



Universidad Científica del Perú - UCP
Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS DEL
RÍO NANAY PARA FINES DE NAVEGABILIDAD Y PORTUARIOS, EN EL ÁREA DE
INFLUENCIA DE BELLAVISTA DEL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE
MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO - 2022”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL

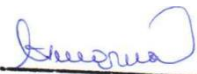
AUTORES:

BACH. MARINA SHUPINGAHUA, BRIAN ADER.

BACH. ROJAS ACOSTA, ZARELA DEL ROSARIO.

ASESOR:

ING. MARINA PEÑA, GONZALO CHALVIN.


Gonzalo Chalvin Manna Peña
Ingeniero Mecánico de Fluidos
Esp. Hidrología - Hidráulica
Reg. CIP. N° 60881

SAN JUAN BAUTISTA – MAYNAS – LORETO
PERÚ 2022

DEDICATORIA.

ESTE PROYECTO DE TESIS ESTÁ DEDICADA A NUESTROS PADRES, POR DARNOS LA OPORTUNIDAD DE ELEGIR Y ESTUDIAR UNA CARRERA PROFESIONAL QUE PARA NOSOTROS SIGNIFICABA MUCHO HACERLO. Y A LA VEZ POR PERMITIRNOS DESARROLLARNOS Y FORMARNOS EN NUESTRA QUERIDA UNIVERSIDAD “UCP”, DONDE APRENDIMOS A DESARROLLAR NUESTRAS HABILIDADES Y DESTREZAS DENTRO DE NUESTRO ENTORNO PROFESIONAL Y LABORAL. A NUESTROS HIJOS QUE FUERON LA FUENTE DE NUESTRA MOTIVACIÓN PARA NO DESMAYAR EN EL CAMINO HACIA LA CULMINACIÓN DE NUESTRA CARRERA PROFESIONAL.

(Los autores)

AGRADECIMIENTO.

EN PRIMER LUGAR, AGRADECER A DIOS POR BENDECIRNOS CON VIDA Y SALUD, EN ESTOS TIEMPOS DIFÍCILES DE PANDEMIA, DONDE LAMENTABLEMENTE MUCHAS PERSONAS PERDIERON LA VIDA. LUEGO A NUESTROS PADRES, HIJOS, PAREJAS Y DEMÁS FAMILIARES QUE FUERON NUESTRA MOTIVACIÓN PARA SALIR ADELANTE Y A LA VEZ QUIENES FUERON TAMBIÉN EL SUSTENTO, ECONÓMICO Y MORAL DURANTE NUESTROS AÑOS DE ESTUDIO UNIVERSITARIO HASTA LA CULMINACIÓN DE ESTE PROYECTO DE TESIS.

A NUESTROS MENTORES, QUIENES NOS FORMARON CON VALORES BASADOS EN LA ÉTICA PERSONAL Y PROFESIONAL, QUIENES A LA VEZ SON NUESTRO EJEMPLO PARA SEGUIR SUPERÁNDONOS CON LA INTENCIÓN DE SER MEJORES CADA DÍA.

(Los autores)

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

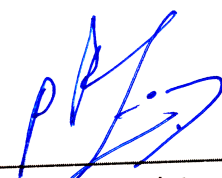
La Tesis titulada:

**“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS DEL
RIO NANAY PARA FINES DE NAVEGABILIDAD Y PORTUARIOS, EN EL ÁREA DE
INFLUENCIA DE BELLAVISTA DEL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE
MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO - 2022”**

De los alumnos: **MARINA SHUPINGAHUA BRIAN ADER Y ROJAS ACOSTA ZARELA
DEL ROSARIO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **11% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 20 de Diciembre del 2022.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERIA-CIVIL_2022_TESIS_ZARELAROJAS_BRIANMARINA_V1.pdf (D152513820)
Submitted	12/7/2022 5:06:00 PM
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	11%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	Tesis_FRANKPALOMINO.docx Document Tesis_FRANKPALOMINO.docx (D141991740)	 5
SA	3246-Pareja Calderón, Patricio.pdf Document 3246-Pareja Calderón, Patricio.pdf (D34019070)	 7
SA	URKUND - TESIS CABALLERO.docx Document URKUND - TESIS CABALLERO.docx (D51328893)	 3
SA	16241--Ramírez Acosta, Jannette Clementina.pdf Document 16241--Ramírez Acosta, Jannette Clementina.pdf (D50206811)	 1
SA	TESIS_CHAVEZ VILLANUEVA, TUCTO CHUQUILIN.docx Document TESIS_CHAVEZ VILLANUEVA, TUCTO CHUQUILIN.docx (D105730676)	 13
SA	TSP Carlos Enrique Alvarez Neyra.docx Document TSP Carlos Enrique Alvarez Neyra.docx (D109836523)	 13
SA	TESIS_CHAVEZ VILLANUEVA, TUCTO CHUQUILIN.pdf Document TESIS_CHAVEZ VILLANUEVA, TUCTO CHUQUILIN.pdf (D105476988)	 1
SA	14547--Colorado Monja, Fernando Luis.pdf Document 14547--Colorado Monja, Fernando Luis.pdf (D57877950)	 2
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIACIVIL_2020_TESIS_EVELYN_PAREDES_V1.pdf Document UCP_INGENIERIACIVIL_2020_TESIS_EVELYN_PAREDES_V1.pdf (D83693958) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com	 1
SA	TSP Carlos Enrique Alvarez Neyra sin anexos - modificado.docx Document TSP Carlos Enrique Alvarez Neyra sin anexos - modificado.docx (D110777949)	 1
SA	TESIS FINAL REVISION -DAVID GUZMAN.docx Document TESIS FINAL REVISION -DAVID GUZMAN.docx (D135724614)	 2

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal **Nº300-2022-UCP-FCEI** de fecha 21 de Marzo de 2022, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Águila, Dra.
- Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.
- Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M.Sc.

Presidente
Miembro
Miembro

Como Asesor: **Ing. Gonzalo Chalvín Marina Peña.**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 10:00 horas del día 07 de Febrero del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS DEL RÍO NANAY PARA FINES DE NAVEGABILIDAD Y PORTUARIOS, EN EL AREA DE INFLUENCIA DE BELLAVISTA DEL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO - 2022"**.

Presentado por los sustentantes:

**BRIAN ADER MARINA SHUPINGAHUA y
ZARELA DEL ROSARIO ROJAS ACOSTA**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron:

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es:

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta. *a*

Abuelto

Aprobado por Unanimidad


Presidente


Miembro


Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagñon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

**BACHILLERES: BRIAN ADER MARINA SHUPINGAHUA Y ZARELA DEL ROSARIO
ROJAS ACOSTA**

La Tesis sustentada en acto público el día 07 de febrero de 2023, a las 10: 00 horas, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.



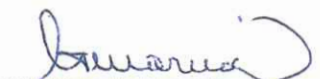
**ING. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL ÁGUILA, DRA.
PRESIDENTE DE JURADO**



**ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, M. SC
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M. SC
MIEMBRO DE JURADO**



Gonzalo Chalvin Marina Peña
Ingeniero Mecánico de Fluidos
Esp. Hidrología - Hidráulica

**ING. GONZALO CHALVIN MARINA PEÑA
ASESOR**

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
CONSTANCIA ANTIPLAGIO	IV
HOJA DE APROBACIÓN	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS.....	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT.....	XVI
Capítulo I: Marco teórico.....	1
1.1. Antecedentes del estudio.	1
1.2. Bases teóricas.....	6
1.2.1. Los flujos:	6
1.2.2. Hidráulica fluvial	7
1.2.2.1. Definición del nivel de reducción de sondajes y nivel para la navegación	9
1.2.2.2. Identificación y descripción de los Malos Pasos.....	15
1.2.2.3. Criterios de definición de las profundidades Náuticas necesarias	15
1.2.2.4. Criterios de definición de la disposición en planta de un canal navegable en las zonas críticas	23
1.2.2.5. Ancho en tramos.....	24
1.2.2.6. Ancho en tramos curvos	27
1.2.2.7. Ensanches graduales del canal de navegación	28
1.2.2.8. Definición preliminar de la embarcación de diseño	29
1.2.2.9. Predimensionamiento del canal de navegación	32
1.2.3. Socavación.....	33

1.2.3.1. Tipos de socavación	36
1.2.3.1.1. Socavación normal o general	36
1.2.3.1.2. Socavación en estrechamientos.....	36
1.2.3.1.3. Socavación en curvas	36
1.2.3.1.4. Socavación en márgenes	37
1.2.3.1.5. Socavación alrededor de pilas	37
1.2.3.1.6. Socavación alrededor de estribos	38
1.2.3.2. Cálculos de socavación general en suelos no cohesivos	38
1.2.3.3. Cálculo de socavación en pilas.....	42
1.2.3.4. Cálculo de socavación de estribos.....	42
1.2.3.4.1. Método de LIU, CHANG Y SKINNER.....	42
1.2.3.4.2. Método de Laursen.....	43
1.2.3.4.3. Método de Froehlich.....	44
1.2.3.4.4. Método de HIRE	46
1.2.4. Hidrología estadística	46
1.2.4.1. Análisis de consistencia de la información pluviométrica.	47
1.2.4.2. Análisis estadístico.....	56
1.2.4.3. Corrección de datos	56
1.2.4.4. No homogeneidad e inconsistencia	57
1.2.4.5. Análisis de saltos	57
1.2.4.5.1. Definición	57
1.2.4.5.2. Procedimiento de análisis.....	58
1.2.4.5.2.1. Identificación del salto.....	58
1.2.4.5.2.2. Evaluación y cuantificación.....	58
1.2.4.5.2.3. Análisis visual de histogramas.....	59
1.2.4.6. Análisis de consistencia de la información pluviométrica.	59
1.2.4.6.1. Consistencia en la media	60

1.2.4.6.2. Consistencia en la desviación standard.....	61
1.2.4.7. Corrección de los datos hidrometeorológicos.....	62
1.2.4.7.1. Bondad de la información corregida.	63
1.2.4.8. Limitaciones de las pruebas estadísticas.	63
1.2.5. Completando datos por regresión lineal.....	64
1.2.6. Análisis de Persistencia de la Precipitación Media Mensual.....	65
Capítulo II: Planteamiento del problema	67
2.1. Descripción del problema	67
2.2. Formulación del problema	68
2.2.1. Problema general	68
2.2.2. Problemas específicos	68
2.3. Objetivos	68
2.3.1. Objetivo general	69
2.3.2. Objetivos específicos	69
2.4. Hipótesis	69
2.5. Variables	69
2.5.1. Identificación de las variables.	69
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.....	70
Capítulo III: Metodología.....	71
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	71
3.1.1. Tipo	71
3.1.2. Diseño de investigación	71
3.2. Población y muestra	71
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	71
3.4. Procesamiento y análisis de datos.	72
Capítulo IV. Resultados	75
4.1. Resultados de parámetros morfométricos de la cuenca, y subcuencas.....	75

4.1.1. Parámetros de Forma.....	75
4.1.1.1. Área (A).....	75
4.1.1.2. Perímetro (P).....	77
4.1.1.3. Longitud de Cauce Principal (L).....	77
4.1.1.4. Ancho Promedio.....	78
4.1.1.5. Pendiente Media del Curso Principal (S)	78
4.1.1.6. Coeficiente de Compacidad (Kc)	78
4.1.1.7. Factor de Forma (Ff)	80
4.1.1.8. Sistema de Drenaje.....	81
4.1.1.8.1. Grado de Ramificación	81
4.1.1.8.2. Densidad de Drenaje	82
4.1.2. Parámetros de Relieve	83
4.1.2.1. Altitud Media de la Cuenca (H)	83
4.1.2.2. Rectángulo Equivalente:	84
4.1.3. Parámetros de Drenaje.....	84
4.1.3.1. Orden de ríos	85
4.1.3.2. Frecuencia de los ríos.....	85
4.1.3.3. Densidad de Drenaje	85
4.1.3.4. Coeficiente de Torrencialidad	86
4.1.3.5. Pendiente Media del Río (Ic).....	86
4.1.3.6. Pendiente Media del río Nanay (Ic).....	86
4.1.3.7. Razón de elongación	87
4.1.3.8. Tiempo de concentración.....	87
4.2. Determinar la clasificación del tipo de cauce del río Nanay utilizando el criterio de Rosgen.....	90
4.3. Para el estudio de navegabilidad	93
4.4. Determinación de caudales.....	94

4.5. Análisis de regresión de la información limnimétrica del río Nanay vs el río Amazonas.....	97
4.6. Cálculo del caudal por HEC HMS.....	106
4.7. Cálculo de Socavación	106
Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones.....	113
5.1. Discusión	113
5.2. Conclusiones	114
5.3. Recomendaciones	118
Referencias Bibliográficas.	119
Anexo 01. Matriz de Consistencia	121
Anexo 02. Instrumento de recolección de datos.	122
Anexo 03. Mapas de cuenca y subcuencas del río Nanay	123
Anexo 04. Análisis de consistencia	124
Anexo 05. Análisis de tendencias de información pluviométrica	135
Anexo 06. Análisis de frecuencias de niveles de río	170
Anexo 07. Análisis de distribución de frecuencias de caudales.....	200

ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

Cuadro 1, precipitación total mensual (l/m^2) de la estación Iquitos.....	48
Cuadro 2, precipitación total mensual (l/m^2) de la estación San Roque.	50
Cuadro 3, precipitación total mensual-estación Santa María de Nanay	53
Cuadro 4. Río Nanay	75
Cuadro 5. Quebrada Aguas Negras	76
Cuadro 6. Quebrada Aguas Blanca.....	76
Cuadro 7. Pintuyacu.....	76
Cuadro 8. Chambira.....	77
Cuadro 9. Momón	77
Cuadro 10, parámetros de forma.....	88
Cuadro 11, clasificación de ríos.....	90
Tabla 1, Niveles de reducción de sondajes y de navegación en Iquitos.....	13
Tabla 2, Cotas de reducción de sondajes y de navegación en Iquitos	14
Tabla 3, anchos mínimos para los convoyes.....	26
Tabla 4, coeficiente de contracción, μ	39
Tabla 5. Coeficiente β por periodo de diseño.....	40
Tabla 6. Valor del exponente variable en función de diámetro del material.....	41
Tabla 7. Coeficiente por la forma del estribo K_f	45
Tabla 8, Rango de periodos dudosos y confiables de serie histórica de precipitación en las estaciones consideradas en el estudio	56
Tabla 9, Persistencia de las precipitaciones medias mensuales (mm) – cuenca de aporte del Río Nanay	66
Tabla 10, Coeficiente de Compacidad.....	79
Tabla 11. Cotas de reducción de sondajes y de navegación en Iquitos.	94
Tabla 12, niveles máximos registrados en la ciudad de Iquitos	100

Tabla 13. Niveles sintéticos del río Nanay	101
Tabla 14, análisis de regresión.....	102
Tabla 15, prueba de bondad de ajuste.....	103
Tabla 16, niveles máximos	103
Tabla 17, valores del coeficiente correctivo P_{α} en función de α	110
Tabla 18, valores del coeficiente correctivo P_q en función de Q_1/Q	110
Tabla 19, valores del coeficiente correctivo P_R en función de R	110
Tabla 20, cotas de reducción de sondajes y de navegación en Iquitos.....	113
Tabla 21, caudales por el método de distribución.....	114
Tabla 22, caudales por el método racional	114
Tabla 23, nivel de espejo de agua y caudal	116

ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS

Gráfico 1, histograma de precipitación anual (mm)-estación Iquitos.	49
Gráfico 2, histograma de precipitación mensual (mm)-estación San Roque.	51
Gráfico 3, histograma de precipitación anual (mm)-estación San Roque	52
Gráfico 4, histograma de precipitación mensual (mm)-estación Santa María de Nanay .	54
Gráfico 5, histograma de precipitación anual (mm)-estación Santa María de Nanay	55
Gráfico 6, nivel de persistencia de precipitación-río Nanay	66
Gráfico 7. Perfil Longitudinal Río Bajo Nanay	83
Gráfico 8. Curva Hipsométrica.....	84
Gráfico 9, nivel II de clasificación de Rosgen	91
Gráfico 10. Niveles máximos del río Amazonas	98
Gráfico 11, niveles máximos anuales del río Nanay-estación Sedaloreto	105
Figura 1, Nivel más amplio de clasificación de corrientes mostrando pendientes, secciones.	5
Figura 2, Sinuosidad y pendiente	7
Figura 3, Transición	8
Figura 4, Relación entre pendiente y caudal	9
Figura 5, Representación gráfica del desarrollo longitudinal de un cauce	33
Figura 6. Corte crítico.....	36
Figura 7. Estribos que se prolongan hasta el cauce principal y no existe flujo en la zona de inundación.....	43
Figura 8. Factor de corrección $K\theta$. Método de Froehlich	45
Figura 9. Variables geométricas de canal utilizada en la clasificación de Rosgen	92
Figura 10, cálculo del caudal por HEC HMS	106
Figura 11, cálculo de socavación.....	106
Figura 12, determinación de la profundidad de socavación	110

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos del río Nanay mediante la aplicación de una simulación numérica. El río Nanay es un río tipo C5, que tiene un área de 16706.2 Km², la relación de socavación es mayor a 21.0, la relación ancho/profundidad es $20.84 > 2.2$, el Índice de sinuosidad $S=7.86$. Con una planicie de inundación ligeramente atrincherada, relativamente sinuoso con una pendiente de canal de 2% o menos y una morfología en forma de fondo indicativa de una configuración de rápido/poza, cuyo valor es en promedio la mitad de una longitud de onda aproximadamente 5-7 anchos de canal de banco completo. (Rosgen, 1994).

Para la medición de aforos y registros de los niveles del río se utilizó la estación Sedaloretto, valores que siguen una distribución normal, encontrándose un caudal promedio de 2,141.82 m³/s; y, para periodos de retorno de 50 y 100 años estos caudales son de 2327.64 m³/s, y 2,393.21 m³/s, respectivamente. La profundidad de socavación es aproximadamente de 8.0 m. y el nivel 72.50msnm. Los parámetros geomorfológicos y el modelamiento hidrológico, se determinaron utilizando información secundaria de campo y herramientas informáticas como el HEC HMS; y para el modelamiento hidráulico, se utilizó el HEC RAS, utilizándose en ambos casos la estadística descriptiva.

Palabras clave: Socavación, cauce, hidrológico, hidráulico y dinámica fluvial.

ABSTRACT.

The objective of this thesis was to determine the hydrological and hydraulic parameters of the Nanay River through the application of a numerical simulation. The Nanay river is a C5 type river, which has an area of 16706.2 km², the scour ratio is greater than 21.0, the width/depth ratio is $20.84 > 2.2$, the sinuosity index $S=7.86$. With a slightly entrenched, relatively sinuous floodplain with a channel slope of 2% or less and a bottom-shaped morphology indicative of a rapid/pool configuration, averaging half a wavelength about 5-7 full bank channel widths. (Rosgen, 1994).

For the measurement of gauging and records of river levels, the Sedaloretto station was used, values that follow a normal distribution, finding an average flow of 2,141.82 m³/s; and, for return periods of 50 and 100 years, these flows are 2,327.64 m³/s, and 2,393.21 m³/s, respectively. The scour depth is approximately 8.0 m. and the level 72.50msnm. The geomorphological parameters and the hydrological modeling were determined using secondary field information and computer tools such as the HEC HMS; and for hydraulic modeling, the HEC RAS was used, using descriptive statistics in both cases.

Keywords: Scour, channel, hydrological, hydraulic and fluvial dynamics.

Capítulo I: Marco teórico

1.1. Antecedentes del estudio.

En la tesis “Hidráulica de Ríos” (Nava y Cortés), afirman que “En años recientes, los daños causados por grandes avenidas en diferentes partes del país ponen de manifiesto de la necesidad de una continua revisión y actualización de los procedimientos y tecnologías disponibles para afrontar estos eventos, por lo que conforme la población crece, el uso de los recursos hidráulicos experimenta mayor demanda y se incrementa el aprovechamiento de las aguas superficiales y de las zonas aledañas a los cauces. Se registra cada vez un mayor número de asentamientos en las riberas de los ríos, lo que ha provocado que los daños ocasionados por sus crecidas se hayan incrementado y, lo que es más grave, que aumente el peligro de pérdidas de vidas humanas. Estas circunstancias hacen cada vez más necesarias las medidas de protección y control de cauces” (Nava y Cortés). Concluyen que es importante saber las características de los ríos meandreados para poder llevar a cabo cualquier intervención humana como pueden ser obras de control, ya que de esto puede depender la vida de una comunidad.¹

El Consorcio H₂O y ECSA (2005), empresas asociadas que se constituyen en consultora del MTC, en el Estudio de Navegabilidad del río Ucayali en el tramo comprendido entre Pucallpa y la confluencia con el río Marañón, afirman que “Tratándose de un estudio de navegabilidad en un sistema de corrientes fluviales cuyas características están condicionadas, en forma muy marcada por la estacionalidad climática de la región, la ingeniería puede distinguir dos condiciones importantes para la navegación: una que ocurre en el periodo de vaciante y la otra en creciente, cada una con su propia particularidad, por lo que el estudio busca una posición que facilite la utilización de una tecnología que sea válida para las dos situaciones, con énfasis en la vaciante y que, además de posibilitar la menor intervención en el medioambiente, sea factible desde el punto de vista de inversión dentro de una economía de desarrollo sostenible” (H₂O y ECSA, 2005). Concluyen que, “los proyectos fluviales en general, especialmente los relacionados con la navegabilidad requieren de una amplia información histórica en temas

¹ Nava A, (S.f.) y Cortés D (S.f.) p.p 78

como la hidrología, la geología, la geotecnia, los procesos morfológicos, y particularmente los referentes a los caudales y niveles” (H₂O y ECSA, 2005).

Por otro lado, presentan los resultados teórico-experimentales, de un estudio del problema de socavación en la descarga de un canal a un río de fondo arenoso. Primero, se mencionan los estudios y formulaciones que se encuentran en la literatura sobre el cálculo de la socavación local aguas abajo de estructuras; después, se proponen metodologías de cálculo que se basan en fórmulas y gráficas publicadas en la literatura especializada en el tema; posteriormente, dichas formulaciones se aplican a un caso específico; luego, se describen los experimentos realizados en un modelo físico a escala en el que se estudia el fenómeno de socavación local; con base en la experiencia adquirida, se aplican las formulaciones propuestas en este estudio para calcular la profundidad de la socavación local en la descarga del canal; para ello se utilizan las magnitudes del modelo físico; finalmente, se hace una comparación entre los valores calculados y las mediciones hechas en laboratorio. Este análisis permite valorar los resultados teóricos en función de las pruebas realizadas en un modelo físico. Así, se encontró que la teoría disponible todavía no permite representar satisfactoriamente el fenómeno observado en el modelo físico. (JIMÉNEZ, et. al, 2005,54pp).

Para facilitar el estudio de la morfología de un sistema fluvial, durante décadas se han desarrollado métodos de clasificación desde diferentes puntos de vista (Rosgen, 1994, p169-199). Considerando la hidrología y la geomorfología del cauce.

Los ríos tienen un régimen hidrológico determinado por las características de la cuenca y las precipitaciones en forma de lluvia y nieve, y depende de la zona climática donde se encuentren (Martín Vide, 2002, p85). Tomando en cuenta esto, se nombran ríos perennes a las corrientes permanentes que se encuentran generalmente en climas tropicales, presentando una fuerte y regular estacionalidad y con un largo periodo de aguas altas que se esperan cada año (Martín Vide, 2002, p85); y ríos efímeros aquellos que solo llevan agua cuando se presentan precipitaciones pero que se mantienen secos el resto del tiempo.

Otra clasificación que menciona (Martín Vide, 2002, p85) a partir del régimen hidrológico de un río, es por su pendiente. Se nombran como ríos torrenciales a los que

tienen una pendiente mayor del 1,5% y torrentes a los cursos de agua de pendiente mayor que el 6%. Esta clasificación también usa frecuentemente los términos río de montaña y río de llanura.

En cuanto al recorrido y trazo que forman los ríos a su paso, es muy raro encontrar cauces rectos y regulares (Martín Vide, 2002). Se distinguen dos morfologías fluviales típicas; cauce trenzado, que consiste en un cauce muy ancho y compuesto por varios cauces menores entrelazados; y cauces sinuosos o con meandros, cuando es un único cauce, pero forma curvas. Leopold y Wolman (1957), también realizan una clasificación de acuerdo a la forma en planta, pero ellos si incluyen en su clasificación los patrones rectos, además de los serpenteantes (o con meandros) y los anastomosados (o trenzados).

Otro tipo de clasificación realizado por Schumm (1977), toma en cuenta el transporte de sedimentos, la estabilidad del canal, dimensiones, texturas dominantes y granulometría. Los ríos en este sentido se dividen en aluviales o de lecho rocoso.

