



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATII20618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

Año: VIII Número: Edición Especial. Artículo no.:25 Período: Marzo, 2021

TÍTULO: Cambios en patrones de precipitación y temperatura en el Ecuador, región costa.

AUTORES:

1. Ing. María Doménica Valderrama Chávez.
2. Dr. Vicente David Vásquez Granda.
3. Ing. Elvia Ligia León Baque.

RESUMEN: El cambio climático es una problemática que afecta al planeta. La investigación de la Región Costa del Ecuador Continental analizó variables de temperatura y precipitación en las estaciones meteorológicas de la red nacional de INAMHI a partir de 1980 y se encontraron tendencias significativas de precipitación en varias zonas de la costa, y valores con poca significancia para la temperatura; esto debido a la situación geográfica, ubicación y otros factores como la proximidad al mar; estas tendencias se determinaron mediante la aplicación de los 4 momentos estadísticos y el test no paramétrico de Mann Kendall.

PALABRAS CLAVES: clima, precipitación, temperatura.

TITLE: Changes in precipitation and temperature patterns in Ecuador, coastal region.

AUTHORS:

1. Eng. María Doménica Valderrama Chávez.
2. Dr. Vicente David Vásquez Granda.
3. Eng. Elvia Ligia León Baque.

ABSTRACT: Climate change is a problem that affects the planet. The investigation of the Coastal Region of Continental Ecuador analyzed temperature and precipitation variables in the meteorological stations of the INAMHI national network starting in the year 1980 and significant precipitation trends were found in various coastal areas, and values with little significance for the temperature; this is due to the geographical situation, location, and other factors such as proximity to the sea. These trends were determined by applying the 4 statistical moments and the Mann Kendall non-parametric test.

KEY WORDS: climate, precipitation, temperature.

INTRODUCCIÓN.

El conocimiento, análisis y estudio de los procesos climatológicos, además de su variabilidad e influencia en el cambio climático son en la actualidad un reto para el desarrollo sustentable del Ecuador Continental (Cadilhac, Torres, Calles, Vanacker, & Calderón, 2017). Con el pasar del tiempo, son mucho más evidentes los cambios meteorológicos y las investigaciones desarrolladas en el pasado revelan la influencia que ha tenido el hombre en este proceso (Cáceres, Mejía, & Ontaneda, 1998).

La evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos y datos históricos meteorológicos es el primer paso para desarrollar un análisis de las variaciones en el clima a través del tiempo, para en el futuro desarrollar estrategias de mitigación de estos efectos ambientales desfavorables (Yuxu, 2004).

En las últimas décadas, el aprovechamiento de los recursos hídricos ha ido en aumento debido al crecimiento poblacional sin precedentes y el gran desarrollo de la economía mundial, lo que ha provocado serios problemas que impiden el desarrollo de las regiones no solo por factores de carácter natural como lo es la precipitación, sino también el mal manejo y la falta de gestión sobre los recursos hídricos (Gain, Rouillard, & Benson, 2013). Se está prestando primordial cuidado a los impactos del

cambio climático en áreas urbanas, ya que estadísticamente el cincuenta por ciento de la población habita en las ciudades, pero se espera que esta cantidad aumente en los próximos años (Wilby, 2007). Existe un debate sobre esta situación y la gestión del agua relaciona al mundo de la política y la comunidad científica tratando de cierta forma de abordar el uso y abuso de los sistemas de agua dulce que se ven afectados por las variaciones en el clima (Agyenim & Gupta, 2012).

De esta manera, un estudio desarrollado en África atribuye los cambios en las tendencias y eventos extremos al aumento de los gases de efecto invernadero, el mismo establece que los indicadores más importantes se encuentran dentro del análisis en los cambios de temperaturas y precipitaciones (Kusangaya, et al. 2014); esto indica, que los cambios son vistos a nivel mundial y soportan la implementación de políticas amigables con el medio ambiente.

Los cambios en el clima son una amenaza mundial que afectan principalmente a los países en desarrollo que soportarán la mayor cantidad de daños provocados por estas variaciones climáticas. Entre las consecuencias más graves de esta variabilidad tenemos las sequías, aumento de la temperatura media, aumento de la frecuencia de fenómenos climatológicos, variación repentina de la temperatura y aumento del nivel del mar, pérdida de la diversidad biológica y un sin número de daños que suelen ser perceptibles para el ser humano (Arce, 2013).

Según los estudios realizados por el Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador (MAAE) entre los años 1960 y 2006, se registran incrementos en los eventos climáticos anómalos principalmente en la Costa y Amazonía; en el caso de la temperatura y variaciones en las diferentes regiones del país, hay tendencias al incremento de precipitaciones en zonas de la Sierra y el Litoral (Ministerio de Ambiente, 2012). El Plan Nacional de Buen Vivir 2017-2021 en su objetivo tercero establece: Garantizar los derechos de la Naturaleza para las actuales y futuras generaciones, cabe recalcar que el Ecuador es un país rico en diversidad, los derechos de la naturaleza deben ser prioridad y tomados en cuenta en las políticas pertenecientes al modelo de desarrollo sostenible a largo plazo (Secretaría Nacional de

Planificación y Desarrollo-Senplades, 2017); es por esto necesario realizar un análisis de tendencias que permita determinar los cambios en precipitación y temperatura en la costa ecuatoriana (Ludeña & Wilk, 2013).

El MAAE en su Estrategia Nacional del Cambio Climático del Ecuador establece que los desafíos que se han trazado requieren de acciones de carácter global y respuestas de cada nación basadas en la organización y el diálogo, el estado ecuatoriano pertenece a esta convención lo que conlleva a una responsabilidad Internacional que exige encontrar soluciones para el manejo de los cambios en el clima (Ministerio de Ambiente, 2012); este plan rige desde el año 2012 y estará vigente hasta el 2025. Para evaluar todos los impactos del cambio climático es necesario la construcción de escenarios, ya que a partir de ellos podremos direccionarnos a los resultados de la evaluación en cada uno de los sectores seleccionados como área de estudio, para lo cual es un requerimiento básico la preparación de la referencia del clima (Sanz, 2002); esta debe ser representativa y tomar una cantidad de datos suficientes para que sea considerada un rango importante. Hay que considerar, que existe un cambio climático que requiere un análisis de al menos 10 años (Nan, Bao-hui, & Chun-kun, 2011) para determinar si existen uno o varios cambios estadísticos significativos; sin embargo, en ocasiones no es posible hallar todos los requerimientos necesarios para el análisis en una zona específica. La gran mayoría de estudios aseguran que un periodo de al menos 30 años es requerido para calcular de manera confiable las distribuciones de frecuencias y obtener así una representación acertada de las características del cambio climático (Centella, 1998).

El presente estudio tiene como objetivo principal examinar los cambios en los patrones de precipitación y temperatura en la Región Costa del Ecuador Continental mediante el análisis de datos de las diferentes estaciones meteorológicas en un periodo de mínimo 20 años. Por otra parte, sus objetivos específicos son:

- Determinar la tendencia lineal de temperatura y precipitación.

- Caracterizar las series de tiempo de precipitación y temperatura mediante el test Mann Kendall.

DESARROLLO.

Materiales y métodos.

Zona de Estudio.

En el presente estudio se seleccionaron varias estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) pertenecientes a la región Costa donde se tienen al menos 20 años de registros, y a continuación, se detallan las estaciones en estudio y su ubicación geográfica (tabla 1).

Tabla 1 Estaciones Meteorológicas Región Costa.

