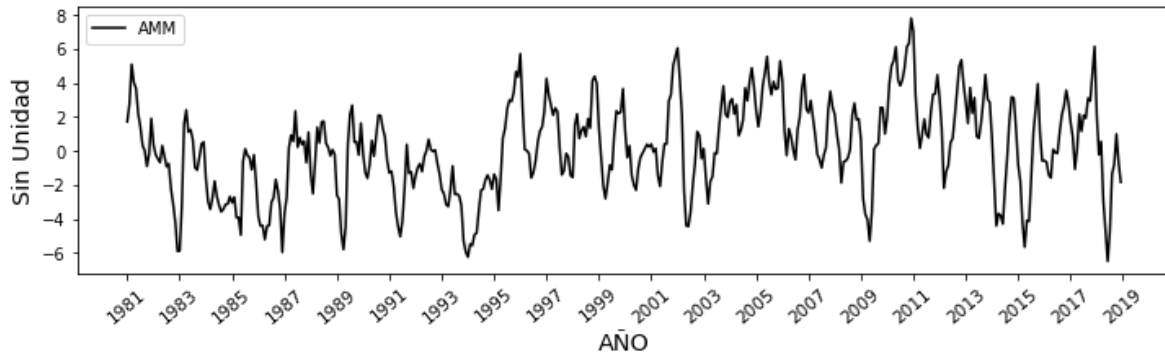


Figura 21. Índice AMM desde el año 1981 hasta el año 2018.

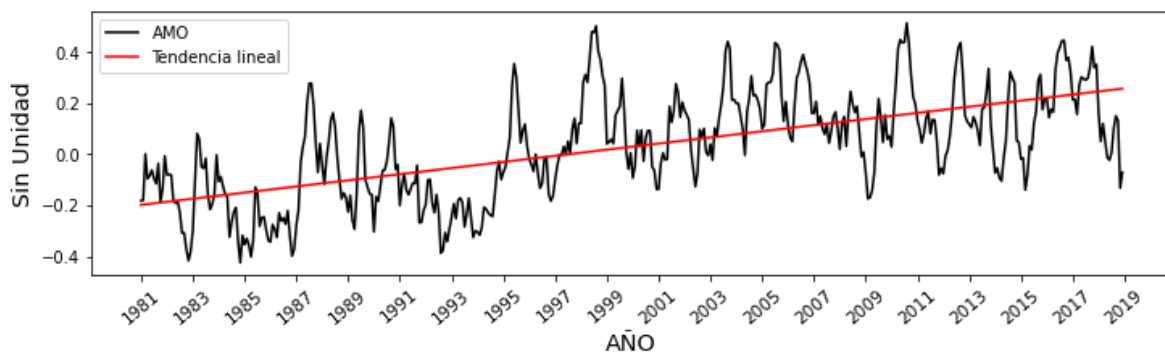


Figura 22. Índice AMO desde el año 1981 hasta el año 2018.

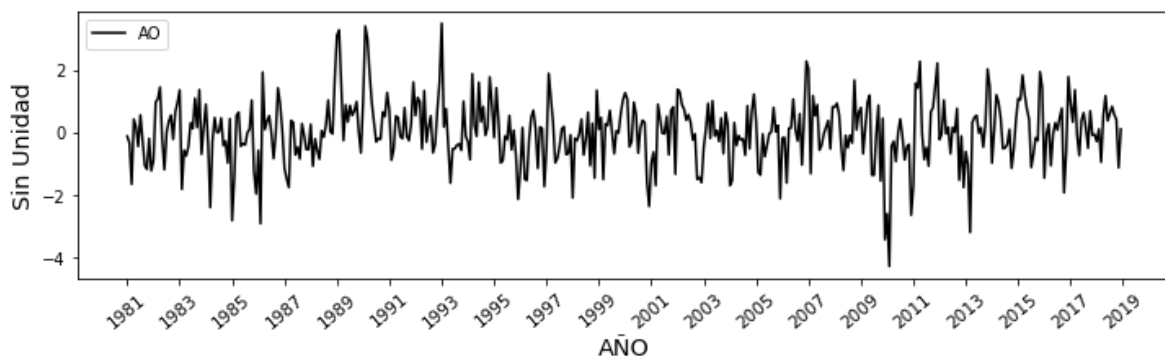


Figura 23. Índice AO desde el año 1981 hasta el año 2018.



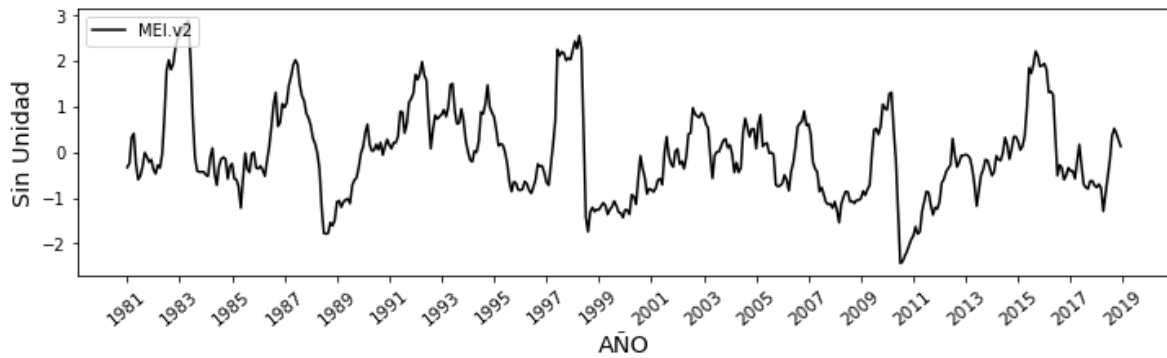


Figura 24. Índice MEI.v2 desde el año 1981 hasta el año 2018.

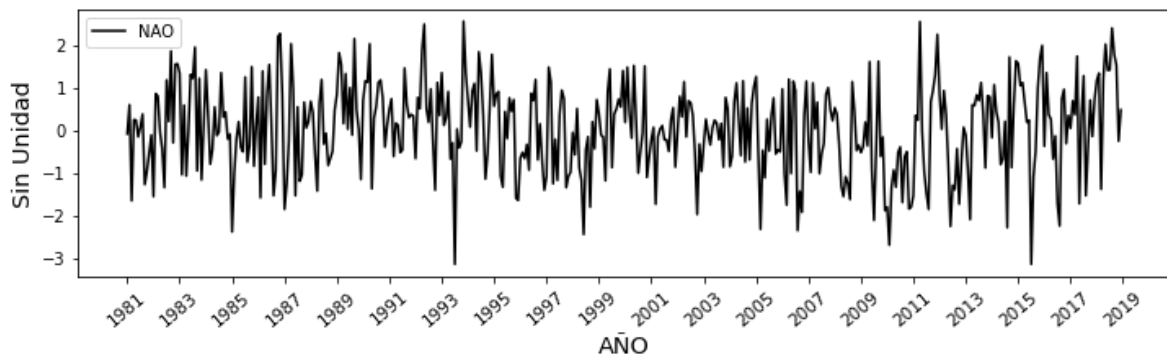


Figura 25. Índice NAO desde el año 1981 hasta el año 2018.

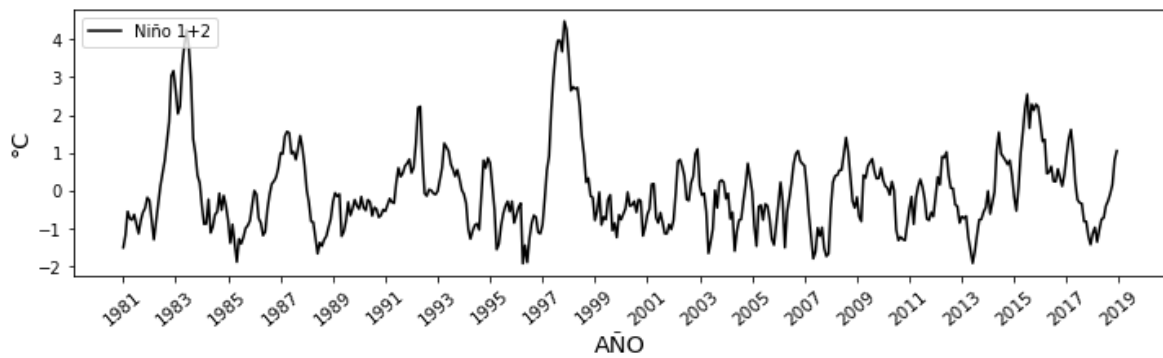


Figura 26. Índice Niño 1+2 desde el año 1981 hasta el año 2018.

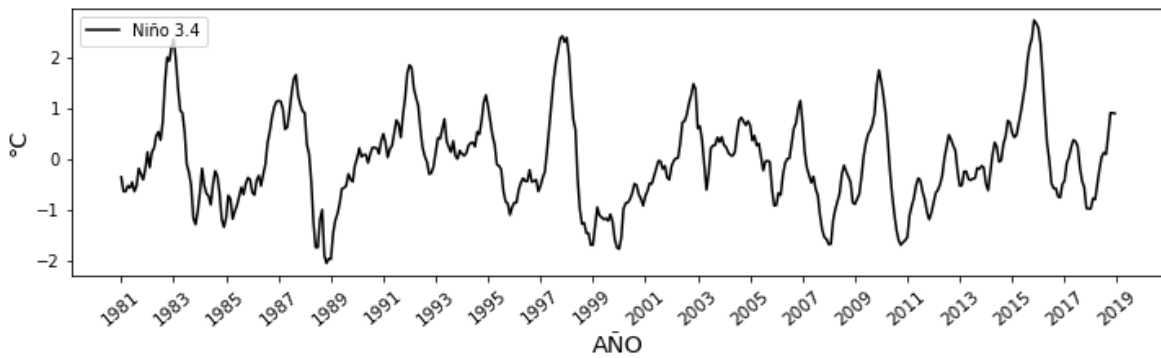


Figura 27. Índice Niño 3.4 desde el año 1981 hasta el año 2018.