Cabe mencionar que Martín Vide (2002), indica con respecto a esta clasificación que es más común que se asiente una mayor densidad de actividades humanas en los ríos aluviales, debido a que predomina la presencia de llanuras, que los de lecho rocoso.

En 1994, Rosgen D.L. diseña un método de clasificación más generalizado, pero que toma en cuenta las ocho variables que Leopold et al. (1964) considera como las principales influyentes en el patrón de flujo de un río:

- Ancho del cauce
- Profundidad del cauce
- Velocidad de transporte
- Descarga de sedimentos
- Pendiente del cauce
- Rugosidad de los sedimentos
- Carga de sedimentos
- Dimensiones de los sedimentos

En su trabajo incluye un análisis cualitativo y cuantitativo de características que permiten relacionar el tipo de corriente con todos sus componentes y la morfología en general de la cuenca, lo cual permite hacer aproximaciones a la posible evolución de los mismos, según los procesos físicos que presentan, así como del tipo de material del lecho y bordos correspondiente a cada tipo de afluente (Rosgen, 1994).

Con esta clasificación, el autor propone también algunos criterios a tomar en cuenta para la recuperación de los ríos naturales, basándose en la geomorfología del río (Rosgen, 1997). Este sistema de clasificación tiene los siguientes objetivos:

- 1) Predecir el comportamiento del río a partir de su apariencia.
- 2) Desarrollar una relación específica entre los sedimentos y la hidráulica de un río.
- 3) Proporcionar un mecanismo para extrapolar datos específicos del sitio para transmitirlos a otros afluentes con características similares.
- 4) Proporcionar un marco de referencia coherente acerca de la morfología y el estado de un río, para una amplia gama de disciplinas y partes interesadas.

La metodología de Rosgen consta de niveles de detalle que comprenden desde una descripción cualitativa general hasta una evaluación cuantitativa detallada. El Nivel I busca la caracterización geomorfológica general del valle; el Nivel II lleva a la clasificación morfológica del cauce (requiriéndose algunas medidas en campo); el Nivel III pretende establecer la condición de estabilidad de la corriente y sus potencialidades; y el Nivel IV busca validar información de campo.

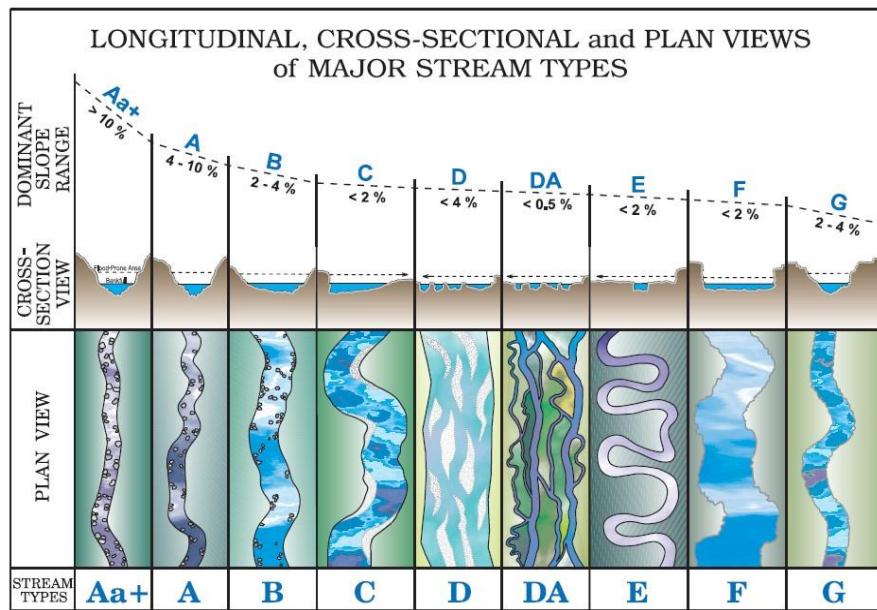


Figura 1, **Nivel más amplio de clasificación de corrientes mostrando pendientes, secciones.**

En la Figura 1 se enlistan los niveles anteriormente mencionados, así como los objetivos propuestos por el mismo autor, de acuerdo a los alcances de intervención que se busquen.

En cuanto al tipo de pendiente, ésta misma clasificación nos permite definir que los de tipo A (4-10% de pendiente), se caracterizan por la formación de cascadas y escalonamiento del lecho. En las corrientes de tipo B es frecuente la formación de "rápidos" y algunas hendiduras en curvas o zonas de constricción. El ancho del cauce es mayor a los flujos de tipo G, los cuales, aunque presentan la misma pendiente, las orillas generalmente son barrancos. Los tipos C, DA, E y F presentan pendientes más suavizadas en las que se forman algunos remansos. Y finalmente, las corrientes de tipo D cuyos canales se trenzan entre sí formando socavaciones de deposición frecuentemente separadas y bien localizadas.

Lo que se intenta en esta clasificación es obtener una serie de patrones característicos (no únicos), pues cada sitio tiene su propio clima y situación geográfica (Rosgen, 1997). En realidad, el valor de esto no es sólo la clasificación y el amplio nivel descriptivo, sino también en la posibilidad que ofrece para describir el probable patrón de flujo que sigue un canal, y que podrá utilizarse para futuros trabajos de restauración de

ríos (Rosgen, 1994), pudiendo ser aplicado tanto a ríos con caudal perenne, así como a los de caudal efímero.

La diversidad de los ríos es virtualmente infinita porque no existen dos lugares iguales en clima, relieve, geología, hidrología, etc. (Martín Vide, 2002). Sin embargo, esta clasificación permite generar una idea de las características y tipos de afluentes que existen; Kondolf (1998) considera que la clasificación es útil únicamente como una base para la selección de algunas estrategias y técnicas de recuperación. Puntualiza que al no proporcionar información fundamental sobre el contexto y cuáles son las causas subyacentes de la actual degradación del río, no sería correcto aplicar esta metodología a modo de 'recetario de cocina'. La recuperación deberá estar basada en el conocimiento de procesos, y no en la mera imitación de formas (Kondolf, 1998).

1.2. Bases teóricas.

1.2.1. Los flujos:

Los flujos pueden clasificarse de acuerdo a un parámetro llamado Número de Froude (Fr), que nos relaciona las fuerzas de inercia y las de gravedad, y con el cual se distingue los Flujos Subcrítico ($Fr < 1.0$), los Supercríticos ($Fr > 1.0$) y los críticos ($Fr = 1.0$).

En cauces suele presentarse el flujo transcrito, que corresponde a un número de Froude entre 0.7 y 1.3. Es un flujo bastante inestable en el sentido que suele formar resaltos o discontinuidades, pero es casi siempre el que se adapta en un cauce.

El flujo puede también clasificarse de acuerdo con la forma en que las variables hidráulicas se presentan a lo largo del cauce y a lo largo del tiempo.

Aquí es importante mencionar que, si bien es cierto la confluencia del Nanay con el Amazonas, configura un flujo permanente no uniforme, conocido como gradualmente variado, se caracteriza esencialmente porque es un régimen de flujo permanente o sea que las variables hidráulicas en cada sección del cauce permanecen invariables en el tiempo, pero varían sección a sección, y porque las líneas de corriente se aceptan que son casi paralelas. Se puede admitir entonces una distribución hidrostática de presiones sin peligro de introducir grandes errores.

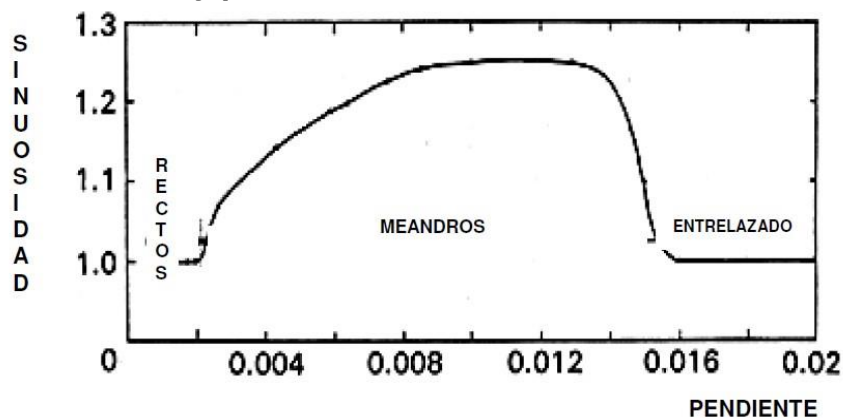
Los flujos no permanentes, se reconocen porque las variables hidráulicas relevantes (calado y velocidad), en cualquier sección están cambiando continuamente en el tiempo y a lo largo del cauce, en contraposición con el flujo permanente, en el que dichas variables son constantes. El flujo no permanente se aproxima más al flujo que realmente se desarrolla en un cauce cualquiera cuando se presenta un evento lluvioso. Considerar el flujo no permanente en la evaluación de un cauce es un problema complejo pero que hoy por hoy ya está resuelto, tanto en la propia concepción del problema como en la evaluación del mismo, aunque hoy en día todavía se es reticente a su uso.

Sin embargo, cada vez se hace más necesario abordar el problema con las ecuaciones que modelan este tipo de flujo.

1.2.2. Hidráulica fluvial

S. A. Schumm y H. R. Khan realizaron una serie de estudios en un canal aluvial para determinar el efecto de la pendiente y del gasto sólido sobre las formas fluviales. Encontraron que cuando la pendiente era muy baja y el gasto sólido muy pequeño, el río que se formaba era prácticamente recto, pero al aumentar la pendiente y el gasto sólido aparecía un curso meándrico. Para valores mayores aparecía un cauce entrelazado. Los resultados se muestran en la Figura 2.

Figura 2, Sinuosidad y pendiente



Los criterios más usados son el de Lane y el establecido por Luna B. Leopold y M. Gordon Wolman (1957) para distinguir los ríos meándricos de los trenzados (de fuerte pendiente). Estos criterios no tienen un valor absoluto; deben considerarse como información referencial. A continuación, se expone brevemente cada uno de ellos.

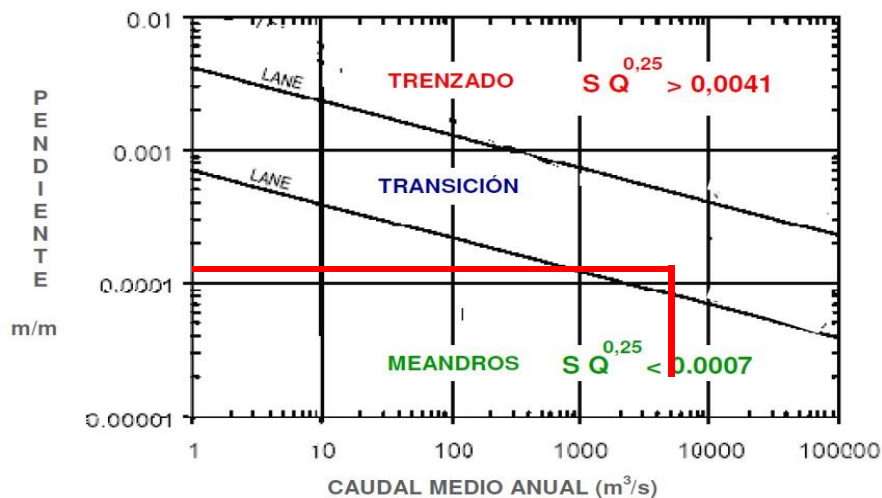
El criterio de Lane fue establecido experimentalmente en trabajos hechos en cauces arenosos para distinguir los ríos meándricos de los entrelazados, en función del caudal y de la pendiente. Las ecuaciones que marcan los umbrales respectivos son las siguientes:

En el sistema Internacional: **Si, $SQ^{0.25} > 0.0041$ Río Trenzado**

Si, $SQ^{0.25} < 0.0007$ Río con Meandros

Q es el Caudal Medio Anual. Hay una zona intermedia a la que se llama de transición.

Figura 3, Transición



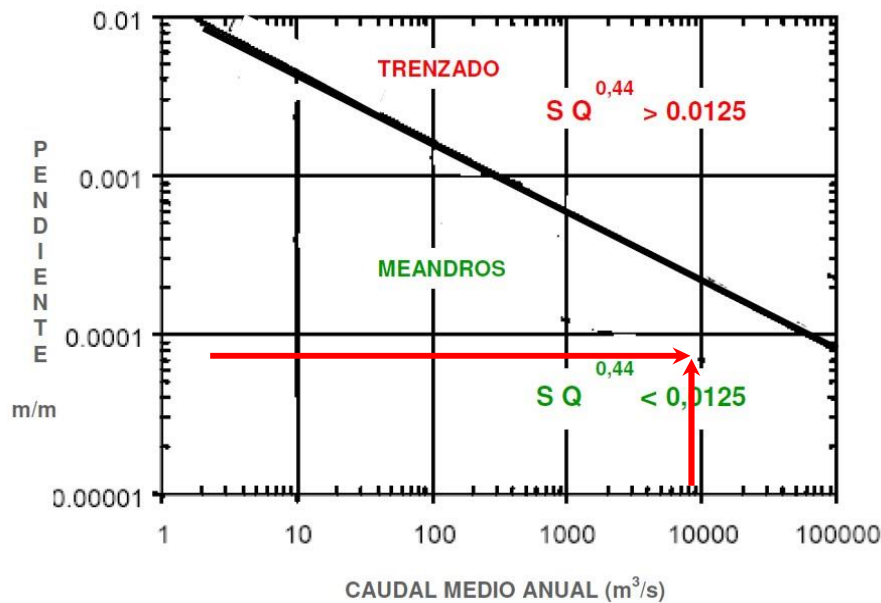
Leopold & Wolman realizaron observaciones de campo y estudios de laboratorio. La parte experimental de sus investigaciones se realizó en el Laboratorio de Sedimentología del Instituto Tecnológico de California.

Establecieron una relación entre pendiente y caudal, para lechos de arena y de grava, para distinguir los ríos trenzados de los meándricos. La ecuación que marca el umbral respectivo es:

$SQ^{0.44} > 0.0125$ Río Trenzado

$SQ^{0.44} < 0.0125$ Río con Meandros

Figura 4, Relación entre pendiente y caudal



1.2.2.1. Definición del nivel de reducción de sondajes y nivel para la navegación

La definición de los niveles de reducción de sondajes y de los niveles hidrométricos considerando diferentes criterios de permanencia se realiza mediante una interpolación lineal entre los niveles definidos en las escalas hidrométricas, que tengan igual probabilidad de superación.

El traslado de la información de la escala de ENAPU Perú a las nuevas escalas ubicadas en el área de estudio, las cuales poseen un regular período de registro, se realizó mediante un modelo matemático unidimensional del río, descrito previamente.

El criterio adoptado para definir el "nivel de referencia de aguas bajas" NRAB o "cero hidrográfico" en cada escala (que no es lo mismo que el "cero hidrométrico" o cero de lecturas de la regla), es similar al empleado en el Río Mississippi, que adopta la condición hídrica cuya permanencia es del 97 del tiempo, denominada "Plano de Referencia de Aguas Bajas", tal como se describe en el siguiente párrafo, donde se indica que en el Río Mississippi se utiliza un plano definido en el año 1974 y actualizado en 1993, basado en el análisis de registros de niveles con larga duración: "5-15. Low Water Reference Planes (LWRP) - Middle and Lower Mississippi River on the Mississippi River, between the mouths of the Míssourí and the Ohío Rívers (the Míddle Míssíssíppí Ríver), depths and ímprovements are referenced to a L WRP. No specific L WRP year is used for

the Middle Míssissíppí north of Cetro, IL. Below Caíro, IL, depths and ímprovements along the Míssissíppí Ríver are referenced to the 1974 LWRP-see Fígure 5-18-and most recently, the 1993 LWRP. These hidráulíc-based reference planes were established from longterm observations of the river's stage, díscharge rates, and flow duration periods developed about the 97-percent flow duratíon fine".

Es decir, se ha definido un plano de reducción de sondajes aplicando un criterio estadístico, y el plano en general puede ser igual o diferente del plano que corresponda al nivel seleccionado para el cual se debe garantizar la navegación en las condiciones de diseño.

El nivel cero no se ha registrado nunca en ENAPU Perú, y se puede afirmar que el nivel mínimo en Iquitos fue de 105.38 msnm.

En el caso de las dos estaciones hidrométricas disponibles del SENAMHI, los niveles mínimos registrados y los niveles correspondientes al 97% de superación (criterio del Manual del U.S. Army Corps of Engineers para el plano de reducción), son los siguientes:

Iquitos - periodo 1968 - 2015, Mínimo 75.23 msnm en octubre de 2010.

Superado 97.0% del tiempo: 77.91 msnm.

Un Plano de Reducción de sondajes filosóficamente debe ser superior que el determinado por el nivel mínimo del agua registrado, pero suficientemente bajo como para que rara vez las profundidades de agua al navegar sean inferiores a las que indican los planos. El criterio de definición debe ser más estricto en zonas con fuertes y rápidas fluctuaciones de nivel, como es característico del régimen hidrológico del Río Nanay.

Para definir el nivel de Reducción de sondajes, se tuvieron en cuenta dos opciones:

Opción A: Permanencia igual al 97,5% del tiempo, 77.75 msnm en Iquitos.

Opción B: Permanencia igual al 97% del tiempo, 77.91 msnm en Iquitos.

Dada la escasa diferencia entre el nivel para el 97% y para el 97,5% del tiempo en Iquitos, se consideró conveniente definir como plano de referencia de sondaje el 97,5%,

ligeramente más bajo que el anterior, por mayor seguridad dada la alta variabilidad de los niveles del río, que en ocasiones pueden bajar medio metro en sólo un día.

Uno de los parámetros de mayor importancia económica para el proyecto de una vía navegable es el calado y, en consecuencia, la profundidad mínima a ser garantizada.

Deben ser considerados para ello: "el nivel de agua de referencia" o "el nivel de agua mínimo de navegación del proyecto", que no es otra cosa que el nivel de agua definido como el que limita la navegabilidad para la embarcación tipo (límite superior); y el "nivel nominal de fondo del canal" que es el nivel por sobre el cual no debe existir ningún obstáculo a la navegación (límite inferior).

Los niveles de los cursos de agua naturales (en los ríos) varían de manera constante con el tiempo, en una forma "semi-aleatoria", entendiéndose esa variación "semi-aleatoria" como la imposibilidad de establecer un valor aislado para una serie temporal por proceso determinístico debido al carácter aleatorio de las lluvias (recuérdese que el régimen del Nanay es pluvial), que originan esas variaciones. Existen por lo tanto limitaciones que restringen la variación de un valor aislado a ciertos intervalos con relación a los valores secuenciales de la serie temporal (niveles de agua de los días anteriores) y a las "épocas" de la serie (niveles del agua en los períodos de estiaje/ crecientes).

El carácter aleatorio de los niveles de agua de los ríos obliga a un tratamiento por procesos estadísticos, en lo que se refiere a la definición de los parámetros del proyecto, incluso del "nivel de agua de referencia" o del "nivel de agua mínimo del proyecto".

La definición estadística del parámetro relativo al nivel de agua de referencia para la navegación debe ser hecha en base económica, ligada al número de días de interrupción probable de la navegación. Dada la característica estacional de las variaciones de los niveles de agua en los grandes ríos, es posible considerar las series anuales de manera independiente con lo que será posible determinar la probabilidad de ocurrencia o el período de retorno de las diversas persistencias (porcentajes anuales de días de cada año) de los niveles de agua medios diarios.

Estas persistencias de niveles corresponden a los porcentajes de los años de la serie en que los niveles de agua correspondientes no son sobrepasados, por lo que

pueden ser tratados como las probabilidades respectivas (o períodos de recurrencia). Si las profundidades son referidas a estos niveles de agua, se tendrá para cada período de recurrencia el porcentaje del año en que las profundidades no estarán restringidas.

Relacionando las profundidades y los calados en términos estadísticos, lo anterior permite determinar el período de recurrencia (número de años) en que la navegación quedaría interrumpida o podría ser realizada con un calado menor que el de proyecto, en un determinado número de días al año.

Esta forma de definir el nivel de referencia viene siendo adoptada en muchos cursos de agua navegables, lo que permite simplificar su relación con los costos de las obras y del transporte, permitiendo homogenizar un criterio para toda la vía navegable (estadísticamente los niveles de referencia deben determinarse simultáneamente en todas las estaciones hidrométricas del río, interrumpiéndose o liberándose la navegación simultáneamente, en principio, en toda la extensión de la Hidrovía).

En cuanto a la permanencia de niveles a adoptar para la navegación, diferentes criterios pueden ser aplicados en función de las condiciones de la vía navegable y de las embarcaciones de diseño. En un extremo, si se plantea la hipótesis de "no realización de obras de dragado", surge un nivel de permanencia que se corresponde con la condición de navegabilidad natural del río, para una dada embarcación de diseño y una "revancha bajo quilla" (o calado mínimo de seguridad garantizado) seleccionada para brindar seguridad a la navegación.

Luego de ser realizado el relevamiento inicial del perfil longitudinal del río, se definieron los "Malos Pasos" sobre la base de dos posibles alternativas de nivel hidrométrico, una correspondiente al valor superado un 95% del tiempo en cada escala (Alternativa A), y otra correspondiente al Nivel superado un 90% del tiempo en un año seco de recurrencia 10 años (Alternativa B), criterio que es aplicado en las hidrovías brasileñas y en la Hidrovía Paraná-Paraguay.

Las autoridades brasileñas han adoptado para las vías navegables en corriente libre, un nivel de referencia correspondiente al 10% del año seco del período de recurrencia de 10 años. Lo anterior corresponde a admitir que el nivel no sería menor que el nivel de proyecto en un máximo de 36 días (10% del año) cada 10 años.

El número probable de días de interrupción en cada uno de los años secos dependerá de la distribución estadística adoptada para las persistencias anuales (generalmente se adopta una Distribución Normal que haya mostrado una conexión satisfactoria con las persistencias anuales de los niveles de agua diarios). Cabe hacer notar que la distribución temporal entre años secos y húmedos es estadísticamente aleatoria.

En la Hidrovía Paraná - Paraguay, la aplicación de este criterio resultó en la necesidad de estudiar en detalle 22 pasos, 5 en el Río Paraná, 14 en el Río Paraguay y 3 en el Canal Tamengo (Bolivia).

El nivel Alternativa B presenta una permanencia del 97,5% del tiempo en la escala ENAPU Perú (Iquitos) ubicada en la desembocadura (extrapolada de la permanencia en Iquitos), y del 96,3% en el resto de las escalas de referencia. En el río Madeira, Brasil, se aplica el mismo criterio de permanencia.

El Nivel de Referencia para la Navegación con criterio de permanencia 95% del tiempo (Alternativa A) en Iquitos es 90 cm más alto que el nivel para la Alternativa B.

Estación Hidrométrica	Cota mínima m.s.n.m.	Permanencia	Niveles de pelo de agua m.s.n.m.			
			Perm.	Perm.	Perm.	Perm.
		99%	97,5%	97%	95%	90%
Sedaloreto	75.23	77.01	77.75	77.91	78.61	79.55

Tabla 1, Niveles de reducción de sondajes y de navegación en Iquitos

Del análisis realizado y en función de la cantidad de Malos Pasos resultantes aplicando el criterio Alternativa B, se recomienda, adoptar al efecto de identificar y caracterizar los Malos Pasos, el nivel con 95% de permanencia (Alternativa A).

Las condiciones de nivel en cada escala para realizar la reducción de sondajes y para definir los malos pasos, se presentan en la Tabla 1.

La diferencia entre las cotas de Reducción y Navegación, y las pendientes de superficie para cada criterio, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2, Cotas de reducción de sondajes y de navegación en Iquitos

Estación	Progresiva	Cero escala	Reducción		Navegación		Navegación	Pendiente	Pendiente
		Cota	Nivel	Cota	Nivel	Cota	Reducción Diferencia	Reducción	Navegación
	Km	(m.s.n.m.)	(m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/km)	(m/km)
Sedaloreto		75.23	2.44	72.79	0	75.23	2.44	-	-

Las profundidades necesarias para la navegación, que se traducen en cotas del lecho respecto del Plano de Reducción de Sondajes, en los Tramos Críticos donde se busca el mejoramiento de las condiciones de navegación, son obtenidas a partir de los Niveles de Referencia para la Navegación (NR), determinados a lo largo del Río Nanay, a partir de los Niveles de Referencia de las escalas hidrométricas localizados en los extremos del tramo fluvial que los incluyen.

Una vez definidos estos los niveles de referencia en las escalas, los niveles de referencia para cualquier sección del río fueron determinados por interpolación lineal, a través de la expresión:

$$\Delta = (NN_2 - NR_2) + \frac{(NN_1 - NR_1) - (NN_2 - NR_2)}{L_1 + L_2} \times L_2$$

Donde:

Valores a sumar o restar a las cotas del estiaje convencional adoptado como Nivel de Reducción de sondajes de la sección en el Paso para la determinación de las cotas correspondientes a los niveles de referencia locales para la navegación.

