



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**APLICACIÓN DE REDES NEURONALES
ARTIFICIALES (RNA) AL MODELAMIENTO DE
LLUVIA-ESCORRENTÍA EN LA CUENCA DEL RÍO
CHANCAY LAMBAYEQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bach. Ordoñez Rimarachin, Lourdes Stephany.

<https://orcid.org/0000-0002-6028-9497>

Asesor:

Mg. Idrogo Pérez, César Antonio.

<https://orcid.org/0000-0003-4232-0144>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2022

APROBACIÓN DEL JURADO

TÍTULO:

**APLICACIÓN DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES (RNA) AL
MODELAMIENTO DE LLUVIA-ESCORRENTÍA EN LA CUENCA DEL RÍO
CHANCAY LAMBAYEQUE.**

APROBADO POR:

Bach. Ordoñez Rimarachin, Lourdes Stephany

Autor

Mg. Idrogo Pérez, César Antonio

Asesor de Jurado

Dr. Ing. Marín Bardales, Noé Humberto

Presidente de Jurado

Mg. Ing. Salinas Vásquez, Nestor Raul

Secretario de Jurado

Mg. Ing. Villegas Granados, Luis Mariano

Vocal

DEDICATORIAS

A Dios, por estar siempre a mi lado, guiándome y protegiéndome en cada paso que doy a nivel personal y profesional, en altos y bajos siempre me acompaña, dándome lecciones de vida que me hacen ser cada vez mejor como profesional, como hija, como hermana, como madre.

A mi niño, Eduardo Stephano Becerra Ordoñez, por ser mi motor y motivo de luchar día a día para poder seguir adelante.

A mi madre, María Gloria Rimarachin Tocto, a mi padre, José David Ordoñez Montenegro, por estar siempre conmigo brindándome aliento para cumplir mis objetivos, a ellos mi respeto y admiración.

A mis familiares: Eymi Marycielo Ordoñez Rimarachin, Santos Arturo Rimarachin Tocto y en quien vida fue Melicia Tocto Pizarro, por haberme apoyado en todo momento de mi formación; emocionalmente y económicamente, de acuerdo a sus posibilidades.

Lourdes Stephany Ordoñez Rimarachin.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por las oportunidades que siempre me brinda, en esta ocasión, la de estar a puertas de culminar mi Carrera Profesional de Ingeniería Civil, algo muy anhelado por mi persona, mi niño, mis padres, y toda mi familia.

A mí por darme todas las posibilidades necesarias; que con el infinito amor que coloco en todas las cosas vividas me ha permitido llegar a esta instancia.

A mis padres: María Gloria Rimarachin Tocto y José David Ordoñez Montenegro, por su apoyo y amor incondicional que siempre me han brindado.

Al Dr. Ing. Sócrates Pedro Muñoz Pérez, por su orientación y exigencia como asesor en la formulación y desarrollo de la presente investigación.

A la Universidad Señor de Sipán, al personal docente, administrativo, directivos, y alumnos en general, quienes nos esforzamos para que la universidad haya alcanzado el licenciamiento, siempre estaré muy orgullosa de haber formado parte de esta casa de estudios.

Lourdes Stephany Ordoñez Rimarachin.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objeto de estudio aplicar redes neuronales artificiales al modelamiento de lluvia-esorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque, asimismo fue del tipo Cuantitativa – Explicativa, con un diseño Transversal. La población y muestra estuvo conformada por 11 estaciones meteorológicas y 01 hidrológica, mientras que las técnicas empleadas fueron la observación y el análisis documental, esta última tuvo como instrumento a la ficha de recolección de datos hidrometeorológicos. Como parte de los resultados, la calibración y posterior validación del modelo de redes neuronales se realizó empleando Redes de Memoria a Largo y Corto Plazo (LSTM), así se obtuvo que en la etapa de validación el modelo alcanzó un coeficiente de Nash de 0.93, correspondiéndole el calificativo de “muy bueno”. Finalmente, se recomienda el modelo de Redes de Memoria a Largo y Corto Plazo (LSTM), para modelamientos futuros que impliquen la simulación de series de tiempo, pues la facilidad de su manejo permite alcanzar buenos resultados.

PALABRAS CLAVES: Redes neuronales, modelamiento, precipitación, esorrentía, cuenca.

ABSTRACT

The present investigation had as object of study to apply artificial neural networks to the rain-runoff modeling in the Chancay Lambayeque river basin, it was also of the Quantitative - Explanatory type, with a Transversal design. The population and sample consisted of 11 meteorological and 01 hydrological stations, while the techniques used were observation and documentary analysis, the latter having as an instrument the hydrometeorological data collection sheet. As part of the results, the calibration and subsequent validation of the neural network model was carried out using Long and Short Term Memory Networks (LSTM), thus it was obtained that in the validation stage the model reached a Nash coefficient of 0.93, corresponding to the adjective "very good". Finally, the Long and Short Term Memory Network (LSTM) model is recommended for future modeling that involves the simulation of time series, since its ease of handling allows good results to be achieved.

KEYWORDS: Artificial intelligence, precipitation, runoff, neural networks, basin.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
PALABRAS CLAVES.....	v
ABSTRACT	vi
KEYWORDS	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.	12
1.2. Antecedentes de estudio.....	13
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	19
1.4. Formulación del problema.	24
1.5. Justificación e importancia del estudio.	24
1.6. Hipótesis.	25
1.7. Objetivos.....	25
1.7.1. Objetivo general:.....	25
1.7.2. Objetivos específicos:	25
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	25
2.1. Tipo y diseño de investigación.	25
2.2. Población y muestra.....	26
2.3. Variables y operacionalización.....	27
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	28

2.5. Procedimientos de análisis de datos.....	29
2.6. Criterios éticos.	30
2.7. Criterios de rigor científico.....	30
III. RESULTADOS	31
3.1. Resultados en tablas y figuras.....	31
3.2. Discusión de resultados.	62
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
4.1. Conclusiones.....	65
4.2. Recomendaciones.	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Operacionalización de variables</i>	27
Tabla 2: <i>Elevaciones y áreas de la curva hipsométrica</i>	32
Tabla 3: <i>Elevación media de la cuenca</i>	35
Tabla 4: <i>Características de la red de drenaje</i>	39
Tabla 5: <i>Parámetros fisiográficos de la cuenca del río Chancay Lambayeque</i>	41
Tabla 6: <i>Respuesta de la cuenca a la precipitación en términos de esorrentía</i>	42
Tabla 7: <i>Estaciones de la vertiente del Pacífico empleadas en el modelamiento</i>	43
Tabla 8: <i>Registros de precipitación de las estaciones meteorológicas consideradas en el modelamiento hidrológico</i>	44
Tabla 9: <i>Registros de caudales de la estación hidrométrica “Racarrumi” empleada en la calibración y validación del modelamiento hidrológico</i>	49
Tabla 10: <i>Prueba de bondad de ajuste mediante Kolmogorov – Smirnok (SK) para los caudales máximos anuales observados</i>	60
Tabla 11: <i>Caudales máximos par diferentes periodos de retorno, calculados por el método de Gumbel</i>	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura general de una neurona biológica.	20
Figura 2: Arquitectura de una RNA con tres capas (entrada, oculta y salida).	21
Figura 3: Proceso de aprendizaje y funciones de transferencia de una RNA.	23
Figura 4: Procedimiento de análisis de datos.	30
Figura 5: Plataforma USGS para la descarga del DEM.	32
Figura 6: Curva hipsométrica en función al área acumulada en %.	33
Figura 7: Frecuencia de altitudes expresadas en porcentaje (%).	34
Figura 8: Curvas características del tipo de cuenca y del ciclo erosivo.	34
Figura 9: Rectángulo equivalente.	37
Figura 10: Librerías empleadas para el modelamiento en Python.	50
Figura 11: Aplicación de la librería Pandas en Python para la visualización de los registros de las estaciones hidrometeorológicas.	50
Figura 12: Hietogramas de precipitación graficados con la librería Matplotlib.	51
Figura 13: Hidrograma de caudales registrados en la estación “Racarrumi”, periodo 01/01/1991 – 31/12/2020; graficados con la librería Matplotlib en Python.	51
Figura 14: Diagrama de correlación generado con la librería Seaborn y la librería Matplotlib en Python.	52
Figura 15: Resumen estadístico de los registros hidrometeorológicos generado con la librería Seaborn y la librería Matplotlib en Python.	52
Figura 16: Código para la importación de los registros hidrometeorológicos empleados en el entrenamiento del modelo.	53
Figura 17: Código para la importación de los registros hidrometeorológicos empleados en el entrenamiento del modelo.	53
Figura 18: Código diseñado para la creación de las matrices conteniendo los registros hidrometeorológicos empleados en el entrenamiento del modelo	54
Figura 19: Código diseñado para el redimensionamiento de los datos empleados en el entrenamiento del modelo.	54
Figura 20: Código con el cual se creó una sola matriz con los datos empleados en el entrenamiento del modelo de redes neuronales.	55
Figura 21: Codificación de capas y neuronas del modelo de RN	56
Figura 22: Entrenamiento del modelo de redes neuronales.	56
Figura 23: Importación de caudales observados para validación del modelo.	57

Figura 24: Escalado de los datos considerados en la validación.	57
Figura 25: Creación del conjunto de datos para la validación "x_test".	58
Figura 26: Código para la creación de un solo "array" para la validación del modelo. .	58
Figura 27: Código para la predicción de caudales con los que se validó el modelo.	58
Figura 28: Codificación con la librería Matplotlib para la visualización de resultados. .	59
Figura 29: Hidrogramas de los caudales observados (rojo) y caudales simulados (azul), con un índice NSE de 0.93.	59
Figura 30: Gráfico de dispersión del índice de eficiencia Nash Sutcliffe-NSE.....	59
Figura 31: Caudales de diseño obtenidos por los métodos estadístico de "Gumbel y Gamma de 2 parámetros" para diferentes periodos de retorno.	61

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Internacionales.

El comportamiento de los caudales durante eventos de precipitaciones se da como un proceso no lineal, y el modelado de escorrentía es uno de los desafíos clave en el campo de la hidrología, especialmente en cuencas donde no hay datos topográficos disponibles (Fan et al., 2020).

En esa línea, investigaciones sobre modelamiento de lluvia-escorrentía contribuyen a la reducción del riesgo, contrarrestar daños, minimizar la pérdida de vidas humanas y a reducir las afectaciones que puedan ocasionarse a las propiedades, a partir de propuestas con base técnica y científica (Mosavi et al., 2018).

La estimación del caudal máximo instantáneo (IPF) es crucial para reducir las consecuencias derivadas de las inundaciones repentinas. La predicción y modelación de descargas en una cuenca hidrográfica es de mucha importancia toda vez que permite la emisión de alertas tempranas para el control y gestión de inundaciones (Jimeno et al., 2017).

Nacionales.

Entre los meses de diciembre a abril, el Norte, Centro y Sur del Perú se ven afectados por eventos máximos, ocasionando estragos en viviendas, inundación de campos de cultivo, colapso de obras hidráulicas, y lo más irreparable, pérdida de vidas humanas (Rodríguez et al., 2018).

Asimismo, cuencas hidrográficas andinas al sur del país, como por ejemplo la del río Ichu, son importantes proveedores de recursos hídricos para consumo agrícola, humano, generación de energía, ganadería y uso industrial, actividades que generan

empleo y sostenimiento económico en diferentes ciudades del Perú, por lo que su interrupción por eventos extremos afecta su continuo desarrollo (Ayala et al., 2018).

Por otro lado, el comportamiento de los caudales se da como un proceso no lineal, en el que las técnicas de inteligencia artificial como las RNA y ANFIS permiten modelarlos. La predicción de caudales con modelos hidrológicos que emplean estas técnicas, permite generar información donde no la existe (caudales sintéticos), desde pequeñas a grandes cuencas, dichos datos generados pueden ser utilizados para alimentar modelos hidráulicos y definir zonas inundables asociadas a distintos periodos de retorno (Béjar et al., 2016).

Locales.

Con el transcurrir del tiempo, las emisiones de millones de toneladas anuales de CO₂, la contaminación del agua, la tala excesiva de árboles, entre otros aspectos negativos de contaminación ambiental, han dado paso para que el clima se vea cambiante y consigo los desastres naturales sigan en aumento (Tejada Espinoza, 2014).

Así por ejemplo, los eventos máximos como El Niño en el norte, específicamente en la región Lambayeque, tienen como consecuencia la activación de quebradas, crecida en los cauces, lo que se traduce en desbordes e inundaciones que generan impactos en la sociedad y economía de la región y el país (García Quiñones & Tantalean Bustamante, 2016).

1.2. Antecedentes de estudio.

Internacionales.

French et al. (1992) con su investigación “**Rainfall forecasting in space and time using a neural network**” fueron los primeros en aplicar técnicas de inteligencia artificial al modelamiento de lluvia-escorrentía, así tuvieron como objetivo, pronosticar campos de intensidad de lluvia considerando espacio y tiempo; a partir de una red de aprendizaje de tres capas, es decir con capas de entrada, ocultas y de salida. El

entrenamiento se llevó a cabo usando el algoritmo de propagación hacia atrás (BP, del inglés Backpropagation) donde los campos de lluvia de entrada y salida se presentaron a la red neuronal como una serie de conjuntos de aprendizaje. Una vez que se completó el entrenamiento, la red neuronal se usó para pronosticar los campos de intensidad de lluvia con un tiempo de anticipación de 1 h. En esa línea, los resultados indicaron que una red neuronal es capaz de identificar la compleja relación que describe la evolución espacio-tiempo de la lluvia, como lo inherente a un modelo complejo de simulación de lluvia. En suma, aumentar el número de iteraciones de entrenamiento solo, sin cambios en la estructura de la RN, se mejora el rendimiento en los datos de entrenamiento, pero no necesariamente se mejora el rendimiento en datos independientes.

Young et al. (2015) en su investigación “**Genetic algorithm and fuzzy neural networks combined with the hydrological modeling system for forecasting watershed runoff discharge**” tuvieron como objetivo pronosticar la descarga de escorrentía mediante un algoritmo genético y redes neuronales difusas en la cuenca Laonong Creek al sur de Taiwán; para ello emplearon el sistema de modelado hidrológico HEC-HMS y 02 modelos híbridos que combinaron el modelo HEC-HMS con una red neuronal de algoritmo genético (GANN) y un enfoque de sistema de inferencia neurodifuso adaptativo (ANFIS). En ese contexto modelaron registros de escorrentía a escala horaria para 07 eventos de lluvias (tifones) que fueron recopilados para la calibración (entrenamiento) y validación del modelo. Así los resultados indicaron que la predicción cada 1 h obtenida con los modelos híbridos HEC-HMS-GANN y HEC-HMS-ANFIS fue mejor que la del modelo HEC-HMS, concluyendo que, la combinación de modelos físicos y de caja negra permitió obtener buenos resultados de predicción de la descarga de escorrentía durante los eventos de tifón.

Béjar et al. (2016) en su investigación “**Predicción de caudales medios diarios en la cuenca del Amazonas aplicando redes neuronales artificiales y el modelo neurodifuso ANFIS**” tuvieron como objetivo aplicar RNA y ANFIS para la predicción de caudales medios diarios en una sección de la cuenca del Amazonas. Para ello aplicaron los procedimientos de la metodología “Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD, del inglés Knowledge Discovery in Databases)”, a la información hidrológica recopilada de las estaciones del Servicio de Observación SO HYBAM. Así obtuvieron que, aplicando técnicas de inteligencia artificial, los coeficientes de correlación (CC) estuvieron entre el 97% y 99%; y el error medio

porcentual absoluto (MAPE) estuvo por debajo del 10%, a saber, entre 4% y 10%; lo que demostró la buena capacidad predictiva de las técnicas de inteligencia artificial empleadas, frente a métodos tradicionales del tipo lineal.

Mehdizadeh et al. (2017), en su investigación “**Evaluating the performance of artificial intelligence methods for estimation of monthly mean soil temperature without using meteorological data**” tuvieron como objetivo realizar un modelamiento de temperatura media mensual del suelo sin utilizar datos meteorológicos, para ello emplearon técnicas deterministas, estadísticas y redes neuronales artificiales. En esa línea, se estimó la temperatura media mensual del suelo a cuatro profundidades diferentes (5, 10, 50 y 100 cm) utilizando redes neuronales artificiales (RNA), sistema adaptativo de inferencia neurodifuso (ANFIS) y programación de expresión génica (GEP). Emplearon datos mensuales de temperatura media del suelo de 31 estaciones en Irán, datos de 21 y 10 estaciones para las etapas de entrenamiento y prueba de los modelos utilizados, respectivamente. Además, la información geográfica que incluyó latitud, longitud y altitud, así como el componente de periodicidad (el número de meses) se consideró como entradas en los modelos inteligentes mencionados. En suma, sus resultados demostraron que los modelos RNA y ANFIS tuvieron un buen desempeño en comparación con el modelo GEP, sin embargo, ANFIS generalmente funcionó mejor que el modelo de RNA.

Mosavi et al. (2018), en su investigación “**Flood Prediction Using Machine Learning Models: Literature Review**” tuvieron como objetivo realizar una revisión literaria sobre el estado del arte de modelos de aprendizaje automático. En ese contexto, como resultados el documento presentó los métodos de predicción más prometedores para inundaciones a corto y largo plazo; además, se investigaron las principales tendencias en la mejora de la calidad de los modelos de predicción de inundaciones; entre estos, la hibridación, la descomposición de datos, el conjunto de algoritmos y la optimización de modelos, estrategias efectivas para la mejora de los métodos del aprendizaje automático. En suma, esta investigación se puede emplear como una guía para los hidrólogos y los investigadores del clima para elegir el método de aprendizaje automático adecuado, de acuerdo con la tarea de predicción.

Sulaiman y Wahab (2018) en su investigación titulada “**Heavy Rainfall Forecasting Model Using Artificial Neural Network for Flood Prone Area**”,

tuvieron como objetivo aplicar una red neuronal artificial (RNA) para la predicción de fuertes precipitaciones mensuales. Para este propósito, se recopilaron y utilizaron en el estudio datos de precipitación de 1965 a 2015 (50 años) de estaciones meteorológicas locales. En esa línea, el rendimiento del modelo de RNA se comparó con la técnica estadística denominada Media Móvil Integrada de Regresión Automática (ARIMA), habiéndose obtenido que el modelo de RNA es confiable para anticipar eventos de precipitación intensa por encima del nivel de riesgo.

Roodsari et al. (2018) en su investigación titulada “**A comparison of SAC-SMA and ANFIS for real-time flood forecasting in small urban catchments**”, tuvieron como objetivo pronosticar inundaciones en tiempo real en 09 pequeñas cuencas urbanas ubicadas cerca de la ciudad de Nueva York, mediante el modelo hidrológico Sacramento Soil Moisture Accounting (SAC-SMA) y el Sistema Adaptativo de Inferencia Neuro Difuso (ANFIS). Los modelos se utilizaron para simular el caudal del huracán Irene (160 mm) y una tormenta de 35 mm en tiempos de espera de 03 a 24 horas. Las diferencias en el rendimiento entre los modelos fueron pequeñas para los plazos de entrega cortos (03 horas) y fueron similares para la tormenta de 35 mm. Los pronósticos del huracán Irene con plazos de 24 horas mostraron un sólido desempeño para SAC-SMA, pero una disminución en el desempeño de ANFIS. Asimismo, el desempeño del modelo SAC-SMA no varió sistemáticamente ni con el tamaño de la cuenca ni con la impermeabilidad, destacando su versatilidad para modelar este tipo de eventos meteorológicos.

Gun et al. (2019) en su investigación “**Estimation of Maximum Daily Fresh Snow Accumulation Using an Artificial Neural Network Model**”, tuvieron como objetivo aplicar Redes Neuronales Artificiales (RNA) a la estimación de acumulación máxima diaria de nieve fresca (MDFSFA, del inglés maximum daily fresh snow accumulation), con datos de entrada al modelo RNA como, precipitación diaria, temperatura media y temperatura mínima. Así se entrenó y calibró el modelo utilizando un conjunto de 19923 datos observados diariamente en Corea del Sur entre 1960 y 2016 (57 años). En ese sentido, cuando se analizaron los datos de entrada en las estaciones calibradas, el coeficiente de correlación entre el MDFSFA observado y el estimado por el modelo RNA fue 0.90, mientras que cuando los datos de entrada se interpolaron espacialmente en ubicaciones no calibradas utilizando el método de Kriging Ordinario (OK), el coeficiente de correlación fue de 0.40. En base a estos resultados se concluye

que el modelo RNA reduce significativamente la incertidumbre de la MDFSA causada por su alta variabilidad espacial.

Seo y Lee (2019) en su investigación titulada **“Spatio-Temporal Groundwater Drought Monitoring Using Multi-Satellite Data Based on an Artificial Neural Network”** tuvieron como objetivo realizar un monitoreo espacio-temporal de sequías de aguas subterráneas utilizando datos multisatélites basados en una red neuronal; para ello desarrollaron una red neuronal artificial (RNA) que empleó datos satelitales del Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) y del Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM), así como modelos del Sistema Global de Asimilación de Datos Terrestres (GLDAS). Como parte de sus resultados obtuvieron que los cambios de almacenamiento de agua subterránea de 25 km pronosticados por RNA se correlacionaron bien con los cambios de almacenamiento de agua subterránea estimados tanto in situ como con la ecuación de balance de agua (EBA), con coeficientes de correlación medios de 0.87 y 0.64, respectivamente. En suma, el índice de nivel de agua subterránea estandarizado (IGE) que se desarrolló utilizando un nuevo enfoque en su estudio, capturó las características de la sequía del agua subterránea.

Farfán et al. (2020) en su investigación **“A hybrid neural network-based technique to improve the flow forecasting of physical and data-driven models: Methodology and case studies in Andean watersheds”** tuvieron como objetivo mejorar el pronóstico de flujo de modelos físicos y basados en datos a partir de la combinación de estos. Para ello evaluaron la precisión de dos modelos físicos (WEAP y GR2M) y dos modelos basados en redes neuronales artificiales (RNA) que utilizaron datos meteorológicos como variables de entrada. En ese contexto los resultados indicaron que la técnica propuesta fue capaz de mejorar el desempeño individual de los modelos físicos y basados en RNA, arrojando buenos resultados en las etapas de calibración y validación para los dos casos de estudio; específicamente, se observaron incrementos en el NSE de 0.64 a 0.99 en el río Machángara Alto, y de 0.88 a 0.99 en el río Chulco.

Nacionales.

Laqui et al. (2019) en su investigación “**Can artificial neural networks estimate potential evapotranspiration in Peruvian highlands?**”, se plantearon como objetivo aplicar RNA para la estimación de evapotranspiración potencial en el Altiplano Peruano empleando redes neuronales artificiales del tipo retropropagación (RNA) como método alternativo al de la FAO Penman-Monteith (FAO-PM56) y Hargreaves-Samani (HS), a partir de variables de entrada como temperatura máxima del aire ($T_{\text{máx}}$), temperatura mínima del aire ($T_{\text{mín}}$), horas de sol (Sh), humedad relativa (Rh) y velocidad del viento (Wv). Para ello seleccionaron conjuntos de datos climáticos diarios registrados en 12 estaciones meteorológicas entre 1963 y 2015, asimismo, por motivos de evaluación, consideraron ETo calculada mediante el método FAO-PM56. En esa línea, la aplicación de la fórmula de Hargreaves-Samani (HS) presentó un bajo desempeño en la estimación de la ETo en comparación con 13 modelos de RNA. Adicionalmente, determinaron que en estaciones con menor amplitud térmica ($<14.2^{\circ}\text{C}$) los niveles de desempeño más bajos se presentaron en la estimación de la ETo con la ecuación de HS, lo cual no ocurrió marcadamente con los modelos de RNA que estimaron adecuadamente la ETo. En suma, los modelos de RNA representaron una buena opción para reemplazar el método FAO-PM56 y HS, cuando las series de datos ETo son escasos.

Lujano et al. (2014) en su investigación “**Pronóstico de caudales medios mensuales del río Ilave usando modelos de redes neuronales artificiales**” se propusieron como objetivo estimar caudales medios mensuales mediante 06 modelos de RNA en la cuenca del río Ilave, para ello; con el 70%, 15% y 15% de la información realizaron el entrenamiento, validación y prueba respectivamente. El tipo de RN empleada fue el Perceptrón Multicapa y el algoritmo de Retropropagación; en función a los cuales se obtuvo que para el modelo MRNN5, MRNA2 y MRNA3, los coeficientes Nash alcanzaron el 88.0%, 87.9% y 87.1%; la raíz del error cuadrático fue del 18.9%, 19.0% y 19.6% respectivamente. En suma, la implementación de modelos de pronóstico de lluvia-escorrentía son importantes para la valuación de peligros y el tratado de eventos extremos, además, la predicción sólida y precisa contribuye en la implementación de estrategias de gestión del recurso hídrico.

Laqui Vilca (2015) en su investigación “**Aplicación de Redes Neuronales Artificiales a la Modelización y Previsión de Caudales Medios Mensuales del Río Huancané**” tuvo por objetivo aplicar 10 modelos de RNA a la previsión de caudales a partir de registros medios mensuales de caudales, evaporación y precipitación. Para ello emplearon 39 años de registros, de los cuales 33 se emplearon para el entrenamiento (85% de la información) y 06 años para la validación (15% de la información). En ese sentido, con los modelos de redes neuronales obtuvieron mejores resultados frente a un modelo autorregresivo periódico de primer orden (PAR-1), llegando alcanzar hasta un R^2 de 0.83. En suma, ante la limitada información disponible de caudales en los diferentes ríos del Perú, la modelación y predicción de información hidrológica tiene gran importancia, donde los modelos de RNA manejan de modo más adecuado la aleatoriedad de caudales, presentando una adecuada adaptabilidad a nuevos valores.

Locales.

Villena Pairazaman (2016) en su investigación “**Aplicación de redes neuronales artificiales y su optimización para el pronóstico de la demanda de agua potable en la empresa Epsel S. A. de Mocupe**” tuvo por objetivo comparar dos modelos de RNA al pronóstico de la demanda de agua, concluyendo que el modelo más eficiente para la predicción de la demanda de agua en la empresa Epsel de Mocupe, es el modelo Perceptrón con el algoritmo de aprendizaje Backpropagation, ello en función a las pruebas de bondad de ajuste realizadas en la fase de evaluación.

Tineo Pongo (2018), en su investigación “**Aplicación del modelo hidrológico distribuido TETIS para estimar la variabilidad hidrológica en la cuenca del río chancay Lambayeque**” cuyo objetivo de fue estimar caudales diarios en la estación “Bocatoma Racarrumi”, “Carhuaquero” y “Partidor Puntilla” mediante el modelo hidrológico distribuido TETIS recopiló registros de precipitación de doce estaciones meteorológicas distribuidas en toda la cuenca, a escala diaria desde el 01/01/1988 al 31/12/2013 (26 años), así como caudales observados en la estación hidrométrica “Racarrumi” con los cuales se calibró el modelo. En función a sus resultados, concluyó que el modelamiento realizado con TETIS alcanzó una función objetivo Nash Sutcliffe de 0.6582, que lo califica como “bueno”.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

a) Redes Neuronales Artificiales (RNA).

(Choubin et al., 2014), indica que las RNA son sistemas de modelamiento matemático que realizan un procesamiento paralelo de datos. La primera RNA fue desarrollada en 1943 por McCulloch y Pitts con el objeto de imitar el funcionamiento de las redes neuronales biológicas a partir de la interconexión de éstas. En hidrología se las inició a emplear en la década de los 90, como lo realizado por French en 1992 para la predicción de lluvia.

En lugar de las características físicas de la cuenca, las RNA trabajan en función a datos, siendo herramientas confiables para la construcción de modelos del tipo caja negra. Investigaciones como las de (Nabipour y otros, 2020), recomiendan a las RNA como una de las técnicas de modelamiento más adecuadas que proporcionan una capacidad y velocidad de generalización aceptable en comparación con otros modelos convencionales.

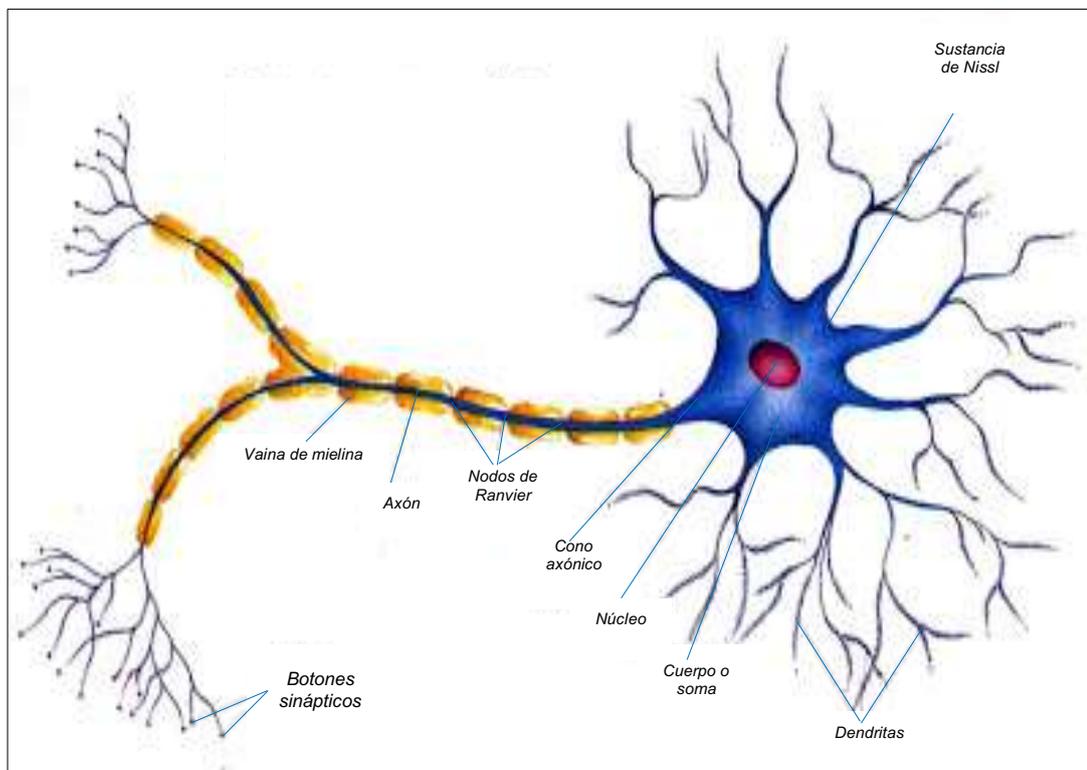


Figura 1: Estructura general de una neurona biológica.

Fuente: Adaptado de (Young & Liu, 2015).

b) Backpropagation.

(Laqui Vilca W. F., 2015), indica que el Backpropagation (BP) es un algoritmo de aprendizaje constituido por varias capas, donde los pesos se calculan utilizando la propagación inversa del gradiente de error. En el BP se dan más fases en el ciclo de aprendizaje, empleando una función de activación para enviar señales a los otros nodos.

El BPNN consta de tres capas, una de entrada, una oculta y una de salida, tal como se presenta en la Figura 2, donde cada una tiene varias neuronas que reciben entradas de la capa anterior o externas y las convierten en una señal de salida o entrada para ser utilizada por las neuronas en la siguiente capa.

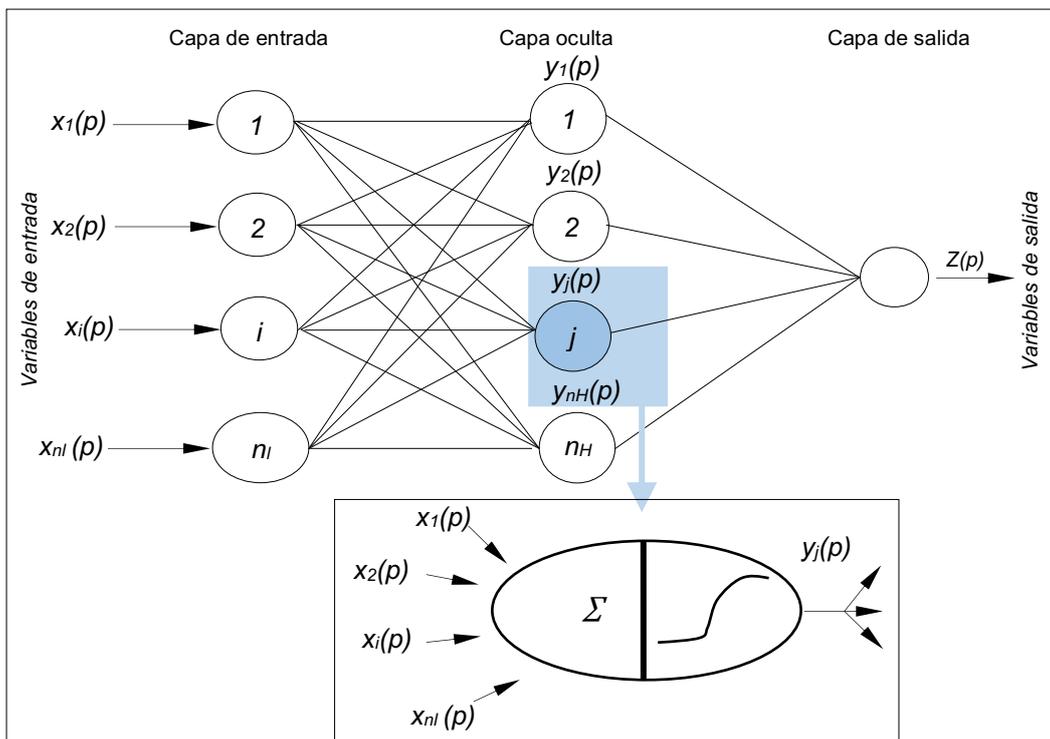


Figura 2: Arquitectura de una RNA con tres capas (entrada, oculta y salida).

Fuente: Adaptado de (Hu et al., 2018).

c) Entrenamiento de una red neuronal artificial.

(Rezaeianzadeh et al., 2013), indican que es el proceso mediante el cual se realizan configuraciones a la RNA para que en función a las entradas se produzcan las salidas

deseadas. Como parte del entrenamiento se van ajustando los pesos w_{ij} que deberán ir convergiendo a valores consistentes. Existen dos formas de entrenar a una RNA, los cuales son:

- Entrenamiento supervisado, en el que el modelador ingresa los datos de entrada a la RNA y los compara con los datos deseados, ajustando además los pesos para disminuir el error.
- Entrenamiento no supervisado, el cual es un proceso contrario al entrenamiento anterior, donde la RNA generará una salida sin tener en cuenta un objetivo en particular.

Por tanto, en función a lo descrito, ¿cómo aprenden las redes neuronales?

- (i) Las entradas (información de ingreso) se multiplican por los pesos,
- (ii) La función de activación da un resultado estimado " \hat{y} ", que por lo general es diferente al observado,
- (iii) Obteniéndose a lo que se llama margen de error, que está representado por una función " C " llamada función de Coste,
- (iv) Luego se vuelve a procesar dicha información en la red, a lo que se le conoce como retropropagación (backpropagation),
- (v) Se vuelven a reajustar los pesos,
- (vi) Repitiéndose el proceso hasta que la función de coste (C) sea la mínima.

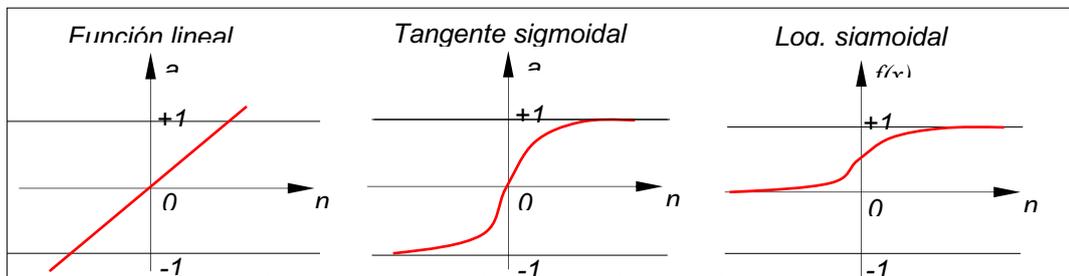
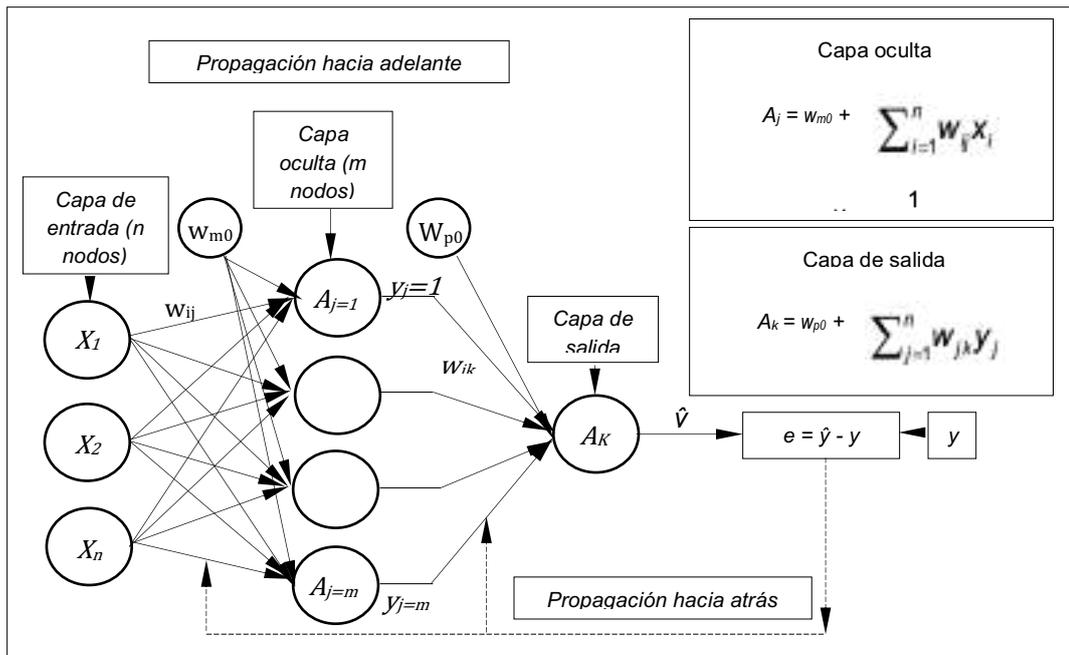


Figura 3: Proceso de aprendizaje y funciones de transferencia de una RNA.

Fuente: Adaptado de (Yaseen y otros, 2020).

d) Caracterización geomorfológica del área de estudio.

En función al Modelo de Elevación Digital (DEM) se generará el Mapa de Direcciones de Flujo, el Mapa de Celdas Drenantes Acumuladas y el Mapa de Pendientes. Se procedió a determinar los parámetros fisiográficos de la cuenca del río Chancay Lambayeque tales como su área expresada en km², su perímetro en km, pendiente en m/m, perfil longitudinal, altitudes, etc., para ello se trabajó con ArcGIS.

e) Data hidrometeorológica.

Respecto a la información hidrometeorológica a considerar como parte de la presente investigación fueron registros a escala diaria de precipitación y caudales. La data histórica comprendió un periodo de 30 años (normal climatológica), de la Red

Meteorológica del SENAMHI, del PEOT y del ANA, estaciones que se encuentren operativas dentro de toda la cuenca o aledañas a ésta.

1.4. Formulación del problema.

¿De qué manera la aplicación de redes neuronales artificiales (RNA) permite optimizar los resultados del modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

La presente investigación se justifica en función a lo siguiente:

- **Justificación técnica:**

El modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca Chancay Lambayeque se realizó aplicando modelos de redes neuronales, previo análisis y tratamiento de la información hidrometeorológica a escala diaria, las cual al verificar RNA se obtuvo un coeficiente Nash-Sutcliffe Eficiencia (NSE) de 0.93, de manera que este resultado nos garantiza que el modelo es fiable en la representación de la cuenca. Cabe recalcar que dichos modelos actualmente se vienen aplicando en diferentes ramas, siendo la hidrología una de éstas, más aún cuando no se cuenta con datos para modelos distribuidos o semidistribuidos, de ahí su importancia, pues son modelos que solo pueden trabajar en función a datos.

- **Justificación social:**

La generación de información hidrometeorológica producto de esta investigación contribuye para que entidades, universidades, personas naturales, lo consideren en la formulación de estudios hidrológicos e hidráulicos que tengan por finalidad contribuir con problemas por los que se han visto afectadas las poblaciones aledañas al cauce del río Chancay producto del desborde de ríos y crecida de quebradas secas, como por ejemplo el Fenómeno El Niño Costero del 2017.

- **Justificación científica:**

La presente investigación sirve como referencia para estudios futuros, toda vez que se da a conocer problemáticas y temas en las que podrían enfocar futuras investigaciones de ingeniería civil relacionadas con la hidrología e hidráulica. En esa línea se podría realizar investigaciones futuras relacionadas con la completación de

registros hidrometeorológicos con redes neuronales; o con el desarrollo y aplicación de modelos híbridos.

En suma, la importancia de la investigación radica en que, mediante la aplicación de técnicas de inteligencia artificial basado en ciencia de datos se puede modelar precipitación-escorrentía, sin necesidad en este caso de requerir parámetros que normalmente emplean modelos distribuidos o semi distribuidos, los cuales además dependen de estudios regionales.

1.6. Hipótesis.

La aplicación de redes neuronales artificiales (RNA) permite optimizar los resultados del modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general:

Aplicar redes neuronales artificiales al modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque.

1.7.2. Objetivos específicos:

- Determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Chancay Lambayeque.
- Analizar la información hidrometeorológica a escala diaria disponible en la cuenca del río Chancay Lambayeque.
- Calibrar y validar el modelo de redes neuronales para la simulación de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque.
- Determinar caudales para diferentes periodos de retorno en la estación hidrológica “Bocatoma Racarrumi” ubicada en la parte media de la cuenca del río Chancay Lambayeque.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de la investigación.

La presente indagación es del tipo cuantitativa – explicativa.

(Hernández Sampieri et al., 2014), definen este tipo de investigaciones como un proceso sistemático, en el que se recolectan datos para explicar y probar hipótesis en función al análisis numérico y estadístico de resultados, con el objeto de definir un patrón de comportamiento.

Diseño de la investigación.

Cuasi experimental – transversal.

En función al tipo de indagación seleccionada, se utilizó el diseño “cuasi experimental”, toda vez que los registros de precipitación y caudales observados no fueron manipulados previamente.

La investigación también es del tipo “transversal”, puesto que la recopilación de información comprendió un tiempo determinado, desde enero de 1991 a diciembre de 2020.

2.2. Población y muestra.

Población:

La población está conformada por estaciones hidrometeorológicas ubicadas en la cuenca del río Chancay Lambayeque, así como en cuencas aledañas a ésta.

Muestra:

Se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia, así la muestra de la presente investigación estuvo conformada por 12 estaciones hidrometeorológicas, 11 meteorológicas y 1 hidrométrica, de las cuales se consideraron 30 años de registros de precipitación y caudales respectivamente, seleccionados en función a la disponibilidad de información. Con un 80% de los datos se entrenó y calibró los modelos formulados, y con un 20% se validaron.

2.3. Variables y operacionalización.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnica e instrumento de recolección de datos
<i>Variable independiente:</i> Lluvia.	- Precipitación acumulada diaria.	- Temperatura.	- Intensidad. - Duración. - Frecuencia.	- Análisis documental y procesamiento de datos.
	- Precipitación acumulada mensual, anual.	- Radiación solar. - Velocidad del viento.		- Ficha técnica de recolección de datos.
	- Precipitación máxima en 24h.	- Evapotranspiración.		- Pluviómetros, pluviógrafos.
<i>Variable dependiente:</i> Escorrentía.	- Escorrentía superficial.	- Caudal medio diario. - Caudal máximo diario. - Caudal máximo instantáneo.	- Oferta y demanda. - Período de retorno.	- Limnímetros, limnógrafos. - Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional (MINEM). - Guía de prácticas hidrológicas (OMM).

Fuente: *Elaboración propia.*

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recopilación de datos.

- a) *Observación y recopilación de datos:* Mediante esta técnica se identificaron y recopilamos registros de 30 años de precipitación de 9 estaciones meteorológicas dentro de la cuenca, así como de estaciones de cuencas vecinas. Respecto a los caudales, se consideraron los registros de la estación hidrométrica Racarrumi.
- b) *Análisis y procesamiento de datos:* Mediante esta técnica se analizaron y procesaron los registros de precipitación y caudales, mediante el tratamiento de la información hidrometeorológica (completación y extensión de datos).
- c) *Análisis documental:* Mediante esta técnica se revisaron papers, artículos, libros, normas, guías, tesis, manuales, etc., que contenían conceptos, procedimientos, datos, imágenes, diagramas de flujo, que permitieron entender, manejar y procesar mejor el modelamiento de lluvia-escorrentía con redes neuronales artificiales.

Instrumentos de recolección de datos.

- a) *Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional:* Documento elaborado por el Consorcio Lahmeyer – Salzgitter, del cual se extrajo información *Hidrometeorológica* (Volumen IV) de la cuenca del río Chancay Lambayeque (Ministerio de Energía y Minas, 1979).
- b) *Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional:* Documento elaborado por el Consorcio Lahmeyer – Salzgitter, del cual se extrajo datos relacionados con la *Información Hidrométrica y Pluviométrica* (Volumen V) de la cuenca del río Chancay Lambayeque (Ministerio de Energía y Minas, 1979).
- c) *Guía de prácticas hidrológicas. Volumen I. Hidrología – De la medición a la información hidrológica:* Documento base para la comprensión sobre la medición cuantitativa de variables meteorológicas tales como precipitación, caudales, temperatura, evaporación, evapotranspiración, humedad del suelo, sedimentos, entre otros (Organización Meteorológica Mundial, 1994).

Validez y confiabilidad de datos.

Las técnicas de recopilación de información que se utilizaron son de fuentes institucionales internacionales como la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) y nacionales como el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), las cuales fueron aplicadas previamente en estudios similares a la presente investigación. Del mismo modo se consideró el aporte de metodólogos de la Universidad Señor de Sipán y de ingenieros afines a la especialidad de hidrología.

2.5. Procedimientos de análisis de datos.

- a) *Exploración y recopilación de la información hidrometeorológica:* Se realizaron visitas técnicas a las estaciones hidrometeorológicas con el fin de recopilar la información necesaria y conocer con mayor detalle el proceso de medición de los datos.

- b) *Formulación del modelo de lluvia-escorrentía con RNA:* Comprendió la delimitación hidrográfica de la cuenca con el software ArcGIS y el inicio de la simulación de caudales con RNA. Esta etapa como las siguientes se desarrollaron en gabinete.

- c) *Calibración y validación del modelo de lluvia-escorrentía formulado con RNA:* Se ajustaron los datos y parámetros de entrada como el número de neuronas y capas para alcanzar mejores métricas de bondad de ajuste, buscando que los caudales simulados se asemejen a los observados.

El procedimiento de análisis de datos que se siguió en la investigación se detalla a continuación:

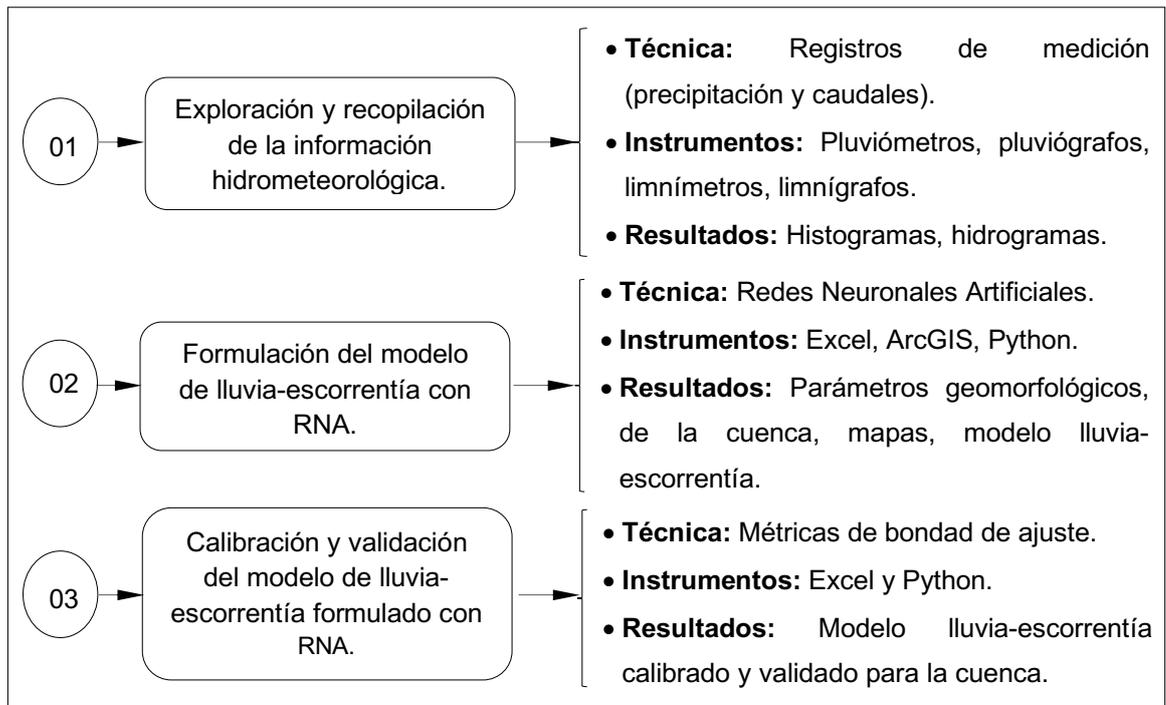


Figura 4: Procedimiento de análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Criterios éticos.

Como parte de la presente investigación se tuvo en cuenta tres principios éticos básicos:

- Respeto a las personas*, donde se respetó la opinión y participación de cada una de las personas que intervinieron de manera libre y voluntaria con información pertinente en la presente investigación.
- Beneficencia*: Uno de los objetos de la presente investigación es calcular caudales para diferentes periodos de retorno, información básica para la formulación de estudios y proyectos hidráulicos que beneficien a la ciudadanía de la región Lambayeque.
- Justicia*: Se citó cada estudio considerado como fuente bibliográfica, es decir se le dio los créditos respectivos.

2.7. Criterios de rigor científico.

Fueron los siguientes:

- a) *Respeto al derecho de propiedad intelectual:* Se respetó el aporte intelectual de las personas que intervinieron de manera voluntaria en la investigación.
- b) *Citar las fuentes:* Hasta lo que va de la investigación se ha citado y dado los créditos correspondientes a cada una de las fuentes utilizadas en la presente investigación.
- c) *Reconocimiento a la contribución de los participantes en la investigación:* Se reconoce la intervención de cada persona que participó en la investigación, entre ellos al asesor de tesis.
- d) *Reserva de la información:* Se reserva la información recopilada, aclarando que fue utilizada de manera responsable con fines académicos.
- e) *Validez:* El tratamiento de la información hidrometeorológica se realizó siguiendo los procedimientos y recomendaciones de normas internacionales como las de la OMM, SENAMHI, MINEM, MINAGRI.
- f) *Consistencia:* Para tener mayor confiabilidad se realizó visitas técnicas de campo a las estaciones hidrometeorológicas, así como para recopilar la información necesaria y conocer con mayor detalle el proceso de medición de los datos.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados en tablas y figuras.

a) **Determinación de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Chancay Lambayeque.**

La delimitación hidrográfica de la cuenca del río Chancay Lambayeque se realizó en base a un Modelo de Elevación Digital (ASTER GDEM) descargado del Centro de Archivos Activos Distribuidos de Procesos Terrestres de la NASA (LP DAAC). Dicho DEM fue trabajado con el SIG ARCGIS, y en base al cual se elaboraron el mapa de Pendientes, mapa de Dirección de Flujo, mapa de Celdas Drenantes Acumuladas, mapa de Coberturas y Texturas de Suelo, Mapa de la Red Hídrica.

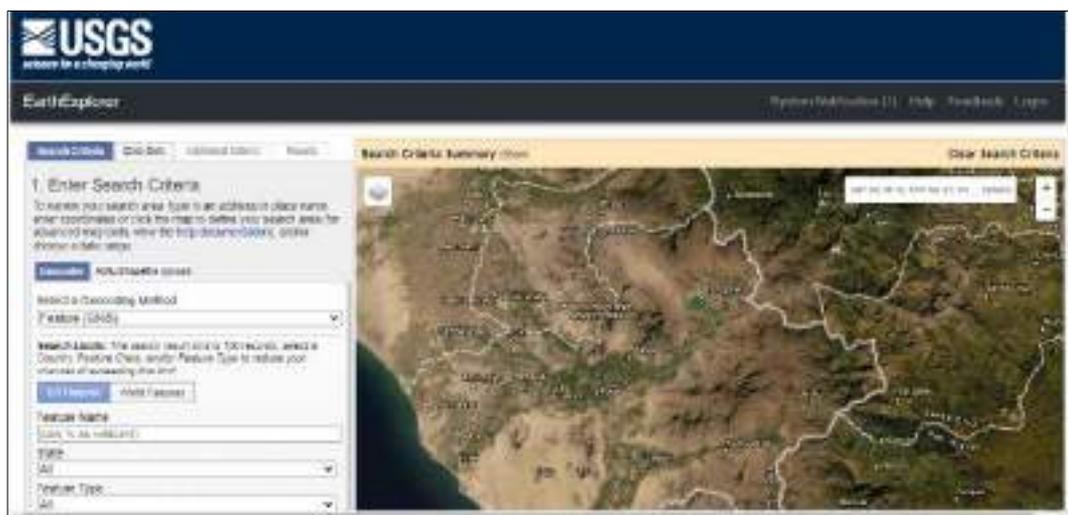


Figura 5: Plataforma USGS para la descarga del DEM.

Fuente: <https://search.earthdata.nasa.gov/search>

A continuación, se presentan los resultados de la delimitación hidrográfica de la cuenca del río Chancay Lambayeque.

- **Curva hipsométrica y de frecuencia de altitudes.**

Área de la cuenca = 4043.73 km²

Perímetro = 432.86 km

Elevación máxima (m.s.n.m) = 4103.00 msnm

Elevación mínima (m.s.n.m) = 6.00 msnm

Tabla 2

Elevaciones y áreas de la curva hipsométrica

Nº	Altitud (m.s.n.m)			Área (Km ²)			
	ZMínimo	ZMáxima	Zmedia	Por intervalo	% Por intervalo	Acumulado	% Acumulado
01	6.00	260.00	111.00	724.62	17.92 %	4043.73	100.00 %
02	261.00	565.00	390.00	435.68	10.77 %	3319.11	82.08 %
03	566.00	925.00	726.00	280.13	6.93 %	2883.42	71.31 %
04	926.00	1306.00	1118.00	247.04	6.11 %	2603.29	64.38 %
05	1307.00	1657.00	1500.00	298.90	7.39 %	2356.25	58.27 %
06	1658.00	1965.00	1824.00	343.09	8.48 %	2057.35	50.88 %

07	1966.00	2259.00	2110.00	408.51	10.10 %	1714.27	42.39 %
08	2260.00	2559.00	2409.00	329.80	8.16 %	1305.76	32.29 %
09	2560.00	2880.00	2704.00	303.82	7.51 %	975.96	24.14 %
10	2881.00	3229.00	3045.00	232.72	5.76 %	672.14	16.62 %
11	3230.00	3578.00	3408.00	267.99	6.63 %	439.42	10.87 %
12	3579.00	4103.00	3739.00	171.43	4.24 %	171.43	4.24 %
TOTAL				4043.73 km²	100.00 %		

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2 se presentan las elevaciones y áreas entre curvas de nivel, las mismas que permitieron generar la curva hipsométrica que se muestra en la Figura 6. En esa línea se observa que la mayor área de la cuenca de encuentra entre los 6.00 msnm y los 260.00 msnm.

