

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTADÍSTICA



**Modelos periódicos autorregresivos de medias móviles para el
caudal de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic**

TESIS

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ESTADÍSTICO**

AUTOR: Aguilar Ramos, Nilton

ASESOR: Dr. Minchón Medina, Carlos Alberto

TRUJILLO – PERU

2023

DEDICATORIA

A mi madre María Margarita Ramos Silva, por todo el apoyo constante e incondicional, por tu esfuerzo y permitirme crecer a tu lado aprendiendo de tu fe y esperanza en el amor de Dios.

A mi padre Lucio Dionisio Coila Belisario, por la responsabilidad asumida conmigo y los consejos constantes de salir adelante y ser mejor persona.

A mi hermano Sergio y mi hermana Ruth, por el compañerismo y el apoyo aún en momentos difíciles.

A ti, Luzvani, por tu comprensión, amor y estar a mi lado apoyándome para lograr mis objetivos.

A mi pequeño hijo Nilton Leonardo, por darme momentos de alegría, eres mi bendición.

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento al único Dios quien por medio de Jesucristo hace posible todas las cosas.

A la universidad nacional de Trujillo, por abrirme las puertas y permitirme forjar una carrera profesional.

A cada docente por la enseñanza académica en mi formación profesional quiénes con su experiencia y amplia trayectoria en la enseñanza, lograron un objetivo más en mi persona, gracias por los consejos y la tolerancia, por cada conocimiento brindado por ustedes, es admirable su labor.

A mi asesor, el Dr. Carlos Alberto Minchón Medina, quien con su capacidad y amplios conocimientos me permitieron lograr la realización de mi tesis.

A mis familiares y amigos, quiénes fueron un apoyo para lograr un objetivo más en mi vida.

“Respondió Jesús y le dijo: Cualquiera que bebiere de esta agua, volverá a tener sed; más el que bebiere del agua que yo le daré, no tendrá sed jamás; sino que el agua que yo le daré será en él una fuente de agua que salte para vida eterna.”

(Evangelio de Juan 14: 13-14)

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO

De conformidad y cumplimiento con lo expuesto por el reglamento de grados y títulos de la facultad de ciencias físicas y matemáticas: escuela académico profesional de estadística de la universidad nacional de Trujillo someto a vuestro elevado criterio profesional a la evaluación de la siguiente tesis titulada: “**MODELOS PERIÓDICOS AUTORREGRESIVOS DE MEDIAS MÓVILES PARA EL CAUDAL DE LOS RÍOS AFLUENTES AL PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC**”, elaborada con el propósito de optar el título de ingeniero estadístico.

Confío en vuestro criterio profesional para la respectiva evaluación del presente trabajo asimismo consideró oportuno agradecer a los miembros del jurado por las sugerencias y apreciaciones que deseen hacer al respecto.

Trujillo, junio del 2023

NILTON AGUILAR RAMOS

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACION	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
 I. INTRODUCCION	 01
1.1 Realidad problemática.....	01
1.2 Antecedentes.....	04
1.2.1 Antecedentes internacionales.....	04
1.2.2 Antecedentes nacionales	05
1.2.3 Antecedentes locales.....	07
1.3 Justificación de la investigación	07
1.3.1 Teórica	07
1.3.2 Práctica	08
1.3.3 Social	08
1.4 Enunciado del problema	08

1.5	Objetivos	08
1.5.1	Objetivo General.....	08
1.5.2	Objetivos Específicos.....	09
1.6	Hipótesis General	09
II.	MARCO TEÓRICO	10
2.1	conceptos básicos	10
2.2	componentes de una serie de tiempo	11
2.3	Objetivos del Análisis de Series de Tiempo	11
2.4	Clasificación descriptiva de las series temporales.....	12
2.5	Métodos en el Análisis de una serie temporal	13
2.6	Modelos lineales en series de tiempo	13
2.6.1	Modelo Autorregresivo AR(p)	13
2.6.2	Modelo Medias Móviles MA(q)	14
2.6.3	Modelo Autorregresivo de Medias Móviles ARMA (p, q)	15
2.6.4	Modelos Autorregresivos periódicos (PAR)	15
2.7	Modelos periódicos auto regresivos de medias móviles, PARMA (p, q)	16
2.7.1	Observación de estacionariedad.....	18
2.7.2	Estimación y validación del modelo	19
III.	Material y Métodos.....	21
3.1	Ubicación geográfica	21
3.2	Diseño de investigación.....	21
3.2.1	Por su enfoque.....	21
3.2.2	Por el Tipo de estudio	22

3.2.3	Por su diseño	22
3.3	Población, muestra y unidad de análisis	22
3.3.1	Población.....	22
3.3.2	Muestra	23
3.3.3	Unidad de Análisis.....	23
3.4	Criterios de inclusión y exclusión	23
3.4.1	Criterios de inclusión	23
3.4.2	Criterios de exclusión	23
3.5	Control de calidad de los datos, validez y confiabilidad	23
3.6	Procedimiento.....	25
3.7	Procesamiento de los datos	26
3.8	Consideraciones éticas y de rigor	26
3.9	Definición de variables de estudio	27
3.10	Matriz de consistencia	28
IV.	RESULTADOS	29
4.1	Presentación de resultados descriptivos.....	29
4.2	Análisis gráfico de los caudales afluentes al proyecto especial Chavimochic	30
4.3	Análisis de estacionariedad y funciones de autocorrelación de cada caudal afluente al proyecto especial Chavimochic	34
4.4	Modelos PARMA (p, q) estimados para cada mes según el caudal afluente al proyecto especial Chavimochic	38

4.5 Ecuaciones estimadas para cada mes según lo modelos PARMA (p, q) del caudal de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic	42
4.6 Análisis de los residuos de cada modelo generado para cada mes del caudal afluyente al proyecto especial Chavimochic	45
4.7 Comparación entre la serie histórica y la serie generada con pronóstico a 10 años por el modelo PARMA (p, q) validado para cada mes según el rio.	48
V. DISCUSION	55
VI. CONCLUSIONES	58
VII. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABALAS

Tabla 1: Estadísticas básicas del caudal medio mensual de los Ríos Afluentes al Proyecto Especial Chavimochic	29
Tabla 2: Prueba de Estacionariedad para los Caudales Medios Mensuales de los Ríos Afluentes al Proyecto Especial Chavimochic	34
Tabla 3: Modelos Autorregresivos PARMA (p, q) estacionarios del caudal medio de cada mes del rio Chicama	38
Tabla 4: Modelos Autorregresivos PARMA (p, q) estacionarios del caudal medio de cada mes del rio Moche	39
Tabla 5: Modelos Autorregresivos PARMA (p, q) estacionarios del caudal medio de cada mes del rio Virú	40
Tabla 6: Prueba de Contaste de los Residuos de los Modelos PARMA (p, q) Seleccionados para cada rio según el mes	45
Tabla 7: Evaluación de la Estacionariedad de los Residuos generados para cada rio mediante la Prueba Box-Pierce.....	46
Tabla 8: Normalidad de los Errores Generados entre la Serie Original y la Serie Generada por el Modelo PARMA (p, q).....	47
Tabla 9: Coeficiente Hurst de comparación de las series generadas e históricas de cada caudal mensual del rio Chicama.....	53
Tabla 10: Coeficiente Hurst de comparación de las series generadas e históricas de cada caudal mensual del rio Moche.....	54
Tabla 11: Coeficiente Hurst comparación de las series generadas e históricas de cada caudal mensual del rio Virú.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuencas Hidrográficas en la región La Libertad	21
Figura 2: Comportamiento de los Caudales Medios Anuales de los Ríos Afluyentes al Proyecto Especial Chavimochic. Periodo 1968-2018	30
Figura 3: Comportamiento del Caudal Medio Mensual del río Chicama	31
Figura 4: Comportamiento del Caudal Medio Mensual del río Moche.....	32
Figura 5: Comportamiento del Caudal Medio Mensual del río Virú	33
Figura 6: Funciones de Autocorrelación (FAC) y funciones de Autocorrelación Parcial (FACP) del río Chicama	35
Figura 7: Funciones de Autocorrelación (FAC) y funciones de Autocorrelación Parcial (FACP) del río Moche	36
Figura 8: Funciones de Autocorrelación (FAC) y funciones de Autocorrelación Parcial (FACP) del río Virú.....	37
Figura 9: Pronósticos del caudal mensual medio generado por el modelo PARMA (p, q) validado para los futuros 10 años del río Chicama.....	48
Figura 10: Pronósticos del caudal mensual medio generado por el modelo PARMA (p, q) validado para los futuros 10 años del río Moche.	50
Figura 11: Pronósticos del caudal mensual medio generado por el modelo PARMA (p, q) validado para los futuros 10 años del río Virú	52



ESCUELA PROFESIONAL - PREGRADO
Acta de Sustentación de Tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ESTADÍSTICO

En la ciudad de Trujillo, en el F 1 siendo las 7:30 pm horas, del día 13 de junio del 2023, se reunió el Jurado conformado por:

Presidente (a) : Dr. Carlos Alberto Minchón Medina
Secretario (a) : Dr. Enrique Ipanaqué Centeno
Vocal : Dra. Lucy Angélica Yglesias Alva

Para el acto de: (Marcar el que corresponde)

1. (X) Sustentación de Tesis intitulada:

MODELOS PERIÓDICOS AUTORREGRESIVOS DE MEDIAS MÓVILES PARA EL CAUDAL DE LOS RÍOS AFLUENTES AL PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHE.

Con el fin de optar al Título Profesional **INGENIERO ESTADÍSTICO** por el/la graduado/a (os, as):

NILTON AGUILAR RAMOS

Después de concluido el acto de sustentación y luego de que la(s) mencionada(s) han dado respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador, declara:

1. (X) Aprobado, con mención honrosa. La cual amerita su publicación
2. () Aprobado, por unanimidad
3. () Aprobado, por mayoría
4. () Desaprobado

Según el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Trujillo.

Por lo tanto el Graduado se encuentra expedito (X), impedidos () para realizar los trámites correspondientes para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Estadístico. Siendo las 8:30 se dio por terminado el acto de sustentación.


Dr. Carlos Alberto Minchón Medina
PRESIDENTE
Cód. 2078


Dr. Enrique Ipanaqué Centeno
SECRETARIO
Cód. 2802


Dra. Lucy Angélica Yglesias Alva
VOCAL
Cód. 2763

RESUMEN

Las contribuciones que hace el sector hidrológico son de suma importancia tanto para la sociedad como para el desarrollo del país, la presente investigación tuvo por objetivo general determinar los modelos Periódicos autorregresivos de Medias Móviles, PARMA (p, q), del caudal mensual medio de los ríos afluyentes al Proyecto Especial Chavimochic para el periodo 1968- 2018, la metodología usada en la investigación longitudinal tiene un diseño de series de tiempo, con una muestra de 612 registros del caudal medio mensual de cada río. Los resultados de la prueba Dickey-Fuller muestran que las series son estacionarias y las funciones de autocorrelación y mediante el método de aproximación a los mínimos cuadrados se determinó que para el caudal del río Chicama, los modelos predominantes son: PARMA (1,0), PARMA (1,1), PARMA (2,0) y el PARMA (2,3), para el caudal del río Moche los modelos de mejor ajuste son: PARMA (1,0), PARMA (1,1) y PARMA (2,2) y para el caudal de los ríos Virú, el modelo PARMA (1,0), PARMA (1,1) y PARMA (2,0), estos modelos son los de mejor ajuste cuyos residuos cumplen con los supuestos básico para la generación de series sintéticas las cuales reproducen las estadísticas básicas similares. Se concluye que los modelos PARMA (p, q) son una alternativa eficiente cuando se trata de referir el comportamiento temporal de las descargas medias mensuales de los ríos afluyentes al proyecto especial Chavimochic.

Palabras clave: Modelos PARMA, comportamiento temporal, series sintéticas.

ABSTRACT

The contributions made by the hydrological sector are extremely important both for society and for the development of the country. The present investigation had as general objective to determine the periodic autoregressive models of Moving Averages, PARMA (p, q), of the average monthly flow of the tributary rivers to the Chavimochic Special Project for the period 1968-2018, methodology used in the longitudinal investigation has a time series design, with a sample of 612 records of the average monthly flow of each river. The results of the Dickey-Fuller test show that the series are stationary models and the autocorrelation functions and by means of the method of approximation to the least squares it is determined that for the flow of the Chicama river the predominant ones are: PARMA (1.0), PARMA (1.1), PARMA (2.0) and PARMA (2.3), for the flow of the Moche river the models with the best adjustment are: PARMA (1.0), PARMA (1.1) and PARMA (2.2) and for the flow of the Virú rivers, the PARMA (1.0), PARMA (1.1) and PARMA (2.0) models, these models are the best fit whose residuals meet the basic assumption requirements for the generation of synthetic series that reproduce similar basic statistics. It is concluded that the PARMA (p, q) models are an efficient alternative when it comes to referring to the temporal behavior of the average monthly discharges of the tributary rivers to the Chavimochic special project.

Keywords: PARMA models, temporary behavior, synthetic series.

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad problemática

En los últimos años se ha incrementado la población, las urbanizaciones, las industrias y el aumento de manufactura, esto genera mayor demanda y agotamiento de agua, siendo este un recurso de vital importancia para el desarrollo de las personas, tenemos conocimiento de que el agua es un recurso limitado y la falta de administración provoca que no se esté aprovechando al máximo este beneficio que la naturaleza nos brinda, según United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. UNESCO (2015) teniendo en cuenta el informe de las naciones unidas sobre los recursos hídricos menciona que, de las 263 cuencas hidrográficas del mundo, 158 escasean de gestión asociativa.

Así mismo la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL (2021) informa que de la población el 26% no tiene acceso al agua potable, por ende, las instituciones públicas no han sido capaces de satisfacer dicha necesidad, ya que en muchos casos existe la falta de capacidad de inventarios y de gestión, esto es porque no hacen un adecuado análisis de la situación.

En el Perú se ve la expansión agraria, sin embargo, de La Torre (2011) sostiene que las descargas de los ríos son aproximadamente a 40.000 millones de metros cúbicos y solo se está aprovechando el 20% con fines de riego y el resto se dirige al mar sin aprovecharlo, esto genera problemas, afectando la productividad y la rentabilidad, así mismo Chambi (2012) “menciona que existe un inadecuado manejo y aprovechamiento del recurso hídrico, así como

la falta de prevención de desastres naturales”. La falta de administración, se debe muchas veces a los escasos recursos económicos que las autoridades de turno no priorizan.

Según la Autoridad Nacional de Agua (ANA, 2017) basado en un reporte del Banco Mundial señala que se afirmó un anticipo al gobierno de turno del Perú, por un monto de 40 millones de dólares para el Proyecto “Gestión Integrada de Recursos Hídricos en 10 Cuencas del Perú”, esto evidencia que en el ámbito internacional Perú da muestra de que existe una preocupación por parte de la administración de recursos hídricos, es por ello que se ve en la necesidad de prevenir desastres naturales y aprovechar ese recurso hídrico.

En el norte del país específicamente en el litoral costero de la región La Libertad, se han hecho investigaciones muy importantes con respecto al aprovechamiento de los ríos hidrográficos de los valles de Chao, Virú, Moche y Chicama, tomando el nombre de Proyecto Especial Chavimochic; quien hizo los siguientes estudios en el balance hidrológico con fines de regulación, de inventarios y demanda de agua para el uso agrícola (Leandro, 2003), así mismo en una sesión extraordinaria del Proyecto Especial Chavimochic (2013) se comentó que la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Empresa Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la Libertad, SEDALIB hizo un estudio sobre el costo del m^3 de agua, que sería $s/0.1345$, sin embargo el proyecto especial exigía $s/ 0.274$, sin embargo la Superintendencia nacional de saneamiento, SUNASS (2014) estima que por cada recibo emitido, SEDALIB percibe la suma de $s/. 3.04$ por m^3 . Esto genera una preocupación en la población costera Libertense.

Según el Proyecto Especial Chavimochic (2012) en un informe resalta que tiene problemas para abastecer las demandas de agua y esto se debe a que aún no ha llegado a terminar la ejecución de la infraestructura cuya destinación es cubrir las áreas de riego, años más tarde Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2016) emite un decreto supremo N° 089-2016 declarando en estado de emergencia en las regiones del norte del país, por escasez de agua, entre las cuales está en el departamento de La Libertad,

El Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI, 2021), viene realizando constantemente un monitoreo y confecciona figuras en el corto y mediano plazo de los ambientes hidrológicos en territorio peruano, en sus pronósticos no están concreto y explico, porque el rango del caudal pronosticado es ligeramente amplio lo que hace que este por debajo de lo normal.

El Conocer cómo fluye el caudal de un río y describir el comportamiento que tiene, es una oportunidad de desafío para los investigadores, dentro de la modelación estocástica hidrológica, existen varios modelos que se han utilizado y siguen utilizándose, para estudio de los caudales de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, en la presente investigación se aplicó el modelo periódico autorregresivo de media móvil, PARMA (p, q).

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedentes Internacionales

Tesfaye, et al. (2006) llegaron a la conclusión que la generación de datos sintéticos de flujo de ríos es importante en la planificación, diseño y operación de los sistemas de recursos hídricos. Los modelos PARMA proporcionan una herramienta poderosa para modelar series hidrológicas periódicas en general y series de flujo de ríos en particular, así mismo desarrollaron sistemas de localización e identificación de modelos, basados en un modelo PARMA para captar diversificaciones estacionales de la creciente de un río.

Shao et al. (2009) dicen de las estadísticas básicas estacionales, el promedio y la varianza, se logran reproducir mediante modelos ARIMA ajustados a los datos estacionales después de filtrar la estacionalidad en los datos. Sin embargo, en este caso, estos modelos generalmente no pueden capturar las estructuras de correlación estacionales que se muestran en una serie temporal hidrológica. Por lo tanto, se han sugerido versiones periódicas (estacionales) de los modelos ARMA (PARMA) y se utilizan ampliamente para modelar series temporales hidrológicas estacionales.

Saada (2014) reveló que los experimentos de simulación con modelos PARMA, son capaces de reproducir las estadísticas periódicas básicas, como el promedio mensual y su desviación. estos modelos PARMA es que tienen una estructura de correlación variable que cambia con las estaciones.

Zuñiga (2015) en su investigación titulada pronósticos de caudales afluentes para la planificación de la operación de sistemas hidrotérmicos de potencia aplicando el modelo ANFIS (Sistema de inferencia difusa basado en red adaptable), quién compara el pronóstico obtenido mediante la aplicación de un modelo de series de tiempo de tipo periódico autorregresivo con medias móviles PARMA, cuyos resultados demuestran que el modelo ANFIS presentan mayor eficiencia en el pronóstico frente al modelo PARMA, como también respecto a costos y al recorrido de acumulación de la presa, el modelo PARMA genera mayores costos.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Alcántara et al. (2014) el objetivo que tuvieron fue establecer la eficacia del modelo GR2M teniendo en cuenta la evaluación de procesos de calibración validación y sensibilidad en la cuenca del río Jequetepeque la muestra fue de 34 años, en el análisis usaron el software, SAMS, en los resultados hicieron una transformación log normal a las series que no tenía un comportamiento con modelo del ARMA periódico es el PARMA (1,0) la que le sirvió para generar series sintéticas.

Díaz (2017) en su trabajo el objetivo general fue estimar modelos estadísticos hidrológicos que le permitan generar la descarga promedio del río Santa con el fin de ayudar a la planificación, el análisis tuvo una muestra para cuarenta años, llega a concluir que mediante el modelo PARMA (1,0) se pueden generar los caudales medios mensuales.

Sarango et al. (2020) en su artículo elaborado para la operación del sistema eléctrico interconectado nacional del Perú, SEIN, donde usaron series hidrológicas históricas de 23 cuencas hidrográficas llegando a demostrar que el modelo que mejor se ajusta para generar datos con características similares a la serie histórica es el autorregresivo periódico de media móvil, PARMA (1,1). Además, el río Mantaro genera más del 30% de energía, a través de series sintéticas se encontró una diferencia de 1,70 US\$/MWh en el valor del costo marginal lo que implica una variación en términos de ingreso de 33.79 millones de dólares para la empresa ELECTROPERU S. A.

Sarango (2021), quien tuvo el objetivo principal de demostrar la ventaja de usar series sintéticas del caudal mensual en la programación de la estimación de energía eléctrica del sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN), mediante los modelos PARMA, cuyos resultados se lograron generar 300 series sintéticas el caudal mensual, con las cuales se utilizó en el modelo de simulación de la operación económica óptima del sistema eléctrico peruano, llegando a concluir que el modelo PARMA(1,1), tiene óptimas condiciones en la creación de series resumidas para el río Mantaro.

Condezo (2021), en su trabajo de investigación tuvieron el objetivo general desarrollar un análisis para la planificación futura del agua, con los recursos hídricos del proyecto especial Chavimochic y Chincas, donde también recurrieron a la moderación estocástica donde evaluaron el desempeño del modelo PARMA (1,0), para analizar el

comportamiento del flujo de agua, así como también generar series sintéticas, llegando a concluir que existe la necesidad de planificar.

1.2.3 Antecedentes Locales

Ipanaqué et al. (2015) su objetivo fue estimar los mejores modelos PARMA para hacer pronósticos sobre los caudales mensuales del río Jequetepeque, dicho periodos están comprendidos entre los años 1976-2015 de la estación Yonan. Los resultados fueron que los modelos PARMA adecuados para realizar el mejor pronóstico son: PARMA (0,1); PARMA (1,0); PARMA (1,1) y PARMA (2,0). Las conclusiones obtenidas indicaron que la distribución temporal de los caudales mensuales del río Jequetepeque no es estacionaria y que existen diferencias significativas entre los caudales.

1.3 Justificación

Para la justificación en la investigación se tiene en cuenta lo siguiente:

1.3.1 Teórica

se realizará un abordaje teórico-aplicativo, de un modelo Periódico Autorregresivo de Medias móvil (PARMA), este tipo de modelo será comprobada mediante la metodología de Box-Jenkins, qué es usada ampliamente en el modelamiento de series, en este caso el modelamiento será al caudal medio mensual de los ríos afluyentes al proyecto especial Chavimochic, dichos modelos PARMA (p, q) que serán encontrados, corroboraran o refutaran postulados en investigaciones realizadas.

1.3.2 Practica

Los esfuerzos que se ve hoy en día por administrar y aprovechar el agua que fluye por los ríos es mínimo por ende esta investigación proporcionara modelos prácticos aplicables para el pronóstico de descargas medias mensuales, aplicables a cualquier río y teniendo óptimos resultados, con lo que servirá para la planificación y el aprovechamiento del agua en beneficio de la población.

1.3.3 Social

La presente investigación busca dar a conocer un modelo prometedor para la modelación de las series hidrológicas, esta investigación servirá tanto a estudiantes, profesionales e investigadores centrados en el campo de la hidrología, así como a organizaciones y empresas tanto del sector público y privado.

1.4 Enunciado del problema

¿Cuáles son los modelos periódicos autorregresivos de medias móviles predominantes que se ajustan mejor al caudal mensual de los ríos afluentes al Proyecto Especial Chavimochic durante el periodo 1968-2018?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar los modelos periódicos autorregresivos de medias móviles predominantes del caudal mensual de los ríos afluentes al Proyecto Especial Chavimochic para el periodo 1968- 2018.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar un modelo PARMA (p, q) para cada caudal mensual medio de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, periodo 1968-2018.
- Validar los modelos PARMA (p, q) ajustados para cada uno de los caudales mensuales medio de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, periodo 1968-2018.
- Evaluar las similitudes de las series generadas con las series históricas de cada uno de los caudales medios mensuales obtenidos mediante modelos PARMA (p, q) de los ríos afluentes al proyecto Chavimochic.

1.6 Hipótesis general

Los caudales mensuales de los ríos afluentes al Proyecto Especial Chavimochic para el periodo 1968-2018 está determinado predominantemente por el modelo periódico autorregresivo de medias móviles, PARMA (1,0).

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos básicos

- **Hidrología**

La hidrología es una de las Ciencias encargadas de administrar y procesar el desgaste y uso del flujo caudal de un río en cualquier superficie continental en el globo terráqueo en los diferentes niveles del ciclo hidrológico, (Cahuana y Yugar, 2009)

- **Ciclo hidrológico**

Es un proceso en el que el agua está en constante movimiento desde un lugar a otro lugar de la tierra en sus diferentes estados donde intervienen la energía solar y la gravedad. (Ordoñez, 2011)

- **Caudal**

Cantidad de agua que fluye por la vertiente de un río en cualquier espacio geográfico continental, cuyo volumen que fluye a través del canal o conducto es medido en metros cúbicos por segundos.