Cotas correspondientes a los niveles de referencia de las estaciones (escalas) de los extremos del tramo.

Cotas correspondientes al estiaje convencional adoptado como Nivel de Reducción de sondajes de las estaciones (escalas) de los extremos del tramo.

Distancias de la sección hasta las escalas del extremo del tramo.

1.2.2.2. Identificación y descripción de los Malos Pasos

Criterios generales para la definición de los malos pasos

La definición corriente de un Mal Paso según el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía, indica que se trata de sectores de un río que se ensanchan perdiendo profundidad, generalmente presentan correntadas, remolinos, cascadas y bajos, o bien zonas donde se dificulta la navegación.

En el río Nanay, las dificultades para la navegación se originan principalmente a la entrada de la bahía de Iquitos, por la formación de una zona de remanso, que disminuye las velocidades del flujo, incrementándose por esto la formación de bancos, con la consiguiente pérdida de tirante. También en ocasiones, existen dificultades para la navegación debido a la presencia de palizadas (acumulaciones de árboles, troncos y ramas) que, en el caso de encontrarse incrustados en el fondo del lecho del río, se denominan Quirumas.

Comparando los Malos Pasos según el Derrotero del Río Nanay del año 1992, con los Malos Pasos según las láminas publicadas correspondientes al Año 2015, se advierte que las ubicaciones de estos sectores han variado sustancialmente, lo cual es lógico debido a la alta dinámica fluvial.

En ese sentido, la definición de un "Mal Paso" para la zona de estudio, no está relacionada con la morfología de un cauce complicado de ensanche y dificultad para la navegación, sino de un criterio de profundidad mínima (zonas de bajos) disponible para la navegación con una determinada permanencia, sobre una traza razonablemente navegable para una embarcación "de diseño" a definir, y con una "revancha bajo quilla" (también denominada "calado mínimo de seguridad") adecuado para las condiciones del curso de agua estudiado.

1.2.2.3. Criterios de definición de las profundidades Náuticas necesarias

Consideraciones generales

El calado máximo con el cual puede navegar una embarcación, depende de la profundidad de agua disponible para una dada condición de nivel hidrométrico, menos el asentamiento o inmersión (squat) que es el descenso de la embarcación se produce por

motivos hidrodinámicos mientras navega, menos los efectos de asiento diferencial por inclinaciones de la embarcación.

Las fuerzas hidrostáticas y los momentos que actúan sobre los convoyes son responsables por el calado, inmersión (squat) y los demás movimientos de las embarcaciones que navegan. También son responsables por los esfuerzos estructurales a que están sujetas las "obras vivas" del convoy.

La interacción entre el canal y la embarcación de diseño, está gobernada por estos esfuerzos. Las fuerzas que actúan en la dirección longitudinal del movimiento son la fuerza de impulsión y las debidas a la acción de los propulsores en el agua. Estas fuerzas dependen de la potencia de los motores, del tipo de sistema de propulsión, de la forma del casco y de las dimensiones del canal.

El arrastre hidrodinámico correspondiente a la energía potencial gasta o gana en el desnivel (según sea a favor o en contra de la corriente), en la fricción del agua con la superficie del casco, la energía necesaria para mantener el sistema de olas generadas por el traslado de la embarcación y el arrastre generado por ella, incluyendo la rebaja o el cambio de la superficie líquida debido al pasaje por los canales de agua restringida, así como las turbulencias generadas por el efecto del agua sobre las partes del casco que presentan irregularidades abruptas (conexiones de las barcas entre sí y con el remolcador de empuje, timones, túneles, etc.).

Una pequeña porción de la fuerza de arrastre se debe también a la fricción del aire y a las turbulencias causadas por el pasaje del aire sobre la superficie estructural del convoy. La fuerza de arrastre depende de las dimensiones y forma de la embarcación, de las dimensiones del canal y de la velocidad del remolcador de empuje.

Los momentos hidrodinámicos, responsables del desvío del rumbo, son originados por la asimetría de las presiones a lo largo del convoy causadas por la velocidad de deslizamiento del agua y del aire. La resultante y el centro de los momentos dependen del número y del tipo de los timones y del ángulo de los mismos, de la velocidad y de la dirección del viento, de las corrientes y de las eventuales olas que agitan la superficie líquida, así como también de la velocidad del convoy y las dimensiones y la geometría del canal.

Debido a lo complejo de estas interacciones hidrodinámicas, buena parte del conocimiento existente sobre el asunto resulta de la experiencia de las observaciones "in-situ" y de los análisis teóricos simplificados. Sólo es posible determinar soluciones completas para las ecuaciones hidrodinámicas cuando se consideran geometrías simples y condiciones dentro de los límites esquematizados.

Es por esta razón que el presente análisis se apoya en criterios que funcionan adecuadamente en otras vías navegables y otros estudios similares realizados por el MTC.

El calado estático es definido, para la embarcación de diseño, el Ferry y eventualmente de los trenes o convoys de empuje, como el mayor calado del conjunto formado por el remolcador de empuje y las barcasas que ingresaran por la bocana hacia la bahía de Iquitos. Para el dimensionamiento de las obras se debe definir el calado estático tipo (embarcaciones inmóviles). En el presente estudio, el valor objetivo deseado de este parámetro es de 4 pies y 2 pies de seguridad.

En zonas marítimas, los cambios del nivel de agua se tienen en cuenta considerando la marea astronómica más la marea residual por vientos, y las fluctuaciones del fondo o quilla de la embarcación deben ser estimadas teniendo en cuenta el efecto de las olas, que en zonas fluviales relativamente angostas como es el río Nanay, no tienen influencia.

Los conceptos aplicables para la navegación de barcasas empujadas en ríos interiores son diferentes a los que se utilizan en zonas marítimas. En consecuencia, en zonas fluviales el calado máximo estático con el que una embarcación puede navegar está definido por:

- Calado máximo estático de navegación= Profundidad mínima relevada relativa al Plano de Reducción de Sondajes (incluyendo la tolerancia del levantamiento).
- Nivel de agua previsto por encima del Plano de Reducción (para una dada permanencia anual).
- Auto dragado en época de estiaje.
- Asentamiento o inmersión ("squat").

- Asiento diferencial.
- Margen de seguridad.
- Margen por incertidumbre en la fluctuación del nivel de agua.
- Sedimentación entre dragados.

La revancha bajo quilla o calado mínimo de seguridad es el margen de revancha mínimo que debe quedar entre el nivel mínimo del fondo del canal de navegación y el fondo de la embarcación en la situación más desfavorable resultante de las condiciones previstas en el proyecto, para que no haya choque del fondo del casco con el lecho del río.

La revancha bajo quilla o calado mínimo de seguridad, por ser justamente un margen de seguridad, debe ser establecida considerándose los riesgos comprendidos y por este motivo debe ser mayor en el caso de fondos resistentes o rocosos, cuando un choque con el fondo puede llevar al rompimiento del casco, rumbo de agua y hundimiento, del que en el caso de fondos flexibles (fondos de grava o pedregullo suelto, arena, arcilla o lodo) cuando el choque con el fondo puede llevar, normalmente, apenas al encalle o varadura, o sea, la retención de la embarcación por apoyo o por penetración en los sedimentos del fondo, lo cual, como se ha verificado en los frecuentes eventos de este tipo que ocurren en el tramo ecuatoriano del río, no genera mayores daños al casco.

Normalmente se considera que el calado mínimo de seguridad para fondos duros sea el doble que para fondos arenosos o de lodo.

Los factores relativos al fondo son de interés para la fijación de las cotas de dragado para garantizar el calado de navegación, en el caso de obras de excavación.

Un aspecto a ser considerado, en la incertidumbre de la cota del fondo, es el del auto dragado que, en ríos de lecho móvil, profundiza el fondo con el descenso del nivel de agua.

Se admite que el auto dragado tiene inicio cuando los bancos de arena afloran y la profundización continua se prolonga hasta que se alcanza el nivel de agua mínimo. En la subida del nivel de agua el fondo vuelve a elevarse, sin embargo, según una evolución diferente, notándose siempre un fenómeno de histéresis (el fondo sube más lentamente

que cuando desciende, con relación a la subida y descenso del nivel de agua). En estos tramos de río, que presentan auto dragado, el nivel del fondo depende de la época de la creciente (y hasta cierto punto también de los niveles de agua ocurridos en los ciclos hidrológicos anteriores) y el nivel mínimo (de interés para el dragado) depende del nivel de agua mínimo que será alcanzado y que es aleatorio.

Entonces, el margen de revancha a ser admitido debe ser considerado en cada caso en particular (tramo del río, régimen hidrológico, época de creciente, etc.). Por falta de datos, en general no se considera este factor, despreciándose los autodragados aun cuando los relevamientos son realizados con niveles de agua más elevados que el mínimo definido para navegar. Este criterio se aplicará en el presente estudio.

La sedimentación entre los dragados, que no debe ser confundida con el auto dragado, es también muy compleja, dependiendo sobre todo del tipo de material de fondo, del transporte de sedimento por el río y del régimen hidrológico, variable aleatoria de año en año.

En principio es asociada a la tendencia natural del río de reponer las condiciones naturales del lecho, tendiendo a compensar cualquier retiro artificial de material del lecho por un proceso de formación de bancos de arena. La cuestión que se plantea es: en cuánto tiempo (o en cuántos ciclos hidrológicos) se dará esta recomposición del lecho. Esto depende de muchos factores, especialmente de las variaciones hidrológicas aleatorias (de las cuales depende el caudal sólido, responsable por la formación de bancos de arena), de la posición del tramo dragado en el lecho del río y de la orientación del canal (en canales oblicuos la corriente genera más bancos).

Este factor, como el auto dragado, depende de las condiciones de cada tramo del río y por lo tanto no puede ser generalizada la adopción de un "sobre dragado" fijo para compensar la sedimentación entre los dragados. Se retornará este tema más adelante cuando se evalúe la posibilidad de dragar los Malos Pasos, mientras que, para el presente análisis, se consideran las condiciones naturales del lecho del río relevadas, sin contemplar sedimentación (por no considerarse la excavación del lecho) ni autodragados en estiaje (lo cual es una medida conservativa). Cabe destacar que existen evidencias indirectas de que en el río Nanay el fenómeno de autodragado se produce, dado que la

mayoría de las embarcaciones que ingresan a los puertos de “Masusa” y otros aguas arriba, navegan prácticamente todo el año con 4 o más pies de calado, encontrando dificultades, únicamente en los días más críticos de la época de estiaje, en los cuales debe navegar despacio para encontrar el canal profundo en los Malos Pasos a baja velocidad para reducir el asentamiento (squat).

Para las vías fluviales el calado mínimo de seguridad normal es en general de 0,30 m (un pie) para los tramos con fondos arenosos, en ríos de fondo móvil (0,20 m en Alemania, 0,30 m en Francia y en parte de los Estados Unidos), y de 0,60 m para los tramos de fondos rocosos. En la Hidrovía Paraná - Paraguay que es una vía navegable no regulada por obras de control, se ha adoptado un margen de 30 cm para lechos arenosos como los que existen en la mayor parte del Río Nanay, y de 60 cm para fondos duros”.

Estos valores incluyen el efecto de asentamiento (squat) estimado en 0,15 m con la barcaza navegando a baja velocidad en el Mal Paso.

Las recomendaciones mínimas para la revancha bajo quilla de las embarcaciones que navegan el Danubio (naves autopropulsadas o convoyes) con 2,5 m de calado, son de 0,2 m para suelo blando arenoso, por debajo del nivel dinámico (con el buque en movimiento).

En el río Tennessee entre Knoxville y Paducah y sus tributarios (USA), se ha adoptado un margen de seguridad total de aproximadamente 2 pies, por lo que un canal de 11 pies permite la navegación de embarcaciones de 9 pies de calado (Tennessee Valley Authority - TVA).

Para el presente estudio, se adopta la revancha mínima o calado mínimo de seguridad de 2 pies en tramos de fondo arenoso, y duplicada (4 pies), por motivos de seguridad, cuando el fondo es de materiales resistentes (roca o sedimentos compactos), margen que tiene en cuenta el leve descenso de la embarcación que se produce al navegar por efecto del "Squat".

El efecto de incertidumbre en los niveles de agua, se analiza a continuación en forma separada para los tramos superior e inferior del río, dadas las diferentes características que presentan.

Para cuantificar los volúmenes a remover en cada Mal Paso para evaluar la hipótesis con dragado, deberá adicionarse en los sectores con profundidad insuficiente, la revancha o "sobredragado técnico" que surge de la imprecisión del dragado (normalmente se considera del orden de 10 a 30 cm según el equipo empleado), y una revancha por sedimentación entre dragados sucesivos. Esta última surge de los estudios sedimentológicos, y será en definitiva la que condicione la real factibilidad de efectuar dragados en el Río Nanay, dado que cuanto mayor sea la misma, más frecuente y más importante será la necesidad de realizar dragados de mantenimiento, lo cual impacta directamente en el costo operativo de la vía fluvial.

En base al perfil longitudinal relevado en setiembre de 2015, se determinaron las Zonas Críticas que eventualmente podrían ser Malos Pasos, considerando el Plano de Referencia para la Navegación con permanencia del 95% del tiempo previamente definido, el cual fue acordado con el SIMA y ENAPU PERU.

Para visualizar las condiciones del lecho y detectar las zonas críticas en forma sencilla, se efectuó la reducción de sondeos refiriendo las cotas del lecho a los planos definidos por las cotas en cada hidrómetro correspondientes al nivel de referencia.

Cabe destacar que existe un factor de incertidumbre que incide en la estimación de la "revancha bajo quilla o calado de seguridad", es la oscilación del nivel del río causada por el pasaje de ondas de crecida de corto período, las cuales típicamente tienen en la zona de estudio, un período de ascenso de uno o dos días, y un período de descenso algo mayor, con amplitudes del orden del metro de variación de nivel.

El riesgo asociado a estas fluctuaciones es que el piloto se confíe en tener profundidad suficiente basado en el dato puntual del nivel instantáneo en las escalas cercanas, y luego no la tenga debido a que ese nivel instantáneo se hallaba cerca del pico de una onda de crecida y por lo tanto el nivel del río desciende luego rápidamente durante la navegación.

Para poder manejar este riesgo adecuadamente, sin tener que sobredragar en exceso agregando márgenes de seguridad adicionales, lo que se debe hacer es implementar un sistema de información de niveles con pronóstico a corto plazo, basado en una red hidrométrica de densidad adecuada (mayor que la instalada por esta Consultoría), y enlazado con un sistema que permita estimar los niveles mínimos a lo largo del río en un plazo de uno a tres días, sea a través de reglas empíricas surgidas del análisis sistemático de los registros, o a través de una modelación matemática unidimensional del Río Nanay.

Cabe mencionar al respecto los notables avances del proyecto HyBam (Observatoire de Recherche en Environnement HYBAM - Hidrogeodinámica de la Cuenca Amazónica - Hydrogéodynamique du Bassin Amazonien), con apoyo del IRD (Institut de recherche pour le développement), y convenios en Perú con el SENAMHI y la Universidad de la Molina. Las actividades de este proyecto se están orientando a establecer una modelación hidrodinámica de los Ríos Amazónicos, para cuyo desarrollo se consideran las estaciones propias del SENAMHI y del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía.

En tal sentido, en zona de estudio, se ha considerado conveniente para la identificación de las zonas críticas no adicionar una revancha adicional por fluctuación rápida de los niveles, lo cual encarecería mucho las eventuales acciones de limpieza/dragado necesarias. En el caso de no existir un sistema de pronóstico e información como el descrito, se requeriría disponer de unos 60 cm más de revancha o calado mínimo de seguridad. A los efectos ilustrativos y para contribuir a la evaluación de la incidencia de este factor, se realizó un análisis comparativo de las profundidades inferiores a 1,5 m (aproximadamente 4 pies de calado más 1 pie de revancha), ya 2,1 m (sumando los 60 cm adicionales).

En los planos de las Zonas Críticas, teniendo en cuenta que las profundidades están referidas al Plano de Reducción y no al Plano de Navegación, y que la diferencia entre ambos planos en la mayor parte de las Zonas es de unos 0,95 m aproximadamente (más bajo el Plano de Reducción), y que estrictamente 5 pies son 1,53 m, los rangos se desplazaron 90 cm hacia abajo para considerar el cambio de plano de referencia.

En consecuencia, en dichas Láminas se resaltaron con diferentes colores los valores que se encuentran comprendidos en los rangos inferiores a 0,6 m (en rojo) y entre 0,6 y 1,2 m (en naranja).

1.2.2.4. Criterios de definición de la disposición en planta de un canal navegable en las zonas críticas

Consideraciones generales

En base al relevamiento detallado con perfiles cada 100 m efectuado en setiembre de 2015, en el cual se intercalaron algunos perfiles intermedios en las zonas más críticas, se analizó la morfología de cada Zona Crítica, a los efectos de definir si configura o no un "Mal Paso" de acuerdo a la definición anteriormente explicada que conforme a los términos de referencia se refiere a la disponibilidad de una profundidad náutica adecuada para la navegación.

La implementación práctica de criterio trae aparejado la necesidad de definir la existencia de un canal de navegación "razonable", para verificar si las profundidades a lo largo del mismo son suficientes. La definición del ancho y radios de curvatura que debería tener tal canal, es en realidad dependiente de la definición de la embarcación de diseño que se adopte, la cual es normalmente elegida en función de los estudios de oferta y demanda de transporte, aplicando las normas y recomendaciones internacionales de uso habitual en esta materia, entre las que cabe destacar:

- "Layout and Design of Shallow - Draft Waterways" (U.S. Army Corps of Engineers, USCOE, 1988).
- "Standardization of Inland Waterways Dimensions" (PIANC, 1990).
- "Approach Channels - A Guide for Design" (PIANC, 1997).
- "Factors Involved in Standardizing the Dimensions of Class Vb Inland Waterways: Canals" (PIANC, 1999).
- "Navigation Projects" (US Army Corps of Engineers, 2003).

Estas normas permiten estimar las necesidades de ancho de solera, en tramos rectos y curvos, como función de diversos parámetros de: a) el medio fluvial (dirección e intensidad de las corrientes, forma en planta, revancha bajo quilla o calado de seguridad

disponible, etc.), b) las embarcaciones (manga, eslora, calado, maniobrabilidad, etc.) y e) la calidad de las ayudas a la navegación.

Las dimensiones del canal que más importan para la navegación son la profundidad, el ancho de solera, la sección transversal (forma y área), así como el radio de curvatura de la ruta a ser seguida por la embarcación o el convoy.

En función de las dimensiones de la embarcación, motivos de seguridad imponen valores mínimos para esas dimensiones. Las velocidades de los convoyes están definidas por las restricciones a la navegación para las diferentes combinaciones posibles de las variables geométricas del canal.

Los parámetros geométricos del canal pueden ser determinados para que no exista ninguna restricción a la navegación, incluso en lo que tiene que ver con las velocidades de la embarcación, los encuentros y los sobrepasos entre convoyes. No obstante, en la mayoría de los casos, esto no es económicamente viable, muy especialmente debido a que las posibles restricciones no ocurren en la mayor parte de la vía navegable sino en un conjunto acotado de "Malos Pasos". Los beneficios obtenidos con una navegación completamente franca pueden no ser compensados por el aumento del costo de las obras requeridas, por lo que el tráfico de las embarcaciones quedaría sujeto a restricciones.

Como principio general, ante los limitados anchos y profundidades naturales de los ríos Nanay y Amazonas, la navegación es considerada como restringida en la zona de los Malos Pasos.

1.2.2.5. Ancho en tramos

La fijación de ancho mínimo del canal, en tramos rectos, puede ser encarada de diferentes formas, pero tomándose siempre en cuenta, como factor primordial, la seguridad de la embarcación, representada por el riesgo de colisión con otra embarcación, con las márgenes o con el fondo fuera del canal.

Las curvas del canal con radios por sobre 10 a 12 veces el largo de la embarcación son descritas por los convoyes prácticamente sin ser percibidas por los pilotos. Estas curvas, a los efectos de ancho mínimo del canal, pueden ser consideradas como tramos rectos. De la misma forma, las observaciones del comportamiento de los convoyes y aún

el análisis teórico y trazados gráficos, muestran que curvas con ángulos al centro (ángulos de cambio de rumbo) menores que 15° son también descriptas sin dificultades pudiendo también ser asimiladas a tramos rectos de canal.

Numerosos criterios han sido presentados para la fijación de los anchos de los canales en los tramos rectilíneos de los canales para navegación interior.

Las fórmulas europeas, más antiguas, fueron establecidas apuntando al tráfico de embarcaciones pequeñas y con baja velocidad en canales artificiales de aguas quietas.

El ancho, en estas fórmulas, como para los canales marítimos, es determinado considerando revanchas fijas entre las embarcaciones y las márgenes y entre las dos embarcaciones que se cruzan.

La introducción en Europa de los convoyes de empuje, con bocas y largos mayores que las embarcaciones tradicionales, llevó a la revisión de estas normas para los ríos europeos, pasando las revanchas a ser proporcionales a la boca de embarcación tipo y no fijas.

Los técnicos americanos (XXIV Congreso de Navegación S-I-1), y basados sobre todo en la experiencia con convoyes de empuje navegando en grandes ríos en corriente libre o en embalses de ríos canalizados por diques, por lo tanto en condiciones más semejantes a la navegación marítima, toman en cuenta, para la fijación de ancho mínimo en tramos rectos, la eslora de los convoyes, a través de considerar el ángulo de deriva o sea, el ángulo formado entre el eje de la embarcación y la dirección de la ruta.

La determinación del ángulo de deriva ha sido investigada por diversos autores, para el caso de navíos marítimos. En el caso de navegación de convoyes este aspecto sólo ha sido considerado para curvas, como será abordado a continuación.

En los tramos rectos (o curvas de gran radio) el ángulo de deriva normalmente aparece debido a las corrientes oblicuas. Se tiene entonces que la relación entre las resultantes de las componentes de las velocidades según las dos direcciones ortogonales provee la indicación del ángulo de deriva.

Así, por ejemplo, observaciones experimentales muestran que un convoy con velocidades en aguas quietas de 12 km/h (3,3 m/s), bajo la acción de una corriente de 0,6

m/s, inclinada 30° con relación a la ruta de navegación, pasa a tener un ángulo de deriva de aproximadamente 3° , si la corriente fuese concordante (corriente y movimiento del convoy en el mismo sentido) y 4°, si la corriente fuese discordante (corriente y movimiento del convoy en sentidos opuestos). Con una corriente de 0,8 mis incidiendo a 45° y discordante, lo que puede ser considerado un caso límite en un río, el ángulo de deriva para el convoy alcanzaría cerca de 8°.

En las condiciones normales, para la fijación del ancho del canal en aguas libres, se puede adoptar como ángulo de deriva máximo 3° 30' (según la publicación "Layout and design on Shallow - Draft Waterways del U.S Army Corps of Engineers) lo que lleva a $\sin(p) = 0,06$.

La publicación EM-1110-2-1611 del Corps of Engineers, basándose en estas formulaciones, indica los siguientes anchos mínimos para los convoyes habituales en las vías norteamericanas.

Tabla 3, anchos mínimos para los convoyes

Dimensiones de los convoyes		Ancho mínimo recomendado del canal de navegación (m)			
Eslora	Manga	Con encuentro	Relación	Sin encuentro	Relación
L(m)	B(m)		UB		UB
183,0	32,0	91,5	2,86	56,4	1,76
208,8	21,3	70,1	3,29	45,7	2,15
108,8	10,7	57,9	3,80	39,6 (*)	3,66

Nótese que estos valores son inferiores a los normalmente adoptados por los criterios europeos, pudiéndose citar por ejemplo las siguientes recomendaciones del Laboratorio de Duisburg para convoyes con 14 km/hora de velocidad.

Estas diferencias pueden ser explicadas por considerar las fórmulas europeas sobre todo aguas confinadas (canales artificiales y ríos muy estrechos), en tanto que las americanas se aplican a los grandes ríos con embalses sucesivos (ríos canalizados).

Para la Hidrovía Paraguay - Paraná fue adoptada la formulación europea con el ancho mínimo de 2,2 veces la manga del convoy, en tramos sin encuentros y 4 veces más 10,0 m para tramos con encuentros de dos convoyes tipo iguales. Esta formulación es la adoptada por los organismos oficiales del Brasil para los proyectos de dragado y

derrocamientos que apunten a mejorar la navegación en los grandes ríos brasileiros, como los ríos Paraguay, Paraná, Tocantins/Araguaia, San Francisco, etc.

1.2.2.6. Ancho en tramos curvos

En las curvas pronunciadas del canal de navegación, o sea con radios de curvatura menores que 10 a 12 veces la eslora del convoy y ángulo al centro mayores que 15° a 20° , el ancho del canal tiene que ser aumentado por un sobreancho, para permitir el pasaje seguro de la embarcación.