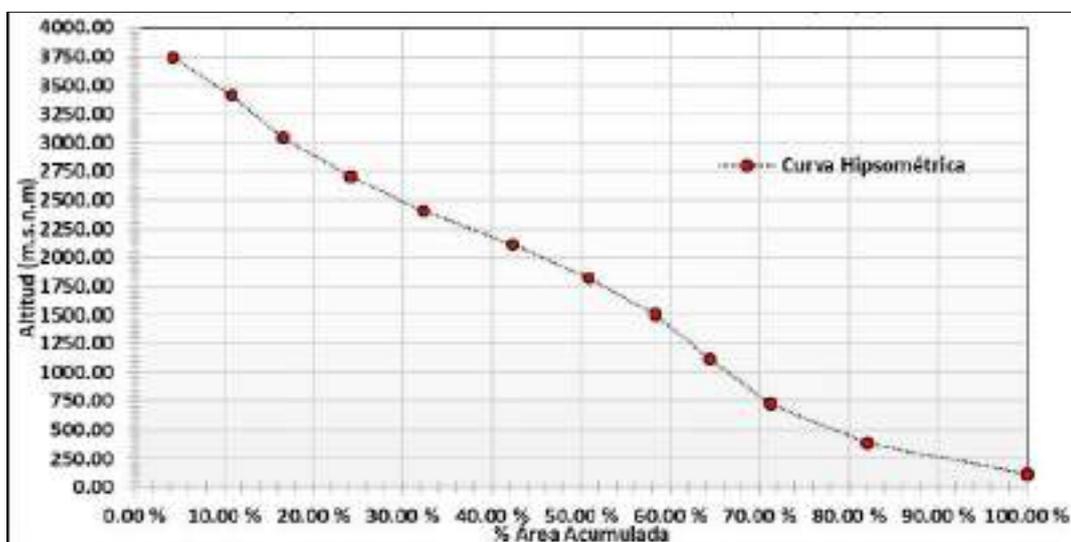


Figura 6: Curva hipsométrica en función al área acumulada en %.

Fuente: Elaboración propia.

En función a la curva hipsométrica de la Figura 6 se deduce que la cuenca del río Chancay Lambayeque es una cuenca en fase de “madurez” al presentar una curvatura tipo B, tal como se muestra en la Figura 8.

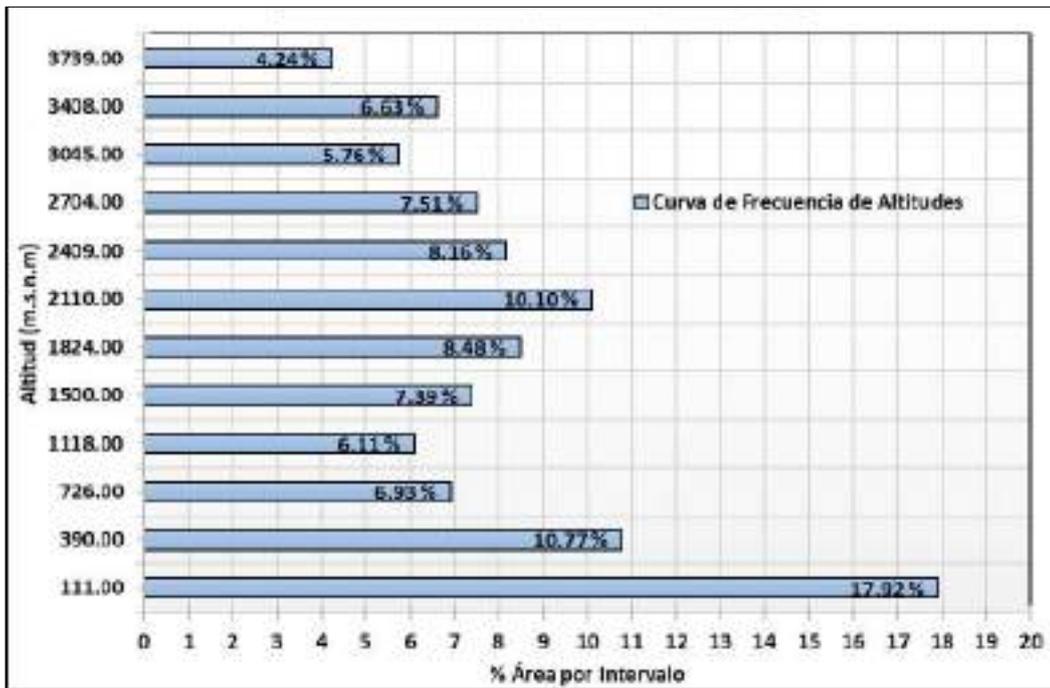


Figura 7: Frecuencia de altitudes expresadas en porcentaje (%).

Fuente: Elaboración propia.

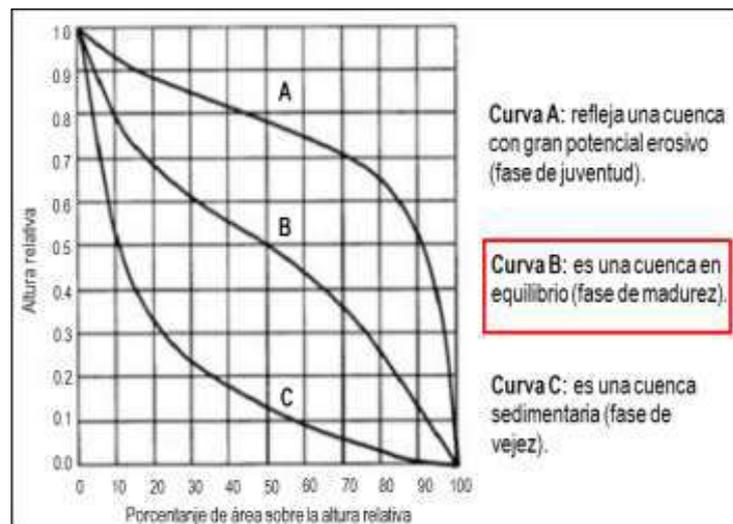


Figura 8: Curvas características del tipo de cuenca y del ciclo erosivo.

Fuente: Elaboración propia.

- Elevación media de la cuenca.

$$E_m = \frac{\hat{A} (a * e)}{A}$$

Donde:

E_m = elevación media de la cuenca (m.s.n.m).

a = área entre curvas de nivel (km^2).

Z_m = elevación media entre curvas de nivel (m.s.n.m).

A = área total de la cuenca (km^2).

Tabla 3

Elevación media de la cuenca

Nº	Altitud (m.s.n.m)			Área (Km^2)	$a \times Z_{media}$ ($\text{km}^2\text{-msnm}$)
	$Z_{Mínimo}$	$Z_{Máxima}$	Z_{media}	a (km^2)	
01	6.00	260.00	111.00	724.62	80432.74
02	261.00	565.00	390.00	435.68	169916.69
03	566.00	925.00	726.00	280.13	203374.03
04	926.00	1306.00	1118.00	247.04	276195.50
05	1307.00	1657.00	1500.00	298.90	448342.61
06	1658.00	1965.00	1824.00	343.09	625790.53
07	1966.00	2259.00	2110.00	408.51	861955.88
08	2260.00	2559.00	2409.00	329.80	794485.43
09	2560.00	2880.00	2704.00	303.82	821522.99
10	2881.00	3229.00	3045.00	232.72	708626.07
11	3230.00	3578.00	3408.00	267.99	913314.36
12	3579.00	4103.00	3739.00	171.43	640980.32
TOTAL				4043.73 km^2	6544937.16

Fuente: Elaboración propia

$$E_m = \frac{\hat{A} (a * e)}{A} = \frac{6544937.16 \text{ km}^2 - \text{msnm}}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$E_m = 1618.54 \text{ msnm}$$

De **Tabla 3** se deduce que en función a 12 intervalos que comprenden elevaciones y áreas, la elevación media de la cuenca es de 1618.54 msnm. En esa línea vale precisar que la mínima es de 6.00 msnm y la máxima de 4103.00 msnm.

- **Índices representativos de la cuenca.**

Factor de forma de la cuenca (F).

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

A = área de la cuenca (km²).

P = perímetro de la cuenca (km).

L = longitud del curso principal (km).

$$F = \frac{A}{L^2} = \frac{4043.73 \text{ km}^2}{(228.31 \text{ km})^2}$$

F = 0.08 (cuenca con menor tendencia a concentrar tormentas simultaneas, por lo que está sujeta a menos crecidas).

Índice de compacidad (K).

$$K = 0.282 * \frac{P}{\sqrt{A}} = 0.282 * \frac{432.86 \text{ km}}{\sqrt{4043.73 \text{ km}^2}}$$

K = 1.92 (cuenca alargada con una respuesta lenta, como escorrentía máxima, a la precipitación).

Índice de elongación (R).

$$R = \frac{D}{L}$$

Donde:

D = diámetro de una circunferencia de igual superficie que la cuenca (km).

L = longitud del curso principal (km).

A = área de la circunferencia (km²).

$$r = \sqrt{\frac{A}{p}} = \sqrt{\frac{4043.73 \text{ km}^2}{p}}$$

$$r = 35.88 \text{ km}$$

$$D = 2 * r = 2 * 35.88 \text{ km} = 71.75 \text{ km}$$

$$L = 228.31 \text{ km}$$

$$R = \frac{D}{L} = \frac{71.75 \text{ km}}{228.31 \text{ km}} = 0.31$$

- **Rectángulo equivalente.**

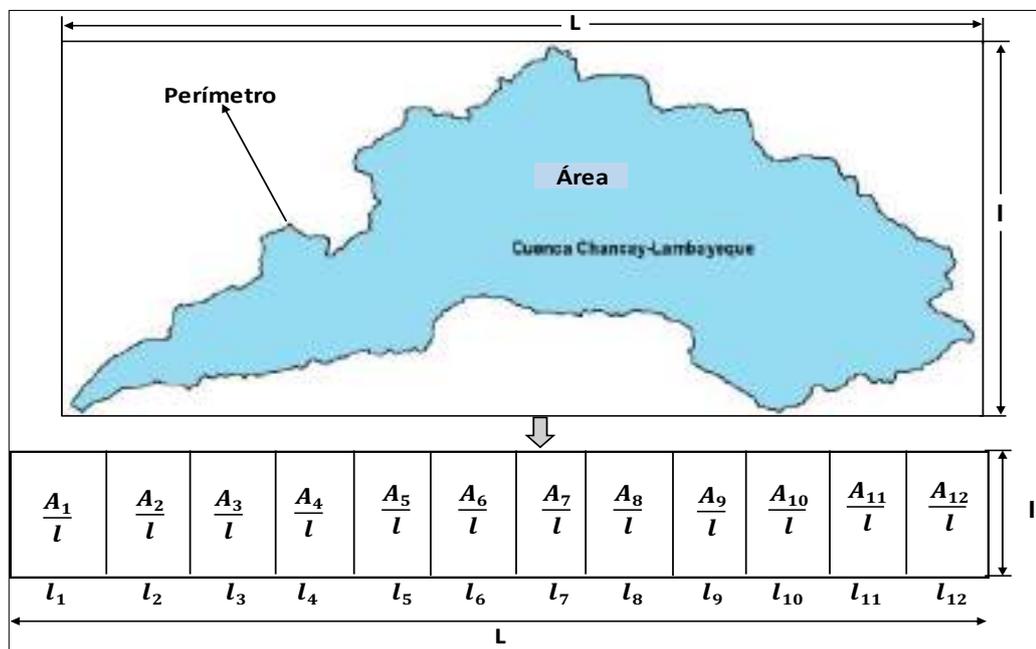


Figura 9: Rectángulo equivalente.

Fuente: Elaboración propia.

Lado mayor y menor de la cuenca (L y l).

Se recomienda verificar que: $K \geq \frac{2}{\sqrt{p}}$, es decir : $1.92 > 1.13$, por tanto :

$$L = \frac{1}{2} * K * \sqrt{\pi * A} * \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{2}{\sqrt{\pi} * K} \right)^2} \right) ; \quad \ell = \frac{1}{2} * K * \sqrt{\pi * A} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2}{\sqrt{\pi} * K} \right)^2} \right)$$

Donde:

L = longitud del lado mayor del rectángulo (km).

l = longitud del lado menor del rectángulo (km).

K = índice de Gravelious.

A = área de la cuenca (km²).

$$L = \frac{1}{2} * K * \sqrt{\pi * A} * \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{2}{\sqrt{\pi} * K} \right)^2} \right) = \frac{1}{2} * 1.92 * \sqrt{\pi * 4043.73 \text{ km}^2} * \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{2}{\sqrt{\pi} * 1.92} \right)^2} \right)$$

$$L = 195.70 \text{ km}$$

$$\ell = \frac{1}{2} * K * \sqrt{\pi * A} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2}{\sqrt{\pi} * K} \right)^2} \right) = \frac{1}{2} * 1.92 * \sqrt{\pi * 4043.73 \text{ km}^2} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2}{\sqrt{\pi} * 1.92} \right)^2} \right)$$

$$\ell = 20.66 \text{ km}$$

- **Pendiente promedio de la cuenca por el criterio de rectángulo equivalente.**

$$S = H/L$$

Donde:

S = pendiente de la cuenca (%).

H = desnivel total en m (cota en la zona más alta - cota en la zona más baja).

L = lado mayor del rectángulo equivalente (m).

$$S = \frac{H}{L} = \frac{4103.00 \text{ m.s.n.m} - 6.00 \text{ m.s.n.m}}{195696.22 \text{ m}}$$

$$S = 2.09\%$$

- **Red de drenaje.**

Longitud del cauce principal = 228.31 km

Longitud de la red hídrica = 1338.36 km

Orden de la red hídrica = 4

Tabla 4

Características de la red de drenaje

Orden	Nº total de ríos	L. total de ríos (km)	Longitud promedio de ríos (km/río)
1	232	677.70	2.92
2	117	387.32	3.31
3	45	115.34	2.56
4	61	158.00	2.59
TOTAL	455	1338 km	

Fuente: Elaboración propia.

De la **Tabla 4** se infiere que el total de cauces por el que está conformada la cuenca del río Chancay Lambayeque es 455, siendo 232 de 1^{er} orden (con un total de 677.70 km), 117 de 2^{do} orden (con un total de 387.32 km), 45 de 3^{er} orden (con un total de 115.34 km) y 61 de 4^{to} orden (con un total de 158.00 km). En esa línea, el grado de ramificación GR de la cuenca es del orden 4.

Densidad de drenaje (D_d).

$$D_d = \frac{\hat{A} L_i}{A}$$

Donde:

L_i = longitud total de los cursos de agua (km).

A = área de la cuenca (km²).

$$D_d = \frac{\hat{A} L_i}{A} = \frac{1338.36 \text{ km}}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$D_d = 0.33 \text{ km/km}^2$ (densidad de drenaje media, lo que indica que la cuenca está medianamente drenada).

Coefficiente de masividad (C_m).

$$C_m = \frac{E_m}{A}$$

Donde:

E_m = elevación media (m.s.n.m).

A = área de la cuenca (km^2).

$$C_m = \frac{E_m}{A} = \frac{1618.54 \text{ m.s.n.m}}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$C_m = 0.40 \text{ msnm/km}^2$$

Coefficiente de torrencialidad (C_T).

$$C_T = \frac{\text{N}^\circ \text{de cursos de agua de 1}^\text{er} \text{ orden}}{\text{Área de la cuenca (km}^2\text{)}}$$

$$C_T = \frac{232}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$C_T = 0.06$$

Frecuencia de ríos (F_r).

$$F_r = \frac{\text{Total de cursos de agua}}{\text{Área de la cuenca (km}^2\text{)}}$$

$$F_r = \frac{455 \text{ ríos}}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$F_r = 0.11 \text{ ríos / km}^2$$

- **Pendiente del cauce por el método de pendiente uniforme.**

$$S = \frac{H}{L}$$

Donde:

S = pendiente del cauce (%).

H = diferencia de cotas entre los extremos del cauce (m).

L = longitud del cauce (m).

$$S = \frac{H}{L} = \frac{4103.00 \text{ m.s.n.m} - 6.00 \text{ m.s.n.m}}{228313.00 \text{ m}}$$

$$S = 1.79\%$$

Tabla 5

Parámetros fisiográficos de la cuenca del río Chancay Lambayeque

Descripción	Unidades	Valor	Descripción	Unidades	Valor
De la superficie			De la red hídrica		
Área de la cuenca	km ²	4043.73	Orden de la red hídrica	und	4.00
Perímetro de la cuenca	km	432.86	Longitud de la cuenca	km	195.78
Cotas			Longitud del cauce principal	km	228.31
Máxima	m.s.n.m	4103.00	Longitud de la red hídrica	km	1338
Mínima	m.s.n.m	6.00	Pendiente del cauce principal	%	1.79
Altitud			Características morfológicas		
Altitud media	m.s.n.m	1618.54	Índice de compacidad	----	1.91
Altitud más frecuente	%	17.92	Factor de forma	----	0.08
Altitud de frecuencia media	m.s.n.m	1618.54	Ancho medio	km	20.65
Pendiente			Desnivel altitudinal	m	4097.00
Pendiente promedio de la cuenca	%	8.46	Densidad de drenaje	km/km ²	0.33

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 6*Respuesta de la cuenca a la precipitación en términos de escorrentía*

Parámetros												Respuesta de la cuenca a la precipitación en Términos de Escorrentía
BÁSICOS			De forma			De relieve		De la red hídrica				
Área (km ²)	Perímetro (km)	Longitud del cauce principal (km)	Ancho promedio (km)	Coefficiente de compacidad	Factor de forma	Respuesta a la precipitación	Pendiente media de la cuenca (%)	Altura media Hm (msnm)	Densidad de drenaje Dd (Km/km ²)	Grado de ramificación GR (orden)	Tipo de drenaje	
4043.73	432.86	228.31	17.71	1.91	0.08	Lenta	2.09%	1618.54	0.33	4	Pobre	<i>Lenta - Pobre</i>

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 5 y Tabla 6 se infiere que la cuenca del río Chancay Lambayeque es una cuenca “grande” con un área de 4043.73 km², un perímetro de 432.86 km, y que en función a su curva hipsométrica es una cuenca en fase de “madurez”. Al tratarse de una cuenca alargada, esta presenta una respuesta “lenta”, como escorrentía máxima a la precipitación. Asimismo, la densidad de drenaje es media, lo que indica que la cuenca está medianamente drenada. En suma, la respuesta de la cuenca a la precipitación en términos de escorrentía es de “Lenta a Pobre”.

b) Análisis de la información hidrometeorológica a escala diaria de la cuenca del río Chancay Lambayeque.

Se recopiló la información meteorológica desde el 01/01/1991 al 31/12/2020, a saber 30 años de registros, haciendo un total de 10958 datos diarios por cada estación. Se consideraron 11 estaciones meteorológicas distribuidas en toda la cuenca (ver Tabla 7), así como aldeañas a ésta, previendo que formen parte de la vertiente del Pacífico, y de manera particular a la Dirección Zonal N° 02 del SENAMHI, de las cuales se consideraron los registros de precipitación, los mismos que fueron descargados de su base de datos web: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.

La información hidrométrica fue la de la estación “Racarrumi” (ver Tabla 9), datos disponibles en: http://www.peot.gob.pe/tinajones/busca_tin_inf.php

Tabla 7

Estaciones de la vertiente del Pacífico empleadas en el modelamiento

N°	Estación	Tipo / Código	Cuenca	Departamento	Elevación (m.s.n.m)	Coordenadas UTM - DATUM WGS - 84		
						Este	Norte	
G. N° 01	01	Chugur	CO-3208/DRE-02	Chancay Lambay.	Cajamarca	2742.00	750166.67	9262056.43
	02	Udima	CO-3110/DRE-02	Zaña	Cajamarca	2466.00	710661.09	9246310.79
	03	Llama	CO-341/DRE-02	Chancay Lambay.	Cajamarca	2096.00	707602.00	9279542.63
	04	Chancay Baños	CO-395/DRE-02	Chancay Lambay.	Cajamarca	1639.00	735827.58	9272730.24
G. N° 02	05	Toemoche	CO-3103/DRE-02	La Leche	Cajamarca	1399.00	681843.61	9291396.48
	06	El Espinal	CO-340/DRE-02	Zaña	Lambayeque	408.60	698741.99	9246052.38
	07	Puchaca	CO-3114/DRE-02	La Leche	Lambayeque	336.00	669278.91	9295244.33
G. N° 03	08	Cayaltí	CO-320/DRE-02	Zaña	Lambayeque	90.00	660541.02	9239184.95
	09	Jayanca	CO-333/DRE-02	Motupe	Lambayeque	78.00	636193.89	9299978.93
	10	Lambayeque	CP-301/DRE-02	Chancay Lambay.	Lambayeque	18.00	620484.34	9255795.27
	11	Reque	CO-332/DRE-02	Chancay Lambay.	Lambayeque	13.00	628659.81	9238682.20
	12	Racarumi	Hidrométrica	Chancay Lambay.	Lambayeque	254.00	686857.00	9266476.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Registros de precipitación de las estaciones meteorológicas consideradas en el modelamiento hidrológico

N°	Estación	Tipo / Código	Cuenca	Departamento	Coordenadas geográficas			Coordenadas UTM - DATUM WGS - 84		Periodos de registro de precipitación acumulada diaria - mensual - anual (enero de 1991 - diciembre de 2020)				
					Elevación (m.s.n.m)	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte	1991	1992	1993	1994	1995
01	Chugur	CO-3208/DRE-02	Chancay Lambayeque	Cajamarca	2742.00	6°40'10.02"	78°44'17.06"	750167	9262056	1991	1992	1993	1994	1995
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										1996	1997	1998	1999	2000
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2001	2002	2003	2004	2005
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2006	2007	2008	2009	2010
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2011	2012	2013	2014	2015
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2016	2017	2018	2019	2020
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										1991	1992	1993	1994	1995
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										1996	1997	1998	1999	2000
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2001	2002	2003	2004	2005
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2006	2007	2008	2009	2010
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
2011	2012	2013	2014	2015										
E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D										
2016	2017	2018	2019	2020										
E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D										
01	Udima	CO-3110/DRE-02	Zaña	Cajamarca	2466.00	6°48'53.08"	79°5'37.56"	710661	9246311	1991	1992	1993	1994	1995
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										1996	1997	1998	1999	2000
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2001	2002	2003	2004	2005
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2006	2007	2008	2009	2010
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2011	2012	2013	2014	2015
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
										2016	2017	2018	2019	2020
										E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D

N°	Estación	Tipo / Código	Cuenca	Departamento	Coordenadas geográficas			Coordenadas UTM - DATUM WGS - 84		Periodos de registro de precipitación acumulada diaria - mensual - anual (enero de 1991 - diciembre de 2020)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
					Elevación (m.s.n.m)	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte	1991					1992					1993					1994					1995																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
G. N° 03	Llama	CO-341/DRE-02	Chancay Lambayeque	Cajamarca	2096.00	6°30'51.95"	79°7'21.43"	707602	9279543	<table border="1"> <tr><td colspan="5">1991</td><td colspan="5">1992</td><td colspan="5">1993</td><td colspan="5">1994</td><td colspan="5">1995</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 03]</td></tr> <tr><td colspan="5">1996</td><td colspan="5">1997</td><td colspan="5">1998</td><td colspan="5">1999</td><td colspan="5">2000</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 03]</td></tr> <tr><td colspan="5">2001</td><td colspan="5">2002</td><td colspan="5">2003</td><td colspan="5">2004</td><td colspan="5">2005</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 03]</td></tr> <tr><td colspan="5">2006</td><td colspan="5">2007</td><td colspan="5">2008</td><td colspan="5">2009</td><td colspan="5">2010</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 03]</td></tr> <tr><td colspan="5">2011</td><td colspan="5">2012</td><td colspan="5">2013</td><td colspan="5">2014</td><td colspan="5">2015</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 03]</td></tr> <tr><td colspan="5">2016</td><td colspan="5">2017</td><td colspan="5">2018</td><td colspan="5">2019</td><td colspan="5">2020</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 03]</td></tr> </table>																																																												1991					1992					1993					1994					1995					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 03]																																																												1996					1997					1998					1999					2000					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 03]																																																												2001					2002					2003					2004					2005					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 03]																																																												2006					2007					2008					2009					2010					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 03]																																																												2011					2012					2013					2014					2015					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 03]																																																												2016					2017					2018					2019					2020					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 03]																																																											
										1991					1992					1993					1994					1995																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
										[Precipitation data for station 03]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										1996					1997					1998					1999					2000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 03]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										2001					2002					2003					2004					2005																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 03]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										2006					2007					2008					2009					2010																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 03]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										2011					2012					2013					2014					2015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 03]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										2016					2017					2018					2019					2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
[Precipitation data for station 03]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
G. N° 04	Chancay Baños	CO-395/DRE-02	Chancay Lambayeque	Cajamarca	1639.00	6°34'29.61"	78°52'1.96"	735828	9272730	<table border="1"> <tr><td colspan="5">1991</td><td colspan="5">1992</td><td colspan="5">1993</td><td colspan="5">1994</td><td colspan="5">1995</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 04]</td></tr> <tr><td colspan="5">1996</td><td colspan="5">1997</td><td colspan="5">1998</td><td colspan="5">1999</td><td colspan="5">2000</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 04]</td></tr> <tr><td colspan="5">2001</td><td colspan="5">2002</td><td colspan="5">2003</td><td colspan="5">2004</td><td colspan="5">2005</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 04]</td></tr> <tr><td colspan="5">2006</td><td colspan="5">2007</td><td colspan="5">2008</td><td colspan="5">2009</td><td colspan="5">2010</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 04]</td></tr> <tr><td colspan="5">2011</td><td colspan="5">2012</td><td colspan="5">2013</td><td colspan="5">2014</td><td colspan="5">2015</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 04]</td></tr> <tr><td colspan="5">2016</td><td colspan="5">2017</td><td colspan="5">2018</td><td colspan="5">2019</td><td colspan="5">2020</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td></tr> <tr><td colspan="60">[Precipitation data for station 04]</td></tr> </table>																																																												1991					1992					1993					1994					1995					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 04]																																																												1996					1997					1998					1999					2000					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 04]																																																												2001					2002					2003					2004					2005					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 04]																																																												2006					2007					2008					2009					2010					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 04]																																																												2011					2012					2013					2014					2015					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 04]																																																												2016					2017					2018					2019					2020					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	[Precipitation data for station 04]																																																																							
										1991					1992					1993					1994					1995																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 04]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										1996					1997					1998					1999					2000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 04]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										2001					2002					2003					2004					2005																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 04]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										2006					2007					2008					2009					2010																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 04]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										2011					2012					2013					2014					2015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										[Precipitation data for station 04]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
										2016					2017					2018					2019					2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
[Precipitation data for station 04]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

N°	Estación	Tipo / Código	Cuenca	Departamento	Coordenadas geográficas			Coordenadas UTM - DATUM WGS - 84		Periodos de registro de precipitación acumulada diaria - mensual - anual (enero de 1991 - diciembre de 2020)																																																												
					Elevación (m.s.n.m)	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte	1991												1992												1993												1994												1995												
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
G. N° 02	05	Tocmoche	CO-3103/DRE-02	La Leche	Cajamarca	1399.00	6°24'36.33"	79°21'20.58"	681844	9291396	[Grid of precipitation data for station 05]																																																											
	06	El Espinal	CO-340/DRE-02	Zaña	Lambayeque	408.60	6°49'3.1"	79°12'5.8"	698742	9246052	[Grid of precipitation data for station 06]																																																											
	07	Puchaca	CO-3114/DRE-02	La Leche	Lambayeque	336.00	6°22'25"	79°28'10.25"	669279	9295244	[Grid of precipitation data for station 07]																																																											

N°	Estación	Tipo / Código	Cuenca	Departamento	Coordenadas geográficas			Coordenadas UTM - DATUM WGS - 84		Periodos de registro de precipitación acumulada diaria - mensual - anual (enero de 1991 - diciembre de 2020)					
					Elevación (m.s.n.m)	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte	1991	1992	1993	1994	1995	
G. N° 03	08	Cayaltí	CO-320/DRE-02	Zaña	Lambayeque	90.00	6°52'50.86"	79°32'49.25"	660541	9239185	1991	1992	1993	1994	1995
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											1996	1997	1998	1999	2000
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											2001	2002	2003	2004	2005
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											2006	2007	2008	2009	2010
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											2011	2012	2013	2014	2015
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											2016	2017	2018	2019	2020
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											1991	1992	1993	1994	1995
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											1996	1997	1998	1999	2000
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											2001	2002	2003	2004	2005
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
											2006	2007	2008	2009	2010
											EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE
2011	2012	2013	2014	2015											
EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE											
2016	2017	2018	2019	2020											
EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE	EFMAMJJASONDE											

N°	Estación	Tipo / Código	Cuenca	Departamento	Coordenadas geográficas			Coordenadas UTM - DATUM WGS - 84		Periodos de registro de precipitación acumulada diaria - mensual - anual (enero de 1991 - diciembre de 2020)																																																																					
					Elevación (m.s.n.m)	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte	1991												1992												1993												1994												1995																					
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D										
10	Lambayeque	CP-301/DRE-02	Chancay Lambay.	Lambayeque	18.00	6°44'3.75"	79°54'35.4"	620484	9255795	1996												1997												1998												1999												2000																					
										E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																					
										1996												1997												1998												1999												2000																					
										E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																					
										2001												2002												2003												2004												2005																					
										E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																					
										2006												2007												2008												2009												2010																					
										E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																					
										2011												2012												2013												2014												2015																					
										E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																					
										2016												2017												2018												2019												2020																					
										E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																					
										G. N° 03 11	Reque	CO-332/DRE-02	Chancay Lambay.	Lambayeque	13.00	6°53'10.07"	79°50'7.8"	628660	9238682	1991												1992												1993												1994												1995											
																				E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D											
																				1996												1997												1998												1999												2000											
																				E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D											
																				2001												2002												2003												2004												2005											
																				E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D											
2006																				2007												2008												2009												2010																							
E F M A M J J A S O N D																				E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																							
2011																				2012												2013												2014												2015																							
E F M A M J J A S O N D																				E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																							
2016																				2017												2018												2019												2020																							
E F M A M J J A S O N D																				E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D												E F M A M J J A S O N D																							

Fuente: Elaboración propia.

Legenda	
	Información registrada.
	Información completada con RN en Python.

Tabla 9

Registros de caudales de la estación hidrométrica “Racarrumi” empleada en la calibración y validación del modelamiento hidrológico

N°	Estación	Tipo	Cuenca	Departamento	Coordenadas geográficas			Coordenadas UTM - DATUM WGS - 84		Periodos de registro de caudales diarios - mensuales - anuales (enero de 1991 - diciembre de 2020)																																																	
					Elevación (m.s.n.m)	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte	1991		1992		1993		1994		1995																																									
										E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
01	Racarrumi	Hidrométrica	Chancay Lambayeque	Lambayeque	254.00	6°37'59.68"	79°18'35.14"	686857	9266476	[Yellow cells representing registered data]																																																	
										1996		1997		1998		1999		2000		[Yellow cells representing registered data]																																							
										2001		2002		2003		2004		2005		[Yellow cells representing registered data]																																							
										2006		2007		2008		2009		2010		[Yellow cells representing registered data]																																							
										2011		2012		2013		2014		2015		[Yellow cells representing registered data]																																							
										2016		2017		2018		2019		2020		[Yellow cells representing registered data]																																							

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda	
	Información registrada.
	Información completada con RN en Python.

c) **Aplicación de Redes Neuronales (RN) al modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque.**

El tipo de redes neuronales empleadas fueron las recurrentes las mismas que se suelen utilizar para la predicción de series temporales, en ese sentido, el modelamiento se dividió en 5 etapas:

Etapa 01: Pre procesado de datos.

Como parte de esta etapa se importaron las librerías; Numpy con la cual se realizó el cálculo y análisis numérico de los datos, Pandas con la cual se filtraron las columnas que se querían emplear de las tablas, Matplotlib con la cual se realizaron los gráficos y Seaborn con la cual se realizaron las correlaciones numéricas entre estaciones hidrometeorológicas.

```
# Importación de librerías.
import numpy as np           #Librería para el tratamiento numérico.
import pandas as pd         #Librería para generar tablas.
import matplotlib.pyplot as plt #Librería para graficar.
import seaborn as sns       #Librería para correlacionar datos.
from google.colab import drive #Librería para importar datos desde Google Drive.
drive.mount("/content/drive")
```

Figura 10: Librerías empleadas para el modelamiento en Python.

Fuente: Elaboración propia.

```
# Importamos el conjunto de datos (dataset)
df = pd.read_excel("/content/drive/mydrive/colab/metabooks/chancay/l11a5", sheet_name="chancay_crr_19832020", index_col=0)
df.head()
```

Fecha	Bacarrami	Chagar	Udima	Llano	ChancayB	Tocmochr	Espeaal	Pucheca	Cayalti	Jayanca	Lambayeque	Reque
1983-01-01	33.270	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00000	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
1983-01-02	30.470	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00000	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
1995-01-03	21.960	3.3	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00000	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
1995-01-04	19.210	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00000	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
1995-01-05	19.370	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00000	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
...
2020-12-27	42.861	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00644	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0
2020-12-28	57.460	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00644	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0
2020-12-29	48.770	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00644	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0
2020-12-30	41.386	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00644	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0
2020-12-31	34.810	10.0	0.0	10.507946	0.0	0.0	0.00644	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0

10936 rows x 12 columns

Figura 11: Aplicación de la librería Pandas en Python para la visualización de los registros de las estaciones hidrometeorológicas.

Fuente: Elaboración propia.

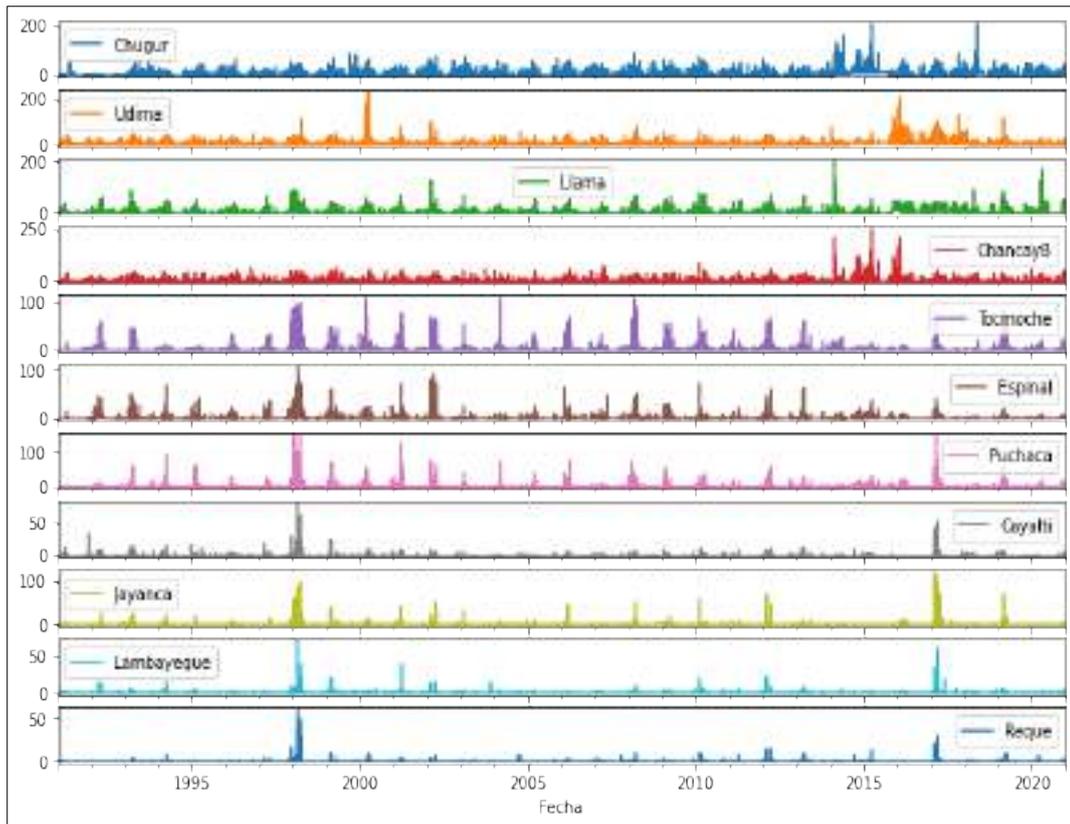


Figura 12: Hietogramas de precipitación graficados con la librería Matplotlib.

Fuente: Elaboración propia.

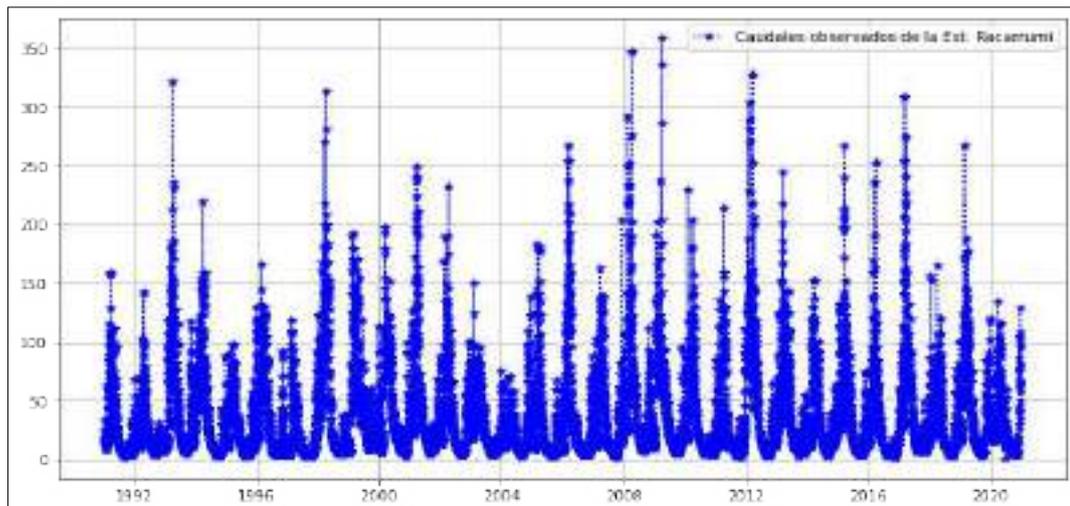


Figura 13: Hidrograma de caudales registrados en la estación “Racarrumi”, periodo 01/01/1991 – 31/12/2020; graficados con la librería Matplotlib en Python.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la correlación que presentan las estaciones, así se comprueba que aquellas que se encuentran cercanas entre sí, o están a una similar elevación; presentan valores cercanos a 1.0; como es el caso de las estaciones Chugur y Chancay Baños (estaciones cercanas); o las estaciones Lambayeque y Reque (similar elevación).

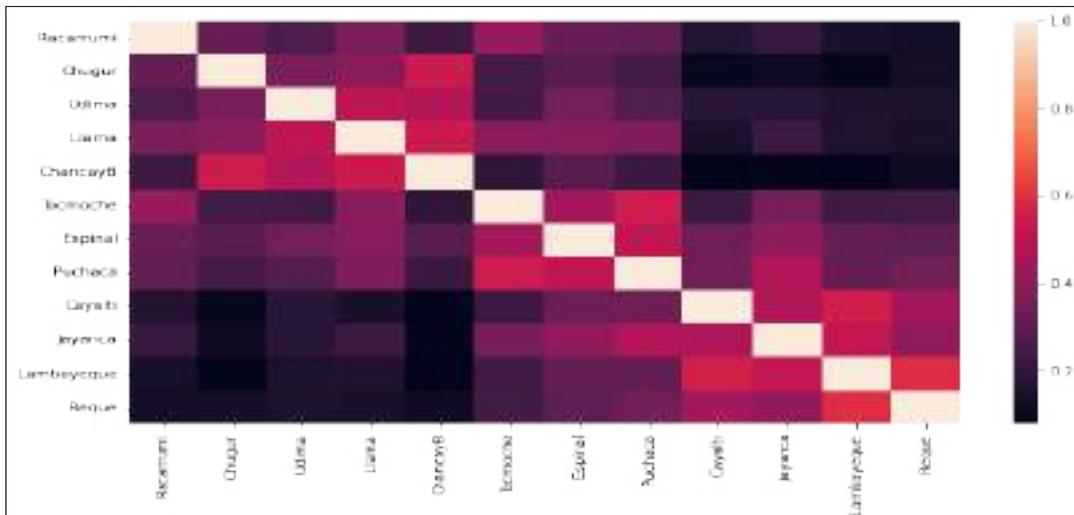


Figura 14: Diagrama de correlación generado con la librería Seaborn y la librería Matplotlib en Python.

Fuente: Elaboración propia.

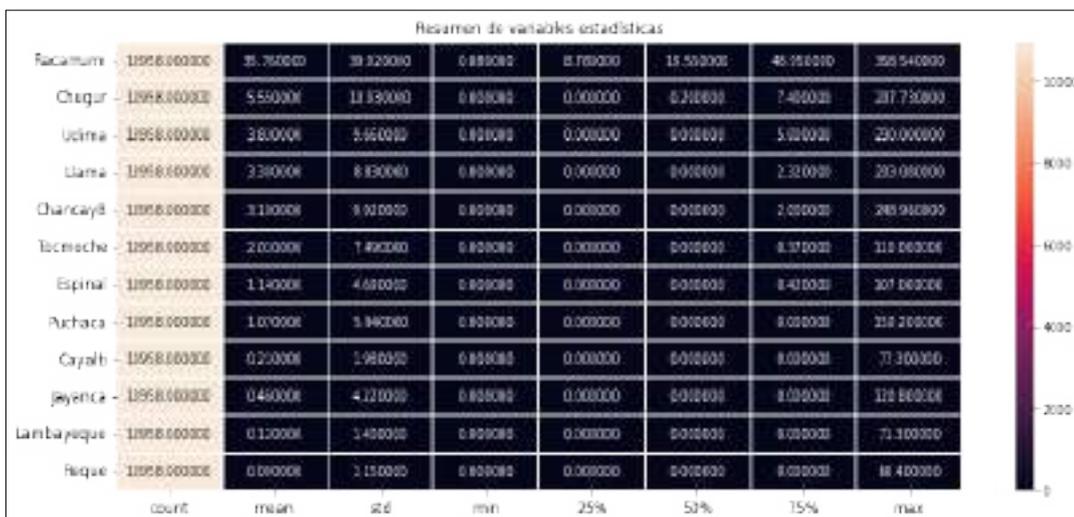


Figura 15: Resumen estadístico de los registros hidrometeorológicos generado con la librería Seaborn y la librería Matplotlib en Python.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el código con el que se definió la data para el entrenamiento del modelo (80% de la información), es decir, los registros de las estaciones desde el 01/01/1991 al 31/12/2014.

```
# Importamos el conjunto de datos (dataset) de entrenamiento.
dataset_train = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/colab Notebooks/charcayl.xlsx", sheet_name="charcayl_01011991_31122014")
training_set = dataset_train.iloc[:, 1:13].values
training_cat

array([[3.22780000e+01, 3.80000000e-01, 0.00000000e+00, ...,
        0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
       [2.64780000e+01, 2.80000000e-01, 0.00000000e+00, ...,
        0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
       [2.19500000e+01, 3.30000000e-01, 0.00000000e+00, ...,
        0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
       ...,
       [0.20070000e+01, 1.12500000e-01, 0.17905126e+00, ...,
        2.1231645e-01, 1.87557714e-01, 4.80000000e-01],
       [5.28500000e+01, 1.88500760e-01, 0.40025379e+00, ...,
        1.65000177e-01, 0.10270044e-02, 0.00000000e+00],
       [4.15210000e+01, 1.12500000e-01, 0.17905126e+00, ...,
        1.65000177e-01, 0.10270044e-02, 0.00000000e+00]])
```

Figura 16: Código para la importación de los registros hidrometeorológicos empleados en el entrenamiento del modelo.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó el escalado de los datos de entrenamiento con la función “MinMaxScaler”, así estos valores oscilaron entre 0 y 1.

```
# Escalamos las características.
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler

# Guardamos el "scaler" para poder utilizar la función "fit" después.
sc = MinMaxScaler(feature_range = (0, 1))

# Aplicamos la función "fit" al escalado realizado y transformamos los valores.
training_set_scaled = sc.fit_transform(training_set)
training_set_scaled

array([[0.09056061, 0.0018826, 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
        0.          ],
       [0.0715482, 0.01255066, 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
        0.          ],
       [0.05893849, 0.02070858, 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
        0.          ],
       ...,
       [0.1710754, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00220344, 0.00150852,
        0.00662252],
       [0.14532756, 0.11332538, 0.03652289, ..., 0.00171431, 0.00044934,
        0.          ],
       [0.11363554, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431, 0.00044934,
        0.          ]])
```

Figura 17: Código para la importación de los registros hidrometeorológicos empleados en el entrenamiento del modelo.

Fuente: Elaboración propia.

Luego se creó una estructura de datos con 60 pasos de tiempo, es decir cada 60 días, y con 12 filas que representó la cantidad de estaciones hidrometeorológicas, así se crearon “arrays” (matrices) para cada uno de los datos de las estaciones que se emplearon para la predicción. Vale precisar que para el caso de los caudales se definió una sola matriz, por haberse considerado en el presente estudio una sola estación de caudales a la que se denominó “y_train”.

```

# Creamos una estructura de datos con 60 timesteps y 12 salidas de "x" files con 60 días de longitud por cada variable.
# Creamos un "array" para cada variable que se va utilizar para la predicción.
Rocarrumi_train = []
Chugur_train = []
Udima_train = []
Llama_train = []
Chancayo_train = []
Tocmoche_train = []
Espinal_train = []
Puchaca_train = []
Cayalti_train = []
Jayanca_train = []
Lambayeque_train = []
Reque_train = []

```

Figura 18: Código diseñado para la creación de las matrices conteniendo los registros hidrometeorológicos empleados en el entrenamiento del modelo

Fuente: Elaboración propia.

Luego con la librería Numpy se redimensionaron los datos, así se agregó una dimensión a cada variable para que fuese del tamaño de (8706, 60, 1); es decir 8706 filas y 60 columnas.

```

# redimensionamos los datos. Asimismo, agregamos una dimensión a cada variable para que sean del tamaño (8706, 60, 1).
Rocarrumi_train_resaped = np.reshape(Rocarrumi_train, (Rocarrumi_train.shape[0], Rocarrumi_train.shape[1], 1))
Chugur_train_resaped = np.reshape(Chugur_train, (Chugur_train.shape[0], Chugur_train.shape[1], 1))
Udima_train_resaped = np.reshape(Udima_train, (Udima_train.shape[0], Udima_train.shape[1], 1))
Llama_train_resaped = np.reshape(Llama_train, (Llama_train.shape[0], Llama_train.shape[1], 1))
Chancayo_train_resaped = np.reshape(Chancayo_train, (Chancayo_train.shape[0], Chancayo_train.shape[1], 1))
Tocmoche_train_resaped = np.reshape(Tocmoche_train, (Tocmoche_train.shape[0], Tocmoche_train.shape[1], 1))
Espinal_train_resaped = np.reshape(Espinal_train, (Espinal_train.shape[0], Espinal_train.shape[1], 1))
Puchaca_train_resaped = np.reshape(Puchaca_train, (Puchaca_train.shape[0], Puchaca_train.shape[1], 1))
Cayalti_train_resaped = np.reshape(Cayalti_train, (Cayalti_train.shape[0], Cayalti_train.shape[1], 1))
Jayanca_train_resaped = np.reshape(Jayanca_train, (Jayanca_train.shape[0], Jayanca_train.shape[1], 1))
Lambayeque_train_resaped = np.reshape(Lambayeque_train, (Lambayeque_train.shape[0], Lambayeque_train.shape[1], 1))
Reque_train_resaped = np.reshape(Reque_train, (Reque_train.shape[0], Reque_train.shape[1], 1))

```

Figura 19: Código diseñado para el redimensionamiento de los datos empleados en el entrenamiento del modelo.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la etapa 01 del pre procesado de datos termina con la creación de una sola matriz del tamaño de (8706, 60, 12); donde 8706 es el número de filas, 60 el número de

columnas en los cuales se agruparon cada conjunto de datos, y 12 la cantidad de estaciones; 11 pluviométricas y 01 hidrométrica (Racarrumi).

```
# Creamos el "array" que resultará en una matriz del tamaño de (8706, 60, 12).
x_train = np.append(Racarrumi_train_reshaped, (Chugur_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Udima_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Llama_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (ChancayB_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Tocmoche_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Espinal_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Puchaca_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Cayalti_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Jayanca_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Lambayeque_train_reshaped), axis = 2)
x_train = np.append(x_train, (Reque_train_reshaped), axis = 2)
x_train

array([[9.05606147e-02, 1.88259861e-03, 0.00000000e+00, ...,
        0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
       [7.15481979e-02, 1.25506574e-02, 0.00000000e+00, ...,
        0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
       [5.89384920e-02, 2.07085847e-02, 0.00000000e+00, ...,
        0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
       ...,
       ...,
       ...])
```

Figura 20: Código con el cual se creó una sola matriz con los datos empleados en el entrenamiento del modelo de redes neuronales.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 02: Construcción de la Red Neuronal Recurrente (RNR).

Como parte de esta etapa se importó la biblioteca Keras con la cual se realizó el modelamiento con redes neuronales, así se definió con la función Dense la cantidad de capas y neuronas del modelo, con la función LSTM se definió el tipo de redes neuronales y con la función Dropout se definió la capa de salida.

La red neural estuvo conformada por 04 capas, donde la primera, segunda, tercera y cuarta estuvieron conformadas por 50 neuronas cada una; mientras que la capa de salida por 01 sola neurona que representó los caudales de salida.

Como optimizador se empleó el modelo de “Adam” y para las pérdidas el “error cuadrático medio”. Vale precisar que para el entrenamiento de las redes neuronales se definieron 32 épocas, es decir 32 corridas simultáneas, mientras que como datos se tomó el 80% de la información (24 años de registros diarios).

```
# Inicializamos el modelo.
model = Sequential()

# Añadimos la primera capa LSTM y la regularización por "Dropout".
model.add(LSTM(units = 50, return_sequences = True, input_shape = (x_train.shape[1], x_train.shape[2])))
model.add(Dropout(0.2))

# Añadimos la segunda capa de LSTM y la regularización por "Dropout".
model.add(LSTM(units = 50, return_sequences = True))
model.add(Dropout(0.2))

# Añadimos la tercera capa de LSTM y la regularización por "Dropout".
model.add(LSTM(units = 50, return_sequences = True))
model.add(Dropout(0.2))

# Añadimos la cuarta capa de LSTM y la regularización por "Dropout".
model.add(LSTM(units = 50))
model.add(Dropout(0.2))

# Añadimos la capa de salida.
model.add(Dense(units = 1))

# compilamos la red neuronal recurrente (RNN).
model.compile(optimizer = 'adam', loss = 'mean_squared_error')
```

Figura 21: Codificación de capas y neuronas del modelo de RN

Fuente: Elaboración propia.

```
# Ajustamos la RNN al conjunto de entrenamiento, vale precisar que para el entrenamiento se to
model.fit(x_train, y_train, epochs = 100, batch_size = 32)

Epoch 1/100
273/273 [=====] - 43s 128ms/step - loss: 0.0051
Epoch 2/100
273/273 [=====] - 35s 129ms/step - loss: 0.0029
Epoch 3/100
273/273 [=====] - 35s 129ms/step - loss: 0.0019
Epoch 4/100
273/273 [=====] - 35s 129ms/step - loss: 0.0015
Epoch 5/100
273/273 [=====] - 35s 129ms/step - loss: 0.0014
Epoch 6/100
273/273 [=====] - 36s 130ms/step - loss: 0.0013
Epoch 7/100
273/273 [=====] - 35s 129ms/step - loss: 0.0012
```

Figura 22: Entrenamiento del modelo de redes neuronales.

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 03: Ajustamos las predicciones y visualizamos los resultados.

Como parte de esta etapa se importaron los caudales observados considerados para la etapa de validación del modelo, es decir 06 años de registros diarios, a saber, desde el 01/01/2015 al 31/12/2020 (20% de la información total).

```
# Importemos los caudales observados en la estación hidrométrica "Racarrumi" desde el 01/01/2015 al 31/11/2020
(2192 datos), el 20% de la información (0 años).
dataset_test = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/ChancayL.xlsx", sheet_name="Racarrumi20152020")
caudales_racarrumi_20152020 = dataset_test.iloc[:, 1:3].values
caudales_racarrumi_20152020

array([[40.021],
       [30.508],
       [39.11 ],
       ...,
       [40.77 ],
       [41.386],
       [34.018]])
```

Figura 23: Importación de caudales observados para validación del modelo.

Fuente: Elaboración propia.

Tomando los datos de precipitación y caudales, se realizó la predicción de estos, considerando los 06 últimos años de registro. Para ello, así como en la etapa de entrenamiento, se escalaron los caudales entre 00 y 01.

```
# Realizamos la predicción de los caudales con la RNN desde el 01/01/2015 al 31/12/2020 (2192 datos).
dataset_total = pd.concat((dataset_train[['racarrumi', 'chugur', 'udima', 'llama', 'chancayo', 'racmoche'],
inputs = dataset_total[(len(dataset_total) - len(dataset_test) - 60):, values

# Utilizamos el "scaler" para el conjunto de datos que se aplicó el "fit", y así generar el conjunto
de datos del entrenamiento "x_train".
inputs = sc.transform(inputs)
inputs

array([[0.01388223, 0.00318629, 0.03991153, ..., 0.00171431, 0.00044934,
0.
],
       [0.01744496, 0.00318629, 0.03991152, ..., 0.00171431, 0.00044934,
0.
],
       [0.03443454, 0.00318629, 0.03991152, ..., 0.00220344, 0.00158851,
0.00662233],
```

Figura 24: Escalado de los datos considerados en la validación.

Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido se creó el conjunto de datos para la validación "x_test" con las variables del "data set" del entrenamiento (test) y se convirtieron las listas con la librería Numpy a un solo "array", cuyo tamaño fue de 2192 filas por 60 columnas conteniendo los datos de las 12 estaciones hidrometeorológicas.

```

# Ahora creamos el conjunto de datos para la validación "x_test" con las variables del data set del entrenamiento (test).
# Creamos la estructura de datos con los timesteps y 1 salida.
Racarrumi_test = []
Chugur_test = []
Udima_test = []
Llama_test = []
Chancaya_test = []
Tocmoche_test = []
Espinal_test = []
Puchaca_test = []
Cayalti_test = []
Jayanca_test = []
Lambayeque_test = []
Reque_test = []

```

Figura 25: Creación del conjunto de datos para la validación "x_test".

Fuente: Elaboración propia.

```

# Creamos el "array" que resultará en una matriz del tamaño de (2192, 60, 12).
x_test = np.append(Racarrumi_test_reshaped, (Chugur_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Udima_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Llama_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (ChancayaB_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Tocmoche_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Espinal_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Puchaca_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Cayalti_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Jayanca_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Lambayeque_test_reshaped), axis = 2)
x_test = np.append(x_test, (Reque_test_reshaped), axis = 2)
x_test

```

Figura 26: Código para la creación de un solo "array" para la validación del modelo.

Fuente: Elaboración propia.

```

# Realizamos la predicción de caudales desde el 01/01/2015 al 31/12/2020 (2192 datos).
predicted_caudales_racarrumi_20152020 = model.predict(x_test)

# Cantidad de datos de la matriz.
predicted_caudales_racarrumi_20152020.shape

(2192, 1)

```

Figura 27: Código para la predicción de caudales con los que se validó el modelo.