Nombre	Código	Longitud	Latitud	Elevación
Portoviejo-UTM	M0005	80G 27' 34.42"W	1G 02' 15.33" S	46
Pichilingue	M0006	79G 29' 34.45"W	1G 04' 27.61" S	120
La Concordia	M0025	79G 22' 49.00"W	0G 01' 29.20" S	379
Puerto Ila	M0026	79G 20' 56.10"W	0G 29' 34.80" S	319
Milagro (Ingenio Valdez)	M0037	79G 36' 01.37"W	2G 07' 04.99" S	23
Babahoyo-UTB	M0051	79G 32' 50.44"W	1G 47' 46.72" S	7
Boyaca	M0162	80G 10' 41.5" W	0G 34' 14.5" S	70
Rocafuerte	M0165	80G 26' 48.4" W	0G 55' 36.2" S	20
Olmedo-Manabí	M0166	80G 12' 25" W	1G 23' 40.9" S	50
Julcuy	M0169	80G 37' 34.2" W	1G 28' 28.3" S	263
Camposano	M0171	80G 24' 04.24" W	3G 41' 51.16" S	156
Zaruma	M0180	79G 36' 41.60" W	0G 34' 14.5" S	1100
Sancan Inamhi	M0449	80G 35' 12" W	1G 15' 29" S	255
Camarones-Manabí	M0450	80G 46' 38" W	1G 7' 46" S	197
El Anegado	M0451	80G 32' 19" W	1G 28' 46" S	398
Zapote	M0452	80G 3' 20" W	0G 56' 18" S	79
Puerto Cayo	M0457	80G 44' 14.8" W	1G 21' 9,8" S	14
Colimes De Pajan	M0458	80G 30' 21" W	1G 34' 42" S	200
San Pablo-Manabí	M0459	80G 35' 30" W	1G 34' 44" S	465
Junín	M0462	80G 35' 30" W	0G 55' 42" S	20
Rio Chamotete-Jesús María	M0464	80G 13' 58" W	1G 2' 12" S	128
Ventanas Inamhi	M0465	79G 27' 56" W	1G 26' 39" S	52
La Capilla	M0476	79G 49' 45" W	1G 41' 46" S	7
Uzhcurrumi	M0481	79G 35' 0" W	3G 19' 16" S	290
Balsas	M0736	79G 49' 25" W	3G 45' 45" S	693

Método.

El método de investigación del presente estudio cuantitativo ya manejaremos una serie de datos numéricos para obtener las tendencias en el cambio climático de la región costa del Ecuador, para lo cual analizaremos datos de precipitaciones y temperaturas. Se desarrollará una investigación inductiva, asociada directamente con los procesos cuantitativos, ya que recogeremos y analizaremos valores pertenecientes a las variables numéricas antes mencionadas (Pita Fernández & Pértegas, 2002).

Inicialmente, se seleccionaron las series por el periodo de registro de las estaciones existentes >20 años y porcentaje faltante menor < al 10%, y una vez filtrada la base, se procedió a la homogenización de los datos a través del paquete de R Climatool.

Al desarrollar el análisis de la serie de datos seleccionada es posible obtener componentes como la tendencia con el fin de caracterizarla o modelarla, para identificar si existe o no un cambio climático en la región Costa del Ecuador; en los últimos años procederemos a la búsqueda de un patrón en series de precipitación y temperatura, para lo cual desarrollaremos el presente estudio mediante el análisis de los 4 momentos y los test estadísticos no paramétrico Mann Kendall. A continuación, se presenta una breve explicación de los métodos utilizados.

Análisis Estadístico.

El análisis estadístico de los datos hidrológicos, en este caso en específico precipitación y temperatura, implica el estudio de una serie de tiempo (Beecham & Chowdhury, 2009), para lo cual con el tamaño de muestra de 39 años se estudian los cuatro momentos estadísticos, a continuación, se detallan.

Primer momento (media):

$$y = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{t=1}^N y_t$$

Segundo momento (varianza):

$$s^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (y_t - y)^2$$

Desviación estándar:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Tercer momento (coeficiente de asimetría):

$$g = \frac{N \sum_{t=1}^n (y_t - y)^3}{(N-1)(N-2)S^3}$$

Cuarto momento (coeficiente de kurtosis):

$$\gamma_2 = \left[\frac{\mu_4}{(\mu_2)^2} \right] - 3$$

Test Mann Kendall.

Para determinar las tendencias de las series de precipitación y temperatura de la región Costa del Ecuador aplicamos el método Mann Kendall analizando la significancia estadística de los cambios. Este método no paramétrico se basa en rangos, la razón principal para su uso es que se cree es más adecuada para datos que no se encuentran distribuidos normalmente en series de tiempo meteorológicas (Beecham & Chowdhury, 2009).

MK estadístico:

$$S = \sum_{k=1}^{N(N-1)/2} z(k)$$

Resultados.

El análisis se lleva a cabo por estación y por parámetro; es decir, por temperatura y precipitación respectivamente, para luego integrar los resultados de todas las zonas de estudio y evidenciar las características de cambio comunes para toda la región. Se presentan, además, tablas de resumen de los resultados de tendencias lineales y valores de cambio para todas las estaciones meteorológicas empleadas en la investigación (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de las tendencias lineales de precipitación y temperatura.

Estación	Valores de cambio T. Media diaria (C/Años)	Valores de Cambio Precipitación (mm/Años)
M0005	+ 0.3	+11.85
M0006	+ 0.2	+176.67
M0025	-	-172,38
M0026	-	+77.61
M0037	+ 0.3	-97.11
M0051	- 0.2	
M0162	- 0.1	+72.93
M0165	- 0.1	-0.21
M0166	+ 0.3	-
M0169	+0.03	-
M0171	+ 0.7	+724.62
M0176	+ 0.4	-
M0180	+ 0.06	-
M0449	-	-139.62
M0450	-	-61.62
M0451	-	+508.56
M0452	-	+91.26
M0455	-	+168.87
M0457	-	-61.23
M0458	-	+639.21
M0459	-	+1282.32
M0462	-	+206.31
M0464	-	+14.43
M0465	-	-58.11
M0476	-	-164.97
M0481	-	-44.07
M0736	-	-45.63

Fuente: Elaboración propia.

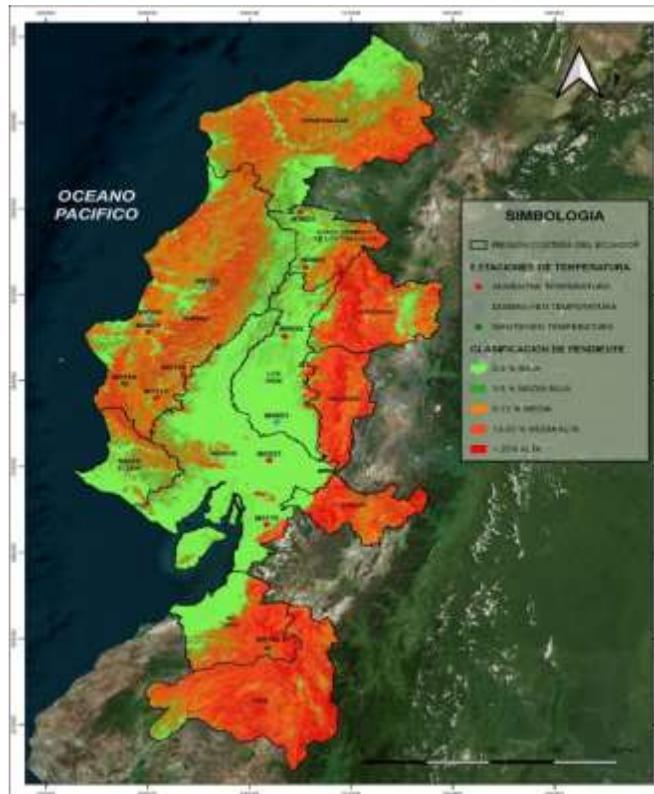


Ilustración 1. Ubicación estaciones de temperatura. Fuente: INAMHI.