Un simple trazado geométrico muestra la necesidad de sobreancho para permitir la inserción del convoy en la trayectoria curvilínea. Muestra también que, para el mismo radio de curvatura, el sobreancho necesario aumenta con la eslora de la embarcación. Considerando apenas el trazado geométrico y admitiendo que el punto medio del largo de la embarcación describe la curva (despreciando el ancho de la embarcación), se llega a la conclusión de que, para considerar la deriva, es necesario un aumento del radio de curva. Considerando que la curva es recorrida por un punto situado a $1/3$ del largo de embarcación a partir de proa (punto de giro) se llega, con la misma hipótesis, a la eslora total del convoy, ambos en metros.

En realidad, los estudios teóricos y verificaciones en prototipo muestran que el punto de giro de un convoy recorriendo una curva restringida, se sitúa entre el tercio delantero y el medio del convoy en aguas paradas y restringidas, dependiendo de las características y velocidades del convoy, así como de la destreza del piloto. Los límites de K deben estar, por lo tanto, entre $K = 1/8$ (mínimo) y $K = 1/4,5$ (a favor de la seguridad).

La Conferencia Europea de los Ministros de Transportes (1965) fijó para las vías navegables europeas un valor para el sobreancho mínimo. Esta norma continúa siendo respetada en la Comunidad Europea desde entonces y fue adoptada incluso para el río Mosela, en el que hay serios problemas de curvas restrictivas.

Cabe notar que, considerando apenas el aspecto geométrico, el valor adoptado es a favor de la seguridad, siendo cerca de 10 mayor que los límites máximos indicados (punto de giro a un tercio de proa).

Otras aproximaciones basadas en consideraciones geométricas más completas (tomando en cuenta las mangas de los convoyes) han sido también propuestas. En la práctica no llevan a diferencias sensibles en el cálculo de los sobreanchos para las esloras y mangas de convoyes usuales (pueden ser más apropiadas para los grandes convoyes norteamericanos).

La metodología para la determinación de sobreanchos en las curvas adoptada por el Corps of Engineers (US Army) se basa en consideraciones geométricas y en el ángulo de deriva del convoy que describe la curva.

Con las revanchas recomendadas, los anchos máximos del canal de navegación en las curvas, por el método del Corps of Engineers alcanzan a valores de sobreancho ligeramente menores que la fórmula de los Ministros de Transporte de Unión Europea, para valores medios de L y R .

Se ha adoptado, para los proyectos de mejoramiento de los pasos críticos de la Hidrovía paraguaya.

1.2.2.7. Ensanches graduales del canal de navegación

La concordancia entre tramos de diferentes anchos debe ser hecha de forma gradual, a fin de facilitar las maniobras. Cabe sin embargo tener en cuenta que normalmente, por motivos de seguridad y aún para tener mejores condiciones de permanencia en la ruta, los pilotos mantienen la embarcación en el eje del canal de navegación, y sólo se aproximan a las márgenes cuando hay algún motivo especial o vislumbran la posibilidad de un cruce. Esta consideración quita, hasta cierto punto, importancia a la forma del tramo de concordancia, a menos que la probabilidad de cruces sea grande en función de un tráfico muy intenso, difícil de ocurrir cuando son empleados convoyes de empuje de gran porte.

Por otro lado, la construcción de una curva de curvatura variable o también compuesta por varios círculos concordantes, ideales para la concordancia gradual, es muy difícil de realizar cuando el canal de navegación es mejorado por profundización del lecho del río o por dragados. En los canales artificiales o mejoramientos por regularización del lecho, como ya se ha mencionado, la constitución de los márgenes es más simple, tornando exigible la opción por una concordancia más elaborada.

Dentro de este panorama es conveniente mantener la continuidad del trazado del eje del canal de navegación, realizando los ensanches en ambos márgenes. En el caso de sobreancho de las curvas, en que es conveniente realizar el ensanche en la margen convexa, se debe dimensionar el radio de modo de aumentar el radio de la curva convexa, desplazándose la curva para obtener la simetría del ensanche.

Por otro lado, para atender el posicionamiento junto a la margen ensanchada partiendo de la margen más angosta, es conveniente que el ensanche se produzca en 5 a 10 veces el valor del ensanche. Dentro de estos límites se deben adoptar las concordancias de las márgenes.

Según el Corps of Engineers la concordancia entre secciones con anchos diferentes puede ser hecha con seguridad con un ensanche gradual, rectilíneo correspondiente a 1:7, lo cual ha sido adoptado para tramos rectos de canal en la Hidrovía Paraná - Paraguay.

En los casos de tramos en curvas, las extensiones correspondientes al ancho del canal se realizarán únicamente en la margen convexa. En estos casos, la margen convexa deberá ser constituida por un arco central y dos segmentos tangentes al mismo. Estos segmentos serán de una longitud mínima de una eslora de convoy, medida desde los extremos del eje de la curva (PC y PT).

Estos criterios han sido adoptados como parámetros de proyecto para los trazados de los ensanches graduales del canal de navegación en los Pasos Críticos de la Hidrovía Paraná -Paraguay.

1.2.2.8. Definición preliminar de la embarcación de diseño

El presente análisis se realizó en una fase del estudio en el cual la embarcación de diseño ya estaba definida, por lo que se adopta una hipótesis conservativa para seguir efectuar el mismo, y posteriormente se evaluó la aplicabilidad de la geometría determinada, para las dimensiones de las embarcaciones, definidas a nivel de perfil.

Para realizar tal hipótesis, se consideró una embarcación de dimensiones razonablemente conservativas, y navegación de una mano (sin considerar 6 cruces en los Malos Pasos), lo cual resulta claramente la opción más conveniente teniendo en cuenta

el bajo tráfico actual y esperado (al menos en el corto y mediano plazo), para reducir las necesidades de mantenimiento de la vía al mínimo posible.

Las barcasas empleadas en ríos de mayor porte como el Paraguay y Paraná, son las denominadas "Mississippi" de 10,66 m de manga, 60 m de eslora y 1.500 ton de carga, y las "Jumbo ensanchadas", de 16,67 m de manga, 60 m de eslora y 2.600 ton de carga, ambas de 10 pies de calado, de acuerdo al estudio realizado para la Hidrovía Paraguay - Paraná.

En el tramo Paysandú - Salto del Río Uruguay, que es el de menor profundidad, recientemente se ha propuesto una embarcación de diseño de 70 m de eslora, 11,4 m de manga y 1,5 m de calado. Estas embarcaciones superan claramente las condiciones de navegabilidad del Río Nanay y Amazonas.

Las condiciones de navegación actual en el Nanay son muy limitadas en épocas de vaciante, en particular, las embarcaciones no suben más allá del Puerto Masusa, se movilizan generalmente las que tienen entre 1,0 a 1,5 m de calado, con unos 12 m de manga, y suelen navegar como mínimo con 75 cm de calado y 25 cm de margen de seguridad.

En el Estudio de la Navegabilidad del Río Huallaga (MTC, 2005) , se consideran dos tipos de embarcaciones, una Motonave de 50 m de eslora (L), 10 m de manga (M), con una carga útil de 620 t para un calado máximo de 2,1 m y de 350 t para un calado mínimo de 1,2 m, y por otro lado, un convoy de barcasas de 2 x 2, de 50 m de eslora y 12 m de manga, con una capacidad de carga de 1.025 t para un calado máximo de 2,4 m y de 450 t para un calado mínimo de 1,2 m, más un remolcador de 20 m de eslora, 12 m de manga y 1,2 m de calado. La eslora total del Convoy sería de 120 m y su manga de 24 m.

En dicho estudio se considera un espacio libre bajo la quilla (denominado "pie de piloto") de 30 cm, con lo que se define un calado mínimo de 1,2 m (4 pies) y una profundidad náutica de 1,5 m.

Los radios mínimos de las curvas se consideran como 3 veces la eslora, resultando de 150 m para las motonaves y de 360 m para los convoys de barcasas.

Asimismo, se plantea que debe quedar una distancia recta mínima de 3 esloras entre curvas sucesivas opuestas y de 1,5 esloras entre curvas en el mismo sentido.

Los anchos de canal en tramos rectos se especifican como 2,2 veces la manga (para una vía) y 4 veces (para dos vías), mientras que en curva se adiciona un margen igual a la eslora al cuadrado sobre el radio de curvatura, para un canal de una vía. Ello implica que, con la limitación de radio considerado, el ancho de canal en las curvas, sería igual a:

- Para Motonaves: $2,2 \times 10 + 502 / 150 = 39 \text{ m}$
- Para convoys de barcas: $2,2 \times 24 + 1202 / 360 = 93 \text{ m}$

Para promover el Mejoramiento de las condiciones de navegabilidad en los ríos Ucayali, Huallaga, Marañón y Amazonas (DGTA, MTC, junio 2007), se establecen también diversos criterios de interés, como ser:

La profundidad total requerida para la navegación de embarcaciones con 6 pies de calado, es de 8 pies, incluyendo esto la revancha para el squat, sobredragado técnico por imprecisión y margen para sedimentación.

Para la definición de la embarcación de diseño, se consideró en el citado documento que el promedio de las embarcaciones del parque fluvial de la amazonía peruana, tiene 36 m de eslora, 8 m de manga y 6 pies de puntal, con una capacidad de carga de 390 t. Se plantea que las alternativas a considerarse deberían contemplar mayores dimensiones para minimizar el costo de transporte por tonelada, considerándose esloras iguales o superiores a 40 m, 8 m de manga y 6 pies de calado.

Para el ancho del canal, se considera entonces un arreglo de 2 x 2 barcas con remolcador, resultando necesario según el USCOE un ancho en tramos rectos de $2 \times M + 50'$ de separación central entre los convoys + $2 \times 20'$ de separación a las márgenes, lo cual es aproximadamente igual a $2 \times 8 + 16 + 2 \times 6 = 60$ metros.

Para mano única resulta menos de 30 m de ancho.

El radio de curvatura R mínimo se establece en $4 \times L$, es decir en este caso, si la barcaza de diseño posee 36 m de eslora, y el remolcador 20 m de eslora, la eslora del convoy sería de 92 m y el radio mínimo de 368 m.

En las curvas se considera un sobreancho B igual al calculado con la fórmula de Semenov, que resulta igual a $B = 0,7 \times L^2 / R$, siendo más conservativa que el criterio determinado por la Conferencia Europea de los Ministros de Transportes (1965) y adoptado para la Hidrovía Paraná - Paraguay.

Para las condiciones de diseño se calcula un sobreancho de 16 m al cual se le adiciona 5 m debido a las corrientes cruzadas en la embocadura del paso, resultando un sobreancho total de 21 m. Si se suma a los 30 m del tramo recto para mano única, se alcanzan unos 50 m de ancho en curva.

Para el presente análisis de definición de Malos Pasos, se ha considerado un canal de dimensiones conservativas, de manera de tener en consideración que la geometría del mismo en el Río Nanay puede variar significativamente a lo largo del tiempo, y se necesita disponer de un margen de seguridad importante teniendo en cuenta además la dificultad existente en este río para señalizar adecuadamente la ubicación del mismo mediante medios físicos (sean éstas señales terrestres en las márgenes que quedarían muy expuestas a caer por la erosión fluvial o bien boyas de distintos tipos que están expuestas al arrastre por las palizadas durante las crecientes).

Por lo tanto, se consideró en esta instancia un convoy de barcasas de 50 m de eslora con 10m de manga, con un remolcador de 20 m de eslora, en un arreglo de 2 x 2, que tiene una eslora total L de 120 m y una manga M de 20 m.

1.2.2.9. Predimensionamiento del canal de navegación

El radio de curvatura correspondiente al convoy de diseño se consideró igual a $4 \times L = 480$ m., adoptándose 500 m.

En los tramos rectos y curvos, con radios de curvatura mayores a 10 veces la eslora del rectángulo de navegación, o con ángulos al centro menores a 15° , los anchos del canal deberán ser como mínimo unas 2,2 veces la manga del rectángulo de navegación, cuando no se prevean encuentros en el tramo, y 4 veces la manga más 10 m, cuando se han previsto encuentros de dos convoyes iguales. El ancho en tramos rectos resulta de $2,2 \times M = 44$ m para una mano, y $4 \times M + 10\text{m} = 90$ m para doble mano.

El sobreancho en curvas será igual a $0,7 \times 1202 / 500 = 20$ m. Considerando tráfico de una mano resulta un ancho necesario de 64 m, y con dos manos de 100 m. Si bien se considera suficiente diseñar un canal de una única mano en las curvas de los Malos Pasos, de todas formas, para tener en cuenta la probabilidad de que se verifiquen cruces no permitidos, o bien que se produzcan movimientos del lecho que desplacen la ubicación del canal, o inconvenientes por parte de los pilotes para identificar adecuadamente la traza del canal, se consideró un ancho mínimo de 100 metros por seguridad.

La distancia mínima entre curvas sucesivas opuestas se adoptó como $3 \times L = 360$ m para curvas opuestas y $1,5 \times L = 180$ m para curvas sucesivas, valores que se redondearon a 400 m y 200 m para el presente análisis.

Con estos valores adoptados, quedan comprendidas en forma conservativa las diferentes condiciones que surgen de los estudios antecedentes, por lo que la banda de navegación resultante es útil para definir con seguridad cuales de las Zonas Críticas relevados no son en realidad Malos Pasos según la definición del Pliego.

1.2.3. Socavación

La socavación general, también conocida como socavación normal, consiste en una disminución generalizada del fondo por el aumento del arrastre de sedimentos debido al incremento de la capacidad de flujo (crecidas). La socavación del fondo se produce debido a un desequilibrio entre el aporte sólido que transporta el agua a una sección y el material removido.²



Figura 5, Representación gráfica del desarrollo longitudinal de un cauce

² Análisis de la Socavación en Cauces Naturales. Toapaxi J.*; Galiano L

La erosión en general es la profundización del cauce de un lecho resultado de la acción del flujo del agua.

La erosión puede ser local o generalizada; la erosión local o socavación propiamente dicha, está circunscrita a un lugar determinado, y a veces está limitada a una cierta duración, y se debe a una perturbación del flujo.

La socavación, como fenómeno hidráulico, se origina en movimientos vorticosos que ocurren al pie de determinadas estructuras hidráulicas, como un pilar y estribo de puente, o en la descarga de un vertedero.

La erosión generalizada, o degradación, se produce a lo largo y ancho de un cauce fluvial. La degradación del cauce es extensa y progresiva.

En general el estudio de la erosión local no es sencillo. Es un fenómeno tridimensional, impermanente, en el que hay una gran interacción entre la corriente y el lecho que está siendo erosionado. La profundidad de erosión es variable hasta que llegue a su valor máximo, el que se presenta cuando la velocidad de la corriente disminuye hasta hacerse igual a la velocidad crítica de iniciación de movimiento de los sólidos. La hidráulica Experimental es muy importante para el estudio de la erosión.

La erosión es un fenómeno que se desarrolla con el tiempo hasta llegar a una situación de equilibrio. Mientras el estribo interrumpe el proceso natural de degradación la fosa local, por la generación de corrientes que la profundizan hasta llegar a una profundidad de equilibrio de acuerdo a las dimensiones de los sólidos del cauce.

Un estudio a nivel nacional en el año 1973 por la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos (FHWA) concluyó que de 383 puentes que fallaron por inundaciones catastróficas, el 25% corresponde a daños de pilares y 75% corresponde a daños de estribos. Un segundo estudio más amplio en 1978 concluye que los problemas de socavación en pilares son similares a la socavación en estribos. La inundación de 1993 en la cuenca alta del Río Mississippi, causó el fallo de 23 puentes, de los cuales 14 fallaron por socavación en estribos, 2 por socavación de pilares, 3 por socavación de estribos y pilares, 2 por inundación de dique lateral, uno por carga de escombros y uno por causa desconocida.

Dos formas de transporte de sedimentos se presentan en un cauce según que haya o no movimiento de sedimentos desde aguas arriba:

Lecho móvil $V > V_c$

Agua Clara $V < V_c$

Velocidad del flujo

Chezy

$$V = C \sqrt{R S} = \frac{1}{n} \left[R_H^{2/3} S \right]^{0.5}$$

Manning

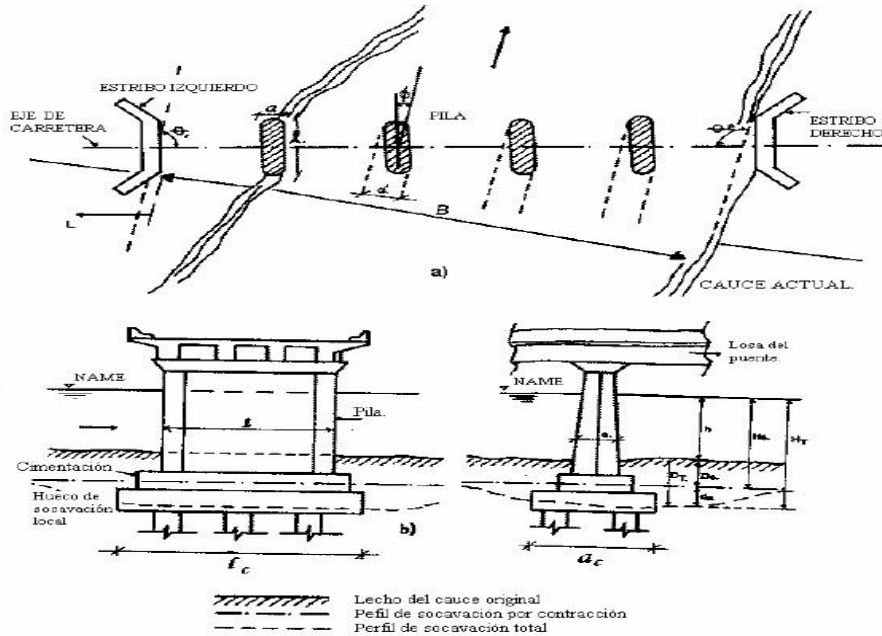
$$C = (R_H^{1/6})/n$$

Melville and Sutherland

$$V_c = 5.75 V_{*c} \log(5.53 h/d_{50})$$

$$\text{HEC 18} \quad V_c = 6.19 h^{1/6} d_{50}^{1/3}$$

Figura 6. Corte crítico



Donde; V^*c : es la velocidad de corte crítico basado en el tamaño d_{50}

1.2.3.1. Tipos de socavación

1.2.3.1.1. Socavación normal o general

Se entiende por socavación normal el descenso del fondo de un río que se produce al presentarse una creciente. Se origina por el aumento de la capacidad de arrastre material sólido que en ese momento adquiere la corriente, en virtud de la mayor velocidad de flujo.

1.2.3.1.2. Socavación en estrechamientos

Se entiende por socavación en estrechamientos aquella que se produce por el aumento en la capacidad de arrastre de sólidos que adquiere una corriente cuando su velocidad aumenta por efecto de una reducción hidráulica en su cauce.

Este efecto es particularmente importante en puentes.

1.2.3.1.3. Socavación en curvas

Se entiende por socavación en curvas aquella que se produce por el aumento de la velocidad de los filetes líquidos que se desplazan hacia la parte externa de una curva. Como consecuencia de la mayor capacidad de arrastre de sólidos hacia la parte externa

que interna de una curva, la profundidad de erosión es mayor en la parte del cauce exterior a la curva que en la interior.

1.2.3.1.4. Socavación en márgenes

Es la erosión que las aguas de una corriente producen en los materiales térreos deleznales o solubles que formen sus orillas. El efecto es especialmente severo en crecientes, por el aumento del poder erosivo de la corriente a causa de su mayor velocidad.

1.2.3.1.5. Socavación alrededor de pilas

Se refiere a la socavación local que se produce en la vecindad de pilares de puentes cuando los cambios en las condiciones hidráulicas de la corriente motivados por la presencia del pilar dan lugar a que la capacidad de arrastre supere localmente al aporte de caudal sólido.

Los parámetros que influyen en la socavación local alrededor de pilares de puentes son los siguientes:

Parámetros hidráulicos:

- Velocidad media de la corriente.
- Tirante de agua frente al pilar.
- Distribución de velocidades de la corriente.
- Dirección de la corriente respecto al eje del pilar.

Parámetros del fondo:

- Diámetro de las partículas.
- Distribución granulométrica del material del fondo.
- Forma de las partículas sólidas.
- Grado de cohesión o cementación.
- Peso específico sumergido del material sólido.
- Estratificación del subsuelo.

Parámetros geométricos del pilar:

- Ancho del pilar.

- Relación larga–ancho.
- Perfil de la sección horizontal del pilar (sección en planta).

Parámetros de ubicación del puente:

- Contracción en la sección.
- Forma del río en planta.
- Obras de control de la descarga que se haya construido aguas arriba o aguas abajo.

1.2.3.1.6. Socavación alrededor de estribos

Es análoga a la erosión local en pilares. Se la distingue por algunas diferencias en los métodos teóricos y experimentales de evaluación.

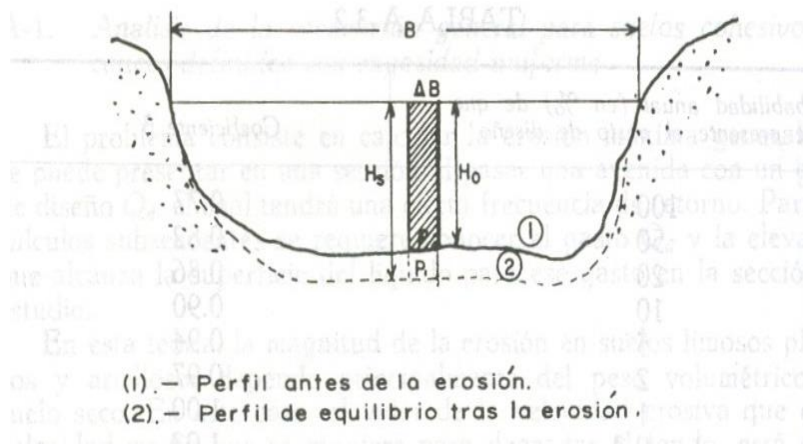


1.2.3.2. Cálculos de socavación general en suelos no cohesivos

Los cálculos de socavación general se pueden efectuar considerando el procedimiento planteado por Lischtvan-Lebediev.³

En el análisis de la socavación general mediante este método se hace uso de las siguientes variables definidas:

³ Mecánica de Suelos de Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Noriega. Tomo III. Limusa Editores, 1994, páginas 366-378



Q_d : caudal máximo de avenidas correspondiente a un periodo de retorno seleccionado.

B_e : ancho superficial del río o curso natural en la sección en estudio. Al ancho total debe descontarse el ancho efectivo de los pilares.

H_m : tirante medio de la sección, el cual se obtiene dividiendo el área hidráulica entre el ancho efectivo, B_e .

μ : coeficiente de contracción, que toma en cuenta el efecto de la presencia de pilares y estribos, cuando hay un puente localizado en el tramo en análisis. Si se considera que el efecto de contracción es despreciable o no hay obstáculos en el cauce, el coeficiente que se adopta es $\mu = 1$. Los valores de μ a adoptar se indican en la tabla 4.

Tabla 4, coeficiente de contracción, μ .

Velocidad media en la sección, en m/seg	COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN, μ												
	Longitud libre entre dos pilas (claro), en metros												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
Menor de 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.00	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
4.00 o mayor	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

α : coeficiente dado por la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{Qd}{H_m^{5/3} B_e \mu}$$

donde todos los términos tienen el significado ya señalado.

Ho : profundidad máxima de la sección antes de la erosión.

β , beta: el coeficiente β se obtiene de la tabla 5 de la referencia antes señalada. β es función de la probabilidad anual (en %) de que se presente el gasto o caudal de diseño.

Tabla 5. Coeficiente β por periodo de diseño

Probabilidad anual (en %) de que se presente el caudal de diseño	Periodo de retorno (T años)	Coeficiente β
100	1	0.77
50	2	0.82
20	5	0.86
10	10	0.90
5	20	0.94
2	50	0.97
1	100	1.00
0.3	333	1.03
0.2	500	1.05
0.1	1000	1.07

Dm : diámetro medio (en mm) de los granos del fondo.

X : exponente variable que depende del diámetro del material

Tabla 6. Valor del exponente variable en función de diámetro del material

D(mm)	X	D(mm)	X
0.05	0.43	40	0.3
0.15	0.42	60	0.29
0.5	0.41	90	0.28
1	0.4	140	0.27
1.5	0.39	190	0.26
2.5	0.38	250	0.25
4	0.37	310	0.24
6	0.36	370	0.23
8	0.35	450	0.22
10	0.34	570	0.21
15	0.33	750	0.2
20	0.32	1000	0.19
25	0.31		

Hs: profundidad socavada

Según el planteamiento de Lischtván-Lebediev, la erosión se detendrá cuando a una profundidad alcanzada, el valor Vr de la velocidad de la corriente capaz de producir arrastre llega a ser igual al valor Ve correspondiente a la velocidad que se necesita para que el fondo se degrade (erosione).