Fuente: Elaboración propia.

```

# Finalmente visualizamos los resultados.
plt.figure(figsize=(20,8)) # tamaño de la ventana.
plt.plot(caudales_racarrud_observa[0], color = 'red', label = 'caudales observados de la est. racarrud desde el 01/01/2015 al 31/12/2020')
plt.plot(q_simulada, color = 'blue', label = 'caudales simulados de la est. racarrud desde el 01/01/2015 al 31/12/2020')
plt.title('predicción con un nn de los caudales de la est. racarrud, año 2021 al 2028')
plt.xlabel('Fecha (Año 2021-2028)')
plt.ylabel('Caudales simulados y observados de la Estación Racarrud')
plt.legend()
plt.show()

```

Figura 28: Codificación con la librería Matplotlib para la visualización de resultados.

Fuente: Elaboración propia.

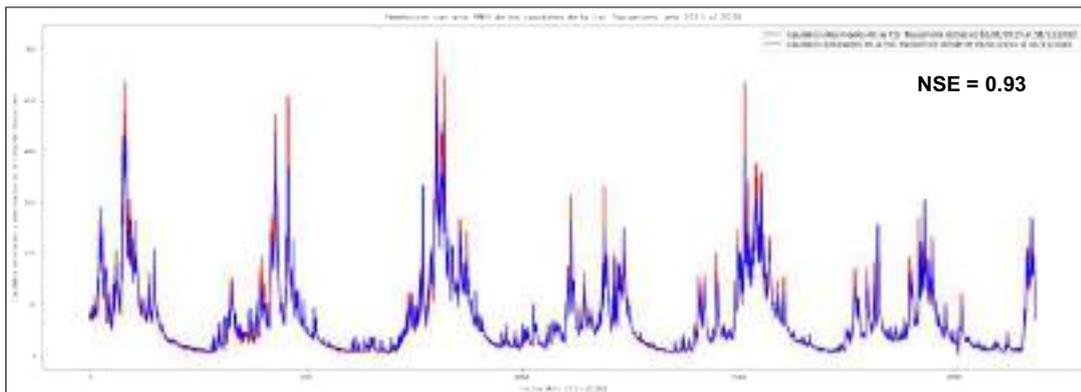


Figura 29: Hidrogramas de los caudales observados (rojo) y caudales simulados (azul), con un índice NSE de 0.93.

Fuente: Elaboración propia.

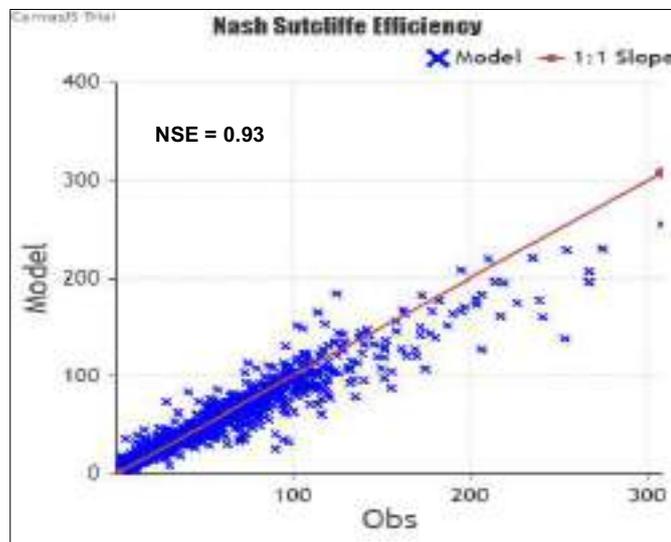


Figura 30: Gráfico de dispersión del índice de eficiencia Nash Sutcliffe-NSE.

Fuente: Elaboración propia.

d) **Determinación de caudales para diferentes periodos de retorno en la estación hidrológica “Bocatoma Racarrumi” ubicada en la parte media de la cuenca del río Chancay Lambayeque.**

Se procedió primero a determinar la bondad de ajuste mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnok (SK) obteniéndose que los caudales se ajustan a las distribuciones estadísticas ($\Delta_{teórico} < \Delta_{tabular}$): Distribución Normal (N), Log. Normal 2 Parámetros (LN 2P), Log. Normal 3 Parámetros (LN 3P), Gumbel (G) y Gamma 2 Parámetros (G 2P), tal como se muestra en la tabla de a continuación y anexo N° 02, por tanto, se aceptan los caudales que puedan ser estimados para distintos periodos de retorno.

Tabla 10

Prueba de bondad de ajuste mediante Kolmogorov – Smirnok (SK) para los caudales máximos anuales observados

Modelo	$\Delta_{teórico}$	$\Delta_{tabular}$	Condición
DN	0.1087	0.2483	$\Delta_{teórico} < \Delta_{tabular}$
LN 2P	0.0943	0.2483	$\Delta_{teórico} < \Delta_{tabular}$
LN 3P	0.0958	0.2483	$\Delta_{teórico} < \Delta_{tabular}$
Gumbel	0.0762	0.2483	$\Delta_{teórico} < \Delta_{tabular}$
Gamma 2P	0.0999	0.2483	$\Delta_{teórico} < \Delta_{tabular}$

Fuente: *Elaboración propia*

Una vez realizado el análisis de bondad de ajuste, se procedió a determinar los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, para ello se eligió la metodología de Gumbel puesto que presenta el menor $\Delta_{teórico}$ respecto al de las otras diferencias estadísticas (Normal, LN2P, LN3P y Gumbel).

En ese sentido, como se puede apreciar en la tabla 11, se tienen diferentes caudales para diferentes periodos de retorno. Cabe señalar que solo se presentan los obtenidos por el método de Gumbel puesto que, si nos fijamos en la tabla 10, es la que mejor se ajusta a los caudales reales, obteniéndose una menor diferencia estadística respecto al de los otros modelos. Para mayor detalle, en el anexo N° 03, se presentan los cálculos

respectivos realizados, tanto para el análisis de bondad de ajuste y el de la obtención de los caudales máximos para distintos periodos de retorno.

Tabla 11

Caudales máximos par diferentes periodos de retorno, calculados por el método de Gumbel.

N°	Tr (años)	Q _{máx} (m ³ /s)
01	5 años	289.78
02	10 años	333.64
03	25 años	391.62
04	50 años	435.48
05	100 años	479.34
06	200 años	523.20
07	1000 años	625.03

Fuente: Elaboración propia.

(*)Para la obtención de Periodos de retorno(Tr), se emplearon caudales medios diarios observados de la Bocatoma Racarrumi datos refrenciados de la data histórica de 01/01/1991 al 31/12/2020. Sin considerar caudales de máximas avenidas, ya que sería objeto de otra investigación.

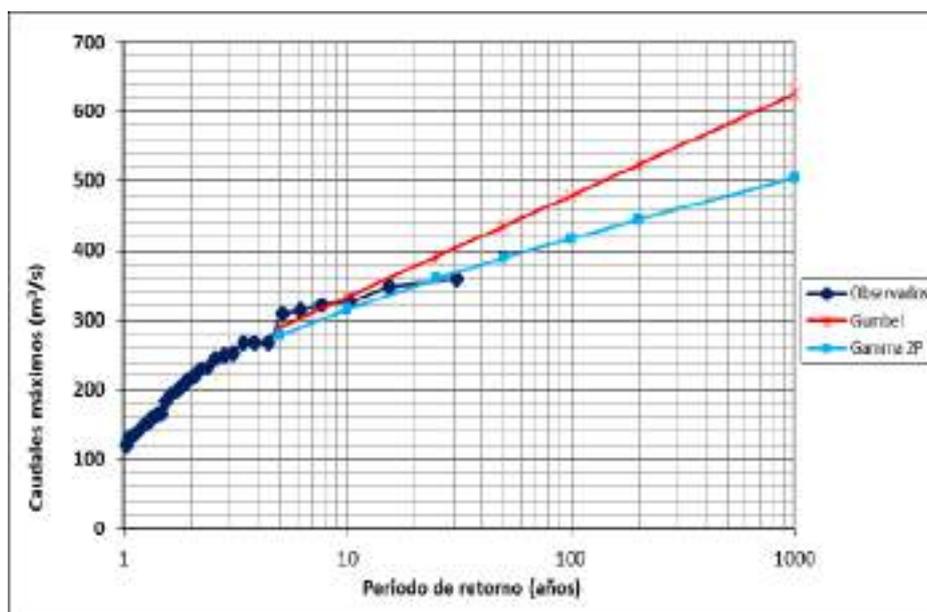


Figura 31: Caudales de diseño obtenidos por los métodos estadístico de "Gumbel y Gamma de 2 parámetros" para diferentes periodos de retorno.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Discusión de resultados.

Objetivo 1: Determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Chancay Lambayeque.

La delimitación hidrográfica de toda cuenca es de suma importancia, más aún si los parámetros geomorfológicos de ésta se van a emplear por ejemplo para determinar el comportamiento de la precipitación en términos de la escorrentía. Asimismo, parámetros como el área de la cuenca, perímetro, longitud del cauce, entre otros, son utilizados en modelos como el SAC-SMA y/o los que dispone HEC-HMS; justamente como el de los estudios de Roodsari et al. (2018) y Young et al. (2015) que emplearon en sus investigaciones dichos modelos respectivamente para la simulación de lluvia-escorrentía. En ese sentido es preciso indicar que en la presente investigación no se han empleado directamente los parámetros geomorfológicos numéricos de la cuenca del río Chancay Lambayeque, toda vez que el presente modelamiento que se realizó con RNA, se emplearon específicamente registros de precipitación y caudales, tal como realizado por Béjar et al. (2016) donde alcanzaron coeficientes de correlación (CC) entre el 97% y 99%.

Objetivo 2: Analizar la información hidrometeorológica a escala diaria disponible en la cuenca del río Chancay Lambayeque.

Respecto a la información hidrometeorológica, en la presenta investigación ésta fue obtenida de 11 estaciones meteorológicas (para precipitación) y 01 hidrológica (para caudales) tal como se detalla en la Tabla 7. En ese sentido, siguiendo lo realizado por Gun et al. (2019) y Sulaiman-Wahab (2018) quienes emplearon 57 y 50 años de registros de precipitación respectivamente, en el presente estudio se emplearon 30 años de registros. Asimismo, Mehdizadeh et al. (2017) en su estudio consideraron 31 estaciones, de las cuales 21 se emplearon para el entrenamiento de los modelos y 10 para la validación; que a diferencia de Laqui et al. (2019), emplearon registros de 12 estaciones, los mismos que emplearon en su modelamiento con redes neuronales artificiales (RNA) para simular temperatura media mensual del suelo y evapotranspiración respectivamente.

Por otro lado, respecto al paso de tiempo del modelamiento con RNA considerado en la presente investigación, este fue realizado a escala diaria (cada 24 horas), no obstante investigaciones como las de French et al. (1992), Chih y Wen (2015), emplearon una escala horaria (cada 01 hora). En ese contexto es preciso indicar que en el Perú data histórica a escala horaria o minutal de estaciones a nivel nacional es escasa, no obstante en algunas cuencas del país ya se viene registrando ésta con equipos automáticos; con lo cual se comparte lo referido por Mosavi et al. (2018), quienes refieren que los resultados que se obtiene con esta data es de mayor calidad.

Objetivo 3: Calibrar y validar el modelo de redes neuronales para la simulación de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque.

Implementar técnicas de inteligencia artificial en la hidrología es de suma importancia, en particular para el modelamiento de lluvia – escorrentía; en ese sentido se comparte lo referido por Mosavi, Ozturk & Chau (2018), quienes indican que estas técnicas permiten optimizar los resultados de las simulaciones, específicamente al lograr que las variables simuladas se asemejen a las observadas, ello además es corroborado por métricas de bondad de ajuste como el Coeficiente de Nash Sutcliffe, que en la presente investigación fue de 0.93, es decir el modelamiento es “muy bueno ” de manera que nos garantiza que el modelo sea fiable en la representación de la cuenca.

En esa línea es necesario también indicar que las técnicas de inteligencia artificial más utilizadas para el modelamiento de lluvia-escorrentía y la simulación de procesos hidrológicos son las redes neuronales artificiales, tal como lo refieren Lujano et al. (2014) y Seo-Lee (2019), quienes indican que con innovadores lenguajes de programación se pueden codificar con mucha mayor versatilidad, obteniéndose resultados con diferentes tipos de redes y/o modelos que se hayan definido previamente, a saber, con modelos de RNA que uno haya programado o descargado de servidores como Scikit-Learn o GitHub.

Por otro lado; Farfán et al. (2020) como parte de un modelamiento realizado con los modelos WEAP y GR2M en los ríos Machángara y el Chulco, obtuvieron coeficientes NSE de 0.64 y 0.88 respectivamente; dichos resultados los procesaron posteriormente con redes neuronales artificiales habiendo obtenido coeficientes NSE de 0.99 en ambos

ríos. En esa línea se suscribe lo presentado por los autores indicando que en la presente investigación luego se haber realizado el modelamiento de lluvia escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque se obtuvo un coeficiente cercano a 1.00, a saber, un NSE de 0.93 garantizando la fiabilidad obtenida.

Asimismo, el tipo de redes neuronales empleado en la presente investigación fueron las redes LSTM (del inglés Long Short-Term Memory), por su versatilidad y mejor precisión al momento de simular caudales, tal como lo describe Hu et al. (2018) en su estudio, quienes emplearon Redes de Memoria a Largo y Corto Plazo (LSTM); para simular lluvia escorrentía en la cuenca del río Fen (China), habiendo obtenido un NSE de 0.90 en la etapa de validación. Así, tal como se señaló líneas arriba, para el modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque se emplearon registros de 12 estaciones hidrometeorológicas con un total de 30 años (normal hidrológica); mientras que Hu et al. (2018) emplearon registros de 14 estaciones por un periodo de 43 años.

En esa línea, Fan et al. (2020) indican que entre las técnicas de aprendizaje profundo más utilizadas para la simulación de variables hidrometeorológicas destacan, por su versatilidad, las Redes de Memoria a Largo y Corto Plazo (LSTM), actualmente a estas se las está implementando con otras técnicas para generar modelos híbridos y así obtener mejores resultados.

Objetivo 4: Determinar caudales para diferentes periodos de retorno en la estación hidrológica “Bocatoma Racarrumi” ubicada en la parte media de la cuenca del río Chancay Lambayeque.

Respecto a los caudales obtenidos para diferentes periodos de retorno, Tineo Pongo (2018) como parte de la aplicación de un modelo hidrológico distribuido llamado TETIS, empleó 26 años de registros de la estación hidrológica “Racarrumi”, así obtuvo por el método de Gumbel que para un Tr de 5 años el caudal máximo fue de 286.09 m³/s; para un Tr de 50 años fue de 442.77 m³/s, para un Tr de 100 años fue de 489.93 m³/s y para un Tr de 1000 años fue de 646.60 m³/s. En esa línea, en la presente

investigación, habiendo empleado 30 años de registros diarios de precipitación y caudales, se obtuvo que para un Tr de 5 años el caudal máximo fue de 289.78 m³/s; para un Tr de 50 años fue de 435.48 m³/s, para un Tr de 100 años fue de 479.34 m³/s y para un Tr de 1000 años fue de 625.03 m³/s.

Finalmente, se comparte lo referido por Laqui Vilca (2015) y Villena Pairazaman (2016) quienes indican que los modelos de redes permiten simular y predecir variables hidrometeorológicas con mayor precisión, así por ejemplo la simulación de escorrentía con técnicas de aprendizaje automático y/o profundo, permiten generar información donde no la existe, desde pequeñas a grandes cuencas, por lo que dichos datos generados podrían ser utilizados para modelamientos hidráulicos y definir zonas inundables asociadas a diferentes periodos de retorno.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

Como parte de la determinación de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Chancay Lambayeque, se obtuvo que esta tiene un área de 4043.73 km², un perímetro de 432.86 km, y que en función a su curva hipsométrica es una cuenca en fase de madurez. Al tratarse de una cuenca alargada, esta presenta una respuesta lenta, como escorrentía máxima a la precipitación. Asimismo, la densidad de drenaje es media, lo que indica que la cuenca está medianamente drenada.

Se analizó la información hidrometeorológica a escala diaria disponible en la cuenca del río Chancay Lambayeque, a saber 30 años (normal hidrológica), desde el 01/01/1991 al 31/12/2020, donde el 80% (24 años) de los datos se emplearon para el entrenamiento del modelo, mientras que el 20% restante (6 años) para la validación

Inicialmente la calibración y posterior validación del modelo de redes neuronales para la simulación de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque, se realizó empleando Redes de Memoria a Largo y Corto Plazo (LSTM), así se obtuvo que en la

etapa de validación del modelo el coeficiente de Nash fue de 0.93, correspondiéndole el calificativo de muy bueno.

En la Tabla 11 se presentan los caudales máximos que se determinaron para diferentes periodos de retorno (Tr) en la estación hidrológica “Bocatoma Racarrumi” ubicada en la parte media de la cuenca del río Chancay Lambayeque, así se calcularon caudales para Tr de 05, 10, 25, 50, 100, 200 y 1000 años, tal como se puede constatar en la tabla.

4.2. Recomendaciones.

A las instituciones encargadas de la recopilación de datos, en este caso SENAMHI, ANA, PEOT; realizar el monitoreo constante a las estaciones hidrometeorológicas, donde aquellas que se encuentren inoperativas se deberían reparar, y brindar un mantenimiento constante (mensual).

Se recomienda trabajar futuras investigaciones en modelamiento de máximas avenidas con una data histórica comprendida en un periodo de 50 años; de manera que se puede usar datos a escala diaria de eventos extraordinarios producto de las precipitaciones pluviales ocurridas en 1982-83 y 1998 en el río Chancay - Lambayeque, puesto que esta presenta máximas avenidas y de manera que el modelo pueda entrenarse y validarse.

Para futuras investigaciones se recomienda implementar modelos híbridos, donde los resultados que arroje uno convencional sean mejorados por modelos de inteligencia artificial, bien por redes neuronales, redes LSTM, sistemas adaptativos neuro difusos (ANFIS), entre otros.

Para la obtención de diferentes periodos de retorno (Tr) en la Cuenca del Río Chancay se recomienda trabajar con caudales de máximas avenidas empleando una data histórica de 50 años, de manera que esto ayudará a obtener caudales de diseños, fiables y así evitar el colapso de obras hidráulicas.

Pues cabe recalcar que esta tesis aplico métodos estadísticos para la obtención de Tr en función de la data histórica comprendida 01/01/1991 al 31/12/2020; es decir 30 años de registros, siendo caudales medios diarios observados de la estación bocatoma Racarrumi .

Implementar técnicas de aprendizaje automático y técnicas de aprendizaje profundo en la hidrología es de suma importancia, en particular para el modelamiento de lluvia – escorrentía, toda vez que permite optimizar los resultados de las simulaciones, específicamente al lograr que las variables simuladas se asemejen a las observadas, lo cual además se puede corroborar con métricas de bondad de ajuste como el Coeficiente de Nash Sutcliffe (NSE), el Error Cuadrático Medio (RSME), el Coeficiente de Correlación (R), el Error Absoluto Medio (MEA), el Coeficiente de Correlación de Pearson (R2), entre otros.

REFERENCIAS

- Abbot, J., & Marohasy, J. (2014). Input selection and optimisation for monthly rainfall forecasting in Queensland, Australia, using artificial neural networks. *Atmospheric Research*, 166-178.
- Adamowski, J., Chan, H., Prasher, S., Ozga-Zielinski, B., & Sliusarieva, A. (2012). Comparison of multiple linear and nonlinear regression, autoregressive integrated moving average, artificial neural network, and wavelet artificial neural network methods for urban water demand forecasting in Montreal, Canada. *Water Resources Research*, 1528-1541.
- Alvarez Ledesma, A. (2015). *Generación de caudales con modelos de redes neuronales artificiales a partir de las características de una cuenca*. Huancayo.
- Ayala, I., Oré, J., Requena, D., Oré, R., Torres, E., & Montes, E. (2018). Flow Routing in the Natural Channel of the Ichu River Experimental Basin through Artificial Neural Networks. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 387-403.
- Béjar, W., Valeriano, K., Ilachoque, J., & Sulla, J. (2016). Predicción de caudales medios diarios en la cuenca del Amazonas aplicando redes neuronales artificiales y el modelo neurodifuso ANFIS. *Research in Computing Science*, 23-35.
- Calderón Pillaca, O. (2016). *Diseño de un modelo Metaheurístico para la determinación de caudales de máxima avenida en cuencas urbanas*. Ayacucho.
- Campozano Parra, L. (2011). *Análisis de la robustez de un modelo de redes neuronales para la predicción de caudales en la cuenca alta del río Paute*. Ecuador.

- Chih Chieh, Y., & Wen Cheng, L. (2015). Genetic algorithm and fuzzy neural networks combined with the hydrological modeling system for forecasting watershed runoff discharge. *Neural Comput & Applic*, 26, 1631-1643. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00521-015-1832-0>
- Choubin, B., Khalighi-Sigaroodi, S., Malekian, A., & Kişi, Ö. (2014). Multiple linear regression, multi-layer perceptron network and adaptive neuro-fuzzy inference system for the prediction of precipitation based on large-scale climate signals. *Hydrological Sciences Journal*.
- Fan, H., Jiang, M., Xu, L., Zhu, H., Cheng, J., & Jiang, J. (2020). Comparison of Long Short Term Memory Networks and the Hydrological Model in Runoff Simulation. *Water*, 175-190.
- Fang, H., & Fan, Z. (2020). Impacts of climate and land use changes on water and sediment yields for the black soil region, northeastern China. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10668-020-00871-2>
- Farfán, J., Palacios, K., Ulloa, J., & Avilés, A. (2020). A hybrid neural network-based technique to improve the flow forecasting of physical and data-driven models: Methodology and case studies in Andean watersheds. *Journal of Hydrology: Regional Studies*.
- Firat, M., & Güngüör, M. (2007). River flow estimation using adaptive neuro fuzzy inference system. *Mathematics and Computers in Simulation*, 87–96.
- French, M., Krajewski, W., & Cuykendall, R. (1992). Rainfall forecasting in space and time using a neural network. *Journal of Hydrology*, 1-31.
- García Quiñones, E., & Tantalean Bustamante, L. (2016). *Determinación de caudales máximos para la cuenca del río Chancay en la zona de la bocatoma Racarrumi aguas abajo empleando el método del Número de Curva al año 2015*. Chiclayo.
- Gun, L., Dongkyun, K., Hyun-Han, K., & Eunsoo, C. (2019). Estimation of Maximum Daily Fresh Snow Accumulation Using an Artificial Neural Network Model. *Advances in Meteorology*, 1-11.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F: Mc Graw Hill Education.
- Hu, C., Wu, Q., Li, H., Jian, S., Li, N., & Lou, Z. (2018). Deep Learning with a Long Short-Term Memory Networks Approach for Rainfall-Runoff Simulation. *Water*, 1543-1558.
- Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. (2021). *Descripción del modelo conceptual distribuido de simulación hidrológica Tetis v.9*. Valencia, España. Retrieved from <http://lluvia.dihma.upv.es/>
- Jain, A., & Indurthy, P. (2003). Comparative Analysis of Event-based Rainfall-runoff Modeling Techniques—Deterministic, Statistical, and Artificial Neural Networks. *Journal of Hydrologic Engineering*, 93-98.

- Jimeno, P., Senent, J., Pérez, J., Pulido, D., & Cecilia, J. (2017). Estimation of Instantaneous Peak Flow Using Machine-Learning Models and Empirical Formula in Peninsular Spain. *Water*, 347-359.
- Kratzert, F., Klotz, D., Herrnegger, M., Sampson, A., Hochreiter, S., & Nearing, G. (2019). Toward Improved Predictions in Ungauged Basins: Exploiting the Power of Machine Learning. *Water Resources Research*, 11344-11354.
- Lanhai, L., Honggang, X., Chen, X., & Simonovic, S. (2010). Streamflow Forecast and Reservoir Operation Performance Assessment Under Climate Change. *Water Resour Manage*, 83-104.
- Laqui Vilca, W. (2008). *Predicción de caudales medios mensuales del río Huancané utilizando modelos de redes neuronales artificiales*. Lima.
- Laqui Vilca, W. F. (2015). Aplicación de Redes Neuronales Artificiales a la Modelización y Previsión de Caudales Medios Mensuales del Río Huancané. *Revista Peruana Geo-Atmosférica RPGA*, 30-44.
- Laqui, W., Zubieta, R., Rau, P., Mejía, A., Lavado, W., & Ingol, E. (2019). Can artificial neural networks estimate potential evapotranspiration in Peruvian highlands? *Modeling Earth Systems and Environment*.
- Lujano, E., Lujano, A., Pitágoras, J., & Lujano, R. (2014). Pronóstico de caudales medios mensuales del río Ilave usando modelos de redes neuronales artificiales. *Revista de Investigaciones Altoandina*, 89-100.
- Martí Perez, P. (2009). *Aplicación de redes neuronales artificiales para predicción de variables en ingeniería del riego: evapotranspiración de referencia y pérdidas de carga localizadas en emisores integrados*. Valencia.
- Mehdizadeh, S., Behmanesh, J., & Khalili, K. (2017). Evaluating the performance of artificial intelligence methods for estimation of monthly mean soil temperature without using meteorological data. *Environmental Earth Sciences*, 76(8), 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12665-017-6607-8>
- Ministerio de Energía y Minas. (1979). *Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional*. Lima.
- Molina Aguilar, J. (2005). *Tránsito de avenidas en cauces mediante redes neuronales artificiales*. México.
- Mosavi, A. (2020). Flood Prediction Using Machine Learning Models: Literature Review. *Atmospheric Science*.
- Mosavi, A., Ozturk, P., & Chau, K.-w. (2018). Flood Prediction Using Machine Learning Models: Literature Review. *Water*, 1536-1576.
- Nabipour, N., Dehghani, M., Shamshirband, S., & Mosavi, A. (2020). Short-Term Hydrological Drought Forecasting Based on Different Nature-Inspired Optimization Algorithms Hybridized With Artificial Neural Networks. *IEEE Access*.

- Nath, A., Mthethwa, F., & Saha, G. (2020). Runoff estimation using modified adaptive neuro-fuzzy inference system. *Environmental Engineers*, 545-553.
- Noymanee, J., & Theeramunkong, T. (2019). Flood Forecasting with Machine Learning Technique on Hydrological Modeling. *Procedia Computer Science*, 377-386.
- Organización Meteorológica Mundial. (1994). *Guía de prácticas hidrológicas. Volumen I - De la medición a la información hidrológica*. Ginebra.
- Orozco, I., Francés, F., & Mora, J. (2019). Parsimonious Modeling of Snow Accumulation and Snowmelt Processes in High Mountain Basins. *Water*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w11061288>
- Pineda Pariamachi, A. (2018). *Generación de caudales mensuales mediante redes neuronales artificiales a partir de precipitaciones mensuales en la sub cuenca Querococha, Recuay - 2017*. Huaraz.
- Pujol Reig, L. (2009). *Predicción de caudales en tiempo real en grandes cuencas utilizando redes neuronales artificiales*. Valencia.
- Requena Machuca, D. (2018). *Tránsito de avenidas en el cauce natural del río Ichu mediante redes neuronales artificiales*. Huancavelica.
- Rezaeianzadeh, M., Tabari, H., & Yazdi, A. (2013). Flood flow forecasting using ANN, ANFIS and regression models. *Neural Comput & Applic*, 25-37.
- Rodríguez Paredes, N. (2017). *Pronóstico del caudal máximo del río Huaura por modelos ARIMA y Redes Neuronales*. Trujillo.
- Rodríguez, C., Díaz, H., Ballesteros, J., Rohrer, M., & Stoffel, M. (2018). The anomalous 2017 coastal El Niño event in Peru. *Climate Dynamics*.
- Roodsari, B. K., Chandler, D. G., Kelleher, C., & Kroll, C. N. (2018). A comparison of SAC-SMA and ANFIS for real-time flood forecasting in small urban catchments. *Journal of Flood Risk Management*, 12(e12492), 1-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfr3.12492>
- See, L., & Openshaw, S. (2009). A hybrid multi-model approach to river level forecasting. *Hydrological Sciences Journal*, 523-536.
- Senthil, A., Sudheer, K., Jain, S., & Agarwal, P. (2005). Rainfall-runoff modelling using artificial neural networks: comparison of network types. *Hydrological Processes*, 1277-1291.
- Seo, J., & Lee, S.-I. (2019). Spatio-Temporal Groundwater Drought Monitoring Using Multi-Satellite Data Based on an Artificial Neural Network. *Water*, 11(1953), 1-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w11091953>
- Sulaiman, J., & Wahab, S. (2018). Heavy Rainfall Forecasting Model Using Artificial Neural Network for Flood Prone Area. *Soft Computing and Intelligent System Research Group*, 68-76.

- Tejada Espinoza, H. (2014). *Estudio hidrológico de máximas avenidas, de la subcuenca Juana Ríos – cuenca chancay – Lambayeque*. Chiclayo.
- Tineo Pongo, P. (2018). *Aplicación del modelo hidrológico distribuido TETIS para estimar la variabilidad hidrológica en la cuenca del río chancay Lambayeque*. Chiclayo.
- Vaghefi, M., Mahmoodi, K., Setayeshi, S., & Akbari, M. (2019). Application of artificial neural networks to predict flow velocity in a 180° sharp bend with and without a spur dike. *Soft Computing*.
- Villa Trinidad, G. (2016). *Modelo de predicción de aportaciones mensuales utilizando redes neuronales artificiales. Aplicación a la cuenca del río Amambá (Brasil)*. Valencia.
- Villena Pairazaman, L. (2016). *Aplicación de redes neuronales artificiales y su optimización para el pronóstico de la demanda de agua potable en la empresa Epsel S. A. de Mocupe*. Chiclayo.
- Yaseen, Z., Naghshara, S., Salih, S., Kim, S., Malik, A., & Ghorbani, M. (2020). Lake water level modeling using newly developed hybrid data intelligence model. *Theoretical and Applied Climatology*.
- Young, C., & Liu, W. (2015). Prediction and modelling of rainfall–runoff during typhoon events using a physically-based and artificial neural network hybrid model. *Hydrological Sciences Journal*, 2102-2116.
- Young, C.-C., Liu, W.-C., & Chung, C.-E. (2015). Genetic algorithm and fuzzy neural networks combined with the hydrological modeling system for forecasting watershed runoff discharge. *Neural Comput & Applic*, 1631-1643.
- Zapata Quispe, M. (2019). *Análisis de la sequía meteorológica de la intercuenca Alto Apurímac y las cuencas Alto Urubamba y Yavero utilizando el método de L-Momentos*. Lima.

ANEXOS

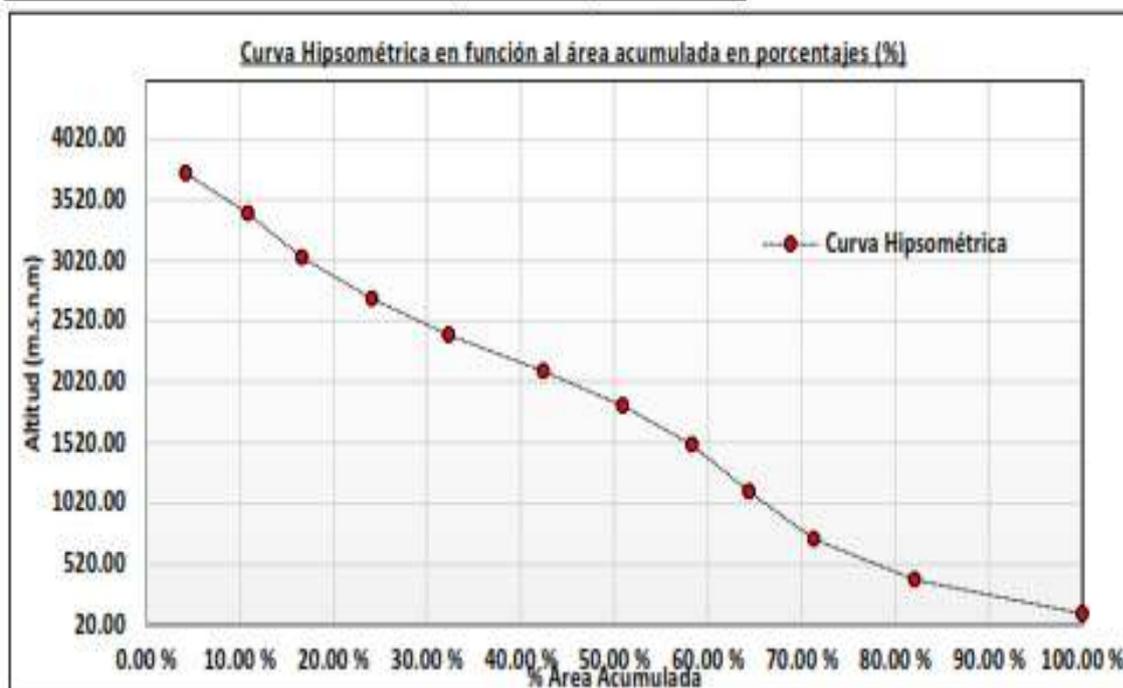
**Anexo N° 01: Delimitación hidrográfica
de la cuenca del río Chancay
Lambayeque.**

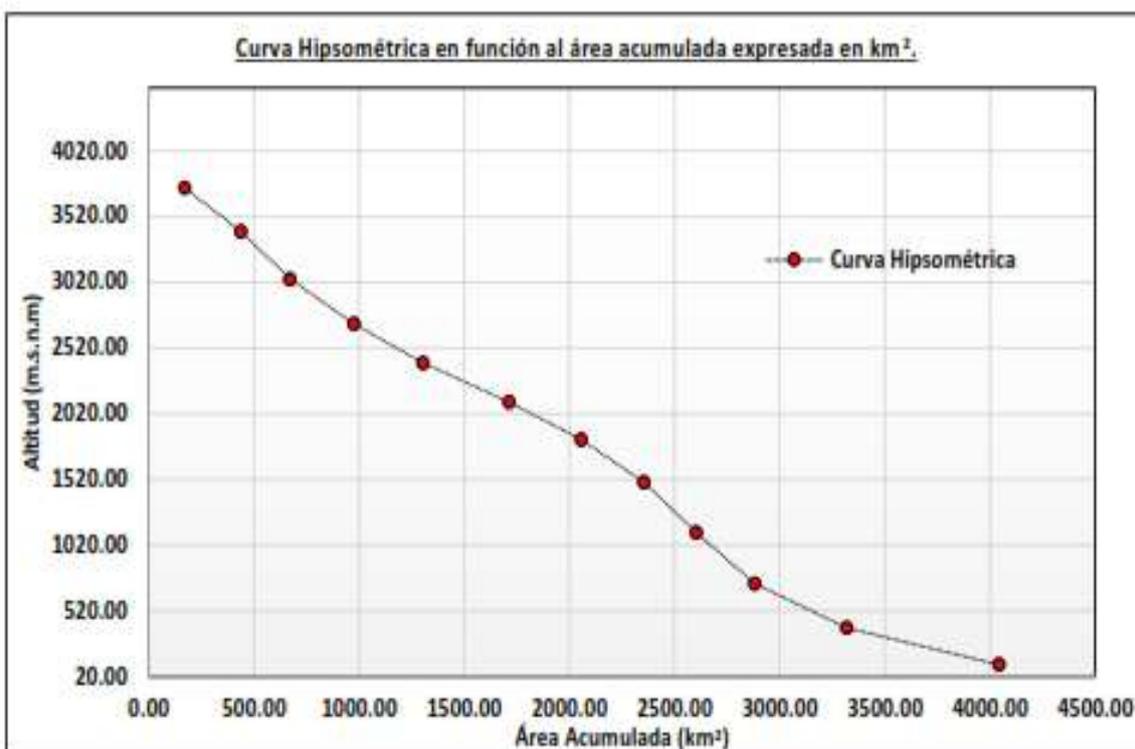
1.- CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCA Y LAMBAYEQUE.

A) Curva Hipsométrica.

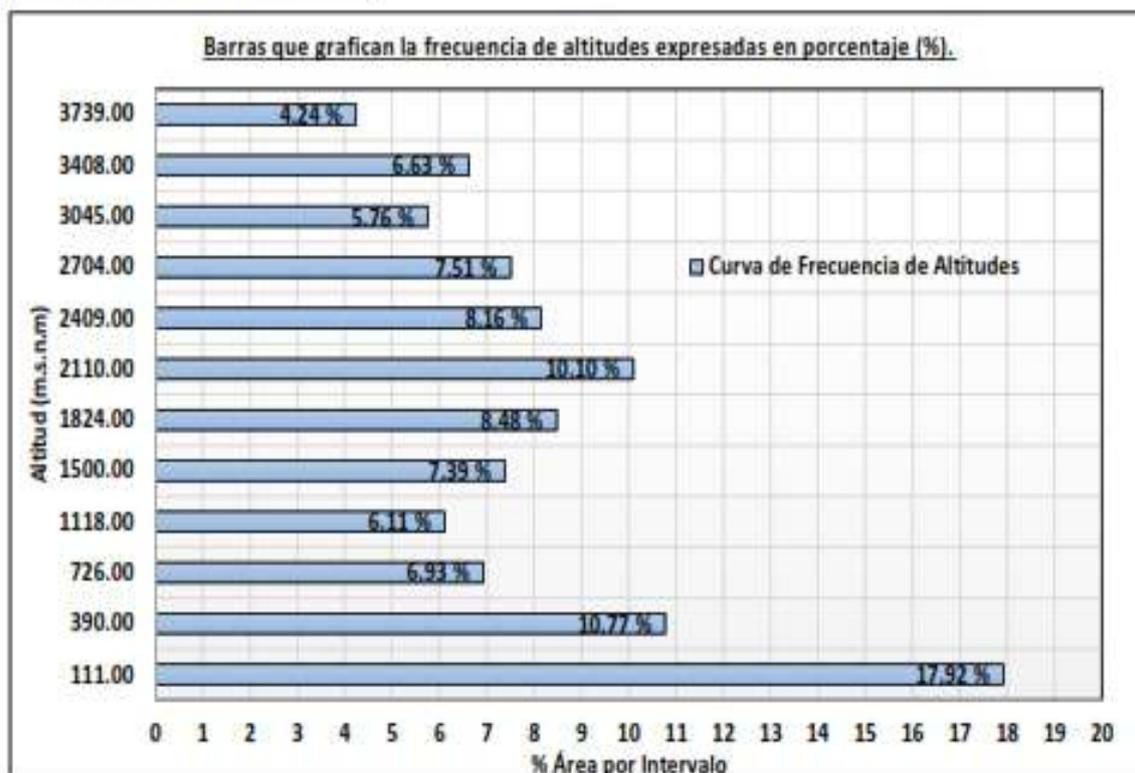
- a) Área de la cuenca : 4043.73 km²
- b) Perímetro : 432.86 km
- c) Cota máxima (msnm) : 4103.00 m.s.n.m
- d) Cota mínima (msnm) : 6.00 m.s.n.m
- e) Número de intervalos : 12

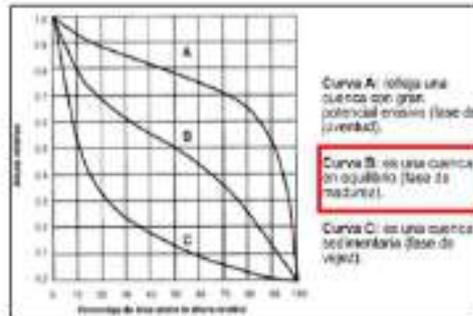
CUENCA CHANCA Y LAMBAYEQUE: CÁLCULOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CURVA HIPSONÉTRICA Y DE FRECUENCIA DE ALTITUDES.							
N°	Altitud (m.s.n.m)			Área (Km ²)			
	Z _{Mínimo}	Z _{Máximo}	Z _{media}	Por intervalo	% Por intervalo	Acumulado	% Acumulado
01	6.00	260.00	111.00	724.62	17.92 %	4043.73	100.00 %
02	261.00	565.00	390.00	435.68	10.77 %	3319.11	82.08 %
03	566.00	925.00	726.00	280.13	6.93 %	2883.42	71.31 %
04	926.00	1306.00	1118.00	247.04	6.11 %	2603.29	64.38 %
05	1307.00	1657.00	1500.00	298.90	7.39 %	2356.25	58.27 %
06	1658.00	1965.00	1824.00	343.09	8.48 %	2057.35	50.88 %
07	1966.00	2259.00	2110.00	408.51	10.10 %	1714.27	42.39 %
08	2260.00	2559.00	2409.00	329.80	8.16 %	1305.76	32.29 %
09	2560.00	2880.00	2704.00	303.82	7.51 %	975.96	24.14 %
10	2881.00	3229.00	3045.00	232.72	5.76 %	672.14	16.62 %
11	3230.00	3578.00	3408.00	267.99	6.63 %	439.42	10.87 %
12	3579.00	4103.00	3739.00	171.43	4.24 %	171.43	4.24 %
TOTAL				4043.73 km²	100.00 %		





B) Curva de Frecuencia de Altitudes.





C) Altitud de frecuencia media $^1/z$:

$$E_m = \frac{\sum a \cdot e}{A}$$

Donde:

E_m = elevación media (m.s.n.m).

a = área entre curvas de nivel (km^2).

Z_m = elevación media entre curvas de nivel (m.s.n.m).

A = área total de la cuenca (km^2).

CUENCA CHANCAY LAMBAYEQUE: CÁLCULOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA ALTITUD DE FRECUENCIA MEDIA.					
N°	Altitud (m.s.n.m)			Área (Km^2)	$a \times Z_{media}$ ($\text{km}^2 \cdot \text{msnm}$)
	$Z_{Mínimo}$	$Z_{Máxima}$	Z_{media}	a (km^2)	
01	6.00	260.00	111.00	724.62	80432.74
02	261.00	565.00	390.00	435.68	169916.69
03	566.00	925.00	726.00	280.13	203374.03
04	926.00	1306.00	1118.00	247.04	276195.50
05	1307.00	1657.00	1500.00	298.90	448342.61
06	1658.00	1965.00	1824.00	343.09	625790.53
07	1966.00	2259.00	2110.00	408.51	861955.88
08	2260.00	2559.00	2409.00	329.80	794485.43
09	2560.00	2880.00	2704.00	303.82	821522.99
10	2881.00	3229.00	3045.00	232.72	708626.07
11	3230.00	3578.00	3408.00	267.99	913314.36
12	3579.00	4103.00	3739.00	171.43	640980.32
TOTAL				4043.73 km^2	6544937.16

$$E_m = \frac{\sum a \cdot e}{A}$$

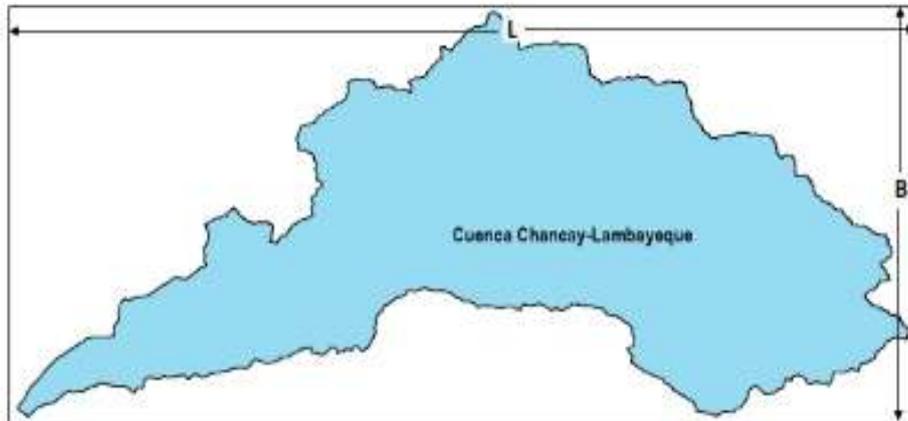
$$E_m = \frac{6544937.16 \text{ km}^2 \cdot \text{msnm}}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$E_m = 1618.54 \text{ m.s.n.m}$$

2.- ÍNDICES REPRESENTATIVOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY LAMBAYEQUE.

A) Índice o factor de forma de la cuenca.

$$F = \frac{\text{ancho (B)}}{\text{longitud (L)}}$$



Suponiendo la cuenca de forma rectangular:

$$F = \frac{B \times L}{L \times L} = \frac{A}{L^2}$$

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

A = área de la cuenca (km²)

P = perímetro de la cuenca (km)

L = longitud del curso principal (km)

$$F = \frac{4043.73 \text{ km}^2}{(228.31 \text{ km})^2}$$

$$F = 0.08$$

B) Índice de compacidad (índice de Gravelious).

$$K = 0.28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$K = 0.28 \times \frac{432.86 \text{ km}}{\sqrt{4043.7 \text{ km}^2}}$$

$$K = 1.91$$

C) Radio de Elongación.

$$R = \frac{D}{L}$$

Donde:

D = diámetro de una circunferencia de igual superficie que la cuenca (km)

L = longitud del curso principal (km)

A = área de la circunferencia (km²)

$$A = \pi * r^2$$

$$A = 3.1416 * r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{4043.73 \text{ km}^2}{3.1416}}$$

$$r = 35.88 \text{ km}$$

$$\implies D = 2 * r$$

$$\implies D = 71.75 \text{ km}$$

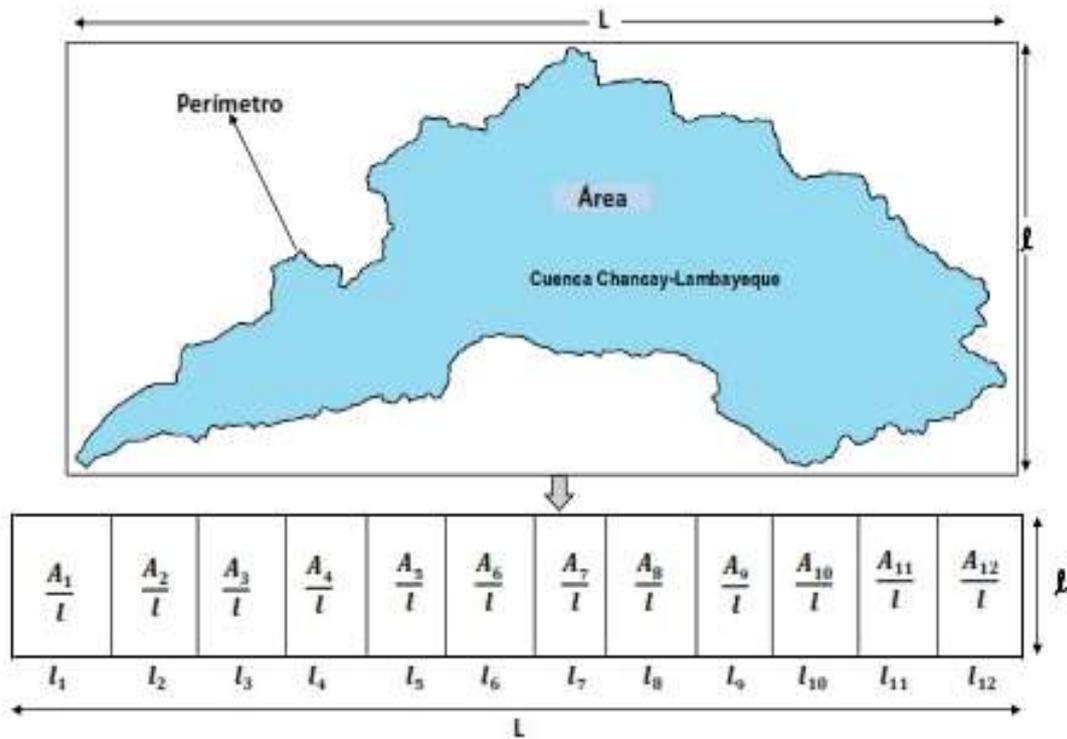
$$\implies L = 228.31 \text{ km}$$

$$R = \frac{D}{L}$$

$$R = \frac{71.75 \text{ km}}{228.31 \text{ km}}$$

$$R = 0.31$$

3.- RECTÁNGULO EQUIVALENTE DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY LAMBAYEQUE.



A) Cálculo del lado mayor y menor de la cuenca (L y l).

$$L = \frac{k \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{k} \right)^2} \right) \quad \text{y} \quad l = \frac{k \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{k} \right)^2} \right)$$

Donde:

L = longitud del lado mayor del rectángulo (km)

l = longitud del lado menor del rectángulo (km)

k = índice de Gravelious

A = área de la cuenca (km²)

$$L = \frac{1.91 \cdot \sqrt{4043.73}}{1.12} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.91} \right)^2} \right)$$

$$L = 195.78 \text{ km}$$

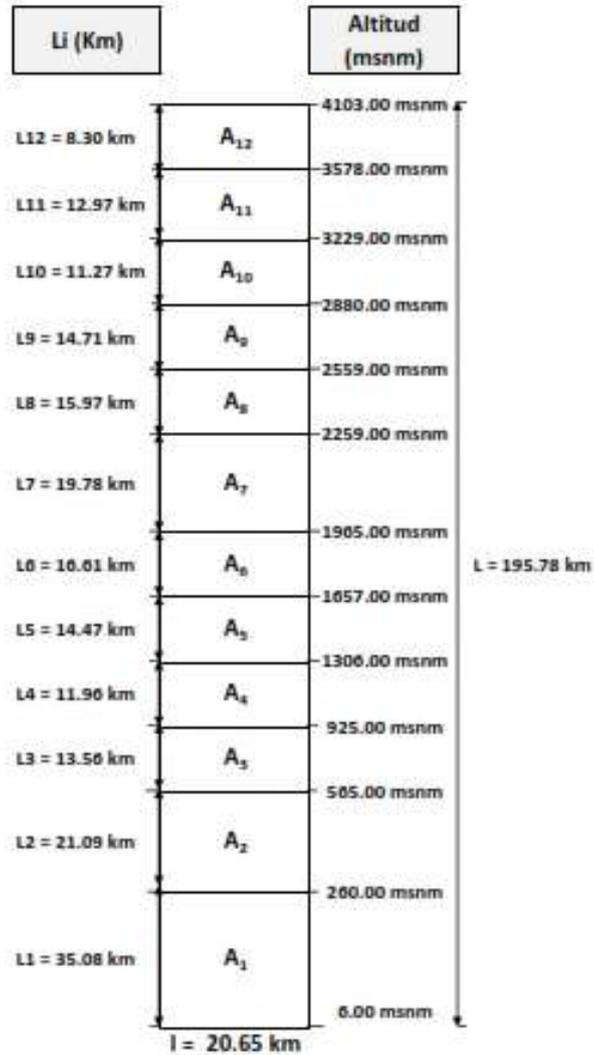
$$l = \frac{1.91 \cdot \sqrt{4043.73}}{1.12} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.91} \right)^2} \right)$$

$$l = 20.65 \text{ km}$$

B) Cálculo de los segmentos del lado mayor L .

Dividiendo cada área parcial, entre el lado menor l , del rectángulo equivalente, se tiene:

N°	Área (Km ²)	Li (Km)
01	724.62	35.08
02	435.68	21.09
03	280.13	13.56
04	247.04	11.96
05	298.90	14.47
06	343.09	16.61
07	408.51	19.78
08	329.80	15.97
09	303.82	14.71
10	232.72	11.27
11	267.99	12.97
12	171.43	8.30
Σ	4043.7 km²	195.78 km



4.- PENDIENTE PROMEDIO DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY LAMBAYEQUE.

A) Por reclasificación de áreas en el SIG ARCGIS.

N°	COUNT	Área (km ²)	S _{mínima} (%)	S _{máxima} (%)	S _{media} (%)
01	2501165.00	2384.7049	0.00	34.56	16.22
02	1364009.00	1300.4975	34.58	69.13	48.46
03	319488.00	304.6119	69.14	103.69	81.54
04	46787.00	44.6085	103.70	138.26	115.74
05	7815.00	7.4511	138.26	172.82	150.81
06	1486.00	1.4168	172.83	207.39	185.99
07	329.00	0.3137	207.46	241.87	220.51
08	95.00	0.0906	241.96	275.75	253.78
09	18.00	0.0172	280.33	310.88	291.33
10	6.00	0.0057	311.49	337.25	321.68
11	4.00	0.0038	359.26	378.96	366.53
12	4.00	0.0038	381.62	414.78	392.30

N°	Intervalos		Promedio	OCURENCIA	S _{media} (%)
01	0.00	8.33	4.17	2501165.00	10421520.83
02	8.33	16.67	12.50	1364009.00	17050112.50
03	16.67	25.00	20.83	319488.00	6656000.00
04	25.00	33.33	29.17	46787.00	1364620.83
05	33.33	41.67	37.50	7815.00	293062.50
06	41.67	50.00	45.83	1486.00	68108.33
07	50.00	58.33	54.17	329.00	17820.83
08	58.33	66.67	62.50	95.00	5937.50
09	66.67	75.00	70.83	18.00	1275.00
10	75.00	83.33	79.17	6.00	475.00
11	83.33	91.67	87.50	4.00	350.00
12	91.67	100.00	95.83	4.00	383.33
SUMA				4241206.00	35879666.67
PENDIENTE PROMEDIO %					8.46 %

B) Criterio del rectángulo equivalente.

$$S = \frac{H}{L}$$

Donde:

S = pendiente del cauce principal.

H = diferencia de cotas entre los extremos del cauce, en m.

L = longitud del cauce principal, en m.

$$S = \frac{4103.00 \text{ m.s.n.m} - 6.00 \text{ m.s.n.m}}{228313.00 \text{ m}}$$

$$S = 1.79 \%$$

$$S = 17.94 \% \circ$$

5.- RED HÍDRICA.

- A) Longitud del cauce principal : 228.31 Km
B) Longitud de máximo recorrido: 677.70 Km
C) Orden : 4
D) Grado de ramificación.

ORDEN	Nº TOTAL DE RÍOS	L. TOTAL DE RÍOS (km)	LONGITUD PROMEDIO DE RÍOS (km/rio)
1	232	677.70	2.92
2	117	387.32	3.31
3	45	115.34	2.56
4	61	158.00	2.59
TOTAL	455.00	1338 km	

E) Coeficiente de masividad (C_m).

$$C_m = \frac{E_m}{A}$$

Donde:

E_m = elevación media (m.s.n.m)

A = área de la cuenca (km²)

$$C_m = \frac{1618.54 \text{ m.s.n.m}}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$C_m = 0.40$$

F) Coeficiente de torrencialidad (CT).

$$CT = \frac{\text{Nº de cursos de agua de 1º Orden}}{\text{Superficie de cuenca (km}^2\text{)}}$$

$$CT = \frac{232.00}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$CT = 0.06$$

G) Densidad de drenaje (D_d).

$$D_d = \frac{L_i}{A}$$

Donde:

L_i = longitud total de los cursos de agua (km)

A = área de la cuenca (km²)

$$D_d = \frac{1338.36 \text{ km}}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$D_d = 0.33 \text{ Km/Km}^2$$

H) Extensión media de escurrimiento superficial (Es).

$$E_s = \frac{A}{4 * L_i}$$

Donde:

L_i = longitud total de los cursos de agua (km)

A = área de la cuenca (km²)

$$E_s = \frac{4043.73 \text{ km}^2}{5353.44 \text{ km}}$$

$$E_s = 0.7554 \text{ Km}$$

I) Frecuencia de ríos (Fr).