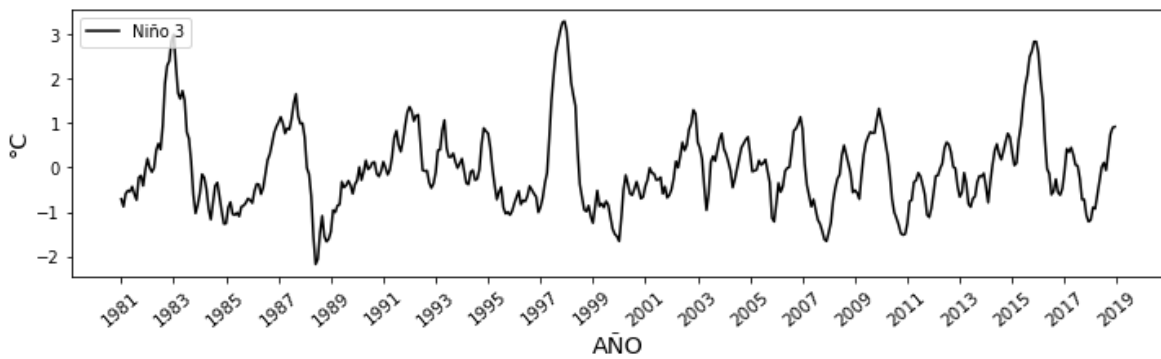


Figura 28. Índice Niño 3 desde el año 1981 hasta el año 2018.

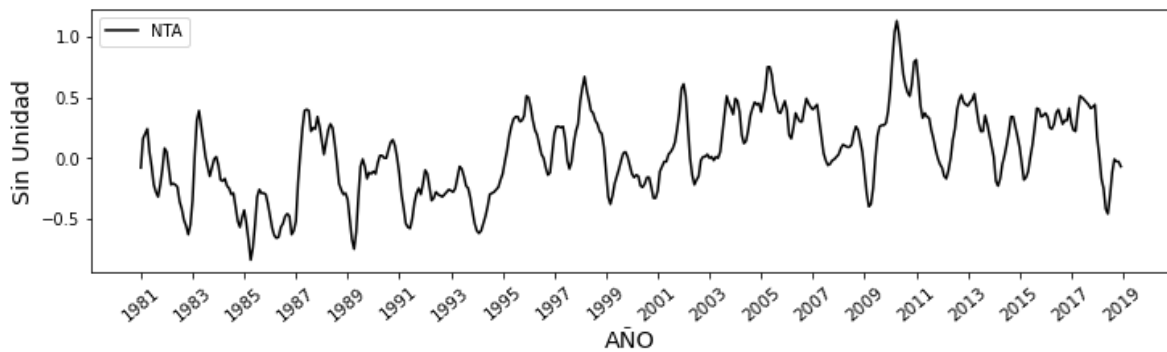


Figura 29. Índice NTA desde el año 1981 hasta el año 2018.

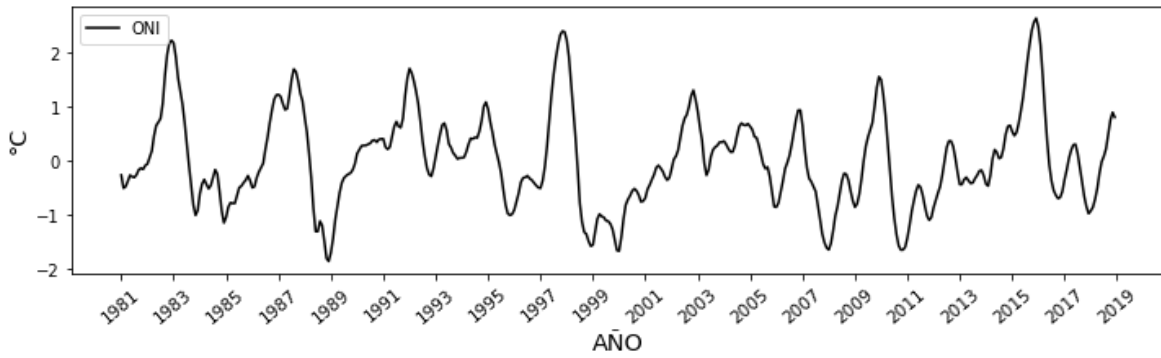


Figura 30. Índice ONI desde el año 1981 hasta el año 2018.

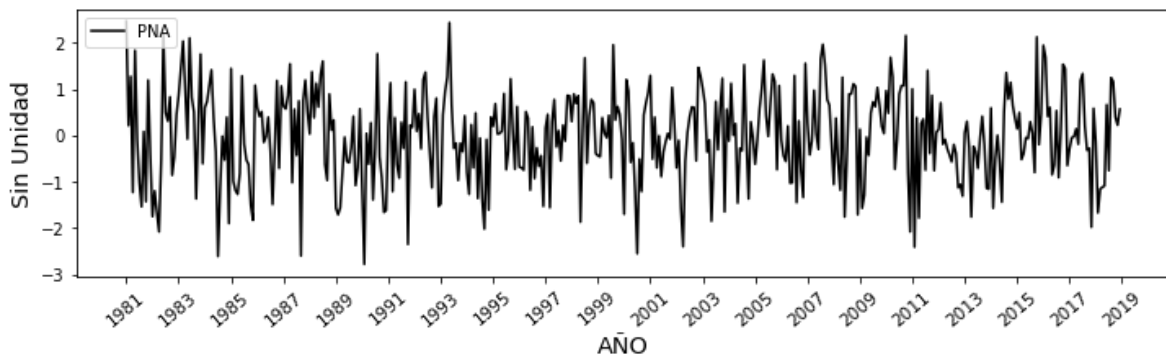


Figura 31. Índice PNA desde el año 1981 hasta el año 2018.

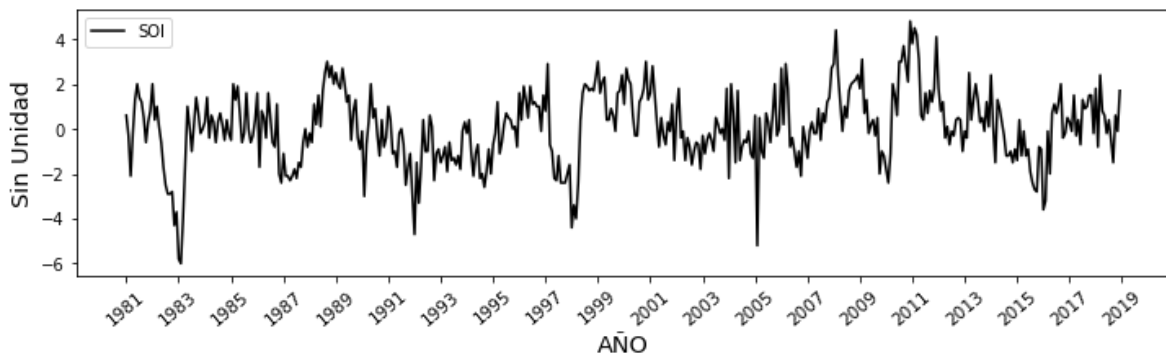


Figura 32. Índice SOI desde el año 1981 hasta el año 2018.

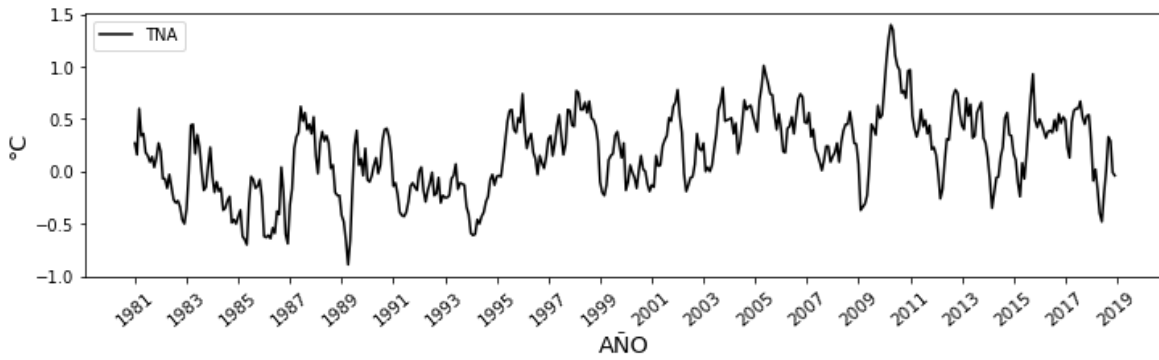


Figura 33. Índice TNA desde el año 1981 hasta el año 2018.

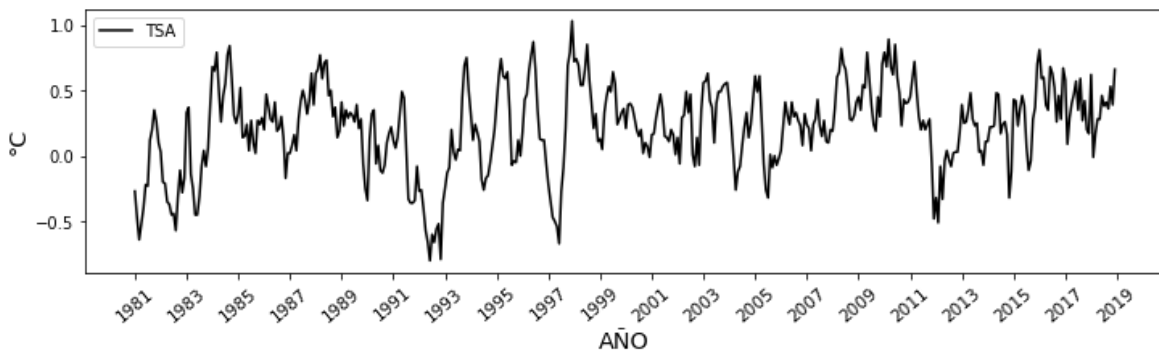


Figura 34. Índice TSA desde el año 1981 hasta el año 2018.