Las expresiones de Ve y Vr son las siguientes:

$$v_e = 0.68\beta d_m^{0.28} H_s^x$$

$$v_r = \frac{\alpha H_0^{5/3}}{H_s}$$

La profundidad de socavación se deduce aplicando la condición de equilibrio, esto es:

$$V_r = V_e$$

$$\text{ó} \quad \frac{\alpha H_0^{5/3}}{H_s} = 0.68\beta d_m^{0.28} H_s^x$$

De la expresión anterior se despeja Hs y con ello se deduce la profundidad de socavación:

$$\text{Prof. de socav.} = H_s - H_0$$

1.2.3.3. Cálculo de socavación en pilas

Para determinar la socavación en pilas se utiliza los métodos desarrollados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, los mismos que no serán desarrollados, ya que los mismos no son aplicables para este estudio.

1.2.3.4. Cálculo de socavación de estribos

Para determinar la socavación en estribos se utiliza los siguientes métodos:

1.2.3.4.1. Método de LIU, CHANG Y SKINNER

Este método se basa en las siguientes hipótesis:

- La socavación se produce en un lecho móvil.
- Los estribos se proyectan dentro del cauce principal, tal como lo muestra la figura 7.
- No existe flujo sobre las bancas del cauce de inundación.
- El largo del estribo (ver figura) es menor que 25 veces la profundidad media del agua ($L/h < 25$).
- El flujo es subcrítico.
- El Lecho del cauce es arenoso.

Las ecuaciones deben ser ajustadas por un factor de corrección $K\theta$ para considerar el efecto del ángulo de incidencia del flujo.

Los valores de las profundidades de socavación deben ser incrementados en un 30% cuando se presentan dunas en el cauce de aproximación al estribo.

Si existe lecho plano o lecho con antidunas, las ecuaciones deben aplicarse tal como se exponen a menos que las antidunas ocurran en el estribo, caso para el cual la profundidad de socavación debe incrementarse en un 20%.

La profundidad de socavación se calcula con la ecuación:

$$\text{donde: } \frac{d_s}{h} = K_f \left(\frac{L}{h} \right)^{0.4} Fr^{0.33}$$

d_s : profundidad de socavación de equilibrio medida desde el nivel medio del lecho hasta el fondo del nivel de socavación, en m.

h : profundidad media del flujo aguas arriba en el cauce principal, m

L : longitud del estribo y accesos al puente que se opone al paso del agua, en m.

Fr : número de Froude en la sección de aguas arriba, $Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}}$

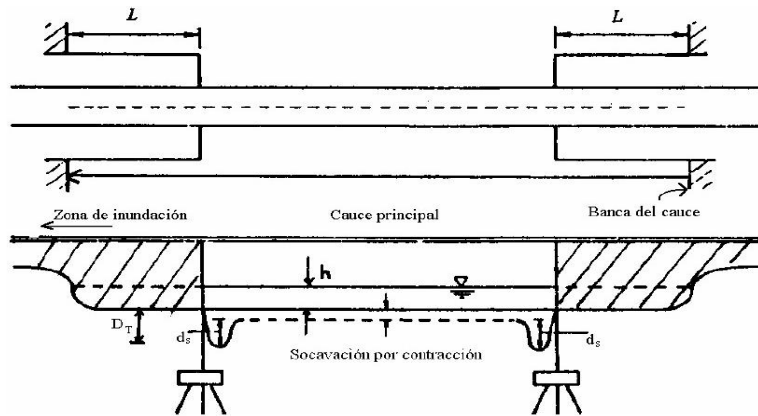
V : velocidad media del flujo aguas arriba, en m/s

K_f : coeficiente de corrección por la forma del estribo

$K_f = 1.1$ para estribos con pared inclinada hacia el cauce

$K_f = 2.15$ para estribos con pared vertical

Figura 7. Estribos que se prolongan hasta el cauce principal y no existe flujo en la zona de inundación



1.2.3.4.2. Método de Laursen

Este método se basa en las siguientes hipótesis:

- Los estribos se proyectan dentro del cauce principal y tienen pared vertical.
- No existe flujo sobre las banquetas del cauce de inundación.
- El largo del estribo es menor que 25 veces la profundidad media del agua ($L/h < 25$).
- Las ecuaciones dan profundidades de socavación máximas e incluyen el efecto de la socavación por contracción, por lo que no se requiere incluir el efecto de la contracción del cauce para obtener la socavación total □ Se recomienda considerar un valor máximo de d_s/h igual a 4.0.
- Las ecuaciones dadas por Laursen deben resolverse por tanteos.

- Las ecuaciones deben ser ajustadas por un factor de corrección K_θ para considerar el efecto del ángulo de incidencia del flujo.
- Como parte del método se plantea dos ecuaciones para calcular la socavación local: socavación en echo móvil y socavación en agua clara. De ambas, la corrientemente empleada es la primera.

$$\frac{L}{h} = 2.75 \frac{d_s}{h} \left[\left(\frac{d_s}{11.5h} + 1 \right)^{1.7} - 1 \right]$$

donde:

h ; profundidad media del flujo aguas arriba en el cauce principal.

L : longitud del estribo y accesos al puente que se opone al paso del agua.

La ecuación se aplica a estribos con pared vertical. La profundidad de socavación resultante debe afectarse por un factor de corrección K_f para tener en cuenta el efecto de otras formas:

$K_f = 0.9$ para estribos con aleros inclinados a 45°

$K_f = 0.8$ para estribos con pared inclinada hacia el cauce

1.2.3.4.3. Método de Froehlich

Froehlich analizó 170 profundidades de socavaciones en lecho móvil en canal artificial de laboratorio para proponer la siguiente ecuación para determinar la socavación en estribos:

$$\frac{d_s}{h_e} = 2.27 K_f K_\theta \left(\frac{L}{h_e} \right)^{0.43} F_{re}^{0.61} + 1 \quad F_{re} = \frac{V_e}{\sqrt{gh_e}}$$

Donde:

d_s : profundidad de socavación, en m.

h_e : profundidad media del flujo (profundidad hidráulica) en la zona de inundación obstruida por el estribo aguas arriba del puente, en m.

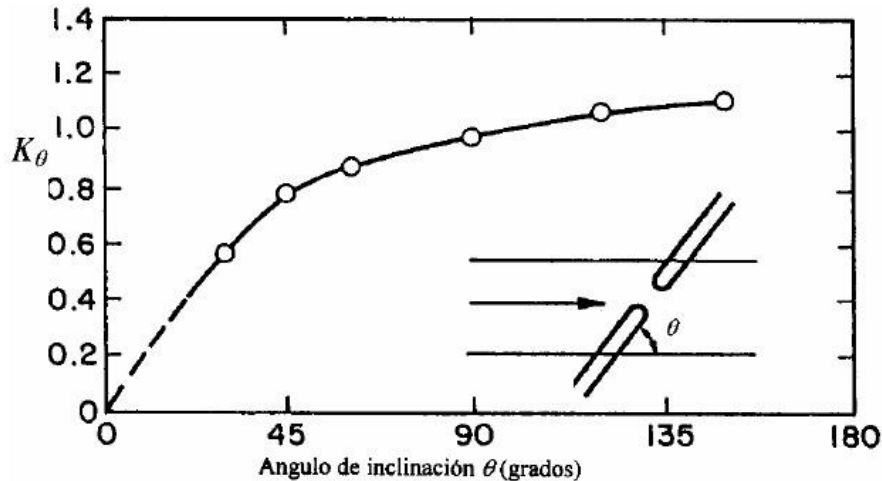
K_f : coeficiente que depende de la forma del estribo.

Tabla 7. Coeficiente por la forma del estribo K_f .

Descripción	K_f
Estribo con pared vertical	1
Estribo con pared vertical y aletas	0.82
Estribo con pendiente hacia el cause	0.55

K_θ - coeficiente que depende del ángulo de incidencia del flujo

Figura 8. Factor de corrección K_θ . Método de Froehlich



El coeficiente K_θ puede también determinarse mediante la ecuación: $K_\theta = \left(\frac{\theta}{90}\right)^{0.13}$

L - longitud del estribo y accesos al puente que se opone al paso del agua proyectada normalmente al flujo, en m.

Fr_e - número de Froude en la sección de aproximación obstruida por el estribo.

$$Fr_e = \frac{V_e}{\sqrt{gh_e}}$$

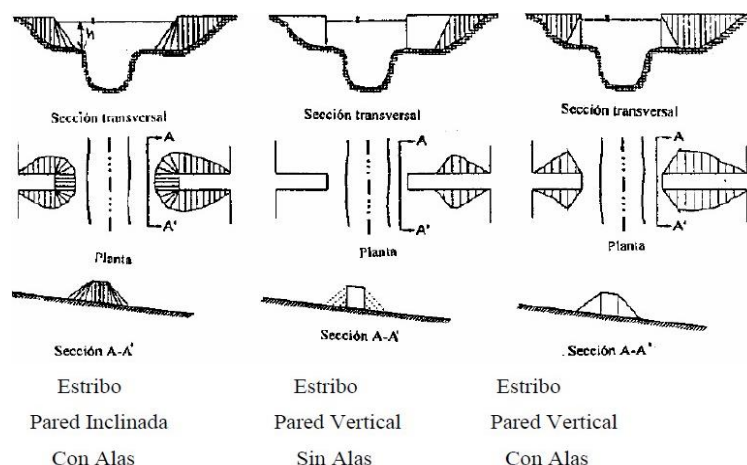
donde: $h_e = Ae/l$; $Ve = Qe/Ae$

siendo:

Ve : velocidad del flujo obstruido por el estribo y los accesos al puente en la sección de aguas arriba, en m/s.

Qe : caudal obstruido por los estribos o los accesos, medido aguas arriba del puente, en m³/s.

Ae: área del flujo de la sección de aguas arriba obstruida por los estribos, en m².



1.2.3.4.4. Método de HIRE

La profundidad de socavación se calcula con la ecuación: $d_s = 4h \left(\frac{K_f}{0.55} \right) k_\theta Fr^{0.33}$

La ecuación HIRE es aplicable cuando el estribo penetra el cauce principal.

En la ecuación:

d_s : profundidad de socavación, en m.

h : profundidad media del flujo al pie del estribo en la sobrebanca o en el cauce principal, considerando la sección transversal inmediatamente aguas arriba del puente, en m.

Fr : número de Froude basado en la velocidad y profundidad al pie y justo aguas arriba del estribo.

K_f : coeficiente de corrección por la forma del estribo.

K_θ : coeficiente de corrección por el ángulo de incidencia del flujo.

1.2.4. Hidrología estadística

En este ítem, se desarrolla la teoría del Análisis de Consistencia, concentrado en un interés mayor en los errores sistemáticos ocasionados por la intervención de la mano del hombre, tanto en la toma de datos (observación), como por los introducidos en los ecosistemas por deforestación, traslados de estación de control u obras hidráulicas entre otros.

La detección de estos cambios de la variable hidrometeorológica puede o no tener una componente cíclica (como datos anuales y no anuales). Dentro de cada uno de ellos se puede considerar series simples o múltiples. Además, el modelamiento de la variable o fenómeno en estudio lo cual es requisito para la detección de cambios puede o no incluir la estructura de dependencia.

El tipo de cambio puede ser en el nivel (tal como la media), en la variabilidad (tal como la varianza), o en un cambio en la estructura de dependencia (tal como el coeficiente de autocorrelación, o combinación de éstos y otros más y teniendo en cuenta que el tiempo de cambio puede o no ser conocido, los datos pueden ser registrados en tiempo continuo o discreto.

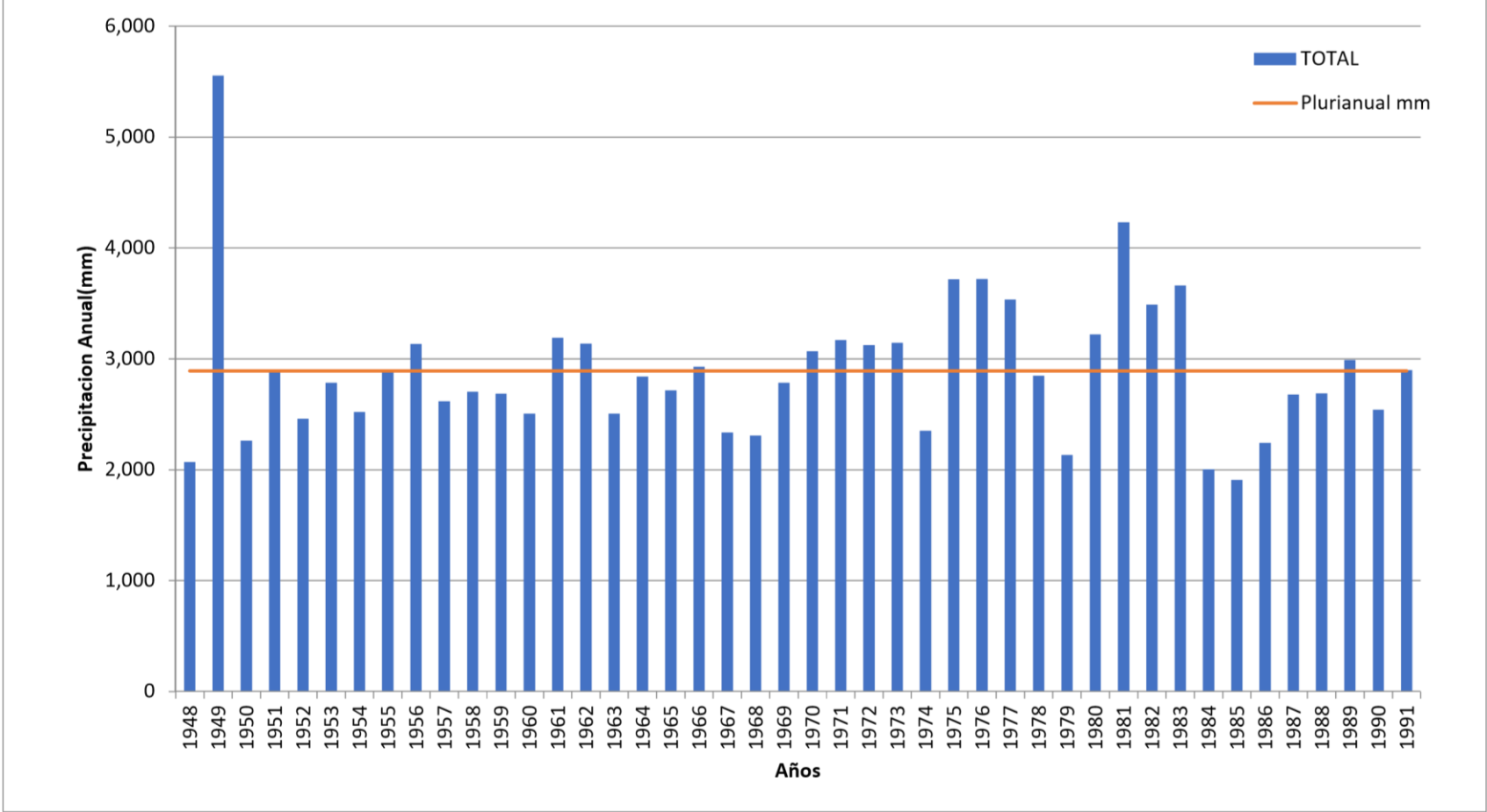
1.2.4.1. Análisis de consistencia de la información pluviométrica.

El análisis de consistencia de la información hidrometeorológica es una técnica que permite detectar, identificar, cuantificar, corregir y eliminar los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie hidrometeorológica. Antes de proceder a efectuar el Modelamiento Matemático de cualquier serie hidrometeorológica es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo a fin de obtener una serie homogénea, consistente y confiable; porque la inconsistencia de datos puede producir un sobre y sub-diseño de estructuras hidráulicas.

Cuadro 1, precipitación total mensual (l/m²) de la estación Iquitos.

ESTACION :		IQUITOS			DEPARTAMENTO :		LORETO								
LATITUD :		03º 45' 01" S			PROVINCIA :		MAYNAS								
LONGITUD :		73º 15' 01" W			DISTRITO :		IQUITOS								
ALTITUD :		126 msnm.													
REGISTRO	HISTORICO														
AÑO	MESES												TOTAL	Plurianual mm	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
1948		99.0	241.0	151.0	107.0	83.0	315.0	31.5	152.0	392.0	255.2	244.0	2070.7	2890.2	
1949	57.8	719.0	1068.6	559.4	628.9	832.5	178.6	655.9	284.0	292.7	178.0	98.2	5553.6	2890.2	
1950	115.8	364.2	263.8	174.9	216.5	173.7	229.1	33.6	123.7	260.4	197.9	111.0	2264.6	2890.2	
1951	300.3	506.6	332.6	319.0	284.9	108.9	88.3	192.3	157.8	186.9	169.1	230.1	2876.8	2890.2	
1952	289.5	191.4	308.2	190.5	237.2	223.9	193.8	192.7	59.0	195.8	149.1	230.7	2461.8	2890.2	
1953	329.0	251.9	337.8	276.0	179.2	181.2	130.7	168.9	198.9	223.0	237.1	271.9	2785.6	2890.2	
1954	317.6	176.7	504.1	197.7	187.5	110.3	86.4	79.5	167.0	238.0	296.6	158.9	2520.3	2890.2	
1955	22.8	489.4	361.2	348.5	201.5	150.7	104.2	265.6	265.6	110.9	367.1	187.3	2874.8	2890.2	
1956	302.9	361.9	464.7	288.7	265.3	210.9	170.3	172.8	156.5	309.0	224.3	206.0	3133.3	2890.2	
1957	303.7	371.0	265.0	253.8	245.8	149.4	103.2	131.3	51.4	194.9	343.8	204.0	2617.3	2890.2	
1958	252.7	237.3	265.1	263.9	548.4	143.6	194.6	85.2	223.3	130.0	192.5	167.6	2704.2	2890.2	
1959	123.0	198.0	351.8	388.4	247.8	117.3	256.6	123.6	223.0	255.0	111.9	287.9	2684.3	2890.2	
1960	312.0	267.0	197.8	324.5	182.5	116.8	166.7	164.5	311.0	133.5	219.0	111.0	2506.3	2890.2	
1961	339.7	223.0	407.0	289.0	320.0	187.4	24.5	156.0	336.4	274.1	195.0	438.6	3190.7	2890.2	
1962	188.6	277.1	90.0	372.0	328.2	181.2	126.0	88.3	206.7	278.9	620.3	378.2	3135.5	2890.2	
1963	360.6	226.8	399.6	213.1	205.4	60.6	155.1	101.8	118.7	119.0	238.9	307.6	2507.2	2890.2	
1964	137.8	119.8	312.7	404.3	236.4	202.8	114.3	161.0	153.5	410.2	260.9	326.7	2840.4	2890.2	
1965	108.6	158.3	282.6	240.2	351.4	289.3	150.6	64.0	171.8	207.7	321.1	370.4	2716.0	2890.2	
1966	294.2	209.0	233.0	477.0	201.5	175.6	344.9	204.0	141.0	261.4	172.6	215.2	2929.4	2890.2	
1967	348.5	163.4	308.0	230.4	153.0	194.9	225.1	85.6	198.5	184.4	75.4	168.0	2335.2	2890.2	
1968	332.0	63.3	201.1	239.5	167.9	169.8	256.9	178.0	104.6	190.6	237.6	168.0	2309.3	2890.2	
1969	224.2	254.5	246.9	358.5	290.5	105.1	199.2	179.2	290.6	154.8	242.8	238.1	2784.4	2890.2	
1970	294.9	309.7	374.0	316.6	298.2	236.4	178.1	120.6	265.0	99.3	348.8	228.0	3069.6	2890.2	
1971	355.0	326.4	405.3	117.7	342.3	277.1	229.0	90.9	321.7	244.0	195.9	264.0	3169.3	2890.2	
1972	213.2	151.9	274.5	187.6	444.2	154.5	237.4	197.6	119.2	523.5	332.1	287.7	3123.4	2890.2	
1973	269.6	208.7	274.3	207.4	277.4	300.2	251.5	174.8	250.1	346.7	287.2	296.7	3144.6	2890.2	
1974	143.9	67.1	196.8	274.4	120.5	164.2	192.4	239.8	278.5	244.8	107.3	321.9	2351.6	2890.2	
1975	288.2	188.0	458.0	120.1	444.7	306.0	184.5	355.3	252.0	353.0	387.8	380.3	3717.9	2890.2	
1976	55.8	273.6	495.3	304.0	753.1	197.5	131.4	479.1	110.0	124.5	342.7	452.0	3719.0	2890.2	
1977	39.4	475.1	530.7	391.3	192.4	192.7	235.9	123.1	344.0	394.4	374.3	242.1	3535.4	2890.2	
1978	115.0	121.1	174.2	345.7	297.6	92.7	227.3	174.9	288.1	103.4	451.4	456.4	2847.8	2890.2	
1979	79.8	202.8	190.0	311.5	209.4	96.0	111.0	140.5	87.0	143.0	162.0	400.7	2133.7	2890.2	
1980	550.2	171.6	438.7	441.5	217.2	108.0	147.1	167.0	152.2	322.5	367.7	137.0	3220.7	2890.2	
1981	155.7	405.0	240.7	826.3	379.8	368.5	70.6	371.3	278.6	365.5	238.5	530.2	4230.7	2890.2	
1982	387.8	183.8	228.0	532.4	215.6	145.9	461.6	110.0	228.6	230.3	392.0	373.2	3489.2	2890.2	
1983	453.3	434.2	323.6	432.4	204.1	204.4	201.9	186.5	208.0	405.0	166.6	442.0	3662.0	2890.2	
1984	218.0	195.0	131.0	221.6	159.1	262.6	176.6	146.6	105.0	111.4	94.0	182.8	2003.7	2890.2	
1985	118.0	250.5	123.0	295.9	111.2	105.0	139.0	132.0	121.8	170.0	150.0	193.0	1909.4	2890.2	
1986	91.8	116.1	177.6	96.0	320.0	218.5	218.5	179.5	121.0	262.4	120.6	319.3	2241.3	2890.2	
1987	488.3	201.6	147.1	360.7	126.0	118.4	213.9	162.3	94.0	205.2	237.0	323.5	2678.0	2890.2	
1988	163.0	372.0	244.0	253.0	273.0	179.0	105.0	100.0	206.8	297.0	343.8	152.0	2688.6	2890.2	
1989	564.0	276.0	308.0	144.3	313.0	246.4	201.9	217.0	110.0	159.2	154.5	297.1	2991.4	2890.2	
1990	475.1	224.8	133.8	134.8	130.9	293.0	209.0	146.3	206.8	245.0	122.8	218.9	2541.2	2890.2	
1991	221.0	255.0	277.6	252.9	297.0	186.9	410.0	218.2	118.4	234.0	287.0	139.0	2897.0	2890.2	

Gráfico 1, histograma de precipitación anual (mm)-estación Iquitos.