- **Proceso estocástico**

Un proceso estocástico es un sistema dinámico y cambiante en el transcurso de tiempo y a su vez está conformado por variables aleatorias quienes son analizadas en términos de probabilidad.

- **Serie de tiempo**

Dentro de los procesos estocásticos un caso particular es una serie de tiempo, según Díaz (2017) define que son valores medidos en un determinado periodo de tiempo y están cronológicamente ordenados.

2.2 Componentes de una serie de tiempo

Ríos, Hurtado (2008) mencionan que una serie de tiempo puede dividirse en componentes, que no son claramente visibles, a su vez pueden ser estimados. Los cuales son:

- **Tendencia:** representa el comportamiento predominante de la serie. Esta puede ser definida vagamente como el cambio de la media a lo largo de un extenso periodo de tiempo.
- **Ciclo:** caracterizado por oscilaciones alrededor de la tendencia con una larga duración, y sus factores no son claros. Por ejemplo, fenómenos climáticos, que tienen ciclos que duran varios años.
- **Estacionalidad:** Esta componente se presenta cuando la serie tiene patrones estacionales que se repiten con una frecuencia constante produciendo en su gráfica un efecto periódico.
- **Aleatorio:** son movimientos erráticos que no siguen un Patrón especioso y que obedecen a causas diversas. Este componente es prácticamente impredecible. Este comportamiento representa todos los tipos de movimientos de una serie de tiempo que no son tendencia, variaciones estacionales ni actuaciones cíclicas.

2.3 Objetivos del Análisis de Series de Tiempo

Son cuatro los objetivos por los cuales se puede querer analizar una serie de tiempo (Chatfield, 1978):

- **Descripción:** Cuando tenemos una serie de tiempo, el primer paso en el análisis es graficar los datos y obtener medidas descriptivas simples de las propiedades principales de la serie.

- **Explicación:** Cuando las observaciones son tomadas sobre dos o más variables, es posible usar la variación en una serie para explicar la variación en otras series.
- **Predicción:** Dada una serie de tiempo se puede querer predecir los valores futuros de la serie. Este es el objetivo más frecuente en el análisis de series de tiempo.
- **Control:** Cuando una serie de tiempo se genera por mediciones de calidad de un proceso, el objetivo del análisis puede ser el control del proceso.

2.4 Clasificación descriptiva de las series temporales

➤ Estacionarias

Una serie es estacionaria cuando es estable a lo largo del tiempo, es decir, cuando la media y varianza son constantes en el tiempo. Esto se refleja gráficamente en que los valores de la serie tienden a oscilar alrededor de una media constante y la variabilidad con respecto a esa media también permanece constante en el tiempo.

➤ No estacionarias

Son series en las cuales la tendencia y/o variabilidad cambian en el tiempo. Los cambios en la media determinan una tendencia a crecer o decrecer a largo plazo, por lo que la serie no oscila alrededor de un valor.

2.5 Métodos en el Análisis de una serie temporal

Según Hernández (2009) sostiene que hay tres métodos para evaluar una serie:

- a. **Método de descomposición:** consiste en dividir hoy la serie en componentes tales como tendencia, ciclo, componente estacional y aleatorio.
- b. **Método de análisis causal:** este método radica en explica el proceso de la serie a través de una ecuación que relaciona la variable en estudio con otras variables que incurren sobre esta.
- c. **Método de box-jenkins:** propuesto en 1970 por box y Jenkins, este método de análisis viene a ser uno de los más moderno ya que declara el progreso de la serie en función al procedimiento que esta misma serie tuvo, con el cual se puede anunciar un adelanto futuro de la serie mediante un análisis retrospectivo.

2.6 Modelos lineales en series de tiempo

2.6.1 Modelo Autorregresivo, AR(p)

Estos modelos son los que se retornan consigo mismos. Es decir, la variable dependiente y la variable explicativa son la misma, con la diferencia que la variable dependiente estará en un momento del tiempo posterior (t) al de la variable independiente ($t-1$), es decir si avanzamos un período nos trasladamos a ($t+1$) y si retrocedemos un período nos vamos a ($t-1$). Teniendo en cuenta el valor actual de la serie, x_t , se puede exponer en función de p valores pasados Y_{t-1} , Y_{t-2} , ..., Y_{t-p} , donde p establece el dígito de atrasos precisos y luego generar un valor presente. Dicha ecuación esta denotado por:

$$Y_t = \delta + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \cdots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Y se resume a una sola expresión:

$$Y_t = \delta + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

En estos modelos se tiene en cuenta el proceso hoy debido a que son una suma ponderada de observaciones anteriores y además el orden del modelo se determina mediante los rezagos que este tenga.

2.6.2 Modelo Medias Móviles, MA(q)

En la determinación de este modelo existe influencia exterior. Dichos modelos presumen un comportamiento lineal. Se dice que una serie temporal Y_t permite una obtención de medias móviles (MA) de orden q , cuya representación es MA (q), y su ecuación para su estimación es:

$$Y_t = \mu - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \cdots - \theta_q \varepsilon_{t-q} - \varepsilon_t$$

De forma más reducida se expresa a continuación:

$$Y_t = \mu - \sum_{i=1}^p \theta_i \varepsilon_{t-i} - \varepsilon_t$$

Donde ε_t se asume como un asunto de ruido blanco y $\mu, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ representan los parámetros; el proceso de ruido blanco los valores están distribuidos aleatoriamente en la media es igual a 0 e igual varianza y son autónomos en el tiempo.

Estos modelos representan una suma ponderada de los errores actuales y anteriores, el orden del modelo de media móvil, el número de rezagos del error admitido (q).

2.6.3 Modelo Autorregresivo de Medias Móviles, ARMA (p, q)

Existe una probabilidad que una serie de tiempo Y_t , tenga particularidades de AR y MA a la vez, dando lugar al modelo ARMA. Donde Y_t tiene un orden (p, q), y en este asunto existe p procesos autorregresivos y q procesos de media móvil.

$$Y_t = C + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

En este tipo de modelos, la secuencia se representa en función de valores pasados de la variable y de los valores en tiempo actual como también los rezagados del error. El orden del modelo lo determinan los rezagos de (p) y (q)

Estos modelos como son los AR(p), MA(q) y ARMA (p, q), han sido y vienen siendo aplicados a series anuales, la media, la varianza y el orden de correlaciones no depende de la estación.

2.6.4 Modelos Autorregresivos periódicos, PAR(p)

Asumiendo que un proceso hidrológico es representado por $Y_{v, \tau}$ donde v es el año y τ son las estaciones como $\tau = 1, \dots, \omega$, ω es el número de estaciones en el año; ω es igual a 12 si se trata de meses (estaciones) del año, τ puede representar un día, un mes o una estación (verano, otoño,

invierno o primavera). Una serie periódica simple se puede representar mediante la ecuación

$$Y_{v,\tau} = \mu_{\tau} + \sum_{i=1}^p \phi_{i,\tau} (Y_{v,\tau-i} - \mu_{\tau-i}) + \varepsilon_{v,\tau}$$

$\varepsilon_{v,\tau}$ es la componente no correlacionada, de distribución normal con media cero y varianza $\sigma_{\tau}^2(\varepsilon)$, por cada época estacional.

μ_{τ} = media periódica (media mensual si τ es mes)

$\phi_{j,\tau}$ = Parámetro del modelo del mes τ de orden j .

Los parámetros del modelo son: μ_{τ} , $\phi_{j,\tau}$, ..., $\phi_{p,\tau}$ y $\sigma_{\tau}^2(\varepsilon)$ para $\tau = 1, \dots, \omega$. El modelo de la ecuación es denominado modelo PAR(p).

2.7 Modelos periódicos auto regresivos de medias móviles, PARMA (p, q)

En 1967 Jones y Brelsford, analizaron el comportamiento de series temporales con estructura periódica, donde se vieron en la necesidad forzada de dividir en estaciones al año para analizar los datos debido a su variación en los períodos de invierno y verano.

las versiones periódicas (estacionales) de los modelos ARMA (PARMA) han sido sugeridos y son ampliamente utilizados para modelo de series temporales hidrológicas estacionales (Shao et al., 2009). Se ha encontrado que estos modelos son capaces de preservar las estadísticas estacionales básicas, así como la estructura de correlación estacional (Salas et al., 1982).

Se tiene conocimiento que Box et al. Definen un modelo ARMA estacional, no obstante el modelo que se presenta viene desarrollándose bajo otro contexto y se fundamenta en los análisis preliminares realizados por Jones y

Brelsford, y después estudiados por Vecchia, siendo estos modelos muy exitosos en el modelamiento y pronóstico de series de tiempo de caudales, los modelos PARMA vienen a ser extensiones de los métodos ARMA(p, q) cuyo método de trabajo se focaliza en las series que tienen hoy variación estacional en su distribución.

Según Maidment (1993), sostiene la existencia de los modelos para series estacionales como son los modelos periódicos de media móvil (modelos PARMA). Estos modelos se han propuesto para el análisis de series cuya estructura de dependencia de las periodicidades y la variabilidad estacional. los PARMA (p, q) tienen la siguiente ecuación:

$$Y_{t,\tau} = \sum_{i=1}^p \phi_{i,\tau} Y_{v,t-i} + \varepsilon_{v,t} - \sum_{j=1}^q \theta_{j,\tau} \varepsilon_{v,t-j}$$

Donde:

- $Y_{v,\tau}$ = serie hidrológica del año v del mes τ Para cada periodo (mes, semana, etc.) el proceso es normalmente distribuido con media cero y varianza $\sigma_t^2(Y)$
- $\varepsilon_{v,t}$ = término ruido no correlacionado para cada periodo distribuido normalmente con media cero y varianza $\sigma^2(e)$
- $\{\phi_{1,\tau}, \dots, \phi_{p,\tau}\}$ = parámetros periódicos autorregresivos
- $\{\theta_{1,\tau}, \dots, \theta_{p,\tau}\}$ = parámetros de medias móviles

2.7.1 Observación de estacionariedad

Según Gujarati y Porter (2010) enseñan la estimación de la estacionariedad puede ser mediante el estudio gráfico de la serie y su correlograma. No obstante Peña (2010) también menciona que para determinar si una serie es o no estacionario se puede ejecutar una prueba de raíz unitaria.

a. Análisis grafico

Es hacer un análisis gráfico de la serie con lo que se logra visualizar los datos tienen forma creciente o decreciente (tendencia), como también la influencia de ciertos periodos en el tiempo (estacionalidad) o presencia de datos outliers, en la estacionariedad no debe estar ninguno de estos aspectos en el gráfico.

b. Prueba de correlogramas

Es la representación gráfica de los coeficientes de autocorrelación r_k para los diferentes retardos k , se gráfica diferentes valores r_k en el eje de las ordenadas y el valor de los k en el eje de las abscisas, se calculan dos funciones:

- **Función de autocorrelación (FAC):** miden la relación lineal entre variables aleatorias de procesos separados a cierta distancia en el tiempo, como también permite determinar la forma del proceso estocástico.
- **Función de autocorrelación parcial (FACP):** es la relación lineal donde se ha eliminado la correlación de estas variables tienen con otras.

c. Test de raíz unitaria

El test de raíz unitaria nos indica la estacionariedad de la serie como también si la serie necesita hacerse alguna diferencia o transformación, para ello se utiliza la prueba de Dickey-Fuller donde

- H_0 : La serie es no estacionaria
- H_1 : La serie es estacionaria

La decisión es:

- Si $|t\text{-estadístico}| \leq | \text{los valores críticos al 1\%, 5\% y 10\%} |$ la serie es no estacionaria
- Si $|t\text{-estadístico}| > | \text{los valores críticos al 1\%, 5\% y 10\%} |$ la serie es estacionaria

2.7.2 Estimación y validación del modelo

Para identificar un modelo es necesario:

- a. Hacer un análisis de estacionariedad con el objetivo de determinar las transformaciones necesarias hasta obtener una serie estacionaria.
- b. Hacer los correlograma e identificar FAC y FACP los cuales nos ayudan a identificar los valores p y q , cuyos valores deben ser convenientes generar una la serie de tiempo.
- c. Estimar los parámetros del modelo; esto consiste en calcular el valor numérico de los parámetros los cuales se obtienen mediante las ecuaciones según el tipo de modelo.

Según Sveinsson et al (2007) nos mencionan que en la selección de modelo adecuado se puede realizar mediante el uso de los criterios de información de Akaike modificado (AICC) y criterio de información de

Schwarz modificado (SIC) similar al criterio de información bayesiano (BIC), teniendo en cuenta el menor valor.

En la confirmación del modelo es necesario que los residuos cumplan ciertos requisitos como son: Media marginal, igual a cero; presencia de autocorrelación y la normalidad.

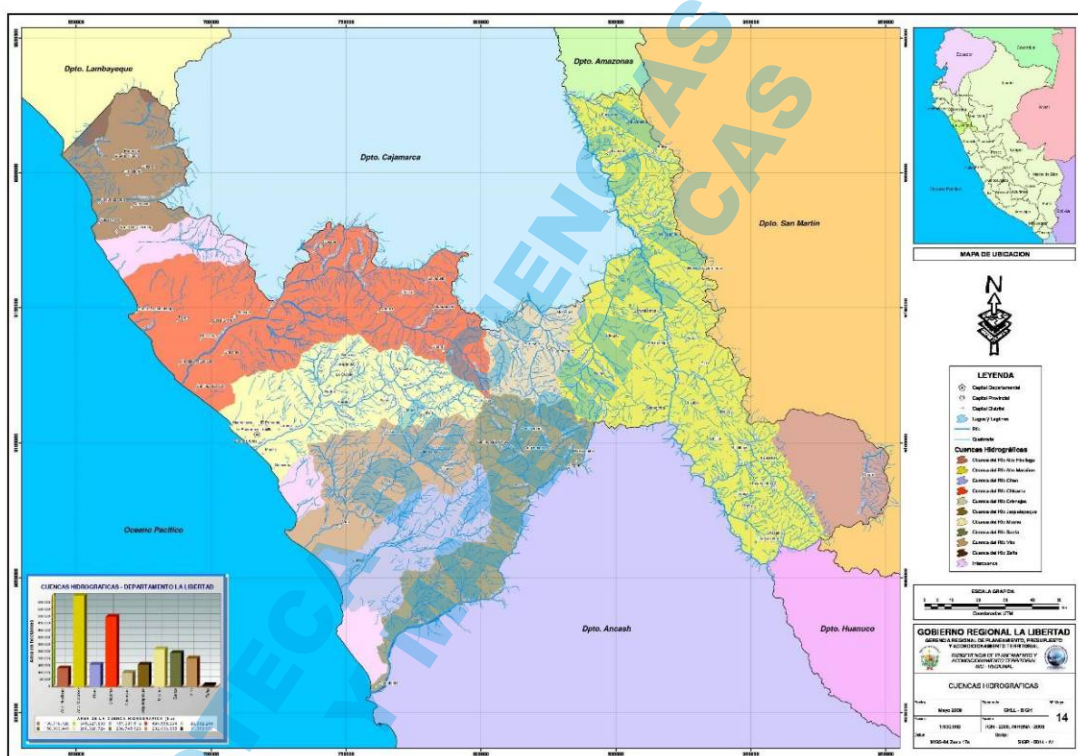
BIBLIOTECA DE CIENCIAS FÍSICAS
Y MATEMÁTICAS

III. MATERIAL Y METODOS

3.1 Ubicación geográfica

La exploración estuvo centrada en Modelos Periódicos Autorregresivos de Medias Móviles para el caudal de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, dicho caudales tienen su recorrido dentro del departamento de la libertad.

Figura 1



Fuente: <http://siar.minam.gob.pe/lalibertad/mapas/cuencas-hidrograficas-region-libertad>

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Por su enfoque

Es cuantitativo, según Hernández et al. (2010) quienes sostienen que en este enfoque se basa en la recopilación de datos numéricos para su análisis

y la comprobación de hipótesis, con el objetivo de establecer estándares de procedimiento y poner a prueba teorías.

3.2.2 Por el Tipo de estudio

Longitudinal ya que se pretendió conocer los hechos y fenómenos de la realidad y su relación a través del tiempo donde los datos son tomados en una sola población en diferentes periodos de tiempo, con el objetivo de explorar su variación (Bernal, 2016).

3.2.3 Por su diseño

Series tiempo: son valores numéricos medidos de una determinada variable ordenados en el tiempo y se consideran en años, generalmente son más de 50 años, los datos son trabajados para identificar el comportamiento que tiene a través del tiempo como también para hacer pronósticos para el futuro.

3.3 Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1 Población

Son los registros mensuales de cada caudales de agua de los ríos pertenecientes a los distritos de Chao, Viru, Moche y Chicama, cuyos ríos afluyentes al proyecto especial Chavimochic, las descargas producidas a través del tiempo, según lo registrado en las estaciones hidrológicas: estación de Huacapongo-Sifón perteneciente al distrito de Virú, la estación de Quirihuac (puente de fierro) perteneciente al distrito de Moche, la estación de Sifón-Huamanzaña, Chorobal perteneciente al distrito de Chao y la estación de Salinar perteneciente al distrito de Chicama; todos ellos pertenecientes al departamento de la Libertad.

3.3.2 Muestra

Está comprendida entre el periodo 1968-2018 abarcando un total de 51 años del Caudal promedio mensual de agua, de los ríos afluyentes al Proyecto Especial Chavimochic, para dicho proceso se empleará el muestreo serie de tiempo.

3.3.3 Unidad de análisis

Fue compuesta por un registro mensual del Caudal de agua, de los ríos afluyentes al Proyecto Especial Chavimochic.

3.4 Criterios de inclusión y exclusión

3.4.1 Criterios de inclusión

Los ríos afluyentes al proyecto especial Chavimochic que fueron incluidos son: el río Viru, río moche y el río Chicama (siempre hay fluido por la cuenca), cuyos registros continúan desde sus inicios hasta la actualidad a través de la oficina de recursos hídricos.

3.4.2 Criterios de exclusión

Se excluyó a los registros de los ríos Sifón-Huamanzaña, Chorobal pertenecientes al distrito de Chao quienes carecen de fluidez de agua. (el caudal de los ríos es alimentado por las precipitaciones, y su fluido no es constante).

3.5 Control de calidad de los datos, validez y confiabilidad

Al hablar de la calidad y confiabilidad de los datos, tenemos que abordar el tipo de fuente de información que se nos proporciona, según Bernal (2010) sostiene que existen dos tipos de fuentes:

- Fuentes primarias

Hace referencia que este tipo de información es directa, en otras palabras, es información de primera mano o del lugar donde se toman los datos.

- Fuentes secundarias

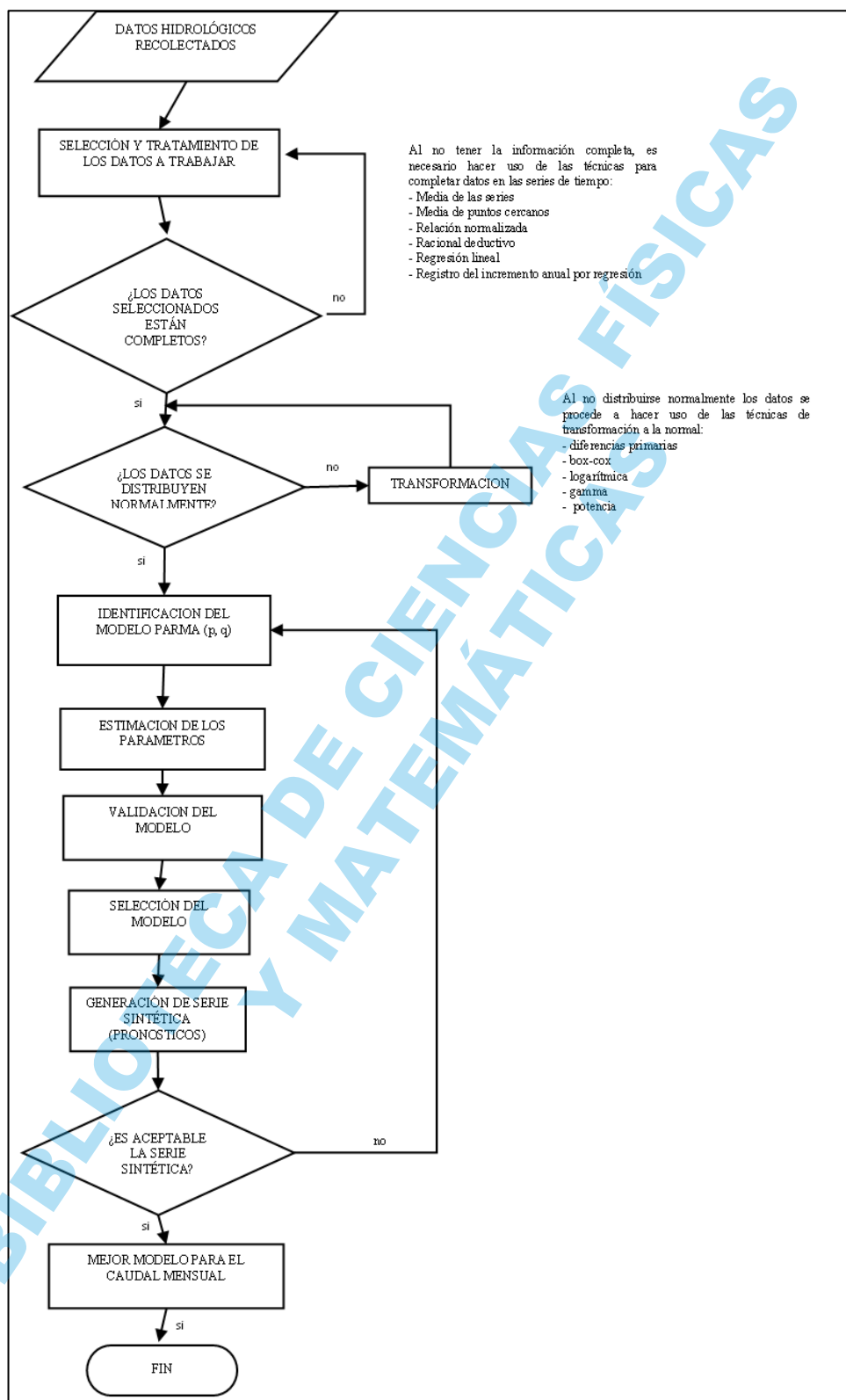
Este tipo de información no se originan en la toma de datos donde ocurren los hechos, sino que son referencias con la información original.

Según Manterola et al. (2018) mencionan que para la validez y la confiabilidad de los datos es necesario que todas las mediciones sean parecidas y se ajusten a la realidad de lo que se está midiendo”

Para la presente investigación los datos son válidos y confiables porque emanan de fuentes secundarias como son el SENAMHI y el proyecto especial Chavimochic (ANEXO 1)

3.6 Procedimiento

Para el procedimiento se tuvo en cuenta el siguiente flujograma:



Fuente: elaboración propia

3.7 Procesamiento de los datos

Organizada la información en una hoja de cálculo de Excel 2019, se procedió a procesar y analizar en el Software SAMS 2007, Primero se verifico que las series este completa y no falten datos, los datos faltantes se completaran haciendo uso de los métodos para completar datos faltantes en una serie, se evaluó la estacionariedad a través del test de Raíz Unitaria de Dickey-Fuller aumentado. También se logró identificar los FAC y FACP para determinar el modelo PARMA para cada serie de caudales mensual. Para la estimación del mejor modelo y verificación se hizo a través de los criterios AICC y SIC finalmente el análisis de los residuos fue sometido a cumplir ciertos supuestos de validación. Todo se hizo mediante el Software SAMS 2007 (Anexo 04)

3.8 Consideraciones éticas y de rigor

La presente investigación tuvo en cuenta el Código de Buenas Prácticas Estadísticas (2012) donde el:

➤ **Compromiso con la calidad**

Este compromiso se sustenta bajo la primicia metodológica y tecnológica, asociada a un macizo porte analítico, técnica y profesional, permitiendo un óptimo mejoramiento continuo de las estadísticas oficiales.

➤ **Compromiso con la eficiencia**

Este compromiso se basa en la unión y participación positiva, para solucionar en forma ordenada, clasificada con una visión futura de solucionar los problemas, logrando la eficiencia en la producción de estadísticas.

➤ **Compromiso con el usuario**

Acá es donde se centra todos los esfuerzos profesionales que sintetizan la información para el público y su sociedad en conjunto hoy y se

logre ganar la confianza, así como también el uso de los datos, hoy por ello se necesita asegurar la equidad hoy como también la transparencia y la presentación de información oportuna la cual debe ser fortalecida por la credibilidad en las estadísticas.