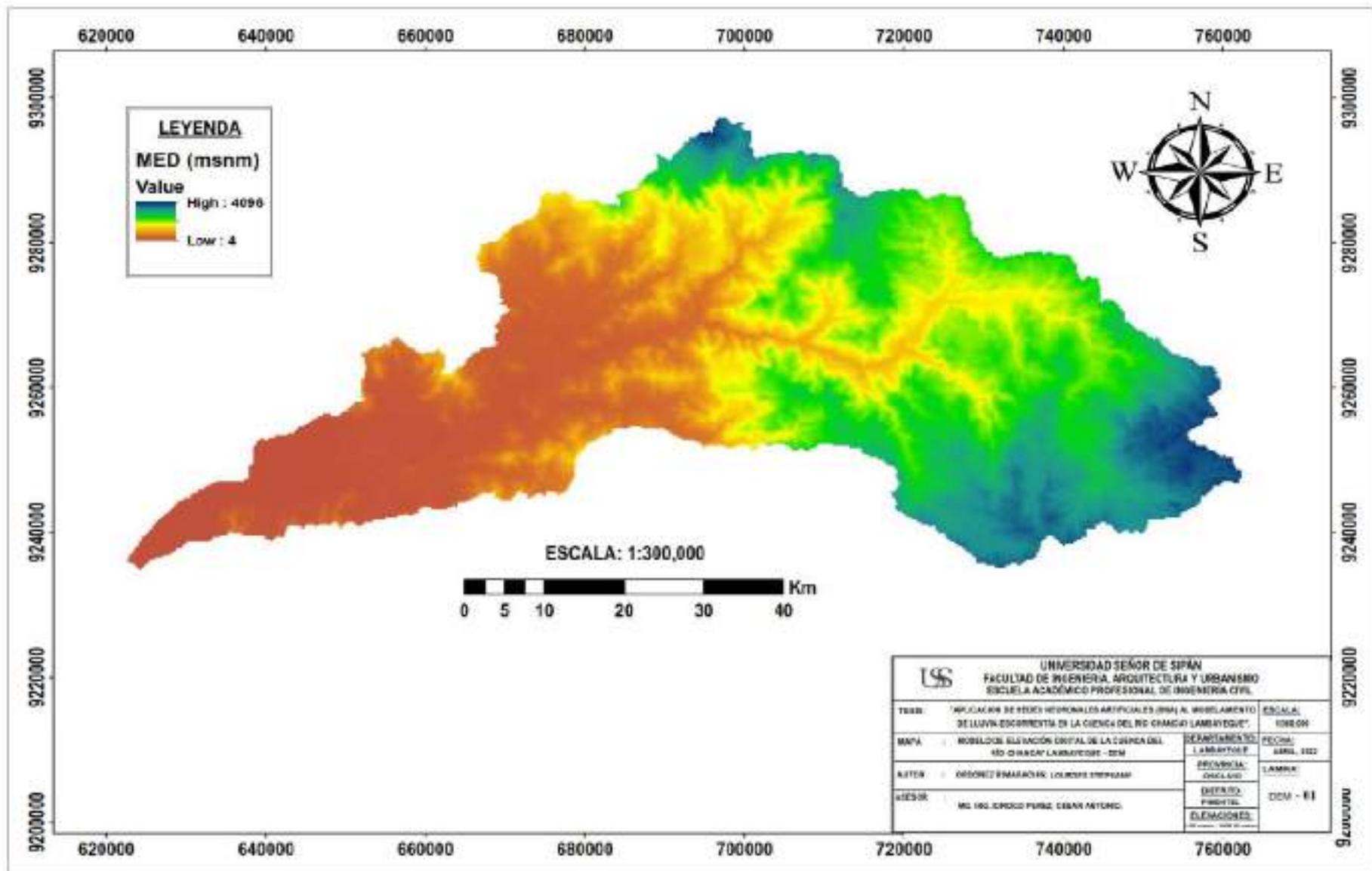
$$F_r = \frac{\text{Total de cursos de agua}}{A}$$

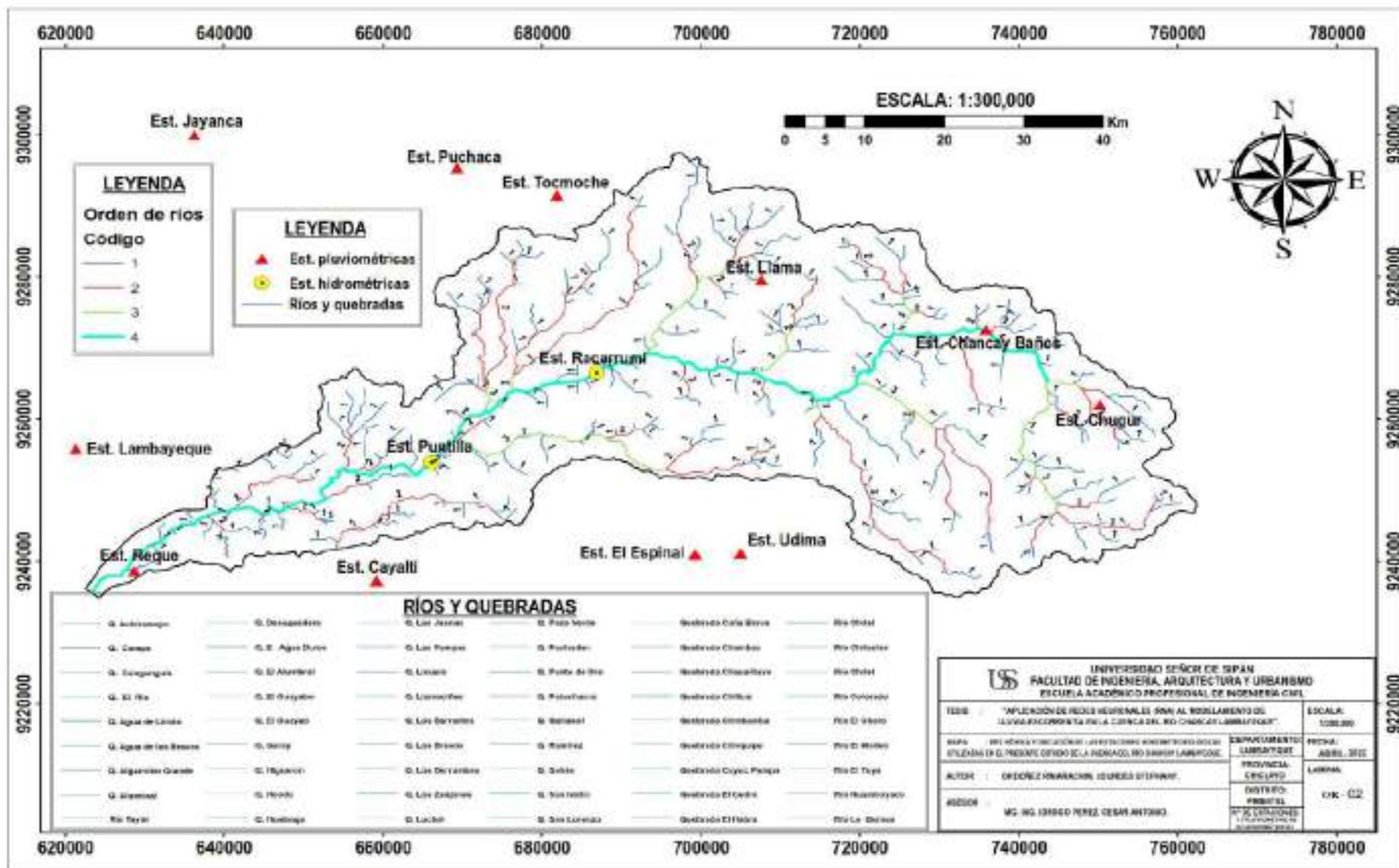
Donde:

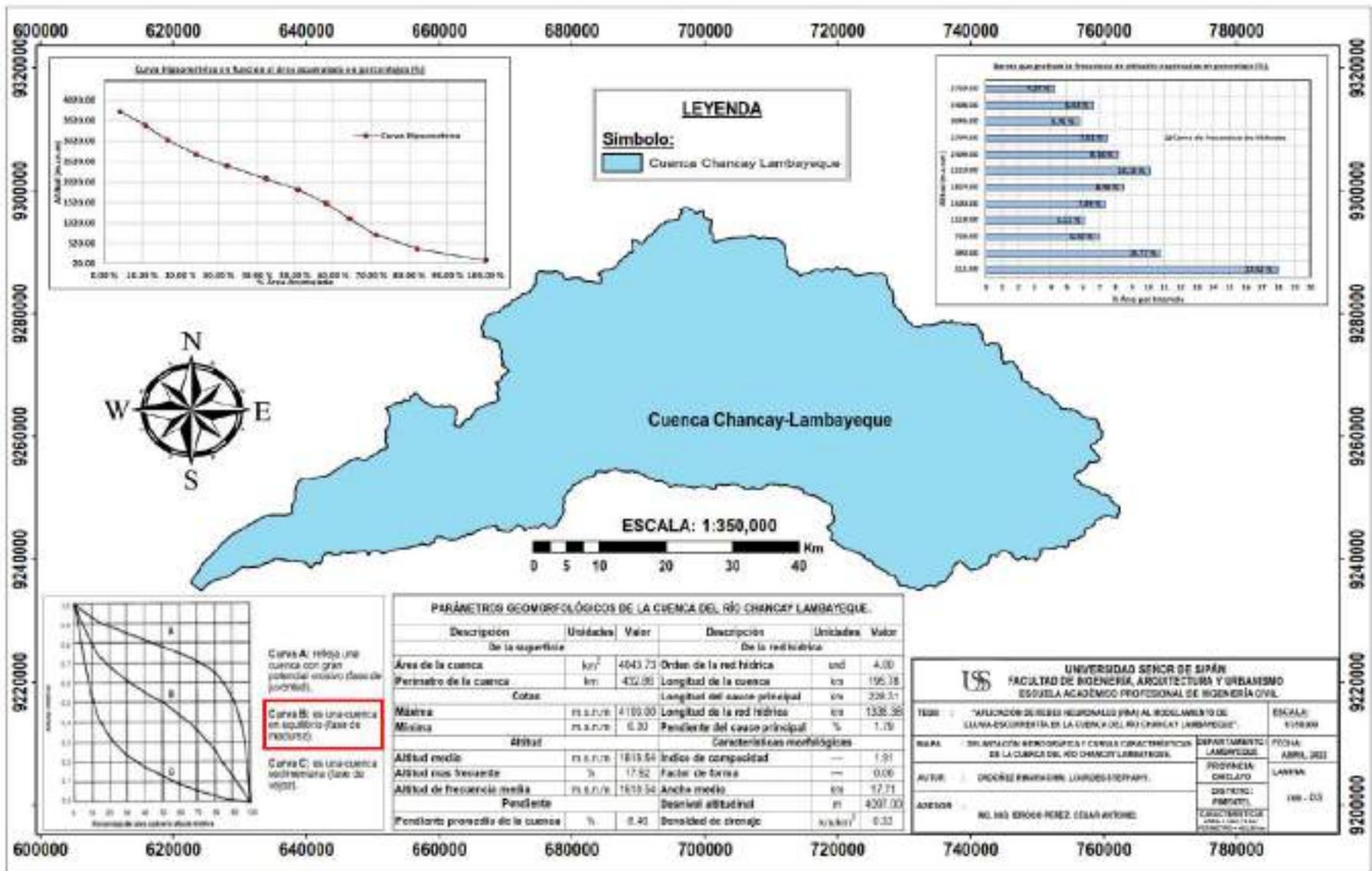
A = área de la cuenca (km²)

$$F_r = \frac{455.00 \text{ rios}}{4043.73 \text{ km}^2}$$

$$F_r = 0.11 \text{ rios/km}^2$$







LEYENDA

Simbolo:

Cuenca Chancay-Lambayeque

ESCALA: 1:350,000

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY LAMBAYEQUE.

Descripción	Unidades	Valor	Descripción	Unidades	Valor
De la superficie			De la red hídrica		
Área de la cuenca	km ²	4043.73	Orden de la red hídrica	und	4.00
Perímetro de la cuenca	km	432.98	Longitud de la cuenca	km	195.18
Cotas			Longitud del cauce principal		
Máxima	m. s.n.m.	4100.00	Longitud de la red hídrica	km	1338.36
Mínima	m. s.n.m.	0.30	Pendiente del cauce principal	%	1.75
Altitud			Características morfológicas		
Altitud media	m. s.n.m.	1815.54	Índice de compactad	—	1.91
Altitud más frecuente	%	17.52	Factor de forma	—	0.06
Altitud de frecuencia media	m. s.n.m.	1815.54	Ancho medio	km	17.71
Pendiente			Densidad altitudinal		
Pendiente promedio de la cuenca	%	8.40	Densidad de drenaje	km/km ²	0.33

US UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	TALLERES DE DISEÑO REGIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA ZONA ESCORRIENTA DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY LAMBAYEQUE	ESCALA	6/10000
FECHA	DE DISEÑO MORFOLÓGICO Y CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY LAMBAYEQUE	DEPARTAMENTO	LAMBAYEQUE
AUTOR	ING. DIEGO ENRIQUE LÓPEZ VERA	PROFESOR	DECLAYO
ASESOR	ING. ROBERTO PÉREZ COLLAJANO	DISTRICTO	PIURA
		PROFESOR	PEREZ
		CRONOLOGÍA	1990 - 03

Curva A: refleja una cuenca con gran potencial erosivo (fase de juventud).

Curva B: es una cuenca en equilibrio (fase de madurez).

Curva C: es una cuenca subterrestre (fase de vejez).

**Anexo N° 02: Información
hidrometeorológica empleada en la
investigación.**

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

SEÑOR:

ING. JOSÉ ARTURO SOLÓRZANO GONZÁLES
GERENTE GENERAL DEL PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES

ASUNTO: SOLICITO INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

PRESENTE.-

Yo Lourdes Stephany Ordoñez Rimarachin, identificada con DNI N° 46909841, código universitario N° 2131816808, celular N° +51 970 416 326, correo electrónico grimarachinlour@crece.uss.edu.pe, alumna de la Universidad Señor de Sipán ante usted con el debido respeto me presento y expongo.

Que estando desarrollando mi tesis titulada: "Aplicación de Redes Neuronales Artificiales (RNA) al modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque", me es necesario contar con información hidrológica de la estación hidrométrica "Racarrumi", lo cual permitirá cumplir los objetivos de mi investigación propuesta. A continuación, detallo lo solicitado:

Estación hidrométrica	Información	Periodo
Bocatoma Racarrumi	Caudales medios diarios (m ³ /s)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)

Segura de contar con su valioso apoyo me despido, deseándole éxitos en las gestiones que viene desarrollando.

Chiclayo, 29 de junio de 2022



Bach. Lourdes Stephany Ordoñez Rimarachin
DNI N° 46909841
Cód. Univ. N° 2131816808
Cel. N° +51 970 416 326

**PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

Días	PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s											
	Ene-91	Feb-91	Mar-91	Abr-91	May-91	Jun-91	Jul-91	Ago-91	Sep-91	Oct-91	Nov-91	Dic-91
1	33.065	18.879	115.740	53.300	69.050	20.050	11.210	5.960	2.090	5.470	10.260	28.990
2	26.465	19.279	83.720	46.950	70.010	18.880	10.870	7.210	2.680	5.350	12.620	33.930
3	21.956	21.446	88.480	43.030	66.340	18.910	8.910	6.430	2.800	3.350	13.390	26.130
4	19.498	25.232	71.460	37.580	110.720	18.140	10.450	6.700	4.700	4.750	14.090	21.430
5	18.360	39.822	40.350	34.780	66.670	17.180	10.320	5.080	3.710	4.180	11.320	16.890
6	16.778	20.445	57.310	83.210	94.910	16.780	8.660	6.650	4.260	5.240	7.710	13.550
7	17.491	17.351	84.410	32.860	69.000	15.930	7.630	5.170	3.440	5.400	7.520	10.370
8	16.076	15.075	45.900	38.320	64.170	15.470	10.500	7.190	1.400	5.240	7.730	9.940
9	16.656	14.087	43.990	80.990	62.540	13.070	10.090	6.910	4.240	6.180	6.740	9.320
10	14.517	12.380	51.770	66.820	55.340	15.010	6.610	6.400	4.670	6.540	5.770	7.720
11	14.026	11.021	66.990	79.490	49.440	14.240	10.150	6.600	3.260	7.390	5.700	6.770
12	15.057	12.980	67.110	71.790	44.890	13.220	6.700	5.600	2.740	5.310	5.900	7.600
13	13.543	15.061	72.040	74.700	45.600	13.640	11.260	6.200	3.670	3.490	4.130	7.190
14	12.435	16.005	75.210	71.140	39.990	12.420	9.290	5.690	3.320	5.160	4.790	6.410
15	11.134	19.771	106.069	82.200	39.600	13.009	8.270	5.040	2.460	3.390	4.030	4.260
16	11.474	32.226	157.459	53.070	34.400	11.350	6.420	4.280	4.450	4.840	6.950	6.810
17	10.528	59.201	129.029	48.710	36.590	13.200	6.190	3.790	4.690	3.670	2.960	5.280
18	10.203	64.243	106.310	52.910	31.760	11.660	7.590	4.600	4.200	3.900	3.720	4.670
19	10.261	61.339	101.910	66.820	36.750	12.600	6.130	3.490	3.690	4.290	4.060	4.830
20	9.755	52.754	90.040	99.680	35.290	12.520	7.290	5.160	3.540	2.700	2.660	4.660
21	10.989	42.804	86.620	111.370	35.510	11.340	6.850	4.600	6.410	3.260	4.000	6.460
22	10.408	35.374	96.900	74.260	31.560	12.960	5.670	4.490	6.810	4.320	6.940	5.490
23	10.345	26.196	109.680	56.860	26.260	12.030	6.560	5.250	6.230	3.660	13.790	6.640
24	11.026	26.518	104.670	60.620	26.410	11.720	6.130	6.030	6.180	3.850	10.290	6.500
25	10.188	22.206	86.150	48.320	34.310	13.200	5.410	5.040	4.660	3.340	9.630	7.420
26	9.646	19.899	74.670	46.670	27.600	14.050	6.790	6.090	4.210	3.060	6.660	6.170
27	8.471	18.523	79.240	42.190	26.220	15.600	6.660	5.060	5.690	4.810	6.360	6.850
28	10.204	26.436	61.600	40.040	24.460	12.040	5.490	4.690	4.670	6.720	14.320	7.890
29	8.529		64.160	37.740	22.750	11.090	6.070	4.010	5.440	11.000	13.730	27.600
30	9.707		69.020	60.570	22.670	11.666	6.790	6.660	4.120	14.950	29.430	34.810
31	13.111		61.660		20.900		7.020	7.760		6.630		24.760
SUMA	433.332	757.637	2.635.690	1.776.910	1.504.300	426.250	256.460	166.690	123.610	166.330	267.090	390.620
Pro	13.978	27.266	86.019	69.220	48.526	14.208	8.272	5.438	4.100	5.430	8.903	12.691
MAX	33.065	64.243	156.660	111.370	110.720	20.050	11.360	8.000	6.410	14.950	29.430	34.810
MIN	0.471	11.321	43.990	32.950	20.900	11.060	5.070	0.660	1.460	2.700	2.660	4.260
NASA	37.436.360	65.451.197	227.714.112	153.325.024	129.971.520	39.828.000	22.156.144	14.596.176	10.626.064	14.043.712	23.670.378	33.746.066
Vol. Diario	1.207.699.200	2.337.552.800	7.346.941.600	5.117.472.000	4.182.646.400	1.227.671.200	714.087.200	469.843.200	354.240.000	469.152.000	769.219.600	1.068.726.400

Fuente: Área de Operaciones - Pact



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s.												
Días	Eno-92	Feb-92	Mar-92	Abr-92	May-92	Jun-92	Jul-92	Ago-92	Sep-92	Oct-92	Nov-92	Dic-92
1	19 840	16 260	12 670	70 660	47 130	18 570	10 800	6 140	3 390	11 220	12 740	9 010
2	17 370	13 020	12 050	38 300	38 810	24 550	12 960	5 160	4 040	12 740	12 000	8 170
3	15 460	14 200	11 160	44 930	35 840	58 290	12 210	5 300	4 100	12 060	11 640	7 850
4	13 780	14 220	11 400	30 800	42 300	31 080	10 730	6 300	3 860	11 060	10 460	8 040
5	12 260	18 920	10 900	89 000	84 710	25 710	11 300	5 610	4 240	11 340	9 250	8 000
6	42 180	23 150	9 270	43 640	66 660	24 830	10 700	5 190	4 440	13 240	10 200	8 620
7	68 040	23 990	12 770	30 730	65 740	29 070	10 260	4 760	4 190	17 970	9 800	7 020
8	63 250	20 570	36 540	31 190	78 730	29 610	10 360	5 000	4 300	28 220	8 890	7 850
9	47 040	22 790	48 470	27 480	70 770	26 660	8 940	4 510	4 300	30 990	7 570	8 390
10	39 910	23 100	30 440	31 300	45 720	22 000	8 890	5 160	4 070	26 360	8 930	8 150
11	36 150	20 330	28 140	71 800	42 320	20 880	10 020	4 960	4 400	26 790	8 320	8 450
12	30 030	18 340	23 050	97 090	30 080	19 600	8 450	5 150	3 690	26 170	8 070	7 470
13	28 780	16 450	32 490	142 400	31 200	18 620	8 320	4 700	4 620	23 380	7 730	7 830
14	27 040	14 870	58 350	101 080	33 300	17 220	8 580	5 240	3 780	25 460	6 960	7 230
15	23 120	14 820	67 190	87 240	31 220	18 430	10 080	5 260	4 070	21 690	10 350	6 530
16	19 090	13 710	67 260	94 980	29 180	15 930	8 730	6 480	4 470	18 160	9 010	8 370
17	16 470	13 000	69 770	78 120	27 110	15 090	10 720	5 960	5 960	15 830	11 050	8 130
18	15 190	12 700	61 150	99 490	25 840	15 000	9 710	6 510	6 190	14 400	16 780	7 600
19	13 630	10 950	46 980	78 670	23 780	14 200	8 710	6 670	11 060	13 110	24 400	7 000
20	16 520	13 180	50 600	76 820	32 380	13 450	8 370	6 620	8 300	12 480	26 570	7 940
21	29 360	11 990	49 480	59 930	21 670	13 240	8 560	5 310	16 610	11 220	16 830	9 120
22	21 650	11 030	37 340	91 920	22 010	13 210	8 210	5 660	14 740	10 010	17 570	8 370
23	27 120	16 230	30 320	91 900	32 510	13 420	7 310	6 820	15 190	11 990	20 680	7 860
24	21 870	10 170	26 880	43 790	21 270	12 620	7 290	5 520	16 590	12 460	18 710	8 370
25	24 660	9 110	29 690	53 730	19 360	12 180	8 950	5 020	12 480	13 290	15 720	8 220
26	27 300	8 320	23 430	33 400	19 340	11 520	6 600	6 220	13 000	14 320	14 660	9 020
27	23 640	11 630	22 040	48 480	18 390	11 210	6 610	5 280	20 310	24 680	13 860	12 010
28	20 740	15 890	17 270	43 590	17 360	11 670	6 090	3 880	21 640	27 040	13 430	10 480
29	18 550	16 150	17 370	42 720	17 610	11 430	6 060	6 400	18 030	20 620	11 160	9 180
30	18 860	17 390	39 690	39 690	18 320	11 140	6 430	4 060	14 540	18 500	9 540	8 830
31	16 370		103 550		16 060		6 770	4 480		14 260		7 640
SUMA	803 250	447 890	1 110 960	1 851 130	1 055 010	556 140	275 090	164 970	261 160	646 380	382 850	263 200
PRD	25 911	15 438	36 837	61 704	34 033	19 805	8 674	5 322	8 706	17 625	12 762	8 168
MAX	68 040	25 990	103 550	142 400	78 730	58 290	12 960	6 510	21 640	30 990	26 670	12 010
MIN	12 360	9 110	8 270	27 480	16 090	11 140	6 420	3 690	3 690	10 610	6 800	6 160
MAGA	68 400 800	38 680 416	96 996 544	159 937 632	91 152 864	50 815 296	23 798 912	14 253 408	22 565 952	47 207 232	30 079 240	21 876 480
Vol Diario	2 238 710 400	1 333 643 200	3 096 316 800	5 351 225 600	2 940 451 200	1 693 872 000	766 713 600	489 830 800	752 198 400	1 522 800 000	1 102 636 800	706 716 200

Fuente: Área de Operaciones - Peof



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
Días	Ene-93	Feb-93	Mar-93	Abr-93	May-93	Jun-93	Jul-93	Ago-93	Set-93	Oct-93	Nov-93	Dic-93
1	7.220	40.290	146.356	90.233	75.290	58.690	10.840	8.140	0.380	13.400	60.810	11.390
2	0.190	83.520	183.096	112.260	96.120	49.130	10.220	8.190	0.460	13.350	53.880	11.480
3	12.860	119.610	121.700	97.700	82.960	43.990	15.060	8.130	8.000	14.890	63.050	11.570
4	12.140	86.190	132.400	79.990	66.340	40.660	16.020	7.850	5.360	15.620	117.560	13.910
5	10.060	94.420	100.090	85.190	64.850	39.290	15.390	7.860	5.120	14.270	90.330	16.090
6	20.800	94.200	142.290	98.430	81.750	35.420	14.430	7.430	5.200	11.810	70.820	16.970
7	18.280	72.430	121.050	121.070	127.590	32.140	13.600	6.970	5.180	10.940	74.970	20.540
8	14.120	65.850	113.080	112.460	74.340	31.080	13.500	6.490	0.280	9.070	74.910	20.340
9	12.060	67.560	101.500	108.180	81.820	29.370	14.410	7.360	4.890	8.670	70.500	15.860
10	11.060	106.940	101.200	111.290	58.300	26.080	16.010	7.310	5.190	8.190	110.680	20.430
11	8.960	80.450	87.440	100.340	61.500	20.490	22.040	8.190	4.900	8.390	82.690	45.560
12	9.620	61.600	82.790	125.250	60.440	27.600	18.190	6.770	5.690	7.280	77.410	46.990
13	0.200	73.280	72.080	90.230	51.830	25.810	14.160	6.030	6.100	9.270	72.250	38.640
14	10.860	63.200	65.840	99.130	48.110	23.850	12.850	7.190	5.690	7.650	67.230	21.790
15	10.380	56.910	70.890	147.830	47.280	22.270	14.100	7.600	6.680	11.390	61.210	20.570
16	16.660	71.590	70.800	290.670	50.250	21.190	13.670	7.340	6.670	11.090	49.680	30.710
17	14.140	91.770	99.720	234.790	54.240	20.680	12.210	7.900	0.030	14.190	45.670	29.900
18	13.970	62.420	132.090	171.060	46.800	19.920	11.670	10.070	5.660	20.850	27.690	27.910
19	13.100	20.710	136.690	165.220	40.750	19.690	11.060	6.490	7.630	11.430	25.080	25.730
20	11.360	43.240	110.240	152.660	40.680	22.820	11.050	8.290	6.860	47.040	23.090	23.790
21	10.860	38.910	118.350	139.440	34.360	19.620	10.470	7.940	9.100	21.080	21.150	23.060
22	0.390	34.400	107.080	119.920	33.590	19.140	10.250	6.300	9.230	36.010	16.060	23.080
23	9.700	30.460	184.010	106.420	30.800	16.380	10.130	6.630	6.660	38.120	16.240	22.010
24	16.960	26.370	322.230	99.480	34.160	18.010	9.990	6.370	9.430	40.470	16.690	22.820
25	12.960	27.620	213.220	97.290	33.280	16.310	9.250	6.610	11.920	30.220	16.620	31.500
26	12.340	26.670	177.120	88.810	32.760	20.490	9.360	6.840	17.600	46.360	13.500	38.020
27	11.620	32.610	156.610	100.070	30.700	16.760	9.660	6.550	12.030	50.520	12.350	32.190
28	12.660	75.880	142.936	101.830	40.890	17.770	9.240	6.170	21.090	72.330	12.250	69.800
29	13.410		119.420	75.100	67.670	16.610	8.100	9.130	16.870	71.100	12.660	63.090
30	13.480		117.306	76.850	115.820	16.190	8.670	5.760	14.610	60.990	11.300	41.110
31	19.500		104.710	0.000	97.180	0.000	8.500	5.290	0.000	61.640	0.000	40.640
SUMA	403.130	1.637.090	4.015.950	3.571.300	1.863.690	796.686	362.290	290.630	244.050	869.390	1.493.810	995.740
PRD	13.024	65.909	129.047	119.046	60.771	29.663	12.662	7.448	8.166	28.645	46.794	29.217
MAX	20.850	119.610	322.230	234.750	127.690	58.690	22.040	10.070	21.090	61.640	117.680	69.980
MIN	7.220	26.970	65.840	75.100	30.790	18.150	6.100	5.290	4.900	7.280	11.200	11.390
MABA	34.830.432	158.721.684	346.976.944	308.595.604	163.768.096	68.850.432	33.886.080	19.843.712	21.763.680	73.115.296	126.065.104	70.255.036
Vol. Diario	1.123.545.000	5.689.917.600	11.192.960.600	10.395.488.000	5.250.814.400	2.205.043.200	1.099.132.900	843.334.400	705.498.000	2.423.068.000	4.302.201.600	2.524.548.800

Fuente: Área de Operaciones - Pecc



**PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s.												
Días	Ene-94	Feb-94	Mar-94	Abr-94	May-94	Jun-94	Jul-94	Ago-94	Set-94	Oct-94	Nov-94	Dic-94
1	49.330	78.120	143.630	158.150	58.460	27.090	13.880	7.570	4.140	6.790	5.570	9.720
2	63.080	67.650	116.050	148.000	43.910	25.390	13.310	7.180	3.880	6.040	4.180	11.530
3	57.030	62.120	126.210	138.180	49.790	24.380	13.360	7.270	3.950	6.580	5.960	12.620
4	52.540	74.210	92.080	132.320	40.490	24.160	13.550	7.170	3.950	6.080	9.780	24.280
5	43.230	101.560	87.510	123.580	37.850	24.590	12.810	7.290	3.900	6.130	11.750	14.880
6	43.330	111.460	88.970	144.560	38.270	26.150	12.750	7.070	3.210	6.380	6.870	13.200
7	62.310	88.420	83.080	152.980	40.780	24.420	12.510	6.880	3.280	5.770	14.010	27.610
8	62.880	74.400	68.770	158.390	40.630	23.820	12.540	7.290	3.380	6.630	33.620	25.390
9	58.240	65.450	61.650	128.880	59.850	22.520	11.490	7.380	3.310	5.270	43.600	18.320
10	54.770	58.290	48.120	108.150	43.170	21.880	11.920	6.000	3.000	5.450	41.730	18.080
11	74.310	58.900	41.140	87.380	39.650	20.670	11.280	5.870	2.270	4.200	37.630	13.710
12	80.890	52.770	86.890	78.090	35.420	19.990	10.830	5.380	3.910	4.000	28.660	12.380
13	94.490	48.790	94.620	73.430	33.120	19.360	8.500	6.320	3.210	6.030	20.690	26.840
14	62.280	48.180	86.480	70.330	62.820	18.430	9.000	6.380	2.880	5.330	18.610	28.900
15	58.570	47.540	81.130	79.130	31.110	17.900	8.090	5.710	2.850	5.780	29.640	21.490
16	66.630	48.610	102.280	85.920	28.870	17.140	9.100	5.580	2.880	4.380	44.120	17.380
17	62.430	43.770	105.130	63.930	33.450	17.260	8.870	5.360	2.770	4.260	38.240	15.690
18	60.930	53.770	133.830	60.080	27.800	15.720	9.030	5.580	2.470	3.830	28.660	18.230
19	57.390	44.520	111.730	81.270	25.960	16.530	8.360	5.610	4.320	4.050	21.000	88.880
20	67.780	48.340	80.890	87.770	25.100	16.680	8.780	5.790	2.040	4.280	18.530	88.550
21	81.810	120.300	89.010	71.380	25.400	14.860	8.150	4.590	2.880	3.130	14.420	87.980
22	76.730	115.860	83.870	78.810	33.730	16.280	8.900	5.410	3.110	3.430	12.230	84.900
23	97.890	102.770	75.460	56.670	31.770	15.890	7.990	5.340	4.700	3.000	10.820	48.960
24	82.870	108.680	86.420	49.320	37.860	17.370	8.980	5.510	4.030	3.800	10.680	44.020
25	78.090	130.210	105.420	44.650	43.120	16.240	9.400	5.360	8.320	3.400	10.720	35.380
26	86.910	153.800	100.590	46.310	44.500	15.960	9.350	4.450	4.880	3.080	11.050	36.140
27	67.580	127.650	96.390	41.930	37.110	17.740	8.740	3.100	8.420	3.170	7.130	26.340
28	88.440	143.310	133.310	57.330	33.200	16.380	7.370	4.600	6.840	3.190	14.180	24.150
29	108.340		138.030	81.330	38.810	15.420	8.680	4.600	8.520	2.670	6.680	20.200
30	100.900		218.650	69.070	42.340	14.450	8.330	4.280	10.000	3.370	8.770	18.840
31	86.190		152.740		32.020		8.400	4.580		3.370		20.910
SUMA	2.124.560	2.295.300	3.053.220	2.714.680	1.183.900	585.790	915.760	179.810	122.240	145.780	588.480	923.530
PRO	88.534	81.975	98.491	90.490	38.190	19.525	10.185	6.794	4.075	4.702	18.949	28.791
MAX	108.340	153.800	218.650	158.390	62.620	27.090	13.880	7.870	16.000	6.600	44.120	87.660
MIN	42.220	43.770	41.140	41.830	25.150	14.450	7.570	2.108	2.270	2.070	4.160	9.720
MASA	183.561.884	186.313.820	203.786.208	234.946.218	102.288.980	50.612.258	27.289.800	15.518.304	10.581.536	12.592.382	48.114.844	70.782.082
Vol Diario Prom.												1.227.888,512

Fuente: Área de Operaciones - Pefi



**PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s.												
Días	Ene-95	Feb-95	Mar-95	Abr-95	May-95	Jun-95	Jul-95	Ago-95	Set-95	Oct-95	Nov-95	Dic-95
1	20.330	18.170	49.720	41.250	29.930	17.950	7.290	5.760	3.420	4.090	46.350	19.480
2	18.820	51.490	37.700	50.970	38.220	17.350	7.550	5.230	3.620	4.110	37.580	19.220
3	17.950	44.880	35.930	51.090	28.770	15.400	6.630	5.660	3.400	4.290	36.230	22.590
4	17.450	58.000	30.240	48.100	22.790	14.980	8.190	4.890	3.810	3.710	34.630	27.370
5	16.940	69.090	30.340	44.610	28.630	15.400	8.790	4.860	2.950	4.030	28.570	25.770
6	16.290	60.440	30.730	42.650	24.230	14.980	8.580	6.420	2.960	4.790	34.940	21.600
7	17.740	67.410	42.740	47.100	22.290	14.940	8.290	2.230	2.480	3.670	48.880	18.830
8	24.270	61.800	42.610	68.540	22.970	13.720	6.200	4.480	3.340	6.570	57.670	17.970
9	18.820	42.090	43.570	61.020	24.360	14.470	7.830	3.560	3.300	6.170	52.400	14.940
10	15.720	35.530	47.470	74.440	33.550	13.370	8.270	2.670	3.190	5.800	45.440	14.320
11	13.390	40.010	20.990	61.890	27.790	12.930	7.110	2.210	2.920	5.150	43.410	13.290
12	13.430	31.500	38.610	79.530	24.330	13.350	5.910	3.090	2.660	5.010	37.610	11.550
13	11.790	29.710	37.590	96.790	21.340	11.780	5.240	2.410	6.110	4.180	38.350	10.220
14	10.710	38.820	31.530	82.970	19.950	11.540	4.240	3.010	8.290	9.970	41.410	6.720
15	10.940	32.000	48.020	68.210	18.520	10.980	4.710	4.180	6.140	4.490	45.160	9.470
16	9.890	29.990	39.690	61.250	18.080	11.430	5.000	4.430	14.380	5.950	66.600	10.790
17	12.020	38.050	33.690	60.610	23.850	11.240	4.850	4.470	7.400	5.430	50.280	11.780
18	16.090	24.110	41.690	53.790	19.420	11.190	5.270	4.890	6.790	14.160	42.810	13.810
19	14.920	54.990	35.730	53.870	22.480	11.380	5.460	4.170	6.150	13.700	36.620	9.280
20	12.690	72.700	40.660	49.160	31.510	11.590	5.900	5.830	5.230	17.150	38.160	15.370
21	10.920	61.290	34.790	43.780	20.070	11.310	6.175	5.290	3.030	18.940	49.230	30.210
22	11.250	60.340	40.660	36.560	35.460	11.140	17.850	4.670	5.910	21.030	47.190	45.160
23	13.290	60.760	48.530	37.310	35.970	10.210	13.670	4.360	5.010	18.230	39.700	64.040
24	18.010	47.250	40.700	33.740	31.180	10.270	12.240	4.190	5.220	26.530	50.630	57.940
25	16.690	37.660	36.290	30.520	30.040	10.950	7.680	4.060	5.370	48.620	39.670	61.990
26	14.990	32.710	34.620	27.810	25.950	10.030	8.360	3.870	4.750	34.660	32.030	68.950
27	15.220	29.970	31.430	25.420	24.360	8.400	6.230	3.730	3.630	35.520	26.550	117.310
28	16.620	40.180	66.020	23.360	22.090	9.430	8.270	3.620	5.200	16.840	22.780	120.420
29	13.600		57.550	21.550	20.140	8.360	8.020	3.710	6.190	19.290	19.630	108.730
30	13.180		47.380	21.480	19.950	8.360	7.770	3.230	5.400	25.450	23.400	130.120
31	12.180		61.290		18.680		5.920	3.190		29.410		115.030
SUMA	464.960	1.385.420	1.381.550	1.543.910	788.226	368.660	230.490	130.330	149.620	433.640	1.215.810	1.279.320
PRO	14.990	49.515	44.568	51.464	25.426	12.289	7.435	4.204	4.964	13.885	40.527	41.268
MAX	24.270	60.440	68.610	96.790	38.220	17.850	17.850	6.429	14.380	48.620	66.690	130.120
MIN	9.890	19.170	30.340	21.480	18.030	8.360	4.240	2.210	2.490	3.670	19.630	9.280
MASSA	40.172.544	115.769.698	119.385.620	133.295.824	68.102.209	31.855.952	19.614.326	11.380.612	12.918.538	37.457.856	105.045.864	110.533.248
Vol.Diario	1.295.913.600	4.276.094.000	3.850.502.400	4.448.699.900	2.196.806.400	1.061.766.600	642.364.000	383.225.600	420.617.600	1.298.304.000	3.501.532.000	3.568.668.200

Fuente: Área de Operaciones - Peor



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
Días	Ene-96	Feb-96	Mar-96	Abr-96	May-96	Jun-96	Jul-96	Ago-96	Sep-96	Oct-96	Nov-96	Dic-96
1	106.850	31.870	76.640	111.560	55.830	23.090	12.180	4.060	0.990	5.100	91.670	10.930
2	66.530	53.070	112.270	96.900	81.620	39.670	10.260	3.900	6.640	5.230	90.800	16.300
3	77.740	78.890	111.700	94.870	50.360	37.480	8.230	3.160	8.480	6.190	71.290	14.450
4	100.830	75.310	96.580	88.390	48.190	39.390	9.280	3.320	10.190	7.000	64.560	11.070
5	103.410	72.550	82.410	82.360	42.430	31.020	9.240	3.440	7.290	5.170	43.090	8.020
6	109.830	87.870	98.430	81.430	41.660	27.630	8.780	3.550	7.090	5.230	39.700	7.610
7	88.720	45.390	85.430	85.330	37.900	24.280	6.950	3.310	6.240	12.760	36.960	6.080
8	74.990	39.250	73.680	57.300	33.830	22.250	6.050	3.330	8.440	21.490	34.500	6.420
9	64.000	59.920	73.330	59.740	31.880	20.530	7.190	3.480	6.620	24.320	27.290	6.110
10	55.080	74.950	120.340	86.120	28.860	20.110	8.790	3.050	5.180	31.790	20.610	6.060
11	53.220	75.900	118.500	105.150	24.660	18.780	7.230	3.370	4.950	21.490	18.310	5.490
12	48.130	80.520	108.940	98.730	25.310	16.830	7.140	2.930	4.780	15.460	16.750	5.690
13	48.140	72.200	101.040	88.780	41.090	15.740	6.740	3.090	4.440	12.860	10.000	5.740
14	49.700	72.210	108.420	77.600	38.260	15.430	7.110	2.960	3.780	11.200	14.970	5.430
15	43.780	62.930	84.480	86.530	37.220	14.400	5.770	3.040	4.650	7.960	12.180	5.470
16	39.420	63.670	70.320	90.790	33.010	13.870	6.770	2.900	3.990	7.900	11.680	4.820
17	36.730	87.360	75.180	58.230	28.140	13.930	5.060	3.250	4.100	8.720	9.790	4.650
18	32.770	76.870	67.110	66.070	21.030	14.250	5.010	3.620	4.100	12.300	9.090	4.330
19	30.540	144.380	76.780	59.230	28.180	13.480	5.520	2.810	3.780	15.690	8.120	4.300
20	28.120	166.060	68.190	58.020	28.390	12.430	4.990	3.500	3.620	16.670	7.450	4.230
21	25.930	132.030	65.350	62.970	34.870	12.270	5.940	4.110	3.490	23.940	7.370	3.670
22	24.180	91.820	72.190	65.500	28.570	12.430	5.250	4.370	4.760	27.870	7.180	4.220
23	21.430	80.660	106.190	60.660	37.100	10.410	8.170	3.870	3.810	41.610	6.820	3.430
24	19.870	60.020	130.480	60.210	33.310	11.480	4.450	7.360	4.800	9.180	5.490	3.200
25	21.230	58.080	118.800	67.230	28.160	10.630	4.530	6.790	5.060	36.550	6.180	3.490
26	18.460	55.010	116.170	52.060	23.270	11.070	4.250	7.150	6.940	44.410	6.100	6.100
27	18.750	48.670	122.090	82.660	27.500	11.720	4.090	7.840	4.980	36.790	4.690	6.240
28	21.640	51.070	103.120	65.510	38.210	11.380	3.170	6.710	4.280	31.580	4.950	6.200
29	18.130	72.860	121.040	78.910	27.680	11.970	4.500	8.960	4.440	31.430	4.640	6.620
30	18.000		125.470	84.420	27.730	13.740	4.300	7.460	4.450	54.510	5.220	5.020
31	21.860		116.930		24.910		4.010	5.740		86.080		4.180
SUMA	1.509.87	2.128.88	3.058.56	2.271.37	1.067.81	540.43	186.63	137.56	156.26	762.77	694.38	203.54
PRD	48.705	73.459	66.603	75.712	34.445	18.014	6.019	4.427	5.275	24.381	21.136	8.586
MAX	109.830	166.060	130.480	111.560	55.830	39.390	12.180	9.960	10.190	36.680	91.870	16.300
MIN	18.960	31.870	65.350	57.300	24.910	10.400	3.170	2.810	3.490	5.175	4.840	3.200
NABA	130.452.798	183.833.504	264.226.584	196.246.399	92.256.794	46.892.152	16.122.340	11.865.184	12.873.884	66.039.328	59.948.512	17.588.896
Vol.Diario	4.205.112.000	6.242.537.600	8.624.480.200	6.541.616.800	2.974.048.000	1.556.400.800	520.041.600	381.264.800	454.760.300	2.298.051.200	1.998.950.400	567.362.400

Fuente: Área de Operaciones - Peat



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s.												
Días	Ene-97	Feb-97	Mar-97	Abr-97	May-97	Jun-97	Jul-97	Ago-97	Set-97	Oct-97	Nov-97	Dic-97
1	3.488	3.512	53.070	16.615	41.820	14.429	6.913	3.668	1.821	8.056	2.264	22.808
2	4.210	3.412	45.595	17.073	36.078	11.994	6.077	3.330	1.959	5.071	2.940	18.137
3	3.453	4.975	39.290	15.577	32.783	11.624	6.012	3.588	1.947	4.729	2.325	17.500
4	3.520	5.097	35.023	15.141	28.885	10.670	5.931	3.533	2.059	5.822	13.733	16.675
5	3.272	6.011	39.646	14.722	26.291	9.353	4.702	3.694	1.909	11.371	11.846	15.756
6	3.813	10.284	33.474	13.132	24.423	8.985	5.756	3.562	1.993	6.125	15.013	12.528
7	3.640	13.314	27.591	18.743	21.260	8.633	4.538	3.397	1.900	4.425	14.337	8.997
8	3.982	17.632	24.673	15.349	18.391	8.332	4.568	3.368	1.761	4.020	20.267	8.740
9	5.441	38.808	22.468	17.189	17.496	8.029	4.241	3.280	1.772	3.653	13.998	49.963
10	6.213	54.134	20.480	15.538	18.525	7.335	4.078	3.136	1.646	3.745	20.721	57.450
11	3.942	67.655	20.785	17.017	16.470	6.724	3.360	3.048	1.820	5.382	22.325	37.440
12	4.428	107.894	19.637	13.832	16.783	6.958	4.888	3.362	1.669	7.393	23.292	31.093
13	3.682	64.190	19.384	16.613	15.678	6.500	5.904	3.450	2.113	6.053	17.603	53.903
14	3.595	48.250	17.547	48.747	15.544	5.785	5.471	2.254	3.392	4.311	11.183	63.263
15	8.050	34.721	17.652	57.866	15.469	6.237	5.828	2.157	2.470	3.468	8.286	58.846
16	6.687	67.989	53.951	47.442	14.981	6.057	5.450	2.289	2.163	3.090	7.171	48.102
17	11.754	85.463	52.424	37.797	13.813	5.820	5.080	3.210	2.022	2.666	6.435	67.066
18	6.671	119.688	81.160	35.874	11.805	9.824	6.121	2.508	2.016	2.237	6.310	81.134
19	7.055	98.634	83.623	41.766	11.816	11.956	5.643	2.932	1.821	3.583	7.436	76.095
20	6.782	93.581	53.411	46.265	11.884	18.677	5.829	2.869	2.093	2.127	10.984	90.127
21	7.371	76.111	39.316	41.310	12.683	15.777	6.562	2.781	2.133	2.082	8.696	93.097
22	5.881	73.600	33.053	51.751	11.238	11.874	5.634	2.718	2.094	2.325	12.825	73.846
23	5.319	69.349	27.876	46.395	11.792	10.652	5.320	2.554	1.837	2.246	27.374	61.055
24	4.551	106.342	22.386	39.319	10.724	9.853	3.570	2.708	1.637	2.201	36.813	49.954
25	4.117	100.339	25.534	37.168	10.910	9.715	3.553	2.418	1.479	2.555	50.848	41.365
26	3.793	94.230	19.093	44.796	17.092	10.501	3.749	2.591	1.568	2.860	52.731	51.789
27	6.793	72.336	15.488	63.380	23.284	12.219	3.641	2.069	1.673	2.908	36.338	54.928
28	10.254	61.146	15.068	45.513	16.087	10.673	3.543	1.977	2.070	2.797	30.721	48.090
29	8.877		15.010	39.292	13.814	10.019	3.475	2.085	2.331	2.131	29.348	41.069
30	8.087		14.310	43.115	11.369	8.785	3.631	2.160	4.507	2.128	24.064	35.599
31	4.884		19.492		12.057		3.612	2.112		4.870		36.577
SUMA	174.495	1.627.887	1.009.510	974.333	560.208	391.791	151.680	88.626	62.373	125.264	848.147	1.427.002
PRO	5.029	58.131	32.371	32.479	19.039	9.728	4.892	3.859	2.079	4.041	18.272	46.032
MAX	11.754	119.656	83.623	63.390	41.820	18.677	6.913	3.664	4.507	11.371	52.791	93.097
MIN	3.272	3.412	14.310	13.132	10.724	5.788	3.360	1.977	1.479	2.082	2.284	8.740
MASA	15.075.398	140.630.429	86.703.264	84.182.371	48.315.398	25.210.742	13.103.424	7.657.286	5.389.027	10.822.810	47.359.901	123.292.973
Vol.Diario	486.345.600	5.022.518.400	2.796.894.400	2.808.089.280	1.556.988.600	840.326.400	422.088.800	247.017.600	179.625.600	349.142.400	1.578.700.800	3.977.184.800

Fuente: Área de Operaciones - Peol



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
Días	Ene-98	Feb-98	Mar-98	Abr-98	May-98	Jun-98	Jul-98	Ago-98	Set-98	Oct-98	Nov-98	Dic-98
1	33.651	43.792	117.045	280.258	141.833	48.896	14.175	7.471	5.421	6.383	38.622	8.534
2	30.703	39.682	113.820	153.842	145.817	48.446	14.279	6.700	4.371	6.392	36.432	8.888
3	29.111	40.074	90.013	178.888	134.333	40.546	13.571	7.050	4.608	6.021	28.872	8.690
4	25.420	36.027	74.921	125.284	127.071	45.786	15.434	7.471	5.838	6.408	21.491	8.513
5	22.804	34.183	66.604	138.004	117.925	34.990	14.469	7.650	7.429	5.979	15.922	7.419
6	27.779	60.112	63.042	199.887	153.158	33.404	14.656	7.933	5.863	5.738	15.079	6.625
7	103.330	90.347	86.325	186.329	144.659	27.925	13.891	7.075	5.600	5.342	14.404	6.489
8	122.528	180.383	92.358	156.242	138.900	25.542	13.471	8.421	7.834	5.083	12.432	6.493
9	72.944	124.485	72.684	108.176	109.896	23.750	12.572	8.967	7.887	4.725	10.642	6.472
10	58.277	104.238	60.804	91.775	76.042	23.894	12.275	8.250	7.421	4.863	10.246	5.580
11	63.490	96.884	116.750	132.158	73.558	23.431	12.879	8.083	10.113	4.808	10.058	5.803
12	59.723	69.959	218.329	149.933	73.608	20.490	11.229	7.875	9.371	4.471	16.646	5.375
13	62.074	56.460	271.217	104.354	89.983	38.929	10.721	7.175	7.667	6.054	15.509	6.365
14	87.946	49.484	164.102	196.325	60.600	20.921	10.192	6.800	7.834	5.150	19.656	7.517
15	64.133	51.383	119.092	104.454	52.775	21.092	11.233	5.688	8.321	4.838	24.487	8.139
16	52.062	47.183	109.188	85.242	63.859	19.544	10.029	6.142	6.076	4.854	25.825	9.226
17	45.770	39.851	94.463	168.425	49.709	17.438	10.234	5.946	5.117	4.920	22.168	8.251
18	58.852	49.272	88.975	101.200	48.233	19.021	9.962	6.875	6.054	5.605	32.704	12.006
19	88.157	159.534	72.842	98.433	47.250	18.484	10.163	6.004	9.360	6.259	28.471	11.108
20	57.624	166.913	81.691	104.479	48.571	16.875	10.509	5.738	7.825	5.221	34.005	8.447
21	48.506	181.500	75.704	86.183	46.058	17.404	9.483	5.950	7.771	4.792	26.614	6.863
22	59.312	120.524	92.633	95.013	46.033	15.310	9.125	6.221	7.733	6.250	21.981	6.192
23	55.658	58.737	120.038	98.317	45.046	19.067	8.443	5.663	8.638	9.912	22.685	6.250
24	74.993	73.175	189.434	128.838	44.075	17.558	8.378	5.971	8.254	12.642	19.871	5.769
25	81.834	129.429	132.992	184.083	43.988	16.763	8.917	5.692	7.288	22.764	15.756	4.508
26	67.722	105.675	94.425	146.133	43.254	17.496	8.767	5.383	7.113	38.832	15.118	6.330
27	51.627	121.066	103.380	107.213	47.333	14.392	8.525	5.704	6.529	30.353	13.601	6.797
28	48.354	141.118	152.463	147.625	44.700	14.792	6.471	6.706	8.312	18.280	11.688	9.856
29	47.729		208.421	144.904	42.683	15.271	8.325	5.512	7.708	15.725	10.317	9.660
30	59.255		199.142	148.246	42.429	14.017	6.725	5.454	7.396	18.707	10.283	13.810
31	50.600		313.754		46.880		8.196	5.309		38.832		16.127
SUMA	1.854.129	2.499.448	3.886.641	4.136.243	2.365.259	720.314	341.690	208.948	215.745	323.195	602.187	349.100
PRO	59.811	88.288	128.376	137.875	76.137	24.110	11.023	6.076	7.192	16.426	20.073	8.036
MAX	122.528	181.500	313.754	280.258	183.168	49.548	15.434	8.967	10.113	38.832	38.622	16.127
MIN	22.804	34.183	63.042	85.242	42.429	14.017	6.196	5.309	4.371	4.471	10.058	4.508
MABA	180.186.748	215.962.307	331.805.782	357.371.295	203.926.378	82.464.330	29.522.794	17.880.307	18.640.388	27.824.048	52.028.957	21.522.240
Vol. Diario	5.107.670.400	7.712.562.400	10.832.486.400	11.312.400.000	6.079.238.800	2.063.194.000	892.387.200	576.800.400	621.300.800	906.866.400	1.794.307.200	894.224.000

Fuente: Área de Operaciones - Peat



**PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s.												
	Ene-99	Feb-99	Mar-99	Abr-99	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99	Nov-99	Dic-99
1	17.768	50.561	108.357	46.700	45.031	31.203	43.586	16.850	8.506	54.671	15.778	11.147
2	15.157	41.818	111.800	43.654	89.461	30.322	49.801	16.306	9.683	51.083	15.654	11.872
3	13.351	37.585	123.807	41.550	137.958	28.900	51.707	15.532	9.136	60.638	14.846	12.118
4	10.993	44.511	90.325	145.183	155.422	32.955	54.397	14.366	10.277	37.271	12.612	14.828
5	9.639	47.673	82.891	127.925	132.011	32.023	52.858	13.822	8.721	36.325	11.875	24.802
6	8.577	70.225	96.936	139.500	92.280	28.899	60.614	12.775	8.653	58.762	11.125	26.408
7	8.130	66.370	120.258	127.870	79.611	29.992	58.853	11.621	8.742	42.275	10.992	21.320
8	7.213	48.176	131.056	133.592	83.467	31.717	46.596	11.621	8.992	35.621	10.929	17.652
9	6.883	38.920	107.667	145.400	97.009	33.014	40.980	16.375	7.608	33.492	10.050	15.583
10	6.969	30.583	84.772	101.424	82.991	29.136	34.963	11.818	8.832	27.741	9.684	26.711
11	6.833	60.611	73.026	151.934	70.893	27.929	33.775	11.683	8.122	25.679	10.229	18.483
12	5.969	140.504	62.514	133.972	70.221	29.353	32.586	11.063	10.850	23.775	9.583	22.157
13	5.888	124.630	56.377	117.617	65.255	31.918	29.840	10.967	13.542	20.596	9.587	30.670
14	5.849	190.733	70.151	171.287	59.517	62.932	29.516	12.044	16.724	20.124	9.917	49.244
15	5.950	159.758	111.188	127.551	53.498	40.565	26.882	11.966	12.944	16.750	8.925	45.139
16	6.121	179.741	145.123	101.605	55.325	40.345	26.743	10.063	12.127	16.319	9.471	38.062
17	5.627	171.337	123.097	83.712	50.854	35.577	25.521	10.266	11.697	16.808	11.292	30.452
18	5.433	147.641	118.214	70.867	48.916	41.411	25.293	9.575	13.556	19.225	17.979	29.222
19	5.895	114.383	122.693	67.492	50.901	43.366	26.510	8.657	14.765	25.187	20.607	38.795
20	5.854	105.325	98.416	84.023	46.645	37.066	26.270	8.131	13.417	23.871	24.733	54.874
21	5.885	164.317	78.276	56.770	41.895	119.039	23.185	7.870	19.593	17.396	18.374	91.447
22	7.583	193.156	56.195	48.428	38.812	77.374	24.277	7.760	25.170	16.025	16.329	113.167
23	8.032	170.296	50.591	40.943	37.255	83.381	20.828	7.568	22.691	24.821	13.899	79.818
24	8.541	119.376	55.576	40.811	40.367	75.336	20.162	7.769	25.858	24.096	11.936	62.998
25	11.691	114.208	53.333	39.755	58.355	56.792	20.017	7.962	22.730	47.896	11.293	50.370
26	39.406	114.191	49.304	40.127	40.421	49.077	20.833	9.063	19.900	34.929	10.310	44.068
27	55.700	108.828	46.938	40.602	48.017	48.172	19.977	9.588	18.639	26.996	10.605	49.327
28	81.768	118.676	53.382	40.682	40.166	45.693	18.634	8.857	19.619	24.071	10.628	39.331
29	78.793		53.610	48.747	36.671	43.790	19.103	8.226	28.435	22.683	11.819	30.473
30	68.649		51.500	50.667	33.423	36.936	17.762	8.849	40.291	18.542	12.504	25.730
31	64.868		50.154		31.914		17.850	9.474		16.008		24.469
SUMA	593.604	2.983.493	2.647.317	2.654.690	2.024.563	1.345.205	996.524	330.319	460.019	925.679	569.846	1.152.984
PRO	19.149	106.553	85.397	88.490	65.308	44.840	32.210	10.948	15.334	29.897	12.696	37.193
MAX	81.768	193.156	146.123	171.287	166.422	119.039	60.614	16.650	40.291	63.638	38.887	113.167
MIN	5.433	30.583	48.938	39.755	31.914	27.929	17.762	7.568	7.808	11.008	8.925	11.147
MASSA	51.287.386	257.773.795	228.728.189	229.386.216	174.922.243	116.225.712	86.272.474	29.317.162	39.745.642	79.995.686	33.662.694	99.617.818
Vol.Dentro	1.654.473.000	8.200.179.200	7.378.399.800	7.045.536.000	5.942.611.200	3.674.176.000	2.762.944.000	940.734.400	1.324.857.600	2.589.804.800	1.122.798.000	3.213.475.200