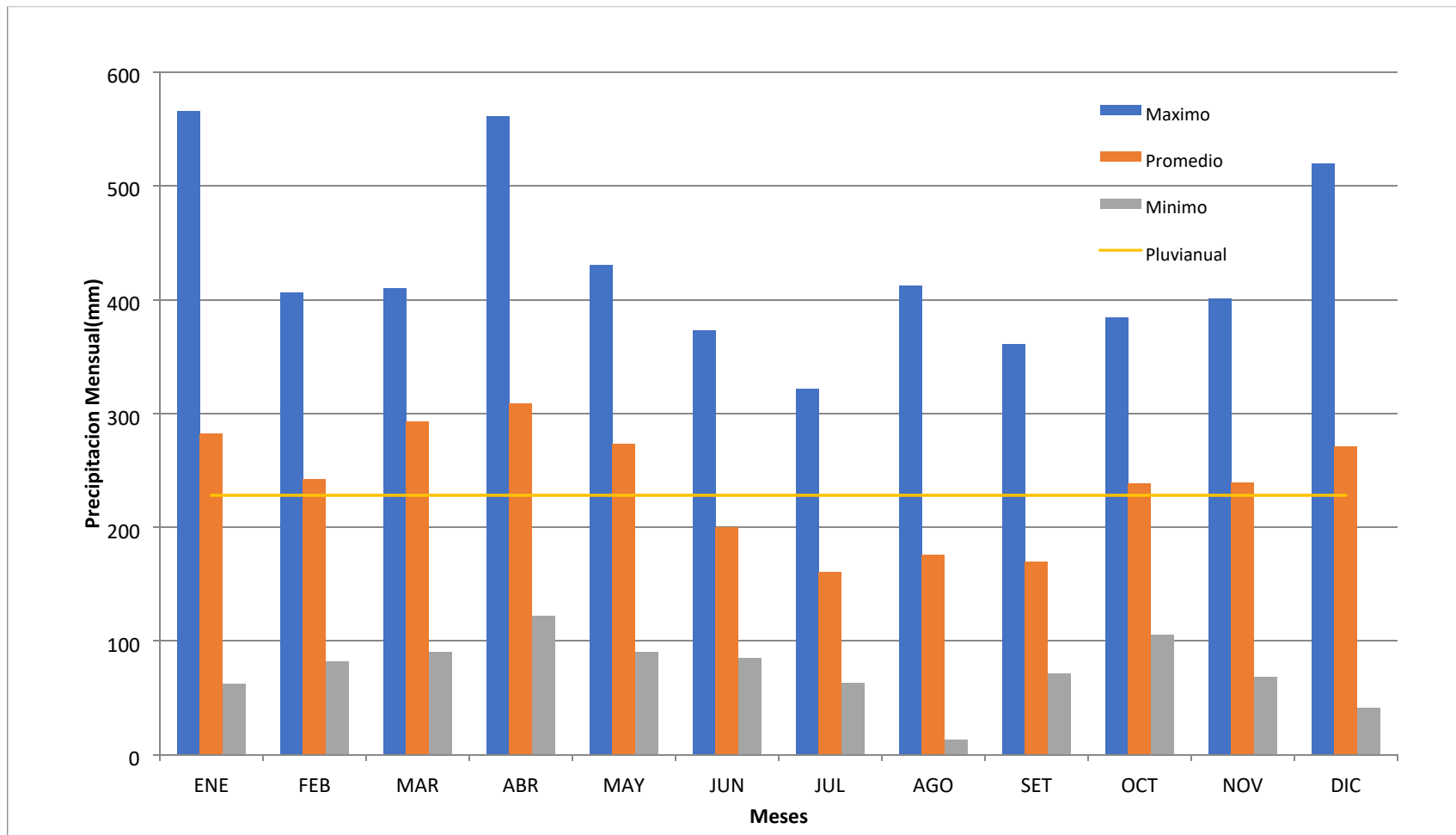
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2, precipitación total mensual (l/m²) de la estación San Roque.

		ESTACION : SAN ROQUE				DEPARTAMENTO : LORETO				MAYNAS				
		LATITUD : 03º 45' 01" S				PROVINCIA : MAYNAS								
		LONGITUD : 73º 15' 01" W				DISTRITO : SAN JUAN BAUTISTA								
		ALTITUD : 126 msnm.												
AÑO	MESES												TOTAL	Plurianual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	mm	mm
1984	S/D	S/D	144.0	452.0	220.0	223.0	178.0	12.4	104.0	174.0	291.0	40.5	1,838.9	2732.2
1985	62.0	257.0	90.0	357.0	190.0	235.0	224.0	181.1	198.8	209.0	195.0	259.0	2,457.9	2732.2
1986	221.0	253.0	243.8	178.0	420.0	226.0	129.6	85.0	107.8	319.9	229.0	341.8	2,754.9	2732.2
1987	489.0	406.0	367.0	546.2	90.0	127.0	321.4	174.0	114.0	254.0	200.3	241.0	3,329.9	2732.2
1988	163.0	177.0	148.0	561.0	119.0	128.6	112.0	69.6	144.4	266.0	401.0	306.5	2,596.1	2732.2
1989	565.0	317.0	127.0	293.0	322.0	239.0	165.0	271.0	71.0	249.0	254.0	82.0	2,955.0	2732.2
1990	352.0	106.5	260.0	201.0	184.0	373.0	181.0	202.1	85.4	105.0	220.0	456.0	2,726.0	2732.2
1991	382.9	345.0	112.0	375.0	372.0	229.8	191.0	198.1	245.0	324.0	229.0	331.0	3,334.8	2732.2
1992	242.1	233.0	275.0	295.0	218.0	239.0	144.0	412.0	224.0	305.0	201.0	230.0	3,018.1	2732.2
1993	502.2	167.5	306.5	261.5	167.5	102.0	141.0	215.5	123.0	293.5	335.5	206.5	2,822.2	2732.2
1994	223.5	177.0	279.0	340.0	430.0	331.5	107.0	194.0	201.5	168.0	145.0	267.0	2,863.5	2732.2
1995	513.5	165.5	309.5	194.5	385.0	235.5	190.0	124.0	260.0	241.0	353.0	336.0	3,307.5	2732.2
1996	190.0	374.0	352.0	402.0	379.5	205.0	74.0	224.4	271.0	144.0	141.0	190.0	2,946.9	2732.2
1997	63.0	392.0	219.0	171.0	376.0	164.0	91.0	152.0	209.0	144.0	299.0	345.7	2,625.7	2732.2
1998	220.0	219.0	298.5	415.0	299.0	110.0	163.3	276.7	114.4	186.2	147.6	219.9	2,669.6	2732.2
1999	459.0	400.8	221.0	369.5	314.4	137.0	166.6	162.3	245.2	177.4	206.5	181.7	3,041.4	2732.2
2000	250.8	213.6	310.8	489.1	329.4	207.0	102.4	297.3	153.5	163.4	68.0	314.2	2,899.5	2732.2
2001	325.4	218.4	336.6	275.1	288.0	132.3	116.2	116.5	145.8	290.5	109.4	514.5	2,868.7	2732.2
2002	222.8	190.6	148.1	300.5	318.3	84.7	215.6	183.9	107.0	347.9	297.9	294.2	2,711.5	2732.2
2003	191.7	179.2	184.7	214.0	355.7	171.7	239.3	129.9	146.4	132.3	298.6	184.7	2,428.2	2732.2
2004	103.2	151.5	353.2	151.9	282.6	285.6	164.3	179.0	104.4	177.0	302.4	267.6	2,522.7	2732.2
2005	157.2	254.4	359.1	130.0	148.8	157.1	150.2	143.7	86.7	345.9	127.6	197.9	2,258.6	2732.2
2006	319.5	133.8	409.7	139.6	386.2	188.6	62.7	171.9	340.0	318.9	236.2	423.1	3,130.2	2732.2
2007	261.2	81.8	373.0	381.7	256.8	96.0	104.1	99.8	127.8	201.3	297.5	234.5	2,515.5	2732.2
2008	282.6	201.0	325.7	180.9	126.8	239.2	126.0	87.4	249.0	383.9	241.1	89.3	2,532.9	2732.2
2009	379.8	325.3	356.4	500.9	150.3	169.2	147.0	178.9	107.7	189.4	385.8	519.4	3,410.1	2732.2
2010	236.8	211.7	353.7	121.7	237.2	121.7	164.5	62.4	80.8	150.5	199.8	108.6	2,049.4	2732.2
2011	277.6	137.7	344.0	260.3	230.4	302.4	187.9	134.5	360.2	183.9	210.9	258.6	2,888.4	2732.2
2012	341.4	372.8	332.2	S/D	139.2	123.6	88.8	74.2	113.6	230.0	218.3	217.7	2,251.8	2732.2
2013	401.9	358.7	315.8	216.5	328.5	345.9	85.8	295.3	77.7	S/D	S/D	S/D	2,426.1	2732.2
2016	116.8	478.9	483.5	430.8	261.3	175.9	S/D	S/D	110.6	321.0	175.2	281.7	2,464.2	2732.2
2017	S/D	127.9	448.2	197.0	291.2	190.2	57.3	151.0	117.1	367.9	275.2	138.1	2,757.5	2732.2
2018	307.3	110.2	314.8	154.2	368.6	71.1	178.4	113.0	182.2	198.8	65.8	399.8	1,670.2	2732.2
2019	265.3	254.4	301.3	176.9	186.1	273.9	217.0	177.4	142.4	282.3	238.3	242.2	2,236.5	2732.2
2020	139.7	267.2	S/D	S/D	S/D	S/D	296.9	S/D	301.1	141.3	279.3	244.7	1,109.5	2732.2
2021	438.8	126.5	S/D	368.7	221.5	172.0	S/D	S/D	120.5	207.1	315.1	266.3	5,142.6	2732.2
2022	199.7	169.5	314.3	426.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	2,849.3	2732.2
Maximo	565.0	406.0	409.7	561.0	430.0	373.0	321.4	412.0	360.2	383.9	401.0	519.4	3410.1	
Promedio	281.9	242.2	292.4	308.0	272.9	199.6	160.1	175.4	169.0	238.3	238.6	270.9	2732.2	
Minimo	62.0	81.8	90.0	121.7	90.0	84.7	62.7	12.4	71.0	105.0	68.0	40.5	1838.9	
Pluvianual	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	227.7	
Desvest	135.7	91.8	92.4	130.4	99.0	73.4	54.6	81.3	79.7	77.4	82.8	119.6	625.3	
Fuente: Banco de datos del SENAMHI														

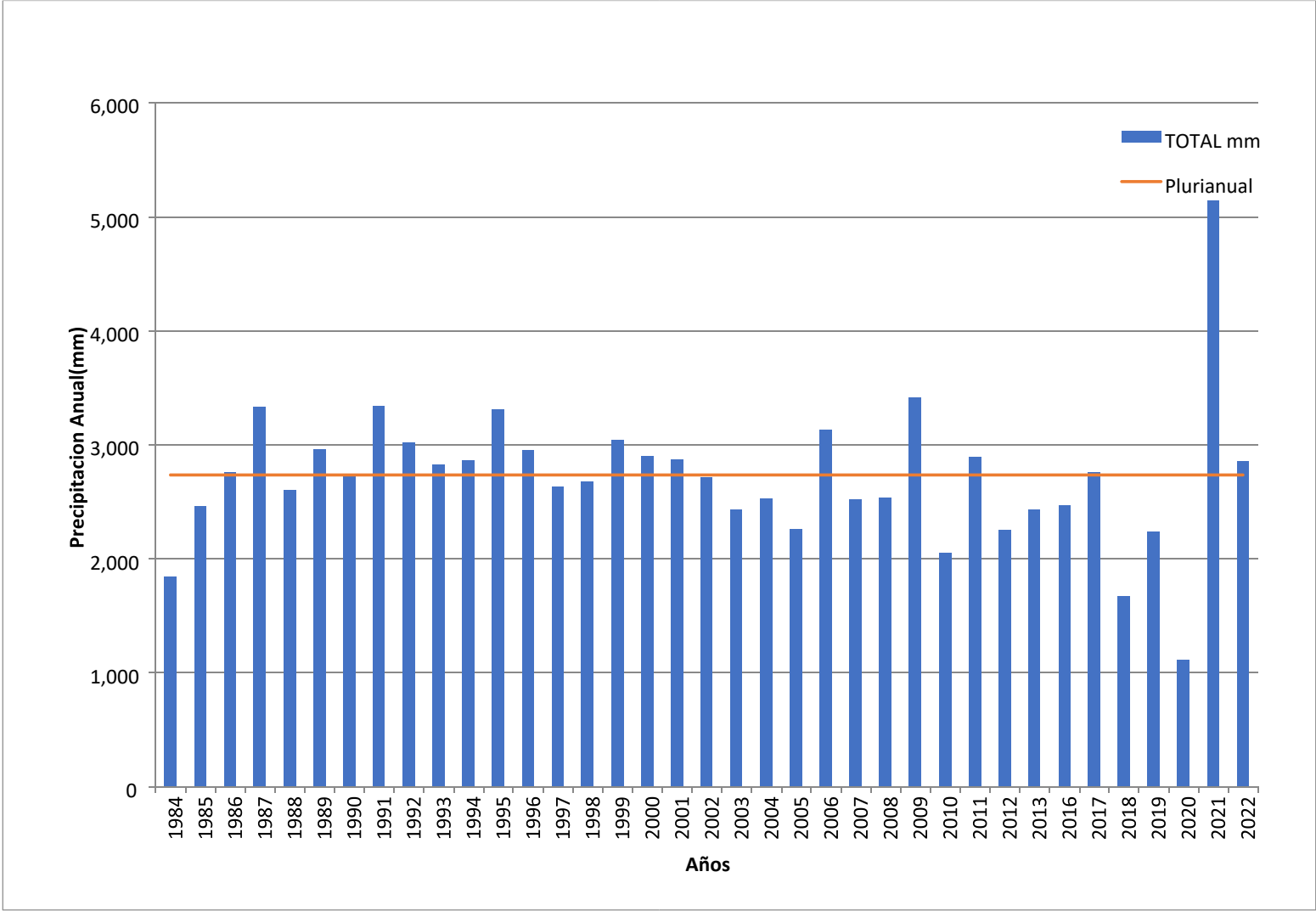
Fuente: Banco de datos del SENAMHI

Gráfico 2, histograma de precipitación mensual (mm)-estación San Roque.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3, histograma de precipitación anual (mm)-estación San Roque



Cuadro 3, precipitación total mensual-estación Santa María de Nanay

ESTACIÓN :SANTA MARIA DE NANAY/152409/DZ-08							LAT. :	3°53' "S"		DPTO. :	LORETO		
PARAMETRO: PRECIPITACION total mensual (mm)							LONG :	73°41' "W"		PROV. :	MAYNAS		
							ALT. :	91 mnm		DIST. :	PUNCHANA		
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Ptotal(mm)
1963									220.1	261.4	252.3	266.9	1000.7
1964	303.3	598.0	370.6	251.1	335.7	233.3	101.0	218.9	259.0	214.0	200.5	203.0	3288.4
1965	111.6	169.0	327.3	410.2	250.0	428.4	173.1	218.9	220.1	213.0	202.3	521.2	3245.1
1966	922.9	329.4	391.7	478.7	235.1	233.3	206.1	172.5	172.5	120.3	276.4	266.9	3805.8
1967	292.9	172.3	232.1	232.6	257.5	137.6	160.5	218.9	137.0	107.2	276.4	125.5	2350.5
1968	303.3	104.0	273.4	174.5	124.5	156.1	207.9	210.7	220.1	254.1	200.4	266.9	2495.9
1969	303.3	263.4	143.0	139.1	142.3	140.0	207.9	172.6	136.6	254.1	361.0	196.0	2459.3
1970	189.0	211.0	243.0	357.0	100.0	152.0	190.0	218.9	236.0	265.0	221.0	368.0	2750.9
1971	428.0	259.0	324.0	184.0	325.0	260.0	163.0	152.0	215.0	175.0	277.0	270.0	3032.0
1972	213.0	260.0	230.0	243.0	166.0	219.0	201.0	356.0	126.0	247.0	276.4	102.0	2639.4
1973	220.0	145.0	306.0	181.0	315.0	265.0	197.0	218.9	220.1	261.4	206.0	266.0	2801.4
1974	130.0	150.0	197.0	359.0	171.0	138.0	207.9	213.0	264.0	261.4	302.0	198.0	2591.3
1975	193.0	263.4	229.0	156.0	139.0	175.0	220.0	223.0	229.0	177.0	373.0	230.0	2607.4
1976	366.0	233.0	172.0	211.0	376.0	550.0	140.0	115.0	224.0	310.0	334.0	362.0	3393.0
1977	303.3	517.0	217.0	510.0	273.0	187.0	255.0	110.0	433.0	498.0	461.0	167.0	3931.3
1978	211.0	290.0	596.0	444.0	433.0	297.0	389.0	286.0	401.0	153.0	567.0	714.0	4781.0
1979	320.0	434.0	161.0	524.0	611.0	519.0	540.0	394.0	210.0	411.0	240.0	290.0	4654.0
1980	550.0	100.0	602.0	329.0	252.4	233.3	297.9	134.0	171.0	328.0	176.0	122.0	3295.6
1981	128.0	455.0	100.0	417.0	291.0	208.0	127.0	178.0	238.0	230.0	252.0	279.0	2903.0
1982	223.0	259.0	350.0	271.0	246.0	184.0	406.0	326.0	169.0	257.0	150.0	490.0	3331.0
1983	313.0	137.0	387.0	165.0	153.0	268.0	207.6	137.0	122.0	132.0	248.0	115.0	2384.6
1984	346.0	157.0	188.0	286.0	133.0	177.0	118.0	204.0	220.0	261.4	276.0	251.0	2617.4
1985	303.3	263.4	282.1	111.0	252.4	168.0	175.0	164.0	187.0	261.4	231.0	266.9	2665.5
1986	303.3	263.4	403.0	192.0	193.0	305.0	151.0	121.0	179.0	385.0	105.0	273.0	2873.7
1987	319.0	307.0	172.0	500.0	176.0	144.0	176.0	150.0	220.0	141.0	237.0	157.0	2699.0
1988	187.0	224.0	177.0	183.0	149.0	165.0	166.0	138.0	187.0	166.0	130.0	266.9	2138.9
1989	376.0	242.0	315.0	322.0	293.0	168.0	153.0	301.0	277.0	412.0	276.4	258.0	3393.4
1990	399.0	251.0	267.0	230.0	252.0	185.0	164.0	228.0	220.1	261.4			2457.5
1991	235.0	259.0	282.1	179.0	258.0	236.0	207.9	218.9					1875.9
2011	271.7	208.9	349.3	401.5	309.0	211.2	259.6	129.5	248.5	193.8	324.2	446.7	3353.9
2012	176.7	244.7	279.4	286.4	198.8	189.3	200.0	118.2	205.4	202.6	188.8	317.5	2607.8
2013	352.7	224.2	378.8	129.2	200.4	226.0	168.7	304.5	S/D	135.3	313.2	413.3	2846.3
2014	274.4	256.4	315.6	344.4	162.2	227.1	233.3	118.0	155.5	297.9	329.7	290.7	3005.2
2015	490.5	157.9	541.9	577.9	225.1	179.6	S/D	143.0	208.9	138.5	153.8	289.2	3106.3
2016	131.3	300.3	259.0	349.1	340.3	231.8	183.8	193.4	137.0	160.5	225.2	407.8	2919.5
2017	627.3	217.6	228.5	287.3	421.3	216.7	60.6	219.6	228.0	412.3	279.1	333.3	3531.6
2018	392.0	342.9	333.1	177.8	243.3	49.1	184.5	271.5	95.5	566.7	410.0		3066.4
2019	329.6	385.0	457.2	227.3	278.4	433.1	S/D	174.1	326.7	227.9	342.0	385.9	3567.2
2020	140.0	168.2	217.8	169.0	230.2	97.9	165.9	34.4	135.0	80.5			1438.9
2021													
2022													
maximo	922.9	598.0	602.0	577.9	611.0	550.0	540.0	394.0	433.0	566.7	567.0	714.0	Página 63
promedio	307.4	258.5	297.3	289.2	250.3	226.2	204.6	197.5	212.3	248.3	268.7	290.8	
minimo	111.6	100.0	100.0	111.0	100.0	49.1	60.6	34.4	95.5	80.5	105.0	102.0	
desvest	153.9	107.5	116.7	125.5	100.6	104.4	87.9	74.8	69.4	108.2	92.5	125.9	

Gráfico 4, histograma de precipitación mensual (mm)-estación Santa María de Nanay

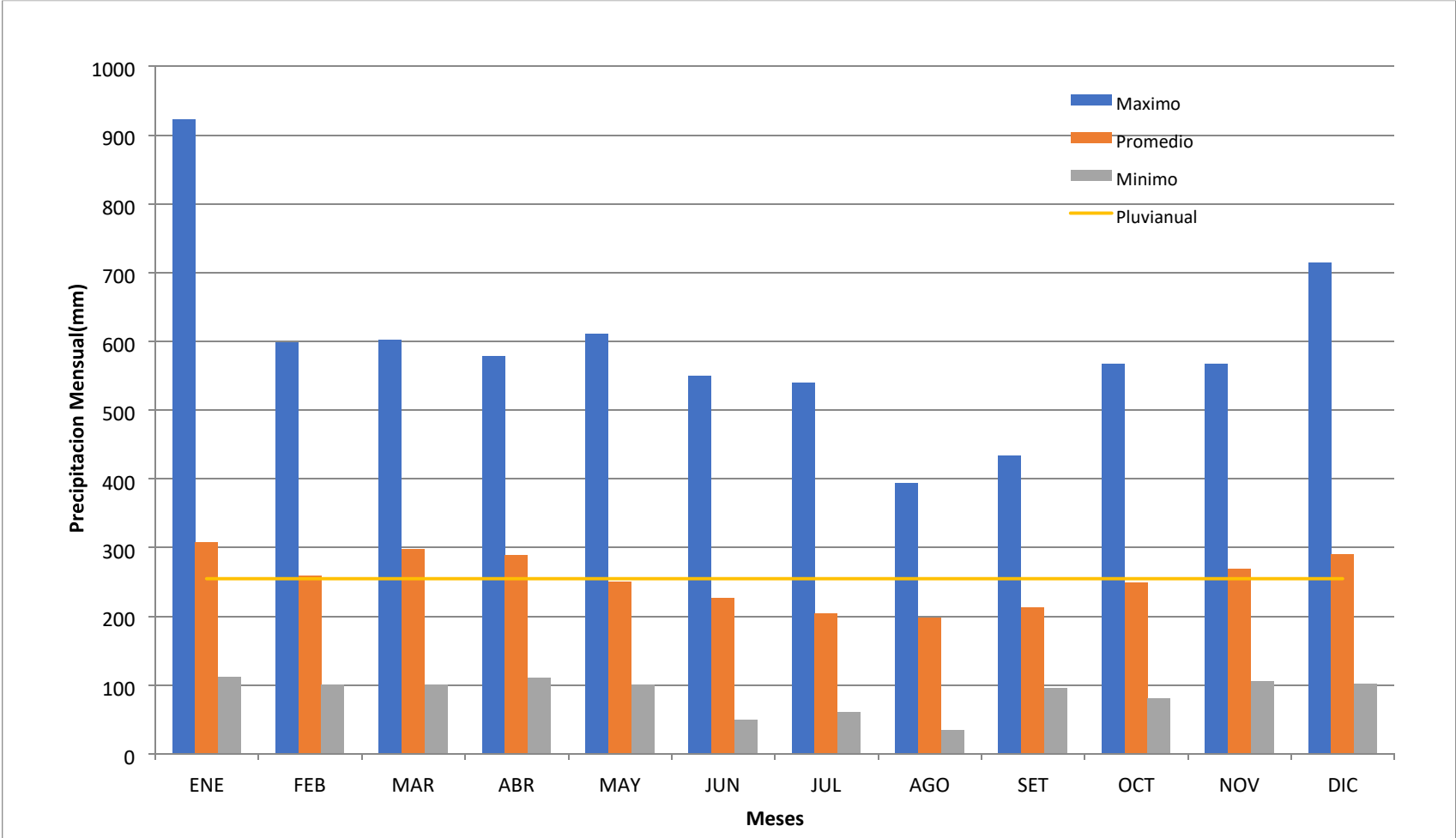
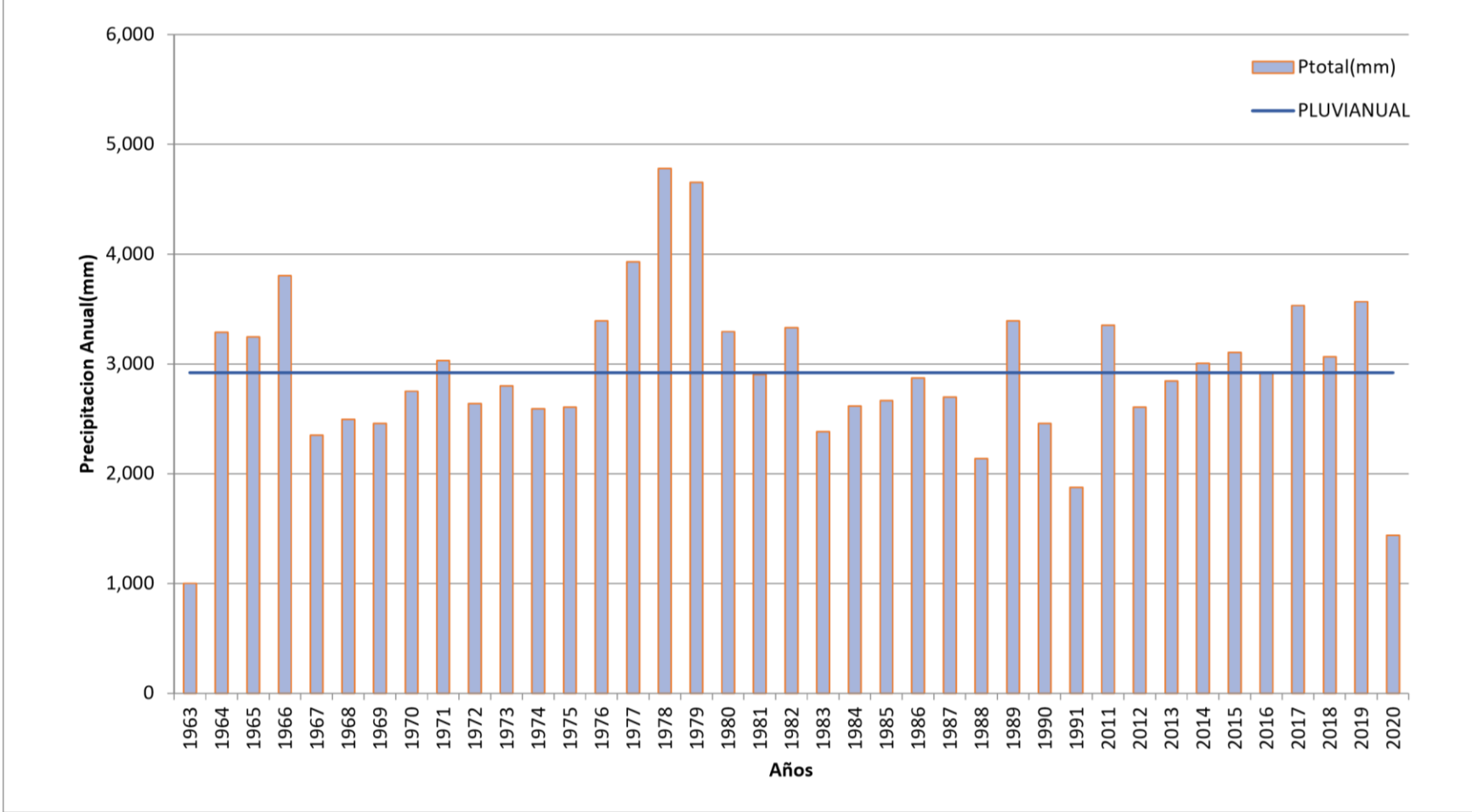


Gráfico 5, histograma de precipitación anual (mm)-estación Santa María de Nanay



De los cuadros y gráficos anteriores, se muestra que la estación San Roque, Iquitos y Santa María de Nanay, presentan posibles saltos en su periodo en análisis; en la Tabla 8, se muestra el rango de periodos dudosos y confiables para las estaciones San Roque, Iquitos y Santa María de Nanay

Tabla 8, Rango de periodos dudosos y confiables de serie histórica de precipitación en las estaciones consideradas en el estudio

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	
IQUITOS	1948 (Febrero)-2022 (Octubre)	Periodo confiable
SAN ROQUE	1984 (Marzo)-2022 (Noviembre)	Periodo confiable
SANTA MARÍA DE NANAY	Setiembre 1964 A Noviembre 2022	Periodo confiable

Fuente: Elaboración propia.