3.9 Definición de variables de estudio

Las variables de estudio fueron denotadas por Y: Caudal mensual de los ríos afluyentes al proyecto especial Chavimochic

Y₁: Caudal medio mensual del río Chicama afluyente al proyecto especial Chavimochic, cuantitativa continua y su medida esta expresada en m³/s.

Y₂: Caudal medio mensual del río Moche afluyente al proyecto especial Chavimochic, cuantitativa continua y su medida esta expresada en m³/s.

Y₃: Caudal medio mensual del río Virú afluyente al proyecto especial Chavimochic, cuantitativa continua y su medida esta expresada en m³/s.

3.1 Matriz de consistencia

Formulación Del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general ¿Cuáles son los modelos periódicos autorregresivos de media móvil de mejor ajuste para el caudal mensual de los ríos afluyentes al Proyecto Especial Chavimochic para el periodo 1968- 2018?	objetivo general Determinar los modelos Periódicos autorregresivos de Medias Móviles del caudal mensual de los ríos afluyentes al Proyecto Especial Chavimochic para el periodo 1968-2018 Objetivos específicos • Determinar un modelo PARMA (p, q) para cada caudal mensual medio de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, periodo 1968-2018 • Validar los modelos PARMA (p, q) ajustados para cada uno de los caudales mensuales medio de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, periodo 1968-2018 • Determinar una serie sintética para cada uno de los caudales mensuales de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, con una proyección de 10 años a la serie real. • Determinar las diferencias y similitudes entre las tendencias de la serie real y la serie sintética generada para cada uno de los caudales medios mensuales obtenidos mediante modelos PARMA (p, q) de los ríos afluentes al proyecto Chavimochic.	hipótesis general Los caudales mensuales de los ríos afluyentes al Proyecto Especial Chavimochic para el periodo 1968-2018 está determinado por el modelo Periódico Autorregresivo de Medias Móviles, PARMA (1,0).	variable independiente Y1: Caudal medio mensual del río Chicama afluente al proyecto especial Chavimochic, cuantitativa continua y su medida esta expresada en m3/s. Y2: Caudal medio mensual del río Moche afluente al proyecto especial Chavimochic, cuantitativa continua y su medida esta expresada en m3/s. Y3: Caudal medio mensual del río Virú afluente al proyecto especial Chavimochic, cuantitativa continua y su medida esta expresada en m3/s.	Tipo de Estudio aplicada Diseño de Investigación no experimental Longitudinal Series de tiempo Población La población de estudio fue conformada por los registros mensuales de los caudales de agua de los ríos afluyentes al proyecto especial Chavimochic Muestra Estuvo conformada por los registros del periodo 1968-2018 abarcando un total de 51 años del Caudal promedio mensual de los ríos Chicama, Moche, Virú.

IV. RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados descriptivos

Tabla 1

Estadísticas básicas del Caudal Medio Mensual de los Ríos Afluentes al Proyecto Especial Chavimochic.

Mes	Rio Chicama				Rio Moche				Rio Virú			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Estándar
Enero	0.75	144.77	19.54	22.45	0	63.56	8.29	10.53	0.1	27.81	4.16	5.73
Febrero	0.91	390.92	51.7	60.88	0.21	121.15	17.29	19.96	0.04	50.51	7.77	9.09
Marzo	2.32	694.8	91.65	105.91	1.16	213.07	29.52	32.86	0.11	129.13	14.19	20.63
Abril	5.87	300.33	65.12	57.89	2.34	61.27	21.51	14.28	0.17	35.27	7.58	6.73
Mayo	1.02	134.31	25.09	21.93	0.29	32.75	8.86	7.66	0.01	8.98	2.08	1.96
Junio	0.72	29.66	9.73	6.19	0.1	8.74	2.43	2.2	0.01	9.96	0.7	1.4
Julio	0.54	12.48	5.18	3.32	0.01	4.55	0.96	1.15	0	1.34	0.21	0.23
Agosto	0.28	7.69	3.11	2.14	0	2.35	0.5	0.56	0	0.8	0.12	0.13
Septiembre	0.15	7.01	2.56	2.02	0	3.46	0.58	0.85	0	0.57	0.09	0.11
Octubre	0.42	14.7	3.54	2.76	0	8.65	1.56	1.87	0	1.4	0.31	0.34
Noviembre	0.39	16.52	4.88	3.77	0	12.26	2.62	2.8	0	2.99	0.67	0.77
Diciembre	0.56	45.7	8.73	7.77	0	33.98	4.99	6.09	0	14.85	1.8	2.49

En la tabla 1, se evidencia las descargas máximas y mínimas como también el promedio elevado es entre los meses de enero a mayo.

4.2 Análisis gráfico de los caudales afluentes al proyecto especial Chavimochic.

Figura 2

Comportamiento de los Caudales Medios Anuales de los Ríos Afluyentes al Proyecto Especial Chavimochic. Periodo 1968-2018



En la figura 2, se observa las series hidrológica anuales del rio Chicama, rio Moche y río Virú, la estación de Salinar y Huacapongo-Sifón presentaron datos faltantes se procedió a completar con la media de la serie de cada mes (Anexo 04), dichas series no presentan tendencia y se optó por el método antes mencionado.

Figura 3

Comportamiento del Caudal Medio Mensual del río Chicama.

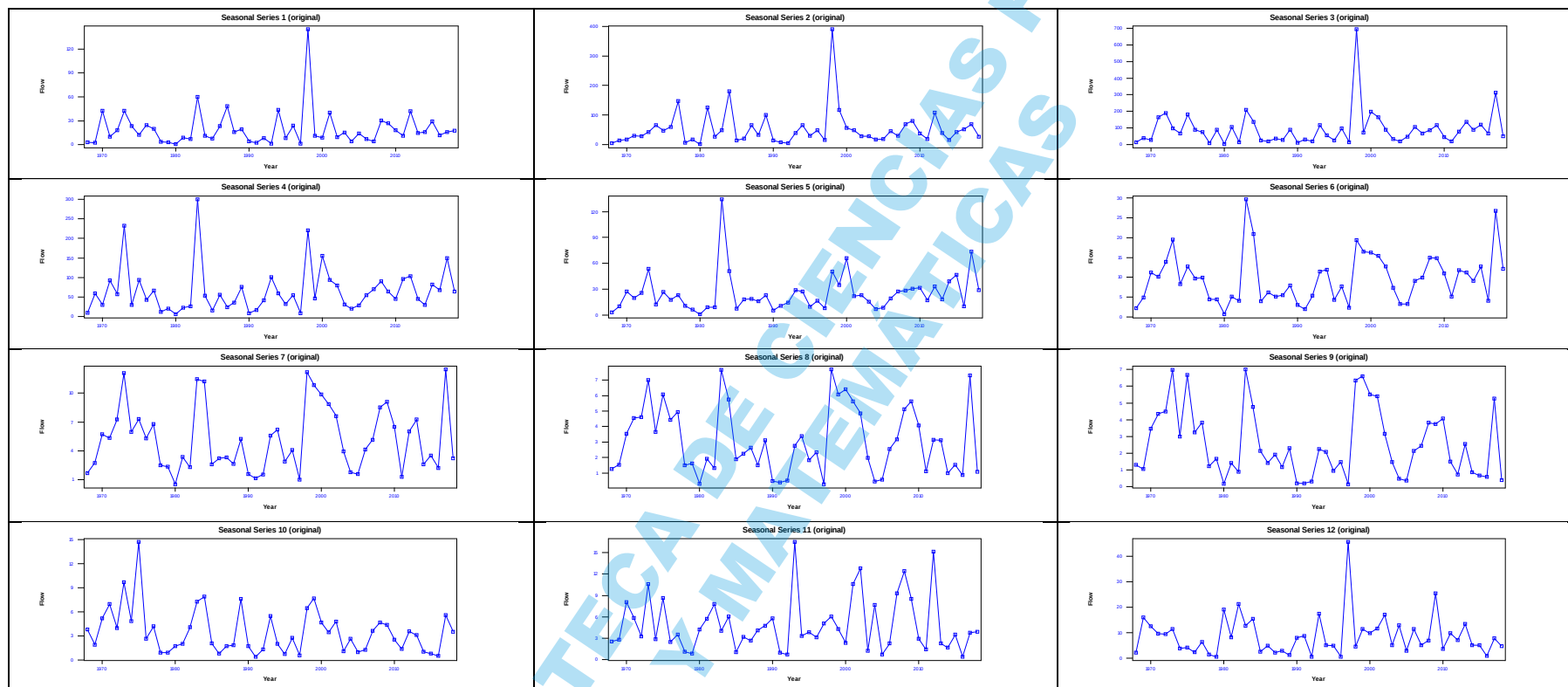


Figura 4

Comportamiento del Caudal Medio Mensual del rio Moche.

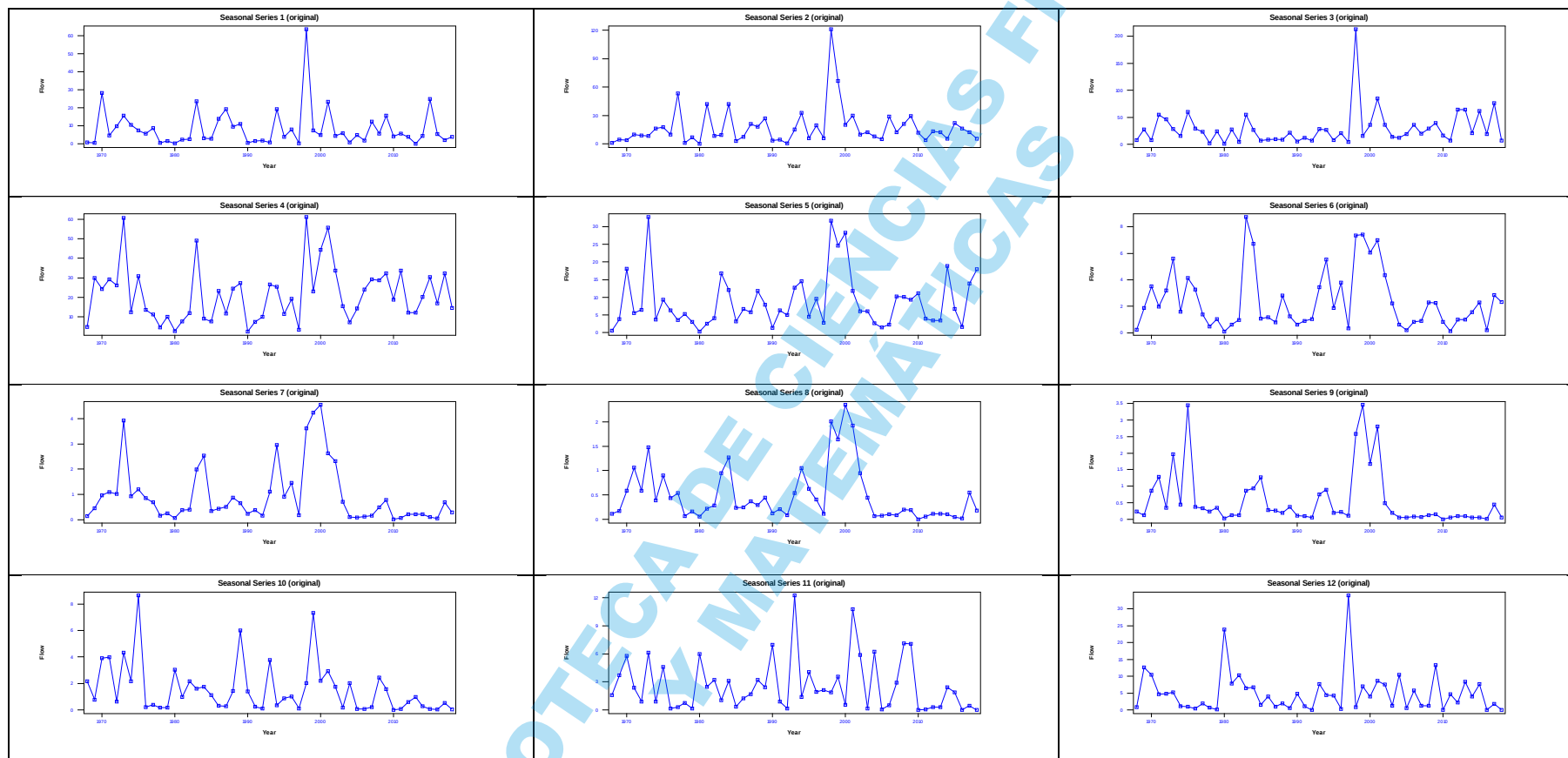
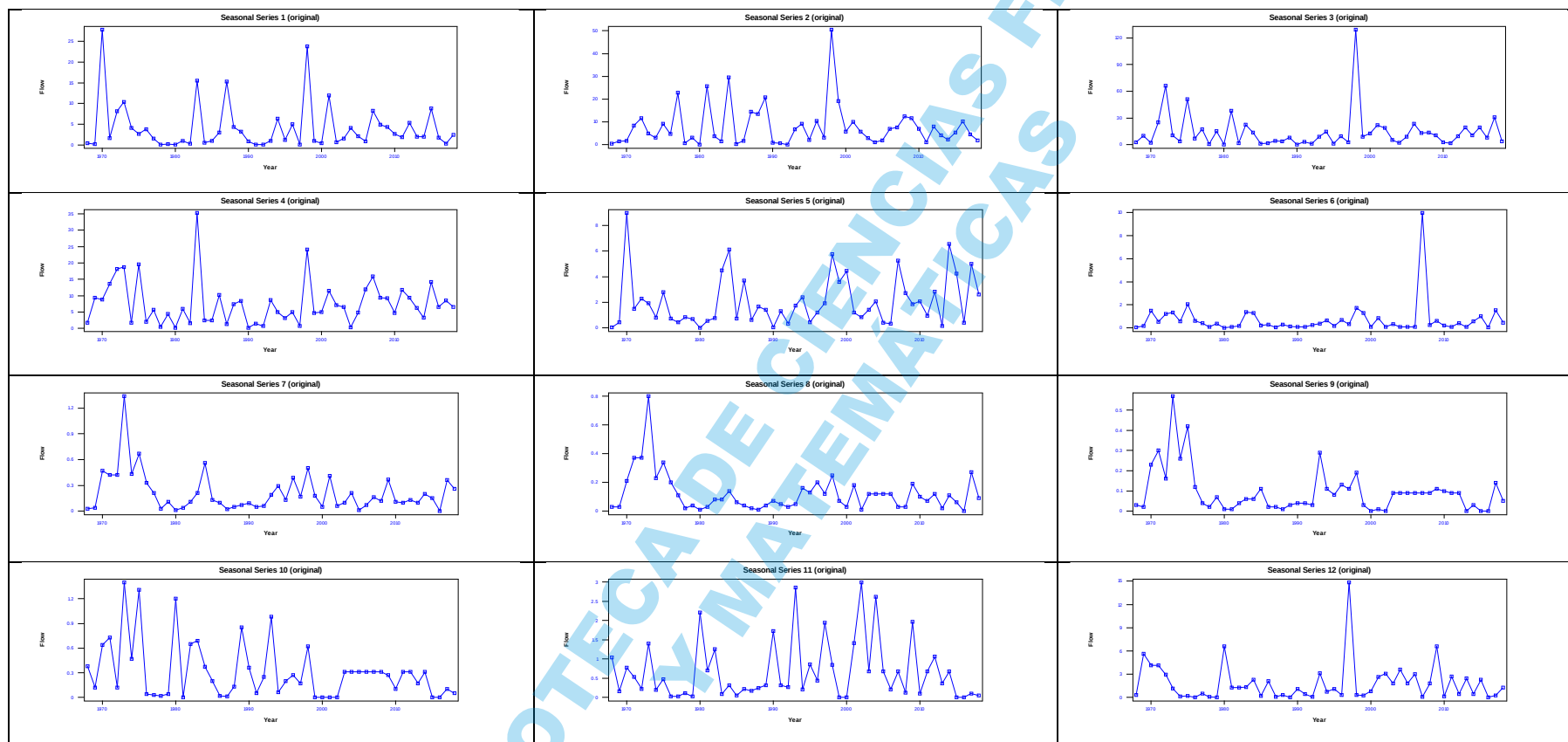


Figura 5

Comportamiento del Caudal Medio Mensual del río Virú.



En las figuras 3, 4 Y 5, se observa que las gráficas mensuales de cada río no presentan tendencia.

4.3 Análisis de estacionariedad y funciones de autocorrelación de cada caudal afluyente al proyecto especial Chavimochic

Tabla 2

Prueba de Estacionariedad para los Caudales Medios Mensuales de los Ríos Afluentes al Proyecto Especial Chavimochic.

Mes	Rio Chicama		Rio Moche		Rio Virú		Decisión
	D-F	p	D-F	p	D-F	p	
Enero	-8.1417	0.0000	-7.797	0.0000	-8.2853	0.0000	Estacionaria
Febrero	-6.7275	0.0000	-5.883	0.0000	-6.9437	0.0000	Estacionaria
Marzo	-7.4524	0.0000	-7.697	0.0000	-7.6113	0.0000	Estacionaria
Abril	-7.5944	0.0000	-6.327	0.0000	-7.823	0.0000	Estacionaria
Mayo	-6.2491	0.0000	-5.502	0.0000	-6.8862	0.0000	Estacionaria
Junio	-5.399	0.0000	-4.359	0.0010	-7.3706	0.0000	Estacionaria
Julio	-5.1215	0.0001	-3.653	0.0080	-4.9226	0.0002	Estacionaria
Agosto	-4.8065	0.0003	-3.419	0.0150	-4.1912	0.0017	Estacionaria
Septiembre	-4.272	0.0013	-4.602	0.0010	-4.2935	0.0013	Estacionaria
Octubre	-5.6296	0.0000	-6.269	0.0000	-6.0065	0.0000	Estacionaria
Noviembre	-7.4786	0.0000	-7.367	0.0000	-7.1369	0.0000	Estacionaria
Diciembre	-7.9293	0.0000	-7.957	0.0000	-7.5753	0.0000	Estacionaria

En la tabla 2, se evidencia la Prueba Dickey.Fuller (D-F) y el nivel de significancia (p) para determinar la existencia de raíz unitaria en las series mensuales de cada caudal de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, por lo que se concluye que no hay raíz unitaria y las series son estacionarias.

En las figuras 6, 7 y 8 se puede observar las funciones de autocorrelaciones y funciones de autocorrelaciones parciales (FAC y FACP) de los ríos Chicama, Moche y Virú, se evidencian rezagos sobresalientes eso no significa que sea un patrón constante, no obstante, cuando hay muchos datos sobresalientes podemos afirmar que existe un patrón y es necesario transformar dicha serie. Se concluye que las series no necesitan transformación y se procede a estimar los modelos PARMA (p, q).

Figura 6

Funciones de Autocorrelación (FAC) y funciones de Autocorrelación Parcial (FACP) del río Chicama.

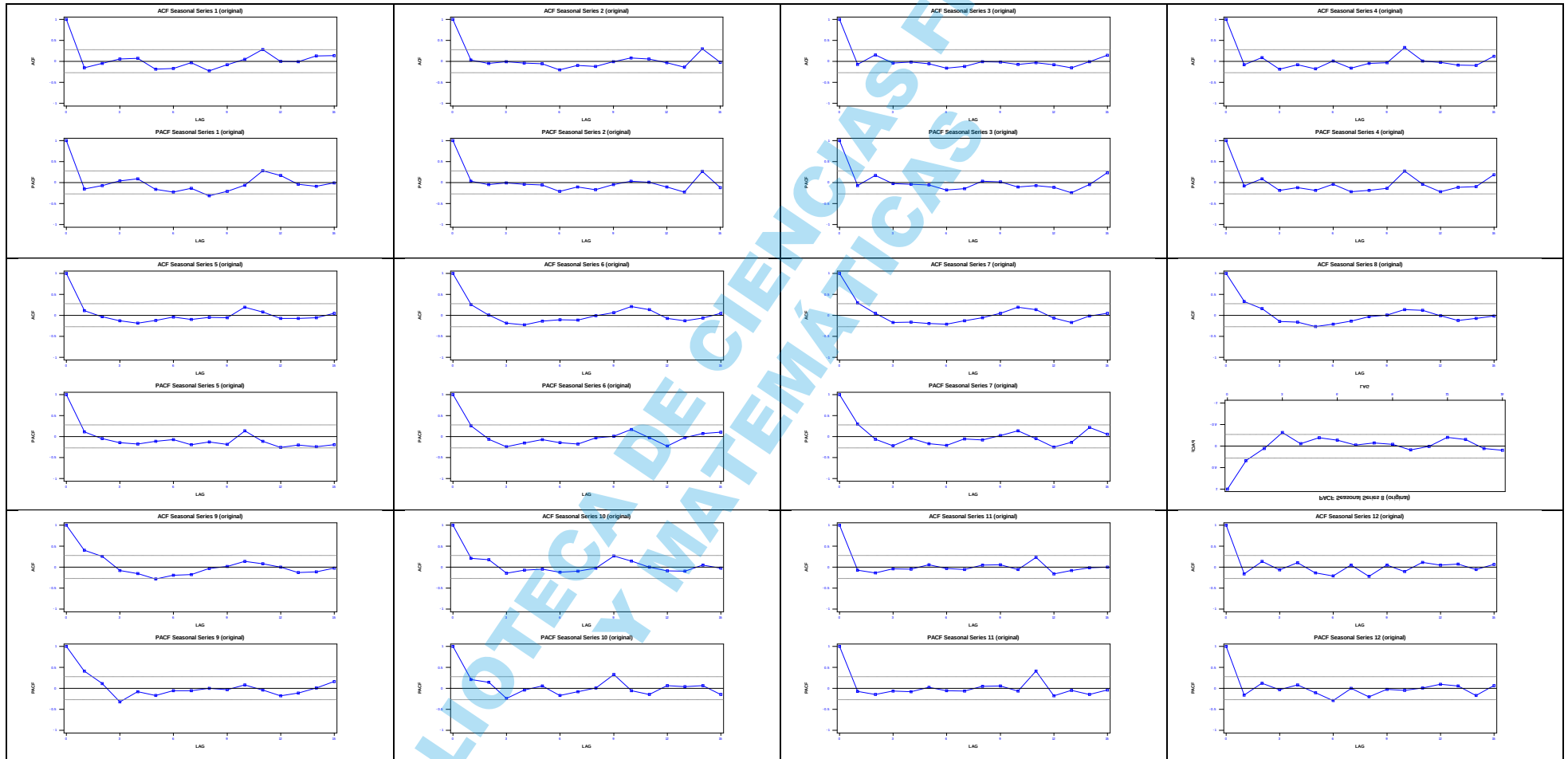


Figura 7

Funciones de Autocorrelación (FAC) y funciones de Autocorrelación Parcial (FACP) del rio Moche.