Fuente: Área de Operaciones - Peot



**PROYECTO ESPECIAL OLIVOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /h.												
	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Abr-00	May-00	Jun-00	Jul-00	Ago-00	Set-00	Oct-00	Nov-00	Dic-00
1	17.568	18.279	100.671	107.207	84.317	39.532	23.637	13.436	9.968	18.833	4.162	13.137
2	15.448	17.906	81.286	101.926	83.881	37.097	21.608	13.086	7.611	19.194	6.430	18.908
3	16.246	22.343	70.341	89.114	67.116	35.517	25.900	13.436	7.667	16.495	5.120	16.802
4	12.337	31.455	82.264	94.904	84.607	33.930	21.335	23.749	6.867	16.457	5.216	16.955
5	8.187	60.457	86.167	117.502	95.520	32.610	20.805	17.426	6.803	17.763	5.097	18.120
6	11.489	68.312	106.792	122.988	93.071	32.762	20.027	13.937	7.239	14.344	4.490	15.581
7	13.353	53.898	108.947	90.460	95.746	35.198	19.584	17.152	5.811	11.869	4.519	24.624
8	12.064	33.012	170.631	82.632	98.278	53.375	18.766	13.234	6.449	13.107	4.333	71.276
9	9.266	23.719	192.233	103.256	106.305	73.678	17.660	17.306	7.368	17.725	3.873	91.158
10	8.220	20.043	197.715	86.952	121.961	48.781	20.104	22.364	6.339	16.764	3.770	99.989
11	8.367	17.762	145.833	104.520	87.054	40.165	18.913	15.126	6.835	12.905	3.430	69.759
12	7.017	20.739	135.990	99.512	79.130	37.505	16.883	15.101	9.035	10.918	3.156	66.500
13	7.804	15.206	154.815	86.140	82.046	34.727	18.174	13.817	11.316	10.777	3.381	41.565
14	7.534	13.643	174.225	80.947	112.767	31.907	22.145	12.152	12.445	9.147	3.198	33.604
15	6.700	10.690	137.227	71.207	101.682	31.187	16.589	11.645	13.100	9.027	2.431	27.676
16	6.967	14.565	103.839	64.024	81.614	33.686	17.298	10.043	22.942	6.036	2.659	22.965
17	6.996	11.560	104.947	68.352	85.743	38.077	17.731	10.909	17.957	8.274	2.391	17.707
18	7.071	15.111	90.647	70.387	93.908	39.921	16.814	10.186	14.736	8.120	1.879	19.556
19	7.209	23.904	81.731	72.022	86.690	37.657	17.121	10.100	11.043	7.026	6.656	27.293
20	7.205	53.121	78.927	74.431	82.507	33.585	16.452	10.206	10.901	7.729	9.763	47.641
21	7.163	56.500	66.772	65.734	69.577	32.925	17.199	9.561	10.043	7.908	7.849	42.434
22	6.958	60.406	68.336	66.148	66.793	37.690	16.185	9.696	11.275	7.496	7.173	33.606
23	6.979	73.162	78.692	67.160	60.496	30.365	16.027	8.303	10.672	6.915	7.252	26.345
24	6.958	90.359	83.687	86.543	55.443	36.430	16.185	8.112	10.939	7.072	6.950	23.323
25	5.964	93.820	87.368	152.205	52.336	37.111	16.196	8.342	13.518	6.874	5.590	19.937
26	5.934	96.466	126.315	99.141	46.465	32.346	14.030	7.767	16.837	5.919	6.746	20.578
27	6.242	113.015	103.716	71.248	44.878	29.735	14.819	7.428	14.776	5.577	7.157	18.091
28	12.091	108.750	87.741	71.842	43.298	27.931	14.713	7.766	16.619	4.661	6.689	26.551
29	11.300	110.939	80.270	74.365	43.086	23.644	14.096	8.266	23.222	5.493	11.390	52.766
30	8.666		135.691	80.375	41.900	24.000	14.026	8.100	28.355	5.513	10.866	40.845
31	10.061		95.196		38.391		13.426	7.894		5.363		42.592
SUMA	206.464	1.352.080	3.426.332	2.693.943	2.403.816	1.103.174	559.827	376.810	358.912	324.412	164.630	1.116.740
PRD	9.241	46.623	110.527	89.795	77.542	36.772	18.052	12.148	11.897	10.466	8.488	35.992
MAX	17.568	113.015	107.715	152.205	121.961	73.678	25.900	23.749	28.355	18.194	11.390	99.989
MIN	5.934	10.680	66.772	65.734	38.391	23.644	13.426	7.428	6.811	4.661	1.879	13.137
MABA	24.750.490	116.819.712	296.036.088	232.748.031	207.699.702	95.314.234	48.351.773	32.538.104	30.637.197	29.029.197	14.224.032	96.400.454
Vol.Diar	795.422.490	4.026.227.200	9.546.232.800	7.758.206.006	6.699.638.800	3.177.106.800	1.555.693.800	1.046.673.600	1.027.500.800	904.176.000	474.163.200	3.106.708.800

Fuente: Área de Operaciones - Peof



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-01	Feb-01	Mar-01	Abr-01	May-01	Jun-01	Jul-01	Ago-01	Sep-01	Oct-01	Nov-01	Dic-01
1	39.058	41.937	69.806	156.472	58.236	35.458	16.357	10.369	4.575	14.368	29.185	28.751
2	41.710	39.977	60.279	190.084	55.741	41.002	17.824	9.385	5.071	10.874	22.722	26.298
3	42.061	63.720	69.239	163.783	45.168	51.318	16.719	8.849	5.013	10.153	16.891	24.301
4	37.323	90.100	102.263	100.108	43.086	36.957	15.858	9.080	4.571	10.010	13.321	21.832
5	38.315	68.218	78.182	128.904	39.294	36.138	15.795	6.637	7.558	9.149	11.824	17.346
6	64.005	56.266	117.360	101.617	43.066	34.468	14.000	8.237	15.100	8.361	8.959	17.664
7	42.672	49.371	107.979	132.667	42.776	31.709	14.496	8.639	12.850	7.590	10.266	45.586
8	51.136	43.859	106.618	212.146	46.646	29.563	16.720	8.349	19.263	7.787	14.351	59.527
9	46.409	37.688	149.869	182.142	58.131	27.609	14.717	7.912	19.885	6.562	11.317	48.957
10	37.049	31.516	153.477	140.925	61.323	27.269	13.896	7.011	21.292	7.646	10.754	32.400
11	32.706	29.519	172.244	117.500	53.061	26.132	14.148	6.341	28.592	7.540	10.462	24.710
12	31.267	28.600	129.175	107.100	44.469	25.102	12.828	6.365	22.292	7.347	10.466	21.118
13	29.638	25.819	97.808	119.817	40.613	24.059	13.075	6.493	17.843	7.734	19.933	19.790
14	27.115	26.645	101.672	140.263	50.183	21.937	13.626	6.490	15.035	7.326	23.052	17.402
15	25.017	27.868	115.727	95.371	59.173	21.323	14.590	6.997	25.881	7.673	27.140	14.416
16	27.090	26.867	133.783	88.816	64.377	21.915	12.450	6.731	22.890	7.430	29.690	13.868
17	34.418	22.584	151.400	50.810	53.250	20.733	14.108	6.680	17.420	7.754	26.614	15.907
18	85.677	19.547	197.987	59.742	43.408	22.213	14.515	6.622	14.786	8.201	21.583	17.257
19	116.373	19.701	194.277	52.533	37.211	22.108	14.097	6.010	22.827	9.158	20.496	15.437
20	126.468	23.905	240.640	57.982	34.288	21.399	15.338	5.351	14.866	9.380	41.573	18.283
21	104.685	30.272	249.051	60.048	44.632	19.840	13.472	5.950	13.869	11.803	52.586	15.637
22	108.072	38.240	208.685	72.535	49.594	20.277	14.054	5.121	11.751	10.941	48.318	14.737
23	113.736	28.819	237.833	72.963	60.482	19.567	13.341	5.046	11.533	12.110	43.313	12.673
24	91.239	25.736	224.469	59.562	43.697	19.335	11.835	5.079	18.410	16.822	60.464	15.685
25	75.903	28.555	204.456	52.951	45.590	19.139	12.492	4.821	20.978	12.254	66.822	67.370
26	64.515	50.325	115.869	49.000	39.273	17.688	11.453	5.046	22.120	10.973	68.781	66.111
27	55.058	102.828	103.980	45.700	45.076	17.615	11.741	4.642	15.448	14.765	49.089	75.785
28	49.693	97.595	88.420	43.776	36.713	17.643	9.004	4.771	14.831	19.180	46.062	61.397
29	43.610		79.615	41.186	44.986	16.167	11.403	5.071	16.432	16.778	36.418	60.448
30	49.264		96.625	43.475	43.223	17.046	12.236	4.625	14.864	25.617	33.003	67.871
31	41.125		148.403		39.380		9.581	4.783		30.448		60.036
SUMA	1.773.478	1.171.578	4.306.113	2.806.084	1.405.090	765.749	429.947	206.136	485.328	366.534	887.986	1.098.588
PRO	67.207	41.842	138.907	96.969	46.956	25.525	13.763	6.650	16.164	11.501	29.600	26.438
MAX	126.468	102.828	249.051	212.146	64.377	51.318	17.824	10.369	28.502	30.448	68.791	67.871
MIN	25.017	19.547	60.279	41.186	34.288	17.615	9.004	4.771	4.571	6.562	6.959	12.573
MASA	153.224.036	101.224.339	372.048.183	290.567.258	125.708.180	66.160.714	36.802.301	17.810.150	41.849.446	30.604.536	78.721.060	94.918.003
Vol.Diario	4.942.064.800	3.015.148.600	12.041.564.600	8.362.201.600	4.056.060.400	2.206.380.000	1.189.129.200	674.680.000	1.389.297.600	993.896.400	2.597.440.000	3.061.843.200

Fuente: Area de Operaciones - Pnot



**PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-02	Feb-02	Mar-02	Abr-02	May-02	Jun-02	Jul-02	Ago-02	Set-02	Oct-02	Nov-02	Dic-02
1	61.238	16.779	86.642	90.070	54.803	25.430	11.097	8.200	3.698	6.911	18.304	51.507
2	45.930	34.120	61.673	110.854	52.343	29.574	11.714	7.055	3.575	7.722	17.038	45.567
3	40.433	29.942	51.609	101.352	47.311	25.916	11.318	7.744	3.221	6.150	15.416	43.840
4	39.141	65.005	135.048	91.890	44.985	25.227	11.279	7.491	3.800	5.288	13.266	40.800
5	32.857	65.685	188.051	77.653	44.366	24.617	11.085	6.206	3.553	5.163	11.978	41.248
6	29.299	168.541	189.777	72.172	41.093	23.814	12.487	5.721	3.682	4.874	23.460	76.192
7	28.289	96.798	169.378	190.085	39.589	23.929	13.668	5.348	3.378	4.469	43.287	100.369
8	26.425	66.722	149.241	231.875	36.955	23.325	13.625	4.667	3.246	6.588	39.048	81.434
9	23.102	47.579	122.544	175.599	36.368	21.141	13.239	5.059	3.058	5.749	38.455	72.040
10	20.847	46.902	98.512	136.048	34.271	21.790	14.660	5.033	3.529	5.451	39.659	62.121
11	18.715	38.279	89.716	132.723	33.122	27.386	12.638	5.213	3.208	7.269	53.532	52.927
12	18.157	30.542	99.767	119.168	31.972	22.629	12.265	4.817	3.283	13.234	47.257	45.730
13	19.016	25.688	90.565	108.245	31.056	20.088	13.529	4.693	2.860	6.418	43.518	42.615
14	19.845	31.899	94.402	95.504	28.835	19.721	13.735	4.598	3.462	6.386	68.075	36.860
15	23.713	35.671	78.122	88.978	27.907	18.548	13.435	4.267	2.991	5.700	54.026	37.550
16	18.372	50.806	64.343	90.238	25.929	17.790	11.961	4.175	3.517	6.309	46.330	35.285
17	19.132	41.488	60.861	83.123	25.876	19.562	10.394	3.942	3.689	5.239	40.135	32.910
18	17.459	47.747	107.173	77.485	25.761	17.537	9.272	3.811	4.027	6.799	47.140	29.665
19	16.008	49.396	114.309	94.371	24.255	16.245	10.382	4.083	7.332	6.327	50.530	26.340
20	16.983	49.827	126.271	108.563	25.365	16.717	10.342	4.242	5.119	8.435	54.335	38.185
21	15.545	43.714	107.071	98.838	26.069	15.300	11.929	4.054	4.190	8.538	42.875	52.955
22	16.682	38.777	108.828	102.264	30.923	14.449	11.127	3.934	4.299	7.351	61.861	51.375
23	16.771	38.987	124.136	100.613	33.124	15.642	10.095	3.519	4.232	18.753	53.831	42.160
24	13.333	36.975	129.456	87.862	44.518	14.366	9.615	3.892	3.856	25.084	44.752	38.135
25	12.892	66.180	109.089	84.887	65.542	13.217	9.822	3.484	3.688	24.401	39.576	34.665
26	13.146	83.608	87.138	72.462	48.166	11.478	9.740	3.659	3.253	36.584	33.074	45.525
27	13.171	63.241	73.948	67.180	38.158	10.619	9.958	4.150	3.425	54.953	28.407	64.865
28	13.096	68.832	73.987	63.848	32.143	11.189	9.533	3.950	4.021	53.612	27.038	96.415
29	13.179		120.927	56.918	26.839	10.540	9.314	4.017	3.760	42.012	36.863	79.700
30	13.196		145.888	61.811	25.911	11.592	8.873	4.284	11.172	30.648	56.978	49.080
31	16.200		113.767		25.710		8.425	3.967		25.150		40.640
SUMA	892.974	1.459.671	3.381.237	3.075.893	1.116.365	599.374	350.650	150.012	120.122	491.545	1.190.062	1.592.170
PRO	22.354	52.131	109.672	102.523	30.912	18.979	11.311	4.839	4.004	14.889	39.669	51.360
MAX	81.238	168.541	189.777	231.875	65.642	29.574	14.860	8.209	11.172	64.863	68.075	100.389
MIN	12.892	19.779	51.609	58.918	24.255	10.940	8.425	3.484	2.860	4.468	11.978	26.340
MASA	59.872.954	126.110.574	202.138.677	265.739.875	96.453.636	49.193.914	30.286.678	12.961.037	10.378.541	39.877.485	102.621.357	137.563.489
Vol.Diario	1.031.265.000	4.504.118.408	9.423.620.800	8.867.987.200	3.111.438.800	1.639.789.600	977.270.400	418.069.600	345.945.600	1.286.408.000	3.427.401.000	4.427.504.000

Fuente: Área de Operaciones - Peot



PROYECTO ESPECIAL OLIVOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s.												
	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03	Jul-03	Ago-03	Set-03	Oct-03	Nov-03	Dic-03
1	38.880	98.530	73.800	87.715	48.900	19.500	14.995	7.745	4.550	8.190	8.375	11.125
2	35.070	149.645	55.630	89.595	39.685	40.030	14.705	8.180	3.795	6.910	6.720	10.080
3	32.315	124.180	54.925	90.420	36.605	32.490	14.355	7.730	3.365	6.520	4.745	10.075
4	30.375	98.220	44.175	62.530	37.035	25.255	13.780	6.995	3.930	6.410	5.880	8.950
5	33.625	62.245	43.385	46.645	42.320	30.385	13.320	6.960	4.110	6.690	14.750	8.645
6	31.395	65.315	38.215	42.270	67.575	37.285	13.285	6.930	4.260	17.810	9.850	8.540
7	30.140	57.225	40.355	41.585	62.685	30.430	15.780	6.350	4.080	9.398	14.880	7.990
8	26.090	90.320	37.760	39.960	60.660	26.015	13.470	6.295	3.085	7.785	18.965	7.135
9	26.745	98.725	33.865	44.985	62.460	25.425	16.230	7.050	4.865	7.995	10.245	6.810
10	26.120	85.115	34.045	41.610	47.845	21.715	14.605	6.865	4.345	7.755	9.695	6.630
11	28.480	74.925	30.320	60.495	43.070	20.705	13.745	6.245	4.750	7.275	11.025	6.480
12	27.280	68.695	28.925	83.345	40.385	18.895	12.695	6.100	5.340	8.050	10.275	10.660
13	25.230	63.120	29.050	94.810	38.525	17.680	13.250	5.595	5.795	7.445	10.570	9.175
14	22.500	54.195	32.545	72.900	35.315	16.870	12.175	6.315	5.240	7.880	8.325	11.270
15	22.485	60.190	53.485	63.255	31.380	15.685	11.785	5.580	4.725	7.310	18.475	11.665
16	20.680	49.425	57.290	70.585	30.190	15.485	11.205	5.490	4.225	6.125	14.990	12.035
17	21.850	42.270	45.255	83.315	25.400	20.980	16.960	6.175	4.350	5.910	20.795	15.060
18	24.445	37.330	73.515	60.560	31.385	23.415	16.360	4.525	4.160	5.890	28.920	16.400
19	24.500	33.045	61.480	49.245	26.070	18.940	16.030	4.585	4.475	5.390	20.930	30.915
20	28.405	31.845	62.675	46.220	24.280	17.255	9.965	4.320	3.195	5.285	14.640	18.225
21	33.315	30.375	43.195	41.430	23.380	40.205	16.045	4.550	4.605	6.510	18.790	14.755
22	24.600	31.495	35.685	56.205	35.475	44.925	10.365	4.580	4.405	6.310	16.970	22.435
23	21.585	26.490	32.645	76.750	26.660	30.910	10.135	6.555	10.295	6.065	14.265	13.200
24	17.030	27.270	31.205	72.250	22.205	25.320	9.405	5.400	11.260	5.260	10.925	13.645
25	16.250	25.830	33.905	60.680	20.340	22.615	6.210	4.850	10.745	4.920	10.460	35.570
26	16.465	23.435	30.945	65.230	19.535	19.900	6.955	4.600	8.910	10.165	6.850	61.035
27	18.975	34.325	28.140	62.900	20.450	16.435	6.680	4.610	7.780	7.785	10.300	76.870
28	25.580	48.465	26.060	53.675	26.320	17.435	6.400	4.745	10.015	5.725	10.865	57.550
29	30.145		33.565	54.580	24.620	15.805	6.300	4.580	8.335	4.825	12.735	46.045
30	38.180		52.285	46.670	34.445	16.515	7.965	4.520	10.660	5.820	13.430	35.610
31	83.660		67.540		24.095		7.965	4.965		7.580		27.695
SUMA	885.175	1.720.515	1.338.595	1.813.335	1.108.305	726.505	362.180	179.345	176.670	224.795	384.230	631.305
PRO	28.554	61.447	43.180	60.445	35.752	24.217	11.619	5.765	5.890	7.251	12.808	20.385
MAX	83.880	149.940	73.800	94.610	67.575	44.925	16.230	6.150	11.280	17.810	26.920	71.870
MIN	16.250	23.435	28.140	39.960	16.535	15.485	7.965	4.320	3.195	4.625	4.745	6.460
MASA	76.479.120	148.652.496	116.654.606	196.672.144	95.757.552	62.770.032	31.119.552	16.435.408	15.281.568	19.422.268	33.197.472	64.344.762
Vol. Diario	2.467.065.000	5.309.030.000	3.730.752.000	5.222.446.000	3.089.973.000	2.092.348.800	1.033.881.600	499.624.000	509.414.400	629.486.400	1.106.611.200	1.750.536.000

Fuente: Área de Operaciones - Pect



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAÿ m ³ /s.												
	Ene-05	Feb-05	Mar-05	Abr-05	May-05	Jun-05	Jul-05	Ago-05	Set-05	Oct-05	Nov-05	Dic-05
1	18.153	9.938	86.224	122.136	33.088	11.133	8.701	4.837	2.868	3.906	20.011	6.937
2	18.819	7.625	86.846	107.325	30.901	10.733	8.780	5.827	2.960	4.684	20.810	6.041
3	19.205	8.385	97.697	97.065	32.737	10.225	7.508	4.455	3.197	10.680	21.178	6.175
4	18.312	15.026	140.779	84.039	26.820	8.745	8.140	3.833	2.518	10.937	18.135	6.551
5	19.359	9.585	144.916	73.604	25.817	8.839	7.752	4.026	3.522	10.814	15.249	6.158
6	20.816	8.672	182.551	69.530	25.710	13.844	7.603	3.318	3.107	9.667	15.130	7.501
7	24.272	8.364	180.153	67.515	24.717	12.223	6.620	3.885	3.409	10.198	24.449	7.141
8	23.679	13.131	135.649	79.036	22.746	11.792	9.650	4.662	2.794	12.720	39.821	6.291
9	28.976	64.644	124.661	67.869	26.896	10.167	6.806	4.060	2.657	12.157	32.424	6.784
10	25.242	50.810	116.445	62.173	24.608	9.425	7.116	3.454	2.552	20.500	31.032	6.102
11	24.811	58.016	100.051	63.962	22.190	8.636	8.843	3.232	2.302	37.163	35.799	5.904
12	57.052	65.431	117.929	65.378	20.518	6.078	6.808	3.232	2.675	32.583	36.920	6.800
13	55.119	69.969	131.265	62.060	20.342	9.120	6.657	2.916	2.812	30.128	34.102	6.105
14	35.656	54.729	151.784	46.650	16.780	6.094	5.755	2.966	2.442	29.911	30.753	7.310
15	31.431	49.248	140.600	41.660	18.009	6.278	6.303	2.947	2.665	27.450	28.708	6.875
16	26.033	65.268	124.181	37.805	17.653	8.291	5.246	3.113	2.691	18.293	24.035	6.694
17	21.738	45.527	130.708	35.836	19.377	7.519	5.052	2.868	2.791	14.050	21.178	14.443
18	18.892	41.075	104.508	34.541	18.785	6.411	6.255	2.864	2.967	11.196	19.601	16.087
19	16.362	37.521	103.941	29.158	16.243	6.747	6.818	3.120	3.395	9.377	15.746	18.857
20	15.175	36.746	83.487	49.612	15.989	7.250	6.021	2.235	2.266	23.232	13.858	17.005
21	14.304	93.721	86.600	46.076	15.005	6.449	6.255	2.245	1.843	38.493	12.878	14.045
22	12.792	74.696	66.670	56.821	13.594	6.517	4.509	3.162	2.443	58.543	10.906	17.260
23	11.640	57.983	61.293	48.065	12.646	6.355	6.204	3.183	2.516	40.974	12.297	26.973
24	11.717	48.887	55.058	41.567	12.436	6.487	6.521	3.458	2.566	67.145	6.753	36.304
25	13.150	40.285	61.742	37.846	11.858	6.104	6.619	3.663	2.663	60.292	6.930	44.797
26	12.155	34.595	69.887	34.723	11.824	7.340	6.818	3.024	3.361	49.545	6.951	55.616
27	12.451	31.254	84.389	32.272	11.745	7.668	6.109	3.525	3.373	39.316	6.608	56.345
28	11.200	45.126	177.486	38.527	11.506	7.700	5.046	3.237	4.483	30.486	7.990	49.830
29	10.455		180.047	30.639	11.510	6.616	3.172	3.464	9.201	25.327	7.172	40.736
30	10.916		151.718	32.240	11.625	9.523	3.331	3.403	5.323	22.140	7.454	36.508
31	10.676		136.363		10.149		3.897	3.268		20.640		24.640
SUMA	650.558	1.133.357	3.626.676	1.706.090	697.989	269.898	198.013	107.324	94.671	796.065	593.641	577.174
PRO	20.686	40.477	118.990	58.868	19.290	8.906	6.989	3.462	3.156	25.899	19.795	18.619
MAX	57.052	93.721	182.551	122.136	33.089	13.844	8.843	6.827	9.201	67.145	39.821	59.345
MIN	10.455	7.925	55.058	29.158	10.148	0.411	3.172	2.235	1.843	3.906	7.172	6.102
MASA	56.206.211	97.922.045	313.344.806	147.460.092	51.666.290	23.318.422	17.108.323	9.272.794	8.179.574	68.831.656	51.307.862	49.667.834
Vol. Diario	1.813.190.400	3.467.212.800	10.107.936.000	4.913.395.200	1.668.656.000	777.294.400	551.823.200	296.116.800	212.678.400	2.220.360.800	1.710.256.000	1.606.891.600

Fuente: Área de Operaciones - Peol



**PROYECTO ESPECIAL OMBOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08
1	21.174	68.642	109.870	119.854	30.292	18.873	11.836	9.983	3.154	4.207	5.568	26.748
2	18.308	91.479	105.843	139.498	27.927	18.736	11.005	9.344	3.983	4.331	4.948	25.091
3	16.718	124.184	96.745	141.357	25.698	24.029	11.940	8.173	4.346	5.579	4.342	24.403
4	14.497	109.688	82.109	127.693	28.029	19.617	11.437	8.798	6.362	4.168	4.832	23.092
5	13.311	107.085	122.054	158.995	38.874	32.398	11.363	7.992	5.955	4.394	3.806	31.522
6	11.094	115.045	151.983	192.683	35.546	22.549	10.624	6.260	4.321	4.499	3.487	38.851
7	11.563	115.136	202.005	165.208	28.985	21.147	10.049	6.240	3.940	3.651	3.162	66.601
8	10.400	96.425	237.988	152.787	33.754	28.361	9.859	7.989	3.282	4.709	3.336	55.298
9	10.183	92.560	254.387	133.859	30.671	37.085	10.511	7.679	3.766	4.307	2.988	41.838
10	10.467	89.104	216.557	122.300	29.420	29.962	9.300	9.087	2.923	6.399	3.314	30.453
11	9.494	86.861	267.988	108.901	24.382	31.574	9.439	7.549	4.046	4.563	4.566	23.469
12	8.943	69.677	183.988	66.511	24.200	30.281	6.682	7.432	4.261	5.939	8.010	20.331
13	6.475	73.337	189.099	79.524	23.440	25.896	9.968	5.385	4.408	6.417	4.827	20.772
14	7.988	62.203	210.728	72.543	22.744	24.276	9.699	6.870	3.938	5.739	7.022	17.901
15	19.723	86.877	164.988	68.267	21.359	21.254	9.499	5.231	6.326	4.411	6.502	15.557
16	21.971	49.381	135.494	85.402	19.726	19.265	9.174	5.915	12.525	3.869	6.332	13.542
17	39.802	43.127	127.946	57.904	19.566	16.850	10.026	6.539	6.212	3.369	7.294	16.109
18	49.590	37.602	141.854	88.372	18.187	16.754	8.697	6.952	9.221	3.609	10.320	19.957
19	65.321	35.098	166.813	55.321	17.409	16.395	6.099	7.872	5.195	4.464	10.213	25.079
20	57.694	31.862	176.720	53.841	15.897	15.268	9.733	7.572	6.120	2.948	16.859	44.148
21	42.896	37.333	129.219	47.743	15.308	16.541	7.919	5.803	4.735	2.896	16.519	72.581
22	36.981	43.733	109.239	43.354	17.284	14.620	7.872	4.899	8.374	3.367	19.055	88.205
23	29.554	47.408	128.179	40.999	17.412	14.889	8.942	6.216	6.235	4.206	19.394	69.277
24	27.642	40.125	124.713	36.440	15.902	14.409	8.973	4.677	4.366	6.525	19.656	51.129
25	60.779	76.809	157.560	36.275	16.569	14.240	6.198	5.783	6.774	7.337	16.557	80.348
26	51.441	132.020	209.416	38.129	15.870	14.096	6.698	5.048	5.489	5.073	34.916	65.302
27	38.697	134.896	144.892	37.361	15.052	13.207	11.992	5.786	5.971	4.131	48.652	62.563
28	47.919	148.423	126.108	40.501	14.844	12.764	10.257	4.036	4.442	6.793	68.045	52.547
29	62.329		114.064	36.226	14.892	11.981	13.636	3.746	4.792	7.499	60.791	50.233
30	52.776		165.730	33.831	14.281	13.068	13.967	4.508	4.304	7.981	36.805	41.162
31	45.211		112.163		13.421		12.375	3.683		6.468		34.816
Normal	630.823	2.215.236	4.790.851	2.562.734	685.071	606.719	316.519	204.052	181.325	157.925	482.282	1.237.054
PRO	30.027	79.116	154.944	85.424	22.099	20.224	10.210	6.611	6.978	6.094	16.409	39.905
MAX	85.321	148.423	267.988	192.683	38.874	37.085	11.997	9.969	12.829	9.793	68.045	89.205
MIN	6.475	31.862	82.109	33.831	13.421	11.981	7.872	3.663	2.823	2.999	2.988	13.542
MASA	80.423.021	191.398.390	413.629.526	221.420.218	89.190.134	52.420.522	27.347.242	17.708.125	13.958.480	13.644.720	39.941.185	106.881.486
Vol.Diario	2.594.332.690	6.835.622.400	13.362.801.800	7.380.838.600	1.909.283.900	1.747.353.600	892.164.000	571.190.400	484.659.200	440.121.600	1.351.337.600	3.447.792.000

Fuente: Área de Operaciones - Peat



PROYECTO ESPECIAL OMBOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07	Set-07	Oct-07	Nov-07	Dic-07
1	34.798	46.223	14.600	137.595	82.915	27.907	11.045	6.443	6.724	3.069	31.766	37.230
2	34.100	39.252	16.769	119.133	76.293	25.181	11.074	8.578	7.398	4.246	25.030	32.820
3	33.151	34.613	14.972	124.935	60.140	22.652	11.695	6.069	5.954	3.27	20.029	28.358
4	34.252	33.135	14.096	114.192	54.439	22.916	10.792	6.184	4.311	2.341	16.646	24.901
5	31.216	32.149	23.760	110.480	62.657	21.728	10.165	7.668	4.885	1.895	17.167	21.411
6	29.867	29.343	57.633	108.773	55.952	18.828	8.891	6.403	4.549	1.225	15.693	21.356
7	27.629	29.294	81.727	103.499	51.639	18.21	8.902	7.866	4.459	5.222	21.867	20.432
8	28.355	25.458	100.361	109.924	67.432	18.199	11.681	7.925	5.61	4.7	32.066	17.331
9	31.716	34.844	69.693	133.222	139.799	17.479	9.041	6.81	6.599	6.102	38.872	18.094
10	39.956	44.821	70.129	137.007	124.708	14.05	12.267	7.729	3.547	14.372	44.567	16.365
11	30.667	51.213	80.494	126.652	76.748	14.029	9.274	6.629	4.16	10.21	39.523	15.566
12	35.257	41.298	63.240	111.920	83.266	15.47	10.518	6.504	3.432	8.971	43.484	16.383
13	30.350	35.577	59.764	106.390	55.053	13.578	11.704	4.083	3.719	6.22	59.559	17.895
14	26.674	47.620	78.717	131.445	51.566	14.562	9.876	3.304	3.27	7.427	56.539	16.280
15	24.263	35.403	86.108	115.101	46.017	12.641	12.113	4.313	5.305	4.217	48.367	18.332
16	21.779	30.084	75.445	94.376	41.448	14.055	11.312	4.293	3.597	2.745	82.432	14.455
17	18.006	27.119	69.316	84.724	40.556	13.014	8.61	3.296	4.33	4.549	71.867	16.054
18	32.711	24.012	130.621	76.501	46.566	13.649	8.764	6.99	3.222	7.892	54.175	14.056
19	58.145	22.050	123.799	65.005	43.679	11.639	10.694	9.428	3.708	14.056	43.255	13.970
20	54.238	19.875	104.680	70.129	47.012	12.689	8.99	8.509	2.605	14.966	35.309	13.477
21	46.619	16.905	85.832	60.667	43.682	13.305	11.621	6.532	3.521	13.838	30.069	12.794
22	47.757	17.144	87.997	55.272	46.498	13.223	12.332	6.298	3.472	33.696	46.715	15.573
23	42.816	16.172	84.986	49.327	42.31	12.529	15.826	6.789	5.446	40.106	60.675	14.262
24	38.415	17.018	81.967	71.393	38.025	11.759	10.532	4.865	6.333	40.838	62.6	13.772
25	77.648	15.078	71.172	76.326	34.823	12.654	11.711	4.965	7.631	34.001	55.767	13.794
26	103.600	13.290	67.422	66.979	37.804	13.425	10.93	5.672	4.757	41.966	72.348	13.737
27	98.884	11.632	81.108	76.753	34.479	12.076	9.43	5.287	4.448	34.687	77.943	15.942
28	76.693	16.457	101.360	92.373	41.839	11.312	9.671	4.862	4.69	24.424	61.249	19.753
29	73.649		162.411	108.137	35.253	11.988	6.51	4.759	4.514	21.614	54.924	22.578
30	63.246		133.895	89.972	29.55	10.119	7.134	5.908	4.105	21.263	48.064	20.927
31	53.165		128.016		29.080		9.406	9.043		37.39		22.294
SUMA	1.373.942	811.479	2.430.702	2.924.504	1.675.361	464.610	325.491	201.836	140.268	471.544	1.366.747	578.191
PRO	44.321	29.981	78.410	97.483	54.044	15.487	10.500	6.512	4.678	15.211	45.556	16.651
MAX	103.900	51.213	162.411	137.995	139.799	27.607	15.826	9.429	7.631	41.966	82.432	37.230
MIN	18.006	11.632	14.096	49.327	29.080	10.119	7.134	3.296	2.605	1.225	15.693	12.764
MASA	118.708.599	70.111.786	210.012.693	252.877.146	144.751.190	40.142.304	28.122.422	17.440.618	12.119.242	40.741.402	118.086.941	48.655.702
VolDiario	3.829.334.400	2.803.598.400	6.774.624.000	8.422.531.200	4.699.401.600	1.336.576.800	967.200.000	562.636.800	404.006.400	1.314.230.400	3.036.211.200	1.611.446.400

Fuente: Área de Operaciones - Peal



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TENAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

	PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s											
	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Set-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08
1	54.057	40.042	142.777	164.520	64.002	43.895	14.554	11.833	6.975	26.279	63.61	32.443
2	54.359	33.050	112.813	347.158	59.368	38.227	15.939	12.691	8.197	26.701	53.448	39.327
3	47.129	31.024	102.454	276.309	58.123	35.745	14.142	9.971	6.940	35.023	72.772	32.769
4	42.088	31.845	113.383	141.688	63.823	33.081	13.942	10.502	7.836	26.076	67.739	27.459
5	34.980	34.097	117.575	122.783	59.081	31.561	14.334	9.701	9.179	24.292	84.838	22.953
6	30.523	28.361	101.294	146.479	63.207	26.194	11.742	10.745	9.504	21.196	82.941	24.638
7	29.104	25.795	88.951	109.044	49.15	26.971	11.841	10.079	8.169	19.037	91.445	24.198
8	92.672	24.617	76.894	94.522	45.587	25.691	12.473	9.829	15.55	23.752	81.259	27.167
9	107.441	24.182	68.079	92.938	43.188	25.831	11.837	9.859	13.137	20.492	76.455	24.849
10	67.366	23.078	62.528	139.459	54.452	22.918	18.601	8.905	9.44	24.486	73.841	24.423
11	46.791	24.192	62.344	121.478	72.488	26.897	16.768	11.105	8.29	22.535	62.131	23.378
12	40.697	28.906	56.111	109.393	59.667	26.349	13.183	10.509	7.917	21.247	59.258	23.200
13	35.231	33.941	53.781	121.537	57.746	23.592	11.538	9.604	7.314	21.716	62.444	21.255
14	35.706	51.855	60.892	116.500	69.788	22.691	13.859	8.892	6.574	52.199	42.676	17.862
15	45.660	93.758	92.525	140.234	70.306	26.424	12.740	8.899	7.49	67.975	38.28	27.062
16	76.270	140.293	93.421	114.459	63.233	23.574	13.443	8.235	7.094	48.316	34.844	22.393
17	86.350	121.467	107.753	95.481	58.078	22.068	13.455	8.806	9.699	41.509	38.991	19.300
18	67.622	118.101	106.482	81.938	60.719	22.08	11.484	10.604	9.73	36.874	30.263	16.890
19	60.454	191.481	101.872	73.874	57.992	10.896	10.285	8.738	23.998	35.745	28.929	15.386
20	55.336	217.854	164.223	66.296	54.501	18.821	10.88	7.565	20.166	34.306	29.478	14.501
21	51.276	249.900	134.742	61.505	52.188	19.681	11.485	12.62	21.572	29.782	28.515	13.309
22	47.195	291.848	120.423	57.921	58.722	24.065	11.679	8.873	22.311	29.999	25.741	12.571
23	56.457	233.684	108.678	83.980	57.153	19.841	10.264	10.446	38.655	48.757	30.125	12.705
24	60.259	221.176	130.366	66.147	65.296	24.386	9.461	10.47	27.315	49.049	26.887	12.183
25	54.412	180.248	118.291	80.316	53.474	24.715	9.57	12.837	29.629	56.921	32.429	12.483
26	50.400	143.368	96.939	77.705	62.422	19.367	8.672	11.028	17.183	63.222	32.611	11.829
27	44.292	216.392	118.459	85.089	52.125	16.575	8.489	8.874	14.88	54.8	36.775	10.587
28	47.246	232.980	161.140	67.411	49.44	18.000	9.997	8.59	18.091	63.706	34.279	9.619
29	64.900	281.211	181.751	69.198	45.045	15.850	10.056	9.174	26.333	93.648	27.863	10.408
30	52.154		201.930	67.281	47.105	17.309	9.011	7.289	29.286	112.134	27.94	11.505
31	49.314		190.814		40.671		12.771	9.313		72.604		13.271
SUMA	1,580,717	3,340,532	3,444,474	3,372,922	1,755,117	750,106	377,899	308,488	451,021	1,306,542	1,484,698	611,937
PRO	54.217	115.191	111.112	112.421	56.617	25.004	12.184	6.888	15.034	42.130	49.480	19.740
MAX	107.441	291.848	201.930	347.158	72.488	43.895	18.001	12.837	38.655	112.134	91.445	39.327
MIN	29.104	23.078	53.781	57.921	40.671	10.850	6.489	7.269	6.574	19.037	25.741	9.619
MASA	145,213,927	288,621,985	297,902,554	291,394,541	151,842,109	84,806,072	32,633,194	26,478,562	38,968,214	112,842,029	129,277,907	52,871,357
Vol.Diario	4,694,340.800	9,952,502.400	9,606,076.900	9,713,174.400	4,891,708.800	2,160,346.600	1,052,697.600	854,180.400	1,298,937.600	3,840,032.000	4,375,936.000	1,705,536.000

Fuente: Área de Operaciones - Peot



PROYECTO ESPECIAL OLAMOS TINAJONES
OPERACION Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-09	Feb-09	Mar-09	Abr-09	May-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Oct-09	Nov-09	Dic-09
1	11.030	185.379	67.996	103.939	67.036	44.738	18.42	9.661	6.316	5.323	15.373	66.593
2	10.061	135.680	62.054	90.193	94.127	39.878	17.253	9.271	6.179	5.081	14.086	43.156
3	15.137	133.061	65.796	80.062	74.297	36.134	19.356	9.662	6.31	4.844	12.036	32.189
4	11.300	139.660	102.217	73.553	70.02	33.326	17.04	10.58	6.201	4.797	11.212	28.032
5	10.818	129.444	108.442	82.246	64.247	34.767	18.052	10.85	6.24	5.072	9.779	25.304
6	10.423	135.901	86.057	84.052	53.917	30.347	18.05	9.377	5.92	4.713	8.721	25.025
7	9.419	134.670	77.471	91.951	48.299	26.841	10.412	9.129	5.86	6.278	8.377	22.606
8	14.532	118.803	65.908	90.063	46.995	27.351	18.478	8.292	5.513	9.297	7.356	21.966
9	20.737	100.562	50.083	88.616	42.267	27.063	18.016	7.686	5.438	7.852	7.141	20.537
10	19.336	93.134	60.421	69.719	39.768	26.996	16.607	7.879	5.402	6.419	6.926	18.727
11	20.762	97.788	98.176	68.577	39.912	27.808	15.635	8.127	6.114	6.536	6.308	17.058
12	27.266	91.838	170.783	64.204	38.697	47.781	14.807	8.479	6.756	7.379	6.789	18.445
13	133.644	89.610	183.198	66.513	48.034	31.686	14.631	8.077	6.237	6.246	14.203	19.650
14	191.146	107.220	142.107	78.169	59.465	28.36	14.775	6.25	5.726	6.165	18.407	20.931
15	115.446	109.335	118.208	83.032	47.093	27.023	14.923	7.616	5.346	6.474	11.755	18.102
16	104.894	99.536	114.177	67.166	58.07	25.684	15.369	7.351	6.146	5.681	11.39	17.637
17	112.183	69.123	122.577	61.831	64.65	22.892	13.364	7.232	7.422	5.073	10.786	18.858
18	116.796	81.116	104.940	54.024	48.173	21.778	12.391	7.401	10.019	5.782	10.533	42.180
19	106.997	90.021	90.652	50.498	46.784	22.476	12.04	7.139	6.639	7.5	19.881	67.461
20	60.434	72.700	99.040	49.269	41.204	21.224	12.293	6.695	6.361	6.781	13.068	76.948
21	62.853	73.800	116.782	51.593	37.377	25.745	12.650	6.722	5.828	7.853	12.442	78.975
22	53.838	171.309	157.751	72.963	34.918	21.127	16.5	13.688	6.19	10.45	10.268	67.951
23	57.165	135.771	237.113	75.646	32.784	26.593	13.934	6.931	7.502	18.781	10.694	64.036
24	63.748	123.251	237.716	54.575	31.425	31.161	12.661	10.88	7.685	20.865	42.999	48.832
25	58.505	105.178	203.344	48.496	33.161	33.603	12.02	8.464	6.82	27.472	47.121	41.115
26	58.361	95.762	336.904	71.002	34.889	27.083	11.936	7.062	6.051	21.77	31.602	40.747
27	79.269	69.849	368.541	49.805	54.838	24.345	11.428	5.254	6.081	16.788	25.427	43.561
28	70.453	79.063	286.131	45.228	41.39	22.390	13.057	5.093	5.459	11.879	72.513	36.462
29	87.297		183.709	56.795	38.461	20.372	11.49	6.116	5.561	9.23	62.04	32.579
30	148.782		141.677	47.760	47.008	19.471	10.698	6.06	5.565	12.201	95.989	29.611
31	202.551		117.133		53.189		9.698	6.175		17.667		26.962
SUMA	2,085,204	3,084,104	4,397,008	2,074,674	1,533,547	857,876	466,399	251,578	189,938	303,006	694,182	1,150,430
PRO	67.266	110.147	141.836	69.158	49.469	28.596	14.722	8.115	6.331	9.774	22.139	37.207
MAX	202.551	171.309	358.541	103.939	94.127	47.781	19.335	13.688	10.019	27.472	95.989	87.951
MIN	9.419	72.700	59.083	45.228	31.425	19.471	9.698	5.254	5.146	4.713	5.926	17.058
NASA	180,161,629	296,466,586	379,901,491	178,251,834	132,498,491	74,120,496	39,430,262	21,736,339	16,410,643	26,179,661	67,365,325	99,050,353
Vol.Diario	5,611,696.000	9,516,700.800	12,254,866.600	6,076,076.400	4,774,121.600	2,470,684.400	1,271,980.800	701,136.000	546,998.400	844,473.600	1,912,809.600	3,214,684.800

Fuente: Área de Operaciones - Pect



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-10	Feb-10	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul-10	Ago-10	Sep-10	Oct-10	Nov-10	Dic-10
1	20.957	16.181	44.782	293.933	117.371	23.898	14.847	7.857	8.159	7.857	6.150	5.640
2	24.268	18.261	38.137	122.704	129.388	24.055	13.070	6.843	8.393	8.223	5.008	4.908
3	21.780	15.103	35.848	111.228	111.812	23.280	13.565	7.081	10.179	9.473	5.335	4.571
4	20.193	21.895	60.917	80.194	96.148	22.888	12.904	7.859	7.459	8.021	5.065	4.214
5	20.004	49.284	80.726	180.080	92.685	22.740	11.812	7.568	11.113	6.138	4.571	3.748
6	35.814	116.401	48.208	180.472	86.303	21.808	11.330	8.980	12.650	8.570	4.383	5.111
7	36.854	230.448	40.375	158.066	74.259	21.327	12.047	7.189	11.279	8.270	4.082	5.258
8	29.240	103.344	58.544	146.998	87.089	28.591	11.784	8.762	8.424	5.050	4.342	5.232
9	28.424	84.181	48.922	140.471	58.317	23.117	11.583	8.423	8.608	6.004	3.887	7.448
10	29.942	70.566	54.212	120.081	53.919	19.806	12.150	6.637	6.745	6.061	3.078	8.925
11	31.578	57.585	52.094	87.557	50.781	19.688	13.543	5.798	6.709	5.423	2.885	7.682
12	31.814	48.473	74.225	80.015	48.148	18.390	12.323	6.104	4.594	5.180	4.445	7.993
13	26.098	47.485	123.867	70.702	42.040	17.593	14.088	6.582	5.781	5.343	5.588	6.337
14	25.328	47.179	97.529	85.081	38.635	17.219	15.714	6.227	7.909	4.801	7.110	6.543
15	22.858	40.304	92.198	81.492	38.248	18.735	12.778	4.884	5.748	4.945	6.130	5.287
16	20.418	93.291	97.525	89.848	33.905	16.283	11.294	6.453	5.638	4.719	9.313	4.746
17	19.250	77.216	79.512	87.643	32.042	18.059	12.089	6.332	5.920	7.732	15.288	5.942
18	18.152	83.351	74.317	83.758	30.080	15.130	10.760	8.933	5.249	7.817	16.123	4.883
19	18.013	52.010	67.789	85.835	28.920	20.838	11.784	5.725	5.317	9.489	15.278	3.958
20	18.000	48.218	88.807	70.193	35.643	20.055	9.796	5.823	5.195	15.511	13.157	4.118
21	18.729	42.374	59.725	77.108	43.438	20.373	9.507	5.491	4.931	21.526	8.749	4.148
22	17.580	54.063	82.581	89.745	49.523	18.438	9.539	5.204	3.847	12.130	9.055	4.522
23	18.973	44.857	114.888	47.608	41.233	17.291	8.942	5.659	3.958	8.132	6.813	3.868
24	20.857	59.174	87.011	44.057	32.036	15.895	8.710	5.322	6.368	6.943	6.485	6.618
25	26.238	58.985	88.775	43.629	29.278	15.254	9.391	4.740	5.052	6.825	5.884	10.834
26	24.089	72.545	73.499	48.277	27.557	13.684	7.972	5.400	17.857	7.189	5.162	12.737
27	21.360	68.934	85.424	86.733	28.768	16.308	8.879	4.884	10.783	5.739	4.381	16.935
28	20.069	58.000	73.080	53.818	28.618	14.837	8.107	4.841	14.531	6.482	5.818	17.064
29	19.452		62.018	45.633	24.888	13.527	7.522	4.077	9.084	8.163	5.889	32.819
30	18.700		62.798	182.891	24.291	13.259	8.060	4.585	11.857	5.137	5.732	50.128
31	16.809		138.852		23.008		7.901	6.993		5.098		32.613
SUMA	728.828	1.754.877	2.224.943	2.750.830	1.811.214	599.351	343.731	189.085	235.480	201.776	204.888	304.300
PRO	23.503	62.667	71.772	91.888	51.975	18.945	11.088	6.088	7.850	7.477	6.629	6.818
MAX	36.984	230.449	138.852	203.933	129.388	26.381	15.714	6.990	17.857	21.526	18.123	50.128
MIN	16.809	15.103	35.848	43.629	23.085	13.258	7.801	4.077	3.847	4.719	2.885	3.748
MASSA	62.951.556	151.804.080	182.235.075	237.654.432	139.208.890	49.195.526	29.898.958	16.251.408	20.348.338	20.025.448	17.700.422	28.291.520

Fuente: Área de Operaciones - Peor



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-11	Feb-11	Mar-11	Abr-11	May-11	Jun-11	Jul-11	Ago-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dic-11
1	27.446	19.951	23.379	94.992	89.390	16.453	9.210	7.000	3.758	8.188	8.140	10.198
2	20.155	20.403	20.634	76.629	72.032	17.202	10.877	7.384	3.477	7.825	6.766	13.415
3	18.525	42.298	17.573	86.980	61.213	15.169	10.140	7.182	3.614	15.855	7.168	11.615
4	16.047	57.285	16.647	101.390	84.829	15.607	12.034	7.822	3.273	15.523	10.990	10.125
5	13.100	63.714	17.704	114.019	49.382	14.411	11.554	7.109	2.730	11.091	11.935	10.676
6	12.449	69.790	24.310	106.173	45.236	16.466	11.637	7.338	3.569	11.687	16.073	0.645
7	10.102	85.208	30.471	117.762	40.806	13.311	10.913	5.577	2.662	16.969	17.816	13.378
8	10.325	114.795	30.212	123.574	38.234	12.716	10.595	5.958	2.887	16.763	12.485	15.670
9	15.485	96.974	26.130	150.448	37.011	14.050	10.887	7.637	4.801	25.191	14.562	13.689
10	23.016	87.600	23.362	214.393	36.043	13.066	9.239	5.553	6.310	35.028	11.459	18.463
11	19.226	72.183	19.809	154.952	34.344	12.259	9.137	5.676	7.514	26.712	7.483	19.172
12	16.833	136.025	17.751	118.502	32.144	11.899	9.746	5.793	5.814	19.588	10.324	23.402
13	19.180	126.988	16.443	98.627	37.284	12.703	10.717	8.180	4.762	14.359	9.680	21.130
14	15.689	111.719	15.690	85.217	38.224	12.229	12.019	4.521	3.331	11.342	11.467	22.228
15	15.543	67.729	14.250	107.402	32.175	10.836	12.014	5.538	3.621	10.831	9.121	22.801
16	21.198	72.383	12.898	143.628	31.956	11.702	10.182	6.375	3.408	8.276	10.868	22.228
17	33.848	59.247	12.550	128.205	30.045	10.751	9.184	5.213	4.125	6.375	9.107	29.258
18	77.924	46.920	11.369	129.830	27.626	11.646	18.056	5.030	5.608	5.497	9.156	32.790
19	84.500	42.111	11.092	110.497	21.669	10.377	12.751	5.261	6.693	6.376	8.054	28.680
20	59.932	36.636	16.390	95.358	25.212	12.988	10.585	4.791	5.613	6.814	6.832	25.876
21	46.874	32.404	18.981	83.508	20.963	11.377	10.479	4.244	5.762	4.849	6.938	34.303
22	37.816	28.599	22.856	75.260	20.898	9.828	9.505	4.953	4.833	5.009	5.609	57.148
23	30.874	25.858	26.031	78.452	19.888	10.603	10.086	4.128	5.735	5.212	4.756	46.248
24	24.874	25.778	25.930	73.786	23.225	10.470	8.445	5.099	14.687	4.716	4.437	37.544
25	24.344	25.129	83.239	92.361	21.680	12.644	8.777	5.200	16.427	9.250	10.536	61.623
26	21.418	24.283	111.980	117.053	19.146	12.082	8.756	4.114	19.192	6.474	11.510	110.941
27	19.375	21.263	131.411	129.552	16.641	10.606	7.880	3.056	10.097	5.970	8.485	76.062
28	17.919	24.164	82.182	102.805	24.089	10.694	7.028	2.903	8.268	5.678	10.550	60.155
29	16.403		67.422	99.300	21.265	10.253	7.557	3.568	6.050	3.934	11.927	89.451
30	21.373		76.348	89.114	18.805	9.773	7.945	4.032	5.503	6.180	10.314	83.993
31	22.964		84.695		18.044		7.443	3.898		7.200		76.854
SUMA	616.557	1.660.424	1.114.814	3.291.799	1.062.944	373.947	318.258	166.159	187.052	341.452	294.278	1.136.549
PRO	26.344	58.301	35.962	109.727	34.299	12.405	10.202	5.360	6.235	11.015	9.809	39.727
MAX	84.500	136.025	191.411	314.393	89.390	17.202	18.056	7.822	19.427	35.028	17.816	110.941
MIN	10.102	16.951	11.092	73.786	18.044	9.628	7.443	2.803	2.552	3.934	4.437	9.645
MASA	70.559.156	143.460.634	86.319.940	284.411.462	81.836.302	32.308.052	27.324.891	14.250.138	16.181.292	29.501.453	25.425.919	98.370.694
VolDData	9.276.131.600	6.123.608.400	3.107.116.900	9.480.412.800	2.862.569.800	1.076.976.000	881.452.800	461.104.000	638.764.000	951.696.000	847.897.600	3.173.212.800