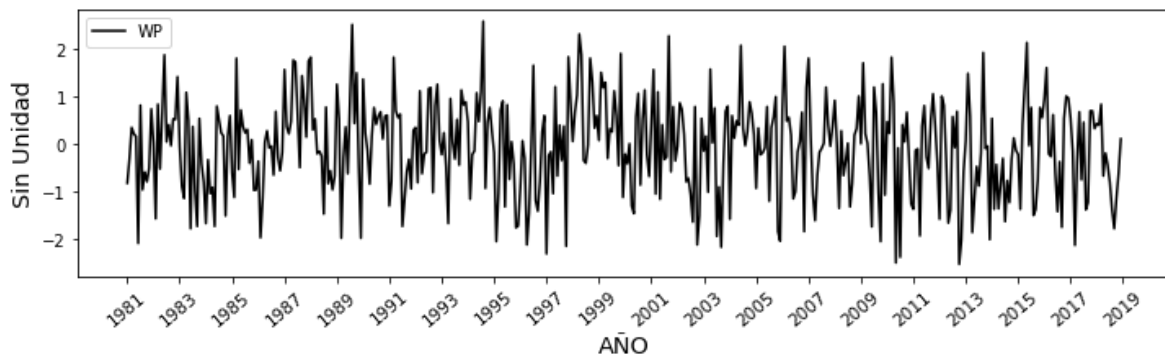


Figura 35. Índice WP desde el año 1981 hasta el año 2018.

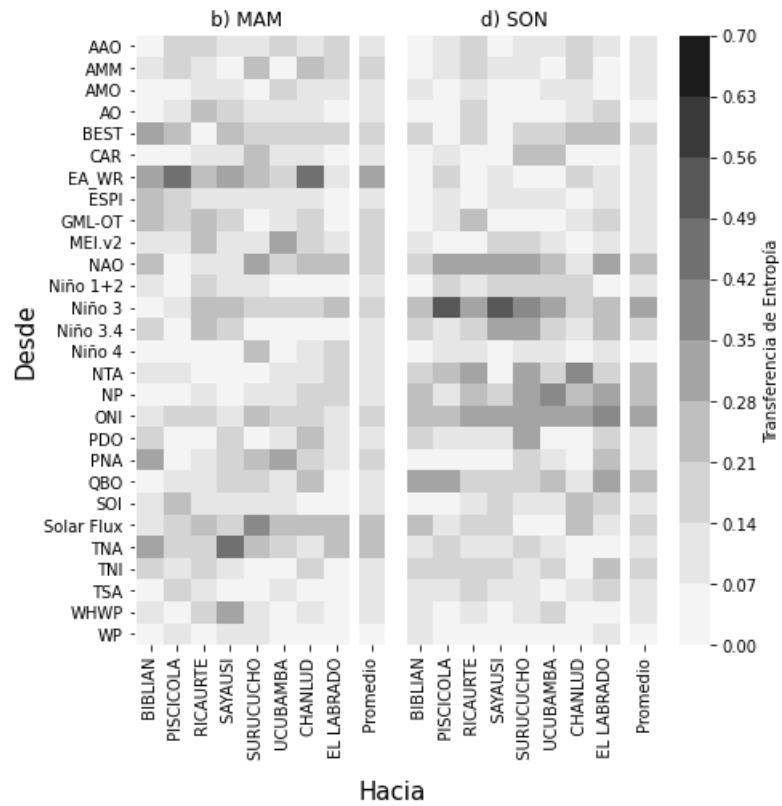


Figura 36. Mapa de calor de la TE desde los índices hacia las estaciones climatológicas de los trimestres MAM y SON.

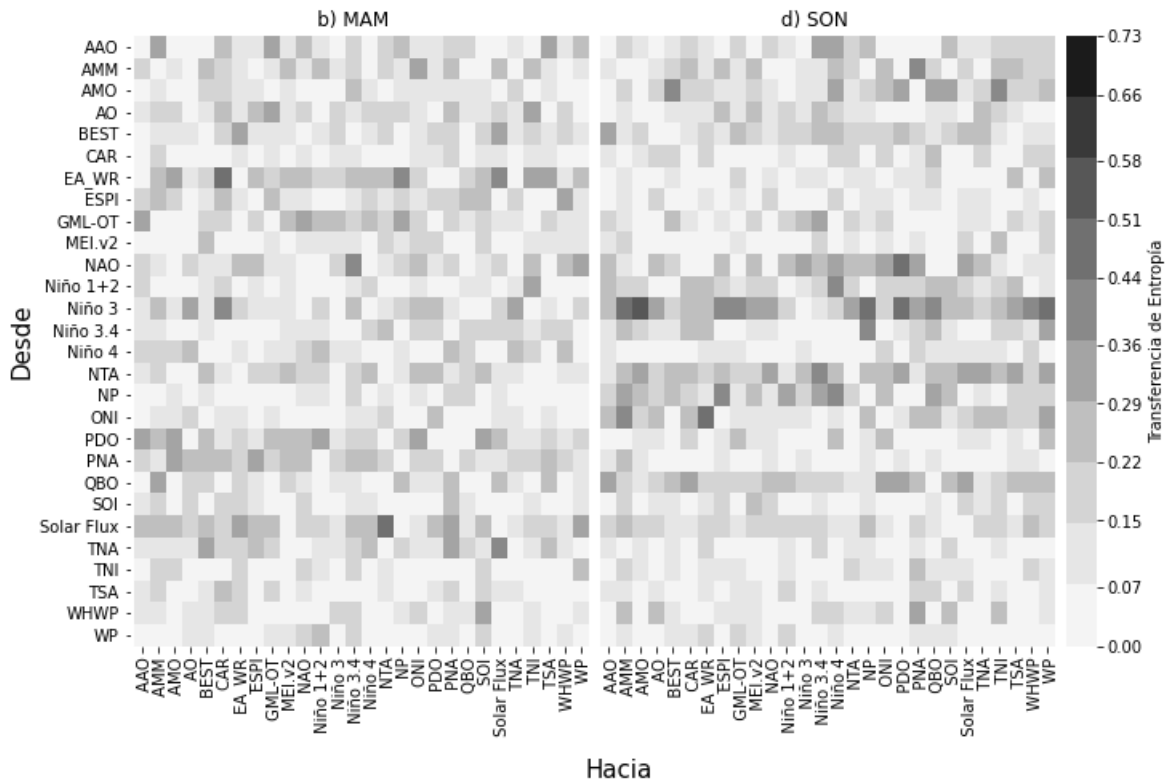


Figura 37. Mapa de calor de la TE de índices a índices de los trimestres MAM y SON.

Tabla 10. Valores de TE desde índices a estaciones con la serie completa de tiempo.

Índices/ Estaciones	Biblián	Piscícola	Ricaurte	Sayusí	Surucucho	Ucubamba	Chanlud	El Labrado
AAO	0.09	0.12	0.08	0.11	0.04	0.1	0.04	0.1
AMM	0.05	0.05	0.03	0.06	0	0.12	0.07	0
AMO	0.03	0.04	0.03	0.03	0.01	0	0.07	0.05
AO	0.05	0.03	0.02	0.05	0.01	0.03	0.1	0.08
BEST	0.01	0.01	0.08	0.12	0.04	0.15	0.02	0.03
CAR	0.06	0.14	0.11	0.07	0.08	0.12	0	0.13
EA_WR	0.15	0.17	0.12	0.07	0.02	0.06	0.13	0.09
ESPI	0.06	0.08	0.12	0.11	0.1	0.05	0.03	0.04
GML-OT	0.01	0	0.05	0	0.08	0.08	0.08	0.1
MEI.v2	0.05	0.06	0.07	0.03	0.01	0	0.02	0.03
NAO	0.09	0.11	0.17	0.16	0.02	0.16	0.07	0.15
Niño 1+2	0.07	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.15	0.03
Niño 3	0.11	0.13	0.06	0.13	0.07	0.02	0.15	0.11
Niño 3.4	0.05	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07	0.02	0.04
Niño 4	0.1	0.1	0.11	0.1	0.13	0.19	0.21	0.19

NTA	0.1	0.08	0.04	0.06	0.12	0.14	0.18	0.09
NP	0.04	0	0.08	0.04	0.01	0.06	0.13	0.12
ONI	0.07	0.07	0.12	0.1	0.11	0.17	0.03	0.03
PDO	0.02	0.03	0.03	0.09	0.04	0.06	0.06	0.02
PNA	0.13	0.01	0.1	0.05	0.05	0.02	0.04	0.06
QBO	0.11	0.15	0.06	0.03	0.07	0.06	0.02	0.08
SOI	0.02	0.02	0.12	0.02	0.08	0.1	0	0.05
Solar Flux	0.02	0.01	0.01	0.13	0.04	0.07	0.02	0.16
TNA	0.04	0.06	0.04	0.05	0.1	0.05	0.03	0.05
TNI	0.18	0.13	0.04	0.14	0.16	0.18	0.11	0.17
TSA	0.09	0	0.05	0.02	0.11	0.1	0.01	0.04
WHWP	0.03	0.04	0.05	0.01	0.15	0.04	0.04	0.2
WP	0	0.11	0.03	0.09	0.15	0.12	0	0

Tabla 11. Valores de TE desde índices a estaciones con la serie para el trimestre DEF.

Índices/ Estaciones	Biblián	Piscícola	Ricaurte	Sayusí	Surucucho	Ucubamba	Chanlud	El Labrado
AAO	0.31	0.01	0.03	0.07	0.06	0.1	0.2	0.13
AMM	0.1	0.12	0.14	0.03	0.26	0.1	0.36	0.09
AMO	0.23	0.28	0.08	0.11	0.13	0.08	0	0.17
AO	0.05	0.34	0.09	0.09	0.05	0.04	0.04	0.07
BEST	0.14	0.14	0.14	0.12	0.16	0.1	0.11	0.1
CAR	0.13	0.16	0.09	0.04	0.05	0.06	0.13	0.05
EA_WR	0.02	0.08	0.01	0.04	0.18	0.09	0.08	0.15
ESPI	0.15	0.19	0.25	0.23	0.35	0.06	0.31	0.15
GML-OT	0.16	0.02	0.15	0.06	0.22	0.07	0.18	0.13
MEI.v2	0.05	0.05	0.21	0.18	0.04	0.25	0.23	0.15
NAO	0.1	0.06	0.04	0.07	0.07	0.05	0.06	0.09
Niño 1+2	0.15	0.11	0.1	0.17	0.03	0.05	0.06	0.14
Niño 3	0.08	0.07	0.01	0.14	0.09	0.17	0.01	0.19
Niño 3.4	0.04	0.05	0.01	0.2	0.08	0.16	0.04	0.02
Niño 4	0.1	0.12	0.09	0.12	0.06	0.03	0.09	0.02
NTA	0.12	0.12	0.06	0.02	0.16	0.11	0.18	0.11
NP	0.23	0.2	0.19	0.23	0.08	0.15	0.28	0.18
ONI	0.12	0.16	0.43	0.3	0.23	0.46	0.15	0.36
PDO	0.23	0.04	0.03	0.09	0.1	0.02	0.05	0.08
PNA	0.06	0.06	0.25	0.02	0.1	0	0.03	0.14
QBO	0.09	0.03	0.03	0.07	0.08	0.07	0.14	0.08
SOI	0.1	0.07	0.02	0.01	0.08	0.04	0.15	0.15
Solar Flux	0.03	0.25	0.03	0.03	0.04	0.4	0.15	0.16

TNA	0.03	0.02	0.12	0	0.02	0.05	0.04	0.05
TNI	0.04	0.17	0.29	0.17	0.04	0.27	0.11	0.25
TSA	0.04	0.2	0.06	0.09	0.2	0.17	0.04	0.04
WHWP	0.58	0.57	0.56	0.62	0.6	0.7	0.62	0.64
WP	0.05	0.23	0.11	0.05	0.01	0.15	0.11	0.04

Tabla 12. Valores de TE desde índices a estaciones con la serie para el trimestre MAM.