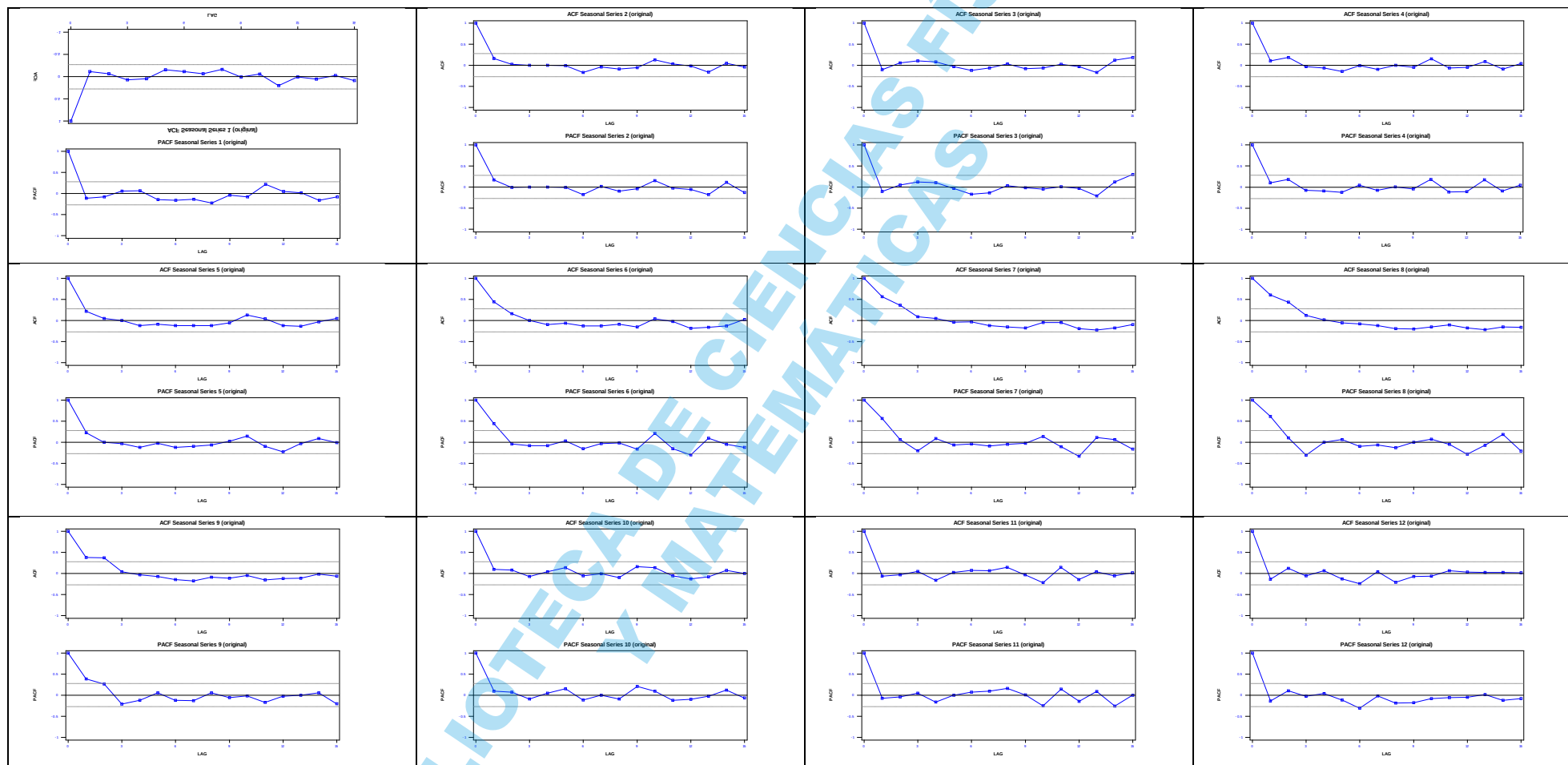
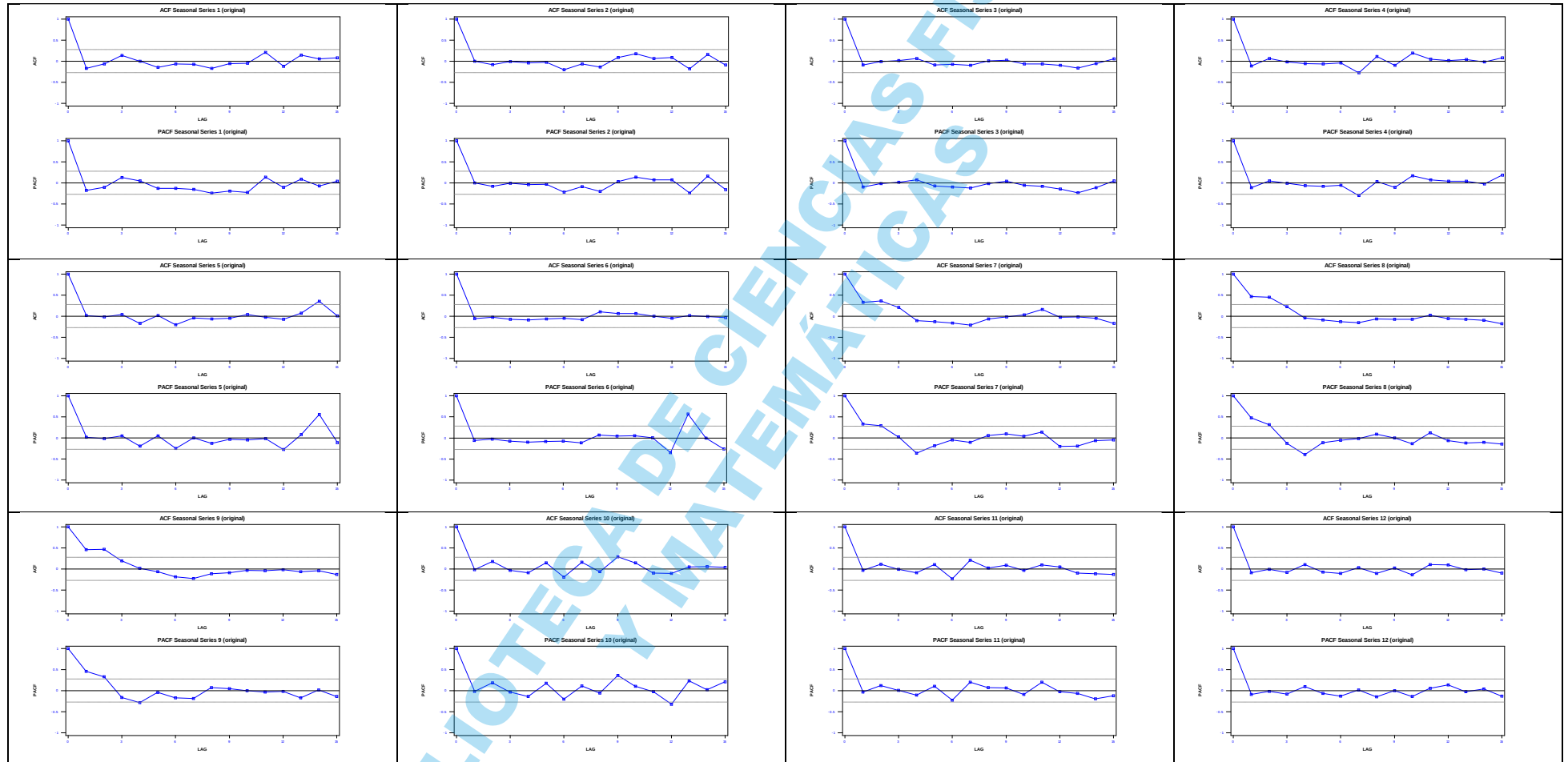


Figura 8

Funciones de Autocorrelación (FAC) y funciones de Autocorrelación Parcial (FACP) del río Virú.



4.4 Modelos PARMA (p, q) estimados para cada mes según el caudal afluente al proyecto especial Chavimochic.

Tabla 3

Modelos Autorregresivos PARMA (p, q) estacionarios del caudal medio de cada mes del rio Chicama

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo PARMA	(1,0)	(1,0)	(1,1)	(3,0)	(2,0)	(3,3)	(3,2)	(1,1)	(2,0)	(1,0)	(2,3)	(2,3)
Φ_1	0.69	0.73	1.00	0.66	0.88	-1.56	1.69	0-95	1.21	0.96	4.86	0.17
Φ_2				-0.40	-0.05	1.54	-0.66		-0.27		-3.79	-0.06
Φ_3				0.41		0.39	-0.07					
Θ_1			0.52			-2.39	0.51	-0.19			3.92	-0.40
Θ_2						-0.59	0.19				1.17	-0-08
Θ_3						-0.16					0.68	-0.27
σ^2	0.53	0.47	0.34	0.48	0.28	0.13	0.08	0.06	0.08	0.38	0.53	0.82
AIC	22.92	16.39	3.00	22.49	-6.52	-37.08	-66.16	-84.83	-72.37	6.09	32.67	54.67
SIC	22.60	16.07	4.36	25.41	-5.16	-30.09	-60.41	-83.47	-71.01	5.78	38.42	60.42

Nota. $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$: Parámetros auto regresivos del Modelo PARMA, σ^2 : Varianza del modelo PARMA; AIC: Coeficiente de información adquirida; SIC: criterio de información Schwarz.

Tabla 4

Modelos Autorregresivos PARMA (p, q) estacionarios del caudal medio de cada mes del río Moche.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo PARMA	(1,0)	(1,1)	(1,1)	(3,1)	(2,2)	(2,1)	(2,2)	(3,2)	(1,0)	(1,1)	(1,0)	(1,0)
Φ_1	0.60	0.91	1.07	-1.10	0.23	-3.94	-0.62	0.61	0.81	0.59	0.50	0.37
Φ_2				0.37	0.58	3.46	1.52	0.70				
Φ_3				1.17				-0.29				
Θ_1		0.40	0.72	-1.60	-0.53	-4.48	-1.31	-0.34		0.37		
Θ_2					0.73		0.68	0.46				
Θ_3												
σ^2	0.65	0.54	0.40	0.47	0.39	0.35	0.16	0.08	0.34	0.44	0.75	0.86
AIC	33.09	25.87	11.38	24.06	13.96	6.25	-30.87	-61.00	0.13	15.14	40.86	47.65
SIC	32.78	27.22	12.74	28.45	18.35	9.17	-26.47	-55.25	-0.19	16.50	40.55	47.34

Nota. $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$: Parámetros auto regresivos del Modelo PARMA, σ^2 : Varianza del modelo PARMA; AIC: Coeficiente de información adquirida; SIC: criterio de información Schwarz.

Tabla 5

Modelos Autorregresivos PARMA (p, q) estacionarios del caudal medio de cada mes del río Virú

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo PARMA	(2,0)	(2,0)	(1,3)	(3,1)	(3,3)	(1,1)	(1,1)	(3,0)	(1,0)	(2,0)	(1,0)	(1,0)
Φ_1	0.71	0.02	2.75	-0.05	2.19	1.02	0.87	0.98	0.85	0.98	0.36	0.50
Φ_2	-0.30	0.55		0.14	-1.01			-0.04		-0.34		
Φ_3				0.51	0.19			-0.13				
Θ_1			2.31	-0.85	1.00	0.67	0.86					
Θ_2			-0.11		-1.14							
Θ_3			1.13		1.39							
σ^2	0.62	0.68	0.38	0.45	1.25	0.74	0.81	0.12	0.27	0.49	0.87	0.75
AIC	33.26	37.95	12.85	21.78	40.40	42.31	46.48	-46.34	-10.81	21.33	48.29	40.57
SIC	34.61	39.03	17.24	26.17	47.39	43.66	47.83	-43.42	-11.13	22.69	47.98	40.26

Nota. $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$: Parámetros auto regresivos del Modelo PARMA, σ^2 : Varianza del modelo PARMA; AIC: Coeficiente de información adquirida; SIC: criterio de información Schwarz.

En las tablas 3, 4 y 5, se observa los modelos PARMA estimados bajo el método de la aproximación de los mínimos cuadrados, dichos modelos se seleccionaron mediante el criterio de información de adquirida y el criterio de información bayesiano (siendo en menor valor) teniendo en cuenta también la varianza:

Rio Chicama: el modelo PARMA (1,0) para los meses de enero, febrero, octubre, el PARMA (1,1) para el mes de marzo y agosto, el PARMA (2,0) para los meses de mayo y setiembre, el PARMA (2,3) para los meses de noviembre y diciembre, el PARMA (3,0) para el mes de abril, el PARMA (3,2) para el mes de julio y el PARMA (3,3) para el mes de junio.

Rio Moche: el modelo PARMA (1,0) para los meses de enero, septiembre, noviembre y diciembre, el PARMA (1,1) para los meses de febrero, marzo y octubre, el PARMA (2,1) para el mes de junio, el PARMA (2,2) para los meses de mayo y julio, el PARMA (3,1) para el mes de abril y el PARMA (3,2) para el mes de agosto.

Rio Virú: el modelo PARMA (1,0) para los meses de setiembre, noviembre y diciembre, el PARMA (1,1) para los meses de junio y julio, el PARMA (1,3) para el mes de marzo, el PARMA (2,0) para los meses de enero, febrero y octubre, el PARMA (3,1) para el mes de abril, el PARMA (3,0) para el mes de agosto y el PARMA (3,3) para el mes de mayo.

4.5 Ecuaciones estimadas para cada mes según lo modelos PARMA (p, q) del caudal de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic.

Rio Chicama

- $y_{v,enero} = \varphi_1 y_{v,diciembre} + \varepsilon_{v,enero}$
- $y_{v,febrero} = \varphi_1 y_{v,enero} + \varepsilon_{v,febrero}$
- $y_{v,marzo} = \varphi_1 y_{v,febrero} + \varepsilon_{v,marzo} - \theta_1 \text{marzo} \varepsilon_{v,febrero}$
- $y_{v,abril} = \varphi_1 y_{v,marzo} - \varphi_2 y_{v,febrero} + \varphi_3 y_{v,enero} + \varepsilon_{v,enero}$
- $y_{v,mayo} = \varphi_1 y_{v,abril} - \varphi_2 y_{v,marzo} + \varepsilon_{v,mayo}$
- $y_{v,junio} = \varphi_1 y_{v,mayo} + \varphi_2 y_{v,abril} + \varphi_3 y_{v,marzo} + \varepsilon_{v,junio} - \theta_1 \text{junio} \varepsilon_{v,mayo} - \theta_2 \text{junio} \varepsilon_{v,abril} - \theta_3 \text{junio} \varepsilon_{v,marzo}$
- $y_{v,julio} = \varphi_1 y_{v,junio} + \varphi_2 y_{v,mayo} + \varphi_3 y_{v,abril} + \varepsilon_{v,julio} - \theta_1 \text{julio} \varepsilon_{v,junio} - \theta_2 \text{julio} \varepsilon_{v,mayo}$
- $y_{v,agosto} = \varphi_1 y_{v,julio} + \varepsilon_{v,agosto} - \theta_1 \text{agosto} + \varepsilon_{v,agosto}$
- $y_{v,septiembre} = \varphi_1 y_{v,agosto} + \varphi_2 y_{v,julio} + \varepsilon_{v,septiembre}$
- $y_{v,octubre} = \varphi_1 y_{v,septiembre} + \varepsilon_{v,octubre}$
- $y_{v,noviembre} = \varphi_1 y_{v,octubre} + \varphi_2 y_{v,septiembre} + \varepsilon_{v,noviembre} - \theta_1 \text{noviembre} \varepsilon_{v,octubre} - \theta_2 \text{noviembre} \varepsilon_{v,septiembre} - \theta_3 \text{noviembre} \varepsilon_{v,agosto}$
- $y_{v,diciembre} = \varphi_1 y_{v,noviembre} + \varphi_2 y_{v,octubre} + \varepsilon_{v,diciembre} - \theta_1 \text{diciembre} \varepsilon_{v,noviembre} - \theta_2 \text{diciembre} \varepsilon_{v,octubre} - \theta_3 \text{diciembre} \varepsilon_{v,septiembre}$

Rio Moche

- $y_{v,enero} = \varphi_1 y_{v,diciembre} + \varepsilon_{v,enero}$
- $y_{v,febrero} = \varphi_1 y_{v,enero} + \varepsilon_{v,febrero} - \theta_{1\text{ febrero}} \varepsilon_{v,enero}$
- $y_{v,marzo} = \varphi_1 y_{v,marzo} + \varepsilon_{v,marzo} - \theta_{1\text{ marzo}} \varepsilon_{v,febrero}$
- $y_{v,abril} = \varphi_1 y_{v,marzo} + \varphi_2 y_{v,febrero} + \varphi_3 y_{v,enero} + \varepsilon_{v,enero} - \theta_{1\text{ abril}} \varepsilon_{v,marzo}$
- $y_{v,mayo} = \varphi_1 y_{v,abril} + \varphi_2 y_{v,marzo} + \varepsilon_{v,mayo} - \theta_{1\text{ mayo}} \varepsilon_{v,abril} - \theta_{2\text{ mayo}} \varepsilon_{v,marzo}$
- $y_{v,junio} = \varphi_1 y_{v,mayo} + \varphi_2 y_{v,abril} + \varepsilon_{v,junio} - \theta_{1\text{ junio}} \varepsilon_{v,mayo}$
- $y_{v,julio} = \varphi_1 y_{v,junio} + \varphi_2 y_{v,mayo} + \varepsilon_{v,julio} - \theta_{1\text{ julio}} \varepsilon_{v,junio}$
- $y_{v,agosto} = \varphi_1 y_{v,julio} + \varphi_2 y_{v,junio} + \varphi_3 y_{v,abril} + \varepsilon_{v,agosto} - \theta_{1\text{ agosto}} \varepsilon_{v,julio}$
- $y_{v,septiembre} = \varphi_1 y_{v,agosto} + \varepsilon_{v,septiembre}$
- $y_{v,octubre} = \varphi_1 y_{v,septiembre} + \varphi_2 y_{v,agosto} + \varepsilon_{v,octubre} - \theta_{1\text{ octubre}} \varepsilon_{v,septiembre}$
- $y_{v,noviembre} = \varphi_1 y_{v,octubre} + \varepsilon_{v,noviembre}$
- $y_{v,diciembre} = \varphi_1 y_{v,noviembre} + \varepsilon_{v,diciembre}$

Rio Virú

- $y_{v,enero} = \varphi_1 y_{v,diciembre} + \varphi_2 y_{v,noviembre} + \varepsilon_{v,enero}$
- $y_{v,febrero} = \varphi_1 y_{v,enero} + \varphi_1 y_{v,diciembre} + \varepsilon_{v,febrero}$
- $y_{v,marzo} = \varphi_1 y_{v,marzo} + \varepsilon_{v,marzo} - \theta_1 \text{ marzo } \varepsilon_{v,febrero} - \theta_2 \text{ marzo } \varepsilon_{v,enero} - \theta_3 \text{ marzo } \varepsilon_{v,diciembre}$
- $y_{v,abril} = \varphi_1 y_{v,marzo} + \varphi_2 y_{v,febrero} + \varphi_3 y_{v,enero} + \varepsilon_{v,enero} - \theta_1 \text{ abril } \varepsilon_{v,marzo}$
- $y_{v,mayo} = \varphi_1 y_{v,abril} + \varphi_2 y_{v,marzo} + \varphi_3 y_{v,febrero} + \varepsilon_{v,mayo} - \theta_1 \text{ mayo } \varepsilon_{v,abril} - \theta_2 \text{ mayo } \varepsilon_{v,marzo} - \theta_3 \text{ mayo } \varepsilon_{v,febrero}$
- $y_{v,junio} = \varphi_1 y_{v,mayo} + \varepsilon_{v,junio} - \theta_1 \text{ junio } \varepsilon_{v,mayo}$
- $y_{v,julio} = \varphi_1 y_{v,junio} + \varepsilon_{v,julio} - \theta_1 \text{ julio } \varepsilon_{v,junio}$
- $y_{v,agosto} = \varphi_1 y_{v,julio} + \varphi_2 y_{v,junio} + \varphi_3 y_{v,abril} + \varepsilon_{v,agosto}$
- $y_{v,septiembre} = \varphi_1 y_{v,agosto} + \varepsilon_{v,septiembre}$
- $y_{v,octubre} = \varphi_1 y_{v,septiembre} + \varphi_2 y_{v,agosto} + \varepsilon_{v,octubre}$
- $y_{v,noviembre} = \varphi_1 y_{v,octubre} + \varepsilon_{v,noviembre}$
- $y_{v,diciembre} = \varphi_1 y_{v,noviembre} + \varepsilon_{v,diciembre}$

4.6 Análisis de los residuos de cada modelo generado para cada mes del caudal afluyente al proyecto especial Chavimochic.

Tabla 6

*Prueba de Contaste de los Residuos de los Modelos PARMA (p, q) Seleccionados para
cada rio según el mes*

MES	Rio Chicama		Rio Moche		Rio Virú		T- tabular
	Tc	Decisión	Tc	Decisión	Tc	Decisión	
Enero	-0.62	Si	-0.71	Si	-0.92	Si	1.96
Febrero	-1.5	Si	-0.69	Si	-0.06	Si	1.96
Marzo	-0.47	Si	-0.46	Si	-0.47	Si	1.96
Abril	-0.3	Si	-0.47	Si	-0.85	Si	1.96
Mayo	0.88	Si	-0.9	Si	1.1	Si	1.96
Junio	0.35	Si	-0.84	Si	-1.59	Si	1.96
Julio	-0.51	Si	-1.2	Si	-1.38	Si	1.96
Agosto	0.79	Si	-1.25	Si	0.35	Si	1.96
setiembre	0.38	Si	-0.49	Si	0.37	Si	1.96
Octubre	1.19	Si	-0.18	Si	-0.55	Si	1.96
noviembre	-1.52	Si	0.24	Si	0.38	Si	1.96
diciembre	0.01	Si	-0.66	Si	-0.67	Si	1.96

En la tabla 6, se muestran el análisis de los residuos generados por los modelos seleccionados donde se evidencian al estadístico de contraste de los residuos se dónde la hipótesis nula donde la media = 0, con el nivel de significación del 5% si $|t| \leq 1.96$. por lo tanto, concluimos que la media de los residuos es cero.

Tabla 7*Evaluación de la Estacionariedad de los Residuos mediante la Prueba Box-Pierce*

Mes	Rio Chicama		Decisión	Rio Moche		Decisión	Rio Virú		Decisión
	Box-Pierce	p-valor		Box-Pierce	p-valor		Box-Pierce	p-valor	
Enero	17.324	0.433	Acepta Ho	17.011	0.454	Acepta Ho	13.985	0.668	Acepta Ho
Febrero	15.372	0.569	Acepta Ho	12.176	0.789	Acepta Ho	15.871	0.533	Acepta Ho
Marzo	15.066	0.591	Acepta Ho	12.493	0.769	Acepta Ho	13.238	0.720	Acepta Ho
Abril	14.500	0.631	Acepta Ho	20.489	0.250	Acepta Ho	14.524	0.630	Acepta Ho
Mayo	13.029	0.734	Acepta Ho	10.283	0.891	Acepta Ho	14.952	0.599	Acepta Ho
Junio	22.923	0.152	Acepta Ho	14.987	0.596	Acepta Ho	9.370	0.928	Acepta Ho
Julio	15.080	0.590	Acepta Ho	18.181	0.377	Acepta Ho	24.499	0.107	Acepta Ho
Agosto	21.528	0.204	Acepta Ho	23.437	0.136	Acepta Ho	34.224	0.008	Rechaza Ho
Septiembre	27.631	0.049	Acepta Ho	35.300	0.006	Rechaza Ho	31.508	0.017	Rechaza Ho
Octubre	12.839	0.747	Acepta Ho	7.401	0.978	Acepta Ho	16.894	0.462	Acepta Ho
Noviembre	8.775	0.947	Acepta Ho	13.250	0.719	Acepta Ho	10.780	0.868	Acepta Ho
Diciembre	11.249	0.843	Acepta Ho	18.160	0.379	Acepta Ho	18.349	0.367	Acepta Ho

En la tabla 7, se presenta la evaluación de la estacionariedad de los residuos mediante el test de Box-Pierce y se basa en las primeras 17 autocorrelaciones, donde la significancia de la prueba es superior a 0.05 en todos los meses de cada rio con excepción del mes de septiembre de los rio Moche y Virú, no obstante, el test evidencia que los residuos son estacionarios.

Tabla 8

Normalidad de los Errores Generados entre la Serie Original y la Serie Generada por el Modelo PARMA (p, q).