Fuente: Área de Operaciones - Peof



PROYECTO ESPECIAL OLIVOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s.												
	Ene-12	Feb-12	Mar-12	Abr-12	May-12	Jun-12	Jul-12	Ago-12	Set-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12
1	78.292	131.162	88.320	78.008	84.570	30.760	14.199	6.233	3.722	4.952	28.737	26.102
2	70.922	123.979	88.420	83.410	113.495	29.097	14.959	6.138	3.469	4.758	21.979	23.175
3	74.853	140.475	71.137	86.885	101.498	27.871	13.501	7.981	3.058	4.009	25.231	18.234
4	73.328	149.353	75.313	89.816	74.795	26.788	13.410	6.045	3.867	4.301	24.085	16.241
5	65.974	154.901	119.408	100.560	88.907	24.792	13.436	6.195	4.815	5.114	20.920	15.123
6	60.000	168.355	105.131	86.021	65.908	25.079	14.058	5.783	4.747	5.273	26.542	14.975
7	65.514	288.538	88.316	113.380	62.167	24.263	13.031	7.535	4.328	1.302	50.577	13.460
8	103.633	228.125	74.551	205.489	56.145	22.020	13.244	7.449	3.942	2.853	64.365	12.811
9	128.689	270.336	65.388	199.279	52.134	24.217	13.025	5.024	4.212	9.853	40.982	13.986
10	112.188	303.049	60.089	146.565	49.015	21.024	14.002	5.236	3.984	5.884	35.361	13.418
11	97.443	281.691	53.987	120.500	46.509	20.504	10.978	4.567	4.038	4.443	31.411	16.846
12	66.730	229.014	57.710	94.451	45.116	21.468	12.925	5.139	4.106	3.689	41.054	18.088
13	89.280	157.776	54.546	80.821	44.395	19.291	12.870	4.670	3.480	3.358	30.950	18.789
14	96.940	130.816	54.450	77.143	45.223	18.507	12.497	5.969	3.772	3.310	35.264	16.433
15	154.584	108.166	45.597	79.440	48.741	18.798	12.328	4.419	3.315	2.988	43.869	14.742
16	131.795	91.868	43.382	70.430	38.864	20.314	9.989	4.403	3.336	3.880	47.650	12.706
17	126.863	80.570	95.754	62.900	36.874	17.010	9.399	5.976	4.342	3.006	39.570	12.834
18	188.252	84.059	252.804	58.080	54.445	18.213	8.285	6.962	3.167	5.593	32.271	10.958
19	136.853	78.973	327.517	67.117	73.728	17.795	8.285	6.624	3.421	9.025	28.980	11.479
20	125.164	80.584	218.186	143.062	84.973	15.864	9.991	7.090	3.323	15.172	21.597	10.663
21	134.227	139.227	161.300	119.158	92.394	16.222	9.341	3.912	3.770	38.444	20.272	11.813
22	121.623	123.397	145.547	117.764	73.808	17.847	9.804	4.692	3.965	30.445	15.961	15.068
23	106.192	127.172	147.596	105.079	83.117	17.222	10.785	4.445	3.397	32.424	15.282	13.988
24	97.279	95.452	156.863	108.324	56.687	16.974	9.265	3.528	5.187	24.066	15.536	12.383
25	61.660	89.348	118.303	96.129	50.019	16.114	10.900	4.550	4.997	27.286	26.017	20.625
26	73.158	68.674	111.409	85.635	46.113	20.384	6.823	4.898	5.868	24.283	45.720	42.609
27	85.568	101.952	108.745	88.620	47.336	16.105	9.519	3.813	5.248	17.926	38.586	35.673
28	128.183	109.354	131.171	83.945	40.233	16.011	10.259	3.977	5.422	14.490	33.926	55.876
29	109.145	96.422	93.214	82.907	37.706	14.755	6.563	3.078	5.648	13.102	31.253	63.503
30	111.275		77.530	73.478	38.140	18.048	10.576	4.673	5.867	11.697	29.702	48.677
31	123.769		68.624		33.328		9.066	4.214		25.878		53.675
SUMA	3.339.595	4.273.757	3.357.493	2.961.246	1.501.383	614.287	351.300	196.586	125.313	369.066	963.611	684.051
PRO	105.127	147.371	108.306	98.375	58.109	20.478	11.332	5.374	4.177	11.906	32.120	22.066
MAX	188.252	303.049	327.517	205.489	113.495	30.760	14.959	8.662	5.868	38.444	84.365	63.503
MIN	70.922	78.973	43.382	58.080	33.328	14.755	8.285	3.078	3.058	1.802	15.536	10.363
MASA	288.541.000	369.232.805	299.067.509	257.679.654	155.039.864	63.072.689	30.352.320	14.394.067	10.827.043	31.889.030	83.265.095	59.102.008
VOLUMEN	9.082.672.800	12.732.694.400	9.357.636.400	8.599.020.000	5.020.817.600	1.769.120.400	979.084.600	484.319.600	360.892.800	1.028.678.400	2.775.168.000	1.906.802.400

Fuente: Área de Operaciones - Peof



**PROYECTO ESPECIAL OLAOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Ago-13	Set-13	Oct-13	Nov-13	Dic-13
1	52.040	42.854	149.750	78.790	30.885	110.020	20.274	10.775	7.400	2.718	26.128	5.491
2	48.075	37.445	153.003	94.547	31.882	109.162	21.118	10.987	6.826	4.533	19.873	5.901
3	44.335	37.943	117.852	142.530	44.637	81.933	19.795	9.852	6.984	3.291	16.082	6.272
4	53.089	49.217	129.958	104.506	47.508	69.322	25.005	10.544	6.648	5.680	15.505	13.728
5	48.214	69.594	125.641	91.269	54.891	62.958	23.780	9.507	5.971	4.451	13.282	17.224
6	38.959	70.847	201.672	86.357	52.231	56.498	19.766	8.223	6.117	5.172	11.592	23.619
7	35.268	68.904	151.918	110.307	81.806	63.608	18.552	9.959	5.920	5.246	11.657	24.158
8	32.904	81.072	120.963	92.515	63.304	49.066	17.096	9.003	5.729	4.629	9.883	27.523
9	30.241	64.122	96.112	128.686	52.970	43.474	19.771	8.894	5.351	4.902	9.418	33.745
10	30.857	55.693	87.205	107.274	69.710	40.890	15.421	9.737	5.519	4.552	7.666	56.258
11	29.318	48.987	74.925	89.150	58.941	37.597	15.407	10.075	3.981	6.409	9.784	47.178
12	29.530	41.143	108.641	81.348	59.173	34.802	15.421	12.204	5.991	7.485	7.768	38.911
13	39.061	38.462	129.010	70.696	52.620	35.700	14.902	12.186	7.005	25.549	6.242	32.550
14	40.113	33.990	185.238	83.007	44.899	34.020	14.093	12.208	6.781	23.211	11.146	27.021
15	46.623	40.354	138.666	59.806	108.341	32.908	12.329	10.237	7.117	18.702	11.930	24.578
16	49.780	31.950	167.212	61.306	124.535	30.932	11.871	10.913	5.907	20.605	10.022	23.066
17	41.822	28.920	178.308	80.962	84.027	29.754	12.368	9.323	5.397	17.114	9.031	28.658
18	31.823	42.717	218.326	81.728	72.231	29.071	12.726	8.781	6.513	22.857	8.601	38.037
19	28.035	57.977	244.832	84.557	102.913	27.851	13.212	7.876	5.878	19.336	7.678	28.782
20	23.890	40.398	166.410	85.788	106.424	20.441	11.735	9.651	7.172	14.703	8.359	25.577
21	23.024	35.627	134.636	70.936	89.177	23.417	11.137	7.217	4.526	17.327	7.715	22.208
22	20.154	33.448	115.043	65.276	78.805	25.623	11.394	8.351	5.868	15.748	8.310	18.722
23	68.099	61.500	101.338	57.788	70.240	26.220	10.696	8.788	3.627	17.801	7.194	18.372
24	123.463	65.988	93.560	58.858	62.790	21.688	10.191	8.102	2.763	18.094	6.619	14.628
25	88.253	61.728	95.656	47.613	62.373	23.225	11.880	7.344	3.638	13.987	6.757	13.828
26	68.368	69.074	88.019	44.430	68.715	21.948	10.497	9.398	3.658	17.367	6.320	12.006
27	57.331	103.044	128.226	39.812	58.657	20.484	10.476	9.440	2.578	24.420	5.449	11.890
28	53.269	76.362	132.893	38.136	59.478	24.495	11.132	9.204	2.504	39.081	4.247	11.600
29	70.026		114.958	36.872	77.874	22.293	11.257	9.650	2.158	43.237	4.297	12.092
30	58.001		106.712	33.827	67.414	21.259	9.788	8.003	2.867	39.592	4.620	11.938
31	49.518		97.827	-	143.004	-	10.075	7.196	-	30.821	-	11.758
SUMA	1.441.480	1.515.828	4.148.822	2.288.423	2.180.113	1.223.651	453.026	293.634	157.299	498.408	295.373	684.490
PRO	48.496	54.130	133.833	76.814	70.326	40.796	14.814	9.476	5.242	16.078	9.846	22.081
MAX	123.463	103.044	244.832	142.630	143.004	110.020	25.006	12.208	7.400	43.237	26.128	55.288
MIN	20.154	28.920	74.925	33.627	30.865	20.484	9.768	7.196	2.188	2.716	4.247	5.491
MASA	124.543.672	130.950.299	358.458.221	188.983.747	188.361.783	105.740.726	39.141.448	25.387.258	13.588.042	43.082.451	25.520.409	59.140.454
Vol Diario Prom.	4.617.514	4.678.822	11.563.171	6.619.450	6.076.168	3.524.868	1.262.660	811.986	492.909	1.389.139	850.694	1.927.198

Fuente: Área de Operaciones - Peol



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

	PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s											
	Ene-14	Feb-14	Mar-14	Abr-14	May-14	Jun-14	Jul-14	Ago-14	Set-14	Oct-14	Nov-14	Dic-14
1	10.711	12.223	79.409	66.175	50.773	31.601	15.095	8.058	8.290	8.580	8.844	12.709
2	11.159	15.991	83.920	67.701	46.917	29.437	14.031	6.809	7.581	9.063	9.107	17.680
3	10.531	13.733	112.068	48.476	85.663	28.353	12.050	7.494	6.805	8.218	10.696	23.383
4	12.180	12.668	91.014	52.419	87.616	27.762	11.881	7.757	5.961	7.562	13.196	22.779
5	16.990	10.843	119.441	48.850	68.245	28.532	12.899	7.743	4.867	6.262	12.570	40.342
6	24.287	10.353	113.214	40.989	58.050	24.725	11.981	6.857	4.017	6.510	15.058	64.060
7	51.941	10.143	121.493	35.676	67.569	23.688	12.132	6.741	3.444	7.702	28.457	63.962
8	47.069	11.662	111.391	34.147	63.724	21.846	11.744	7.716	3.939	13.885	21.979	45.747
9	36.872	11.532	130.148	31.064	78.171	21.599	11.768	7.850	3.348	31.718	36.608	40.320
10	30.279	11.657	108.672	29.912	91.863	19.270	10.885	9.979	2.388	39.999	58.601	37.898
11	23.925	12.181	90.616	35.376	100.833	22.042	11.109	11.416	3.320	27.952	41.610	29.090
12	21.902	17.950	73.581	30.030	92.096	17.516	10.052	5.781	2.760	34.876	34.482	25.865
13	20.469	17.107	63.512	27.972	83.843	16.847	9.954	6.953	3.753	21.047	27.939	44.776
14	19.439	20.133	66.532	25.227	76.349	18.218	9.480	7.271	6.268	18.008	22.089	32.728
15	17.907	25.827	64.799	24.974	91.815	15.782	10.493	7.014	7.922	12.634	19.592	27.329
16	15.352	16.425	60.467	28.207	90.214	16.149	8.863	8.056	13.241	12.252	16.996	23.667
17	15.926	18.867	62.482	35.292	75.939	16.556	8.914	4.534	9.165	12.301	19.084	23.692
18	13.650	19.568	62.789	32.705	84.378	16.160	9.564	7.710	7.796	13.448	31.690	22.143
19	16.794	23.241	86.906	30.911	63.854	14.597	8.178	6.169	9.772	14.006	24.306	24.865
20	16.629	32.412	94.243	27.351	62.076	15.205	8.710	6.293	13.159	14.878	16.749	20.707
21	24.212	59.446	66.010	23.282	69.249	13.605	9.174	4.792	13.304	13.875	16.837	17.787
22	19.577	66.904	129.821	27.451	66.413	13.902	6.847	3.783	12.679	11.462	14.183	17.991
23	22.223	119.252	116.405	34.931	54.541	13.145	7.596	6.381	15.120	12.077	12.301	17.034
24	37.506	63.277	115.896	49.366	54.656	13.536	8.898	5.467	19.487	16.575	12.337	17.071
25	26.015	102.977	153.169	47.541	52.147	14.207	6.676	5.403	22.900	15.598	12.985	16.579
26	23.865	96.375	151.239	35.623	49.275	13.884	14.910	5.770	19.791	13.533	16.468	20.473
27	19.036	78.235	137.399	47.069	43.709	13.680	11.770	6.790	22.271	12.431	12.365	31.631
28	16.866	75.864	116.117	54.501	40.027	11.740	10.003	6.610	16.523	11.690	11.635	25.929
29	15.559		67.261	52.769	38.027	13.260	9.915	10.057	11.885	11.748	11.444	62.067
30	15.634		85.114	56.131	35.673	13.631	8.325	9.907	10.616	11.428	11.446	62.858
31	12.067		73.860		32.954		7.447	9.433		10.733		41.523
SUMA	670.096	1.050.446	3.199.150	1.171.131	2.045.679	562.454	323.580	220.588	292.372	460.751	602.734	964.705
PRO	21.616	37.516	100.296	39.038	65.996	18.748	10.437	7.116	9.742	14.863	20.091	31.120
max	51.941	119.252	153.169	65.175	100.833	31.601	15.096	11.416	22.900	39.999	58.601	64.060
MIN	10.531	10.143	60.467	23.282	32.954	11.740	6.676	3.783	2.268	6.262	6.644	12.709
MASA	67.996.294	90.758.534	268.630.596	101.165.716	176.763.946	48.596.026	27.955.594	19.058.630	25.252.301	39.606.986	52.079.218	83.350.512
Vol. Diario Prom	1.697.622	3.241.382	8.660.488	3.372.893	5.792.054	1.619.827	921.737	614.822	641.709	1.284.163	1.735.692	2.098.796

Fuente: Área de Operaciones - Paoi



**PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR**

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-15	Feb-15	Mar-15	Abr-15	May-15	Jun-15	Jul-15	Ago-15	Sep-15	Oct-15	Nov-15	Dic-15
1	40.821	124.693	74.290	152.310	44.739	63.072	14.188	8.501	3.935	3.191	12.380	47.157
2	38.508	69.451	63.412	151.551	38.688	52.915	13.438	7.607	3.894	3.111	11.307	44.771
3	39.180	74.747	102.502	122.749	52.605	48.933	14.121	8.879	4.725	3.159	9.865	35.342
4	38.391	63.561	97.758	118.870	54.429	42.478	13.452	7.301	4.830	3.208	6.512	28.570
5	45.549	57.091	73.891	132.130	50.524	39.853	13.957	8.247	4.319	2.839	6.898	24.398
6	46.126	54.481	64.264	130.159	45.203	36.897	12.821	6.921	3.750	3.053	5.533	22.983
7	44.898	57.638	72.413	117.222	43.505	34.471	12.688	6.935	3.898	3.367	5.785	24.434
8	41.111	66.166	63.258	109.220	41.131	32.887	13.616	7.917	3.424	3.183	6.094	16.830
9	35.468	47.436	67.078	102.770	38.160	30.707	12.605	5.388	4.761	3.759	17.921	17.946
10	37.073	41.558	66.466	100.823	34.334	29.603	12.788	8.284	4.757	4.167	27.857	23.348
11	47.156	36.387	50.104	93.452	33.627	29.854	10.970	6.798	5.823	3.497	17.359	22.136
12	56.896	33.772	41.947	78.708	36.233	27.887	14.716	7.055	6.102	3.290	14.860	17.847
13	48.917	32.577	40.273	114.114	33.094	26.211	14.746	8.261	3.740	4.087	15.736	15.539
14	47.222	33.626	53.286	84.894	41.469	22.546	13.376	6.924	4.441	4.308	11.666	15.767
15	41.198	52.786	78.978	106.608	38.081	30.276	11.926	7.458	3.905	3.549	8.798	19.003
16	37.481	80.270	79.886	113.157	52.158	28.348	11.912	6.077	4.208	11.879	13.159	16.349
17	43.127	41.007	135.528	98.488	68.044	23.673	12.196	6.159	3.398	6.323	18.528	13.961
18	48.137	35.181	142.425	92.503	80.921	21.612	12.362	6.911	4.744	6.024	31.171	11.427
19	55.858	31.208	206.226	69.275	53.763	20.838	13.251	7.110	4.841	4.603	38.398	10.751
20	58.543	29.065	214.778	66.728	45.886	19.828	11.662	7.153	3.654	4.627	31.070	13.724
21	80.704	27.388	197.178	85.179	40.341	18.730	11.200	6.018	3.318	5.056	24.961	18.577
22	72.683	25.283	204.025	80.577	41.844	17.481	10.862	5.179	4.822	5.378	30.328	14.230
23	102.655	24.387	267.197	66.934	35.562	18.852	9.413	4.989	4.852	10.037	28.938	12.348
24	131.875	28.587	210.712	62.880	32.172	18.129	10.387	4.890	3.289	8.157	44.604	13.461
25	126.234	55.650	230.328	58.830	40.130	18.754	9.523	5.485	3.073	13.156	50.243	20.198
26	132.281	52.251	196.435	52.404	45.362	18.324	10.128	4.912	3.437	9.297	74.821	18.903
27	113.787	47.200	171.789	48.802	57.291	15.392	8.808	4.603	4.553	31.160	53.991	20.002
28	112.739	61.811	136.895	45.288	58.356	15.065	9.212	4.360	3.345	13.832	73.804	19.307
29	80.148		119.207	43.147	73.428	15.728	8.955	5.675	3.483	17.765	57.979	18.408
30	61.653		105.549	41.494	87.885	14.944	7.780	4.012	3.228	20.827	46.899	17.024
31	111.818		111.606		73.627		7.362	6.288		19.438		16.060
SUMA	2,036.807	1,366.226	3,760.498	2,787.966	1,512.768	823.435	394.379	203.262	124.535	238.155	607.077	628.680
FRQ	65.703	48.794	121.306	92.832	48.789	27.449	11.754	6.556	4.151	7.715	26.903	20.280
MAX	132.281	124.693	267.197	152.210	87.888	63.072	14.746	6.679	6.102	31.160	74.821	47.157
MIN	35.468	24.387	40.273	41.494	32.172	14.944	7.362	4.012	2.839		5.533	10.751
MASA	175,980,125	118,041,928	324,907,027	240,880,262	130,703,156	71,146,612	31,482,348	17,584,429	10,756,824	20,662,992	69,731,453	54,318,818
Vol. Diario Prom	8,576,738	4,218,800	10,480,838	8,009,325	4,218,234	2,371,694	1,015,546	566,911	368,648	690,676	2,334,418	1,760,182

Fuente: Área de Operaciones - Peof



PROYECTO ESPECIAL DEMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANGAY m ³ /s												
	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Agg-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18
1	10 967	93 623	86 667	76 923	42 712	14 469	9 935	9 318	2 262	4 257	3 664	4 972
2	13 761	74 406	81 196	106 281	36 578	14 995	9 035	4 580	4 465	4 052	3 701	5 749
3	12 968	54 383	140 127	253 379	39 194	30 539	9 211	4 179	3 756	5 193	3 656	5 113
4	12 067	90 891	160 431	124 743	33 916	26 601	8 945	5 600	3 003	3 385	3 637	4 517
5	12 427	76 684	158 690	115 824	31 929	22 026	7 777	4 517	4 768	4 540	4 341	6 865
6	11 842	96 144	190 420	96 274	29 835	36 074	8 668	4 167	6 394	4 208	5 257	4 636
7	15 999	57 866	235 686	60 599	25 205	26 146	9 076	4 513	4 903	6 054	3 629	6 533
8	31 766	53 785	162 378	66 063	26 611	16 730	7 350	4 225	4 646	6 259	3 679	5 210
9	24 076	90 244	118 253	71 243	28 142	19 061	7 613	5 193	4 249	3 954	3 610	3 570
10	20 439	70 119	108 413	72 069	41 282	19 104	8 979	4 799	4 211	3 470	3 720	6 195
11	17 105	30 658	102 826	84 311	37 530	17 196	7 433	4 238	3 644	5 942	3 613	6 578
12	15 560	50 833	85 471	77 179	31 559	17 843	6 621	3 910	3 630	6 967	4 175	4 369
13	14 066	41 259	79 062	62 585	26 996	15 066	7 155	3 620	3 666	9 852	3 696	4 479
14	12 473	37 323	72 832	56 077	26 552	15 739	7 676	3 101	3 713	9 156	3 132	6 333
15	13 104	33 697	61 146	66 126	24 403	14 620	8 490	4 429	3 189	7 903	3 179	4 866
16	11 429	30 857	55 024	63 170	23 450	14 317	8 301	3 005	11 061	7 080	2 658	11 708
17	14 166	38 338	51 366	75 297	22 641	13 446	6 430	3 482	4 846	6 643	2 962	6 432
18	17 460	30 366	47 684	62 784	22 176	12 366	7 366	3 474	6 304	9 666	1 667	7 643
19	28 376	34 520	41 996	55 364	23 079	12 020	8 715	3 626	4 626	17 206	1 133	14 666
20	26 406	29 467	40 530	49 057	22 496	12 764	6 939	3 691	5 000	13 266	1 516	19 316
21	51 582	27 676	51 322	44 665	19 333	11 106	7 361	3 464	3 732	6 264	1 331	15 106
22	36 708	46 666	38 908	40 503	20 233	12 679	7 643	3 300	3 619	6 634	1 636	11 343
23	27 326	76 236	36 606	41 357	20 297	10 332	6 430	3 525	3 917	7 619	1 516	10 666
24	22 302	84 067	33 636	60 136	19 266	10 666	6 663	3 230	3 631	6 107	2 163	11 470
25	20 236	119 672	30 737	54 320	19 643	10 283	4 036	3 736	4 559	6 666	2 162	14 066
26	17 361	109 670	26 626	47 694	17 440	12 069	4 666	4 167	3 613	5 142	2 179	16 394
27	18 130	136 826	31 166	46 421	18 165	10 040	5 360	3 663	3 455	5 912	2 326	15 165
28	17 567	120 341	56 362	45 641	18 173	10 645	5 616	3 331	3 766	3 591	2 260	21 060
29	20 779	121 339	48 661	64 414	17 949	11 415	5 608	4 426	4 272	4 489	2 330	22 296
30	30 915		116 465	45 517	15 641	9 946	3 947	5 452	3 914	4 139	2 624	22 230
31	75 265		64 606	15 107			3 727	4 526		3 551		16 797
SUMA	660 623	1 699 101	2 670 741	2 296 290	806 036	483 691	223 761	130 167	131 399	260 711	87 496	320 622
PRO	21 962	66 666	66 163	73 616	26 001	16 120	7 218	4 199	4 378	6 475	3 666	10 349
MAX	75 265	136 826	235 686	253 379	42 712	35 074	9 935	6 316	11 061	17 206	5 257	22 295
MIN	11 429	29 467	26 626	40 500	15 107	9 646	3 727	3 005	2 262	3 365	1 133	3 570
MAEA	66 623 107	167 636 326	230 752 022	190 537 064	69 641 510	41 762 262	18 332 666	11 245 665	11 347 690	17 341 430	7 559 664	27 719 021
VOL. Diario Prom.	1 981 517	5 777 222	7 443 619	6 301 264	2 246 469	1 392 769	623 633	362 794	376 259	556 442	266 316	894 164

Fuente: Área de Operaciones - Peol



PROYECTO ESPECIAL OSMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s.												
	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17
1	22.173	46.937	97.184	218.704	71.891	51.106	23.004	8.360	7.767	21.656	17.917	14.332
2	42.063	83.454	92.677	153.011	94.838	45.133	22.920	10.027	9.183	14.136	15.324	12.206
3	30.767	57.680	87.941	126.448	58.788	42.878	21.392	7.692	7.545	12.072	14.228	10.830
4	24.283	72.032	88.403	110.355	54.187	42.057	20.410	9.062	7.148	14.487	12.212	11.860
5	21.906	53.741	56.969	100.249	57.783	38.857	18.313	8.873	8.259	20.182	10.811	11.950
6	34.564	50.722	51.860	87.555	87.928	37.707	17.604	9.816	8.850	18.683	11.140	17.814
7	55.738	42.351	100.130	94.105	132.763	35.714	18.846	8.485	8.680	13.278	10.001	26.341
8	59.940	37.891	149.940	93.891	108.798	32.098	17.591	8.251	7.519	21.609	12.562	32.747
9	58.518	77.272	153.281	98.363	88.591	30.894	15.224	7.076	10.447	26.741	10.412	23.871
10	44.115	81.787	140.864	101.557	80.143	29.325	16.676	8.171	8.949	20.172	9.346	34.283
11	34.834	114.440	180.661	97.853	78.480	35.204	16.658	8.476	10.066	16.422	8.977	28.539
12	24.152	78.120	171.870	98.920	74.449	32.959	14.494	8.939	8.046	14.666	9.174	22.460
13	30.803	60.038	308.521	97.080	88.703	29.250	14.718	9.236	11.312	15.493	9.125	21.813
14	56.315	48.289	264.379	94.399	72.358	32.468	15.583	10.563	14.199	18.833	9.659	17.784
15	60.997	40.923	206.656	76.848	90.484	28.553	11.448	11.201	16.838	13.439	8.711	19.070
16	54.013	39.592	177.841	88.000	89.441	27.478	13.582	10.822	15.286	13.802	7.240	19.543
17	40.040	38.108	151.555	54.223	71.042	24.322	12.082	8.328	8.160	11.006	8.507	32.148
18	29.166	33.636	161.019	63.692	70.980	24.811	14.026	17.586	10.042	11.054	7.112	24.022
19	27.716	29.713	158.652	98.683	89.488	24.418	11.859	15.747	8.402	11.394	6.386	22.541
20	25.271	28.812	123.691	106.460	59.513	23.151	12.394	12.322	7.944	9.029	7.125	27.909
21	22.503	48.500	108.175	98.863	87.237	27.906	12.859	18.060	7.886	9.817	5.859	25.961
22	25.357	48.942	156.009	86.871	92.753	38.871	10.758	12.689	8.544	11.882	6.485	26.097
23	39.155	57.228	226.881	84.753	120.362	28.831	11.510	12.538	8.173	49.689	9.533	27.143
24	35.430	67.371	204.011	71.798	81.319	23.419	11.810	10.657	8.188	42.095	11.209	27.271
25	30.613	58.672	195.101	71.454	68.664	24.262	9.748	8.549	7.242	29.697	9.988	23.932
26	34.824	82.359	217.284	74.397	63.229	22.925	11.555	10.954	7.784	30.993	8.105	20.277
27	47.772	89.933	182.808	68.513	62.911	21.270	8.649	9.947	9.866	22.640	8.940	19.648
28	39.600	97.020	138.388	61.498	59.274	21.358	10.082	10.320	7.784	27.380	25.869	17.430
29	32.784		147.991	61.422	57.519	25.283	8.709	11.538	8.383	31.004	19.231	20.955
30	27.809		241.041	67.894	63.488	27.734	10.737	9.953	20.160	28.301	17.090	18.981
31	34.008		274.985		51.735		8.878	9.820		23.112		15.387
SUMA	1.147.235	1.650.561	4.893.460	2.820.387	2.307.081	829.245	444.758	317.628	272.207	901.923	328.170	671.062
PRO	37.008	66.948	161.079	94.012	74.422	39.975	14.347	10.246	9.074	20.064	10.688	21.647
MAX	60.997	114.440	308.521	218.794	132.763	51.105	23.004	17.586	20.156	49.689	25.869	34.283
MIN	21.900	25.812	51.860	61.422	51.735	21.270	8.649	8.485	6.188	9.029	5.859	10.630
MASA	99.121.363	142.608.470	431.434.944	343.879.759	199.331.798	80.286.768	38.427.178	27.443.059	23.619.866	92.508.147	28.353.888	57.979.757
Vol. (Harto Pres)	3.197.491	5.993.194	13.917.226	8.122.637	6.430.081	2.676.240	1.239.581	885.254	783.984	1.733.530	923.443	1.870.301

Fuente: Área de Operaciones - Peat



PROYECTO ESPECIAL DE DOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m³/s.

	Eno-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18
1	17.602	25.207	29.354	70.409	74.151	39.390	12.725	8.194	3.711	3.765	29.761	24.808
2	14.362	24.453	37.992	55.140	48.812	37.458	12.200	7.197	3.711	5.414	19.040	20.600
3	13.075	23.789	33.413	54.467	41.499	34.146	13.537	7.670	3.320	8.845	19.852	19.015
4	12.890	19.960	34.508	75.687	36.383	35.304	13.137	5.786	3.205	0.541	23.333	17.076
5	14.358	20.516	36.691	164.404	35.125	32.202	11.863	4.909	3.134	6.447	18.626	16.189
6	24.503	19.046	38.355	106.333	66.703	28.988	11.250	5.939	2.815	3.760	19.095	14.059
7	40.044	39.416	39.716	84.049	61.586	26.611	12.077	5.623	3.173	9.402	10.898	14.250
8	47.081	46.823	33.462	76.166	90.620	25.039	10.631	6.336	3.419	12.502	23.254	12.773
9	34.651	41.373	29.674	86.600	65.099	23.104	10.098	5.695	3.205	9.163	76.812	17.430
10	38.907	33.981	27.036	90.768	68.759	21.790	10.457	6.119	2.719	6.588	56.569	12.431
11	54.771	30.020	25.403	70.655	81.108	20.818	10.204	6.262	2.923	4.870	69.603	13.738
12	86.891	25.398	28.543	82.600	76.877	25.237	11.388	6.881	2.733	6.058	66.363	12.179
13	72.453	26.256	26.618	57.163	73.329	19.934	9.785	5.176	1.979	3.645	45.541	13.580
14	62.297	24.395	23.990	80.290	67.246	20.178	9.271	6.467	2.357	4.218	57.017	13.470
15	51.119	24.162	20.655	52.590	59.724	19.067	10.013	5.520	2.577	3.919	39.830	21.129
16	49.149	44.197	21.293	45.733	77.512	19.383	10.184	4.099	3.772	4.417	35.394	23.078
17	64.545	63.966	22.061	42.853	76.081	18.447	8.971	5.764	6.408	5.876	28.726	17.176
18	158.035	52.719	22.343	37.230	78.963	17.403	6.990	5.715	10.819	7.798	29.174	19.970
19	152.305	66.825	31.683	33.762	78.669	15.507	10.298	6.048	5.206	15.095	33.257	31.180
20	96.381	81.349	25.032	31.238	68.853	19.402	6.255	4.278	5.279	11.293	70.044	61.893
21	76.006	98.762	24.807	26.842	120.376	16.370	9.274	4.831	6.216	9.342	68.553	62.157
22	63.620	49.692	25.851	22.461	106.609	16.349	8.900	3.954	3.382	6.845	77.036	100.803
23	73.695	41.360	23.620	23.124	80.400	14.710	9.520	5.716	4.074	0.910	67.610	73.681
24	64.182	36.518	39.970	51.878	78.763	13.673	8.831	5.826	4.011	4.425	56.711	64.166
25	53.961	30.471	43.098	46.369	65.455	14.193	9.740	4.832	3.071	5.759	44.865	43.683
26	46.000	27.670	39.813	45.438	66.766	16.312	9.615	3.543	3.735	3.956	48.660	36.742
27	40.326	27.824	34.221	33.736	50.548	15.333	6.473	4.495	3.657	4.247	49.493	32.443
28	35.731	26.967	32.594	55.410	46.701	12.829	6.312	3.918	3.693	7.212	39.057	28.725
29	32.095		40.237	28.843	42.819	12.440	7.082	3.741	4.300	9.132	32.134	26.912
30	28.419		55.544	97.976	40.915	14.768	6.716	3.114	3.898	12.230	27.333	25.671
31	26.114		89.436		54.877		7.082	3.141		25.207		24.012
SUMA	1.650.190	1.022.995	1.034.020	1.810.248	2.128.421	637.795	306.892	166.605	114.566	211.630	1.273.451	804.876
PRO	53.232	36.536	33.356	60.342	66.659	21.259	9.900	5.374	3.819	7.054	36.553	29.836
MAX	156.035	81.349	89.436	164.404	120.376	36.390	13.537	8.194	10.618	15.095	77.036	100.803
MIN	12.890	19.046	20.655	22.461	26.125	12.440	6.473	3.114	1.979	3.645	10.868	12.179
MASA	142.575.552	88.386.763	88.339.667	166.406.427	163.896.674	55.102.898	26.515.469	14.364.672	9.898.675	18.264.832	110.026.166	76.817.926
Vol.Dato Prom.	4.569.345	3.166.710	2.881.968	5.213.549	5.932.136	1.836.776	866.360	464.314	309.962	609.466	3.160.771	2.578.003

Fuente: Área de Operaciones - Peot



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAY m ³ /s												
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
1	20.051	73.285	89.807	102.031	94.781	29.940	13.048	9.352	4.054	4.376	25.622	25.409
2	22.057	96.166	95.722	105.531	51.757	30.225	11.997	5.446	4.779	3.946	39.701	63.721
3	17.892	54.180	107.403	178.521	69.497	28.373	11.037	5.863	4.341	4.505	38.810	45.682
4	17.179	47.819	103.168	137.616	48.942	27.689	12.454	7.518	4.029	4.090	96.179	47.920
5	18.248	49.107	94.544	114.690	48.699	25.210	12.384	7.480	5.447	7.246	84.413	81.074
6	18.197	43.349	170.783	96.330	51.233	25.368	15.920	7.895	2.813	4.547	76.098	85.107
7	30.822	61.356	115.930	91.839	45.489	23.234	18.436	6.164	3.915	7.334	66.374	68.433
8	26.720	69.459	110.082	93.991	40.490	21.096	16.576	6.220	5.503	11.390	51.070	48.361
9	23.250	112.457	80.282	117.556	37.160	20.954	14.853	6.774	3.558	10.541	42.819	41.412
10	19.704	123.001	76.283	92.610	37.472	17.958	12.837	6.965	3.463	7.193	43.835	41.113
11	16.646	101.510	62.721	84.676	44.973	19.335	12.086	6.280	3.572	6.724	42.719	35.314
12	16.856	88.362	65.018	74.434	37.670	19.476	10.412	7.231	3.667	5.334	55.456	36.236
13	14.183	78.505	65.943	62.787	65.679	17.844	10.946	6.409	2.362	5.181	55.456	29.827
14	16.670	75.338	104.585	58.168	72.571	18.858	11.910	6.030	3.368	4.466	47.114	23.387
15	16.630	99.460	106.668	80.466	50.945	17.046	13.623	5.866	3.655	4.197	40.853	24.759
16	20.925	78.462	116.547	74.204	48.699	18.378	12.175	5.076	3.423	6.067	31.586	31.064
17	22.618	62.173	102.241	68.518	42.516	17.746	11.677	6.411	3.235	12.526	27.285	26.883
18	23.660	64.662	105.740	77.004	39.576	17.868	11.648	6.038	2.432	22.090	24.022	24.458
19	24.679	48.558	123.420	77.262	35.968	15.730	15.717	3.370	2.936	16.485	16.287	31.334
20	19.104	85.967	142.681	112.345	33.376	14.268	7.775	6.827	4.436	16.978	16.827	60.993
21	19.001	93.423	145.638	108.240	35.668	13.860	11.026	5.661	3.131	16.147	16.508	69.478
22	17.348	77.045	187.348	116.980	33.775	15.315	13.932	6.244	4.759	19.205	17.774	64.002
23	17.607	76.499	129.286	100.477	27.817	13.952	13.690	6.367	6.193	19.007	17.395	46.490
24	16.985	100.677	126.783	96.464	32.709	12.921	10.663	5.954	3.875	10.250	10.313	36.937
25	16.064	266.865	174.900	97.795	35.325	13.853	11.048	4.659	4.799	19.946	19.538	33.343
26	16.674	173.472	124.448	82.025	76.160	12.746	15.939	5.690	3.694	14.747	21.065	29.904
27	16.321	120.287	107.169	75.746	49.724	13.311	11.468	5.441	3.871	11.359	20.442	31.694
28	20.987	89.666	103.353	69.679	60.072	13.128	10.966	4.877	4.418	16.830	16.418	45.190
29	26.666		127.586	62.833	40.875	13.245	10.515	4.798	3.856	26.647	19.176	129.783
30	31.206		119.807	58.226	38.618	16.136	10.160	4.652	6.830	22.429	16.560	117.592
31	30.246		102.044		30.712		8.030	3.970		17.846		102.018
SUMA	637.226	2.483.851	3.570.447	2.770.214	1.368.968	663.891	273.167	169.281	119.214	262.774	1.089.323	1.621.885
PRO	20.555	87.995	115.176	92.344	44.696	18.794	12.038	6.236	3.974	11.796	47.068	51.673
MAX	33.245	266.865	187.348	178.521	76.160	30.225	18.458	9.352	6.830	29.047	84.413	129.783
MIN	14.183	43.049	76.283	58.168	27.817	12.746	7.775	3.370	2.362	3.946	16.418	23.387
MABA	55.253.808	212.878.728	308.468.621	236.355.130	119.714.803	48.714.154	32.241.429	18.708.118	10.300.000	30.479.974	62.389.597	138.401.136
Vol. Diario Prom	1.775.652	7.630.769	9.851.298	7.969.822	3.661.734	1.603.602	7.980.981	538.963	343.354	1.015.678	4.066.675	4.464.547

Fuente: Área de Operaciones - Peof



PROYECTO ESPECIAL OMBOS TINAJONES
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA MAYOR

PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO CHANCAJ m ³ /s.												
	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
1	65.633	14.323	18.968	134.248	56.763	31.280	11.400	11.020	6.778	12.878	6.010	45.245
2	53.844	15.848	35.191	80.061	50.899	40.118	11.742	11.530	5.799	8.848	4.873	38.109
3	47.824	19.775	28.565	90.061	49.012	47.754	10.417	9.763	5.268	8.324	5.165	29.848
4	41.182	18.856	23.768	88.363	116.232	32.807	18.125	10.734	4.392	8.888	3.854	20.317
5	40.401	16.288	18.889	54.910	90.068	27.801	17.708	7.308	4.273	7.088	4.702	40.002
6	37.217	15.811	18.898	83.989	87.817	27.798	26.533	10.481	6.197	6.880	4.524	43.120
7	33.293	15.559	22.138	85.789	84.685	22.843	23.573	10.126	5.511	5.978	5.588	62.841
8	28.811	19.299	25.709	98.308	59.105	20.888	24.235	9.485	5.720	5.678	5.916	86.138
9	28.999	22.523	28.412	103.384	51.820	20.821	27.325	7.678	6.830	5.624	3.942	104.834
10	25.053	27.402	28.414	85.655	45.778	18.425	53.003	6.788	6.348	4.330	5.731	77.462
11	24.408	26.634	95.375	99.470	42.201	18.077	59.537	7.910	5.081	5.489	3.862	66.727
12	22.004	23.786	85.732	82.687	43.292	17.185	42.470	7.389	5.473	4.327	3.477	73.940
13	24.973	20.890	73.100	113.382	39.449	18.441	21.883	0.338	4.238	4.090	4.902	106.108
14	21.100	20.428	67.254	103.285	36.100	16.810	27.378	8.200	5.272	3.450	4.683	78.455
15	21.887	18.741	82.411	105.145	36.840	14.260	25.484	9.454	4.138	3.213	4.808	75.037
16	20.583	18.831	84.517	79.241	31.248	14.247	22.848	11.474	5.775	4.384	4.147	88.079
17	18.128	17.128	82.719	73.788	29.658	18.188	18.888	8.684	8.100	3.283	5.313	84.580
18	17.230	16.928	75.026	95.445	28.107	14.120	17.300	7.644	5.830	3.989	3.324	80.684
19	16.782	15.833	67.747	92.838	33.609	12.747	17.811	6.379	6.533	3.814	3.889	108.518
20	15.874	15.455	54.842	86.287	34.073	11.805	15.853	8.781	9.278	5.051	3.985	128.937
21	23.911	20.096	48.935	57.858	28.171	13.086	13.723	7.288	6.398	6.880	8.248	103.484
22	18.481	18.026	41.588	51.928	26.858	11.955	15.814	6.818	5.991	8.434	6.353	81.988
23	15.824	16.056	35.129	32.518	25.155	12.848	12.735	9.215	5.841	5.020	4.811	97.552
24	15.801	15.088	31.484	30.452	24.183	11.874	15.853	7.281	6.038	20.595	5.288	97.441
25	15.257	16.179	31.189	88.843	22.763	11.080	12.866	6.357	7.306	11.800	4.232	94.930
26	18.981	18.091	29.018	93.449	22.267	11.290	13.338	7.410	5.927	12.148	4.075	80.978
27	18.754	18.803	29.888	87.800	19.284	11.814	18.847	5.898	8.718	8.547	4.645	62.801
28	14.905	15.176	30.582	70.428	19.411	10.157	10.870	7.019	9.533	9.395	6.721	57.460
29	15.857	17.256	42.737	82.961	17.863	12.070	15.199	4.750	11.611	8.150	13.889	48.770
30	14.188		38.372	75.785	17.768	11.787	13.579	7.218	8.134	8.518	19.148	41.388
31	14.838		36.264		16.045		12.284	5.420		4.938		34.818
SUMA	797.950	526.571	1.333.917	2.378.038	1.274.698	564.238	858.843	285.343	188.830	213.193	167.828	2.203.261
PRO	25.408	18.088	43.032	79.288	41.119	18.808	21.247	8.237	6.215	7.108	4.687	71.073
MAX	65.633	27.402	95.375	134.248	116.232	47.754	59.537	11.530	11.611	20.595	19.148	128.937
MIN	14.188	14.323	18.858	50.452	16.045	11.080	10.417	3.898	4.158	3.213	3.324	25.848
MASA	68.053.824	45.323.286	115.257.341	265.514.410	110.133.734	48.750.183	86.908.755	22.081.035	18.318.840	18.419.675	14.482.888	185.361.750
Vol.Diario Prom	2.195.281	1.562.880	3.711.988	8.059.483	3.552.862	1.625.011	1.835.741	711.677	543.888	613.588	493.821	6.140.707

Fuente: Área de Operaciones - Pect



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

SEÑOR:

PhD. GUILLERMO ANTONIO BAIGORRIA PAZ
PRESIDENTE EJECUTIVO DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

ASUNTO: SOLICITO INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

PRESENTE.-

Yo Lourdes Stephany Ordóñez Rimarachín, identificada con DNI N° 46909841, código universitario N° 2131816808, celular N° +51 970 416 326, correo electrónico orimarachinlour@crece.uss.edu.pe, alumna de la Universidad Señor de Sipán de Chiclayo ante usted con el debido respeto me presento y expongo.

Que estando desarrollando mi tesis titulada: "Aplicación de Redes Neuronales Artificiales (RNA) al modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque", me es necesario contar con información meteorológica de las estaciones meteorológicas que detallo a continuación, lo cual permitirá cumplir los objetivos de mi investigación propuesta.

N°	Estación meteorológica	Información	Periodo
01	Chugur	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
02	Udima	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
03	Llama	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
04	Chancay Baños	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
05	Tocmoche	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
06	El Espinal	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
07	Puchaca	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
08	Cayaltí	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
09	Jayenca	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
10	Lambayeque	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)
11	Reque	Precipitación acumulada diaria (mm)	01/01/1991 – 31/12/2020 (30 años)

Segura de contar con su valioso apoyo me despido, deseándole éxitos en las gestiones que viene desarrollando.

Chiclayo, 29 de junio de 2022



Bach. Lourdes Stephany Ordóñez Rimarachín
DNI N° 46909841
Cód. Univ. N° 2131816808
Cel. N° +51 970 416 326



Atención al Ciudadano (USA) atencionalciudadano@senamhi.gob.pe

vs. 1 jul. 2024

Estimada:

Lourdes Stephany Ordoñez Rimarachin

Buenas noches.

Respecto a la información solicitada, le hacemos conocer las tres formas para acceder a la información y elija la que se acomode mejor a su necesidad:

1. Gratuita, desde nuestro portal web, puede ubicar cierta información que está disponible de libre acceso al público en el siguiente enlace: <https://www.senamhi.gob.pe/?#estaciones>

Deberá elegir el departamento de su interés y ubicar la estación más cercana a su zona de consulta.

Las estaciones hidrometeorológicas que visualizará se diferencian en: verde claro (estaciones meteorológicas automáticas), verde oscuro (estaciones meteorológicas convencionales), azules (estaciones hidrológicas convencionales) y celestes (estaciones hidrológicas automáticas).

Hacemos de su conocimiento nuestros servicios: en cuanto a datos hidrometeorológicos, ofrecemos los siguientes: Precipitación Total, Precipitación Máxima en 24 Horas, Precipitación Diaria Total, Temperatura Media, Temperatura Mínima, Temperatura Máxima, Humedad Relativa, Dirección y Velocidad del Viento, Radiación Solar, Presión Atmosférica, Evaporación, Caudal, Nivel del Río, Horas de Sol, Índice de Radiación UV y Contaminantes Ambientales.

Asimismo, ingresando a nuestro Portal Institucional: <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?#descarga-datos-meteorologicos> podrá registrarse y descargar información disponible para descarga, para ello, le adjuntamos el tutorial para la descarga de datos.

2. Realizando abono, la data hidrometeorológica tiene un costo, si desea un presupuesto, sírvase remitir el formato adjunto (formato de Solicitud TUSNE), teniendo en cuenta colocar el nombre de la estación o estaciones a consultar, la variable o variables, la escala y el periodo de tiempo que necesita para los fines. De aprobarlo, realice el pago de acuerdo a la "forma de pago" que se indicará en el formato de presupuesto que se le enviará, y en un plazo de 05 a 08 días hábiles recibirá la información.

3. Gratuita, presentando documentos: El SENAMHI otorga apoyo a los estudiantes, tesisistas o investigadores (sin fines de lucro), liberando del costo de la información si cumplen con los siguientes requisitos:

3.1 Solicitud dirigida al Gerente General del SENAMHI, Fidel Pinedo Pasapera (formato adjunto - Anexo 01), asimismo, para su llenado debe tener en cuenta colocar el nombre de la estación o estaciones a consultar, la variable o variables, la escala y el periodo de tiempo específico para los fines.

3.2 Carta de la universidad o instituto superior dirigida al Gerente General del SENAMHI, presentando al alumno que solicita la información y aprobando el proyecto de tesis, de ser el caso.

Si es tesisista o investigador, adicionalmente:

3.3 Presentar el proyecto de tesis o de investigación (resumen que sustente el pedido de la información de un mínimo de 03 y un máximo de 10 hojas).

3.4 Declaración Jurada, que indique que la información es exclusivamente para su proyecto de tesis o de investigación (formato adjunto - Anexo 03).

3.5 Carta de compromiso de remitir un ejemplar al término de su investigación y sustentación al correo: bi@tesis@senamhi.gob.pe

Estos documentos deberá remitirlos por esta vía. El tiempo estimado para su atención es de dos semanas. La información será remitida a su correo electrónico en formato Excel.

Atentamente,

Anexo N° 03: Código en Python del Modelamiento con Redes Neuronales.

Q+P_ChancayL_RNR_LSOR

March 31, 2022

"APLICACIÓN DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES (RNA) AL MODELAMIENTO DE LLUVIA-ESCORRENTÍA EN LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY LAMBAYEQUE"

```
[1]: #=====#  
#DESARROLLADOR : Lourdes Stephany Ordóñez Rivaschín (LSOR) #  
#CÓDIGO : Redes Neuronales Recurrentes (RNR) #  
#FECHA : 01/04/2022 DC/NN/AA #  
#LUGAR : IIS - Chiclayo - Lambayeque - Perú #  
#=====#
```

Etapla 01: Preprocesado de los datos.

```
[2]: # Aquí en este código se toma caudal (Q) y precipitación (P) para calibrar y  
..validar el modelamiento hidrológico, asimismo, el 80% de información (01/01/  
..1991 al 31/12/2014 (24 años de 30)) se emplea para calibrar y el 20% para  
..validar (01/01/2015 al 31/12/2020 (6 años de 30)).  
# Importación de librerías.  
import numpy as np #Librería para el tratamiento numérico.  
import pandas as pd #Librería para generar tablas.  
import matplotlib.pyplot as plt #Librería para graficar.  
import seaborn as sns #Librería para correlacionar datos.  
from google.colab import drive #Librería para importar datos desde Google  
..Drive.  
drive.mount('/content/drive')
```

Drive already mounted at /content/drive; to attempt to forcibly remount, call drive.mount('/content/drive', force_remount=True).

```
[3]: # Importamos el conjunto de datos (dataset).  
dataset = pd.read_excel('/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/ChancayL.xlsx',  
..sheet_name="ChancayL_CcP_19912020", index_col=0)  
dataset
```

```
[3]:
```

	Bacarruni	Chugur	Ucina	Llana	ChancayB	Tomoché	Espinal
Fecha							
1991-01-01	33.270	0.3	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.000000
1991-01-02	26.470	2.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.000000

1991-01-03	21.960	3.3	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00000
1991-01-04	19.410	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00000
1991-01-05	18.370	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.00000
--	--	--	--	--	--	--	--
2020-12-27	62.801	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.89044
2020-12-28	57.460	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.89044
2020-12-29	48.770	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.89044
2020-12-30	41.386	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.89044
2020-12-31	34.818	10.6	0.0	10.507946	0.0	0.0	0.89044

	Puchaca	Cayalti	Jayanca	Lambayeque	Reque
Fecha					
1991-01-01	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
1991-01-02	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
1991-01-03	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
1991-01-04	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
1991-01-05	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0
--	--	--	--	--	--
2020-12-27	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0
2020-12-28	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0
2020-12-29	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0
2020-12-30	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0
2020-12-31	0.278716	0.0	0.0	0.0	0.0

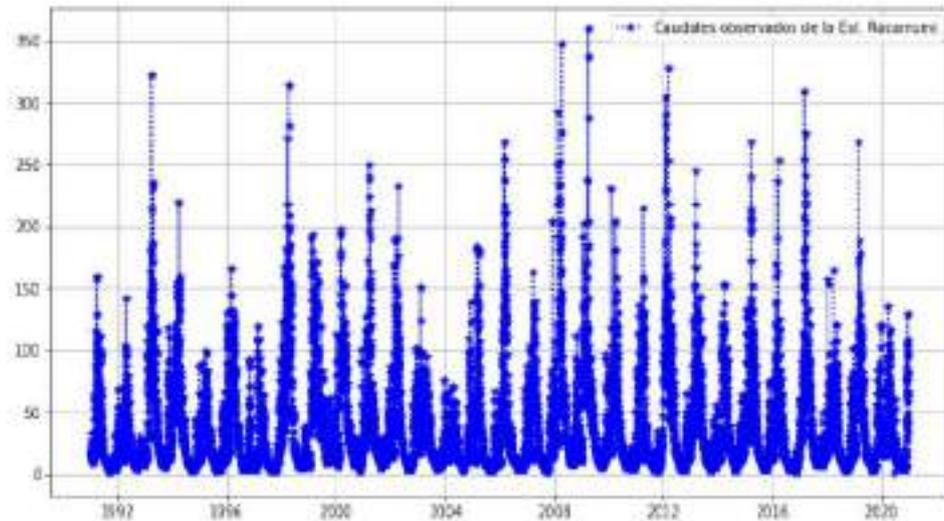
[10958 rows x 12 columns]

```
[4]: # Cantidad de datos de la matriz de datos total.
dataset.shape
```

```
[4]: (10958, 12)
```

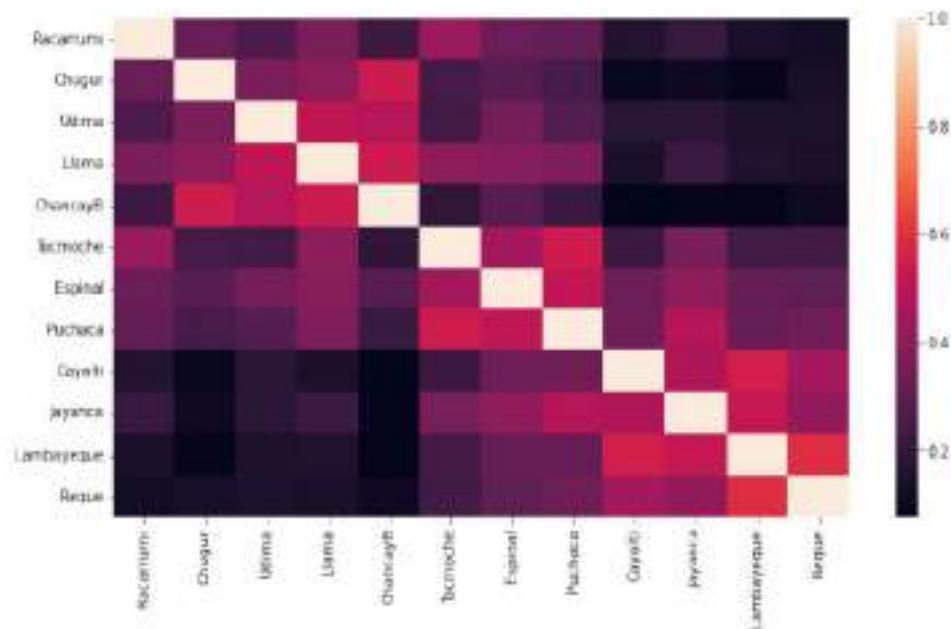
```
[5]: # Graficamos los registros de precipitación de las estaciones de precipitación.
dataset.loc["1991-01-01":"2020-12-31",["Chugur", "Udima", "Llama", "Chancay8",
--"Tocnoche", "Espinal", "Puchaca", "Cayalti", "Jayanca", "Lambayeque",
--"Reque"]] plot(subplots=True, figsize=(12, 8)); plt.legend(loc='best')
```

```
[5]: <matplotlib.legend.Legend at 0x7ff5bc86b1d0>
```

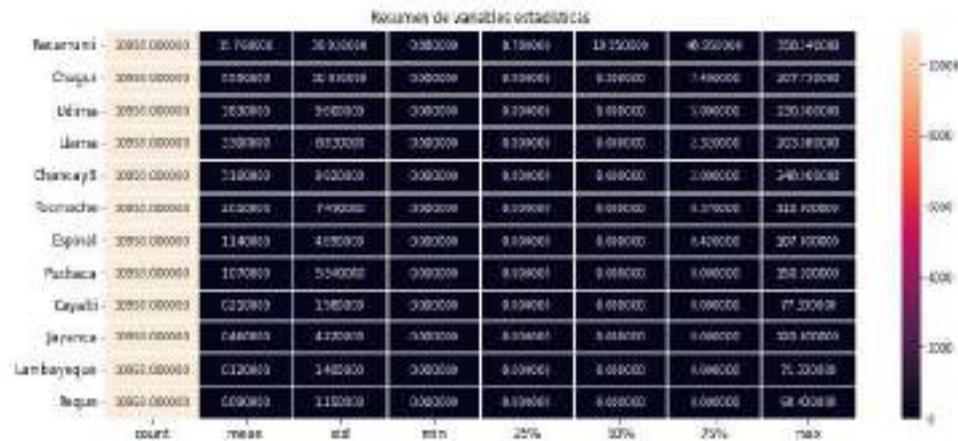



```
[7]: # Generamos un diagrama de correlación de los registros hidrometeorológicos.
plt.figure(figsize=(12,6))
Correlacion = dataset.corr()
sns.heatmap(Correlacion, xticklabels=Correlacion.columns.values,
            _yticklabels=Correlacion.columns.values)
```

```
[7]: <matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7ff15bacb7d0>
```



```
[8]: # Resumen estadístico.
plt.figure(figsize=(16,6)) #Tamaño del gráfico.
# Para mostrar los estadísticos en la ventana.
sns.heatmap(round(dataset.describe().transpose(),2), linewidth=1, annot=True,
            cmap="inferno")
plt.xticks(fontsize=12) #Tamaño de letra del eje x.
plt.yticks(fontsize=12) #Tamaño de letra el eje y.
plt.title("Resumen de variables estadísticas") #Titulo del gráfico.
plt.show() #Presenta el gráfico.
```



```
[9]: # Importamos el conjunto de datos (dataset) de entrenamiento.
dataset_train = pd.read_excel('/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/ChancayL.
                             .xlsx', sheet_name="ChancayL_CCP19912014")
training_set = dataset_train.iloc[:, 1:13].values
training_set
```

```
[9]: array([[3.32700000e+01, 3.00000000e-01, 0.00000000e+00, ...,
            0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
            [2.64700000e+01, 2.00000000e+00, 0.00000000e+00, ...,
            0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
            [2.19600000e+01, 3.30000000e+00, 0.00000000e+00, ...,
            0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
            ...,
            [6.20670000e+01, 1.32560844e+01, 9.17965126e+00, ...,
            2.12191045e-01, 1.07557714e-01, 4.00000000e-01],
            [5.28580000e+01, 1.80588760e+01, 8.40026379e+00, ...,
            1.65088375e-01, 3.20379846e-02, 0.00000000e+00],
            [4.15230000e+01, 1.32560844e+01, 9.17965126e+00, ...,
            1.65088375e-01, 3.20379846e-02, 0.00000000e+00]])
```

```

[10]: # Cantidad de datos de la matriz.
      training_set.shape

[10]: (8766, 12)

[11]: # Escalamos las características.
      from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler

      # Guardamos el "scaler" para poder utilizar la función "fit" después.
      sc = MinMaxScaler(feature_range = (0, 1))

      # Aplicamos la función "fit" al escalado realizado y transformamos los valores.
      training_set_scaled = sc.fit_transform(training_set)
      training_set_scaled

[11]: array([[0.09056061, 0.0018826 , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
              0.          ],
              [0.0715482 , 0.01265066, 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
              0.          ],
              [0.05893849, 0.02070858, 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
              0.          ],
              ...,
              [0.1710754 , 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00220344, 0.00150852,
              0.00662252],
              [0.14532756, 0.11332538, 0.03652289, ..., 0.00171431, 0.00044934,
              0.          ],
              [0.11363554, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431, 0.00044934,
              0.          ]])

[12]: # Creamos una estructura de datos con 60 timesteps y 12 salidas de "n" filas,
      ... con 60 días de longitud por cada variable.
      # Creamos un "array" para cada variable que se va utilizar para la predicción.
      Racarrun_train = []
      Chugur_train = []
      Udina_train = []
      Llana_train = []
      ChancayB_train = []
      Tocnoche_train = []
      Espinal_train = []
      Puchaca_train = []
      Cayalti_train = []
      Jayanca_train = []
      Lambayeque_train = []
      Roque_train = []

      # Solo tenemos un "y_train" que contendrá el valor de "cudales" que es el que
      ... se va a predecir.