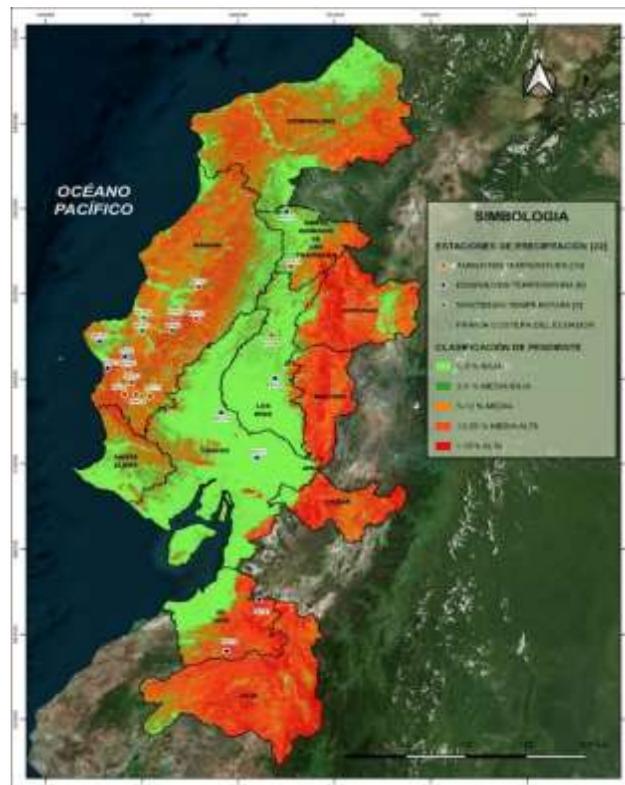


Ilustración 2. Ubicación estaciones de precipitación. Fuente: INAMHI.

Cabe recalcar, que la situación geográfica de todas las estaciones a considerar en la investigación es diferente, es así que un grupo de estaciones se encuentran bajo la influencia del mar en todo el contexto y por lo tanto la ocurrencia de eventos ENSO; es decir, efectos de gran y corta escala espacial y temporal. Por otra parte, un segundo grupo ubicados en zonas urbanas, alturas mayores, y por lo tanto, influenciadas por el efecto urbano propio del crecimiento poblacional, industrialización y urbanización. A continuación podemos observar los gráficos de tendencia lineal varias de las estaciones de temperatura y precipitación (Ilustración 3, 4, 5, 6,7).

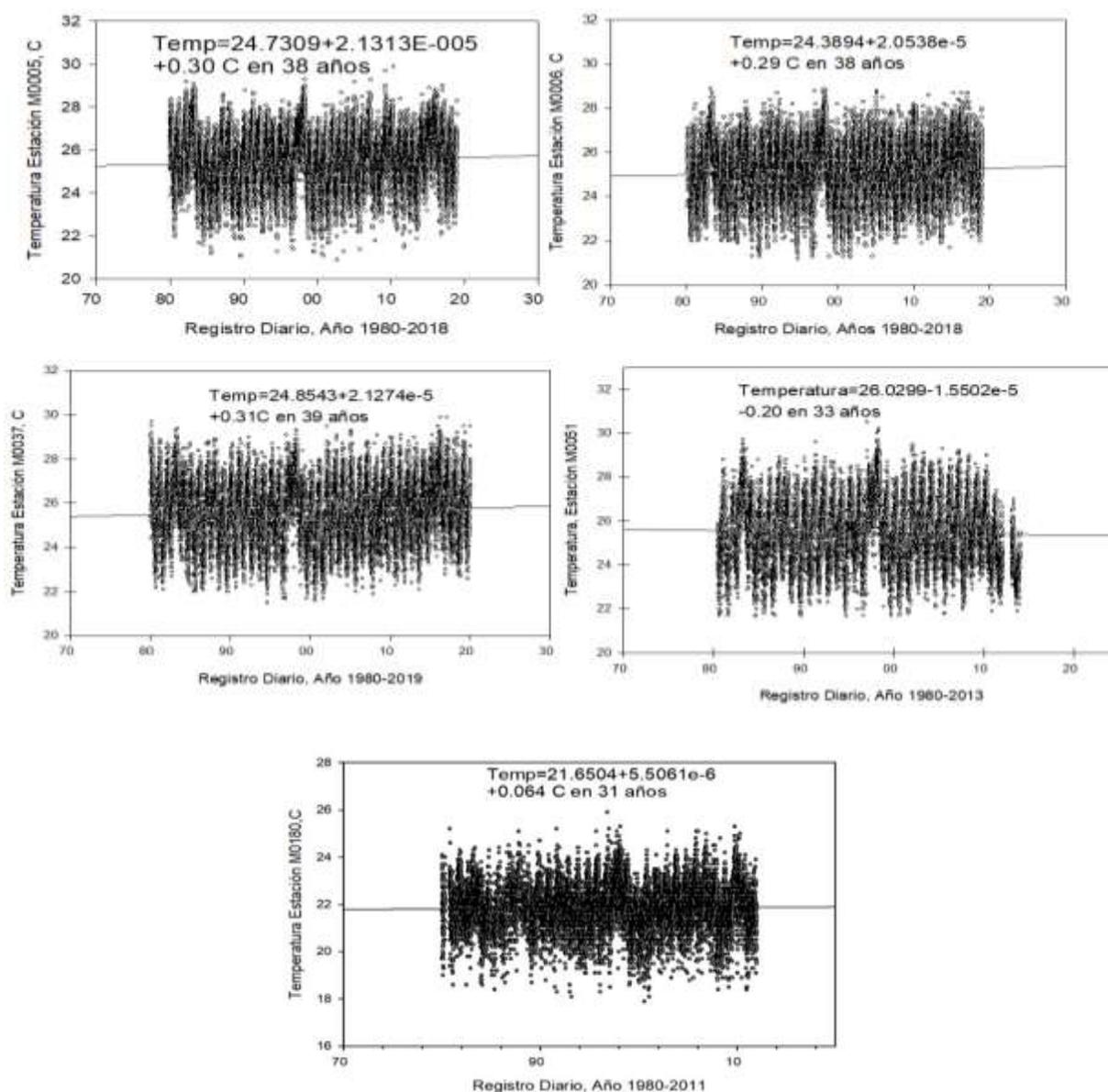


Ilustración 3. Datos de tendencias lineales de temperatura. Fuente: Propia.