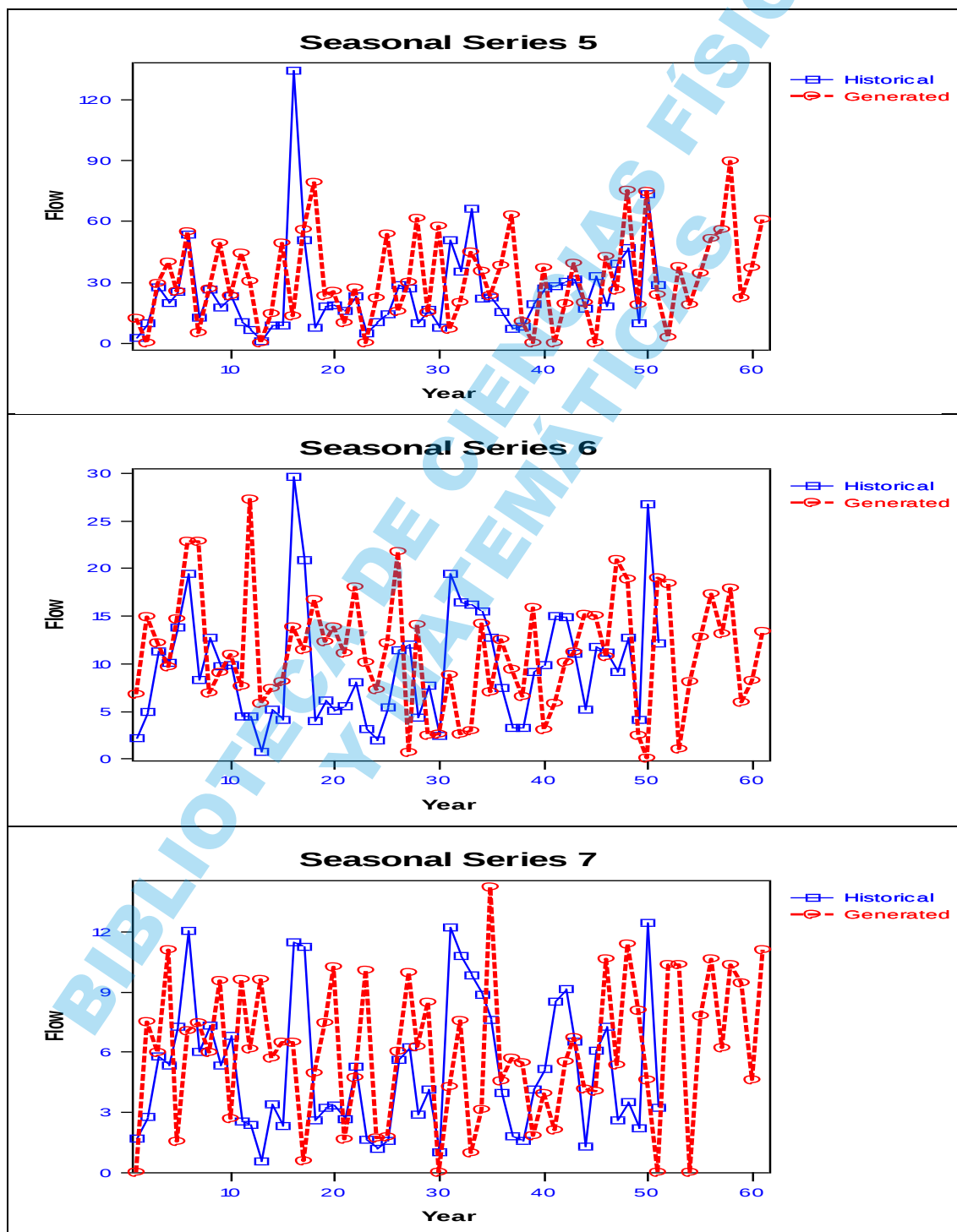
Rio	estadístico	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
Chicama	J-B	69.54	23.57	106.20	12.77	4.37	1.46	0.88	1.94	0.56	1.68	13.26	66.23
	P-valor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.48	0.64	0.37	0.76	0.43	0.00	0.00
	Normal	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
Moche	J-B	39.49	15.00	117.29	2.82	6.20	2.27	2.33	0.37	4.79	3.01	2.62	48.58
	P-valor	0.00	0.00	0.00	0.24	0.05	0.32	0.31	0.83	0.09	0.22	0.27	0.00
	Normal	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
Virú	J-B	27.14	4.27	250.36	6.19	0.38	498.85	115.99	33.57	34.14	2.36	0.79	135.94
	P-valor	0.00	0.11	0.00	0.05	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.68	0.00
	Normal	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si	No

En la tabla 8, se observa la prueba de normalidad mediante el estadístico de prueba de Jarque – Bera (J-B) y su significancia de los residuos (p-valor) de los modelos seleccionados, los residuos para el caudal mensual del río Chicama del mes de mayo a octubre solo cumplen con el supuesto de normalidad, para el caudal mensual del río Moche desde abril hasta noviembre cumplen con el supuesto de normalidad y para el caudal del río Virú solo cumple con los meses de febrero, abril, mayo, octubre y noviembre.

4.7 Comparación entre la serie histórica y la serie generada con pronóstico a 10 años por el modelo PARMA (p, q) validado para cada mes según el río.

Figura 9

Pronósticos del caudal mensual medio generado por el modelo PARMA (p, q) validado para los futuros 10 años del río Chicama.



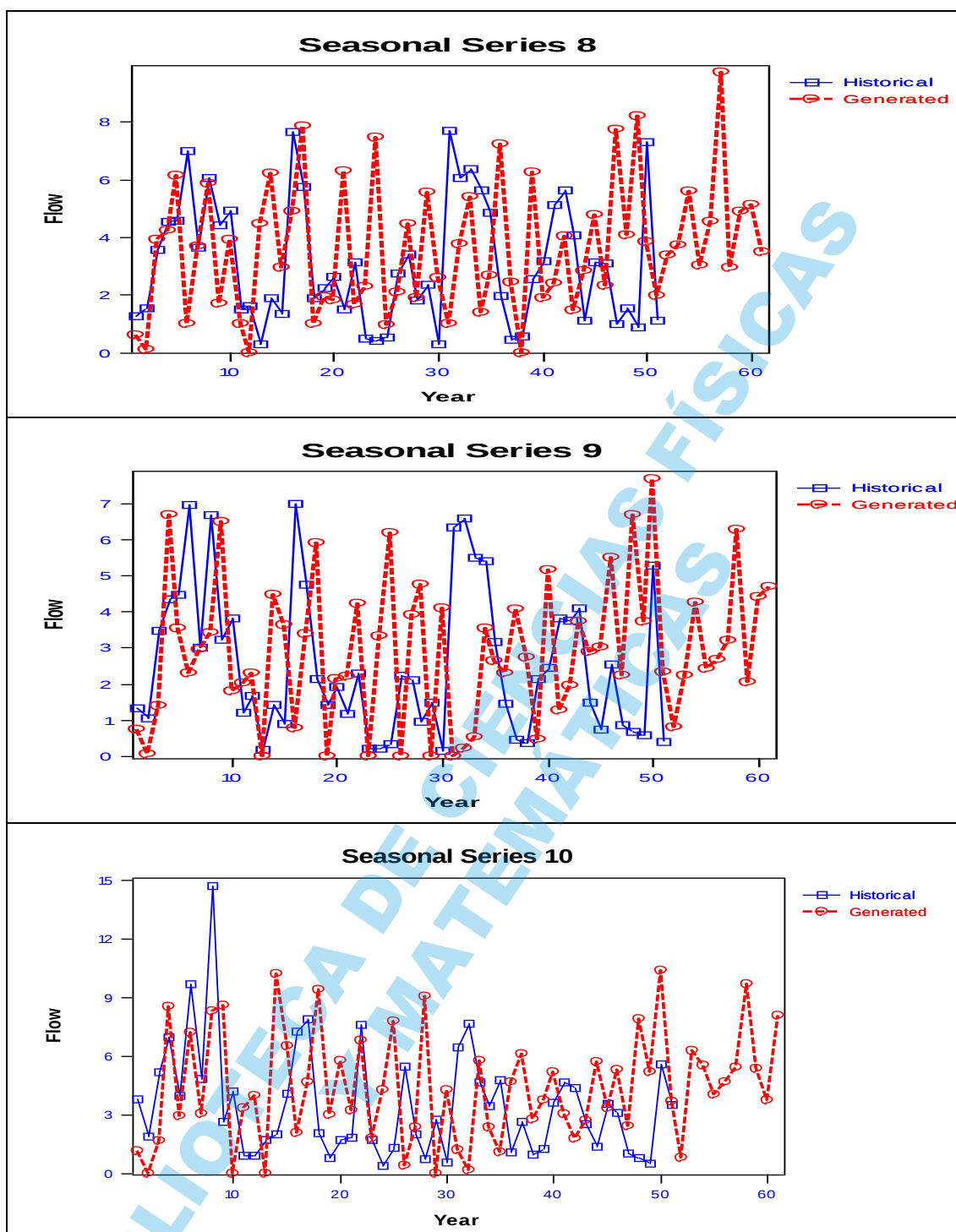
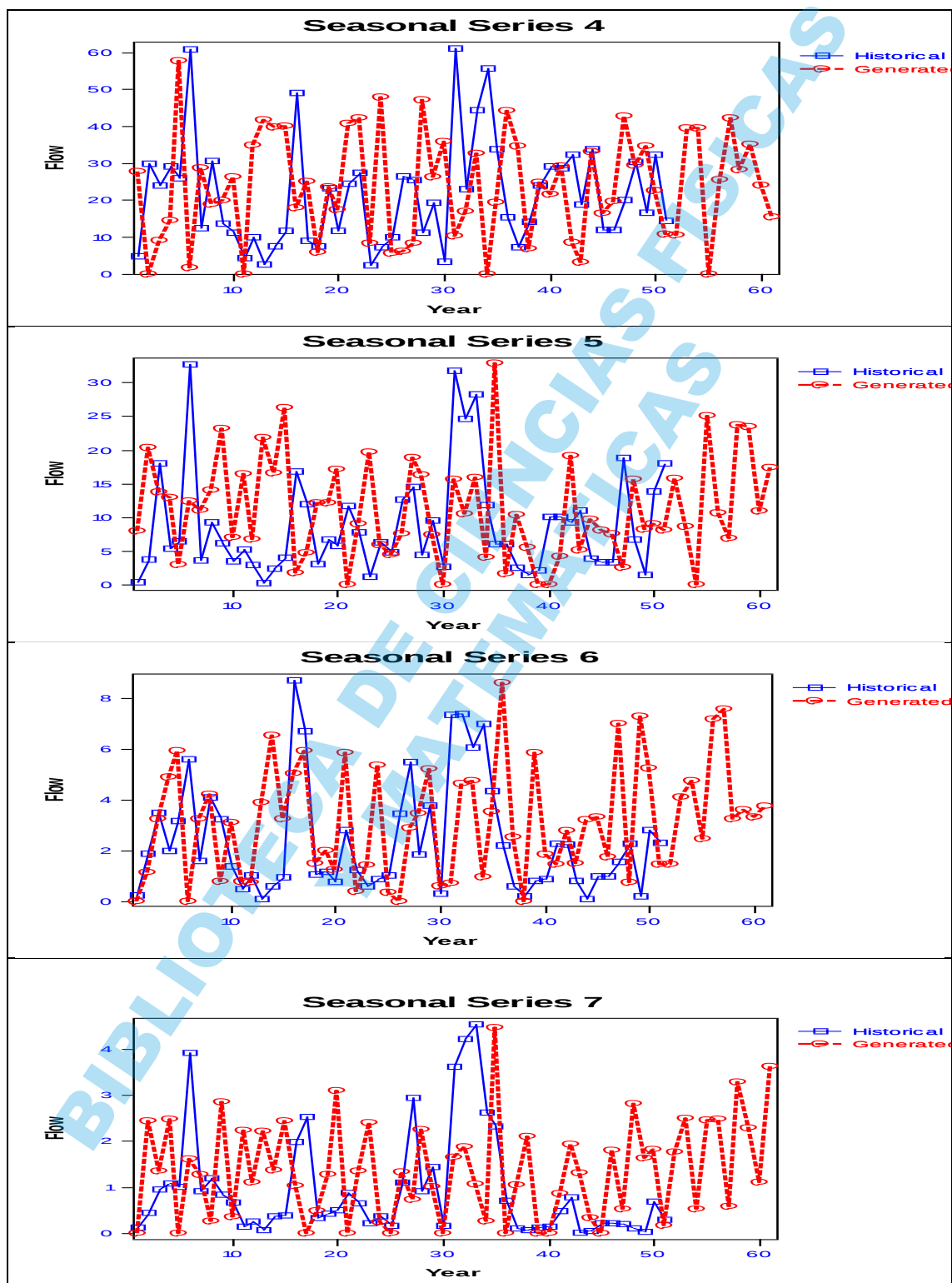


Figura 10

Pronósticos del caudal mensual medio generado por el modelo PARMA (p, q) validado para los futuros 10 años del rio Moche.



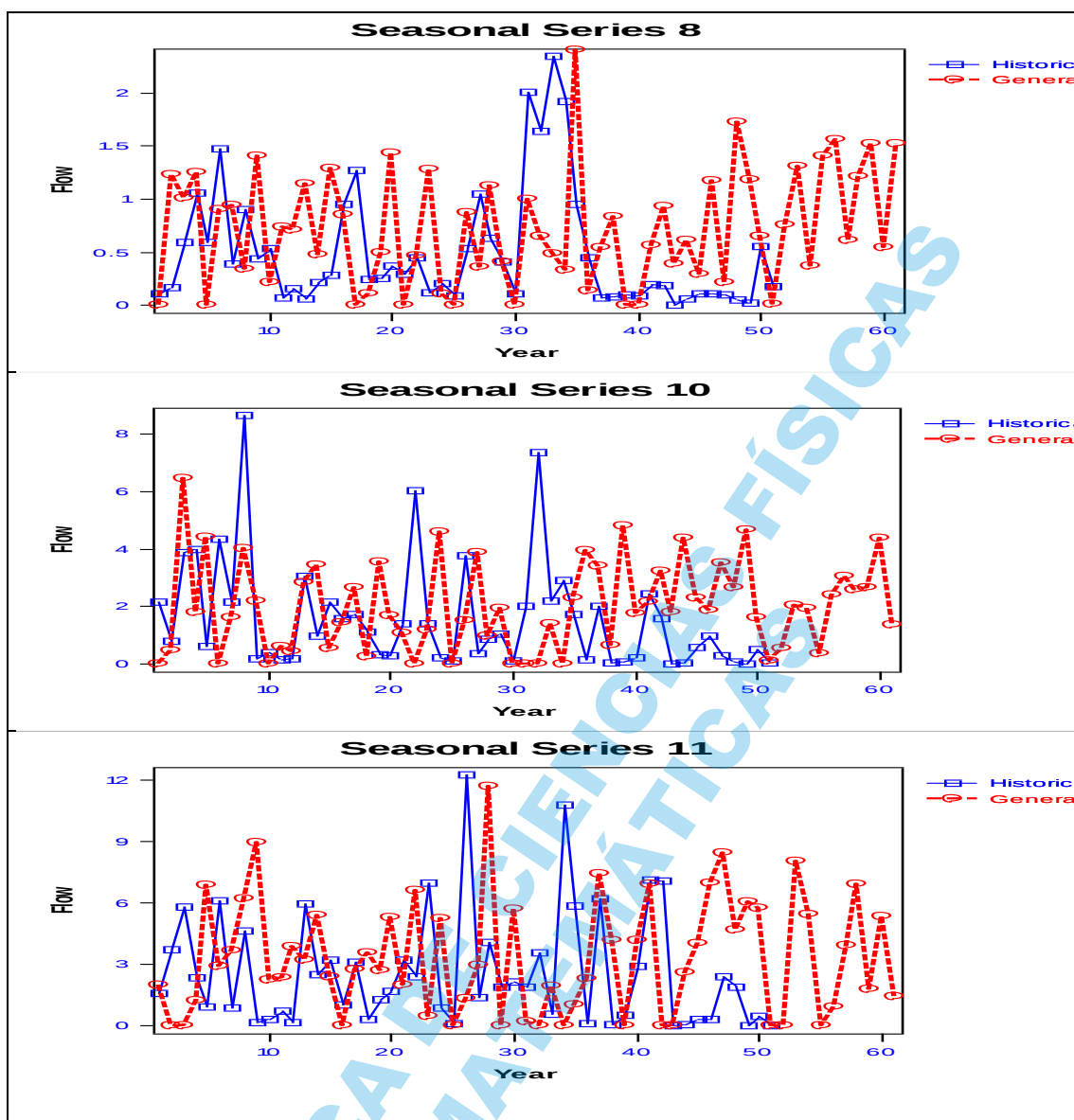
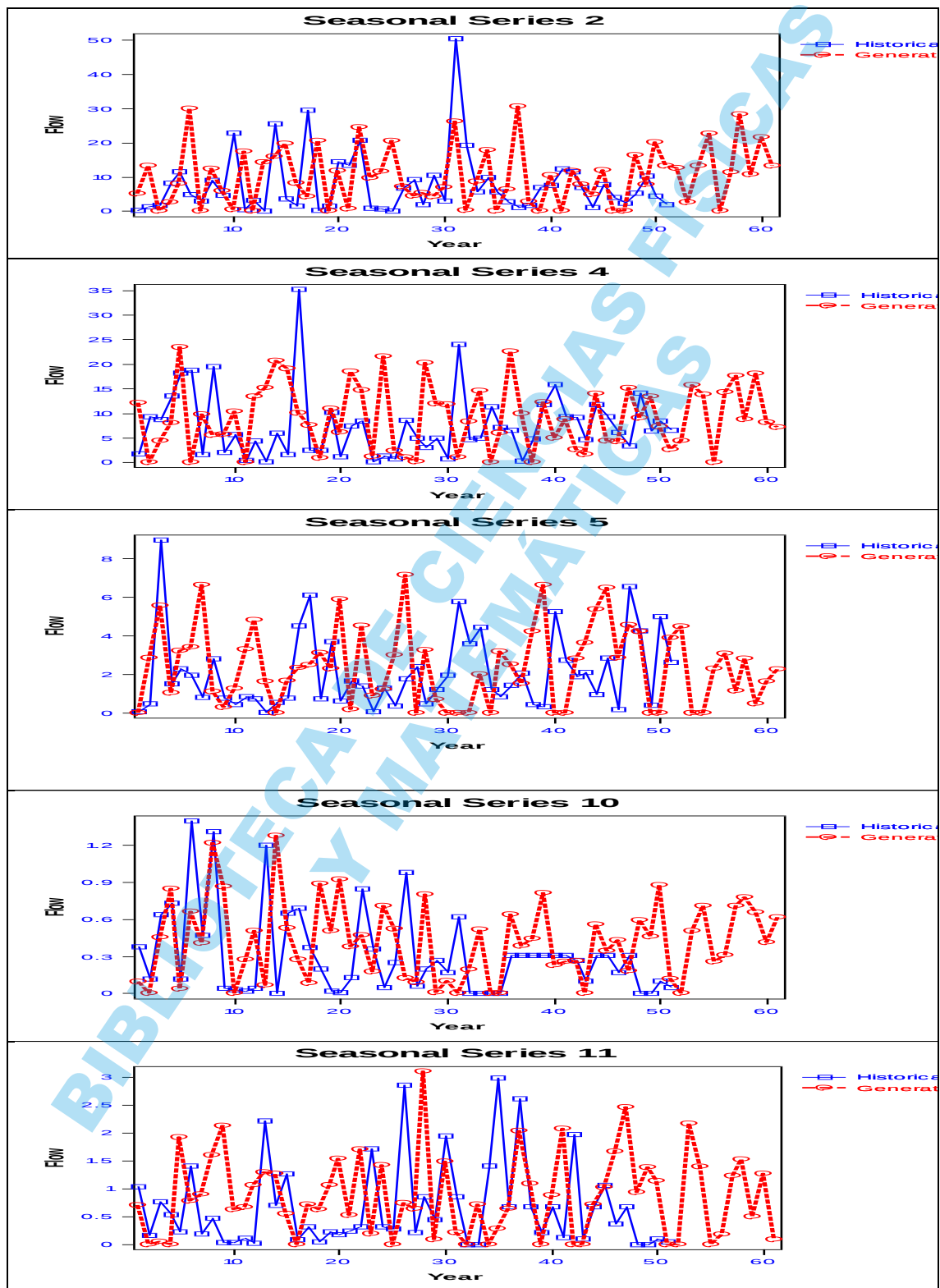


Figura 11

Pronósticos del caudal mensual medio generado por el modelo PARMA (p, q) validado para los futuros 10 años del río Virú.



En las figuras 9, 10 y 11 se evidencia gráficamente el comportamiento de la serie generada y se compara con la histórica, como también un pronóstico para 10 años con los modelos que cumplen los supuestos básicos para modelar (prueba t, normalidad, estacionariedad)

En las Tablas 9, 10 y 11, se observa similitud entre la media (μ) y la desviación estándar (σ), teniendo en cuenta coeficiente de Hurst el rango $0,5 < H < 1$, las series es persistente y lo más probable es que continúe con el misma oscilación, en conclusión, la serie generada tendrá el mismo comportamiento que la serie histórica.

Tabla 9

Coeficiente Hurst de comparación de las series generadas e históricas de cada caudal mensual de río Chicama.

Mes	μ		σ		coef. Hurst	
	histórica	generada	histórica	generada	histórica	generada
Enero						
Febrero						
Marzo						
Abril						
Mayo	25.09	26.51	21.93	19.28	0.56	0.64
Junio	9.73	9.70	6.19	5.89	0.64	0.64
Julio	5.18	5.45	3.32	3.16	0.66	0.61
Agosto	3.11	3.27	2.14	1.96	0.67	0.66
Septiembre	2.56	2.68	2.02	1.83	0.66	0.62
Octubre	3.54	3.74	2.76	2.47	0.68	0.64
Noviembre						
Diciembre						

Nota. μ : media, σ : desviación estándar.

Tabla 10

Coefficiente Hurst de comparación de las series generadas e históricas de cada caudal mensual de río Moche.

Mes	μ		σ		coef. Hurst	
	histórica	generada	histórica	generada	histórica	generada
Enero						
Febrero						
Marzo						
Abril	21.51	22.39	14.28	13.31	0.73	0.61
Mayo	8.86	10.06	7.66	6.82	0.64	0.61
Junio	2.43	2.70	2.20	1.96	0.73	0.64
Julio	0.96	1.15	1.15	0.94	0.78	0.61
Agosto	0.50	0.58	0.56	0.46	0.77	0.61
Septiembre						
Octubre	1.56	1.74	1.87	1.49	0.66	0.66
Noviembre	2.62	2.92	2.80	2.30	0.67	0.57
Diciembre						

Nota. μ : media, σ : desviación estándar.

Tabla 11

Coefficiente Hurst de comparación de las series generadas e históricas de cada caudal mensual de río Virú.

Mes	μ		σ		coef. Hurst	
	histórica	generada	histórica	generada	histórica	generada
Enero						
Febrero	7.77	8.73	9.09	7.40	0.61	0.60
Marzo						
Abril	7.58	8.19	6.74	5.95	0.64	0.62
Mayo	2.08	2.27	1.96	1.75	0.62	0.62
Junio						
Julio						
Agosto						
Septiembre						
Octubre	0.31	0.36	0.34	0.29	0.68	0.63
Noviembre	0.67	0.76	0.77	0.63	0.69	0.58
Diciembre						

Nota. μ : media, σ : desviación estándar.

V. DISCUSION

Finalizado el apartado presentación de resultados se entra a realizar de forma más específica e interpretativa dichos resultados como también una discusión tanto con la teoría como con investigaciones anteriores.

Al hacer el análisis de los datos se evidencia que faltaban datos por lo que se recurrió a la técnica de la media de la serie para completar los datos faltantes, mediante los grafico de cada río, no se observa tendencia, más aún, el estadístico Dickey Fuller es significativo en cada mes de cada río, por lo que no hay raíz unitaria y las series son estacionarias. Además, mediante las funciones de autocorrelaciones y funciones de autocorrelaciones parciales (FAC y FACP) evidencian rezagos sobresalientes eso no significa que sea un patrón constante, no obstante, cuando hay muchos datos sobresalientes podemos afirmar que existe un patrón y es necesario transformar dicha serie. Se concluye que las series no necesitan transformación y se procede a estimar los parámetros para el modelo.

En los modelos PARMA se estimaron mediante el método de los mínimos cuadrados aproximados y seleccionados bajo el AIC y BIC, como también cumplen con los supuestos de validación más predominantes para los caudales de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic son: el modelo PARMA (1,0), el PARMA (1,1) y el PARMA (2,0)

Estos resultados son confirman lo estudiado por Ipanaqué, Rojas y Rubio, (2015) su objetivo fue estimar los mejores modelos PARMA para hacer pronósticos sobre los caudales mensuales del río Jequetepeque, dicho periodos están comprendidos entre los años 1976-2015 de la estación Yonan. Los resultados fueron que los modelos PARMA adecuados para realizar el mejor pronóstico son: PARMA (0,1); PARMA (1,0); PARMA

(1,1) y PARMA (2,0). Donde llegaron a las siguientes conclusiones que la repartición estacional del caudal mensual del río Jequetepeque no son estacionarios; existe diferencia significativa entre los caudales.

Del mismo modo Sarango, Mejía y Guevara (2020), en su artículo llegan a demostrar que el modelo que mejor se ajusta para generar series similares a la histórica es el PARMA (1,1).

También estos resultados cumplen las afirmaciones hechas por Saada (2014). Donde sostiene que los modelos PARMA tienen una estructura de correlación variable que cambia con las estaciones.

Los resultados concuerdan con los resultados de Díaz (2017), donde llega a concluir que los caudales medios mensuales se logran crear a través del modelo PARMA (1,0).

Finalmente, también concuerdan con los resultados de Condezo (2021), en su trabajo de investigación tuvieron el objetivo general desarrollar un análisis para la planificación futura del agua, con los recursos hídricos del proyecto especial Chavimochic y Chinecas, donde también recurrieron a la moderación estocástica donde evaluaron el desempeño del modelo PARMA (1,0).

Para la validación de los modelos PARMA (p, q), los residuos generados por los modelos seleccionados son contrastados bajo la prueba t Student donde hipótesis nula donde $\mu = 0$, con el nivel de significación del 5% si $|t| \leq 1.96$. Del mismo modo la estacionariedad de los residuos mediante la prueba de Box-Pierce, donde el test evidencia que los residuos son estacionarios y para la normalidad de los residuos el estadístico usado fue el de Jarque – Bera.