Índices/ Estaciones	Biblián	Piscícola	Ricaurte	Sayusí	Surucucho	Ucubamba	Chanlud	El Labrado
AAO	0.04	0.15	0.16	0.13	0.08	0.18	0.07	0.15
AMM	0.1	0.19	0.1	0.05	0.27	0.05	0.22	0.15
AMO	0.06	0.06	0.09	0.12	0.05	0.16	0.08	0.1
AO	0.04	0.12	0.22	0.15	0.09	0.1	0.07	0.03
BEST	0.28	0.23	0.02	0.22	0.17	0.14	0.18	0.14
CAR	0.06	0.01	0.08	0.1	0.27	0.1	0.1	0.05
EA_WR	0.34	0.43	0.23	0.31	0.22	0.18	0.43	0.12
ESPI	0.23	0.2	0.13	0.11	0.12	0.13	0.09	0.01
GML-OT	0.22	0.17	0.21	0.16	0.01	0.08	0.18	0.06
MEI.v2	0.11	0.12	0.22	0.12	0.08	0.34	0.17	0.08
NAO	0.24	0	0.13	0.09	0.31	0.17	0.23	0.24
Niño 1+2	0.11	0.01	0.15	0.07	0.12	0.01	0.06	0.02
Niño 3	0.04	0.09	0.21	0.27	0.2	0.18	0.14	0.22
Niño 3.4	0.15	0.04	0.23	0.15	0.04	0.05	0.02	0.06
Niño 4	0.01	0.03	0	0	0.22	0.04	0.09	0.18
NTA	0.11	0.08	0.01	0.05	0.02	0.12	0.13	0.14
NP	0.06	0.06	0.09	0.02	0.07	0.07	0.2	0.2
ONI	0.09	0.15	0.14	0.11	0.21	0.18	0.16	0.09
PDO	0.16	0.01	0.03	0.15	0	0.11	0.26	0.13
PNA	0.31	0.01	0.08	0.15	0.24	0.3	0.18	0.09
QBO	0.03	0.1	0.08	0.16	0.2	0.12	0.21	0.06
SOI	0.13	0.27	0.08	0.1	0.07	0.07	0.03	0.05
Solar Flux	0.12	0.2	0.25	0.2	0.38	0.25	0.25	0.25
TNA	0.29	0.19	0.14	0.44	0.27	0.19	0.09	0.22
TNI	0.18	0.13	0.16	0.1	0.04	0.05	0.15	0.06
TSA	0.06	0.15	0.1	0.06	0.06	0.12	0.04	0.06
WHWP	0.12	0.06	0.19	0.33	0.08	0.05	0.08	0.05
WP	0.03	0.09	0.04	0.07	0.13	0.01	0.03	0.05

Tabla 13. Valores de TE desde índices a estaciones con la serie para el trimestre JJA.



Indices/ Estaciones	Biblián	Piscícola	Ricaurte	Sayusí	Surucucho	Ucubamba	Chanlud	El Labrado
AAO	0.18	0	0.2	0.29	0.07	0.12	0.25	0.23
AMM	0.08	0.1	0.02	0.02	0.1	0.06	0.08	0.05
AMO	0.11	0.12	0.06	0	0.02	0.14	0	0.1
AO	0.17	0.21	0.05	0.05	0.19	0.12	0.19	0.16
BEST	0.19	0.2	0.18	0.08	0.1	0.32	0.26	0.25
CAR	0.33	0.02	0.05	0.05	0.06	0.1	0.09	0.03
EA_WR	0.1	0.04	0.13	0.18	0.1	0.07	0.11	0.06
ESPI	0.02	0.09	0.13	0.01	0.11	0.07	0.06	0.03
GML-OT	0	0.06	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.1
MEI.v2	0.04	0.03	0.07	0	0.05	0.03	0.05	0.12
NAO	0.01	0	0.16	0	0.18	0.05	0.14	0.09
Niño 1+2	0.11	0.03	0.23	0.01	0.01	0.04	0.13	0.17
Niño 3	0.14	0.17	0.05	0.18	0.3	0.01	0.03	0.11
Niño 3.4	0.12	0.22	0.06	0.28	0.01	0.03	0.12	0.07
Niño 4	0.13	0.14	0.16	0.05	0.06	0.1	0.03	0.01
NTA	0.36	0.15	0.27	0.37	0.13	0.29	0.27	0.25
NP	0.06	0.16	0.22	0.07	0.04	0.05	0.1	0.03
ONI	0.03	0.01	0.01	0.05	0.03	0.08	0.01	0.03
PDO	0.14	0.21	0.12	0.33	0.33	0.36	0.17	0.01
PNA	0.1	0.04	0.26	0.07	0.17	0.18	0.11	0.09
QBO	0.03	0.35	0.11	0.14	0.06	0.03	0.09	0
SOI	0.07	0.1	0.04	0.24	0.19	0.14	0.11	0.04
Solar Flux	0	0.18	0.16	0.07	0.08	0	0.27	0.02
TNA	0.14	0.42	0.17	0.25	0.12	0.1	0.06	0.16
TNI	0.08	0.24	0.16	0.09	0.1	0.17	0.14	0.08
TSA	0.23	0.27	0.18	0.05	0.09	0.11	0.18	0.29
WHWP	0.16	0.15	0.1	0.15	0.26	0.03	0.14	0.08
WP	0.01	0.13	0.24	0.05	0.08	0.03	0.07	0.07

Tabla 14. Valores de TE desde índices a estaciones con la serie para el trimestre SON.

Indices/ Estaciones	Biblián	Piscícola	Ricaurte	Sayusí	Surucucho	Ucubamba	Chanlud	El Labrado
AAO	0.06	0.1	0.14	0.05	0.12	0.09	0.16	0.07
AMM	0	0.13	0.2	0.13	0.09	0	0.18	0.05
AMO	0.13	0.03	0.08	0.04	0.03	0.1	0.1	0.05
AO	0.01	0.01	0.14	0.03	0.01	0.02	0.1	0.19
BEST	0.2	0.06	0.15	0.06	0.19	0.15	0.24	0.23
CAR	0.01	0.13	0.05	0.03	0.21	0.23	0.04	0.05
EA_WR	0.05	0.16	0.01	0.08	0.06	0	0.14	0.07

ESPI	0.05	0.08	0.06	0.1	0.09	0.1	0.04	0.11
GML-OT	0.01	0.12	0.22	0.06	0.01	0	0.07	0.14
MEI.v2	0.12	0.06	0.06	0.15	0.18	0.08	0.01	0.07
NAO	0.17	0.28	0.33	0.29	0.31	0.24	0.13	0.33
Niño 1+2	0.06	0.15	0.13	0.14	0.17	0.17	0.15	0.02
Niño 3	0.23	0.51	0.34	0.51	0.4	0.3	0.2	0.24
Niño 3.4	0.15	0.08	0.15	0.29	0.28	0.17	0.13	0.21
Niño 4	0	0.12	0.07	0.01	0.09	0.13	0.01	0.07
NTA	0.2	0.21	0.29	0.05	0.32	0.17	0.39	0.2
NP	0.21	0.1	0.22	0.17	0.31	0.36	0.22	0.31
ONI	0.21	0.27	0.32	0.31	0.3	0.29	0.33	0.37
PDO	0.18	0.13	0.1	0.12	0.28	0.03	0.04	0.19
PNA	0.02	0.06	0.04	0.03	0.17	0.12	0.06	0.23
QBO	0.31	0.33	0.16	0.19	0.15	0.26	0.09	0.3
SOI	0.05	0.01	0.08	0.18	0.09	0.09	0.24	0.19
Solar Flux	0.26	0.09	0.19	0.14	0.03	0.01	0.24	0.12
TNA	0.07	0.14	0.09	0.08	0.14	0.09	0.02	0
TNI	0.19	0.17	0.16	0.14	0.07	0.19	0.02	0.21
TSA	0.08	0.1	0.16	0.07	0.12	0.05	0.08	0.17
WHWP	0.13	0.02	0.13	0.03	0.07	0.14	0.03	0.01
WP	0.13	0.03	0.03	0	0.03	0.06	0.05	0.12

Tabla 15. Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 de la serie completa de tiempo.