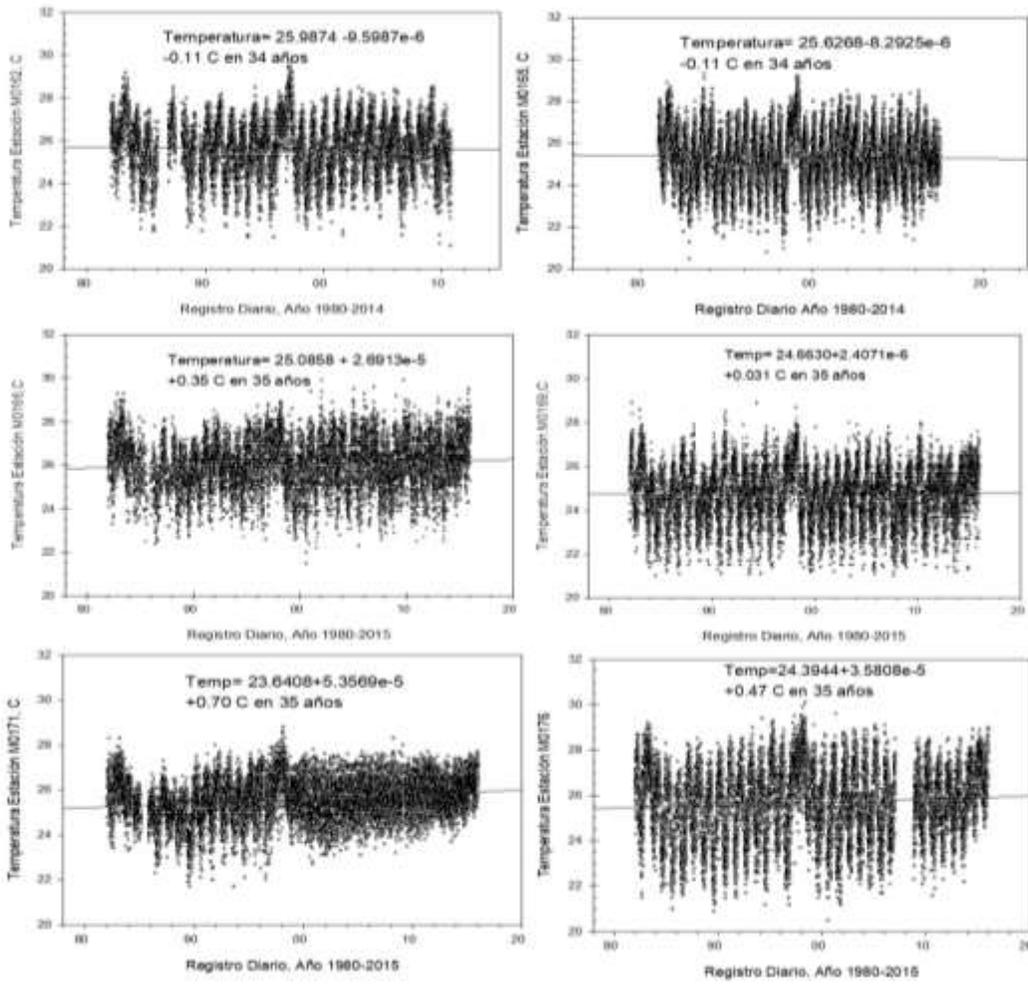
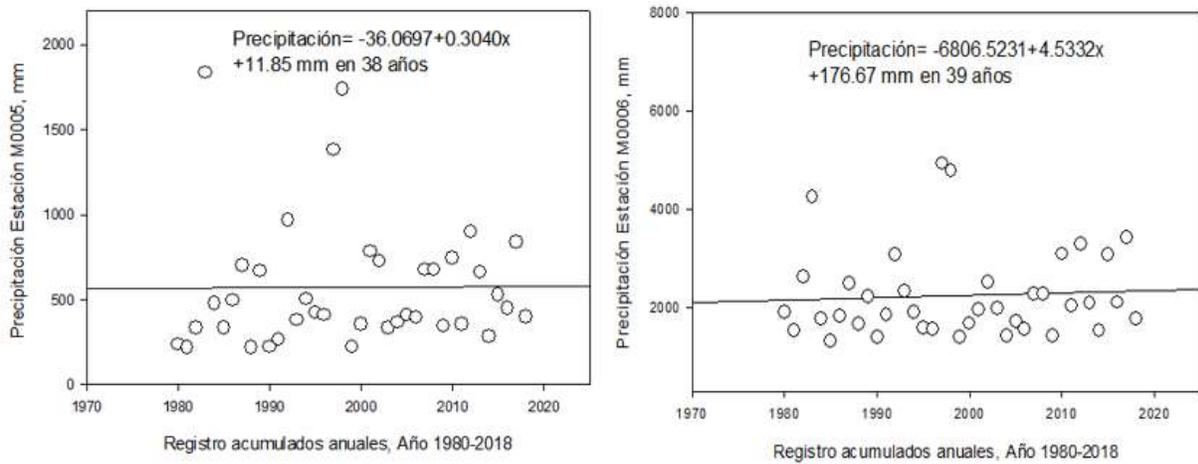


Ilustración 4. Datos de tendencias lineales de temperatura. Fuente: Propia.



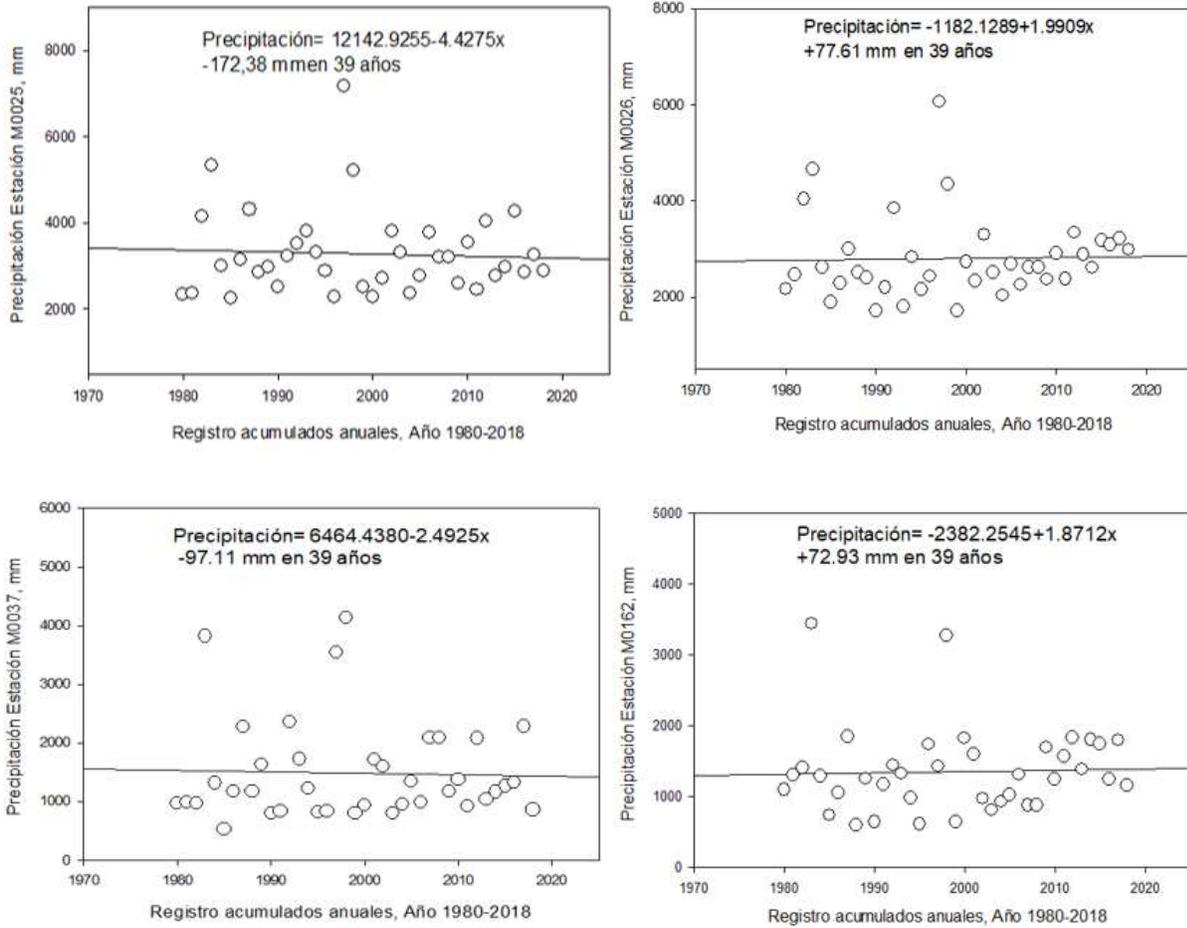
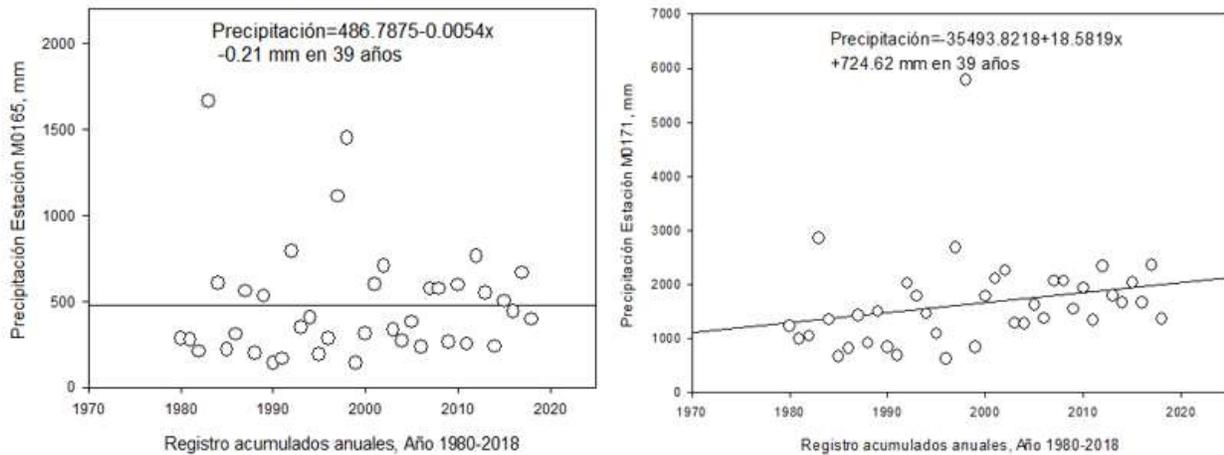


Ilustración 5. Tendencia lineal acumulados anuales precipitaciones. Fuente: Propia.