Finalmente, al generar una serie sintética con proyección a 10 años el coeficiente de Hurst muestra que los valores H son superior al 0.5, lo que indica que las series generadas son persistentes y lo más probable es que continúe con el misma oscilación, por ende, la serie generada tendrá el mismo comportamiento que la serie histórica.

Estos resultados confirman lo dicho por Tesfaye, Meerschaert, y Anderson (2006) donde sostiene que los modelos PARMA proporcionan una herramienta poderosa para modelar series hidrológicas periódicas en general y series de flujo de ríos en particular, así mismo desarrollaron técnicas de identificación y simulación de modelo, basadas en un modelo PARMA para capturar las variaciones estacionales, estadísticas del flujo de un río.

También es corroborado por Shao et al. (2009), quienes sostienen que las estadísticas básicas estacionales, como la media y la varianza, pueden reproducirse mediante modelos PARMA y los cuales se utilizan ampliamente para modelar series temporales hidrológicas estacionales.

Del mismo modo es corroborado por Saada (2014), quien reveló que los experimentos de simulación con modelos PARMA, son capaces de reproducir las estadísticas periódicas básicas, como la media mensual y la desviación estándar. Los modelos PARMA es que tienen una estructura de correlación variable que cambia con las estaciones.

Finalmente, también es corroborado por Alcántara et al (2014), quienes determinaron la eficiencia del modelo GR2M bajo la evaluación de procesos de calibración, validación y sensibilidad en la Cuenca del río Jequetepeque, usando el software, SAMS, determinaron que el PARMA (p, q) les sirvió para generar series sintéticas.

VI. CONCLUSIONES

Al analizar el caudal medio mensual de cada serie hidrológica de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic se concluye que:

1. Los modelos periódicos autorregresivos de medias móviles predominantes para el caudal de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic son: PARMA (1,0) y, PARMA (1,1) y PARMA (2,0).
2. Los modelos PARMA (p, q) para el caudal medio mensual de cada estación de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, seleccionados bajo el criterio de información son:
 - Salinar: PARMA (1,0), en enero, febrero y octubre; PARMA (1,1), en marzo y agosto; PARMA (3,0) en abril; PARMA (2,0), en mayo y septiembre; PARMA (3,3), en junio; PARMA (3,2), en julio y PARMA (2,3), en noviembre y diciembre.
 - Quirihuac: PARMA (1,0), en enero, septiembre, noviembre y diciembre; PARMA (1,1), en febrero, marzo y octubre; PARMA (3,1), en abril; PARMA (2,2), en mayo y julio; PARMA (2,1), en junio y PARMA (3,2), en agosto.
 - Huacapongo-Sifón: PARMA (2,0), en enero, febrero y octubre; PARMA (1,3), en marzo; PARMA (3,1), en abril; PARMA (3,3), en mayo; PARMA (1,1), en junio y julio; PARMA (3,0), en agosto y PARMA (1,0), septiembre, noviembre y diciembre.
3. Los modelos PARMA (p, q) válidos para el caudal mensual medio de los ríos afluentes al proyecto especial Chavimochic, que cumplen los supuestos, son:
 - Salinar: mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre
 - Quirihuac: abril, mayo, junio, julio, agosto, octubre y noviembre
 - Huacapongo-Sifón: febrero, abril, mayo, octubre y noviembre.

4. El coeficiente Hurst que compara las estadísticas generadas e indica la similitud de la serie histórica y generada, por los modelos válidos, es base para afirmar que la serie sintética tendrá la misma oscilación que la histórica.

BIBLIOTECA DE CIENCIAS FÍSICAS
Y MATEMÁTICAS

VII. RECOMENDACION

- Profundizar más en la modelación estocástica de los modelos PARMA para las series hidrológicas mediante métodos de estimación, tales como los de máxima verosimilitud o de los momentos.
- Continuar analizando las series hidrológicas de los diferentes caudales del país como también seguir monitoreando los afluentes al proyecto especial Chavimochic mediante el modelo PARMA, dichos modelos son una alternativa apropiada para series periódicas (mensuales).
- Implementar el software SAMS en las diferentes escuelas de estadística y profundizar más en el estudio de series hidrológicas, ya que es una herramienta muy útil en el análisis estadístico.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alcántara, M., Montalvo, N., Mejía, A. y Ingol, E. (2014). Validación de modelos hidrológicos lluvia- escorrentía para su aplicación a la cabecera de Cuenca del río Jequetepeque. *Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO)*, FIGMMG-UNMSM, 17 (33), 7-17.
- Autoridad Nacional del Agua. ANA (2017). 8° Foro Mundial del Agua Brasilia 2018: Compartiendo Agua, Informe Perú. Lima, Perú.
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Bogotá D.C; Colombia. Pearson educación.
- Cahuana, A., y Yugar, W. (2009). Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Hidrología CIV-233 (Optar al Diploma Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Chambi, Y., (2012). Modelo estocástico Markoviano para predecir las descargas del río Ilave, periodo 1970-2010 (Tesis de Ingeniero Estadístico e Informático). Universidad Nacional Del Altiplano-Puno, Perú.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL (2021). Reflexiones sobre la gestión del agua en América Latina y el Caribe.
- Condezo, B. (2021). Análisis de los sistemas de recursos hídricos en los proyectos especiales Chavimochic y chinecas Perú (Tesis Magister) Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- de la Torre, A. (2011). Los Problemas de Drenaje y Salinidad en el Desierto Costero Peruano, Lima.
- Díaz, A. (2017). Modelación estocástica de los caudales en la cuenca del río Santa. Universidad Nacional Agraria la Molina. Escuela de Posgrado Doctorado

en Recursos Hídricos. Tesis para optar el grado de Doctoris Philosophiae en recursos hídricos. Lima – Perú.

Gujarati, DN; Porter, DC. (2010). Econometría. 5ta ed. Editores, México, MX. MacGraw-Hill/Interamericana.

Hernández, A. (2009). Análisis de series temporales económicas II. 2da ed. Madrid, ES, Esic Editorial. 98 p.

INDECI (2016). DECRETO SUPREMO N° 089-2016-PCM. Informe situacional N° 00043-2016-INDECI/11.0.

IINEI (2012). Perú código de buenas prácticas estadísticas.

Ipanaqué, E., Rojas, M. y Rubio, L. (2015). Distribución temporal del caudal mensual del río Jequetepeque, periodo 1976-2015. Departamento Académico de Estadística, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Perú, 1-13.

Jones, R., y Brelford, W. (1967). Times series with periodic structure, *Biometrika*, 543-4, 403-408.

Leandro, V. (2003). Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos en la cuenca del Río Chicama. Ministerio de agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Intendencia de Recursos Hídricos. Administración técnica del Distrito de riego Chicama. p. 24.

Manterola, C., Grande, L., Otzen, T., Garcia, N., Salazar, P. y Quiroz, G. (2018). Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. *Rev chilena Infectol*.

Ordoñez, J. (2011). Cuartilla Técnica: Ciclo Hidrológico, contribuyendo al Desarrollo de la cultura del agua y gestion integral del recurso hídrico.

- Peña, D. (2010). *Análisis de Series Temporales*. Madrid; ES, Alianza Editorial.
- P. E. Chavimochic (2012). *Proyecto Especial CHAVIMOCH: Memoria 2012*.
- P. E. Chavimochic (2013). *Session extraordinaria del 27 de Agosto del 2013*.
- Rios, G. y Hutado, C. (2008). *Series de tiempo*. Facultad de ciencias físicas y matemáticas. Universidad de Chile.
- Saada, N. (2014). Time series modeling of monthly rainfall in arid areas: case study for saudi arabia. *American Journal of Environmental Sciences*, 10 (3), 277-282.
- Salas, J., Boes, D. y Smith, R. (1982). Estimation of ARMA models with seasonal parameters. *Water Resources Res.*, 18: 1006-1010. DOI: 10.1029/WR018i004p01006.
- Sarango, D. Mejía, A. y Guevara, E. (2020). Uso de serie sintéticas de caudales medios mensuales en la planificación de la operación del sistema eléctrico interconectado nacional del Perú. *Revista Ingeniería UC*, ISSN: 1316–6832, Online ISSN: 2610-8240.
- Sarango, D. (2021). *Modelamiento de serie sintéticas de caudales mensuales en la planificación de la operación del sistema eléctrico interconectado del Perú* (Tesis Doctoris Philosophiae) Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- SENAMHI (2021). *Reporte de Pronóstico Hidrológico Estacional a Nivel Nacional Sep 2021 – Ene 2022*.
- Shao, Q., Wong, H., Li, M., Ip, W. (2009). Streamflow forecasting using functional-coefficient time series model with periodic variation. *J. Hydrol.*, 368: 88-95. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.01.029.

SUNASS (2014). Estudio Tarifario: Determinación de la Fórmula Tarifaria, Estructura Tarifaria y Metas de Gestión aplicable a la Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la Libertad Sociedad Anónima 2014-2019.

Sveinsson, O., Salas, J., Lane, W. y Frevert, D. (2007). Stochastic Analysis, Modeling, and Simulation (SAMS) Version 2007-User's Manual. Colorado.

Tesfaye, Y., Meerschaert, M., y Anderson, P. (2006). Identification of periodic autoregressive moving average models and their application to the modeling of river flows, *Water Resour. Res.*, 42, W01419, doi:10.1029/2004WR003772.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. UNESCO (2015). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015: agua para un mundo sostenible.

Zuñiga, A. (2015). Pronóstico de caudales afluentes para la planificación de la operación de sistemas hidrotérmicos de potencia aplicando el modelo anfis (Tesis pregrado) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1

Solicitud de datos hidrológicos al Proyecto especial Chavimochic



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Escuela Profesional de Estadística

07353767

Proyecto Especial Chavimochic
TRAMITE DOCUMENTARIO
TRUJILLO
INGRESADO
06 SEP. 2019
REG N°
Hora 11:20
Firma
La Recepción de este Documento
No es Señal de Conformidad
04223370

Trujillo, 06 de setiembre de 2019.

CARTA N° 064 - 2019-EPE

PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC

Presente.-

ASUNTO: SOLICITO ACCESO A BASE DE DATOS DE REGISTROS DE LOS RÍOS DE LOS PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC

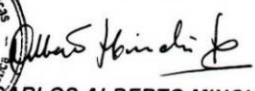
Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y conocedores de su capacidad de colaboración para con los estudiantes de esta casa de estudios; me permito presentar al Sr. **NILTON AGUILAR RAMOS**, con número de matrícula **10510001-15** del **X** ciclo estudiante de la Escuela de Profesional Estadística-UNT; y al mismo tiempo, solicitar su autorización para que la estudiante pueda acceder a información de la base de datos de los registros de los caudales de los ríos **CHAO, VIRU Y MOCHE**; lo que permitirá desarrollar un Proyecto de Investigación en la asignatura de Seminario de Tesis de Ciencias Estadística. Al mismo tiempo dar autorización para que el proyecto pueda ser publicado como tesis de la recurrente.

Agradeciendo anticipadamente, la deferencia en la atención al presente, que redundará en la mejor formación académico profesional de nuestros estudiantes, hago propicia la ocasión para expresarle mi consideración más distinguida.



CAMM/yr.

Atentamente,



Dr. CARLOS ALBERTO MINCHON MEDINA
Director

Av. Juan Pablo II s/n Telef.: 044-474844
(Ciudad Universitaria)

www. unitru.edu.pe
e-mail: estadistica@unitru.edu.pe

Anexo 2

Datos proporcionados por el Proyecto especial Chavimochic



GOBIERNO REGIONAL "LA LIBERTAD"
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC
GERENCIA OPERACION Y MANTENIMIENTO
OPERACION Y RECURSOS HIDRICOS

DESCARGAS MEDIAS DIARIAS DEL RIO VIRU
(En m³/s)

ESTACION: Huacapongo y Sifón Virú Norte: m
RIO: VIRU Este: m PERIODO: 1950-2019

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1950	0.12	6.07	1.71	9.43	1.95	0.39	0.06	0.02	0.02	0.15	0.20	1.50	1.80
1951	1.60	6.39	6.29	1.74	0.89	0.06	0.03	0.03	0.00	0.41	4.19	6.69	2.36
1952	6.60	7.99	15.06	15.93	0.82	0.52	0.29	0.11	0.00	0.03	0.00	0.22	3.97
1953	4.45	28.72	9.76	11.20	1.44	0.34	0.25	0.16	0.12	0.04	0.27	0.69	4.79
1954	5.22	2.27	10.23	1.65	1.23	0.50	0.18	0.14	0.05	0.20	0.87	0.19	1.89
1955	1.53	11.57	10.43	2.46	2.04	1.12	0.45	0.16	0.09	0.58	0.10	0.48	2.58
1956	4.57	8.04	37.24	12.25	2.80	0.60	0.29	0.10	0.04	0.45	0.07	0.05	5.54
1957	0.48	20.84	16.89	18.09	2.83	0.90	0.27	0.10	0.08	0.13	0.46	1.00	5.17
1958	3.01	3.40	21.28	4.92	0.96	0.39	0.11	0.06	0.05	0.11	0.06	0.05	2.86
1959	0.04	1.42	13.46	14.93	4.26	0.31	0.19	0.06	0.05	0.37	0.51	3.49	3.26
1960	5.63	7.64	16.78	5.97	1.58	0.27	0.08	0.05	0.06	0.09	0.21	0.28	3.22
1961	5.17	3.44	9.39	6.87	2.43	0.52	0.15	0.06	0.06	0.06	0.07	0.48	2.39
1962	7.01	12.56	28.17	14.57	1.81	0.31	0.14	0.08	0.06	0.05	0.10	0.05	5.41
1963	0.31	0.21	14.17	22.35	1.82	0.13	0.06	0.05	0.02	0.02	0.04	3.86	3.59
1964	3.31	7.84	9.26	9.96	2.61	0.28	0.19	0.25	0.20	0.36	1.81	0.33	3.03
1965	0.43	1.13	22.27	11.57	0.83	0.22	0.16	0.03	0.11	0.30	0.38	0.61	3.17
1966	3.66	1.90	1.70	1.12	1.02	0.22	0.11	0.05	0.04	0.99	0.73	0.11	0.97
1967	3.93	30.33	11.21	1.72	1.06	0.38	0.31	0.12	0.03	3.10	0.94	0.32	4.45
1968	0.44	0.37	2.60	1.78	0.06	0.06	0.03	0.03	0.03	0.38	1.04	0.32	0.59
1969	0.19	1.44	10.09	9.42	0.46	0.18	0.04	0.03	0.02	0.12	0.16	5.61	2.31
1970	27.81	1.72	2.39	8.78	8.98	1.50	0.47	0.21	0.23	0.84	0.77	4.16	4.80
1971	1.72	8.29	24.89	13.61	1.51	0.55	0.42	0.37	0.30	0.73	0.53	4.15	4.76
1972	8.12	11.63	66.30	18.20	2.30	1.20	0.42	0.37	0.16	0.12	0.22	2.91	9.33
1973	10.42	4.93	10.71	18.74	1.94	1.32	1.34	0.80	0.57	1.40	1.40	1.13	4.56
1974	4.15	3.05	3.86	1.73	0.81	0.56	0.43	0.23	0.26	0.47	0.19	0.10	1.32
1975	2.71	9.15	51.06	19.51	2.80	2.04	0.67	0.34	0.42	1.31	0.47	0.18	7.56
1976	3.76	4.69	6.85	2.07	0.75	0.61	0.33	0.20	0.12	0.04	0.03	0.03	1.62
1977	1.61	22.80	17.09	5.73	0.43	0.41	0.21	0.11	0.04	0.03	0.03	0.50	4.08
1978	0.12	0.59	0.41	0.46	0.84	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.11	0.06	0.23
1979	0.23	3.15	15.26	4.40	0.71	0.39	0.11	0.04	0.07	0.04	0.02	0.01	2.03
1980	0.10	0.04	0.11	0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.20	2.21	6.61	0.87
1981	0.99	25.61	37.87	6.00	0.54	0.09	0.04	0.03	0.01	0.00	0.70	1.29	6.10
1982	0.37	3.68	1.70	1.62	0.76	0.17	0.11	0.08	0.04	0.65	1.26	1.29	0.98
1983	15.56	1.47	22.39	35.27	4.51	1.36	0.21	0.08	0.06	0.69	0.08	1.34	6.92
1984	0.54	29.57	13.58	2.51	6.11	1.29	0.56	0.14	0.06	0.37	0.31	2.26	4.78
1985	0.97	0.31	1.41	2.51	0.74	0.23	0.13	0.06	0.11	0.20	0.05	0.16	0.57
1986	2.97	1.60	1.80	10.18	3.71	0.29	0.10	0.04	0.02	0.02	0.22	2.09	1.92
1987	15.29	14.57	4.53	1.27	0.62	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.17	0.05	3.05
1988	4.32	13.40	3.99	7.41	1.67	0.31	0.05	0.01	0.01	0.13	0.24	0.28	2.65
1989	3.18	20.71	8.03	8.43	1.41	0.15	0.07	0.04	0.03	0.85	0.31	0.02	3.60
1990	0.88	0.90	0.39	0.17	0.06	0.10	0.09	0.07	0.04	0.36	1.72	1.08	0.49
1991	0.14	0.70	3.01	1.39	1.30	0.11	0.05	0.05	0.04	0.05	0.31	0.42	0.63
1992	0.16	0.06	1.24	0.81	0.34	0.27	0.06	0.03	0.03	0.25	0.27	0.04	0.30
1993	1.05	6.71	9.10	8.64	1.75	0.39	0.19	0.05	0.29	0.98	2.86	3.09	2.92
1994	6.37	9.29	14.78	4.97	2.39	0.66	0.29	0.16	0.11	0.06	0.21	0.74	3.33
1995	1.26	2.02	0.95	3.10	0.46	0.17	0.13	0.13	0.08	0.20	0.86	1.07	0.87
1996	4.97	10.46	9.24	5.02	1.20	0.70	0.39	0.20	0.13	0.27	0.44	0.28	2.77
1997	0.16	3.03	2.89	0.74	1.94	0.34	0.17	0.12	0.11	0.17	1.94	14.85	2.20
1998	23.75	50.51	129.13	24.03	5.77	1.75	0.50	0.25	0.19	0.62	0.85	0.28	19.80
1999	0.97	19.23	8.98	4.68	3.60	1.29	0.18	0.07	0.03	0.00	0.00	0.22	3.27
2000	0.49	5.75	12.70	5.00	4.45	0.09	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.77	2.45
2001	11.95	10.00	22.09	11.43	1.22	0.85	0.41	0.18	0.01	0.00	1.41	2.64	5.18
2002	0.61	5.84	19.05	7.13	0.84	0.10	0.06	0.01	0.00	0.00	2.99	3.08	3.31
2003	1.52	2.86	5.32	6.61	1.43	0.35	0.10	-	-	-	-	-	2.60
2004	-	1.15	2.20	0.36	-	0.10	-	-	-	-	2.61	3.60	1.67
2005	2.11	1.83	9.11	4.81	0.42	0.11	0.01	-	-	-	-	-	2.63
2006	0.88	6.99	23.75	11.89	0.32	0.11	0.07	-	-	-	0.21	3.02	5.25
2007	8.29	7.54	13.01	15.94	5.26	9.96	0.16	0.03	-	-	-	0.06	6.69
2008	4.93	12.38	13.89	9.35	2.74	0.27	0.12	0.03	-	-	0.12	-	4.87
2009	4.36	11.64	10.38	9.17	1.86	0.62	0.37	0.19	0.11	0.27	1.97	6.59	3.96
2010	2.62	7.00	2.87	4.74	2.09	0.22	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.68
2011	1.92	1.17	1.50	11.77	0.96	0.11	0.10	0.07	-	-	-	2.69	2.25
2012	5.37	7.89	9.46	9.43	2.85	0.41	0.13	-	-	-	1.06	0.42	4.11
2013	2.03	4.04	19.34	6.20	0.16	0.10	0.10	0.02	0.00	0.17	0.36	2.44	2.91
2014	2.00	2.38	10.29	3.36	6.55	0.58	0.20	0.11	0.03	-	-	0.42	2.59
2015	8.83	5.41	19.37	14.23	4.25	1.01	0.15	0.06	0.00	0.00	0.00	2.25	4.63
2016	1.77	10.23	8.14	6.52	0.40	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26
2017	0.36	4.45	30.72	8.49	5.01	1.52	0.36	0.27	0.14	0.10	0.10	0.25	4.31
2018	2.45	1.87	3.63	6.55	2.62	0.46	0.26	0.09	0.05	0.05	0.05	1.27	1.61
2019	0.11	9.81	10.03	2.69	0.39	0.05	0.00	0.00	-	-	-	-	2.89
Promedio	3.84	8.11	14.13	7.94	1.98	0.62	0.20	0.11	0.08	0.34	0.66	1.62	3.30

GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC
ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

ING. OLSON AVELLANEDA VARGAS
FEDATARIO INSTITUCIONAL
REG N° _____ TRUJILLO



GOBIERNO REGIONAL "LA LIBERTAD"
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHE
GERENCIA OPERACION Y MANTENIMIENTO
OPERACION Y RECURSOS HIDRICOS

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO MOCHE

(m³/s)

ESTACION: QUIRIHUAC / MOCHE (PUENTE DE FIERRO)

Norte:

9,106,094 m

PERIODO: 1950-2019

Altitud : 196 m.s.n.m.