INDICE	AAO	AMM	AMO	AO	BEST	CAR	EA_WR	ESPI	GML-OT	MEI.v2	NAO	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
AAO	0	0.05	0.1	0.11	0.09	0.1	0.09	0.18	0.11	0.05	0.11	0.04	0.1	0.09	0.01
AMM	0.06	0	0.06	0.08	0.1	0.05	0.05	0.08	0.07	0.02	0.01	0.07	0.02	0.1	0.08
AMO	0.01	0.02	0	0	0.07	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.01	0	0.03	0.02	0.06
AO	0.01	0.21	0.09	0	0.04	0.09	0.11	0.05	0.03	0.04	0.07	0.11	0.1	0	0.01
BEST	0.05	0.11	0.1	0.12	0	0.05	0.13	0.04	0.13	0.05	0.05	0.05	0.14	0.08	0.11
CAR	0.13	0.12	0.09	0.17	0.11	0	0.09	0.11	0.1	0.13	0.11	0.08	0.09	0.04	0
EA_WR	0.12	0.12	0.12	0.05	0.12	0	0	0.06	0.11	0.09	0.09	0.17	0.08	0.09	0.13
ESPI	0.07	0.07	0.02	0.01	0.04	0.07	0.07	0	0.08	0.02	0.03	0	0.01	0.04	0.07
GML-OT	0.07	0.05	0.08	0.08	0.06	0.07	0.07	0.2	0	0.09	0.08	0.05	0	0.13	0.04
MEI.v2	0.04	0.08	0.02	0.05	0.08	0.05	0	0.09	0.03	0	0.09	0.06	0.01	0.17	0.07
NAO	0.12	0.1	0.16	0.04	0.18	0.03	0.29	0.2	0.15	0.21	0	0.15	0.13	0.14	0.15
Niño 1+2	0.05	0.01	0.01	0.02	0	0.02	0.05	0.06	0	0.02	0.08	0	0.07	0.05	0.03
Niño 3	0.09	0.09	0.13	0.09	0.05	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.09	0	0	0.06	0.1

Niño 3.4	0.07	0.09	0.06	0.03	0.04	0.1	0.03	0.05	0.02	0.09	0.11	0.12	0.06	0	0.09
Niño 4	0.17	0.12	0.15	0.2	0.06	0.17	0.19	0.12	0.16	0.1	0.16	0.1	0.12	0.14	0
NTA	0.04	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.08	0.03	0.09	0.09	0.03	0.03	0.06	0.01	0.04
NP	0.04	0.01	0.03	0.01	0.05	0.09	0.07	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.06	0.03
ONI	0.07	0.01	0.11	0.02	0.03	0.03	0.07	0.05	0.02	0.01	0.11	0.02	0.03	0.01	0.08
PDO	0.03	0	0.02	0.06	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.07	0	0.04	0.05	0.06	0.05
PNA	0.09	0.01	0.07	0.04	0.1	0	0.01	0.05	0.01	0.03	0	0.05	0.02	0	0
QBO	0.07	0.02	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.01	0.07	0.03	0.08	0.01	0	0.08	0.05
SOI	0.06	0.02	0.02	0.01	0.13	0.09	0.01	0.02	0.04	0.04	0.01	0	0.05	0.1	0.16
Solar Flux	0.05	0.03	0.08	0.12	0.03	0.09	0.03	0.05	0.06	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03	0.09
TNA	0.01	0.02	0.08	0.06	0.04	0.03	0.06	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02
TNI	0.06	0.07	0.15	0.15	0.06	0.23	0.04	0.23	0.15	0.1	0.19	0.12	0.1	0.08	0.1
TSA	0.15	0.06	0.02	0.01	0	0.09	0.1	0.02	0.04	0.04	0	0.03	0.02	0.02	0.06
WHWP	0.04	0.03	0.11	0.03	0.07	0.01	0.01	0.02	0.06	0.14	0.01	0.07	0.04	0.04	0.04
WP	0.11	0.02	0.08	0.02	0.01	0.09	0.05	0.05	0.03	0.14	0.08	0.12	0.16	0.03	0.07

Tabla 16. Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP de la serie completa de tiempo.

INDICE	NTA	NP	ONI	PDO	PNA	QBO	SOI	Solar Flux	TNA	TNI	TSA	WHWP	WP
AAO	0.02	0.06	0.1	0.1	0.08	0.13	0.12	0.06	0.08	0.03	0.1	0.07	0.09
AMM	0.06	0.1	0.09	0.09	0.02	0.05	0.02	0	0.03	0.09	0.05	0.03	0.19
AMO	0.1	0.08	0.06	0.04	0	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.11	0.02	0.05
AO	0.03	0	0.05	0.1	0.06	0.04	0.08	0.06	0	0.15	0.04	0.07	0.05
BEST	0.08	0.11	0.05	0.07	0.12	0.1	0.1	0.03	0.21	0.09	0.02	0.02	0.09
CAR	0.09	0.1	0.14	0.05	0.16	0.03	0.16	0.09	0.16	0.12	0.13	0.08	0
EA_WR	0.13	0.09	0.2	0.1	0.05	0.12	0.16	0.05	0.05	0.07	0.17	0.15	0.04
ESPI	0.11	0.02	0.1	0.1	0.09	0	0.05	0.09	0.01	0.04	0.08	0.11	0.03
GML-OT	0.09	0.02	0.13	0.02	0.03	0.12	0.13	0.04	0.06	0.08	0.08	0.03	0
MEI.v2	0.03	0	0.06	0.03	0.01	0.04	0.07	0.09	0.06	0.02	0.02	0.02	0.05
NAO	0.12	0.08	0.12	0.17	0.24	0.18	0.16	0.11	0.07	0.15	0.23	0.08	0.17
Niño 1+2	0.01	0.04	0.02	0.05	0.19	0.01	0.07	0.08	0.07	0.05	0.05	0	0.01
Niño 3	0.09	0.07	0	0.01	0.03	0.01	0.03	0.11	0.1	0.02	0.12	0.11	0.05
Niño 3.4	0.02	0.15	0.19	0.03	0.02	0.12	0.01	0.07	0.14	0.02	0.06	0.06	0.07
Niño 4	0	0.18	0.08	0.11	0.17	0.12	0.14	0.11	0.1	0.04	0.17	0.14	0.21
NTA	0	0.03	0.02	0.04	0.01	0.1	0.03	0.01	0.07	0.01	0.01	0.03	0.12
NP	0	0	0.02	0.03	0	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.07	0	0.02
ONI	0.15	0.02	0	0.06	0.13	0.02	0.03	0.02	0.02	0	0.09	0.02	0.02

PDO	0.14	0.02	0.07	0	0.06	0	0.06	0.06	0.02	0.07	0.02	0.11	0.02
PNA	0.07	0.01	0.01	0.01	0	0.08	0.01	0.02	0	0.05	0.07	0.02	0.04
QBO	0.02	0.09	0.04	0.02	0.03	0	0.06	0.01	0	0	0.07	0.04	0
SOI	0.11	0.06	0.22	0.03	0.01	0.01	0	0.04	0.05	0	0.03	0.01	0.05
Solar Flux	0.02	0.04	0.01	0.02	0.07	0.08	0.05	0	0.02	0.01	0.04	0.01	0.07
TNA	0.15	0.1	0.01	0.02	0	0.06	0.08	0.04	0	0.06	0.02	0	0.02
TNI	0.06	0.1	0.01	0.09	0.09	0.15	0.15	0.15	0.15	0	0.1	0.11	0.12
TSA	0.04	0.07	0.06	0.06	0.08	0.01	0.17	0.05	0.03	0.02	0	0.03	0.14
WHWP	0.02	0.03	0.03	0.04	0	0.05	0	0.06	0.03	0.07	0.11	0	0.05
WP	0.01	0.06	0.06	0.03	0.11	0.12	0.07	0.04	0.04	0.1	0.02	0.01	0

Tabla 17. Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 del trimestre DEF.

INDICE	AAO	AMM	AMO	AO	BEST	CAR	EA_WR	ESPI	GML-OT	MEL.v2	NAO	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
AAO	0	0.01	0.09	0.09	0.18	0.02	0.21	0.25	0.06	0.28	0.09	0.12	0.05	0.14	0.11
AMM	0	0	0.1	0.11	0.15	0.16	0.07	0.06	0.05	0.16	0.22	0.13	0.07	0.05	0.12
AMO	0.27	0.17	0	0.11	0.29	0.24	0.2	0.14	0.2	0.17	0.14	0.18	0.21	0.2	0.15
AO	0.03	0.02	0.1	0	0.02	0.2	0.02	0.01	0.13	0.04	0.19	0.14	0.02	0.01	0.08
BEST	0.23	0.14	0.07	0.11	0	0.02	0.19	0.14	0.12	0.17	0.1	0.09	0.08	0.07	0.01
CAR	0.13	0.14	0.1	0.05	0.09	0	0.27	0	0.05	0.01	0.02	0.02	0.08	0.01	0.09
EA_WR	0.03	0.22	0.08	0.18	0.14	0.11	0	0.08	0.01	0.15	0.12	0.03	0.07	0.04	0.03
ESPI	0.33	0.09	0.22	0.38	0.04	0.05	0.24	0	0.16	0.01	0.23	0.08	0.15	0.01	0.2
GML-OT	0.06	0.16	0.09	0.06	0.18	0.14	0.09	0.04	0	0.02	0.12	0.09	0.05	0.03	0.06
MEL.v2	0.4	0.3	0.37	0.24	0.04	0.26	0.15	0.07	0.24	0	0.2	0.07	0.05	0.1	0.2
NAO	0.01	0.15	0.07	0.13	0.24	0.17	0.06	0.12	0.1	0.2	0	0.06	0.01	0.19	0.2
Niño 1+2	0.02	0.03	0.21	0.18	0.06	0.04	0.06	0.01	0.05	0.04	0.01	0	0.1	0.1	0.08
Niño 3	0.26	0.1	0.34	0.13	0.03	0.23	0.28	0.11	0.15	0.05	0.26	0.01	0	0.1	0.03
Niño 3.4	0.34	0.11	0.14	0.14	0.11	0.27	0.21	0.06	0.02	0.03	0.09	0.01	0.02	0	0.11
Niño 4	0.11	0.04	0.17	0.14	0	0.25	0.17	0.13	0.06	0.11	0.22	0.1	0.11	0.11	0
NTA	0.22	0.23	0.22	0.05	0.14	0.18	0.15	0.25	0.21	0.34	0.39	0.25	0.25	0.3	0.21
NP	0.21	0.08	0.28	0.11	0.15	0.15	0.3	0.26	0.01	0.21	0.27	0.21	0.03	0.22	0.18
ONI	0.37	0.42	0.41	0.33	0.12	0.39	0.33	0.11	0.41	0.13	0.35	0.17	0.07	0.09	0.14
PDO	0.06	0.1	0	0.03	0.01	0.14	0.15	0.03	0.13	0.2	0.01	0.06	0.18	0.01	0.05
PNA	0.1	0.06	0.26	0.02	0.21	0.03	0.06	0.21	0.02	0.03	0.07	0.09	0.15	0.03	0.07
QBO	0.12	0.08	0.1	0.05	0.39	0.15	0.04	0.1	0.14	0.27	0.16	0.03	0.12	0.07	0.28
SOI	0.05	0.22	0.21	0.15	0.34	0.03	0.17	0.09	0.15	0.19	0.14	0.22	0.19	0.16	0.24
Solar Flux	0.08	0.08	0.12	0.13	0.1	0.13	0.08	0.2	0.24	0.02	0.18	0.04	0.14	0.36	0.06

TNA	0.04	0.06	0.05	0.03	0.03	0.06	0.09	0.09	0.13	0.01	0.04	0.03	0.17	0.01	0.01
TNI	0.44	0.1	0.35	0.19	0.25	0.19	0.28	0.28	0.28	0.16	0.24	0.15	0.24	0.17	0.06
TSA	0.17	0	0.13	0.07	0.09	0.15	0.01	0.04	0.01	0.07	0.25	0.14	0.04	0.13	0.06
WHWP	0.62	0.42	0.73	0.43	0.52	0.66	0.61	0.43	0.6	0.53	0.6	0.33	0.51	0.53	0.7
WP	0.17	0.04	0.12	0.02	0.18	0.04	0.14	0.15	0.01	0.07	0.04	0.16	0.02	0.16	0.07

Tabla 18. Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP del trimestre DEF.