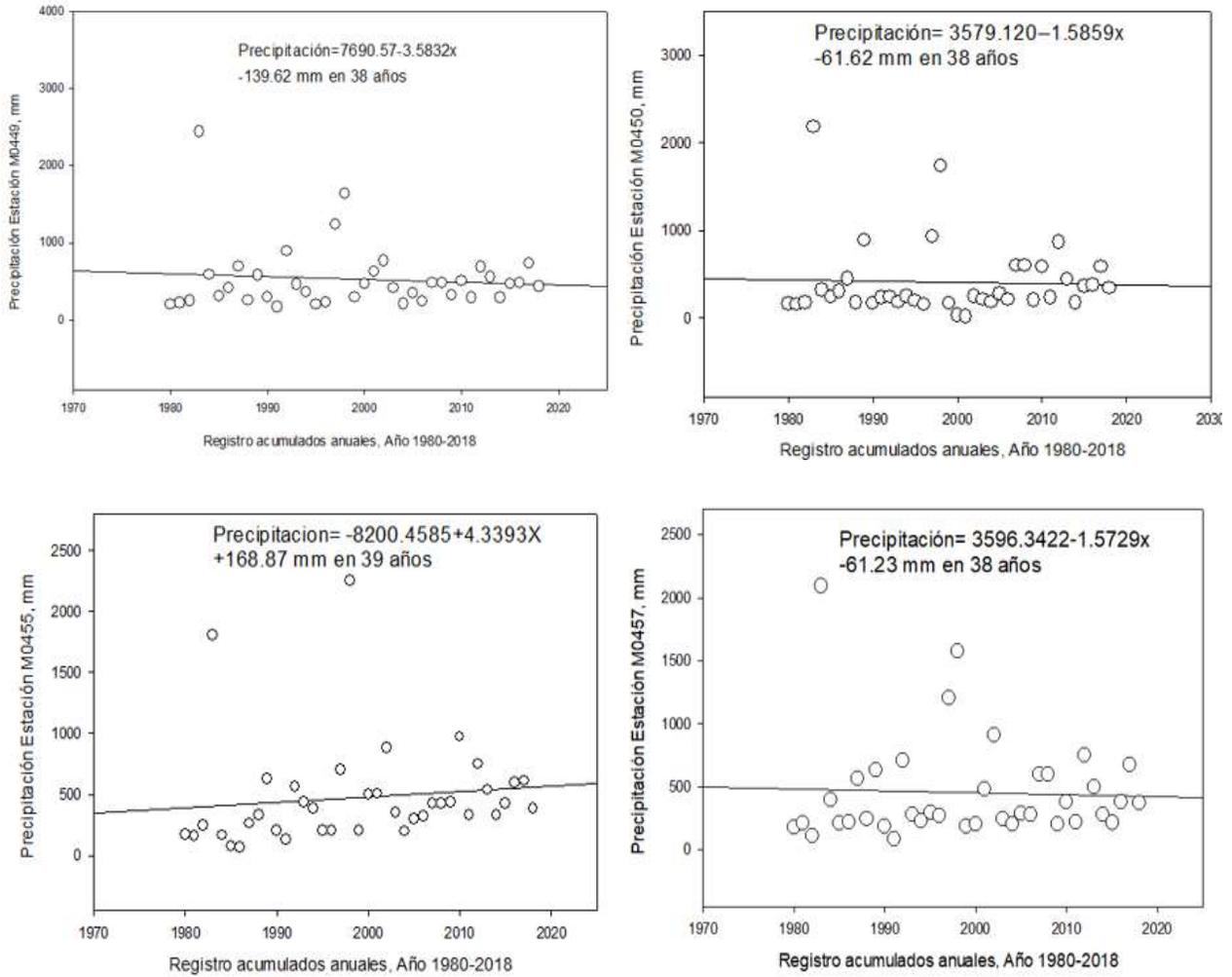
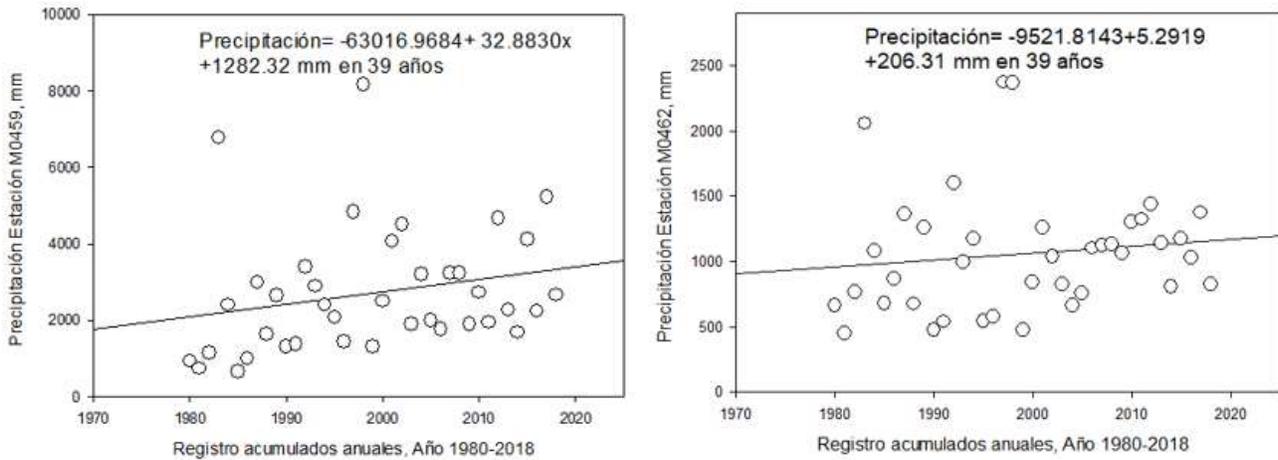


Ilustración 6. Tendencia lineal acumulados anuales precipitaciones. Fuente: Propia.