Este:

734,385 m

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Prom.
1950	0.51	6.13	4.96	10.02	1.05	0.63	0.38	0.18	0.10	0.32	0.85	4.85	2.50
1951	2.59	12.92	10.51	12.57	1.89	0.52	0.21	0.05	-	3.99	4.10	11.54	5.54
1952	16.78	15.30	56.10	47.39	6.18	2.25	0.69	0.25	-	0.15	0.04	2.58	14.43
1953	14.26	49.86	42.55	39.89	9.04	2.37	1.05	0.52	0.87	0.72	4.43	5.51	14.26
1954	16.86	8.30	48.38	11.62	4.52	1.46	0.52	0.29	0.24	3.75	5.69	1.17	8.57
1955	6.07	34.89	28.71	11.68	5.89	3.30	0.68	0.26	0.58	1.84	1.10	2.33	8.11
1956	10.50	35.86	70.17	44.08	7.95	2.05	0.68	0.36	0.30	3.43	0.51	0.19	14.67
1957	1.14	20.76	54.88	67.23	11.18	2.19	0.83	0.30	0.51	0.39	1.35	1.48	13.52
1958	6.14	9.43	35.08	14.44	4.76	1.26	0.41	0.27	0.12	0.96	0.15	0.23	6.10
1959	0.12	5.46	24.78	48.98	13.66	1.93	0.82	0.31	0.37	1.77	2.18	6.03	8.87
1960	7.73	18.06	30.75	15.83	3.91	0.90	0.33	0.22	0.48	0.76	0.66	1.11	6.73
1961	9.26	5.09	18.34	16.09	7.59	2.23	0.50	0.15	0.09	0.18	1.00	3.19	5.31
1962	15.65	31.86	68.24	52.63	7.43	2.32	0.76	0.37	0.25	0.26	1.07	0.28	15.09
1963	0.42	0.64	24.63	28.43	6.58	0.80	0.35	0.18	0.07	0.27	1.46	7.24	5.92
1964	9.82	16.55	38.83	59.12	10.80	1.89	1.02	0.84	0.68	2.58	6.69	0.86	12.47
1965	1.70	3.40	37.09	20.59	6.82	1.33	0.58	0.32	0.44	1.66	3.37	3.02	6.89
1966	30.30	10.21	11.52	9.85	5.95	0.89	0.38	0.19	0.19	3.00	3.95	0.85	6.45
1967	22.05	95.27	49.42	13.09	5.94	1.43	0.81	0.35	0.23	3.42	1.21	0.74	16.16
1968	0.69	1.11	7.76	4.80	0.51	0.24	0.13	0.11	0.24	2.16	1.58	0.82	1.68
1969	0.62	4.63	27.65	29.96	3.80	1.89	0.45	0.17	0.13	0.78	3.70	12.64	7.20
1970	28.18	4.30	7.99	24.12	18.06	3.52	0.96	0.59	0.87	3.89	5.79	10.43	9.06
1971	4.70	10.10	54.59	29.14	5.48	1.99	1.09	1.06	1.29	3.99	2.35	4.71	10.04
1972	9.78	8.99	46.13	26.05	6.49	3.19	1.01	0.59	0.35	0.62	0.91	4.82	9.08
1973	15.57	8.60	28.25	60.87	32.75	5.62	3.93	1.48	1.97	4.34	6.11	5.18	14.56
1974	10.49	16.50	15.52	12.35	3.69	1.60	0.92	0.39	0.45	2.16	0.87	1.08	5.50
1975	7.55	17.89	59.95	30.77	9.27	4.13	1.20	0.90	3.44	8.65	4.62	0.99	12.45
1976	5.64	10.19	29.05	13.61	6.27	3.26	0.85	0.44	0.38	0.20	0.16	0.38	5.87
1977	8.75	53.55	23.01	11.26	3.57	1.38	0.68	0.54	0.33	0.40	0.32	1.97	8.81
1978	0.64	1.14	2.27	4.41	5.33	0.50	0.15	0.07	0.24	0.17	0.72	0.63	1.36
1979	1.63	7.16	23.85	9.87	3.05	1.04	0.25	0.16	0.35	0.19	0.16	0.13	3.98
1980	0.18	0.21	1.16	2.69	0.29	0.10	0.07	0.06	0.03	3.04	5.96	23.82	3.13
1981	2.40	41.92	27.91	7.52	2.49	0.61	0.38	0.22	0.13	0.98	2.48	7.87	7.91
1982	2.47	8.41	4.72	11.77	4.14	0.97	0.40	0.28	0.13	2.17	3.22	10.28	4.08
1983	23.47	9.45	55.29	49.06	16.83	8.74	1.99	0.95	0.87	1.60	1.02	6.40	14.64
1984	3.04	42.12	26.59	9.02	12.03	6.71	2.54	1.27	0.93	1.74	3.13	6.69	9.65
1985	2.86	3.38	6.97	7.47	3.21	1.09	0.34	0.24	1.27	1.12	0.33	1.49	2.48
1986	13.84	7.77	8.65	23.29	6.72	1.18	0.43	0.25	0.28	0.33	1.26	4.04	5.67
1987	19.23	21.40	9.96	11.72	5.79	0.80	0.51	0.37	0.27	0.28	1.67	1.03	6.09
1988	9.46	18.21	9.21	24.39	11.76	2.83	0.88	0.29	0.19	1.42	3.21	1.87	6.98
1989	10.95	27.19	22.02	27.34	7.88	1.25	0.66	0.45	0.38	6.01	2.41	0.53	8.92
1990	0.46	3.48	5.40	2.34	1.33	0.62	0.23	0.12	0.11	1.40	6.96	4.83	2.27
1991	1.56	4.45	12.09	7.36	6.34	0.90	0.37	0.21	0.10	0.24	0.88	1.15	2.97
1992	1.85	0.57	7.10	9.93	4.96	1.04	0.16	0.09	0.06	0.10	0.13	0.05	2.17
1993	0.71	15.54	28.28	26.51	12.75	3.46	1.10	0.54	0.76	3.77	12.26	7.63	9.44
1994	19.24	33.09	26.76	25.48	14.51	5.52	2.95	1.05	0.90	0.35	1.37	4.33	11.30
1995	3.76	6.20	7.68	11.27	4.51	1.87	0.91	0.63	0.20	0.86	4.05	4.23	3.85
1996	8.05	19.81	20.73	19.31	9.64	3.78	1.45	0.41	0.23	1.03	1.91	0.26	7.22
1997	0.24	6.24	4.33	3.33	2.77	0.33	0.17	0.11	0.11	0.10	2.14	33.98	4.49
1998	63.56	121.15	213.07	61.27	31.73	7.36	3.62	2.01	2.58	2.02	1.89	0.87	42.59
1999	7.44	66.74	16.00	23.09	24.69	7.41	4.23	1.64	3.46	7.34	3.55	6.93	14.38
2000	4.90	19.98	36.44	44.39	28.23	6.07	4.55	2.35	1.67	2.21	0.56	3.94	12.94
2001	23.26	29.84	84.52	55.82	11.83	7.00	2.62	1.92	2.80	2.92	10.78	8.61	20.16
2002	4.47	10.18	36.57	33.76	6.09	4.35	2.32	0.95	0.49	1.74	5.86	7.55	9.53
2003	6.02	12.24	14.32	15.49	6.09	2.22	0.71	0.45	0.20	0.16	0.13	1.20	4.94
2004	0.86	7.95	12.16	7.22	2.59	0.61	0.10	0.07	0.06	2.02	6.22	10.43	4.19
2005	4.91	5.32	19.18	14.24	1.53	0.21	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.53	3.85
2006	1.76	28.89	36.22	23.97	2.24	0.84	0.12	0.10	0.08	0.08	0.50	5.75	8.38
2007	12.20	12.22	20.37	29.24	10.19	0.89	0.15	0.09	0.07	0.22	2.93	1.22	7.48
2008	5.71	20.96	29.19	28.73	10.10	2.29	0.49	0.20	0.12	2.44	7.14	1.21	9.05
2009	15.64	29.43	39.78	32.27	9.32	2.25	0.78	0.19	0.15	1.58	7.07	13.24	12.64
2010	4.22	11.80	16.72	18.72	11.13	0.82	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.29
2011	5.59	3.95	6.78	33.78	3.98	0.12	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	4.63	4.93
2012	3.78	13.38	64.07	12.03	3.39	1.00	0.22	0.11	0.10	0.59	0.31	2.26	8.44
2013	0.00	12.37	64.07	12.03	3.39	1.00	0.22	0.11	0.10	0.97	0.31	8.38	8.58
2014	4.49	5.37	20.82	20.06	18.93	1.58	0.21	0.10	0.05	0.28	2.42	3.92	6.52
2015	24.80	22.22	61.78	30.39	6.74	2.30	0.11	0.05	0.05	0.08	1.87	7.74	13.18
2016	5.36	16.16	19.01	16.73	1.57	0.21	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	4.93
2017	2.03	12.40	75.98	32.34	13.93	2.84	0.69	0.55	0.45	0.51	0.46	1.75	12.00
2018	3.89	5.60	7.44	14.46	18.00	2.34	0.29	0.18	0.06	0.05	0.00	0.00	4.36
2019	0.73	22.32	30.26	19.63	6.17	0.68	0.12	0.03					9.99
MEDIA	8.51	18.34	31.29	23.43	8.27	2.20	0.86	0.38	0.21	1.58	2.52	4.46	8.59



GOBIERNO REGIONAL "LA LIBERTAD"
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHE
ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

ING. OLSON AVELLANEDA VARGAS
FEDATARIO INSTITUCIONAL
REG. N° _____ TRUJILLO



GOBIERNO REGIONAL "LA LIBERTAD"
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC
GERENCIA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN
OPERACION Y RECURSOS HUMANOS

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO CHOROBAL
(En m³/s)

ESTACION: CHOROBAL
RIO: CHOROBAL

Norte: 9,063,001 m
Este: 764,844 m

PERIODO: 1998-2019

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1998	3.034	17.329	11.774	2.526	0.393	0.399	0.254	0.155	0.121	0.076	0.062	0.058	3.015
1999	0.007	7.405	1.579	0.355	0.082	0.082	0.065	0.060	0.048	0.022	0.004	0.000	0.809
2000	0.000	0.723	2.024	0.157	0.084	0.080	0.072	0.060	0.033	0.000	0.000	0.000	0.269
2001	1.798	0.908	5.091	0.779	0.061	0.057	0.035	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.728
2002	0.000	0.355	3.774	1.064	0.068	0.047	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.447
2003	0.000	0.000	0.000	0.138	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
2004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.019	0.002
2005	0.003	0.116	0.095	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018
2006	0.000	0.256	2.029	1.199	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.290
2007	0.172	0.204	0.942	1.104	0.144	0.052	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.220
2008	0.110	0.761	1.050	0.650	0.153	0.137	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.245
2009	0.217	1.437	1.227	2.147	0.208	0.200	0.100	0.100	0.000	0.000	0.000	0.547	0.515
2010	0.040	1.131	0.106	0.384	0.211	0.100	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.165
2011	0.000	0.000	0.000	0.542	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045
2012	0.000	0.430	0.158	0.103	0.183	0.106	0.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.090
2013	0.000	0.026	3.191	0.433	0.100	0.100	0.097	0.099	0.099	0.000	0.000	0.000	0.345
2014	0.005	0.951	2.002	0.164	0.800	0.100	0.098	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.345
2015	0.276	0.106	2.022	0.241	0.353	0.128	0.064	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.267
2016	0.028	0.118	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018
2017	0.000	0.391	14.472	2.981	0.508	0.512	0.300	0.294	0.150	0.090	0.048	0.015	1.647
2018	0.000	0.048	0.155	0.568	0.100	0.100	0.100	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.090
2019	0.000	0.917	0.838	0.166	0.100	0.100	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.270
Promedio	0.271	1.557	2.465	0.740	0.164	0.105	0.067	0.039	0.022	0.009	0.005	0.032	0.456

GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC
ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL
ING. OLSON AMELLANEDA VARGAS
FEDATARIO INSTITUCIONAL
REG. N° TRUJILLO



GOBIERNO REGIONAL "LA LIBERTAD"
INSTITUTO TECNOLÓGICO
GERENCIA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
OPERACIÓN Y RECURSOS HÍDRICOS



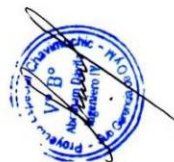
DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO HUAMANZAÑA
(En m³/s)

ESTACION: Sifón Huamanzaña
RIO: HUAMANZAÑA
Norte: 9,061,909 m
Este: 765,183 m
PERIODO: 1998-2019

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1998	6.129	18.786	14.677	1.888	0.668	0.202	0.129	0.023	0.014	0.008	0.001	0.000	3.544
1999	0.000	10.467	2.477	0.397	0.050	0.056	0.040	0.030	0.029	0.017	0.004	0.000	1.131
2000	0.000	0.434	2.351	0.075	0.055	0.030	0.025	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.248
2001	1.192	0.691	6.422	1.210	0.044	0.024	0.015	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.800
2002	0.000	0.113	2.884	0.338	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.282
2003	0.000	0.000	0.000	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
2004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
2005	0.000	0.000	0.057	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
2006	0.000	0.000	0.057	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
2007	0.141	0.111	0.666	0.628	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.131
2008	0.003	0.059	0.167	0.163	0.050	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040
2009	0.012	0.379	0.867	0.922	0.050	0.035	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.296	0.215
2010	0.032	1.125	0.062	0.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.123
2011	0.000	0.000	0.000	0.113	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009
2012	0.000	0.167	0.071	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025
2013	0.000	0.013	1.868	0.121	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167
2014	0.000	0.101	0.123	0.000	0.130	0.026	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033
2015	0.005	0.147	1.536	0.281	0.255	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.191
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2017	0.000	0.206	11.592	1.611	0.299	0.200	0.154	0.079	0.054	0.028	0.004	0.026	1.188
2018	0.000	0.000	0.049	0.257	0.072	0.035	0.025	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037
2019	0.000	0.703	1.185	0.328	0.100	0.100	0.041	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.307
Promedio	0.358	1.562	2.187	0.400	0.081	0.034	0.020	0.007	0.005	0.003	0.000	0.018	0.389

GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC
ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

ING. OLSON ARELLANEDA VARGAS
FEDATARIO INSTITUCIONAL
REG. N° TRUJILLO



Anexo 3

Datos proporcionados por el sistema nacional de información de recursos hídricos bajo un consentimiento informado a la Autoridad Nacional del Agua.



NILTON AGUILAR RAMOS <naguilam@unitru.edu.pe>

solicito datos hidrológicos para investigación en el área de estadística ya sea mensual o anual, caudales de los rios del norte del país siendo mas especifico los rios: moche, viru, chicama, Sifón-Huamanzana, Chorobal.

2 mensajes

NILTON AGUILAR RAMOS <naguilam@unitru.edu.pe> 20 de mayo de 2022, 16:35
Para: "snirh@ana.gob.pe" <snirh@ana.gob.pe>

Jhon Alex Bautista Mejia <jbautista@ana.gob.pe> 24 de mayo de 2022, 12:49
Para: "naguilam@unitru.edu.pe" <naguilam@unitru.edu.pe>
Cc: "Silvia S. Ramos Tamayo" <sramos@ana.gob.pe>, Benjamin Roisy Molina Chavez <bmolina@ana.gob.pe>, Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos <snirh@ana.gob.pe>

Apreciado Nilton, buenas tardes.

La información solicitada se encuentra disponible en el Observatorio del Agua (<https://snirh.ana.gob.pe/observatoriosnirh/#>)

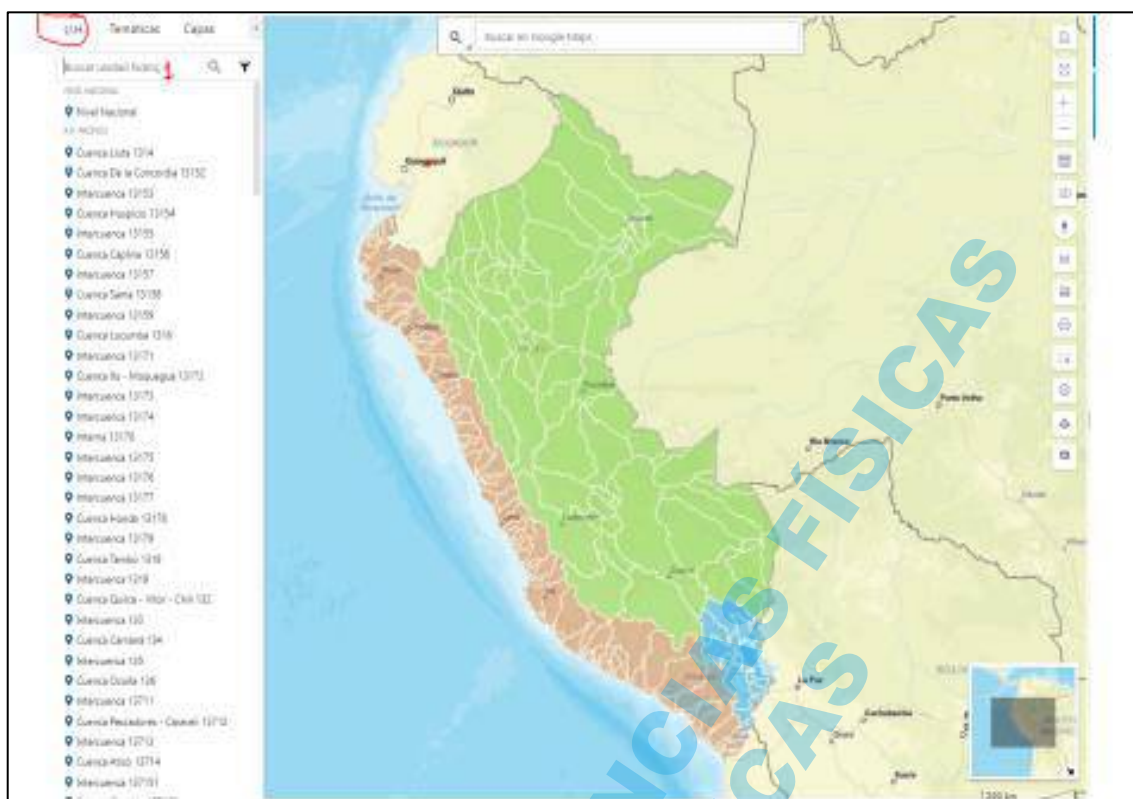
Observatorio del Agua - ANA

Plataforma tecnológica interactiva de fácil interpretación que permite la difusión de la información de recursos hídricos a nivel nacional, así como, visualizar y analizar estadísticas e indicadores.

snirh.ana.gob.pe

El procedimiento es el siguiente:

- 1.- Selección de la cuenca de interés: En la parte superior izquierda, hacer clic en el icono U.H. y seleccionar la cuenca de su interés.



2.- Una vez seleccionada la cuenca de interés, dirigirse a la opción TEMÁTICAS y seguidamente, a la temática HIDROMETERÍA. Esta temática permitirá activar las estaciones hidrológicas disponibles en la cuenca de interés. Asimismo, permitirá descargar la información disponible.



Ing. Jhon Alex Bautista Mejía
Profesional

Dirección del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos
D: Calle Diecisiete N° 355, Urb. El Palomar, San Isidro – Lima, Perú
T: (511) 224-3298 anexo 1601 Cel: +51 989952394



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



ANA
Autoridad Nacional del Agua

De: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos <snirh@ana.gob.pe>

Enviado: martes, 24 de mayo de 2022 12:42

Para: Benjamin Roisy Molina Chavez <bmolina@ana.gob.pe>; Jhon Alex Bautista Mejía <jbautista@ana.gob.pe>

Cc: Silvia S. Ramos Tamayo <sramos@ana.gob.pe>

Asunto: RV: solicito datos hidrológicos para investigación en el área de estadística ya sea mensual o anual, caudales de los ríos del norte del país siendo mas específico los ríos: moche, viru, chicama, Sifón-Huamanzaña, Chorobal.

Por favor atender a usuario.

Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos - SNIRH

D: Calle Diecisiete N° 355, Urb. El Palomar, San Isidro – Lima, Perú
T: (511) 224-3298 anexo 1606 – 1611



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



ANA
Autoridad Nacional del Agua

De: NILTON AGUILAR RAMOS <naguilar@uniru.edu.pe>

Enviado: viernes, 20 de mayo de 2022 16:35

Para: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos <snirh@ana.gob.pe>

Asunto: solicito datos hidrológicos para investigación en el área de estadística ya sea mensual o anual, caudales de los ríos del norte del país siendo mas específico los ríos: moche, viru, chicama, Sifón-Huamanzaña, Chorobal.

Anexo 4

Cómo crear la hoja de trabajo de datos para cada estación en SAMS 2007

Para ingresar los datos al programa tenga en cuenta que, excepto el primer bloque titulado "estación" que contiene los nombres de las estaciones, todos los demás elementos deben ser incluido en el archivo de datos.

Observaciones:

1. Los valores de los datos están en formato libre, pero deben estar separados por al menos un espacio.
2. Los títulos de elementos que incluyen "tot_num_stats", "Years", "Seasonal", "Station", "Station_id" y La "duración" depende del caso en cuestión.
3. Los nombres de las estaciones que siguen al título del elemento "Station_id" deben ser una palabra. Si el nombre tiene más de una palabra, las palabras deben estar conectadas por un subrayado "_" como "AF3800_GAINS_ON_COLO_RIV_ABOVE_LEES_FERRY_AZ".
4. El término "Station_id" es opcional. Tenga en cuenta que si un archivo de datos no incluye el término "Station_id",

Los resultados en tablas y gráficos no mostrarán la identificación de la estación.

Fuente: Stochastic Analysis, Modeling, and Simulation (SAMS) version 2007.

Anexo 5

Datos seleccionados del caudal de los caudales afluyentes al Proyecto especial Chavimochic

Descargas medias mensuales del Rio Chicama

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1968	2.99	4.41	14.34	9.39	3.07	2.24	1.70	1.28	1.32	3.80	2.56	2.14
1969	2.68	12.84	37.54	59.01	10.01	4.93	2.74	1.55	1.06	1.93	2.82	15.97
1970	42.30	16.81	28.26	29.79	27.45	11.27	5.76	3.55	3.47	5.20	8.05	12.66
1971	9.87	29.18	163.44	92.15	20.07	10.12	5.34	4.56	4.35	6.96	5.87	9.71
1972	18.45	27.52	188.76	57.00	25.62	13.87	7.26	4.60	4.49	3.97	3.23	9.49
1973	42.83	41.13	98.40	232.99	53.81	19.50	12.08	7.01	6.98	9.71	10.63	11.56
1974	23.43	65.46	66.59	29.59	12.51	8.25	5.99	3.66	3.00	4.83	2.84	3.78
1975	12.24	47.27	179.72	94.26	26.67	12.78	7.33	6.07	6.68	14.70	8.66	4.22
1976	24.43	58.51	87.78	43.04	17.79	9.69	5.31	4.44	3.24	2.67	2.46	2.40
1977	19.69	147.95	73.86	66.05	23.30	9.91	6.82	4.94	3.83	4.20	3.53	6.44
1978	3.64	6.25	9.17	12.42	10.62	4.47	2.51	1.50	1.22	0.95	1.09	1.39
1979	2.85	17.45	89.46	20.31	6.57	4.50	2.39	1.62	1.67	0.96	0.84	0.63
1980	0.75	0.91	2.32	5.87	1.02	0.72	0.54	0.30	0.19	1.72	4.21	19.11
1981	8.62	124.59	106.83	22.59	8.97	5.13	3.37	1.91	1.42	2.05	5.71	8.24
1982	7.30	26.70	13.12	26.15	8.94	4.11	2.30	1.33	0.90	4.13	7.81	21.26
1983	60.05	47.69	207.62	300.33	134.31	29.66	11.47	7.66	7.01	7.30	4.05	12.82
1984	11.32	179.93	137.70	53.33	51.03	20.87	11.24	5.74	4.77	7.90	6.04	15.44
1985	7.72	12.98	24.86	15.50	7.59	3.97	2.60	1.90	2.13	2.08	1.07	2.64
1986	23.45	20.62	18.71	56.04	18.14	6.17	3.24	2.25	1.41	0.85	3.19	4.92
1987	48.15	65.59	34.59	24.27	18.92	5.12	3.32	2.63	1.92	1.72	2.66	2.13
1988	16.02	32.08	26.73	36.17	16.09	5.49	2.67	1.52	1.18	1.86	4.11	2.86
1989	19.55	99.92	88.86	75.79	23.30	8.01	5.25	3.13	2.30	7.63	4.74	1.36
1990	4.07	14.23	10.62	8.61	5.26	3.10	1.60	0.50	0.22	1.76	5.78	8.03
1991	2.38	7.30	29.43	16.59	10.78	2.00	1.16	0.41	0.21	0.42	0.95	-
1992	8.37	3.63	19.44	42.13	14.33	5.38	1.57	0.52	0.32	1.34	0.73	0.57
1993	1.49	38.34	116.19	100.34	29.03	11.44	5.59	2.76	2.24	5.51	16.52	17.45
1994	43.53	66.14	56.47	59.51	27.13	11.98	6.23	3.40	2.10	2.02	3.29	5.19
1995	8.40	28.95	24.70	32.15	9.89	4.40	2.89	1.82	0.95	0.74	3.87	4.89
1996	23.82	47.91	98.46	54.74	16.73	7.73	4.11	2.34	1.49	2.77	3.12	0.56
1997	1.23	14.97	13.15	8.03	7.88	2.40	1.02	0.28	0.15	0.60	5.05	45.70
1998	144.77	390.92	694.80	221.09	50.64	19.43	12.21	7.69	6.34	6.49	6.06	4.66
1999	11.47	118.01	71.06	46.75	35.11	16.47	10.83	6.07	6.60	7.68	4.27	11.45
2000	8.84	55.41	197.53	154.89	66.07	16.22	9.86	6.39	5.51	4.71	2.34	9.90
2001	40.29	48.66	163.25	93.62	21.86	15.43	8.86	5.62	5.41	3.49	10.63	11.70
2002	9.61	27.01	88.73	79.61	22.85	12.75	7.61	4.86	3.16	4.81	12.80	17.16
2003	15.23	28.32	34.04	30.43	15.41	7.43	3.97	1.97	1.47	1.14	1.23	5.09
2004	4.31	16.65	20.55	20.38	7.05	3.26	1.81	0.45	0.47	2.66	7.68	13.02
2005	14.26	18.02	46.53	28.01	8.55	3.27	1.58	0.57	0.38	1.00	0.73	2.96
2006	7.26	44.30	106.54	55.05	19.57	9.11	4.13	2.54	2.14	1.29	2.26	11.55
2007	4.34	29.18	66.05	69.95	27.29	9.90	5.14	3.18	2.45	3.65	9.33	5.12
2008	30.49	69.10	86.47	90.77	28.20	14.97	8.51	5.11	3.83	4.71	12.43	6.98
2009	27.19	79.38	117.06	64.68	30.35	14.87	9.13	5.62	3.75	4.40	8.51	25.51
2010	18.08	37.12	43.11	44.86	31.76	11.01	6.53	4.06	4.09	2.55	2.95	3.58
2011	11.47	17.63	20.41	95.85	17.36	5.15	1.29	1.13	1.50	1.41	1.45	9.90
2012	42.17	108.52	78.63	103.17	33.40	11.80	6.05	3.15	0.73	3.58	15.16	7.12
2013	14.56	38.05	136.40	45.36	18.48	11.21	7.26	-	-	3.15	2.27	13.42
2014	15.67	14.93	88.97	29.84	39.18	9.14	2.59	1.00	0.86	1.06	1.67	5.12
2015	29.43	41.29	119.72	82.09	46.84	12.76	3.52	1.55	0.68	0.85	3.51	5.05
2016	11.76	51.69	67.28	67.63	10.21	4.11	2.21	0.89	0.59	0.53	0.39	1.02
2017	15.91	68.12	311.18	149.05	73.39	26.75	12.48	7.30	5.28	5.58	3.76	7.92
2018	17.69	26.93	48.76	63.76	29.00	12.10	3.23	1.10	0.41	-	3.90	4.71