```

```

y_train = []

for i in range(60, 8766):
    Racarrumi_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 0])
    Chugur_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 1])
    Udima_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 2])
    Llama_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 3])
    ChancayB_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 4])
    Toccoche_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 5])
    Espinal_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 6])
    Puchaca_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 7])
    Cayalti_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 8])
    Jayanca_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 9])
    Lambayeque_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 10])
    Reque_train.append(training_set_scaled[i-60:i, 11])

    # Columna 0 -> Caudales de la estación "Racarrumi".
    y_train.append(training_set_scaled[i, 0])

# Convertimos las listas con numpy a un solo "array", cuyo tamaño será de 8766
→files por 60 columnas.
Racarrumi_train, Chugur_train, Udima_train, Llama_train, ChancayB_train,
→Toccoche_train, Espinal_train, Puchaca_train, Cayalti_train, Jayanca_train,
→Lambayeque_train, Reque_train, y_train = np.array(Racarrumi_train), np.
→array(Chugur_train), np.array(Udima_train), np.array(Llama_train), np.
→array(ChancayB_train), np.array(Toccoche_train), np.array(Espinal_train), np.
→array(Puchaca_train), np.array(Cayalti_train), np.array(Jayanca_train), np.
→array(Lambayeque_train), np.array(Reque_train), np.array(y_train)

# El tamaño de cada variable ahora es de (8766, 60) y de y_train (8766,1).
Racarrumi_train, Chugur_train, Udima_train, Llama_train, ChancayB_train,
→Toccoche_train, Espinal_train, Puchaca_train, Cayalti_train, Jayanca_train,
→Lambayeque_train, Reque_train, y_train

```

```

[12]: (array([[0.09056061, 0.0715482 , 0.05893849, ..., 0.04943228, 0.08194911,
0.32114209],
[0.0715482 , 0.05893849, 0.05180884, ..., 0.08194911, 0.32114209,
0.23161597],
[0.05893849, 0.05180884, 0.04890105, ..., 0.32114209, 0.23161597,
0.24772061],
...,
[0.02949161, 0.02754843, 0.0222669 , ..., 0.05476092, 0.08597806,
0.07003559],
[0.02754843, 0.0222669 , 0.02300223, ..., 0.08597806, 0.07003559,
0.1710754 ],
[0.0222669 , 0.02300223, 0.02744498, ..., 0.07003559, 0.1710754 ,
0.14532756]]),

```

```

array([[0.0018826 , 0.01255066, 0.02070858, ..., 0.
, 0.
, 0.02070858],
[0.01255066, 0.02070858, 0.
, ..., 0.
, 0.02070858,
0.00125507],
[0.02070858, 0.
, 0.
, ..., 0.02070858, 0.00125507,
0.01882699],
...
[0.08318629, 0.08318629, 0.08318629, ..., 0.1840371 , 0.08318629,
0.21702005],
[0.08318629, 0.08318629, 0.08318629, ..., 0.08318629, 0.21702005,
0.08318629],
[0.08318629, 0.08318629, 0.08318629, ..., 0.21702005, 0.08318629,
0.11332538]]),
array([[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.00869565, 0.15217391,
0.
],
[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.15217391, 0.
,
0.03478261],
[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.
, 0.03478261,
0.
]),
...
[0.03991153, 0.03991153, 0.03991153, ..., 0.03774978, 0.03991153,
0.04232207],
[0.03991153, 0.03991153, 0.03991153, ..., 0.03991153, 0.04232207,
0.03991153],
[0.03991153, 0.03991153, 0.03991152, ..., 0.04232207, 0.03991153,
0.03652289]]),
array([[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.
, 0.
,
0.13147585],
[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.
, 0.13147585,
0.05170399],
[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.13147585, 0.05170399,
0.12950618],
...
[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.02560578, 0.
,
0.03299207],
[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.
, 0.03299207,
0.
],
[0.
, 0.
, 0.
, ..., 0.03299207, 0.
,
0.00886354]]),
array([[0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00, ...,
5.19296335e-02, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
[0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00, ...,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
[0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00, ...,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 4.72087577e-05],
...
[1.26683252e-02, 1.26683252e-02, 1.26683252e-02, ...,

```

```

1.21598866e-01, 1.26683252e-02, 1.53021105e-01],
[1.26683252e-02, 1.26683252e-02, 1.26683252e-02, ...,
1.26683252e-02, 1.53021105e-01, 1.26683252e-02],
[1.26683252e-02, 1.26683252e-02, 1.26683252e-02, ...,
1.53021105e-01, 1.26683252e-02, 5.03750494e-02]],
array([[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
...
[0.00335979, 0.00335979, 0.00335979, ..., 0.01258058, 0.00335979,
0.03112742],
[0.00335979, 0.00335979, 0.00335979, ..., 0.00335979, 0.03112742,
0.00335979],
[0.00335979, 0.00335979, 0.00335979, ..., 0.03112742, 0.00335979,
0.01232552]]),
array([[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
...
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.02333746, 0.          ,
0.07027879],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.07027879,
0.          ],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.07027879, 0.          ,
0.02269192]]),
array([[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
0.          ],
...
[0.00218999, 0.00218999, 0.00218999, ..., 0.01782609, 0.00218999,
0.0492768 ],
[0.00218999, 0.00218999, 0.00218999, ..., 0.00218999, 0.0492768 ,
0.00218999],
[0.00218999, 0.00218999, 0.00218999, ..., 0.0492768 , 0.00218999,
0.01739359]]),
array([[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.03880983,
0.          ],
[0.          , 0.          , 0.          , ..., 0.03880983, 0.          ,
0.          ]

```

```

    0.00388098],
    [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.00388098,
     0.      ],
--
    [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.00012937, 0.      ,
     0.04786546],
    [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.04786546,
     0.      ],
    [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.04786546, 0.      ,
     0.      ]]),
array([[0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.      ,
        0.      ],
       [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.      ,
        0.      ],
       [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.      ,
        0.      ]],
--
    [0.00171431, 0.00171431, 0.00171431, --, 0.00171431, 0.00171431,
     0.00318169],
    [0.00171431, 0.00171431, 0.00171431, --, 0.00171431, 0.00318169,
     0.00220344],
    [0.00171431, 0.00171431, 0.00171431, --, 0.00318169, 0.00220344,
     0.00171431]]),
array([[0.      , 0.      , 0.      , --, 0.00014025, 0.00280505,
        0.      ],
       [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.00280505, 0.      ,
        0.      ],
       [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.      ,
        0.      ]],
--
    [0.00044934, 0.00044934, 0.00044934, --, 0.00044934, 0.00044934,
     0.00362689],
    [0.00044934, 0.00044934, 0.00044934, --, 0.00044934, 0.00362689,
     0.00150852],
    [0.00044934, 0.00044934, 0.00044934, --, 0.00362689, 0.00150852,
     0.00044934]]),
array([[0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.      ,
        0.      ],
       [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.      ,
        0.      ],
       [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.      ,
        0.      ]],
--
    [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.      ,
     0.01986755],
    [0.      , 0.      , 0.      , --, 0.      , 0.01986755,
     0.00662252],

```

```

    [0.         , 0.         , 0.         , ..., 0.01986755, 0.00662252,
     0.         ]],
array([[0.23161597, 0.24772061, 0.1973377 , ..., 0.1710754 , 0.14532756,
        0.11363554]])

```

```

[13]: # Redimensionamos los datos. Asimismo, agregamos una dimensión a cada variable,
      ~ para que sean del tamaño (8706, 60, 1).
Racarrumi_train_reshaped = np.reshape(Racarrumi_train, (Racarrumi_train.
      ~ shape[0], Racarrumi_train.shape[1], 1))
Chugur_train_reshaped = np.reshape(Chugur_train, (Chugur_train.shape[0],
      ~ Chugur_train.shape[1], 1))
Udina_train_reshaped = np.reshape(Udina_train, (Udina_train.shape[0],
      ~ Udina_train.shape[1], 1))
Llana_train_reshaped = np.reshape(Llana_train, (Llana_train.shape[0],
      ~ Llana_train.shape[1], 1))
ChancayB_train_reshaped = np.reshape(ChancayB_train, (ChancayB_train.shape[0],
      ~ ChancayB_train.shape[1], 1))
Tocnoche_train_reshaped = np.reshape(Tocnoche_train, (Tocnoche_train.shape[0],
      ~ Tocnoche_train.shape[1], 1))
Espinal_train_reshaped = np.reshape(Espinal_train, (Espinal_train.shape[0],
      ~ Espinal_train.shape[1], 1))
Puchaca_train_reshaped = np.reshape(Puchaca_train, (Puchaca_train.shape[0],
      ~ Puchaca_train.shape[1], 1))
Cayalti_train_reshaped = np.reshape(Cayalti_train, (Cayalti_train.shape[0],
      ~ Cayalti_train.shape[1], 1))
Jayanca_train_reshaped = np.reshape(Jayanca_train, (Jayanca_train.shape[0],
      ~ Jayanca_train.shape[1], 1))
Lambayeque_train_reshaped = np.reshape(Lambayeque_train, (Lambayeque_train.
      ~ shape[0], Lambayeque_train.shape[1], 1))
Reque_train_reshaped = np.reshape(Reque_train, (Reque_train.shape[0],
      ~ Reque_train.shape[1], 1))

Racarrumi_train_reshaped
Chugur_train_reshaped
Udina_train_reshaped
Llana_train_reshaped
ChancayB_train_reshaped
Tocnoche_train_reshaped
Espinal_train_reshaped
Puchaca_train_reshaped
Cayalti_train_reshaped
Jayanca_train_reshaped
Lambayeque_train_reshaped
Reque_train_reshaped

```

```

[13]: array([[0.    ],
            [0.    ],
            [0.    ],
            --
            [0.    ],
            [0.    ],
            [0.    ]],
        [[0.    ],
         [0.    ],
         [0.    ],
         --
         [0.    ],
         [0.    ],
         [0.    ]],
        [[0.    ],
         [0.    ],
         [0.    ],
         --
         [0.    ],
         [0.    ],
         [0.    ]],
        --
        [[0.    ],
         [0.    ],
         [0.    ],
         --
         [0.    ],
         [0.    ],
         [0.01986756]]],
        [[0.    ],
         [0.    ],
         [0.    ],
         --
         [0.    ],
         [0.01986756],
         [0.00662252]]],
        [[0.    ],
         [0.    ],
         [0.    ],
         --
         [0.01986756],

```

```
[0.00662252],  
[0.      ]])
```

```
[14]: # Cantidad de datos de una de las matrices.  
Racarrumi_train.shape
```

```
[14]: (8706, 60)
```

```
[15]: # Creamos el "array" que resultará en una matriz del tamaño de (8706, 60, 12).  
x_train = np.append(Racarrumi_train_reshaped, (Chugur_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Uñina_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Llama_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (ChancayB_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Tocmoche_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Espinal_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Pachaca_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Cayalti_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Jayanca_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Lambayeque_train_reshaped), axis = 2)  
x_train = np.append(x_train, (Reque_train_reshaped), axis = 2)  
x_train
```

```
[15]: array([[9.05606147e-02, 1.88259861e-03, 0.00000000e+00, ...,  
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],  
[7.15481979e-02, 1.25506574e-02, 0.00000000e+00, ...,  
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],  
[5.89384920e-02, 2.07085847e-02, 0.00000000e+00, ...,  
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],  
...,  
[4.94322836e-02, 0.00000000e+00, 8.69565217e-03, ...,  
0.00000000e+00, 1.40252454e-04, 0.00000000e+00],  
[8.19491082e-02, 0.00000000e+00, 1.52173913e-01, ...,  
0.00000000e+00, 2.80504909e-03, 0.00000000e+00],  
[3.21142087e-01, 2.07085847e-02, 0.00000000e+00, ...,  
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00]],  
  
[[7.15481979e-02, 1.25506574e-02, 0.00000000e+00, ...,  
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],  
[5.89384920e-02, 2.07085847e-02, 0.00000000e+00, ...,  
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],  
[5.18088357e-02, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00, ...,  
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],  
...,  
[8.19491082e-02, 0.00000000e+00, 1.52173913e-01, ...,  
0.00000000e+00, 2.80504909e-03, 0.00000000e+00],  
[3.21142087e-01, 2.07085847e-02, 0.00000000e+00, ...,  
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
```

```

[2.31615972e-01, 1.25506574e-03, 3.47826087e-02, --,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00]],

[[5.89384920e-02, 2.07085847e-02, 0.00000000e+00, --,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
[5.18088357e-02, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00, --,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
[4.88010544e-02, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00, --,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],

--
[3.21142087e-01, 2.07085847e-02, 0.00000000e+00, --,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
[2.31615972e-01, 1.25506574e-03, 3.47826087e-02, --,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00],
[2.47720687e-01, 1.88259861e-02, 0.00000000e+00, --,
0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 0.00000000e+00]],

--
[[2.94916136e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
[2.75484327e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
[2.22668952e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],

--
[8.47809238e-02, 1.89037101e-01, 3.77497839e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
[8.58789630e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
[7.00355924e-02, 2.17020053e-01, 4.23220676e-02, --,
3.18168603e-03, 3.62688671e-03, 1.98675497e-02]],

[[2.75484327e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
[2.22668952e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
[2.30022284e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],

--
[8.58789630e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
[7.00355924e-02, 2.17020053e-01, 4.23220676e-02, --,
3.18168603e-03, 3.62688671e-03, 1.98675497e-02],
[1.71075404e-01, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, --,
2.20343765e-03, 1.50652334e-03, 6.62251655e-03]],

```

```

[[2.22668952e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, ...,
  1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
 [2.30022284e-02, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, ...,
  1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
 [2.74449828e-02, 8.31862872e-02, 3.99115231e-02, ...,
  1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00],
 ...,
 [7.00355924e-02, 2.17020053e-01, 4.23220676e-02, ...,
  3.18168603e-03, 3.62688871e-03, 1.98675497e-02],
 [1.71075404e-01, 8.31862872e-02, 3.99115272e-02, ...,
  2.20343765e-03, 1.50852334e-03, 6.62251656e-03],
 [1.45327559e-01, 1.13325383e-01, 3.65228860e-02, ...,
  1.71431335e-03, 4.49340597e-04, 0.00000000e+00]]]

```

```
[16]: # Cantidad de datos de la matriz.
x_train.shape
```

```
[16]: (8706, 60, 12)
```

Etapa 02: Construcción de la RNR

```
[17]: # Importamos la(s) librería(s) que se van a utilizar para el modelamiento con,
      --Redes Neuronales Recurrentes.
      # LSTM = Long Short-Term Memory networks (Red de Memoria a Largo y Corto Plazo).
      # RNN = Recurrent Neural Network (Red Neuronal Recurrente).
      from keras.models import Sequential
      from keras.layers import Dense, LSTM, Dropout
```

```
[18]: # Inicializamos el modelo.
model = Sequential()
```

```
[19]: # Añadimos la primera capa LSTM y la regularización por "Dropout".
model.add(LSTM(units = 50, return_sequences = True, input_shape = (x_train.
      --shape[1], x_train.shape[2])))
model.add(Dropout(0.2))
```

```
[20]: # Añadimos la segunda capa de LSTM y la regularización por "Dropout".
model.add(LSTM(units = 50, return_sequences = True))
model.add(Dropout(0.2))
```

```
[21]: # Añadimos la tercera capa de LSTM y la regularización por "Dropout".
model.add(LSTM(units = 50, return_sequences = True ))
model.add(Dropout(0.2))
```

```
[22]: # Añadimos la cuarta capa de LSTM y la regularización por "Dropout".
model.add(LSTM(units = 50))
model.add(Dropout(0.2))
```

```
[23]: # Añadimos la capa de salida.
      model.add(Dense(units = 1))

[24]: # Compilamos la Red Neuronal Recurrente (RNN).
      model.compile(optimizer = 'adam', loss = 'mean_squared_error')

[25]: # Ajustamos la RNN al conjunto de entrenamiento, vale precisar que para el
      # entrenamiento se tomó el 80% de los 30 años de registros, es decir 24 años,
      # (demora 54 min, 46 s).
      model.fit(x_train, y_train, epochs = 100, batch_size = 32)
```

```
Epoch 1/100
273/273 [=====] - 41s 121ms/step - loss: 0.0050
Epoch 2/100
273/273 [=====] - 32s 118ms/step - loss: 0.0026
Epoch 3/100
273/273 [=====] - 34s 123ms/step - loss: 0.0017
Epoch 4/100
273/273 [=====] - 32s 118ms/step - loss: 0.0014
Epoch 5/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 0.0014
Epoch 6/100
273/273 [=====] - 32s 119ms/step - loss: 0.0013
Epoch 7/100
273/273 [=====] - 32s 119ms/step - loss: 0.0012
Epoch 8/100
273/273 [=====] - 32s 118ms/step - loss: 0.0012
Epoch 9/100
273/273 [=====] - 32s 118ms/step - loss: 0.0011
Epoch 10/100
273/273 [=====] - 32s 118ms/step - loss: 0.0011
Epoch 11/100
273/273 [=====] - 32s 118ms/step - loss: 0.0011
Epoch 12/100
273/273 [=====] - 32s 118ms/step - loss: 0.0010
Epoch 13/100
273/273 [=====] - 32s 119ms/step - loss: 9.7828e-04
Epoch 14/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 9.5219e-04
Epoch 15/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 9.6155e-04
Epoch 16/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 0.0010
Epoch 17/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 9.3497e-04
Epoch 18/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 9.7637e-04
```

```

Epoch 19/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 9.6537e-04
Epoch 20/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 9.0644e-04
Epoch 21/100
273/273 [=====] - 32s 119ms/step - loss: 9.9851e-04
Epoch 22/100
273/273 [=====] - 32s 118ms/step - loss: 8.8381e-04
Epoch 23/100
273/273 [=====] - 32s 119ms/step - loss: 8.9030e-04
Epoch 24/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 8.8478e-04
Epoch 25/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 8.9874e-04
Epoch 26/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 8.8747e-04
Epoch 27/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 8.8594e-04
Epoch 28/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 9.4150e-04
Epoch 29/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 9.0972e-04
Epoch 30/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 8.9717e-04
Epoch 31/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 8.6243e-04
Epoch 32/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 8.9538e-04
Epoch 33/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 8.3348e-04
Epoch 34/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 8.3261e-04
Epoch 35/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 9.3980e-04
Epoch 36/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 8.6336e-04
Epoch 37/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 8.3434e-04
Epoch 38/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 8.5543e-04
Epoch 39/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 8.8210e-04
Epoch 40/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 8.2329e-04
Epoch 41/100
273/273 [=====] - 32s 119ms/step - loss: 8.4859e-04
Epoch 42/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 8.3263e-04

```

```

Epoch 43/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 8.0859e-04
Epoch 44/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 8.3740e-04
Epoch 45/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 9.3908e-04
Epoch 46/100
273/273 [=====] - 33s 122ns/step - loss: 8.6675e-04
Epoch 47/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 8.1504e-04
Epoch 48/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 8.3044e-04
Epoch 49/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 7.8982e-04
Epoch 50/100
273/273 [=====] - 34s 123ns/step - loss: 8.6285e-04
Epoch 51/100
273/273 [=====] - 33s 122ns/step - loss: 8.0879e-04
Epoch 52/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 8.0966e-04
Epoch 53/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 7.8872e-04
Epoch 54/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 7.8375e-04
Epoch 55/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 7.5989e-04
Epoch 56/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 8.1369e-04
Epoch 57/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 7.9054e-04
Epoch 58/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 8.1342e-04
Epoch 59/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 8.3551e-04
Epoch 60/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 8.3327e-04
Epoch 61/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 8.2734e-04
Epoch 62/100
273/273 [=====] - 33s 121ns/step - loss: 7.8442e-04
Epoch 63/100
273/273 [=====] - 33s 119ns/step - loss: 7.7227e-04
Epoch 64/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 7.8074e-04
Epoch 65/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 7.6716e-04
Epoch 66/100
273/273 [=====] - 33s 120ns/step - loss: 7.5397e-04

```

```

Epoch 67/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.6868e-04
Epoch 68/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.6975e-04
Epoch 69/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 7.5552e-04
Epoch 70/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.3432e-04
Epoch 71/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 7.5709e-04
Epoch 72/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 7.6846e-04
Epoch 73/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 7.4690e-04
Epoch 74/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.7366e-04
Epoch 75/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 7.7401e-04
Epoch 76/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.5976e-04
Epoch 77/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.8219e-04
Epoch 78/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.1498e-04
Epoch 79/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.3562e-04
Epoch 80/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.4182e-04
Epoch 81/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.1827e-04
Epoch 82/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 7.3179e-04
Epoch 83/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.2828e-04
Epoch 84/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.1862e-04
Epoch 85/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.4220e-04
Epoch 86/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 7.0877e-04
Epoch 87/100
273/273 [=====] - 33s 119ms/step - loss: 7.4948e-04
Epoch 88/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.5317e-04
Epoch 89/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.4363e-04
Epoch 90/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.1966e-04

```

```

Epoch 91/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.2369e-04
Epoch 92/100
273/273 [=====] - 32s 119ms/step - loss: 7.1365e-04
Epoch 93/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.0596e-04
Epoch 94/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 6.7187e-04
Epoch 95/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.1149e-04
Epoch 96/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 6.9952e-04
Epoch 97/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 7.1086e-04
Epoch 98/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 7.2179e-04
Epoch 99/100
273/273 [=====] - 33s 120ms/step - loss: 7.3620e-04
Epoch 100/100
273/273 [=====] - 33s 121ms/step - loss: 6.8383e-04

```

[25]: <keras.callbacks.History at 0x7ff548162c50>

Etapas 03: Ajustamos las predicciones y visualizamos los resultados.

```

[26]: # Importamos los caudales observados en la estación hidrométrica "Racarrumi"
... desde el 01/01/2015 al 31/12/2020 (2192 datos). El 20% de la información (5,
... años).
dataset_test = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/ChancaYL
... xlsx", sheet_name="Racarrumi20152020")
caudales_racarrumi_20152020 = dataset_test.iloc[:, 1:2].values
caudales_racarrumi_20152020

```

```

[26]: array([[40.821],
            [38.508],
            [39.18 ],
            ...,
            [48.77 ],
            [41.388],
            [34.818]])

```

```

[27]: # Cantidad de datos de la matriz.
caudales_racarrumi_20152020.shape

```

[27]: (2192, 1)

```
[28]: # Realizamos la predicción de los caudales con la RNR desde el 01/01/2015 al 31/
      # 12/2020 (2192 datos).
      dataset_total = pd.concat((dataset_train[['Racarrumi', 'Chugur', 'Udima',
      # 'Llama', 'ChancayB', 'Tocnoche', 'Espinal', 'Puchaca', 'Cayalti', 'Jayanca',
      # 'Lambayeque', 'Reque']], dataset_test[['Racarrumi', 'Chugur', 'Udima',
      # 'Llama', 'ChancayB', 'Tocnoche', 'Espinal', 'Puchaca', 'Cayalti', 'Jayanca',
      # 'Lambayeque', 'Reque']]), axis = 0)
      inputs = dataset_total[len(dataset_total) - len(dataset_test) - 60:].values

      # Utilizamos el "scaler" para el conjunto de datos que se aplicó el "fit", y
      # así generar el conjunto de datos del entrenamiento "x_train".
      inputs = sc.transform(inputs)
      inputs
```

```
[28]: array([[0.02300923, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431, 0.00044934,
           0.          ],
          [0.02744498, 0.08318629, 0.03991152, ..., 0.00171431, 0.00044934,
           0.          ],
          [0.03443484, 0.08318629, 0.03991152, ..., 0.00220344, 0.00150852,
           0.00662252],
          ...,
          [0.13389774, 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
           0.          ],
          [0.11325249, 0.          , 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
           0.          ],
          [0.09488874, 0.06651848, 0.          , ..., 0.          , 0.          ,
           0.          ]])
```

```
[29]: # Cantidad de datos de la matriz.
      inputs.shape
```

```
[29]: (2252, 12)
```

```
[30]: # Ahora creamos el conjunto de datos para la validación "x_test" con las
      # variables del data set del entrenamiento (test).
      # Creamos la estructura de datos con 60 timesteps y 1 salida.
      Racarrumi_test = []
      Chugur_test = []
      Udima_test = []
      Llama_test = []
      ChancayB_test = []
      Tocnoche_test = []
      Espinal_test = []
      Puchaca_test = []
      Cayalti_test = []
      Jayanca_test = []
      Lambayeque_test = []
```

```

Reque_test = []

for i in range(60, 2252):
    Racarruni_test.append(inputs[i-60:i, 0])
    Chugur_test.append(inputs[i-60:i, 1])
    Udina_test.append(inputs[i-60:i, 2])
    Llana_test.append(inputs[i-60:i, 3])
    ChancayB_test.append(inputs[i-60:i, 4])
    Tocnoche_test.append(inputs[i-60:i, 5])
    Espinal_test.append(inputs[i-60:i, 6])
    Puchaca_test.append(inputs[i-60:i, 7])
    Cayalti_test.append(inputs[i-60:i, 8])
    Jayanca_test.append(inputs[i-60:i, 9])
    Lambayeque_test.append(inputs[i-60:i, 10])
    Reque_test.append(inputs[i-60:i, 11])

# Convertimos las listas con numpy a un solo 'array', cuyo tamaño será de 2192
# filas por 60 columnas.
Racarruni_test, Chugur_test, Udina_test, Llana_test, ChancayB_test,
Tocnoche_test, Espinal_test, Puchaca_test, Cayalti_test, Jayanca_test,
Lambayeque_test, Reque_test = np.array(Racarruni_test), np
.array(Chugur_test), np.array(Udina_test), np.array(Llana_test), np
.array(ChancayB_test), np.array(Tocnoche_test), np.array(Espinal_test), np
.array(Puchaca_test), np.array(Cayalti_test), np.array(Jayanca_test), np
.array(Lambayeque_test), np.array(Reque_test)

```

```

[31]: # Redimensionamos los datos. Asimismo, agregamos una dimensión a cada variable
# para que sean del tamaño (2192, 60, 1).
Racarruni_test_reshaped = np.reshape(Racarruni_test, (Racarruni_test.shape[0],
Racarruni_test.shape[1], 1))
Chugur_test_reshaped = np.reshape(Chugur_test, (Chugur_test.shape[0],
Chugur_test.shape[1], 1))
Udina_test_reshaped = np.reshape(Udina_test, (Udina_test.shape[0], Udina_test
.shape[1], 1))
Llana_test_reshaped = np.reshape(Llana_test, (Llana_test.shape[0], Llana_test
.shape[1], 1))
ChancayB_test_reshaped = np.reshape(ChancayB_test, (ChancayB_test.shape[0],
ChancayB_test.shape[1], 1))
Tocnoche_test_reshaped = np.reshape(Tocnoche_test, (Tocnoche_test.shape[0],
Tocnoche_test.shape[1], 1))
Espinal_test_reshaped = np.reshape(Espinal_test, (Espinal_test.shape[0],
Espinal_test.shape[1], 1))
Puchaca_test_reshaped = np.reshape(Puchaca_test, (Puchaca_test.shape[0],
Puchaca_test.shape[1], 1))
Cayalti_test_reshaped = np.reshape(Cayalti_test, (Cayalti_test.shape[0],
Cayalti_test.shape[1], 1))

```

```

Jayanca_test_reshaped = np.reshape(Jayanca_test, (Jayanca_test.shape[0],
-Jayanca_test.shape[1], 1))
Lambayeque_test_reshaped = np.reshape(Lambayeque_test, (Lambayeque_test.
-shape[0], Lambayeque_test.shape[1], 1))
Reque_test_reshaped = np.reshape(Reque_test, (Reque_test.shape[0], Reque_test.
-shape[1], 1))

Racarrumi_test_reshaped
Chugur_test_reshaped
Udina_test_reshaped
Llama_test_reshaped
Chancay3_test_reshaped
Tocnoche_test_reshaped
Espinal_test_reshaped
Puchaca_test_reshaped
Cayalti_test_reshaped
Jayanca_test_reshaped
Lambayeque_test_reshaped
Reque_test_reshaped

```

```

[31]: array([[0.      ],
            [0.      ],
            [0.00662252],
            ...,
            [0.00662252],
            [0.      ],
            [0.      ]],

        [[0.      ],
         [0.00662252],
         [0.      ],
         ...,
         [0.      ],
         [0.      ],
         [0.      ]],

        [[0.00662252],
         [0.      ],
         [0.00496689],
         ...,
         [0.      ],
         [0.      ],
         [0.      ]],

        ...,

        [[0.00105079],

```

```

    [0.00105079],
    [0.         ],
    ~~,
    [0.         ],
    [0.         ],
    [0.         ]],

[[[0.00105079],
   [0.         ],
   [0.         ],
   ~~,
   [0.         ],
   [0.         ],
   [0.         ]],

[[[0.         ],
   [0.         ],
   [0.         ],
   ~~,
   [0.         ],
   [0.         ],
   [0.         ]]]])

```

```
[32]: # Cantidad de datos de una de las matrices.
      Racarrumi_test_reshaped.shape
```

```
[32]: (2192, 60, 1)
```

```
[33]: # Creamos el "array" que resultará en una matriz del tamaño de (2192, 60, 12).
      x_test = np.append(Racarrumi_test_reshaped, (Chugur_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Udima_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Llama_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (ChancayB_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Tocmoche_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Espinal_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Puchaca_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Cayalti_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Jayanca_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Lambayeque_test_reshaped), axis = 2)
      x_test = np.append(x_test, (Raque_test_reshaped), axis = 2)
      x_test
```

```
[33]: array([[[0.02300223, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
              0.00044934, 0.         ],
             [0.02744498, 0.08318629, 0.03991152, ..., 0.00171431,
              0.00044934, 0.         ],
             [0.03443484, 0.08318629, 0.03991152, ..., 0.00220344,
```

```

0.00150852, 0.00662252],
-,
[0.1710754 , 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00220344,
0.00150852, 0.00662252],
[0.14532756, 0.11332538, 0.03652289, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ],
[0.11363554, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ]],
[[0.02744498, 0.08318629, 0.03991152, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ],
[0.03443484, 0.08318629, 0.03991152, ..., 0.00220344,
0.00150852, 0.00662252],
[0.03268458, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ]],
-,
[0.14532756, 0.11332538, 0.03652289, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ],
[0.11363554, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ],
[0.11167279, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ]],
[[[0.03443484, 0.08318629, 0.03991152, ..., 0.00220344,
0.00150852, 0.00662252],
[0.03268458, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ],
[0.03964089, 0.23461098, 0.04531772, ..., 0.00208116,
0.00124373, 0.00496689],
-,
[0.11363554, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ],
[0.11167279, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ],
[0.10520577, 0.08318629, 0.03991153, ..., 0.00171431,
0.00044934, 0.          ]],
-,
[[[0.02135542, 0.          , 0.          , ..., 0.          ,
0.          , 0.00105079],
[0.01134035, 0.          , 0.          , ..., 0.          ,
0.          , 0.00105079],
[0.01435997, 0.          , 0.          , ..., 0.          ,
0.          , 0.          ]],
-,
[0.22394949, 0.          , 0.          , ..., 0.          ,

```

```

0.      , 0.      ],
[0.17312763, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],
[0.15819449, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ]],

[[[0.01134035, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.00105079],
[0.01435997, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],
[0.0111642 , 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],

...
[0.17312763, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],
[0.15819449, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],
[0.13389774, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ]],

[[[0.01435997, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],
[0.0111642 , 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],
[0.01198341, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],

...
[0.15819449, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],
[0.13389774, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ],
[0.11325249, 0.      , 0.      , --, 0.      ,
0.      , 0.      ]]])

```

```
[34]: # Realizamos la predicción de caudales desde el 01/01/2015 al 31/12/2020 (2192,
--datos).
predicted_caudales_racarruni_20152020 = model.predict(x_test)
```

```
[35]: # Cantidad de datos de la matriz.
predicted_caudales_racarruni_20152020.shape
```

```
[35]: (2192, 1)
```

```
[36]: # La función "model.predict" nos devuelve un array de tamaño (2192, 1) el cual
--no podemos pasarlo al "scaler" creado
# ya que espera un array de (2192, 12), por lo que se tiene que agregar 11
--columnas más con valor 0.
```

```

predicted_caudales_racarrumi_20152020 = np.
    --append(predicted_caudales_racarrumi_20152020, ([[0]]*2192), axis = 1)
predicted_caudales_racarrumi_20152020_unscaled = sc.
    --inverse_transform(predicted_caudales_racarrumi_20152020)

```

```

[37]: # Cantidad de datos de la matriz.
predicted_caudales_racarrumi_20152020_unscaled.shape

```

```

[37]: (2192, 12)

```

```

[38]: Q_simulados = predicted_caudales_racarrumi_20152020_unscaled[:, 0]
Q_simulados

```

```

[38]: array([36.50219164, 39.96246717, 36.13965869, ..., 47.53186068,
        41.3405992 , 35.6097721 ])

```

```

[39]: # Cantidad de datos de la matriz.
Q_simulados.shape

```

```

[39]: (2192,)

```

```

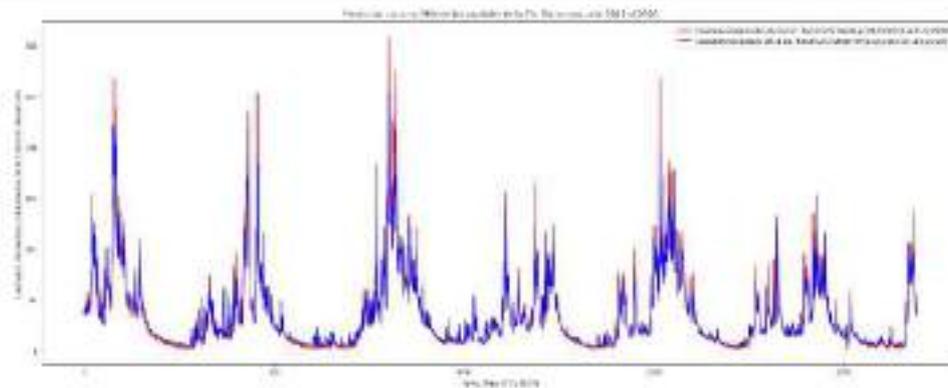
[40]: # Finalmente visualizamos los resultados.
plt.figure(figsize=(25,9)) #Tamaño de la ventana.
plt.plot(caudales_racarrumi_20152020[:, 0], color = 'red', label = 'Caudales,
    --observados de la Est. Racarrumi desde el 01/01/2015 al 31/12/2020')

```

```

plt.plot(Q_simulados, color = 'blue', label = 'Caudales simulados de la Est.
--Racarrumi desde el 01/01/2015 al 31/12/2020')
plt.title("Predicción con una RNN de los caudales de la Est. Racarrumi, año,
--2015 al 2020")
plt.xlabel("Fecha (Año 2015-2020)")
plt.ylabel("Caudales simulados y observados de la Estación Racarrumi")
plt.legend()
plt.show()

```



```

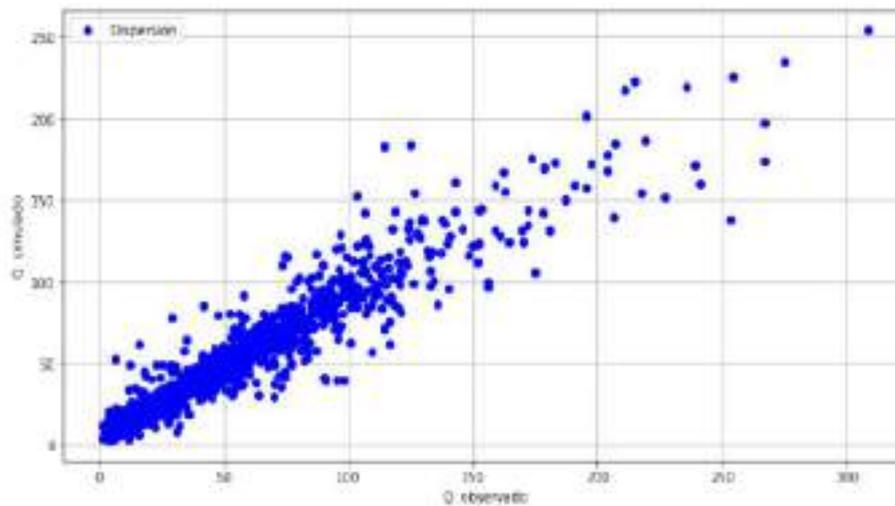
[41]: # Grafica de dispersión de los caudales observados (Q. observado) y caudales,
--simulados (Q. simulado).
plt.figure(figsize=(12,6)) #Tamaño del gráfico.
plt.plot(caudales_racarrumi_20152020[:, 0], Q_simulados, marker='o', color='b',
--linestyle='None', label = "Dispersión")
plt.xlabel("Q. observado") #Etiqueta del eje X.
plt.ylabel("Q. simulado") #Etiqueta del eje Y.
plt.grid(True) #Activa la cuadrícula del gráfico.
plt.legend() #Activa la leyenda de los datos.

```

```

[41]: <matplotlib.legend.Legend at 0x7ff54624bbd0>

```



Parte 4: Exportamos resultados (caudales simulados).

```
[42]: Q_observados_excel = pd.DataFrame(caudales_racarrumi_20152020)
      Q_observados_excel.columns = ["Q. Observado"]
      Q_observados_excel
```

```
[42]:
```

	Q. Observado
0	40.821
1	38.508
2	39.180
3	38.391
4	45.549
...	...
2187	62.801
2188	57.460
2189	48.770
2190	41.386
2191	34.818

[2192 rows x 1 columns]

```
[43]: Q_simulados_excel = pd.DataFrame(Q_simulados)
      Q_simulados_excel.columns = ["Q. Simulado"]
      Q_simulados_excel
```

```
[43]:
```

	Q. Simulado
0	36.502192
1	39.962467

```

2      36.139659
3      37.087213
4      36.741729
..      ..
2187   62.777580
2188   51.349699
2189   47.531861
2190   41.340599
2191   35.609772

```

[2192 rows x 1 column]

```

[44]: # Exportamos los caudales observados para la estación Racarrumi, periodo 01/01/
      ↪ 2015-31/12/2020.
      Q_observados_excel.to_excel("Q_RacarrumiObservado20152020.xlsx")

[45]: # Exportamos los caudales simulados para la estación Racarrumi, periodo 01/01/
      ↪ 2015-31/12/2020.
      Q_simulados_excel.to_excel("Q_RacarrumiSimulado20152020.xlsx")

[46]: # Convertimos el archivo de Python (.spynb) a PDF, para ello instalamos lo_
      ↪ siguiente:
      !sudo apt-get install texlive-xetex texlive-fonts-recommended_
      ↪ texlive-plain-generic

```

Reading package lists. Done

Building dependency tree

Reading state information. Done

The following additional packages will be installed:

```

fonts-droid-fallback fonts-lato fonts-lmodern fonts-noto-mono fonts-texgyre
javascript-common libcupsfilters1 libcupsimage2 libgs9 libgs9-common
libijs-0.35 libjbig2dec0 libjs-jquery libkpathsea6 libpotrace0 libptexenc1
libruby2.5 libsynctex1 libtexlua52 libtexluajit2 libzip-0-13 lmodern
poppler-data preview-latex-style rake ruby ruby-did-you-mean ruby-minitest
ruby-net-telnet ruby-power-assert ruby-test-unit ruby2.5
rubygems-integration tlutils tex-common tex-gyre texlive-base
texlive-binaries texlive-latex-base texlive-latex-extra
texlive-latex-recommended texlive-pictures tips

```

Suggested packages:

```

fonts-noto apache2 | lighttpd | httpd poppler-utils ghostscript
fonts-japanese-mincho | fonts-ipafont-mincho fonts-japanese-gothic
| fonts-ipafont-gothic fonts-arthic-ukai fonts-arthic-uming fonts-nanum ri
ruby-dev bundler debhelper gv | postscript-viewer perl-tk xpdf-reader
| pdf-viewer texlive-fonts-recommended-doc texlive-latex-base-doc
python-pygments ice-profiles libfile-which-perl
libspreadsheet-parseexcel-perl texlive-latex-extra-doc
texlive-latex-recommended-doc texlive-pstricks dot2tex prerex ruby-tcltk

```

```

| libtcltk-ruby texlive-pictures-doc vprerex
The following NEW packages will be installed:
 fonts-droid-fallback fonts-lato fonts-lmodern fonts-noto-mono fonts-texgyre
 javascript-common libcupsfilters1 libcupsimage2 libgs9 libgs9-common
 libijs-0.35 libjbig2dec0 libjs-jquery libkpathsea6 libpotrace0 libptexenc1
 libruby2.5 libsyntax1 libtexlua52 libtexluajit2 libzip-0-13 lmodern
 poppler-data preview-latex-style rake ruby ruby-did-you-mean ruby-minitest
 ruby-net-telnet ruby-power-assert ruby-test-unit ruby2.5
 rubygems-integration tiutils tex-common tex-gyre texlive-base
 texlive-binaries texlive-fonts-recommended texlive-latex-base
 texlive-latex-extra texlive-latex-recommended texlive-pictures
 texlive-plain-generic texlive-xetex tipa
0 upgraded, 46 newly installed, 0 to remove and 39 not upgraded.
Need to get 146 MB of archives.
After this operation, 460 MB of additional disk space will be used.
Get:1 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 fonts-droid-fallback
all 1:6.0.1r16-1.1 [1,805 kB]
Get:2 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 fonts-lato all 2.0-2
[2,698 kB]
Get:3 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 poppler-data all
0.4.8-2 [1,479 kB]
Get:4 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 tex-common all 6.09
[33.0 kB]
Get:5 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 fonts-lmodern all
2.004.5-3 [4,551 kB]
Get:6 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 fonts-noto-mono all
20171026-2 [75.5 kB]
Get:7 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 fonts-texgyre all
20160520-1 [8,761 kB]
Get:8 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 javascript-common all
11 [6,066 B]
Get:9 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 libcupsfilters1
amd64 1.20.2-0ubuntu3.1 [108 kB]
Get:10 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 libcupsimage2
amd64 2.2.7-1ubuntu2.8 [18.6 kB]
Get:11 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 libijs-0.35 amd64
0.35-13 [15.5 kB]
Get:12 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 libjbig2dec0 amd64
0.13-6 [55.9 kB]
Get:13 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 libgs9-common
all 9.26-dfsg+0-0ubuntu0.18.04.15 [5,092 kB]
Get:14 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 libgs9 amd64
9.26-dfsg+0-0ubuntu0.18.04.15 [2,265 kB]
Get:15 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 libjs-jquery all
3.2.1-1 [152 kB]
Get:16 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 libkpathsea6
amd64 2017.20170613.44572-8ubuntu0.1 [54.9 kB]
Get:17 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 libpotrace0 amd64

```

1.14-2 [17.4 kB]
 Get:18 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 libptexenc1 amd64 2017.20170613.44572-8ubuntu0.1 [34.5 kB]
 Get:19 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 rubygems-integration all 1.11 [4,994 B]
 Get:20 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 ruby2.5 amd64 2.5.1-1ubuntu1.11 [48.6 kB]
 Get:21 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 ruby amd64 1:2.5.1 [5,712 B]
 Get:22 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 rake all 12.3.1-1ubuntu0.1 [44.9 kB]
 Get:23 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 ruby-did-you-mean all 1.2.0-2 [9,700 B]
 Get:24 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 ruby-minitest all 5.10.3-1 [38.6 kB]
 Get:25 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 ruby-net-telnet all 0.1.1-2 [12.6 kB]
 Get:26 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 ruby-power-assert all 0.3.0-1 [7,952 B]
 Get:27 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 ruby-test-unit all 3.2.5-1 [61.1 kB]
 Get:28 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 libruby2.5 amd64 2.5.1-1ubuntu1.11 [3,072 kB]
 Get:29 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 libsynchronicallib amd64 2017.20170613.44572-8ubuntu0.1 [41.4 kB]
 Get:30 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 libtexlua52 amd64 2017.20170613.44572-8ubuntu0.1 [91.2 kB]
 Get:31 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 libtexluajit2 amd64 2017.20170613.44572-8ubuntu0.1 [230 kB]
 Get:32 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 libzip-0-13 amd64 0.13.62-3.1ubuntu0.18.04.1 [26.0 kB]
 Get:33 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 lmodern all 2.004.5-3 [9,631 kB]
 Get:34 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 preview-latex-style all 11.91-1ubuntu1 [185 kB]
 Get:35 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 tlutils amd64 1.41-2 [56.0 kB]
 Get:36 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/universe amd64 tex-gyre all 20160520-1 [4,998 kB]
 Get:37 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic-updates/main amd64 texlive-binaries amd64 2017.20170613.44572-8ubuntu0.1 [8,179 kB]
 Get:38 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 texlive-base all 2017.20180305-1 [18.7 MB]
 Get:39 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/universe amd64 texlive-fonts-recommended all 2017.20180305-1 [5,262 kB]
 Get:40 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 texlive-latex-base all 2017.20180305-1 [951 kB]
 Get:41 <http://archive.ubuntu.com/ubuntu> bionic/main amd64 texlive-latex-

```

recommended all 2017.20180305-1 [14.9 MB]
Get:42 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 texlive-pictures
all 2017.20180305-1 [4,026 kB]
Get:43 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 texlive-latex-
extra all 2017.20180305-2 [10.6 MB]
Get:44 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 texlive-plain-
generic all 2017.20180305-2 [23.6 MB]
Get:45 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 tips all 2:1.3-20
[2,978 kB]
Get:46 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 texlive-xetex all
2017.20180305-1 [10.7 MB]
Fetched 146 MB in 3s (58.1 MB/s)
debconf: unable to initialize frontend: Dialog
debconf: (No usable dialog-like program is installed, so the dialog based
frontend cannot be used. at /usr/share/perl5/Debconf/FrontEnd/Dialog.pm line 76,
<> line 46.)
debconf: falling back to frontend: Readline
debconf: unable to initialize frontend: Readline
debconf: (This frontend requires a controlling tty.)
debconf: falling back to frontend: Teletype
dpkg-preconfigure: unable to re-open stdin:
Selecting previously unselected package fonts-droid-fallback.
(Reading database .. 156210 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack ./00-fonts-droid-fallback_1%3a6.0.1r16-1.1_all.deb ..
Unpacking fonts-droid-fallback (1:6.0.1r16-1.1) ..
Selecting previously unselected package fonts-lato.
Preparing to unpack ./01-fonts-lato_2.0-2_all.deb ..
Unpacking fonts-lato (2.0-2) ..
Selecting previously unselected package poppler-data.
Preparing to unpack ./02-poppler-data_0.4.8-2_all.deb ..
Unpacking poppler-data (0.4.8-2) ..
Selecting previously unselected package tex-common.
Preparing to unpack ./03-tex-common_6.09_all.deb ..
Unpacking tex-common (6.09) ..
Selecting previously unselected package fonts-lmodern.
Preparing to unpack ./04-fonts-lmodern_2.004.5-3_all.deb ..
Unpacking fonts-lmodern (2.004.5-3) ..
Selecting previously unselected package fonts-noto-mono.
Preparing to unpack ./05-fonts-noto-mono_20171026-2_all.deb ..
Unpacking fonts-noto-mono (20171026-2) ..
Selecting previously unselected package fonts-texgyre.
Preparing to unpack ./06-fonts-texgyre_20160520-1_all.deb ..
Unpacking fonts-texgyre (20160520-1) ..
Selecting previously unselected package javascript-common.
Preparing to unpack ./07-javascript-common_11_all.deb ..
Unpacking javascript-common (11) ..
Selecting previously unselected package libcupsfilters1:amd64.
Preparing to unpack ./08-libcupsfilters1_1.20.2-0ubuntu3.1_amd64.deb ..

```

```

Unpacking libcupsfilters1:amd64 (1.20.2-0ubuntu3.1) ...
Selecting previously unselected package libcupsimage2:amd64.
Preparing to unpack ./09-libcupsimage2_2.2.7-1ubuntu2.8_amd64.deb ...
Unpacking libcupsimage2:amd64 (2.2.7-1ubuntu2.8) ...
Selecting previously unselected package libijs-0.35:amd64.
Preparing to unpack ./10-libijs-0.35_0.35-13_amd64.deb ...
Unpacking libijs-0.35:amd64 (0.35-13) ...
Selecting previously unselected package libjbig2dec0:amd64.
Preparing to unpack ./11-libjbig2dec0_0.13-6_amd64.deb ...
Unpacking libjbig2dec0:amd64 (0.13-6) ...
Selecting previously unselected package libgs9-common.
Preparing to unpack ./12-libgs9-common_9.26-dfsg+0-0ubuntu0.18.04.15_all.deb
...
Unpacking libgs9-common (9.26-dfsg+0-0ubuntu0.18.04.15) ...
Selecting previously unselected package libgs9:amd64.
Preparing to unpack ./13-libgs9_9.26-dfsg+0-0ubuntu0.18.04.15_amd64.deb ...
Unpacking libgs9:amd64 (9.26-dfsg+0-0ubuntu0.18.04.15) ...
Selecting previously unselected package libjs-jquery.
Preparing to unpack ./14-libjs-jquery_3.2.1-1_all.deb ...
Unpacking libjs-jquery (3.2.1-1) ...
Selecting previously unselected package libkpathsea6:amd64.
Preparing to unpack ./15-libkpathsea6_2017.20170613.44572-8ubuntu0.1_amd64.deb
...
Unpacking libkpathsea6:amd64 (2017.20170613.44572-8ubuntu0.1) ...
Selecting previously unselected package libpotrace0.
Preparing to unpack ./16-libpotrace0_1.14-2_amd64.deb ...
Unpacking libpotrace0 (1.14-2) ...
Selecting previously unselected package libptexenc1:amd64.
Preparing to unpack ./17-libptexenc1_2017.20170613.44572-8ubuntu0.1_amd64.deb
...
Unpacking libptexenc1:amd64 (2017.20170613.44572-8ubuntu0.1) ...
Selecting previously unselected package rubygems-integration.
Preparing to unpack ./18-rubygems-integration_1.11_all.deb ...
Unpacking rubygems-integration (1.11) ...
Selecting previously unselected package ruby2.5.
Preparing to unpack ./19-ruby2.5_2.5.1-1ubuntu1.11_amd64.deb ...
Unpacking ruby2.5 (2.5.1-1ubuntu1.11) ...
Selecting previously unselected package ruby.
Preparing to unpack ./20-ruby_1%3a2.5.1_amd64.deb ...
Unpacking ruby (1:2.5.1) ...
Selecting previously unselected package rake.
Preparing to unpack ./21-rake_12.3.1-1ubuntu0.1_all.deb ...
Unpacking rake (12.3.1-1ubuntu0.1) ...
Selecting previously unselected package ruby-did-you-mean.
Preparing to unpack ./22-ruby-did-you-mean_1.2.0-2_all.deb ...
Unpacking ruby-did-you-mean (1.2.0-2) ...
Selecting previously unselected package ruby-minitest.
Preparing to unpack ./23-ruby-minitest_5.10.3-1_all.deb ...

```

```

Unpacking ruby-nintest (5.10.3-1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package ruby-net-telnet.
Preparing to unpack ../24-ruby-net-telnet_0.1.1-2_all.deb  $\dots$ 
Unpacking ruby-net-telnet (0.1.1-2)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package ruby-power-assert.
Preparing to unpack ../25-ruby-power-assert_0.3.0-1_all.deb  $\dots$ 
Unpacking ruby-power-assert (0.3.0-1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package ruby-test-unit.
Preparing to unpack ../26-ruby-test-unit_3.2.5-1_all.deb  $\dots$ 
Unpacking ruby-test-unit (3.2.5-1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package libruby2.5:amd64.
Preparing to unpack ../27-libruby2.5_2.5.1-1ubuntu1.11_amd64.deb  $\dots$ 
Unpacking libruby2.5:amd64 (2.5.1-1ubuntu1.11)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package libsyntax:amd64.
Preparing to unpack ../28-libsyntax_2017.20170613.44572-8ubuntu0.1_amd64.deb
 $\dots$ 
Unpacking libsyntax:amd64 (2017.20170613.44572-8ubuntu0.1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package libtexlua52:amd64.
Preparing to unpack ../29-libtexlua52_2017.20170613.44572-8ubuntu0.1_amd64.deb
 $\dots$ 
Unpacking libtexlua52:amd64 (2017.20170613.44572-8ubuntu0.1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package libtexluaajit2:amd64.
Preparing to unpack
../30-libtexluaajit2_2017.20170613.44572-8ubuntu0.1_amd64.deb  $\dots$ 
Unpacking libtexluaajit2:amd64 (2017.20170613.44572-8ubuntu0.1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package libzip-0-13:amd64.
Preparing to unpack ../31-libzip-0-13_0.13.62-3.1ubuntu0.18.04.1_amd64.deb  $\dots$ 
Unpacking libzip-0-13:amd64 (0.13.62-3.1ubuntu0.18.04.1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package lmodern.
Preparing to unpack ../32-lmodern_2.004.5-3_all.deb  $\dots$ 
Unpacking lmodern (2.004.5-3)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package preview-latex-style.
Preparing to unpack ../33-preview-latex-style_11.91-1ubuntu1_all.deb  $\dots$ 
Unpacking preview-latex-style (11.91-1ubuntu1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package tlutils.
Preparing to unpack ../34-tlutils_1.41-2_amd64.deb  $\dots$ 
Unpacking tlutils (1.41-2)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package tex-gyre.
Preparing to unpack ../35-tex-gyre_20160520-1_all.deb  $\dots$ 
Unpacking tex-gyre (20160520-1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package texlive-binaries.
Preparing to unpack ../36-texlive-
binaries_2017.20170613.44572-8ubuntu0.1_amd64.deb  $\dots$ 
Unpacking texlive-binaries (2017.20170613.44572-8ubuntu0.1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package texlive-base.
Preparing to unpack ../37-texlive-base_2017.20180305-1_all.deb  $\dots$ 
Unpacking texlive-base (2017.20180305-1)  $\dots$ 
Selecting previously unselected package texlive-fonts-recommended.