1.2.4.2. Análisis estadístico

Después de obtener de los gráficos contruidos para el análisis visual y de los de doble masa, los periodos de posible corrección, y los períodos de datos que se mantendrán con sus valores originales, se procede al análisis estadístico de saltos, tanto en la media como en la desviación estándar.

En el anexo 04, se muestra el análisis de consistencia para la precipitación total mensual.

Cuando $T_c < T_t$ los datos de precipitación medias mensuales en las estaciones son homogéneos, es decir son consistentes en la media por tanto no se corrige la información. Pero Cuando $F_c > F_t$ no son consistentes en la desviación estándar en las estaciones Fonagro (Chincha) y Huachos, se deben corregir la información de dichas estaciones.

1.2.4.3. Corrección de datos

Para corregir los periodos inconsistentes de las estaciones, detalladas en el anexo 04, se utilizó la siguiente expresión:

$$X(t) = \left[\frac{X_1(t) - X_1}{S_1} \right] S_2(X) + X_2$$

Donde:

$X(t)$ = Valor estimado de la precipitación para la estación inconsistente (mm).

$X_1(t)$ = Valor de precipitación registrado a corregir (mm).

X_1 y X_2 = Media del primer y segundo periodo respectivamente, analizados de los registros de la estación.

X_1 y X_2 = Varianza del primer y segundo periodo respectivamente, analizados de los registros de la estación.

1.2.4.4. No homogeneidad e inconsistencia

La no homogeneidad e inconsistencia en secuencias hidrológicas representa uno de los aspectos más importantes del estudio en la hidrología, particularmente en la relacionado a la conservación, desarrollo y control de recursos hídricos ya que, cuando no se identifica, elimina ni se ajustan a las condiciones futuras la inconsistencia y no homogeneidad en la muestra histórica, puede introducir un error significativo en todos los análisis futuros que se realicen obteniendo resultados altamente sesgados.

La no homogeneidad es definida como los cambios de los datos históricos con el tiempo. Inconsistencia es sinónimo de error sistemático y se presenta como saltos y tendencias.

En el caso del presente informe, las asunciones del modelo son impuesta, vale decir las variables son independientes y el tiempo durante el cual ocurre el cambio es conocido.

Se ha supuesto que los parámetros meteorológicos son variables independientes normales e idénticamente distribuidos con media y varianza, luego de diferenciarlos por períodos se procede a utilizar la prueba del F de Fisher para la comprobación de las varianzas respectivas de los períodos comparados.

1.2.4.5. Análisis de saltos

1.2.4.5.1. Definición

Son formas determinísticas que genera que los hidrogramas de una serie hidrológica o meteorológica observen un cambio notorio en su forma “normal” en el tiempo, este cambio de la forma de la serie hidrológica también se denomina “salto”.

Los Saltos se presentan en la media y en la Desviación Standards. Ejm:

Sufre un salto en la media, si la estación de aforo, por ejemplo, es desplazado una distancia relativamente considerable de su posición inicial, tanto aguas arriba o aguas abajo, disminuyendo o aumentando respectivamente la media de los caudales debido a un cambio en la dimensión del área colectora.

1.2.4.5.2. Procedimiento de análisis

Un procedimiento práctico para la identificación, Evaluación y cuantificación y su posterior corrección es el a que continuación se describe:

1.2.4.5.2.1. Identificación del salto

El objetivo aquí es identificar el salto, así como las posibles causas del mismo. La identificación se puede hacer mediante la combinación de los siguientes criterios.

- Información de Campo. - Con este criterio se puede determinar las posibles causas del salto, si es que se presenta.
- Análisis del Hidrograma.
- Análisis de doble Masa.

Estos dos últimos criterios sirven básicamente para identificar la presencia del salto.

1.2.4.5.2.2. Evaluación y cuantificación

Después de haber identificado un posible error sistemático o natural mediante el uso de los Histogramas y del Análisis de Doble Masa será necesario demostrar que es o no un error sea cual fuera su origen.

La evaluación y cuantificación de los errores detectados en forma de Saltos, se efectuará mediante un análisis estadístico. Es decir, un proceso de inferencia para las medias y Desviaciones Standard de los periodos separados en el proceso de identificación. La prueba de las medias y Desviaciones T (STUDENT) y F (FISHER) respectivamente. De los resultados obtenidos mediante la prueba de las hipótesis planteadas se tomará una decisión respecto a la corrección, o no, y/o eliminación de los datos de procedencia a la corrección.

1.2.4.5.2.3. Análisis visual de histogramas

Este análisis se realiza para detectar e identificar la inconsistencia de la información pluviométrica en forma visual, e indicar el período o los períodos en los cuales los datos son dudosos, lo cual se puede reflejar como “picos” muy altos o valores muy bajos, “saltos” y/o “tendencias”, los cuales se deben comprobarse si son fenómenos naturales que efectivamente han ocurrido o son producidos por errores sistemáticos, mediante un gráfico o Hidrograma de las series de análisis, en coordenadas cartesianas ploteando la información histórica de la variable pluviométrica a nivel anual y mensual; en las ordenadas se ubica los valores anuales o mensuales de la serie pluviométrica en unidades respectivas y en las abscisas el tiempo en años y meses.

El análisis visual consiste en analizar los histogramas de precipitación anual de cada una de las estaciones con influencia en la Cuenca del Rio Nanay. En los Gráficos 1, 3 y 5, se muestran los histogramas correspondientes a las estaciones Iquitos, San Roque y Santa María de Nanay.

En el proceso de análisis estadístico se mantendrá uno de los períodos con sus valores originales, esto en base a la decisión técnica de cuál de los períodos se tomará como confiable, obviamente no será el período cuyos datos observen alguna duda respecto a su calidad.

1.2.4.6. Análisis de consistencia de la información pluviométrica.

El análisis de consistencia de la información hidrometeorológica es una técnica que permite detectar, identificar, cuantificar, corregir y eliminar los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie hidrometeorológica. Antes de proceder a efectuar el Modelamiento Matemático de cualquier serie hidrometeorológica es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo a fin de obtener una serie homogénea, consistente y confiable; porque la inconsistencia de datos puede producir un sobre y sub-diseño de estructuras hidráulicas.

1.2.4.6.1. Consistencia en la media

Mediante la prueba estadística T de Student, se analiza si las medias de las muestras son estadísticamente iguales o lo que es lo mismo, probar si las muestras analizadas provienen de la misma población.

El método para determinar la igualdad Estadística de las medias es el que a continuación detallamos:

- i) Cálculo de la media y la desviación standard para cada periodo:

$$\begin{aligned}\bar{x}_1 &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n_1} x_i & S_1(x) &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 \\ \bar{x}_2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n_2} x_i & S_2(x) &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n_2} (x_i - \bar{x}_2)^2\end{aligned}$$

Dónde:

X_1 : Valor de cada uno de los datos de las muestras.

X_1, X_2 : Medias del período 1 y 2 respectivamente.

$S_1(X), S_2(X)$: Desviaciones Standard de las muestras 1 y 2 respectivamente.

n_1, n_2 : Tamaño de las muestras N° 01 y 02 respectivamente.

- ii) Prueba de las medias:

μ_1 Establecer la hipótesis planteada y las alternativas posibles, así como el nivel de significancia.

H_p : $\mu_1 = \mu_2$

H_a : $\mu_1 > \mu_2$

α : 0.05

1° Cálculo de la Desviación Standard de la diferencia de los promedios.

$$S_d = S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) * S_1 + (n_2 - 1) * S_2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

S_d : Desviación Standard de los promedios.

S_p : Desviación Standard ponderada.

2° Realizar la prueba T de Student.

$$T_c = \frac{(X_1 - X_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$$

Donde $\mu_1 - \mu_2 = 0$ (por hipótesis)

T_c es el valor calculado de T.

iii) Hallar el valor tabular (T_t) de las tablas con:

α : 0.05 y

G.L. : $n_1 + n_2 - 2$ donde:

T_t : es el valor del T de Student de las tablas.

G.L. : Grados de Libertad.

iv) Criterios de decisión.

Si $|t_c| = t_t$ (95%) Entonces $x_1 = x_2$ (ESTADISTICAMENTE)

Si $|t_c| > t_t$ (95%) Entonces $x_1 \neq x_2$ (ESTADISTICAMENTE)

1.2.4.6.2. Consistencia en la desviación standard.

Este análisis se efectúa mediante el uso de la prueba F de la forma que a continuación se describe:

i) Cálculo de las varianzas de ambos períodos.

$$S_1^2(x) = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=0}^{n_1} (x_1 - \bar{x}_1)^2$$

$$S_2^2(x) = \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=0}^{n_2} (x_2 - \bar{x}_2)^2$$

ii) Prueba de la desviación standard.

ESTADISTICO "F"

1° Establecer la hipótesis planteada y alternantes, así como el nivel de significancia.

$$H_p : \mu^2_1 = \mu^2_2$$

$$H_a : \mu^2_1 \neq \mu^2_2$$

$$\alpha : 0.05$$

2° Cálculo del Estadístico Fc:

$$\text{Si } S_1^2(x) > S_2^2(x) \quad \text{Entonces} \quad F_c = \frac{S_1^2(x)}{S_2^2(x)}$$

$$\text{Si } S_2^2(x) > S_1^2(x) \quad \text{Entonces} \quad F_c = \frac{S_2^2(x)}{S_1^2(x)}$$

3° Hallar el valor de Ft de las Tablas con:

$$LN : n_1 - 1 \quad \text{y} \quad GLD : n_2 - 1$$

iii) Criterios de decisión:

$$\text{Si } |F_c| \leq F_t (95\%) \quad \text{Entonces} \quad S_1^2(x) = S_2^2(x); \text{ Estadísticamente}$$

$$\text{Si } |F_c| > F_t (95\%) \quad \text{Entonces} \quad S_1^2(x) \neq S_2^2(x); \text{ Estadísticamente}$$

1.2.4.7. Corrección de los datos hidrometeorológicos

En los casos en que los parámetros media y Desviación Standard resultasen Estadísticamente iguales la información no se corrige por ser consistente al 95% de probabilidades, aun cuando la curva de Doble masa presente quiebres.

Si resulta la media y la Desviación Standard estadísticamente diferente entonces, se corrige mediante una ecuación que permite mantener los parámetros del período más confiable. Dicha ecuación se expresa como:

$$X_{(t)}^1 = \left[\frac{X_t - \bar{X}_1}{S_1(x)} \right] * S_2(x) + \bar{X}_2$$

Los resultados de las pruebas estadísticas presentan los siguientes casos:

- Tanto la media como desviación Standard sean Homogéneas en este caso no se corrige la información.
- Las medias son Homogéneas y no así la Desviación Standard.
- Las medias no son Homogéneas y las Desviación Standard son Homogéneas.
- Las medias y las Desviación Standard no son Homogéneas. En cualquier de los tres últimos casos se corrige los valores que resulten estadísticamente diferentes.

1.2.4.7.1. Bondad de la información corregida.

Para comprobar la bondad de la información corregida, se efectúa nuevamente un análisis de Saltos en la media y Desviación Standard entre el período confiable y el período a ser corregido, aplicando para ello las pruebas T y F, respectivamente, cuyos resultados deben ser confiables al nivel de Significación de 95% de probabilidades.

1.2.4.8. Limitaciones de las pruebas estadísticas.

Como las pruebas estadísticamente aplicadas para la media y desviación Standard se realiza en base a valores críticos de las distribuciones T y F, están aplicados a datos que reúnen a ciertas condiciones o requisitos como:

- a) Las distribuciones T y F son derivadas de la Distribución Normal en base al Teorema del Límite Central, entonces son aplicables a muestras que se distribuyen normalmente.
- b) Son aplicables a muestras no periódicas, ya que las periodicidades pueden destruir el poder de dichas pruebas; esto implica que son más aplicables a los datos anuales que a los no anuales (periódicos). Los datos no anuales se refieren a la información estacional, mensual semanal o diaria.

- c) Las pruebas son válidas solamente para datos Independientes y por lo general las series Hidrometeorológicas son dependientes (con excepción de la precipitación media anual).

1.2.5. Completando datos por regresión lineal

Luego de obtener los datos del SENHAMI, de las estaciones San Roque Iquitos y Santa María de Nanay, se observó que las 03 estaciones, poseían datos incompletos en los registros mensuales; por tal motivo fue necesario completar los datos faltantes, para ello se usó la técnica de la regresión lineal para calcular los valores faltantes en los registros mencionados. Se detalla a continuación el método utilizado para completar datos por regresión lineal.

Este método es uno de los más utilizados; se recomienda para la estimación de datos mensuales y anuales de la estación en estudio y las de una estación pluviométrica cercana, que cuente con una estadística consistente y observada. Para ello se requiere establecer una regresión y correlación lineal entre una estación patrón y la estación que tenga carencia de información, mediante una ecuación lineal de dos variables, del tipo:

$$y = a + b * x$$

Donde:

Y = Valor estimado de la precipitación para la estación carente (mm).

x = Valor de precipitación registrado en la estación patrón (mm).

a, b = constantes de regresión.

Este método, a pesar de ser de muy fácil aplicación, no puede ser aplicado indiscriminadamente, dado que es necesario saber si la calidad del ajuste es buena o mala. Una mala calidad del ajuste, puede llevar a la generación de información sin consistencia, lo cual, en lugar de mejorar la situación, la empeora por la agregación estadística de datos no representativos de la realidad que se pretende estimar (UNESCO - ROSTLAC, 1982). Por esta razón, es posible utilizar el coeficiente de correlación como una forma de establecer la calidad de los datos. Con la determinación del coeficiente de

correlación (R), se puede estimar el grado de correlación lineal que existe entre las estaciones en estudio, y cuyo valor oscila entre $(-1 \text{ R } 1)$, donde el valor 0 indica una correlación nula, en tanto los valores 1 y -1 , denotan una correlación total.

Los resultados de completar datos por regresión lineal, para las estaciones San Roque, Iquitos y Santa María de Nanay, detallan en los anexos.

1.2.6. Análisis de Persistencia de la Precipitación Media Mensual

Según recomendaciones nacionales e internacionales, la disponibilidad de agua para atender las demandas se debe determinar con un nivel de persistencia de 75% de probabilidad. El análisis estadístico de probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones medias mensuales, la fórmula de Weibull es universalmente utilizada, cuya ecuación es la siguiente:

$$P(X \geq x_m) = \left(\frac{m}{N+1} \right)$$

Donde:

n : Número total de datos de la muestra.

m : Posición de un valor en una lista ordenada por magnitud descendente del respectivo valor de caudal al que se refiere la probabilidad P de excedencia.

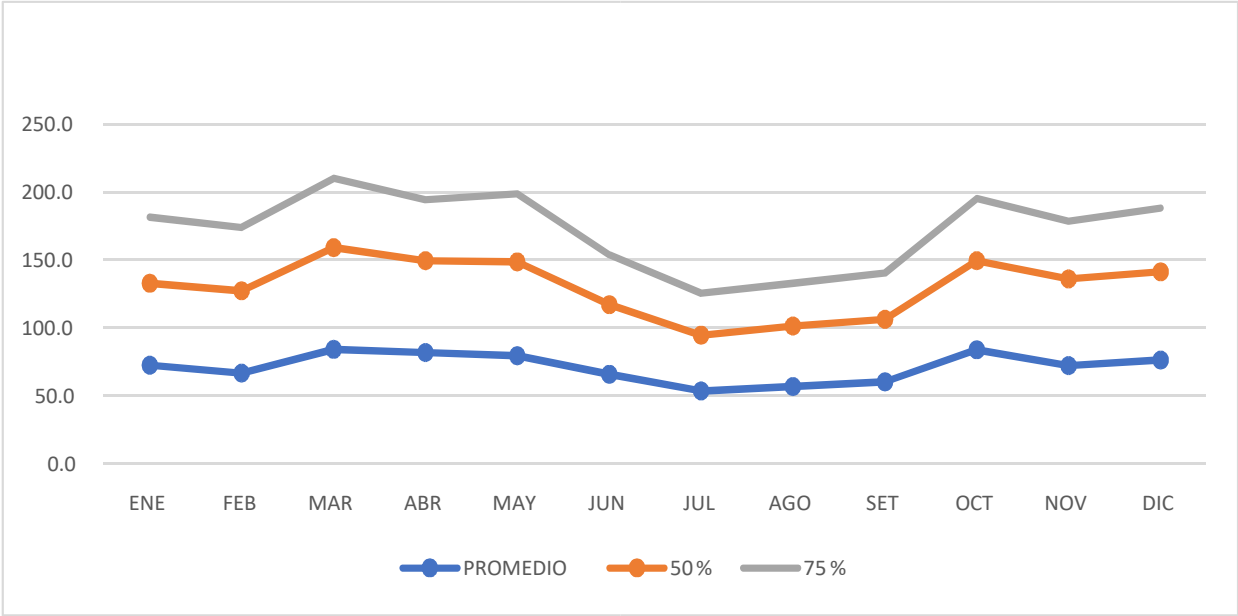
Para el análisis de persistencia de las precipitaciones medias mensuales en la cuenca de aporte del Río Nanay (1968-2020), se ha empleado la información de precipitación generada, que se indica en la tabla 9.

Utilizando la información de las precipitaciones mensuales generadas para la cuenca de aporte, y aplicando la ecuación descrita, se realizó el análisis de persistencia al 50, 75, 90 y 95% de probabilidad. En el gráfico 6, se muestra el resultado del análisis de persistencia de las precipitaciones medias de la cuenca de aporte del Río Nanay.

Tabla 9, Persistencia de las precipitaciones medias mensuales (mm) – cuenca de aporte del Río Nanay

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PROMEDIO	72.4	66.8	84.2	81.9	79.6	65.8	53.6	56.7	60.3	83.9	72.2	76.3
50%	60.5	60.5	75.0	67.5	69.0	51.3	41.0	44.7	45.9	65.6	63.9	65.0
75%	48.6	46.7	50.9	44.9	50.2	36.8	31.0	31.3	34.4	45.9	42.6	47.1

Gráfico 6, nivel de persistencia de precipitación-río Nanay



Fuente: Elaboración propia

Capítulo II: Planteamiento del problema

2.1. Descripción del problema

El río Nanay, es uno de los principales ríos que circulan adyacente a la ciudad de Iquitos, y que tiene un régimen pluvial, con sus caudales variables, presentando épocas con grandes caudales entre los meses de diciembre a marzo, y los mínimos entre los meses de agosto a setiembre. En la zona de su desembocadura con el río Amazonas, se realiza una diversa e intensa actividad económica, sobre todo la turística y en menor escala la actividad del comercio artesanal que vinculan a los productores de las cuencas de los ríos Nanay, Momón y Amazonas.

En la creciente que se registró el 9 de abril del año 2012, se tuvo un nivel de espejo de agua que alcanzó 118.97 msnm, con el cual el área de inundación afectó las actividades económicas en Bellavista Nanay lugar donde se tiene proyectado la construcción del embarcadero turístico y artesanal llamada “La Marina Turística de Bellavista”, con la finalidad de dinamizar y brindar las facilidades portuarias ligadas a las actividades económicas y turísticas.

Por otro lado, en las épocas de vaciante del río Nanay, se produce una disminución del tirante o profundidad del cauce, con la consiguiente disminución del flujo de las embarcaciones de mediano calado, lo que implica realizar un estudio de navegabilidad en este sector.

En la confluencia de los cauces de dos ríos se produce un proceso de socavación general, que es una de las causas de las pérdidas del movimiento del cauce lo que incrementa la dinámica fluvial.

Con la presente investigación se llegó a determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Nanay, el modelamiento hidrológico con la finalidad de determinar los niveles de espejo de agua y de caudales para diferentes periodos de retorno utilizando la información de campo y de herramientas informáticas especializadas como el HEC HMS, así mismo se realiza un modelamiento hidráulico con el HEC RAS, con la finalidad de determinar los efectos de la dinámica fluvial en la infraestructura existente y proyectada.

Para ello fue necesario determinar los caudales y el calado de navegación asociados a los caudales ambientales.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿En qué medida se podrá determinar y evaluar la dinámica fluvial del río Nanay y su incidencia en el diseño del entorno del embarcadero turístico y artesanal de Bellavista Nanay, mediante la aplicación de una simulación numérica, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto?

2.2.2. Problemas específicos

¿Cómo influyen el tipo de cauce en el comportamiento hidrológico e hidráulico del río Nanay con fines portuarios y de navegabilidad en la zona de su desembocadura con el río Amazonas, en el distrito de Punchana provincia de Maynas, departamento de Loreto?

¿Cómo influyen los caudales en el diseño de las estructuras hidráulicas de río Nanay con fines portuarios y de navegabilidad en la zona de su desembocadura con el río Amazonas, en el distrito de Punchana provincia de Maynas, departamento de Loreto?

¿Cuál es el nivel de incidencia de los tirantes de navegación que influyen en la determinación de la nave de diseño y navegabilidad en la zona de la desembocadura del río Nanay al Amazonas?

¿En qué medida la utilización de los métodos numéricos de análisis y evaluación de la hidráulica fluvial permitirá diseñar un embarcadero con una operatividad eficiente durante los 365 días del año?

2.3. Objetivos

Los objetivos de la tesis están ligada a la determinación de los parámetros hidrológicos e hidráulicos del río Nanay en el diseño de una infraestructura portuaria en la zona de Bellavista, confluencia con el río Amazonas.

2.3.1. Objetivo general

Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos del río Nanay mediante la aplicación de una simulación numérica para caracterizarlo y evaluar su incidencia en el entorno del diseño del embarcadero turístico de Bellavista Nanay, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

2.3.2. Objetivos específicos

Determinar la clasificación del tipo de cauce del río Nanay utilizando el criterio de Rosgen.

Determinar los caudales del río Nanay para diferentes periodos de retorno con la utilización del HEC HMS, en la zona de su desembocadura con el río Amazonas, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

Establecer las diferentes variables que intervienen en el modelo hidráulico utilizando el HEC RAS y determinar los caudales ambientales, así como los tirantes de navegabilidad en la zona de desembocadura del río Nanay al río Amazonas, en el entorno de la construcción de la “Marina turística de bellavista Nanay”, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

Determinar la socavación en la confluencia del río Nanay con el río Amazonas.

2.4. Hipótesis

Determinar que los parámetros hidráulicos del río Nanay permiten la navegabilidad y la eficiencia en la operatividad en el entorno de la marina Turística de Bellavista Nanay, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de las variables.

Independiente

La determinación y evaluación de los parámetros de la hidráulica fluvial del río Nanay.