INDICE	NTA	NP	ONI	PDO	PNA	QBO	SOI	Solar Flux	TNA	TNI	TSA	WHWP	WP
AAO	0.15	0.06	0.05	0.08	0.2	0.1	0.04	0.1	0.19	0.15	0.17	0.03	0.13
AMM	0.01	0.11	0.13	0.05	0.05	0.09	0.1	0.18	0.08	0.15	0.01	0.14	0.11
AMO	0.14	0.24	0.08	0.22	0.14	0.15	0.02	0.12	0.19	0.17	0.24	0.06	0.23
AO	0.02	0.03	0.07	0.01	0.04	0.15	0.06	0.16	0.11	0.04	0.02	0.03	0.04
BEST	0.15	0.05	0.07	0.03	0.09	0.14	0.08	0.05	0.09	0.01	0.15	0	0.11
CAR	0.01	0.17	0.02	0.14	0.03	0.04	0.01	0.24	0.04	0	0.03	0.04	0.01
EA_WR	0.02	0.04	0.02	0.05	0.09	0.02	0.01	0.07	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01
ESPI	0.23	0.2	0.04	0.35	0.24	0.19	0.08	0.06	0.05	0.21	0.23	0.07	0.25
GML-OT	0.08	0.16	0.09	0.07	0.18	0.02	0.01	0.02	0.21	0.18	0.23	0.03	0.18
MEI_v2	0.12	0.19	0.08	0.21	0.08	0.11	0.23	0.18	0.16	0.05	0.16	0.08	0.32
NAO	0.11	0.09	0.14	0.25	0.14	0.02	0.06	0.22	0.19	0.12	0.06	0.08	0.12
Niño 1+2	0.14	0.16	0.17	0.02	0.03	0.15	0.07	0.1	0.09	0.02	0.01	0.17	0.08
Niño 3	0.06	0.06	0.04	0.21	0.13	0.24	0.31	0.07	0.24	0.14	0.16	0.01	0.06
Niño 3.4	0.09	0.06	0.06	0.08	0.05	0.11	0.08	0.14	0.12	0.12	0.07	0.04	0.14
Niño 4	0.22	0.16	0.06	0.13	0.13	0.05	0.02	0.08	0.05	0.1	0.2	0.01	0.19
NTA	0	0.19	0.43	0.09	0.13	0.01	0.07	0.03	0.08	0.25	0.08	0.08	0.02
NP	0.26	0	0.21	0.1	0.25	0.26	0.24	0.36	0.01	0.06	0.14	0.07	0.09
ONI	0.14	0.36	0	0.39	0.09	0.39	0.37	0.18	0.35	0.27	0.23	0.02	0.39
PDO	0.22	0.08	0.04	0	0.03	0.09	0.05	0.12	0.01	0.02	0.05	0.04	0.06
PNA	0.13	0.09	0.14	0	0	0.08	0.1	0.17	0.06	0.15	0.07	0.03	0.13
QBO	0.04	0.02	0.04	0.07	0.17	0	0.15	0.04	0.05	0.15	0.23	0.02	0.03
SOI	0.05	0.33	0.38	0.2	0.03	0.04	0	0.11	0.14	0.17	0.2	0.2	0.13
Solar Flux	0.05	0.21	0.16	0.17	0.22	0.14	0.16	0	0.28	0.07	0.08	0.08	0.07
TNA	0.06	0.27	0.06	0.08	0.17	0.08	0.06	0.25	0	0.18	0.06	0.09	0.01
TNI	0.3	0.22	0.21	0.32	0.26	0.2	0.03	0.32	0.27	0	0.27	0.23	0.24
TSA	0.14	0.16	0.14	0.06	0.04	0.11	0	0.09	0.05	0.03	0	0.2	0.07
WHWP	0.56	0.39	0.67	0.4	0.59	0.4	0.55	0.11	0.4	0.35	0.42	0	0.61
WP	0	0.06	0.1	0.22	0.05	0.17	0.13	0.15	0.01	0.03	0.1	0.03	0

Tabla 19. Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 del trimestre MAM.

INDICE	AAO	AMM	AMO	AO	BEST	CAR	EA_WR	ESPI	GML-OT	MEI.v2	NAO	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
AAO	0	0.3	0.03	0.01	0.05	0.24	0.13	0.09	0.34	0.12	0.26	0.08	0.05	0.16	0.06
AMM	0.15	0	0.14	0.05	0.23	0.21	0.14	0.01	0.08	0.26	0.12	0.28	0.13	0.19	0.04
AMO	0.03	0.09	0	0.07	0.17	0.15	0.09	0.09	0	0.12	0.03	0.05	0.07	0.24	0.08
AO	0.12	0.19	0.19	0	0.12	0.24	0.13	0.22	0.3	0.14	0.16	0.02	0.21	0.12	0.15
BEST	0.04	0.1	0.12	0.08	0	0.15	0.33	0.08	0.14	0.12	0.02	0.09	0.21	0.07	0.1
CAR	0.05	0.16	0.05	0.03	0	0	0.14	0	0.09	0.02	0.1	0.01	0.08	0.08	0
EA_WR	0.06	0.25	0.31	0.08	0.18	0.45	0	0.24	0.2	0.22	0.28	0.2	0.15	0.28	0.28
ESPI	0.17	0.23	0.17	0.02	0.11	0.23	0.14	0	0.25	0.09	0.13	0.06	0.01	0.09	0.21
GML-OT	0.3	0.04	0	0.02	0.17	0.21	0.01	0.17	0	0.22	0.33	0.23	0.22	0.2	0.22
MEI.v2	0.07	0.05	0.06	0.07	0.25	0.01	0.01	0.04	0.14	0	0.11	0.1	0.09	0.11	0.06
NAO	0.15	0.1	0.05	0.18	0.1	0.14	0.22	0.26	0.14	0.11	0	0	0.15	0.37	0.05
Niño 1+2	0.15	0.04	0.05	0.01	0.14	0.19	0.07	0.09	0.04	0.1	0.04	0	0.07	0.1	0.16
Niño 3	0.11	0.26	0.11	0.3	0.12	0.38	0.16	0.14	0.12	0.13	0.05	0.17	0	0.25	0.06
Niño 3.4	0.08	0.08	0.05	0.01	0.13	0.01	0.01	0.03	0.07	0.09	0.08	0.12	0.04	0	0.15
Niño 4	0.19	0.19	0.17	0.27	0.04	0.04	0.12	0.07	0.12	0.09	0.17	0.27	0.1	0.11	0
NTA	0.12	0.17	0.02	0.04	0.26	0.08	0.02	0.18	0.18	0.22	0.18	0.21	0.06	0.17	0.23
NP	0.07	0.05	0.08	0.05	0.09	0.03	0.03	0.06	0.05	0.02	0.13	0.12	0.06	0.18	0.04
ONI	0	0.13	0.13	0.19	0.06	0.08	0.08	0.03	0.14	0.04	0.05	0.01	0.06	0.13	0.14
PDO	0.33	0.24	0.32	0.05	0.25	0.08	0.15	0.13	0.23	0.23	0.23	0.3	0.1	0.15	0.2
PNA	0.16	0.08	0.33	0.24	0.28	0.26	0.21	0.32	0.15	0.24	0.29	0.07	0.15	0.25	0.24
QBO	0.06	0.31	0.04	0.16	0.21	0.01	0.17	0.09	0.01	0.21	0.14	0.03	0.14	0.1	0.04
SOI	0.09	0.2	0.02	0.16	0.03	0.17	0.15	0.08	0.07	0.01	0.15	0.07	0.01	0.1	0.12
Solar Flux	0.22	0.24	0.28	0.21	0.23	0.17	0.36	0.22	0.28	0.01	0.15	0.19	0.1	0.24	0.29
TNA	0.1	0.11	0.1	0.14	0.36	0.18	0.2	0.22	0.21	0.01	0.06	0.14	0.08	0.19	0.27
TNI	0.02	0.19	0.18	0.05	0.07	0.02	0.15	0.04	0.03	0.06	0.16	0.14	0.04	0.19	0.07
TSA	0.08	0.19	0.07	0.01	0.13	0.22	0.17	0.03	0.18	0.03	0.11	0.02	0	0	0.01
WHWP	0.12	0.08	0.07	0.13	0.14	0.18	0.21	0.02	0.01	0	0.07	0.01	0.19	0.16	0.06
WP	0.03	0.06	0.07	0.13	0.08	0.04	0.02	0.05	0.1	0.13	0.15	0.26	0.03	0.17	0.01

Tabla 20. Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP del trimestre MAM.