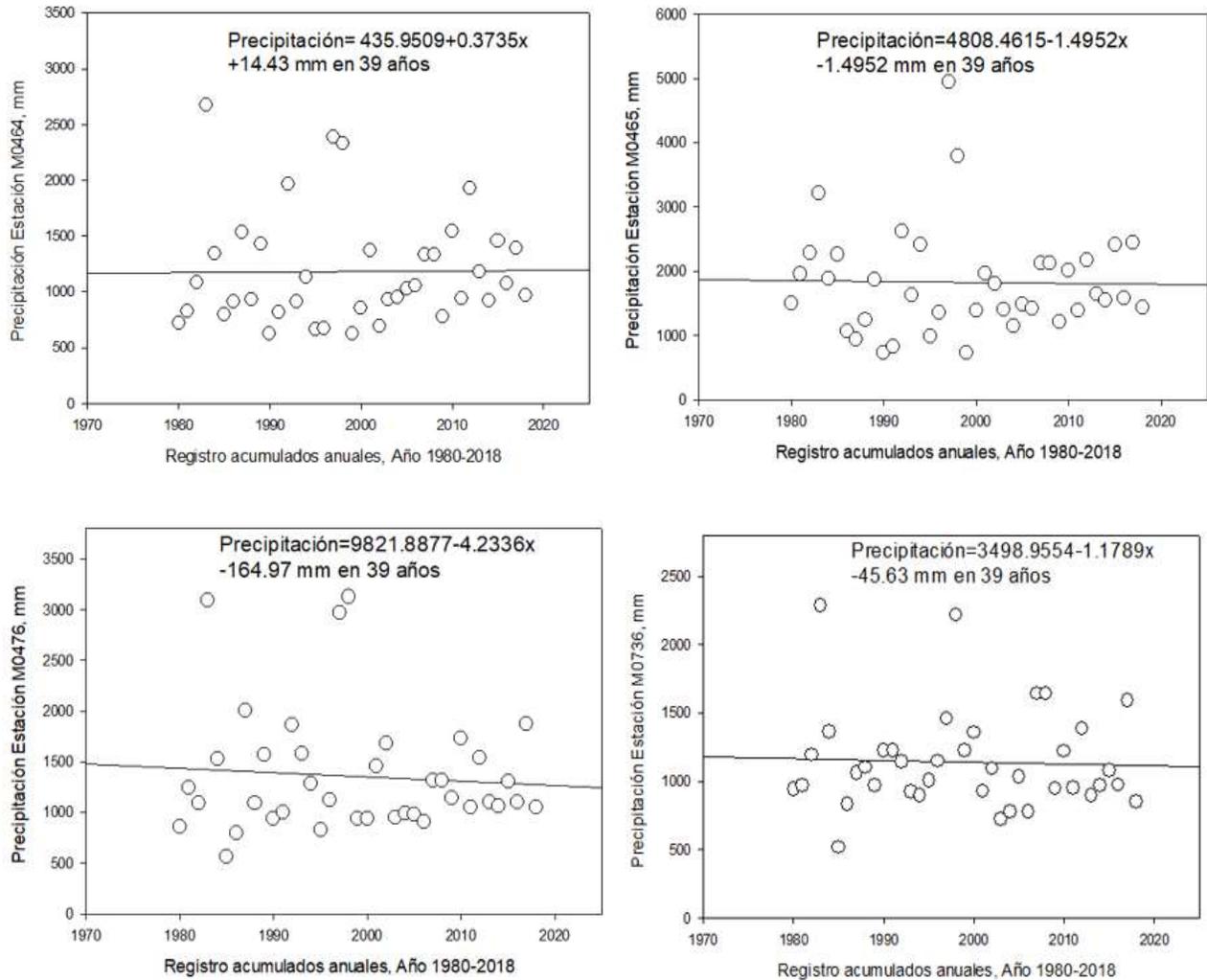


Ilustración 7. Tendencia lineal acumulados anuales precipitaciones. Fuente: Propia.

En relación a la temperatura varias de las estaciones de la costa, presentan una tendencia al incremento con valores entre 0.20 C y 0.50 C en sus datos de temperatura media diaria, sin embargo, en ciertas estaciones la tendencia fue de disminución en -0.2 C y otros valores negativos, en algunos casos la variación es mínima con valores de 0.03 C y 0.06 C. A pesar de estar ubicadas en la región Costa en su totalidad sus condiciones climáticas y geográficas son diferentes.

En el caso de la precipitación, hay estaciones cuyos valores han ido en aumento con valores de hasta +18.58 mm al año y en otras con valores de disminución muy bajos. En las estaciones que cuentan

con valores de tendencias de precipitación y temperatura fue posible obtener el coeficiente de correlación para establecer si los cambios están correlacionados (tabla 3).

Tabla 3. Coeficiente de Correlación en tendencias de precipitación y temperatura.

Estación	Valores de cambio T. Media diaria	Valores de Cambio Precipitación	
M0005	0.3	0.3	0.714390826
M0006	0.2	4.53	
M0037	0.3	-2.49	
M0162	-0.1	1.87	
M0165	-0.1	-0.005	
M0171	0.7	18.58	

Fuente: Propia

De acuerdo a los valores obtenidos, no existe una regla general para el aumento o disminución de las variables hidrológicas pues si bien en algunas áreas estos cambios son directamente proporcionales en otras zonas de la costa no se encuentran relacionados ni directa ni inversamente.

Por otra parte, a partir del desarrollo del análisis estadístico de los cuatro momentos se identificó que en los meses de periodo de estiaje estos valores son relativamente pequeños y en época de lluvia claro está son de mayor valor, además en los años de ocurrencia de eventos extremos estos tienen cambios muy bruscos en su tendencia. Para fines ilustrativos se presentan los gráficos de los 4 momentos de algunas de las estaciones que tienen tendencias crecientes significativas en la precipitación (Ilustración 8, 9, 10) Estos cálculos determinan si nuestros datos están distribuidos uniformemente y el grado de uniformidad en que se concentran alrededor de la media.

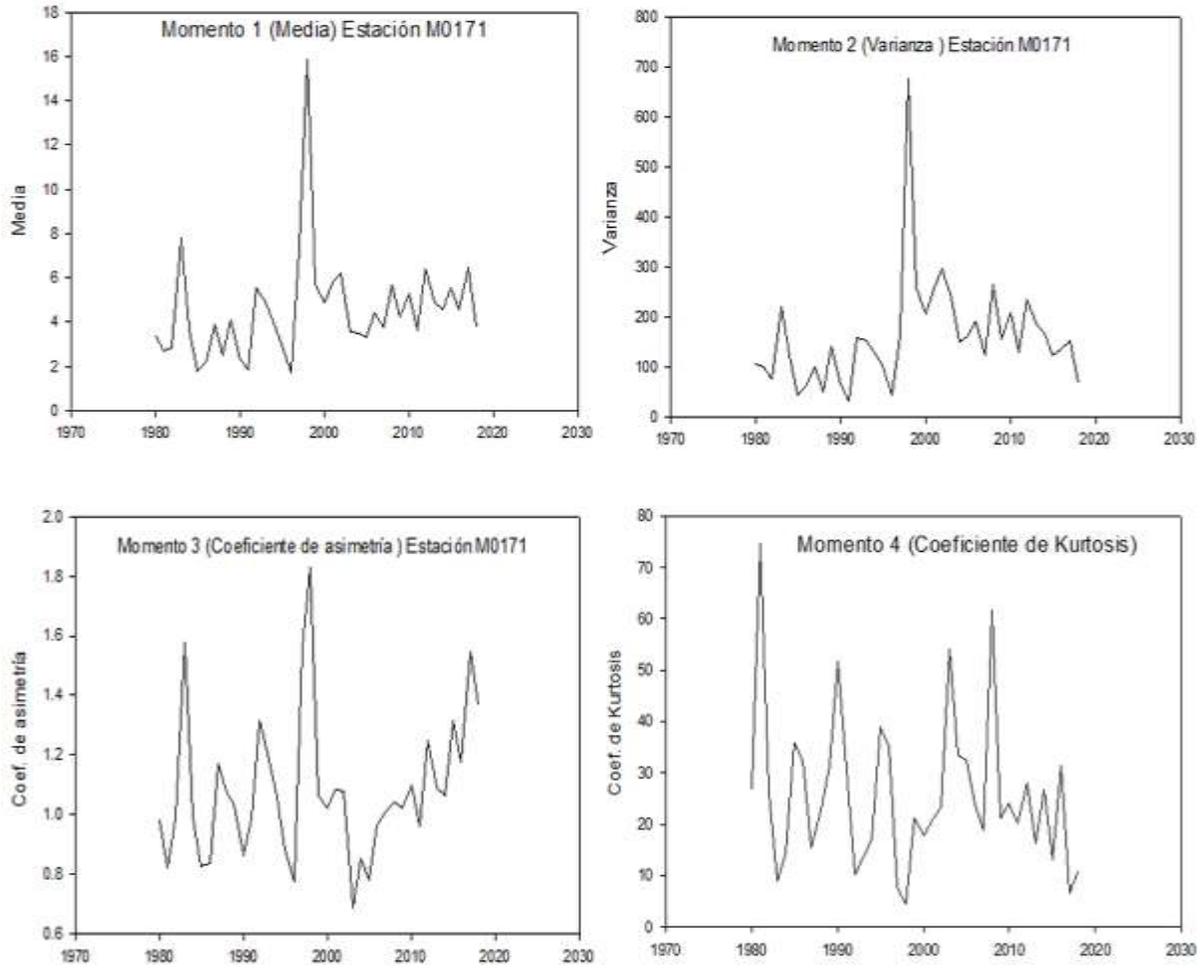
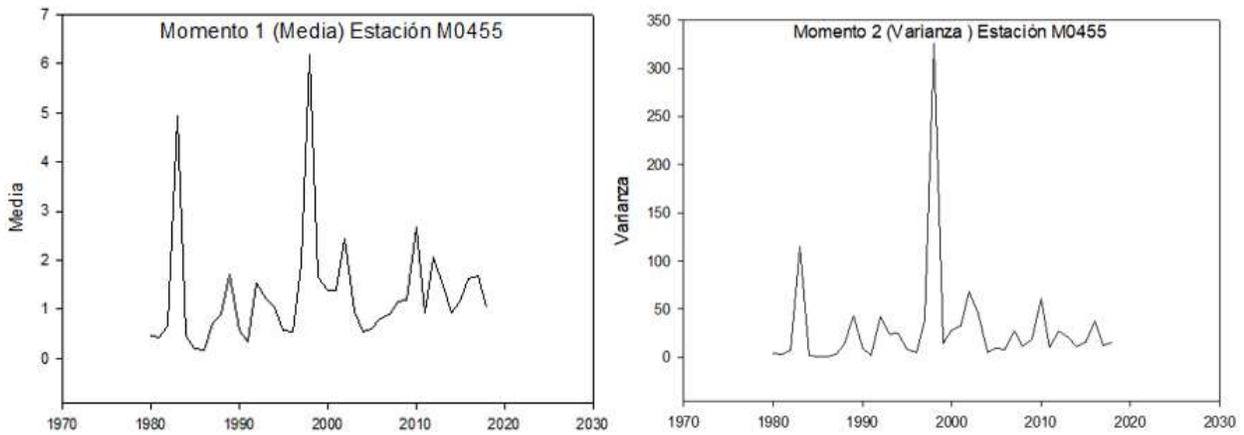