```

```

Preparing to unpack ./38-texlive-fonts-recommended_2017.20180305-1_all.deb ...
Unpacking texlive-fonts-recommended (2017.20180305-1) ...
Selecting previously unselected package texlive-latex-base.
Preparing to unpack ./39-texlive-latex-base_2017.20180305-1_all.deb ...
Unpacking texlive-latex-base (2017.20180305-1) ...
Selecting previously unselected package texlive-latex-recommended.
Preparing to unpack ./40-texlive-latex-recommended_2017.20180305-1_all.deb ...
Unpacking texlive-latex-recommended (2017.20180305-1) ...
Selecting previously unselected package texlive-pictures.
Preparing to unpack ./41-texlive-pictures_2017.20180305-1_all.deb ...
Unpacking texlive-pictures (2017.20180305-1) ...
Selecting previously unselected package texlive-latex-extra.
Preparing to unpack ./42-texlive-latex-extra_2017.20180305-2_all.deb ...
Unpacking texlive-latex-extra (2017.20180305-2) ...
Selecting previously unselected package texlive-plain-generic.
Preparing to unpack ./43-texlive-plain-generic_2017.20180305-2_all.deb ...
Unpacking texlive-plain-generic (2017.20180305-2) ...
Selecting previously unselected package tipa.
Preparing to unpack ./44-tipa_2%3a1.3-20_all.deb ...
Unpacking tipa (2:1.3-20) ...
Selecting previously unselected package texlive-xetex.
Preparing to unpack ./45-texlive-xetex_2017.20180305-1_all.deb ...
Unpacking texlive-xetex (2017.20180305-1) ...
Setting up libs9-common (9.26-dfsg+0-Ubuntu0.18.04.15) ...
Setting up libkpathsea6:amd64 (2017.20170613.44572-Ubuntu0.1) ...
Setting up libjs-jquery (3.2.1-1) ...
Setting up libtexlua52:amd64 (2017.20170613.44572-Ubuntu0.1) ...
Setting up fonts-droid-fallback (1:6.0.1r16-1.1) ...
Setting up libsynctex1:amd64 (2017.20170613.44572-Ubuntu0.1) ...
Setting up libptexenc1:amd64 (2017.20170613.44572-Ubuntu0.1) ...
Setting up tex-common (6.09) ...
debconf: unable to initialize frontend: Dialog
debconf: (No usable dialog-like program is installed, so the dialog based
frontend cannot be used. at /usr/share/perl5/Debconf/FrontEnd/Dialog.pm line
76.)
debconf: falling back to frontend: Readline
update-language: texlive-base not installed and configured, doing nothing!
Setting up poppler-data (0.4.8-2) ...
Setting up tex-gyre (20160520-1) ...
Setting up preview-latex-style (11.91-1ubuntu1) ...
Setting up fonts-texgyre (20160520-1) ...
Setting up fonts-noto-mono (20171026-2) ...
Setting up fonts-lato (2.0-2) ...
Setting up libcupsfilters1:amd64 (1.20.2-Ubuntu3.1) ...
Setting up libcupsimage2:amd64 (2.2.7-1ubuntu2.8) ...
Setting up libjbig2dec0:amd64 (0.13-6) ...
Setting up ruby-did-you-mean (1.2.0-2) ...
Setting up t1utils (1.41-2) ...

```

```

Setting up ruby-net-telnet (0.1.1-2) ..
Setting up libijs-0.35:amd64 (0.35-13) ..
Setting up rubygems-integration (1.11) ..
Setting up libpstrace0 (1.14-2) ..
Setting up javascript-common (11) ..
Setting up ruby-minitest (5.10.3-1) ..
Setting up libzip-0-13:amd64 (0.13.62-3.1ubuntu0.18.04.1) ..
Setting up libgs9:amd64 (9.26-dfsg+0-0ubuntu0.18.04.15) ..
Setting up libtexluajit2:amd64 (2017.20170613.44572-8ubuntu0.1) ..
Setting up fonts-lmodern (2.004.5-3) ..
Setting up ruby-power-assert (0.3.0-1) ..
Setting up texlive-binaries (2017.20170613.44572-8ubuntu0.1) ..
update-alternatives: using /usr/bin/xdvi-xaw to provide /usr/bin/xdvi.bin
(xdvi.bin) in auto mode
update-alternatives: using /usr/bin/bibtex.original to provide /usr/bin/bibtex
(bibtex) in auto mode
Setting up texlive-base (2017.20180305-1) ..
mktexlsr: Updating /var/lib/texmf/ls-R-TEXLIVEDIST..
mktexlsr: Updating /var/lib/texmf/ls-R-TEXMFMAIN..
mktexlsr: Updating /var/lib/texmf/ls-R..
mktexlsr: Done.
tl-paper: setting paper size for dvips to a4:
/var/lib/texmf/dvips/config/config-paper.ps
tl-paper: setting paper size for dvipdfmx to a4:
/var/lib/texmf/dvipdfmx/dvipdfmx-paper.cfg
tl-paper: setting paper size for xdvi to a4: /var/lib/texmf/xdvi/IDvi-paper
tl-paper: setting paper size for pdftex to a4:
/var/lib/texmf/tex/generic/config/pdftexconfig.tex
debconf: unable to initialize frontend: Dialog
debconf: (No usable dialog-like program is installed, so the dialog based
frontend cannot be used. at /usr/share/perl5/Debconf/FrontEnd/Dialog.pm line
76.)
debconf: falling back to frontend: Readline
Setting up texlive-fonts-recommended (2017.20180305-1) ..
Setting up texlive-plain-generic (2017.20180305-2) ..
Setting up texlive-latex-base (2017.20180305-1) ..
Setting up lmodern (2.004.5-3) ..
Setting up texlive-latex-recommended (2017.20180305-1) ..
Setting up texlive-pictures (2017.20180305-1) ..
Setting up tipa (2:1.3-20) ..
Regenerating '/var/lib/texmf/fmtutil.cnf-DEBIAN'.. done.
Regenerating '/var/lib/texmf/fmtutil.cnf-TEXLIVEDIST'.. done.
update-fmtutil has updated the following file(s):
    /var/lib/texmf/fmtutil.cnf-DEBIAN
    /var/lib/texmf/fmtutil.cnf-TEXLIVEDIST
If you want to activate the changes in the above file(s),
you should run fmtutil-sys or fmtutil.
Setting up texlive-latex-extra (2017.20180305-2) ..

```

```

Setting up texlive-xetex (2017.20180305-1) ..
Setting up ruby2.5 (2.5.1-1ubuntu1.11) ..
Setting up ruby (1:2.5.1) ..
Setting up ruby-test-unit (3.2.5-1) ..
Setting up rake (12.3.1-1ubuntu0.1) ..
Setting up libruby2.5:amd64 (2.5.1-1ubuntu1.11) ..
Processing triggers for mime-support (3.60ubuntu1) ..
Processing triggers for libc-bin (2.27-3ubuntu1.3) ..
/sbin/ldconfig.real: /usr/local/lib/python3.7/dist-
packages/ideep4py/lib/libmkldnn.so.0 is not a symbolic link

```

```

Processing triggers for man-db (2.8.3-2ubuntu0.1) ..
Processing triggers for fontconfig (2.12.6-0ubuntu2) ..
Processing triggers for tex-common (6.09) ..
debconf: unable to initialize frontend: Dialog
debconf: (No usable dialog-like program is installed, so the dialog based
frontend cannot be used. at /usr/share/perl5/Debconf/FrontEnd/Dialog.pm line
76.)
debconf: falling back to frontend: Readline
Running updnmap-sys. This may take some time.. done.
Running mktexlsr /var/lib/texmf .. done.
Building format(s) --all.
    This may take some time.. done.

```

```
[ ]: # Ejecutamos el siguiente código, pero para ello el archivo a convertir debe
    ..estar cargado dentro de la lista de archivos de ejemplo.
    !jupyter nbconvert --to pdf /content/Q+P_ChancayL_RNR_LSOR.ipynb
```

```

[NbConvertApp] Converting notebook /content/Q+P_ChancayL_RNR_LSOR.ipynb to pdf
[NbConvertApp] Support files will be in Q+P_ChancayL_RNR_LSOR_files/
[NbConvertApp] Making directory ./Q+P_ChancayL_RNR_LSOR_files
[NbConvertApp] Writing 145319 bytes to ./notebook.tex
[NbConvertApp] Building PDF
[NbConvertApp] Running xelatex 3 times: ['xelatex', './notebook.tex', '-quiet']
[NbConvertApp] Running bibtex 1 time: ['bibtex', './notebook']
[NbConvertApp] WARNING | bibtex had problems, most likely because there were no
citations
[NbConvertApp] PDF successfully created
[NbConvertApp] Writing 439292 bytes to /content/Q+P_ChancayL_RNR_LSOR.pdf

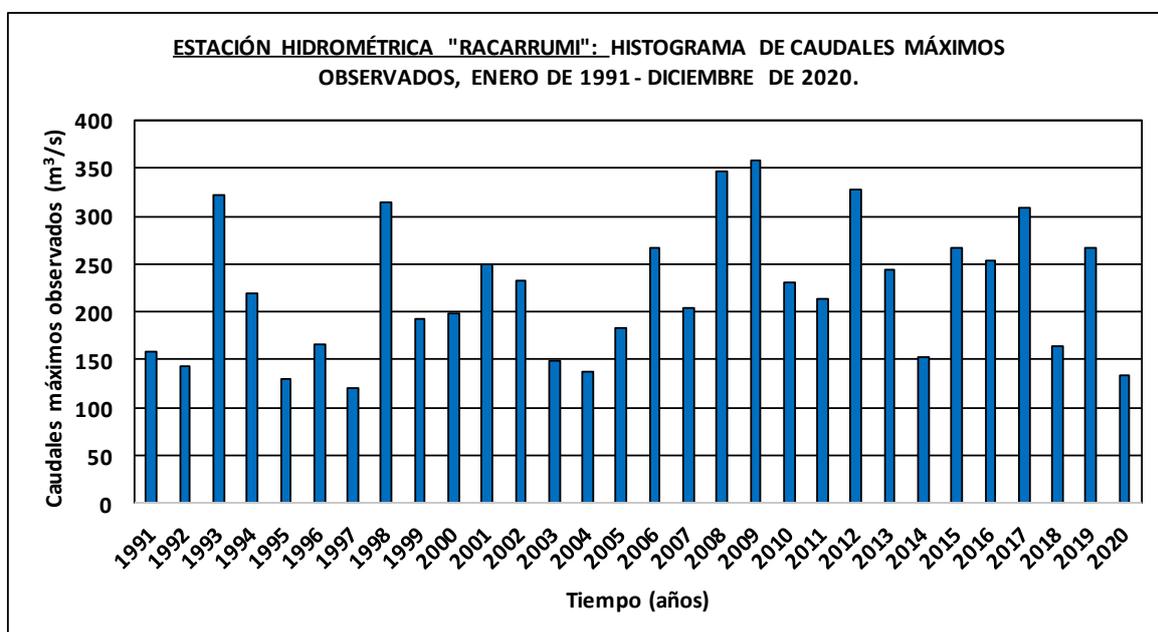
```

**Anexo N° 04: Cálculo de caudales para
diferentes períodos de retorno.**

APLICACIÓN DE MODELOS PROBABILISTICOS PARA LOS CAUDALES MÁXIMOS "OBSERVADOS" EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA RACARRUMI Y DETERMINAR SU BONDAD DE AJUSTE POR EL MÉTODO DE KOLMOGOROV - SMIRNOV (SK).

CAUDALES MÁXIMOS ANUALES (OBSERVADOS)			
N° DE DATO	AÑO	Q (m ³ /s)	MAS A MENOS
01	1991	158.58	358.54
02	1992	142.40	347.16
03	1993	322.23	327.52
04	1994	218.65	322.23
05	1995	130.12	313.75
06	1996	166.05	308.62
07	1997	119.66	267.67
08	1998	313.75	267.20
09	1999	193.16	266.86
10	2000	197.72	253.38
11	2001	249.05	249.05
12	2002	231.88	244.63
13	2003	149.95	231.88
14	2004	138.36	230.45
15	2005	182.55	218.65
16	2006	267.67	214.39
17	2007	203.75	203.75
18	2008	347.16	197.72
19	2009	358.54	193.16
20	2010	230.45	182.55
21	2011	214.39	166.05
22	2012	327.52	164.40
23	2013	244.63	158.58
24	2014	153.17	153.17
25	2015	267.20	149.95
26	2016	253.38	142.40
27	2017	308.62	138.36
28	2018	164.40	134.25
29	2019	266.86	130.12
30	2020	134.25	119.66

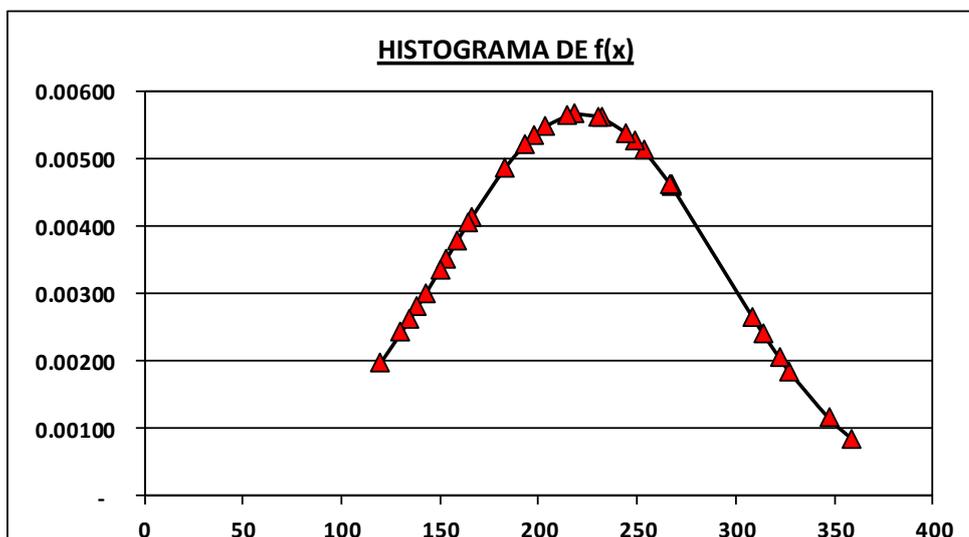
HERRAMIENTAS / ANÁLISIS DE DATOS / ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	
ESTACIÓN HIDROMÉTRICA "RACARRUMI"	
Media	221.87
Mediana	216.52
Moda	---
Desviación estándar	70.39
Varianza	4954.34
Curtosis	-0.95
Coefficiente de asimetría	0.37
Rango	358.54
Mínimo	119.66
Máximo	358.54
Suma	6656.07
N° de datos	30
Nivel de significación (% error)	5.00%



1) ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN "NORMAL" APLICADA A LOS CAUDALES MÁXIMOS "OBSERVADOS" EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA RACARRUMI.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	
Media	221.87
Desviación estándar	70.39
Nivel de significación (% error)	5.00%

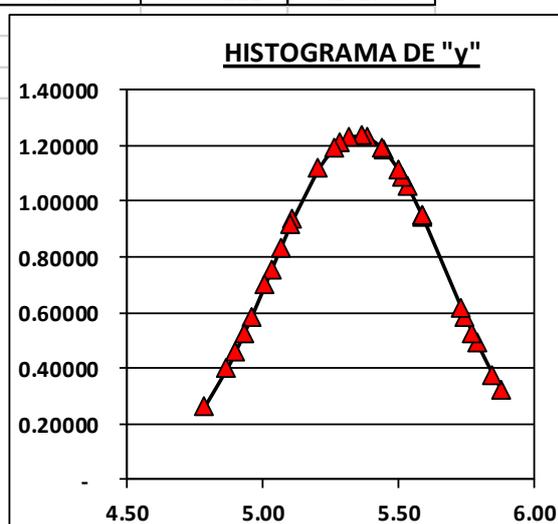
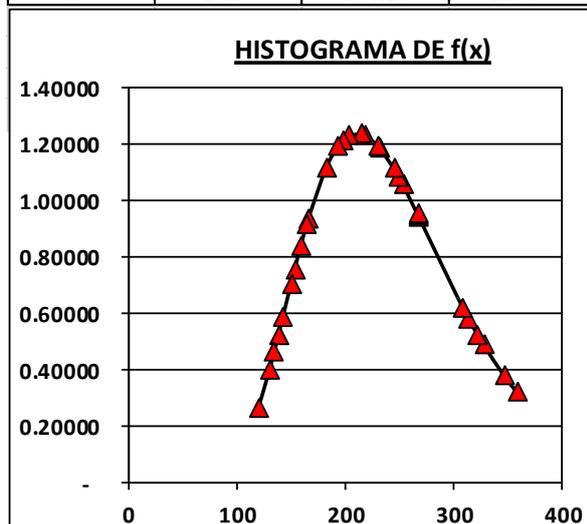
Nº DE DATO	AÑO	Q (m ³ /s)	MAS A MENOS	F (X)	f (X)
01	1991	158.58	358.54	0.973915	0.000860
02	1992	142.40	347.16	0.962462	0.001163
03	1993	322.23	327.52	0.933317	0.001837
04	1994	218.65	322.23	0.923044	0.002051
05	1995	130.12	313.75	0.904126	0.002418
06	1996	166.05	308.62	0.891119	0.002652
07	1997	119.66	267.67	0.742372	0.004587
08	1998	313.75	267.20	0.740207	0.004606
09	1999	193.16	266.86	0.738629	0.004621
10	2000	197.72	253.38	0.672804	0.005127
11	2001	249.05	249.05	0.650319	0.005261
12	2002	231.88	244.63	0.626804	0.005379
13	2003	149.95	231.88	0.556523	0.005611
14	2004	138.36	230.45	0.548505	0.005626
15	2005	182.55	218.65	0.481763	0.005662
16	2006	267.67	214.39	0.457708	0.005636
17	2007	203.75	203.75	0.398406	0.005483
18	2008	347.16	197.72	0.365740	0.005344
19	2009	358.54	193.16	0.341663	0.005215
20	2010	230.45	182.55	0.288214	0.004849
21	2011	214.39	166.05	0.213881	0.004139
22	2012	327.52	164.40	0.207132	0.004061
23	2013	244.63	158.58	0.184285	0.003783
24	2014	153.17	153.17	0.164525	0.003520
25	2015	267.20	149.95	0.153430	0.003363
26	2016	253.38	142.40	0.129443	0.002997
27	2017	308.62	138.36	0.117714	0.002804
28	2018	164.40	134.25	0.106595	0.002612
29	2019	266.86	130.12	0.096204	0.002424
30	2020	134.25	119.66	0.073233	0.001975



2) ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN "LOG - NORMAL DE 2 PARÁMETROS" APLICADA A LOS CAUDALES MÁXIMOS "OBSERVADOS" EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA RACARRUMI.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	
Media	5.35
Desviación estándar	0.32
Coficiente de asimetría	-0.06
Nivel de significación (% error)	5.00%

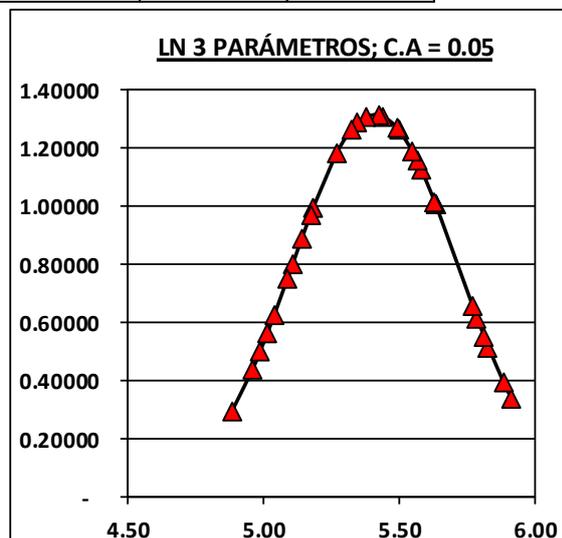
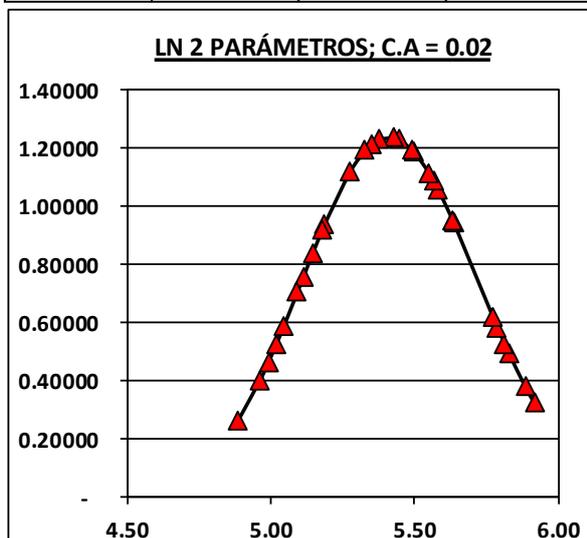
N° DE DATO	AÑO	Q (m ³ /s)	MAS A MENOS	$y = \ln(x)$	F (X)	f (X)
01	1991	158.58	358.54	5.8820	0.949602	0.321650
02	1992	142.40	347.16	5.8498	0.938344	0.377111
03	1993	322.23	327.52	5.7915	0.913169	0.489993
04	1994	218.65	322.23	5.7753	0.904919	0.524129
05	1995	130.12	313.75	5.7486	0.890180	0.582047
06	1996	166.05	308.62	5.7321	0.880276	0.618931
07	1997	119.66	267.67	5.5897	0.768881	0.943579
08	1998	313.75	267.20	5.5880	0.767216	0.947359
09	1999	193.16	266.86	5.5867	0.766000	0.950099
10	2000	197.72	253.38	5.5349	0.714014	1.053864
11	2001	249.05	249.05	5.5177	0.695589	1.084602
12	2002	231.88	244.63	5.4998	0.675904	1.114122
13	2003	149.95	231.88	5.4462	0.614206	1.185332
14	2004	138.36	230.45	5.4400	0.606869	1.191715
15	2005	182.55	218.65	5.3875	0.543123	1.229116
16	2006	267.67	214.39	5.3678	0.518891	1.234959
17	2007	203.75	203.75	5.3169	0.456013	1.228822
18	2008	347.16	197.72	5.2868	0.419332	1.210983
19	2009	358.54	193.16	5.2635	0.391313	1.190174
20	2010	230.45	182.55	5.2070	0.326025	1.116833
21	2011	214.39	166.05	5.1123	0.228285	0.937082
22	2012	327.52	164.40	5.1023	0.219058	0.915352
23	2013	244.63	158.58	5.0663	0.187498	0.834133
24	2014	153.17	153.17	5.0315	0.159930	0.753822
25	2015	267.20	149.95	5.0103	0.144419	0.704439
26	2016	253.38	142.40	4.9586	0.111105	0.586923
27	2017	308.62	138.36	4.9298	0.095102	0.524210
28	2018	164.40	134.25	4.8997	0.080254	0.461830
29	2019	266.86	130.12	4.8685	0.066787	0.401289
30	2020	134.25	119.66	4.7846	0.039211	0.262766



3) ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN "LOG - NORMAL DE 3 PARÁMETROS" APLICADA A LOS CAUDALES MÁXIMOS "OBSERVADOS" EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA RACARRUMI.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	
Media	5.41
Desviación estándar	0.30
Coefficiente de asimetría	-0.03
a	(12.6525)
Nivel de significación (% error)	5.00%

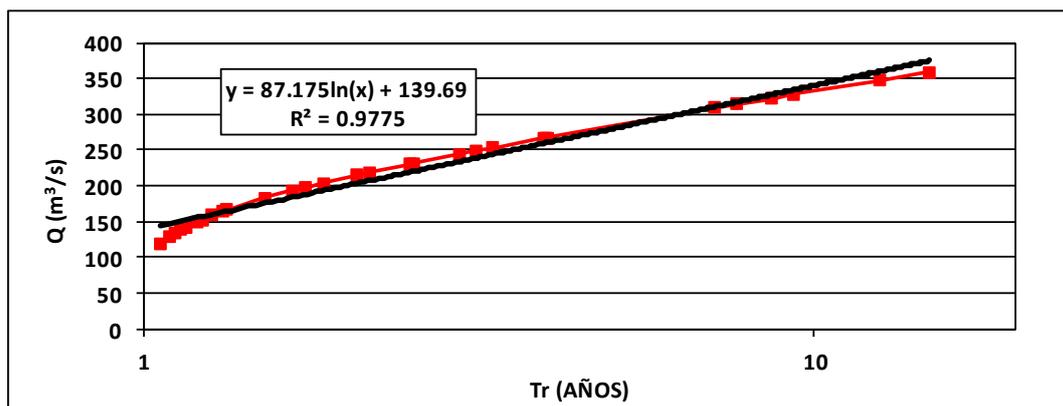
N° DE DATO	AÑO	Q (m ³ /s)	MAS A MENOS	$y = \ln(x - a)$	F (X)	f (X)
01	1991	158.58	358.54	5.9167	0.951190	0.332999
02	1992	142.40	347.16	5.8856	0.939907	0.392565
03	1993	322.23	327.52	5.8294	0.914536	0.514272
04	1994	218.65	322.23	5.8138	0.906193	0.551156
05	1995	130.12	313.75	5.7881	0.891267	0.613785
06	1996	166.05	308.62	5.7723	0.881222	0.653686
07	1997	119.66	267.67	5.6359	0.768007	1.004272
08	1998	313.75	267.20	5.6343	0.766315	1.008336
09	1999	193.16	266.86	5.6330	0.765080	1.011281
10	2000	197.72	253.38	5.5836	0.712292	1.122481
11	2001	249.05	249.05	5.5672	0.693608	1.155257
12	2002	231.88	244.63	5.5502	0.673663	1.186633
13	2003	149.95	231.88	5.4993	0.611283	1.261679
14	2004	138.36	230.45	5.4935	0.603879	1.268333
15	2005	182.55	218.65	5.4437	0.539691	1.306599
16	2006	267.67	214.39	5.4252	0.515361	1.312130
17	2007	203.75	203.75	5.3771	0.452411	1.303750
18	2008	347.16	197.72	5.3489	0.415817	1.283759
19	2009	358.54	193.16	5.3269	0.387928	1.260943
20	2010	230.45	182.55	5.2740	0.323164	1.181888
21	2011	214.39	166.05	5.1857	0.226761	0.991513
22	2012	327.52	164.40	5.1765	0.217692	0.968685
23	2013	244.63	158.58	5.1430	0.186706	0.883604
24	2014	153.17	153.17	5.1109	0.159676	0.799790
25	2015	267.20	149.95	5.0913	0.144478	0.748378
26	2016	253.38	142.40	5.0438	0.111839	0.626306
27	2017	308.62	138.36	5.0173	0.096149	0.561260
28	2018	164.40	134.25	4.9898	0.081572	0.496574
29	2019	266.86	130.12	4.9613	0.068324	0.433763
30	2020	134.25	119.66	4.8852	0.041029	0.289545



4) ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN "GUMBEL" APLICADA A LOS CAUDALES MÁXIMOS "OBSERVADOS" EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA RACARRUMI.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	
Media (x)	221.87
Desviación estándar (Sx)	70.39
N° de datos	30
Y _N (media reducida)	0.53
N (desviación estan. reducid)	1.10
Parámetros según el N° de datos	
a = Sx / N =	64.22
u = x - Y _N * a =	187.71

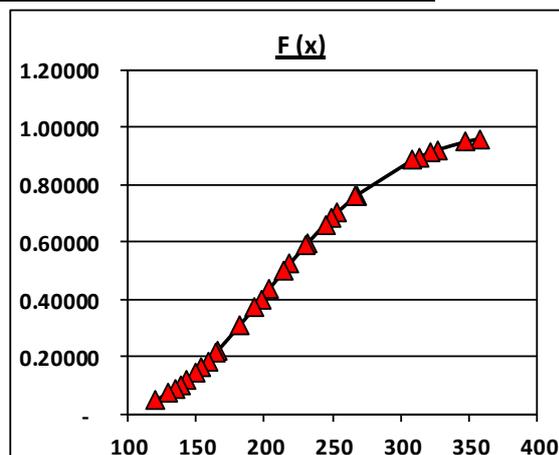
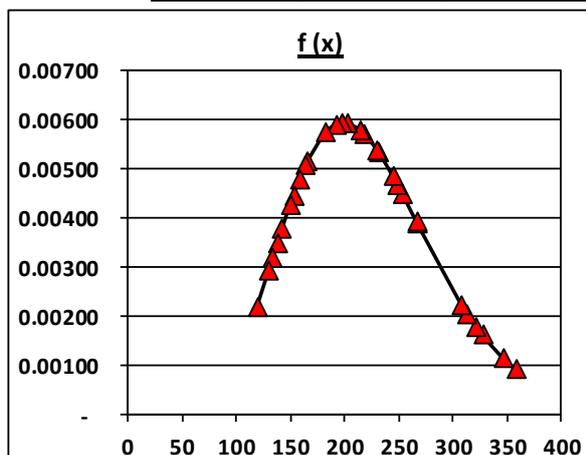
N° DE DATO	AÑO	Q (m ³ /s)	MAS A MENOS	y = (x - u)/a	Tr (años)
01	1991	158.58	358.54	2.6603	14.81
02	1992	142.40	347.16	2.4831	12.48
03	1993	322.23	327.52	2.1772	9.33
04	1994	218.65	322.23	2.0949	8.63
05	1995	130.12	313.75	1.9629	7.63
06	1996	166.05	308.62	1.8829	7.09
07	1997	119.66	267.67	1.2452	4.00
08	1998	313.75	267.20	1.2379	3.97
09	1999	193.16	266.86	1.2325	3.95
10	2000	197.72	253.38	1.0227	3.31
11	2001	249.05	249.05	0.9553	3.13
12	2002	231.88	244.63	0.8865	2.96
13	2003	149.95	231.88	0.6878	2.53
14	2004	138.36	230.45	0.6656	2.49
15	2005	182.55	218.65	0.4819	2.17
16	2006	267.67	214.39	0.4156	2.07
17	2007	203.75	203.75	0.2498	1.85
18	2008	347.16	197.72	0.1559	1.74
19	2009	358.54	193.16	0.0849	1.66
20	2010	230.45	182.55	-0.0803	1.51
21	2011	214.39	166.05	-0.3372	1.33
22	2012	327.52	164.40	-0.3629	1.31
23	2013	244.63	158.58	-0.4536	1.26
24	2014	153.17	153.17	-0.5378	1.22
25	2015	267.20	149.95	-0.5880	1.20
26	2016	253.38	142.40	-0.7055	1.15
27	2017	308.62	138.36	-0.7685	1.13
28	2018	164.40	134.25	-0.8325	1.11
29	2019	266.86	130.12	-0.8968	1.09
30	2020	134.25	119.66	-1.0597	1.06



5) ANÁLISIS CON DISTRIBUCIÓN "GAMMA DE 2 PARÁMETROS" APLICADA A LOS CAUDALES MÁXIMOS "OBSERVADOS" EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA RACARRUMI.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	
Media (x)	221.87
Varianza (σ^2)	4954.34
Parámetros de:	
Escala: $= \sigma^2 / x =$	22.33
Forma: $= X / \sigma =$	9.94

Nº DE DATO	AÑO	Q (m ³ /s)	MAS A MENOS	f (x)	F (x)
01	1991	158.58	358.54	0.000900	0.959565
02	1992	142.40	347.16	0.001123	0.948088
03	1993	322.23	327.52	0.001609	0.921479
04	1994	218.65	322.23	0.001762	0.912572
05	1995	130.12	313.75	0.002030	0.896518
06	1996	166.05	308.62	0.002205	0.885654
07	1997	119.66	267.67	0.003866	0.762672
08	1998	313.75	267.20	0.003887	0.760846
09	1999	193.16	266.86	0.003902	0.759514
10	2000	197.72	253.38	0.004491	0.702942
11	2001	249.05	249.05	0.004673	0.683110
12	2002	231.88	244.63	0.004854	0.662057
13	2003	149.95	231.88	0.005325	0.597036
14	2004	138.36	230.45	0.005372	0.589403
15	2005	182.55	218.65	0.005697	0.523988
16	2006	267.67	214.39	0.005783	0.499546
17	2007	203.75	203.75	0.005910	0.437183
18	2008	347.16	197.72	0.005919	0.401490
19	2009	358.54	193.16	0.005894	0.374553
20	2010	230.45	182.55	0.005721	0.312818
21	2011	214.39	166.05	0.005137	0.222721
22	2012	327.52	164.40	0.005059	0.214329
23	2013	244.63	158.58	0.004758	0.185723
24	2014	153.17	153.17	0.004445	0.160812
25	2015	267.20	149.95	0.004247	0.146798
26	2016	253.38	142.40	0.003753	0.116597
27	2017	308.62	138.36	0.003477	0.101970
28	2018	164.40	134.25	0.003193	0.088271
29	2019	266.86	130.12	0.002906	0.075684
30	2020	134.25	119.66	0.002195	0.049035



6) DETERMINACIÓN DE LA BONDAD DE AJUSTE POR EL MÉTODO DE KOLMOGOROV - SMIRNOV (SK).

N°	Caudal	Probabilidad de excedencia F(x)						Diferencia delta				
		Empírica	Normal	LN2	LN3	Gumbel	Gamma	Normal	LN2	LN3	Gumbel	Gamma
01	358.54	0.0323	0.0261	0.0504	0.0488	0.0675	0.0404	0.0062	0.0181	0.0166	0.0353	0.0082
02	347.16	0.0645	0.0375	0.0617	0.0601	0.0801	0.0519	0.0270	0.0029	0.0044	0.0156	0.0126
03	327.52	0.0968	0.0667	0.0868	0.0855	0.1072	0.0785	0.0301	0.0099	0.0113	0.0104	0.0183
04	322.23	0.1290	0.0770	0.0951	0.0938	0.1158	0.0874	0.0521	0.0340	0.0352	0.0132	0.0416
05	313.75	0.1613	0.0959	0.1098	0.1087	0.131	0.1035	0.0654	0.0515	0.0526	0.0303	0.0578
06	308.62	0.1935	0.1089	0.1197	0.1188	0.1411	0.1143	0.0847	0.0738	0.0748	0.0524	0.0792
07	267.67	0.2258	0.2576	0.2311	0.2320	0.2501	0.2373	0.0318	0.0053	0.0062	0.0243	0.0115
08	267.20	0.2581	0.2598	0.2328	0.2337	0.2517	0.2392	0.0017	0.0253	0.0244	0.0063	0.0189
09	266.86	0.2903	0.2614	0.2340	0.2349	0.2529	0.2405	0.0290	0.0563	0.0554	0.0374	0.0498
10	253.38	0.3226	0.3272	0.2860	0.2877	0.3021	0.2971	0.0046	0.0366	0.0349	0.0205	0.0255
11	249.05	0.3548	0.3497	0.3044	0.3064	0.3193	0.3169	0.0052	0.0504	0.0484	0.0355	0.0379
12	244.63	0.3871	0.3732	0.3241	0.3263	0.3377	0.3379	0.0139	0.0630	0.0608	0.0494	0.0492
13	231.88	0.4194	0.4435	0.3858	0.3887	0.3951	0.4030	0.0241	0.0336	0.0306	0.0243	0.0164
14	230.45	0.4516	0.4515	0.3931	0.3961	0.4019	0.4106	0.0001	0.0585	0.0555	0.0497	0.0410
15	218.65	0.4839	0.5182	0.4569	0.4603	0.4608	0.4760	0.0344	0.0270	0.0236	0.0231	0.0079
16	214.39	0.5161	0.5423	0.4811	0.4846	0.4831	0.5005	0.0262	0.0350	0.0315	0.0330	0.0157
17	203.75	0.5484	0.6016	0.5440	0.5476	0.5411	0.5628	0.0532	0.0044	0.0008	0.0073	0.0144
18	197.72	0.5806	0.6343	0.5807	0.5842	0.575	0.5985	0.0536	0.0000	0.0035	0.0056	0.0179
19	193.16	0.6129	0.6583	0.6087	0.6121	0.6009	0.6254	0.0454	0.0042	0.0008	0.0120	0.0125
20	182.55	0.6452	0.7118	0.6740	0.6768	0.6616	0.6872	0.0666	0.0288	0.0317	0.0165	0.0420
21	166.05	0.6774	0.7861	0.7717	0.7732	0.7537	0.7773	0.1087	0.0943	0.0958	0.0762	0.0999
22	164.40	0.7097	0.7929	0.7809	0.7823	0.7625	0.7857	0.0832	0.0713	0.0726	0.0528	0.0760
23	158.58	0.7419	0.8157	0.8125	0.8133	0.7928	0.8143	0.0738	0.0706	0.0714	0.0508	0.0723
24	153.17	0.7742	0.8355	0.8401	0.8403	0.8195	0.8392	0.0613	0.0659	0.0661	0.0454	0.0650
25	149.95	0.8065	0.8466	0.8556	0.8555	0.8348	0.8532	0.0401	0.0491	0.0491	0.0283	0.0468
26	142.40	0.8387	0.8706	0.8889	0.8882	0.868	0.8834	0.0318	0.0502	0.0495	0.0293	0.0447
27	138.36	0.8710	0.8823	0.9049	0.9039	0.8843	0.8980	0.0113	0.0339	0.0329	0.0133	0.0271
28	134.25	0.9032	0.8934	0.9197	0.9184	0.8996	0.9117	0.0098	0.0165	0.0152	0.0036	0.0085
29	130.12	0.9355	0.9038	0.9332	0.9317	0.9138	0.9243	0.0317	0.0023	0.0038	0.0216	0.0112
30	119.66	0.9677	0.9268	0.9608	0.9590	0.9442	0.9510	0.0410	0.0070	0.0088	0.0236	0.0168
								0.1087	0.0943	0.0958	0.0762	0.0999
								tabular = 1.36/RAIZ(N) =		0.2483		
								Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar

Conclusión: Los caudales máximos anuales **observados** en la estación hidrométrica "**Racarrumi**" se ajustan a las distribuciones estadísticas analizadas, de manera que estos representan a los datos que se tienen, por tanto, se aceptan los caudales que puedan ser estimados para distintos periodos de retorno con dichos modelos

Sin embargo lo que se recomienda es elegir la menor diferencia probabilística que se tenga, lo cual indica que los caudales generados para distintos periodos de retorno con esa metodología serán similares a los observados. Es así que de los resultados obtenidos para el presente estudio, se considera que la metodología estadística que mejor se ajusta es la de "**Gumbel**", con un $\delta = 0.0762$, menor al δ_{tabular} y menor al de las otras diferencias estadísticas.

7) CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO APLICANDO EL MÉTODO DE GUMBEL.

N°	AÑO HIDROLÓGICO	T (años)	Q _{máx} (m ³ /seg)	(Q _{máx}) ²	Q. EN ORDEN DESCENDENTE
01	1991	31.00	158.58	25147.62	358.54
02	1992	15.50	142.40	20277.76	347.16
03	1993	10.33	322.23	103832.17	327.52
04	1994	7.75	218.65	47807.82	322.23
05	1995	6.20	130.12	16931.21	313.75
06	1996	5.17	166.05	27572.60	308.62
07	1997	4.43	119.66	14318.04	267.67
08	1998	3.88	313.75	98441.57	267.20
09	1999	3.44	193.16	37309.24	266.86
10	2000	3.10	197.72	39091.22	253.38
11	2001	2.82	249.05	62026.40	249.05
12	2002	2.58	231.88	53766.02	244.63
13	2003	2.38	149.95	22483.50	231.88
14	2004	2.21	138.36	19142.11	230.45
15	2005	2.07	182.55	33324.50	218.65
16	2006	1.94	267.67	71646.16	214.39
17	2007	1.82	203.75	41512.43	203.75
18	2008	1.72	347.16	120518.68	197.72
19	2009	1.63	358.54	128551.65	193.16
20	2010	1.55	230.45	53106.28	182.55
21	2011	1.48	214.39	45964.36	166.05
22	2012	1.41	327.52	107267.39	164.40
23	2013	1.35	244.63	59844.82	158.58
24	2014	1.29	153.17	23460.74	153.17
25	2015	1.24	267.20	71394.24	149.95
26	2016	1.19	253.38	64200.92	142.40
27	2017	1.15	308.62	95246.92	138.36
28	2018	1.11	164.40	27028.68	134.25
29	2019	1.07	266.86	71211.59	130.12
30	2020	1.03	134.25	18022.53	119.66
			6656.07	1620449.15	6656.07

a) Cálculo del caudal promedio anual.

$$Q_m = \frac{6656.07}{30 \text{ años}} = 221.87 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Cálculo de la desviación estandar de los caudales Q .

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - NQ_m^2}{N-1}}$$

$$\sigma_Q = 70.39$$

c) De la tabla 6.13 (Hidrología, Máximo Villón Béjar, 2002) se obtiene los valores de σ_N y Y_N para $N = 30$ años.

N	Y_N	σ_N	N	Y_N	σ_N
8	0.4843	0.9043	50	0.54854	1.16066
9	0.4902	0.9288	51	0.5489	1.1623
10	0.4952	0.9497	52	0.5493	1.1638
11	0.4996	0.9676	53	0.5497	1.1653
12	0.5053	0.9833	54	0.5501	1.1667
13	0.5070	0.9972	55	0.5504	1.1681
14	0.5100	1.0095	56	0.5508	1.1696

15	0.5128	1.02057	57	0.5511	1.1708
16	0.5157	1.0316	58	0.5515	1.1721
17	0.5181	1.0411	59	0.5518	1.1734
18	0.5202	1.0493	60	0.55208	1.17467
19	0.5220	1.0566	62	0.5527	1.1770
20	0.52355	1.06283	64	0.5533	1.1793
21	0.5252	1.0696	66	0.5538	1.1814
22	0.5268	1.0754	68	0.5543	1.1834
23	0.5283	1.0811	70	0.55477	1.18536
24	0.5296	1.0864	72	0.5552	1.1873
25	0.53086	1.09145	74	0.5557	1.1890
26	0.532	1.0961	76	0.5561	1.1906
27	0.5332	1.1004	78	0.5565	1.1923
28	0.5343	1.1047	80	0.55688	1.19382
29	0.5353	1.1086	82	0.5572	1.1953
30	0.53622	1.11238	84	0.5576	1.1967
31	0.5371	1.1159	86	0.5580	1.1980
32	0.5380	1.1193	88	0.5583	1.1994
33	0.5388	1.1226	90	0.55860	1.20073
34	0.5396	1.1255	92	0.5589	1.2020
35	0.54034	1.12847	94	0.5592	1.2032
36	0.5410	1.1313	96	0.5595	1.2044
37	0.5418	1.1339	98	0.5598	1.2055
38	0.5424	1.1363	100	0.56002	1.20649
39	0.5430	1.1388	150	0.56461	1.22534
40	0.54362	1.14132	200	0.56715	1.23598
41	0.5442	1.1436	250	0.56878	1.24292
42	0.5448	1.1458	300	0.56993	1.24786
43	0.5453	1.1480	400	0.57144	1.25450
44	0.5458	1.1499	500	0.57240	1.25880
45	0.5463	1.15185	750	0.57377	1.26506
46	0.5468	1.1538	1000	0.57450	1.26851
47	0.5473	1.1557			
48	0.5477	1.1574			
49	0.5481	1.1590			

d) Obtención de la ecuación del caudal máximo.

$$Q_{\text{máx}} = 221.87 \text{ m}^3/\text{s} - \frac{70.39 \text{ m}^3/\text{s}}{1.11 \text{ m}^3/\text{s}} * (0.54 \text{ m}^3/\text{s} - \ln T)$$

$$Q_{\text{máx}} = 187.94 + 63.28 \ln T$$

e) Cálculo de caudales máximos para diferentes periodos de retorno (Tr):

Para Tr =	5 años	====>	$Q_{\text{máx}} = 289.78 \text{ m}^3/\text{s}$
Para Tr =	10 años	====>	$Q_{\text{máx}} = 333.64 \text{ m}^3/\text{s}$
Para Tr =	25 años	====>	$Q_{\text{máx}} = 391.62 \text{ m}^3/\text{s}$
Para Tr =	50 años	====>	$Q_{\text{máx}} = 435.48 \text{ m}^3/\text{s}$
Para Tr =	100 años	====>	$Q_{\text{máx}} = 479.34 \text{ m}^3/\text{s}$
Para Tr =	200 años	====>	$Q_{\text{máx}} = 523.20 \text{ m}^3/\text{s}$
Para Tr =	1000 años	====>	$Q_{\text{máx}} = 625.03 \text{ m}^3/\text{s}$

f) Para calcular el intervalo de confianza, aquel dentro del cual puede variar $Q_{\text{máx}}$ dependiendo del registro disponible se hace lo siguiente:

$$1^{\text{er}} \text{ caso: } Tr = 5 \text{ años} \quad \text{====>} \quad \Phi = 1 - \frac{1}{5} = 0.80$$

$$2^{\text{do}} \text{ caso: } Tr = 10 \text{ años} \quad \text{====>} \quad \Phi = 1 - \frac{1}{10} = 0.90$$

3^{er} caso: Tr = 25 años $\implies \Phi = 1 - \frac{1}{25} = 0.96$

4^{to} caso: Tr = 50 años $\implies \Phi = 1 - \frac{1}{50} = 0.98$

5^{to} caso: Tr = 100 años $\implies \Phi = 1 - \frac{1}{100} = 0.99$

6^{to} caso: Tr = 200 años $\implies \Phi = 1 - \frac{1}{200} = 1.00$

7^{mo} caso: Tr = 1000 años $\implies \Phi = 1 - \frac{1}{1000} = 0.99$

Tabla 6.14. Valores de $\sqrt{N\alpha\sigma_m}$ en función de Φ .

Φ	$\sqrt{N\alpha\sigma_m}$	Φ	$\sqrt{N\alpha\sigma_m}$
0.01	-2.1607	0.55	1.1513
0.02	-1.7894	0.60	1.5984
0.05	-1.4550	0.65	1.7034
0.10	-1.3028	0.70	1.8355
0.15	1.2548	0.75	2.0069
0.20	1.2427	0.80	2.2408
0.25	1.2494	0.85	2.5849
0.30	1.2687	0.90	-3.1639
0.35	1.2981	0.95	-4.4721
0.40	1.3366	0.98	-7.0710
0.45	1.3845	0.99	-10.0000
0.50	1.4427		

g) Cálculo del intervalo de confianza:

*) Si $\Phi = 1 - 1/T$ varía entre 0.20 y 0.80, el intervalo de confianza se calcula con la fórmula:

$$\Delta Q = \pm \sqrt{N\alpha\sigma_m} \cdot \frac{\sigma_Q}{\sigma_N \sqrt{N}} = \pm 2.24 \cdot \frac{70.39}{1.11 \cdot \sqrt{30}} = 25.89 \text{ m}^3/\text{s} \implies \text{Para el 1}^{\text{er}} \text{ caso (Tr de 5 años).}$$

*) Si $\Phi = 1 - 1/T$ es mayor a 0.90, el intervalo de confianza se calcula con la fórmula:

$$\Delta Q = \pm \frac{1.14 \cdot \sigma_Q}{\sigma_N} = \pm 1.14 \cdot \frac{70.39}{1.11} = 72.13 \text{ m}^3/\text{s} \implies \text{Para el 2}^{\text{do}}, 3^{\text{er}}, 4^{\text{to}}, 5^{\text{to}}, 6^{\text{to}} \text{ y } 7^{\text{mo}} \text{ caso.}$$

h) Cálculo de caudales de diseño para diferentes periodos de retorno (Tr):

Para T=	5 años	$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q =$	$289.78 \text{ m}^3/\text{s} + 25.89 \text{ m}^3/\text{s}$	$=$	$315.66 \text{ m}^3/\text{s}$
Para T=	10 años	$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q =$	$333.64 \text{ m}^3/\text{s} + 72.13 \text{ m}^3/\text{s}$	$=$	$405.77 \text{ m}^3/\text{s}$
Para T=	25 años	$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q =$	$391.62 \text{ m}^3/\text{s} + 72.13 \text{ m}^3/\text{s}$	$=$	$463.75 \text{ m}^3/\text{s}$
Para T=	50 años	$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q =$	$435.48 \text{ m}^3/\text{s} + 72.13 \text{ m}^3/\text{s}$	$=$	$507.61 \text{ m}^3/\text{s}$
Para T=	100 años	$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q =$	$479.34 \text{ m}^3/\text{s} + 72.13 \text{ m}^3/\text{s}$	$=$	$551.47 \text{ m}^3/\text{s}$
Para T=	200 años	$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q =$	$523.20 \text{ m}^3/\text{s} + 72.13 \text{ m}^3/\text{s}$	$=$	$595.33 \text{ m}^3/\text{s}$
Para T=	1000 años	$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q =$	$625.03 \text{ m}^3/\text{s} + 72.13 \text{ m}^3/\text{s}$	$=$	$697.17 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabla resumen	
T (años)	Q _d (m ³ /s)
5	315.66
10	405.77
25	463.75
50	507.61
100	551.47
200	595.33
1000	697.17

8) CÁLCULO DE CAUDALES PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO APLICANDO EL MÉTODO DE GAMMA 2 PARÁMETROS.

a) Caudal máximo de diseño para **Tr = 5 años**, sabiendo que $Tr = (1 / P_{no\ excedencia})$, se tiene:

$$\text{Probabilidad de excedencia: } P_{exc} = \frac{1}{5} = 0.20$$

$$\text{Probabilidad de no excedencia: } P_{no\ exc} = 1 - P_{exc} = 0.80$$

$$Q_{m\acute{a}x} = f(P_{no\ exc}) = \text{DISTR.GAMMA.INV}(P; ;)$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 277.92 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Caudal máximo de diseño para **Tr = 10 años**, sabiendo que $Tr = (1 / P_{no\ excedencia})$, se tiene:

$$\text{Probabilidad de excedencia: } P_{exc} = \frac{1}{10} = 0.10$$

$$\text{Probabilidad de no excedencia: } P_{no\ exc} = 1 - P_{exc} = 0.90$$

$$Q_{m\acute{a}x} = f(P_{no\ exc}) = \text{DISTR.GAMMA.INV}(P; ;)$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 315.49 \text{ m}^3/\text{s}$$

c) Caudal máximo de diseño para **Tr = 25 años**, sabiendo que $Tr = (1 / P_{no\ excedencia})$, se tiene:

$$\text{Probabilidad de excedencia: } P_{exc} = \frac{1}{25} = 0.04$$

$$\text{Probabilidad de no excedencia: } P_{no\ exc} = 1 - P_{exc} = 0.96$$

$$Q_{m\acute{a}x} = f(P_{no\ exc}) = \text{DISTR.GAMMA.INV}(P; ;)$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 359.03 \text{ m}^3/\text{s}$$

d) Caudal máximo de diseño para **Tr = 50 años**, sabiendo que $Tr = (1 / P_{no\ excedencia})$, se tiene:

$$\text{Probabilidad de excedencia: } P_{exc} = \frac{1}{50} = 0.02$$

$$\text{Probabilidad de no excedencia: } P_{no\ exc} = 1 - P_{exc} = 0.98$$

$$Q_{m\acute{a}x} = f(P_{no\ exc}) = \text{DISTR.GAMMA.INV}(P; ;)$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 389.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

e) Caudal máximo de diseño para **Tr = 100 años**, sabiendo que $Tr = (1 / P_{no\ excedencia})$, se tiene:

$$\text{Probabilidad de excedencia: } P_{exc} = \frac{1}{100} = 0.01$$

$$\text{Probabilidad de no excedencia: } P_{no\ exc} = 1 - P_{exc} = 0.99$$

$$Q_{m\acute{a}x} = f(P_{no\ exc}) = \text{DISTR.GAMMA.INV}(P; ;)$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 417.46 \text{ m}^3/\text{s}$$

f) Caudal máximo de diseño para $Tr = 200$ años, sabiendo que $Tr = (1 / P_{no\ excedencia})$, se tiene:

$$\text{Probabilidad de excedencia: } P_{exc} = \frac{1}{200} = 0.01$$

$$\text{Probabilidad de no excedencia: } P_{no\ exc} = 1 - P_{exc} = 1.00$$

$$Q_{m\acute{a}x} = f(P_{no\ exc}) = \text{DISTR.GAMMA.INV}(P; ;$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 444.55 \text{ m}^3/\text{s}$$

g) Caudal máximo de diseño para $Tr = 1000$ años, sabiendo que $Tr = (1 / P_{no\ excedencia})$, se tiene:

$$\text{Probabilidad de excedencia: } P_{exc} = \frac{1}{1000} = 0.0010$$

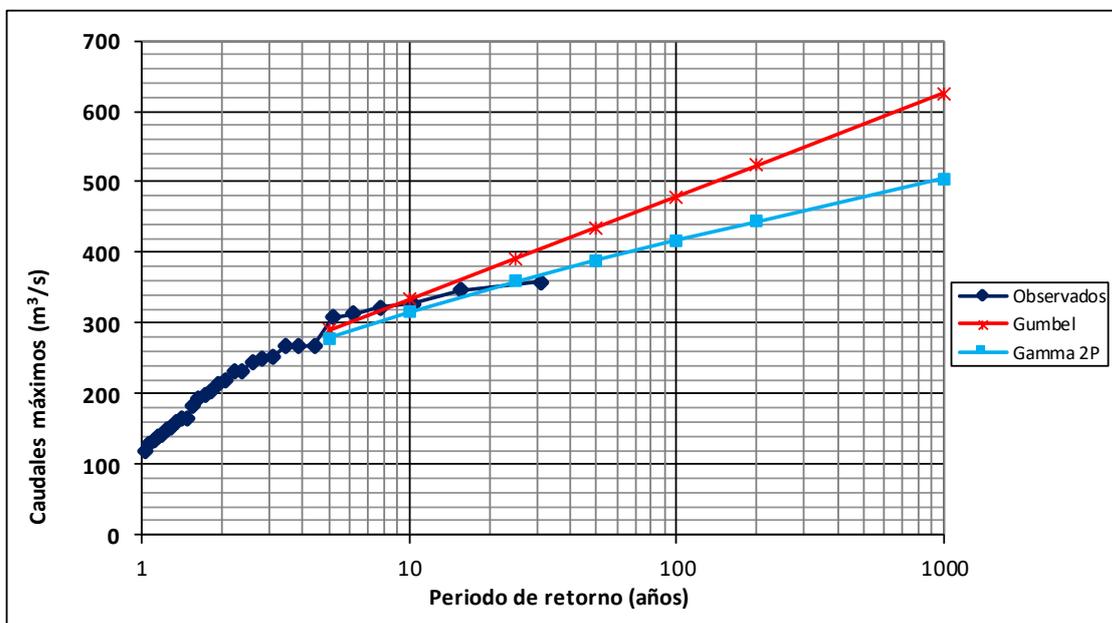
$$\text{Probabilidad de no excedencia: } P_{no\ exc} = 1 - P_{exc} = 1.00$$

$$Q_{m\acute{a}x} = f(P_{no\ exc}) = \text{DISTR.GAMMA.INV}(P; ;$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 503.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabla resumen	
T (años)	$Q_{m\acute{a}x}$ (m ³ /s)
5	277.92
10	315.49
25	359.03
50	389.09
100	417.46
200	444.55
1000	503.81

Caudales de diseño obtenidos por los métodos estadístico de "Gumbel y Gamma de 2 parámetros" para diferentes periodos de retorno (T VS Q)



**Anexo N° 05: Planos de la cuenca del río
Chancay Lambayeque.**