Descargas medias mensuales del Rio Moche

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1968	0.69	1.11	7.76	4.80	0.51	0.24	0.13	0.11	0.24	2.16	1.58	0.82
1969	0.62	4.63	27.65	29.96	3.80	1.89	0.45	0.17	0.13	0.78	3.70	12.64
1970	28.18	4.30	7.99	24.12	18.06	3.52	0.96	0.59	0.87	3.89	5.79	10.43
1971	4.70	10.10	54.59	29.14	5.48	1.99	1.09	1.06	1.29	3.99	2.35	4.71
1972	9.78	8.99	46.13	26.05	6.49	3.19	1.01	0.59	0.35	0.62	0.91	4.82
1973	15.57	8.60	28.25	60.87	32.75	5.62	3.93	1.48	1.97	4.34	6.11	5.18
1974	10.49	16.50	15.52	12.35	3.69	1.60	0.92	0.39	0.45	2.16	0.87	1.08
1975	7.55	17.89	59.95	30.77	9.27	4.13	1.20	0.90	3.44	8.65	4.62	0.99
1976	5.64	10.19	29.05	13.61	6.27	3.26	0.85	0.44	0.38	0.20	0.16	0.38
1977	8.75	53.55	23.01	11.26	3.57	1.38	0.68	0.54	0.33	0.40	0.32	1.97
1978	0.64	1.14	2.27	4.41	5.33	0.50	0.15	0.07	0.24	0.17	0.72	0.63
1979	1.63	7.16	23.85	9.87	3.05	1.04	0.25	0.16	0.35	0.19	0.16	0.13
1980	0.18	0.21	1.16	2.69	0.29	0.10	0.07	0.06	0.03	3.04	5.96	23.82
1981	2.40	41.92	27.91	7.52	2.49	0.61	0.38	0.22	0.13	0.98	2.48	7.87
1982	2.47	8.41	4.72	11.77	4.14	0.97	0.40	0.28	0.13	2.17	3.22	10.28
1983	23.47	9.45	55.29	49.06	16.83	8.74	1.99	0.95	0.87	1.60	1.02	6.40
1984	3.04	42.12	26.59	9.02	12.03	6.71	2.54	1.27	0.93	1.74	3.13	6.69
1985	2.86	3.38	6.97	7.47	3.21	1.09	0.34	0.24	1.27	1.12	0.33	1.49
1986	13.84	7.77	8.65	23.29	6.72	1.18	0.43	0.25	0.28	0.33	1.26	4.04
1987	19.23	21.40	9.96	11.72	5.79	0.80	0.51	0.37	0.27	0.28	1.67	1.03
1988	9.46	18.21	9.21	24.39	11.76	2.83	0.88	0.29	0.19	1.42	3.21	1.87
1989	10.95	27.19	22.02	27.34	7.88	1.25	0.66	0.45	0.38	6.01	2.41	0.53
1990	0.46	3.48	5.40	2.34	1.33	0.62	0.23	0.12	0.11	1.40	6.96	4.83
1991	1.56	4.45	12.09	7.36	6.34	0.90	0.37	0.21	0.10	0.24	0.88	1.15
1992	1.85	0.57	7.10	9.93	4.96	1.04	0.16	0.09	0.06	0.10	0.13	0.05
1993	0.71	15.54	28.28	26.51	12.75	3.46	1.10	0.54	0.76	3.77	12.26	7.63
1994	19.24	33.09	26.76	25.48	14.51	5.52	2.95	1.05	0.90	0.35	1.37	4.33
1995	3.76	6.20	7.68	11.27	4.51	1.87	0.91	0.63	0.20	0.86	4.05	4.23
1996	8.05	19.81	20.73	19.31	9.64	3.78	1.45	0.41	0.23	1.03	1.91	0.26
1997	0.24	6.24	4.33	3.33	2.77	0.33	0.17	0.11	0.11	0.10	2.14	33.98
1998	63.56	121.15	213.07	61.27	31.73	7.36	3.62	2.01	2.58	2.02	1.89	0.87
1999	7.44	66.74	16.00	23.09	24.69	7.41	4.23	1.64	3.46	7.34	3.55	6.93
2000	4.90	19.98	36.44	44.39	28.23	6.07	4.55	2.35	1.67	2.21	0.56	3.94
2001	23.26	29.84	84.52	55.82	11.83	7.00	2.62	1.92	2.80	2.92	10.78	8.61
2002	4.47	10.18	36.57	33.76	6.09	4.35	2.32	0.95	0.49	1.74	5.86	7.55
2003	6.02	12.24	14.32	15.49	6.09	2.22	0.71	0.45	0.20	0.16	0.13	1.20
2004	0.86	7.95	12.16	7.22	2.59	0.61	0.10	0.07	0.06	2.02	6.22	10.43
2005	4.91	5.32	19.18	14.24	1.53	0.21	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.53
2006	1.76	28.89	36.22	23.97	2.24	0.84	0.12	0.10	0.08	0.08	0.50	5.75
2007	12.20	12.22	20.37	29.24	10.19	0.89	0.15	0.09	0.07	0.22	2.93	1.22
2008	5.71	20.96	29.19	28.73	10.10	2.29	0.49	0.20	0.12	2.44	7.14	1.21
2009	15.64	29.43	39.78	32.27	9.32	2.25	0.78	0.19	0.15	1.58	7.07	13.24
2010	4.22	11.80	16.72	18.72	11.13	0.82	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	5.59	3.95	6.78	33.78	3.98	0.12	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	4.63
2012	3.78	13.38	64.07	12.03	3.39	1.00	0.22	0.11	0.10	0.59	0.31	2.26
2013	0.00	12.37	64.07	12.03	3.39	1.00	0.22	0.11	0.10	0.97	0.31	8.38
2014	4.49	5.37	20.82	20.06	18.93	1.58	0.21	0.10	0.05	0.28	2.42	3.92
2015	24.80	22.22	61.78	30.39	6.74	2.30	0.11	0.05	0.05	0.08	1.87	7.74
2016	5.36	16.16	19.01	16.73	1.57	0.21	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
2017	2.03	12.40	75.98	32.34	13.93	2.84	0.69	0.55	0.45	0.51	0.46	1.75
2018	3.89	5.60	7.44	14.46	18.00	2.34	0.29	0.18	0.06	0.05	0.00	0.00

Descargas medias mensuales del Rio Virú

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1968	0.44	0.37	2.60	1.78	0.06	0.06	0.03	0.03	0.03	0.38	1.04	0.32
1969	0.19	1.44	10.09	9.42	0.46	0.18	0.04	0.03	0.02	0.12	0.16	5.61
1970	27.81	1.72	2.39	8.78	8.98	1.50	0.47	0.21	0.23	0.64	0.77	4.16
1971	1.72	8.29	24.89	13.61	1.51	0.55	0.42	0.37	0.30	0.73	0.53	4.15
1972	8.12	11.63	66.30	18.20	2.30	1.20	0.42	0.37	0.16	0.12	0.22	2.91
1973	10.42	4.93	10.71	18.74	1.94	1.32	1.34	0.80	0.57	1.40	1.40	1.13
1974	4.15	3.05	3.86	1.73	0.81	0.56	0.43	0.23	0.26	0.47	0.19	0.10
1975	2.71	9.15	51.06	19.51	2.80	2.04	0.67	0.34	0.42	1.31	0.47	0.18
1976	3.76	4.69	6.85	2.07	0.75	0.61	0.33	0.20	0.12	0.04	0.03	0.03
1977	1.61	22.80	17.09	5.73	0.43	0.41	0.21	0.11	0.04	0.03	0.03	0.50
1978	0.12	0.59	0.41	0.46	0.84	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.11	0.06
1979	0.23	3.15	15.26	4.40	0.71	0.39	0.11	0.04	0.07	0.04	0.02	0.01
1980	0.10	0.04	0.11	0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.20	2.21	6.61
1981	0.99	25.61	37.87	6.00	0.54	0.09	0.04	0.03	0.01	0.00	0.70	1.29
1982	0.37	3.68	1.70	1.62	0.76	0.17	0.11	0.08	0.04	0.65	1.26	1.29
1983	15.56	1.47	22.39	35.27	4.51	1.36	0.21	0.08	0.06	0.69	0.08	1.34
1984	0.54	29.57	13.58	2.51	6.11	1.29	0.56	0.14	0.06	0.37	0.31	2.26
1985	0.97	0.31	1.41	2.51	0.74	0.23	0.13	0.06	0.11	0.20	0.05	0.16
1986	2.97	1.60	1.80	10.18	3.71	0.29	0.10	0.04	0.02	0.02	0.22	2.09
1987	15.29	14.57	4.53	1.27	0.62	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.17	0.05
1988	4.32	13.40	3.99	7.41	1.67	0.31	0.05	0.01	0.01	0.13	0.24	0.28
1989	3.18	20.71	8.03	8.43	1.41	0.15	0.07	0.04	0.03	0.85	0.31	0.02
1990	0.88	0.90	0.39	0.17	0.06	0.10	0.09	0.07	0.04	0.36	1.72	1.08
1991	0.14	0.70	3.01	1.39	1.30	0.11	0.05	0.05	0.04	0.05	0.31	0.42
1992	0.16	0.06	1.24	0.81	0.34	0.27	0.06	0.03	0.03	0.25	0.27	0.04
1993	1.05	6.71	9.10	8.64	1.75	0.39	0.19	0.05	0.29	0.98	2.86	3.09
1994	6.37	9.29	14.78	4.97	2.39	0.66	0.29	0.16	0.11	0.06	0.21	0.74
1995	1.26	2.02	0.95	3.10	0.46	0.17	0.13	0.13	0.08	0.20	0.86	1.07
1996	4.97	10.46	9.24	5.02	1.20	0.70	0.39	0.20	0.13	0.27	0.44	0.28
1997	0.16	3.03	2.89	0.74	1.94	0.34	0.17	0.12	0.11	0.17	1.94	14.85
1998	23.75	50.51	129.13	24.03	5.77	1.75	0.50	0.25	0.19	0.62	0.85	0.28
1999	0.97	19.23	8.98	4.68	3.60	1.29	0.18	0.07	0.03	0.00	0.00	0.22
2000	0.49	5.75	12.70	5.00	4.45	0.09	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.77
2001	11.95	10.00	22.09	11.43	1.22	0.85	0.41	0.18	0.01	0.00	1.41	2.64
2002	0.61	5.84	19.05	7.13	0.84	0.10	0.06	0.01	0.00	0.00	2.99	3.08
2003	1.52	2.86	5.32	6.61	1.43	0.35	0.10	-	-	-	-	-
2004	-	1.15	2.20	0.36	-	0.10	-	-	-	-	2.61	3.60
2005	2.11	1.83	9.11	4.81	0.42	0.11	0.01	-	-	-	-	-
2006	0.88	6.99	23.75	11.89	0.32	0.11	0.07	-	-	-	0.21	3.02
2007	8.29	7.54	13.01	15.94	5.26	9.96	0.16	0.03	-	-	-	0.06
2008	4.93	12.38	13.89	9.35	2.74	0.27	0.12	0.03	-	-	0.12	-
2009	4.36	11.64	10.38	9.17	1.86	0.62	0.37	0.19	0.11	0.27	1.97	6.59
2010	2.62	7.00	2.87	4.74	2.09	0.22	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2011	1.92	1.17	1.50	11.77	0.96	0.11	0.10	0.07	-	-	-	2.69
2012	5.37	7.89	9.46	9.43	2.85	0.41	0.13	-	-	-	1.06	0.42
2013	2.03	4.04	19.34	6.20	0.16	0.10	0.10	0.02	0.00	0.17	0.36	2.44
2014	2.00	2.38	10.29	3.36	6.55	0.58	0.20	0.11	0.03	-	-	0.42
2015	8.83	5.41	19.37	14.23	4.25	1.01	0.15	0.06	0.00	0.00	0.00	2.25
2016	1.77	10.23	8.14	6.52	0.40	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017	0.36	4.45	30.72	8.49	5.01	1.52	0.36	0.27	0.14	0.10	0.10	0.25
2018	2.45	1.87	3.63	6.55	2.62	0.46	0.26	0.09	0.05	0.05	0.05	1.27

Anexo 6

Datos completados mediante la técnica de la media de la serie a trabajar.

Rio Chicama

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1968	2.99	4.41	14.34	9.39	3.07	2.24	1.70	1.28	1.32	3.80	2.56	2.14
1969	2.68	12.84	37.54	59.01	10.01	4.93	2.74	1.55	1.06	1.93	2.82	15.97
1970	42.30	16.81	28.26	29.79	27.45	11.27	5.76	3.55	3.47	5.20	8.05	12.66
1971	9.87	29.18	163.44	92.15	20.07	10.12	5.34	4.56	4.35	6.96	5.87	9.71
1972	18.45	27.52	188.76	57.00	25.62	13.87	7.26	4.60	4.49	3.97	3.23	9.49
1973	42.83	41.13	98.40	232.99	53.81	19.50	12.08	7.01	6.98	9.71	10.63	11.56
1974	23.43	65.46	66.59	29.59	12.51	8.25	5.99	3.66	3.00	4.83	2.84	3.78
1975	12.24	47.27	179.72	94.26	26.67	12.78	7.33	6.07	6.68	14.70	8.66	4.22
1976	24.43	58.51	87.78	43.04	17.79	9.69	5.31	4.44	3.24	2.67	2.46	2.40
1977	19.69	147.95	73.86	66.05	23.30	9.91	6.82	4.94	3.83	4.20	3.53	6.44
1978	3.64	6.25	9.17	12.42	10.62	4.47	2.51	1.50	1.22	0.95	1.09	1.39
1979	2.85	17.45	89.46	20.31	6.57	4.50	2.39	1.62	1.67	0.96	0.84	0.63
1980	0.75	0.91	2.32	5.87	1.02	0.72	0.54	0.30	0.19	1.72	4.21	19.11
1981	8.62	124.59	106.83	22.59	8.97	5.13	3.37	1.91	1.42	2.05	5.71	8.24
1982	7.30	26.70	13.12	26.15	8.94	4.11	2.30	1.33	0.90	4.13	7.81	21.26
1983	60.05	47.69	207.62	300.33	134.31	29.66	11.47	7.66	7.01	7.30	4.05	12.82
1984	11.32	179.93	137.70	53.33	51.03	20.87	11.24	5.74	4.77	7.90	6.04	15.44
1985	7.72	12.98	24.86	15.50	7.59	3.97	2.60	1.90	2.13	2.08	1.07	2.64
1986	23.45	20.62	18.71	56.04	18.14	6.17	3.24	2.25	1.41	0.85	3.19	4.92
1987	48.15	65.59	34.59	24.27	18.92	5.12	3.32	2.63	1.92	1.72	2.66	2.13
1988	16.02	32.08	26.73	36.17	16.09	5.49	2.67	1.52	1.18	1.86	4.11	2.86
1989	19.55	99.92	88.86	75.79	23.30	8.01	5.25	3.13	2.30	7.63	4.74	1.36
1990	4.07	14.23	10.62	8.61	5.26	3.10	1.60	0.50	0.22	1.76	5.78	8.03
1991	2.38	7.30	29.43	16.59	10.78	2.00	1.16	0.41	0.21	0.42	0.95	8.73
1992	8.37	3.63	19.44	42.13	14.33	5.38	1.57	0.52	0.32	1.34	0.73	0.57
1993	1.49	38.34	116.19	100.34	29.03	11.44	5.59	2.76	2.24	5.51	16.52	17.45
1994	43.53	66.14	56.47	59.51	27.13	11.98	6.23	3.40	2.10	2.02	3.29	5.19
1995	8.40	28.95	24.70	32.15	9.89	4.40	2.89	1.82	0.95	0.74	3.87	4.89
1996	23.82	47.91	98.46	54.74	16.73	7.73	4.11	2.34	1.49	2.77	3.12	0.56
1997	1.23	14.97	13.15	8.03	7.88	2.40	1.02	0.28	0.15	0.60	5.05	45.70
1998	144.77	390.92	694.80	221.09	50.64	19.43	12.21	7.69	6.34	6.49	6.06	4.66
1999	11.47	118.01	71.06	46.75	35.11	16.47	10.83	6.07	6.60	7.68	4.27	11.45
2000	8.84	55.41	197.53	154.89	66.07	16.22	9.86	6.39	5.51	4.71	2.34	9.90
2001	40.29	48.66	163.25	93.62	21.86	15.43	8.86	5.62	5.41	3.49	10.63	11.70
2002	9.61	27.01	88.73	79.61	22.85	12.75	7.61	4.86	3.16	4.81	12.80	17.16
2003	15.23	28.32	34.04	30.43	15.41	7.43	3.97	1.97	1.47	1.14	1.23	5.09
2004	4.31	16.65	20.55	20.38	7.05	3.26	1.81	0.45	0.47	2.66	7.68	13.02
2005	14.26	18.02	46.53	28.01	8.55	3.27	1.58	0.57	0.38	1.00	0.73	2.96
2006	7.26	44.30	106.54	55.05	19.57	9.11	4.13	2.54	2.14	1.29	2.26	11.55
2007	4.34	29.18	66.05	69.95	27.29	9.90	5.14	3.18	2.45	3.65	9.33	5.12
2008	30.49	69.10	86.47	90.77	28.20	14.97	8.51	5.11	3.83	4.71	12.43	6.98
2009	27.19	79.38	117.06	64.68	30.35	14.87	9.13	5.62	3.75	4.40	8.51	25.51
2010	18.08	37.12	43.11	44.86	31.76	11.01	6.53	4.06	4.09	2.55	2.95	3.58
2011	11.47	17.63	20.41	95.85	17.36	5.15	1.29	1.13	1.50	1.41	1.45	9.90
2012	42.17	108.52	78.63	103.17	33.40	11.80	6.05	3.15	0.73	3.58	15.16	7.12
2013	14.56	38.05	136.40	45.36	18.48	11.21	7.26	3.11	2.56	3.15	2.27	13.42
2014	15.67	14.93	88.97	29.84	39.18	9.14	2.59	1.00	0.86	1.06	1.67	5.12
2015	29.43	41.29	119.72	82.09	46.84	12.76	3.52	1.55	0.68	0.85	3.51	5.05
2016	11.76	51.69	67.28	67.63	10.21	4.11	2.21	0.89	0.59	0.53	0.39	1.02
2017	15.91	68.12	311.18	149.05	73.39	26.75	12.48	7.30	5.28	5.58	3.76	7.92
2018	17.69	26.93	48.76	63.76	29.00	12.10	3.23	1.10	0.41	3.54	3.90	4.71

Rio Virú

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1968	0.44	0.37	2.60	1.78	0.06	0.06	0.03	0.03	0.03	0.38	1.04	0.32
1969	0.19	1.44	10.09	9.42	0.46	0.18	0.04	0.03	0.02	0.12	0.16	5.61
1970	27.81	1.72	2.39	8.78	8.98	1.50	0.47	0.21	0.23	0.64	0.77	4.16
1971	1.72	8.29	24.89	13.61	1.51	0.55	0.42	0.37	0.30	0.73	0.53	4.15
1972	8.12	11.63	66.30	18.20	2.30	1.20	0.42	0.37	0.16	0.12	0.22	2.91
1973	10.42	4.93	10.71	18.74	1.94	1.32	1.34	0.80	0.57	1.40	1.40	1.13
1974	4.15	3.05	3.86	1.73	0.81	0.56	0.43	0.23	0.26	0.47	0.19	0.10
1975	2.71	9.15	51.06	19.51	2.80	2.04	0.67	0.34	0.42	1.31	0.47	0.18
1976	3.76	4.69	6.85	2.07	0.75	0.61	0.33	0.20	0.12	0.04	0.03	0.03
1977	1.61	22.80	17.09	5.73	0.43	0.41	0.21	0.11	0.04	0.03	0.03	0.50
1978	0.12	0.59	0.41	0.46	0.84	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.11	0.06
1979	0.23	3.15	15.26	4.40	0.71	0.39	0.11	0.04	0.07	0.04	0.02	0.01
1980	0.10	0.04	0.11	0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.20	2.21	6.61
1981	0.99	25.61	37.87	6.00	0.54	0.09	0.04	0.03	0.01	0.00	0.70	1.29
1982	0.37	3.68	1.70	1.62	0.76	0.17	0.11	0.08	0.04	0.65	1.26	1.29
1983	15.56	1.47	22.39	35.27	4.51	1.36	0.21	0.08	0.06	0.69	0.08	1.34
1984	0.54	29.57	13.58	2.51	6.11	1.29	0.56	0.14	0.06	0.37	0.31	2.26
1985	0.97	0.31	1.41	2.51	0.74	0.23	0.13	0.06	0.11	0.20	0.05	0.16
1986	2.97	1.60	1.80	10.18	3.71	0.29	0.10	0.04	0.02	0.02	0.22	2.09
1987	15.29	14.57	4.53	1.27	0.62	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.17	0.05
1988	4.32	13.40	3.99	7.41	1.67	0.31	0.05	0.01	0.01	0.13	0.24	0.28
1989	3.18	20.71	8.03	8.43	1.41	0.15	0.07	0.04	0.03	0.85	0.31	0.02
1990	0.88	0.90	0.39	0.17	0.06	0.10	0.09	0.07	0.04	0.36	1.72	1.08
1991	0.14	0.70	3.01	1.39	1.30	0.11	0.05	0.05	0.04	0.05	0.31	0.42
1992	0.16	0.06	1.24	0.81	0.34	0.27	0.06	0.03	0.03	0.25	0.27	0.04
1993	1.05	6.71	9.10	8.64	1.75	0.39	0.19	0.05	0.29	0.98	2.86	3.09
1994	6.37	9.29	14.78	4.97	2.39	0.66	0.29	0.16	0.11	0.06	0.21	0.74
1995	1.26	2.02	0.95	3.10	0.46	0.17	0.13	0.13	0.08	0.20	0.86	1.07
1996	4.97	10.46	9.24	5.02	1.20	0.70	0.39	0.20	0.13	0.27	0.44	0.28
1997	0.16	3.03	2.89	0.74	1.94	0.34	0.17	0.12	0.11	0.17	1.94	14.85
1998	23.75	50.51	129.13	24.03	5.77	1.75	0.50	0.25	0.19	0.62	0.85	0.28
1999	0.97	19.23	8.98	4.68	3.60	1.29	0.18	0.07	0.03	0.00	0.00	0.22
2000	0.49	5.75	12.70	5.00	4.45	0.09	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.77
2001	11.95	10.00	22.09	11.43	1.22	0.85	0.41	0.18	0.01	0.00	1.41	2.64
2002	0.61	5.84	19.05	7.13	0.84	0.10	0.06	0.01	0.00	0.00	2.99	3.08
2003	1.52	2.86	5.32	6.61	1.43	0.35	0.10	0.12	0.09	0.31	0.67	1.80
2004	4.16	1.15	2.20	0.36	2.08	0.10	0.21	0.12	0.09	0.31	2.61	3.60
2005	2.11	1.83	9.11	4.81	0.42	0.11	0.01	0.12	0.09	0.31	0.67	1.80
2006	0.88	6.99	23.75	11.89	0.32	0.11	0.07	0.12	0.09	0.31	0.21	3.02
2007	8.29	7.54	13.01	15.94	5.26	9.96	0.16	0.03	0.09	0.31	0.67	0.06
2008	4.93	12.38	13.89	9.35	2.74	0.27	0.12	0.03	0.09	0.31	0.12	1.80
2009	4.36	11.64	10.38	9.17	1.86	0.62	0.37	0.19	0.11	0.27	1.97	6.59
2010	2.62	7.00	2.87	4.74	2.09	0.22	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2011	1.92	1.17	1.50	11.77	0.96	0.11	0.10	0.07	0.09	0.31	0.67	2.69
2012	5.37	7.89	9.46	9.43	2.85	0.41	0.13	0.12	0.09	0.31	1.06	0.42
2013	2.03	4.04	19.34	6.20	0.16	0.10	0.10	0.02	0.00	0.17	0.36	2.44
2014	2.00	2.38	10.29	3.36	6.55	0.58	0.20	0.11	0.03	0.31	0.67	0.42
2015	8.83	5.41	19.37	14.23	4.25	1.01	0.15	0.06	0.00	0.00	0.00	2.25
2016	1.77	10.23	8.14	6.52	0.40	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017	0.36	4.45	30.72	8.49	5.01	1.52	0.36	0.27	0.14	0.10	0.10	0.25
2018	2.45	1.87	3.63	6.55	2.62	0.46	0.26	0.09	0.05	0.05	0.05	1.27

**BIBLIOTECA DE CIENCIAS FÍSICAS
Y MATEMÁTICAS**

**BIBLIOTECA DE CIENCIAS FÍSICAS
Y MATEMÁTICAS**