Ilustración 8. Propiedades estadísticas de la precipitación anual, estación M0171. Fuente: Propia.



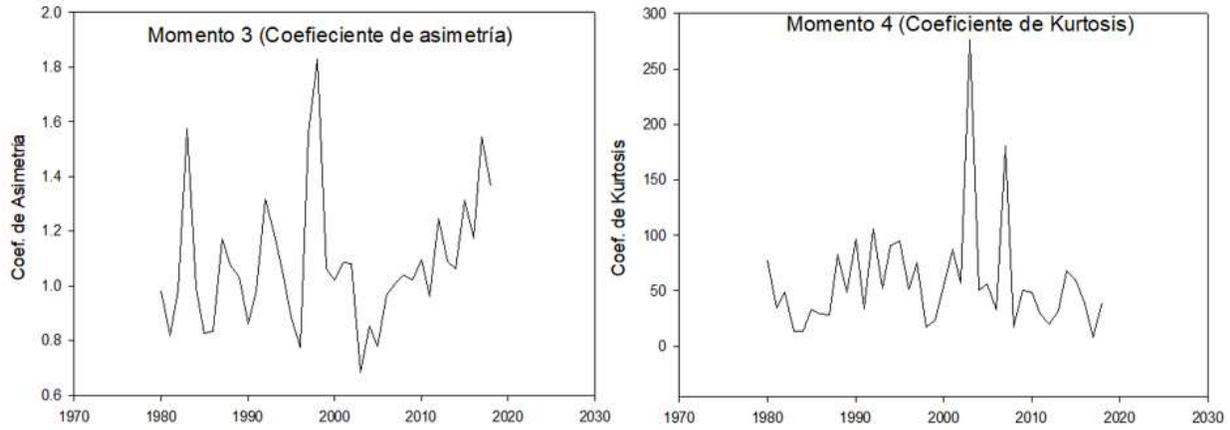


Ilustración 9. Propiedades estadísticas de la precipitación anual, estación M0455. Fuente: Propia.

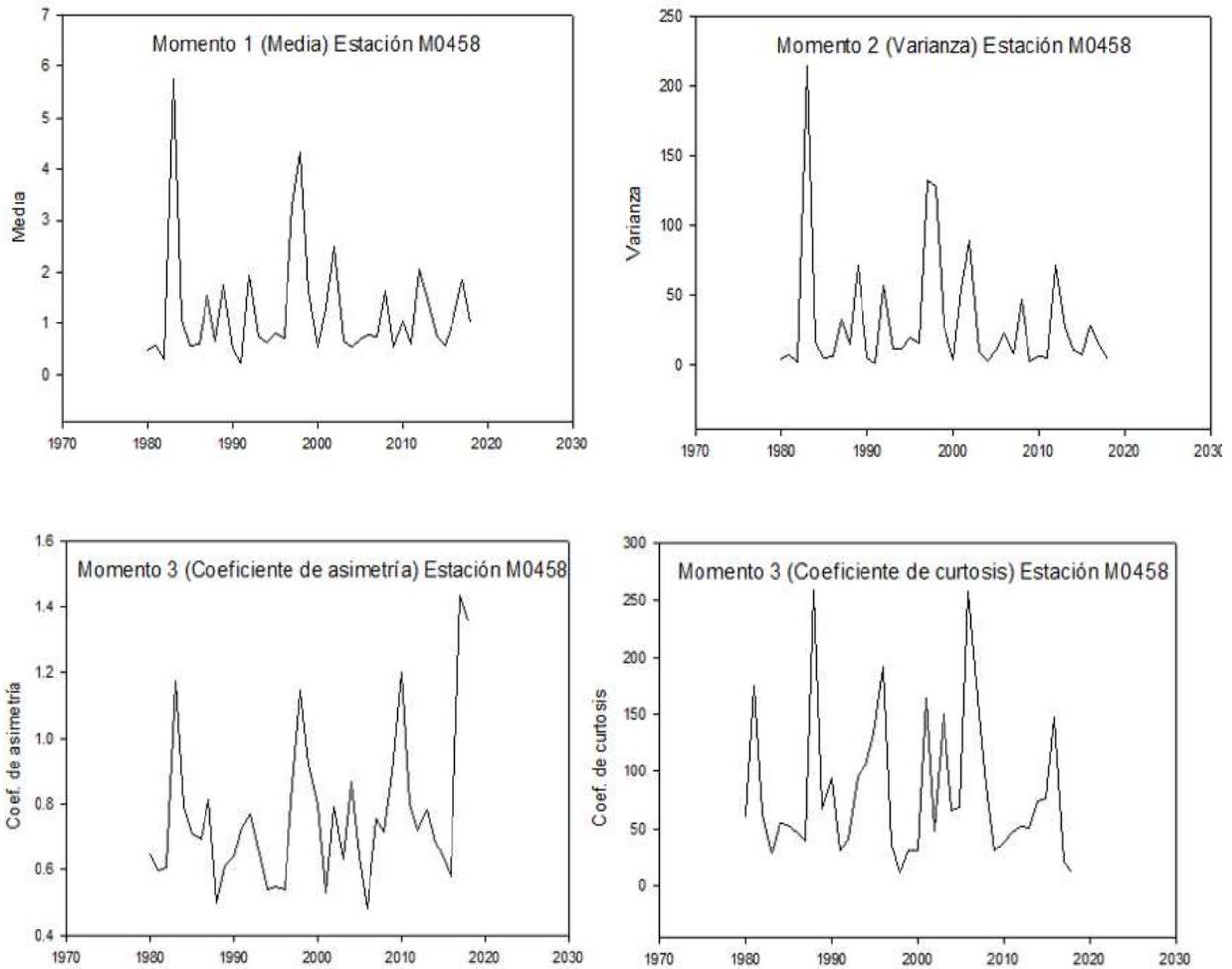


Ilustración 10. Propiedades estadísticas de la precipitación anual, estación M0455. Fuente: Propia.

Test de Mann Kendall.

Para la obtención de los valores del test estadístico no paramétrico Mann Kendall, se hizo uso del software TREND, creado con el fin de facilitar las pruebas estadísticas y basado en la investigación de expertos de la OMM y UNESCO.

Tabla 4. Interpretación de los valores de Z.

SIGNIFICANCIA	Z
Sin tendencia	0
Tendencia significativa creciente	> +1.96
Tendencia significativa decreciente	< -1.96
Tendencia no significativa creciente	< +1.96
Tendencia no significativa decreciente	> -1.96

Tabla 5. Resultados test Mann Kendall.