INDICE	NTA	NP	ONI	PDO	PNA	QBO	SOI	Solar Flux	TNA	TNI	TSA	WHWP	WP
AAO	0.19	0.24	0.12	0.09	0.17	0.17	0.06	0.06	0.14	0.05	0.31	0.13	0.22
AMM	0.15	0.08	0.32	0.14	0.23	0.06	0.01	0.25	0.03	0.25	0.12	0.01	0.1
AMO	0.06	0.11	0.12	0.12	0.11	0.09	0.11	0.03	0.18	0.01	0.09	0.07	0.05

AO	0.19	0.19	0.12	0.02	0.29	0.09	0.08	0.19	0.08	0.35	0.03	0.16	0.04
BEST	0.15	0.02	0.14	0.19	0.21	0.01	0.21	0.32	0.1	0.19	0.08	0.18	0.12
CAR	0.02	0.05	0.12	0.08	0.16	0.06	0.14	0.11	0.01	0.11	0.13	0.05	0.04
EA_WR	0.23	0.37	0.19	0.05	0.01	0.15	0.27	0.37	0.05	0.35	0.34	0.13	0.26
ESPI	0.12	0.18	0.09	0.18	0.2	0.24	0.25	0.02	0.19	0.04	0.05	0.34	0.1
GML-OT	0.19	0.3	0.21	0.02	0.21	0.1	0.18	0.14	0.12	0.05	0.16	0.12	0.11
MEI.v2	0.15	0.12	0.21	0.16	0	0.07	0.2	0.03	0.03	0.08	0.12	0.14	0.1
NAO	0.13	0.2	0.27	0.14	0.15	0	0.11	0.19	0.04	0.25	0.07	0.29	0.32
Niño 1+2	0.06	0.05	0.1	0.07	0.02	0.1	0.14	0.05	0.13	0.32	0.01	0.05	0.07
Niño 3	0.14	0.17	0.29	0.25	0.12	0.03	0.06	0.19	0.3	0	0.09	0.05	0.19
Niño 3.4	0.26	0.04	0.16	0.17	0.02	0.16	0.18	0.15	0.2	0.13	0.17	0.21	0.06
Niño 4	0.02	0.12	0.05	0.07	0.27	0.16	0.01	0.03	0.26	0.19	0.04	0.27	0.06
NTA	0	0.09	0.22	0.23	0.13	0.15	0.24	0.09	0.1	0.07	0.06	0.08	0.1
NP	0.08	0	0.13	0.06	0.21	0.17	0.07	0.09	0.04	0	0.02	0.06	0.03
ONI	0.16	0.05	0	0.22	0.01	0.03	0.04	0.14	0.09	0.06	0.08	0.01	0.03
PDO	0.06	0.15	0.34	0	0.06	0.07	0.32	0.26	0.13	0.1	0.19	0.12	0.19
PNA	0.16	0	0.16	0.2	0	0.18	0.13	0.14	0.17	0.21	0.24	0.18	0.08
QBO	0	0.23	0.08	0.13	0.25	0	0.06	0.25	0.11	0.03	0.26	0.02	0.1
SOI	0.04	0.05	0.01	0.01	0.23	0.13	0	0.03	0	0.1	0.01	0.03	0.14
Solar Flux	0.44	0.01	0.09	0.28	0.33	0.13	0.24	0	0.08	0.16	0.18	0.13	0.33
TNA	0	0.18	0.14	0.12	0.33	0.19	0.11	0.39	0	0.13	0.23	0.14	0.03
TNI	0.12	0.02	0.05	0.03	0.06	0.04	0.17	0.04	0.02	0	0	0.06	0.28
TSA	0.09	0	0.01	0.13	0.18	0.05	0.18	0.09	0.1	0.04	0	0.04	0.02
WHWP	0.01	0.08	0.21	0.04	0.14	0.14	0.33	0.04	0.04	0.08	0.02	0	0.09
WP	0.01	0.06	0.02	0.09	0.11	0.06	0.17	0.05	0.03	0.13	0.06	0.11	0

Tabla 21. Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 del trimestre JJA.

INDICE	AAO	AMM	AMO	AO	BEST	CAR	EA_WR	ESPI	GML-OT	MEI.v2	NAO	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
AAO	0	0.08	0.2	0.19	0.17	0.02	0.16	0.17	0.1	0.22	0.21	0.27	0.19	0.2	0.14
AMM	0.18	0	0.08	0.08	0.07	0.14	0.1	0.14	0.16	0.07	0.03	0.01	0.07	0.11	0.21
AMO	0.03	0.17	0	0	0.13	0.15	0.08	0.06	0.17	0.1	0.15	0.18	0.01	0.02	0.04
AO	0.03	0.09	0.22	0	0.04	0.01	0.13	0.24	0.05	0.2	0.3	0.28	0.31	0.25	0.11
BEST	0.23	0.1	0.15	0.19	0	0.03	0.04	0.17	0.05	0.14	0.05	0.26	0.18	0.09	0.14
CAR	0.05	0.01	0.04	0.11	0.11	0	0.05	0.03	0.07	0.21	0.1	0.15	0.08	0.06	0.04
EA_WR	0.11	0.16	0.1	0.07	0.23	0.05	0	0.02	0.08	0.04	0.19	0.06	0.09	0.08	0.02
ESPI	0	0.05	0.08	0.08	0.16	0.02	0.12	0	0.04	0.03	0.18	0.04	0.01	0.02	0.1

GML-OT	0.04	0.1	0.12	0.12	0.11	0.02	0	0.07	0	0.06	0.18	0.24	0.07	0.04	0.07
MEI.v2	0.05	0.04	0.03	0.11	0	0.05	0.02	0.09	0.01	0	0.01	0.07	0.13	0.03	0.17
NAO	0.12	0.04	0.06	0.07	0.11	0.08	0.14	0.11	0.06	0.15	0	0.18	0.14	0.07	0.19
Niño 1+2	0.03	0.21	0.06	0.02	0.05	0.02	0.1	0.16	0.06	0.04	0.17	0	0.07	0.14	0.22
Niño 3	0.04	0.01	0.09	0.1	0.03	0.03	0.1	0.01	0.07	0.04	0.19	0.2	0	0.03	0.04
Niño 3.4	0.02	0.04	0.02	0.15	0.06	0.11	0.19	0.01	0.11	0.12	0.07	0.15	0.02	0	0.14
Niño 4	0.01	0.05	0.03	0.01	0.13	0.1	0.06	0.04	0.06	0.06	0.13	0.05	0.03	0.02	0
NTA	0.38	0.24	0.12	0.13	0.4	0.19	0.31	0.2	0.3	0.22	0.28	0.19	0.29	0.25	0.19
NP	0.05	0.03	0.02	0.18	0.05	0.02	0.03	0.05	0.03	0.06	0.03	0.09	0.15	0.06	0.07
ONI	0.01	0.18	0.04	0.21	0.02	0.16	0.03	0.09	0.1	0.02	0.08	0.17	0.1	0.08	0.02
PDO	0.04	0.29	0.1	0.12	0.27	0.06	0.14	0.17	0.37	0.29	0.08	0.18	0.13	0.13	0.17
PNA	0.08	0.01	0.03	0.22	0.05	0.13	0.07	0.11	0.02	0.02	0.14	0.04	0.15	0.06	0.01
QBO	0.31	0.33	0.19	0.21	0.1	0.28	0.2	0.17	0.16	0.25	0.35	0.29	0.24	0.29	0.15
SOI	0.14	0.05	0.05	0	0.07	0.02	0.08	0.28	0.05	0.14	0.19	0.04	0.04	0.05	0.15
Solar Flux	0.11	0.04	0.01	0.05	0.06	0.12	0.1	0.02	0.02	0.15	0.04	0.13	0.04	0.02	0.04
TNA	0.03	0.15	0.15	0.32	0.1	0.27	0.12	0.16	0.21	0.2	0.07	0.02	0.07	0.04	0.07
TNI	0.09	0.14	0	0.2	0.04	0.19	0.08	0.13	0.15	0.11	0.14	0.15	0.15	0.01	0.01
TSA	0.03	0.33	0.06	0.18	0.16	0.32	0.18	0.07	0.2	0.02	0.25	0.04	0.02	0	0.02
WHWP	0.04	0.07	0.17	0.01	0.23	0.03	0.16	0.19	0.04	0.13	0.08	0.08	0.01	0.09	0.22
WP	0.07	0.21	0.13	0.12	0.08	0.11	0.05	0.09	0.14	0.05	0.23	0.17	0.04	0.05	0.04

Tabla 22. Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP del trimestre JJA.

INDICE	NTA	NP	ONI	PDO	PNA	QBO	SOI	Solar Flux	TNA	TNI	TSA	WHWP	WP
AAO	0.13	0.11	0.06	0.21	0.25	0.08	0.08	0.11	0.14	0.08	0.19	0.29	0.14
AMM	0.05	0.13	0.05	0	0.1	0.01	0.01	0.15	0.09	0.02	0.02	0.13	0.03
AMO	0.08	0.04	0.22	0.2	0.06	0.08	0.08	0.14	0.02	0.11	0.11	0.05	0.12
AO	0.04	0.19	0.26	0.36	0.05	0.24	0.23	0.24	0.17	0.23	0.06	0.2	0.28
BEST	0.13	0.01	0.07	0.18	0.21	0.14	0.19	0.16	0.15	0.2	0.08	0.02	0.17
CAR	0.05	0.09	0.07	0.11	0.09	0.11	0	0.06	0.05	0.07	0.02	0.15	0.13
EA_WR	0.13	0.22	0.25	0.19	0.18	0.04	0.25	0.17	0.25	0.13	0.23	0.15	0.2
ESPI	0.07	0.12	0.1	0.21	0.16	0.31	0.02	0.11	0.04	0.01	0.02	0.09	0.02
GML-OT	0.01	0.07	0.04	0.05	0.17	0.07	0.06	0.04	0.05	0.21	0.15	0.2	0.15
MEI.v2	0.03	0.06	0.03	0.07	0.16	0.06	0.03	0.08	0.19	0.05	0.1	0.09	0.04
NAO	0.21	0.15	0.14	0.16	0.09	0.13	0.07	0.16	0.09	0	0.07	0.07	0.21
Niño 1+2	0.02	0.03	0.19	0.1	0.12	0.14	0.2	0.13	0	0.23	0.05	0.24	0.15