Estación	Valores de z Temperatura	Valores de z Precipitación
M0005	-0.06	1.403
M0006	0.036	0.919
M0025	-0.399	0.242
M0026	0.629	1.427
M0037	0.544	0.569
M0051	0.859	
M0162	0.06	0.968
M0165		0.944
M0169	1.44	
M0171	1.379	2.589
M0180	1.77	
M0449		1.077
M0450		1.44
M0451		2.44
M0452		0.496
M0455		2.77
M0457		1.476
M0458		2.504
M0459		2.395
M0462		1.742
M0464		1.161
M0465		0.46
M0476		0.556
M0481		0.036
M0736		-0.073

Los valores resaltados son los resultados del test Mann Kendall que tienen significancia; es decir, existe una tendencia significativa creciente de precipitación en ciertas zonas; en el caso de la temperatura los valores están dentro de los rangos permitidos, por lo tanto, no existe una tendencia creciente o decreciente significativa.

Discusión.

Según el estudio de (Cáceres, Mejía , & Ontaneda, 1998) desarrollado en el Ecuador en un total de 15 estaciones de la costa y la sierra ecuatoriana existen patrones de cambio en la temperatura y precipitación; sin embargo, es necesario desarrollar un estudio con datos actualizados debido a la importancia del establecimiento de estos factores para el ambiente; en dicha investigación no se excluyeron los años del fenómeno ENSO, filtración mediante la cual se puede intensificar la señal principalmente en la costa pues estas estaciones son las más afectadas por este evento climático. A pesar de la incertidumbre encontrada en la investigación es posible encontrar valores de cambio.

Por su parte, en el año 2010, en un estudio desarrollado en estaciones de la costa ecuatoriana y estaciones limítrofes de Perú que tienen influencia sobre la cuenca binacional Catamayo – Chira se tomaron en cuenta un total de 40 estaciones para la generación de escenarios de cambio climático (Bartoli, Hurst, Mortsch, Paehlke, & Scavia, 2015), encontrando tendencias al aumento de la temperatura y disminución de la precipitación excluyendo el ENSO para su correcto análisis; sin embargo, en ciertas estaciones con altitud mayor se presentaron patrones de disminución en la temperatura.

En la actualidad, tomando como base una serie de datos de precipitación y temperatura máxima en las estaciones de la costa Ecuatoriana en un periodo mínimo de 20 años, es posible determinar patrones de cambio en ciertas áreas; sin embargo, estas discrepan de las investigaciones pasadas pues no existe una regla general para todas las zonas de la costa, existiendo así áreas en las que el aumento

de la precipitación tiene una tendencia creciente marcada y en otras donde esta tendencia no tiene mayor importancia, en el caso de la temperatura es muy bajo el de grado de cambio. Estas diferencias están muy relacionadas con los factores de ubicación geográfica, clima, altitud, cercanía al mar de las estaciones meteorológicas.

Se debe tomar en cuenta que las series de datos existentes no se encuentran homogenizadas o completas en su totalidad y requieren de un tratamiento previo al análisis del cambio climático, para lo cual es necesario determinar la correlación existente entre la temperatura y la precipitación o entre sí respectivamente con las diversas estaciones de estudio, dicho proceso es indispensable para la presentación y determinación de patrones reales y además determinar el nivel de incertidumbre de los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES.

La región costa del Ecuador continental cuenta con un clima muy variado, lo cual incide directamente en el comportamiento de las tendencias de variables meteorológicas como lo son la temperatura y la precipitación, el tema del cambio climático juega un papel fundamental en la gestión sostenible de los recursos hídricos, la gran mayoría de escenarios propuestos a nivel mundial se basan en modelos globales que cubren extensiones de territorio y escalas temporales muy grandes, y de igual forma en el Ecuador estas investigaciones son muy limitadas, en el presente estudio se caracterizó variables de precipitación y temperatura de forma puntual para las diversas zonas y determinar así las tendencias en cada uno de ellas. Habiendo obtenido, así como punto de partida las tendencias lineales que indican que efectivamente existe una variabilidad del clima en las últimas décadas; sin embargo, este tipo de estudio resulta limitado, por lo cual es necesario tomar en cuenta otros factores que nos permitan caracterizar estas tendencias de manera más exacta, para lo cual hicimos uso de los momentos y el Test estadísticos no paramétrico de Mann Kendall, estos arrojaron resultados que nos permiten

determinar la existencia de tendencias crecientes significativas de precipitación en algunas zonas de la costa.

A manera de recomendación, es necesaria la implementación de metodologías más exactas para el análisis hidrológico de tendencias, y un ejemplo de ello son las wavelet o espectros de onda, específicamente las continuas, las cuales cuentan con un amplio grupo de familias que deben ser seleccionadas de acuerdo a las necesidades de la investigación; estas nos permiten visualizar claramente la variación cíclica de la serie en tiempo, frecuencia y la ventana exacta de ocurrencia de los eventos climatológicos, aspectos que las tendencias lineales no permiten apreciar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Arce, R. A. (2013). Metodología para incorporar Cambio Climático y Gestión del riesgo de desastres en procesos de OT. Corporación Alemana. Obtenido de: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/Manual_8-OTyCC.pdf
2. Agyenim, J. B., & Gupta, J. (2012). IWRM and developing countries: Implementation challenges in Ghana. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 47, 46-57.
3. Bartolai, A. M., He, L., Hurst, A. E., Mortsch, L., Paehlke, R., & Scavia, D. (2015). Climate change as a driver of change in the Great Lakes St. Lawrence River basin. *Journal of Great Lakes Research*, 41, 45-58.
4. Beecham, S., & Chowdhury, R. K. (2009). Temporal characteristics and variability of point rainfall: a statistical and wavelet analysis. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 30(3), 458-473.
5. Cáceres, L., Mejía, R., & Ontaneda, G. (1998). Evidencias del cambio climático en Ecuador. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 27(3).

6. Cadilhac, L., Torres, R., Calles, J., Vanacker, V., & Calderón, E. (2017). Desafíos para la investigación sobre el cambio climático en Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 3(1), 168-181.
7. Centella, A. (1998). Escenarios de Cambio climático para la evaluación de los impactos. San Salvador: Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales.
8. Gain, A. K., Rouillard, J. J., & Benson, D. (2013). Can integrated water resources management increase adaptive capacity to climate change adaptation? A critical review.
9. Kusangaya, S., Warburton, M. L., Van Garderen, E. A., & Jewitt, G. P. (2014). Impacts of climate change on water resources in southern Africa: A review. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 67, 47-54.
10. Ludeña, C., & Wilk, D. (2013). Ecuador: Mitigación y adaptación al cambio climático. Marco de la Preparación de la Estrategia, 2012-2017 del BID en Ecuador. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Ecuador-Mitigaci%C3%B3n-y-adaptaci%C3%B3n-al-cambio-clim%C3%A1tico.pdf>
11. Ministerio de Ambiente. (2012). Estrategia Nacional del Cambio Climático del Ecuador, ENCC 2012-2025. Quito-Ecuador. Obtenido de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>
12. Nan, Y., Bao-hui, M., & Chun-Kun, L. (2011). Impact analysis of climate change on water resources. *Procedia Engineering*, 24, 643-648.
13. Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad aten primaria*, 9, 76-78.
14. Sanz, J. J. (2002). Un cambio climático que no existe: las precipitaciones en Madrid. Madrid: Anales de Geografía de la Universidad Complutense ISSN: 0211-9803.

15. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2020. Toda Una Vida. Consejo Nacional de Planificación: https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
16. Wilby, R. L. (2007). A review of climate change impacts on the built environment. Built environment, 33(1), 31-45.
17. Yuxu, C. (2004). Review on Regional Water Resources Assessment. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **María Doménica Valderrama Chávez.** Ingeniera Civil. Maestrante de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, PUCEM-Manabí. E-mail: mvalderrama0789@pucesm.edu.ec
2. **Vicente David Vásquez Granda.** PHD Degree in Agroecology. Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, PUCEM-Ecuador. E-mail: vvasquez@pucesm.edu.ec
3. **Elvia Ligia León Baque.** Ingeniera en Medio Ambiente. Maestrante de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, PUCEM-Ecuador. E-mail: eleon1275@pucesm.edu.ec

RECIBIDO: 5 de febrero del 2021.

APROBADO: 18 de febrero del 2021.