Niño 3	0.11	0.17	0.07	0.04	0.22	0.03	0.14	0.09	0.09	0.06	0.01	0.23	0.03
Niño 3.4	0.01	0.03	0.06	0.12	0.13	0.15	0.14	0.08	0.08	0.18	0.13	0.13	0.06
Niño 4	0.09	0.06	0.06	0.17	0.16	0.06	0.13	0.12	0.12	0.05	0.15	0.05	0.08
NTA	0	0.15	0.18	0.13	0.27	0.12	0.34	0.25	0.15	0.46	0.09	0.25	0.32
NP	0.05	0	0.15	0.03	0.12	0.13	0.08	0.07	0	0.09	0.14	0.03	0.12
ONI	0.04	0.02	0	0.06	0.1	0	0.05	0.09	0.22	0.08	0.06	0.01	0.16
PDO	0.09	0.1	0.26	0	0.24	0.03	0.2	0.15	0.17	0.27	0.28	0.17	0.12
PNA	0.19	0.13	0.02	0	0	0.12	0.09	0.06	0.03	0.13	0.05	0.17	0.07
QBO	0.17	0.1	0.2	0.23	0.1	0	0	0.27	0.13	0.32	0.16	0.06	0.22
SOI	0.04	0.16	0.04	0.06	0.09	0.18	0	0	0.02	0.03	0.1	0.14	0.17
Solar Flux	0	0.09	0.04	0.08	0.09	0.07	0.13	0	0.15	0.32	0.04	0.06	0.06
TNA	0.24	0.18	0.06	0.12	0.16	0.14	0.04	0.13	0	0.1	0.07	0.18	0.02
TNI	0.13	0.1	0.06	0.03	0.21	0.03	0.14	0.16	0.06	0	0.16	0.04	0.15
TSA	0	0.05	0.09	0.02	0.01	0.01	0.01	0.25	0.16	0.08	0	0.16	0.22
WHWP	0.02	0	0.19	0.16	0.01	0.06	0.06	0.17	0	0.01	0.15	0	0.04
WP	0.04	0.06	0.1	0.07	0.04	0.05	0	0.08	0.06	0.07	0.02	0.01	0

Tabla 23. Valores de TE de de índices a índices desde AAO hasta Niño 4 del trimestre SON.

INDICE	AAO	AMM	AMO	AO	BEST	CAR	EA_WR	ESPI	GML-OT	MEI.v2	NAO	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
AAO	0	0.18	0.09	0.05	0.12	0.15	0.14	0.03	0.16	0.01	0.17	0.08	0.02	0.32	0.33
AMM	0.1	0	0.04	0.08	0.16	0.25	0.12	0.26	0.12	0.23	0.04	0.02	0.11	0.12	0.24
AMO	0.03	0.17	0	0.17	0.37	0.17	0.19	0.12	0.09	0.2	0.12	0.06	0.09	0.12	0.36
AO	0.03	0.09	0.07	0	0.14	0.08	0.09	0.27	0.08	0.23	0.13	0.16	0.1	0.25	0.16
BEST	0.33	0.08	0.21	0.04	0	0.11	0.18	0.14	0.22	0.2	0.1	0.19	0.16	0.28	0.28
CAR	0.09	0.02	0.08	0.15	0.17	0	0.16	0.06	0.02	0.01	0.07	0.11	0.01	0.05	0.15
EA_WR	0.05	0.11	0.03	0.02	0.12	0.02	0	0.04	0.15	0.06	0.09	0.01	0.09	0.08	0.01
ESPI	0.06	0.1	0.02	0.19	0.05	0.04	0.09	0	0.12	0.06	0.18	0	0.03	0.02	0.17
GML-OT	0.17	0.1	0.06	0	0.22	0.14	0.02	0.09	0	0.15	0.02	0.17	0.22	0.31	0.02
MEI.v2	0.09	0.15	0.07	0.06	0.06	0.05	0.03	0	0.14	0	0.05	0.07	0	0.16	0.03
NAO	0.26	0.14	0.04	0.24	0.18	0.01	0.03	0.25	0.01	0.29	0	0.26	0.31	0.23	0.31
Niño 1+2	0.24	0.15	0.19	0.01	0.06	0.25	0.22	0.15	0.08	0.21	0.16	0	0.14	0.15	0.37
Niño 3	0.28	0.46	0.54	0.3	0.16	0.26	0.24	0.42	0.4	0.34	0.31	0.19	0	0.14	0.21
Niño 3.4	0.1	0.23	0.15	0.11	0.09	0.28	0.25	0.03	0.03	0.1	0.11	0.06	0.07	0	0.03
Niño 4	0.09	0.02	0.01	0.05	0.03	0.05	0.08	0.09	0.13	0.02	0.03	0.03	0.11	0.05	0
NTA	0.11	0.24	0.35	0.19	0.26	0.22	0.15	0.26	0.2	0.19	0.32	0.13	0.26	0.42	0.25
NP	0.18	0.36	0.29	0.17	0.27	0.21	0.11	0.41	0.13	0.27	0.14	0.34	0.21	0.3	0.39
ONI	0.24	0.38	0.18	0.28	0.05	0.24	0.44	0.01	0.14	0.12	0.13	0.12	0.1	0.01	0.1
PDO	0.04	0.06	0.13	0.08	0.06	0.16	0.07	0.09	0.22	0.1	0.09	0.04	0.07	0.06	0.27

PNA	0.14	0.23	0.13	0.02	0.01	0.01	0.02	0.11	0.02	0.07	0.1	0.06	0.14	0.06	0.04
QBO	0.31	0.19	0.13	0.16	0.26	0.31	0.15	0.21	0.2	0.17	0.23	0.23	0.19	0.18	0.2
SOI	0.03	0.16	0.03	0.08	0.12	0.02	0.1	0.2	0.01	0.22	0.2	0.05	0.03	0.11	0.05
Solar Flux	0.19	0.22	0.16	0.21	0.13	0.14	0.16	0.15	0.12	0.17	0.21	0.19	0.16	0.2	0.12
TNA	0.1	0	0.08	0.03	0.1	0.07	0.16	0.06	0.07	0.06	0.01	0.08	0.02	0.15	0
TNI	0.05	0.15	0.14	0.01	0.14	0.03	0.08	0.08	0.08	0.06	0.02	0.1	0.01	0.06	0.04
TSA	0.08	0.11	0.01	0.12	0.04	0.01	0.1	0.03	0.13	0.08	0.04	0.17	0.06	0.09	0.01
WHWP	0.06	0.23	0	0.26	0.13	0	0.06	0.12	0.09	0.11	0.01	0.04	0.07	0.18	0.16
WP	0.06	0.11	0.04	0.01	0.13	0.1	0.15	0	0.21	0.1	0	0.15	0.05	0.07	0.11

Tabla 24. Valores de TE de de índices a índices desde NTA hasta WP del trimestre SON.

NTA	NP	ONI	PDO	PNA	QBO	SOI	Solar Flux	TNA	TNI	TSA	WHWP	WP
0.16	0.27	0.06	0.06	0.01	0.04	0.23	0.13	0.11	0.15	0.19	0.19	0.16
0.21	0.07	0.23	0.03	0.38	0.16	0.02	0.17	0.01	0.23	0.22	0.2	0.17
0.13	0.2	0.28	0.34	0.04	0.35	0.31	0.13	0.19	0.38	0.17	0.18	0.29
0.11	0.13	0.04	0.03	0.03	0.08	0.08	0.05	0.24	0.2	0.12	0.05	0.01
0.16	0.21	0.15	0.28	0.16	0.12	0.16	0.26	0.26	0.1	0.05	0.08	0.08
0.19	0.06	0.15	0	0.14	0.22	0.05	0.06	0.15	0.06	0.04	0.17	0.15
0.09	0.12	0.04	0.12	0.09	0.19	0.04	0.04	0.05	0.01	0.24	0.05	0.22
0.06	0.1	0.12	0.02	0.11	0.1	0.02	0.12	0.14	0.02	0.02	0.1	0.03
0.17	0.1	0.17	0.06	0.05	0.02	0	0.08	0.12	0.05	0.16	0.14	0.16
0.08	0.04	0.08	0.03	0.11	0	0.06	0.16	0.03	0.22	0.05	0.03	0.17
0.24	0.27	0.32	0.47	0.34	0.06	0.01	0.31	0.25	0.14	0.07	0.08	0.14
0.16	0.03	0.16	0.15	0.19	0.29	0.27	0.16	0.14	0.2	0.29	0.05	0.14
0.3	0.45	0.2	0.48	0.31	0.39	0.26	0.28	0.2	0.27	0.33	0.37	0.44
0	0.39	0.03	0.12	0.18	0.22	0.11	0	0.02	0.18	0.17	0.08	0.31
0.06	0.05	0.15	0.01	0.17	0.08	0.11	0.1	0.13	0.12	0	0.17	0.05
0	0.26	0.24	0.33	0.13	0.28	0.25	0.34	0.31	0.27	0.32	0.15	0.32
0.21	0	0.26	0.06	0.04	0.34	0.29	0.01	0.12	0.03	0.15	0.17	0.19
0.04	0.29	0	0.08	0.26	0.22	0.11	0.16	0.23	0.23	0.2	0.18	0.3
0.05	0.14	0.22	0	0.04	0.02	0.02	0.09	0.12	0.05	0.12	0.07	0.25
0.07	0.1	0.04	0.12	0	0.08	0	0.07	0	0	0.12	0.13	0.07
0.14	0.12	0.31	0.32	0.25	0	0.22	0.32	0.11	0.18	0.27	0.25	0.24
0.03	0.12	0.05	0.04	0.06	0.13	0	0.16	0.08	0.15	0.07	0.2	0.17
0.12	0.22	0.12	0.05	0.18	0.1	0.03	0	0.16	0.2	0.08	0.27	0.15
0.12	0.09	0.05	0.03	0.1	0.07	0.17	0.07	0	0.11	0.03	0.04	0.05
0.17	0.13	0.09	0.02	0.25	0.12	0.12	0.08	0.05	0	0.05	0.16	0.14
0.04	0.02	0.05	0.02	0.17	0.17	0.01	0.16	0.01	0.1	0	0.04	0.09
0.13	0.1	0.17	0.04	0.3	0.04	0.28	0.06	0.04	0.29	0.04	0	0.1

# UCUENCA

0.07	0.02	0.05	0.06	0.1	0.08	0.09	0.05	0	0.05	0.04	0.03	0
------	------	------	------	-----	------	------	------	---	------	------	------	---