Dependiente

Como influye en la navegabilidad y operatividad en el entorno del embarcadero de la marina turística de Bellavista Nanay.

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	VARIABLES	INDICADORES
Hidrología estadística:	Precipitación máxima de 24 horas para distintos periodos de diseño	Intensidad máxima para distintos periodos de retorno
Hidrología descriptiva		Área
	Parámetros geomorfológicos	Drenaje
		Otros
Morfología del cauce en estudio	Caudal	Aforos líquidos y solidos
	Formas en planta	Cartografía
	Perfil	Topografía
Modelación hidrológica	Caudal	Caudal periodo de retorno de 50 años
		Caudal periodo de retorno de 100 años
Modelación hidráulica	Escalas	Distorsión
	Calibración	Velocidades
		Tiempo
		Niveles de agua
		Determinación de energías.
		Obras hidráulicas
		Pendiente
Estudio topográfico y batimétrico	Secciones	Perímetro mojado
	Batimetría	Área
	Terreno	Perfil longitudinal del río
		Secciones transversales
		Niveles de fondo
		Geometría del sitio
		Determinación de la Línea de Corriente Ordinaria (LCO)
		Estudio de la Faja Marginal

Capítulo III: Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación

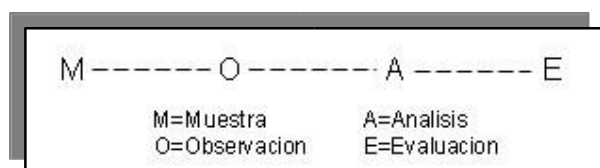
3.1.1. Tipo

El tipo de investigación es **descriptivo**, de **nivel explicativo**.

Es descriptivo porque describe la realidad, sin alterarla.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de diseño **no experimental** y **de corte transversal**, a noviembre 2022.



Es no experimental porque se estudia el problema tal y como se encuentra en la realidad.

Es de corte transversal porque se está analizando la información de niveles de espejo de agua de los ríos Nanay y Amazonas desde el año 1968, y los aforos líquidos desde el año 2001 al 2018, la que fue contrastada con la información de campo recolectada por los sustentantes, a noviembre del año 2022.

3.2. Población y muestra

El Universo está dado por los ríos Amazonas, Itaya, Nanay y Momón en la circunscripción periurbana de la ciudad de Iquitos metropolitana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

La muestra está conformada por el río Nanay en su tramo de entrega comprendida en la comunidad de Ninarumi y su influencia con el río Amazonas, distrito de Punchana, departamento de Loreto.

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Se realizó la recolección de la información hidrometeorológica según el Manual de Prácticas Hidrológicas de la Organización Meteorológica Mundial.

3.4. Procesamiento y análisis de datos.

El procesamiento de los datos

- La técnica empleada para la toma de datos fue la observación.
- Se recolectó la información hidrometeorológica de las estaciones pluviométricas y limnimétrica ubicadas en la cuenca del río Nanay y Amazonas, cercanas a la zona del proyecto.
- Se utilizó la información de los trabajos de campo referidos a la topografía, batimetría mecánica de suelos y sobre todo de los aforos líquidos y sólidos realizados por el Gobierno Regional de Loreto, Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía, SENAMHI y la IRD, en la zona de influencia del proyecto.
- Análisis documental y experimental para obtener datos.
- Formatos y Matrices.
- Otros.
- Para el desarrollo de este trabajo de grado se cumplieron 4 etapas, las cuales se describen a continuación.

✓ Etapa 1. Recopilación y revisión de información

Para comenzar el proyecto, se realizó una recopilación de trabajos académicos y técnicos sobre el río Nanay, entre los cuales está incluido el estudio a nivel de pre inversión “Construcción de la Marina Turística para el acceso al circuito turístico norte de Iquitos, en la localidad de Bellavista Nanay, distrito de Punchana, provincia de Maynas - Región Loreto”, con código SNIP N° 154104.

Se recolectó informaciones hidrometeorológicas, luego fue sometida a un análisis de consistencia estadísticas y análisis de frecuencia de distribución utilizando los modelos matemáticos diversos y aplicables, así como también se procesó en el programa estadístico SPSS versión 22, y los resultados obtenidos se presentan y tratan en cuadros estadísticos como gráfico de barras, gráficos lineales, entre otros, así como en el programa Excel y Word, para su análisis e interpretación.

En esta etapa también se incluyeron las visitas de campo que se realizaron a los diferentes tramos del río Nanay. Estas visitas fueron necesarias para: la identificación de zonas de interés del proyecto, la toma de puntos con GPS en algunas zonas relevantes, tomar algunas medidas del ancho del cauce, describir el recubrimiento de la banca y las zonas de posible inundación. También se recopiló información sobre las secciones del cauce suministrada por el Servicio de Hidrografía de la Amazonía y se utilizaron mapas de Google Earth para obtener las imágenes del recorrido realizado.

✓ Etapa 2. Clasificación de la corriente.

Para la clasificación de la corriente, fue necesario determinar una metodología (Ver Anexo n° 01). Se utilizó la planteada por David Rosgen. Ya definida la metodología, fue necesario determinar los parámetros necesarios para clasificar la corriente. Entre estos parámetros están: la relación ancho/profundidad, sinuosidad, relación de incisión, pendiente, y para determinar estos se utilizaron los datos obtenidos en la etapa 1, como son los datos de SENAMHI, HIDROGRAFIA, datos de la visita, imágenes de Google Earth.

✓ Etapa 3. Modelación de superficie e hidrológica.

Para el modelamiento de superficies se utilizó el ARCGIS, el HEC GEO RAS y el Global Mappers; para el modelamiento hidrológico se empleará el HEC HMS en la determinación de los niveles y caudales para periodos de retorno de 50 y 100 años.

✓ Etapa 4. Modelación hidráulica y selección de técnicas de restauración.

Al finalizar con la clasificación de la corriente, se comenzó con los métodos de selección del tipo de rehabilitación. Para decidir el tipo de rehabilitación de banca fue necesario determinar primero la cortante y la velocidad de la corriente en el tramo de interés, debido a que estos parámetros determinan los tipos de métodos que se pueden utilizar. Se utilizó el software HEC-RAS haciendo corridas de flujo permanente y seleccionando los métodos de restauración que cumplieran con ellos.

En el procesamiento de los planos se utilizó el AutoCAD CIVIL 3D versión 2017 y, para realizar los cálculos se empleó el programa Excel versión 2010.

- ✓ Etapa 5. Evaluación de resultados con los planes de ordenamiento.

Con las últimas visitas, se identificó las zonas que están en riesgo, basados en los resultados de la modelación. Se analizaron las posibles soluciones a esta problemática y se formularon recomendaciones.

Capítulo IV. Resultados

4.1. Resultados de parámetros morfométricos de la cuenca, y subcuencas Características Fisiográficas

Se caracterizaron los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Nanay, y subcuencas principales como fueron: área, perímetro, longitud mayor del cauce principal, coeficiente de compacidad, factor de forma, grado de ramificación y densidad de drenaje, altitud media y pendiente media, para lo cual se utilizó la información de las cartas del Instituto Geográfico Nacional a escala 1/100 000.

4.1.1. Parámetros de Forma

A continuación, se hace una descripción de las características fisiográficas y la estimación de las mismas.

4.1.1.1. Área (A)

La superficie de la cuenca del río Nanay y las Unidades Hidrográficas delimitadas por el divisor topográfico, corresponden a la superficie de la misma, proyectada en un plano horizontal; su tamaño influye en forma directa sobre las características de los escurrimientos fluviales y sobre la amplitud de las fluctuaciones. Las unidades de medida son en km².

El área de la cuenca del río Nanay comprende desde su nacimiento en la Quebrada Aguas Negra y Aguas Blanca, hasta su desembocadura en el río Amazonas, dentro de ella están incluidas las seis Unidades Hidrográficas seleccionadas.

Cuadro 4. Río Nanay

Parámetros	Nanay	
Área de recepción	Km ²	16,706.20
Perímetro de la sub cuenca	Km	803.3
Longitud mayor del Cauce	Km	441.9
Coeficiente de Compacidad	Km/Km	1.7
Factor de forma = 0,30	Km/Km	0.1
Pendiente media	%	0.2
Altitud media	msnm	149.9

Cuadro 5. Quebrada Aguas Negras

Parámetros	Qda Aguas Negras	
Área de recepción	Km2	1,013.3
Perímetro de la sub cuenca	Km	217.7
Longitud mayor del Cauce	Km	107.1
Coeficiente de Compacidad	Km/Km	1.9
Factor de forma	Km/Km	0.09
Pendiente media	%	0.18
Altitud media	msnm	179.0

Cuadro 6. Quebrada Aguas Blanca

Parámetros	Qda Aguas Blanca	
Área de recepción	Km2	957.3
Perímetro de la sub cuenca	Km	146.5
Longitud mayor del Cauce	Km	75.5
Coeficiente de Compacidad	Km/Km	1.3
Factor de forma	Km/Km	0.17
Pendiente media	%	0.19
Altitud media	msnm	186.3

Cuadro 7. Pintuyacu

Parámetros	Pintuyacu	
Área de recepción	Km2	3,828.00
Perímetro de la sub cuenca	Km	472.8
Longitud mayor del Cauce	Km	319.5
Coeficiente de Compacidad	Km/Km	2.1
Factor de forma	Km/Km	0.04
Pendiente media	%	0.17
Altitud media	msnm	159.1

Cuadro 8. Chambira

Parámetros	Chambira	
Área de recepción	Km ²	3,153.6
Perímetro de la sub cuenca	Km	392.5
Longitud mayor del Cauce	Km	1,278.4
Coeficiente de Compacidad	Km/Km	2.0
Factor de forma	Km/Km	0.00
Pendiente media	%	0.15
Altitud media	msnm	115.0

Cuadro 9. Momón

Parámetros	Momón	
Área de recepción	Km ²	1,422.2
Perímetro de la sub cuenca	Km	174.2
Longitud mayor del Cauce	Km	95.1
Coeficiente de Compacidad	Km/Km	1.3
Factor de forma	Km/Km	0.16
Pendiente media	%	0.11
Altitud media	msnm	117.0

4.1.1.2. Perímetro (P)

El perímetro de la cuenca del río Nanay (P), está definido por la longitud de la línea de división de aguas, que se conoce como el “parte aguas o Divortium Acuarium”, la unidad de medida es en km.

El perímetro de la cuenca del río Nanay es: 803.30 km.

4.1.1.3. Longitud de Cauce Principal (L)

Recibe este nombre, el mayor cauce longitudinal que tiene una cuenca determinada, es decir, el recorrido que realiza el río desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades hasta un punto fijo, que puede ser una estación de aforo o desembocadura o punto de interés.

Longitud mayor del río Nanay, considerando el cauce natural desde sus nacientes hasta la desembocadura en el río Amazonas es: La longitud del cauce del río Nanay es: 441.90 km.

4.1.1.4. Ancho Promedio

Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud mayor del curso del río. La expresión es la siguiente: **$A_p = A/L$**

Donde:

A_p = Ancho promedio de la cuenca o Unidad Hidrográfica (km)

A = Área de la cuenca o Unidades Hidrográficas (km²)

L = Longitud mayor del río (km)

Entonces, el ancho promedio de la cuenca del río Nanay es: 37.81 km.

4.1.1.5. Pendiente Media del Curso Principal (S)

Es la relación entre la diferencia de altitudes del cauce principal y la proyección horizontal del mismo. Su influencia en el comportamiento hidrológico se refleja en la velocidad de las aguas en el cauce, lo que a su vez determina la rapidez de respuesta de la cuenca ante eventos pluviales intensos y la capacidad erosiva de las aguas como consecuencia de su energía cinética. Se ha determinado la pendiente del cauce principal del río Nanay y para cada una de las Unidades Hidrográficas seleccionadas que la conforman, expresado en porcentaje (%). La pendiente media del río Nanay es: 0,16%.

4.1.1.6. Coeficiente de Compacidad (Kc)

El Coeficiente de Compacidad (K_c , adimensional), o Índice de Gravelious, constituye la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área - igual a la de un círculo - es equivalente al área de la cuenca en estudio, se determina mediante la siguiente expresión:

$$K_c = 0.28 \cdot \frac{P}{A^{1/2}}$$

Donde: K_c = Coeficiente de compacidad

P = Perímetro de la cuenca (km)

A = Área de la cuenca (km²)

El coeficiente de compacidad de la cuenca del río Nanay es 1.74, y tiene una forma oval oblonga.

Este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similitud con formas redondas, dentro de rangos que se muestran a continuación (FAO, 1985):

Tabla 10, Coeficiente de Compacidad.

Kc	FORMA
1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Una cuenca se aproximará a una forma circular cuando el valor Kc se acerque a la unidad. Cuando se aleja de la unidad, presente una forma más irregular en relación al círculo.

Si este coeficiente fuera igual a la unidad, significa que habrá mayores oportunidades de crecientes debido a que los Tiempos de Concentración, Tc (duración necesaria para que una gota de agua que cae en el punto más alejado de aquella, llegue a salida o desembocadura), de los diferentes puntos de la cuenca serían iguales. El coeficiente de compacidad de la cuenca del río Nanay es: 1.74, es decir es una cuenca de oval a rectangular oblonga.

Notemos que, en ningún caso, el Coeficiente de Compacidad podrá ser menor a la unidad y, en la medida que éste se acerque a este valor la forma de la cuenca tenderá a parecerse a la de un círculo.

De forma similar, y con relación a la tabla anterior, si asociáramos el Coeficiente de Compacidad de cada cuenca con el Tiempo de Concentración, tendríamos que, en el caso de la Cuenca con mayor Coeficiente de Compacidad, tendríamos el mayor Tiempo de Concentración y, de allí, es de esperarse que la magnitud de la escorrentía generada por una precipitación en ella sea menor que en aquella que posee el menor Coeficiente de Compacidad (cuenca de la derecha).

Este coeficiente adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores

del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua.

4.1.1.7. Factor de Forma (Ff)

El Factor de Forma (Ff, adimensional), es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca, en tanto la forma de la cuenca hidrográfica afecta los hidrogramas de escorrentía y las tasas de flujo máximo.

El Factor de Forma tiene la siguiente expresión:

$$Ff = \frac{Am}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde: Ff = Factor de forma

Am = Ancho medio de la cuenca (km)

L = Longitud del curso más largo (km)

A = Área de la cuenca (km²)

Una cuenca con factor de Forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño, pero con Factor de Forma mayor. El factor de forma de la cuenca del río Nanay es: 0.086. Con este valor de Ff = 0,086 la Cuenca del río Nanay, no estaría sujeta a crecientes continuas.

Una cuenca tiende a ser alargada si el factor de forma tiende a cero, mientras que su forma es redonda, en la medida que el factor forma tiende a uno. Este factor, como los otros que se utilizan en este estudio, es un referente para establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial en una cuenca, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas alargadas, tienden a presentar un flujo de agua más veloz, a comparación de las cuencas redondeadas, logrando una evacuación de la cuenca más rápida, mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base, principalmente.

De manera general, una cuenca con Factor de Forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño, pero con un Factor de Forma mayor. Se ha determinado el Factor de Forma (Ff) para la cuenca del río Nanay y para cada una de las Unidades Hidrográficas seleccionadas.

En la medida que el Coeficiente de Forma de una cuenca determinada sea más bajo, estará menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño (Área) pero con mayor Coeficiente de Forma de forma (Caso inverso al presentado para el Coeficiente de Compacidad o Índice de Gravelius).

El factor de forma de la cuenca del río Nanay es 0.086, es decir es una cuenca alargada. Intenta medir cuan cuadrada (alargada) puede ser la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma.

Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de Kf superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

4.1.1.8. Sistema de Drenaje

El sistema de drenaje de una cuenca está conformado por curso principal y sus tributarios; observándose por lo general, que cuanto más largo sea el curso de agua principal, más llena de bifurcaciones será la red de drenaje.

Con la finalidad de determinar las características de dicha red, se definen los siguientes índices:

4.1.1.8.1. Grado de Ramificación

Para definir el grado de ramificación de un curso de agua principal, (según Horton), se ha considerado el número de bifurcaciones que presentan sus tributarios, asignándole un orden a cada uno de ellos en forma creciente desde el curso principal hasta el encuentro con la divisoria de la cuenca.

4.1.1.8.2. Densidad de Drenaje

Indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua: efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca (Li) y el área total de la misma (A).

Valores altos de densidad refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder relativamente rápido al influjo de la precipitación, es decir que las precipitaciones influirán inmediatamente sobre las descargas de los ríos (Tiempos de Concentración cortos).

Una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada con respuesta hidrológica muy lenta. Una baja densidad de drenaje es favorecida en regiones donde el material del subsuelo es altamente resistente bajo una cubierta de vegetación muy densa y de relieve plano.

La densidad de drenaje tiende a uno en ciertas regiones desérticas de topografía plana y terrenos arcillosos arenosos, y a un valor alto en regiones húmedas, montañosas y de terrenos impermeables.

Esta última situación es la más favorable, pues si una cuenca posee una red de drenaje bien desarrollada, la extensión media de los terrenos a través de los cuales se produce el escurrimiento superficial es corto y el tiempo en alcanzar los cursos de agua también será corto; por consiguiente, la intensidad de las precipitaciones influirá inmediatamente sobre el volumen de las descargas de los ríos.

La expresión es como sigue: **$Dd = Li/A$**

Donde: Dd = Densidad de Drenaje (km/km^2)⁴

Li = Longitud total de los cursos de agua perennes e intermitentes (km).

A = Área de la cuenca (km^2).

La densidad de drenaje de la cuenca del río Nanay es 0.192 ríos/Km², refiere que Dd usualmente toma los siguientes valores:

Entre 0,5 km/km^2 para hoyas con drenaje pobre,

⁴ Monsalve.

Hasta 3,5 km/km² para hoyas excepcionalmente bien drenadas.

Por lo que se deduce que la cuenca del río Nanay tiene un drenaje pobre.

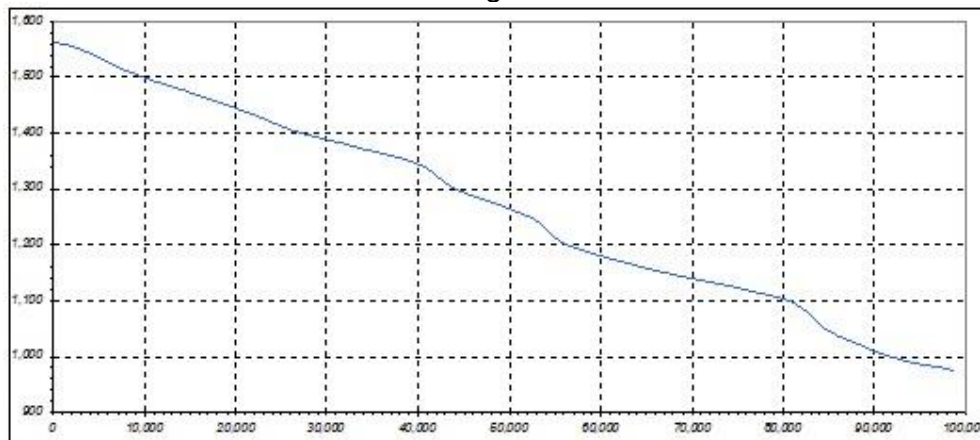
4.1.2. Parámetros de Relieve

Relieve del cauce principal

El relieve del cauce principal se representa mediante el perfil longitudinal y puede ser cuantificado mediante parámetros que relacionan la altitud con la longitud del cauce principal.

Gráfico 7. Perfil Longitudinal Río Bajo Nanay

Unidad Hidrográfica N°49981



Relieve de la cuenca

El relieve de la cuenca se representa mediante la curva hipsométrica y puede ser cuantificado con parámetros que relacionan la altitud con la superficie de la cuenca. Los principales son el rectángulo equivalente, la altitud media de la cuenca y la pendiente media de la cuenca.

4.1.2.1. Altitud Media de la Cuenca (H)

La Altitud Media (H) de una cuenca es importante por la influencia que ejerce sobre la precipitación, sobre las pérdidas de agua por evaporación, transpiración y consecuentemente sobre el caudal medio. Se calcula midiendo el área entre los contornos de las diferentes altitudes características consecutivas de la cuenca; en la altitud media,

el 50% del área está por encima de ella y el otro 50% por debajo de ella. La altitud media del río Nanay es 150 m.s.n.m.

4.1.2.2. Rectángulo Equivalente:

Este parámetro de relieve consiste en una transformación geométrica que determina la longitud mayor y menor que tienen los lados de un rectángulo cuya área y perímetro son los correspondientes al área y perímetro de la cuenca.

$$L \times l = A \quad (Km^2)$$

$$2(L + l) = P \quad (Km)$$

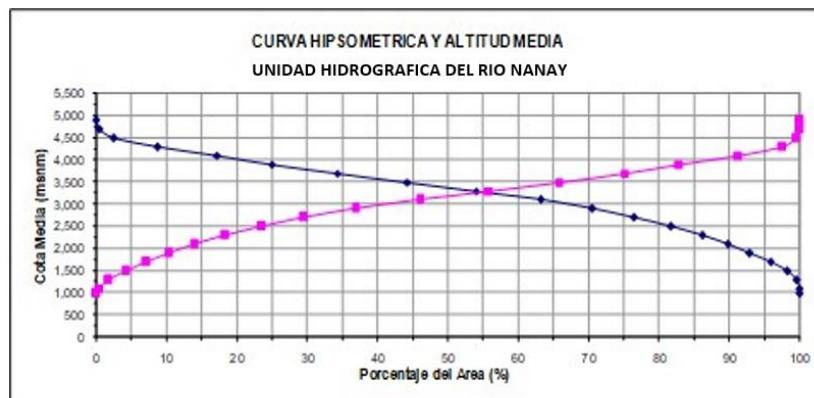
Donde:

L = Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente (km.)

l = Longitud del lado menor del rectángulo equivalente (km.)

Para la cuenca del río Nanay y para cada una de sus sub-cuencas más importantes, se han determinado los lados mayor y menor del rectángulo equivalente y éstas están expresadas en km.

Gráfico 8. Curva Hipsométrica



4.1.3. Parámetros de Drenaje

Es otra característica importante en el estudio de una cuenca, ya que manifiesta la eficiencia del sistema de drenaje en el escurrimiento resultante, es decir la rapidez con que desaloja la cantidad de agua que recibe. La forma de drenaje, proporciona también indicios de las condiciones del suelo y de la superficie de la cuenca.

El sistema o red de drenaje de una cuenca está conformado por un curso de agua principal y sus tributarios; observándose por lo general, que cuanto más largo sea el curso de agua principal, más bifurcaciones tendrá la red de drenaje. La definición de los parámetros de drenaje se presenta a continuación:

4.1.3.1. Orden de ríos

El orden de corrientes se determina de la siguiente manera: Una corriente de orden 1 es un tributario sin ramificaciones, así dos corrientes de orden 1 forman una de orden 2, dos de orden 2 forman una de 3 y así sucesivamente. Entre más corrientes tributarias tenga una cuenca, es decir, mayor el grado de bifurcación de su sistema de drenaje, por consiguientes más rápida será su respuesta a la precipitación.

4.1.3.2. Frecuencia de los ríos

Este dado por el número total de ríos dividido con el área de la cuenca. Se mide en ríos/km². La frecuencia de ríos de la cuenca el río Nanay es 0.1095 ríos/Km².

4.1.3.3. Densidad de Drenaje

La Densidad de Drenaje (Dd), indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua: efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca (Lt) y el área total de la misma (A). La densidad de drenaje de la cuenca del río Nanay es 0.192 Km/Km².

La densidad de drenaje tiende a 1, en ciertas regiones desérticas de topografía plana y terrenos arenosos, y a un valor alto en regiones húmedas, montañosas y de terrenos impermeables. Esta última situación es la más favorable, pues si una cuenca posee una red de drenaje bien desarrollada, la extensión media de los terrenos a través de los cuales se produce el escurrimiento superficial es corto y el tiempo en alcanzar los cursos de agua también será corto; por consiguiente, la intensidad de las precipitaciones influirá inmediatamente sobre el volumen de las descargas de los ríos.

Se define como:

$$Dd = \frac{L_t}{A} \quad (Km / Km^2)$$

Donde: L_t : Suma de longitudes de todos los tributarios y cauce principal (Km).
 A : Área de la cuenca (Km²).

4.1.3.4. Coeficiente de Torrencialidad

Es la relación entre el número de cursos de agua de primer orden y el área total de la cuenca. El coeficiente de torrencialidad de la cuenca del río Nanay es 0.18 ríos/Km².

Se define como:

$$C_t = \frac{\# \text{ de cursos de primer orden}}{A} \quad (\text{ríos} / \text{Km}^2)$$

4.1.3.5. Pendiente Media del Río (Ic)

El agua superficial concentrada en los lechos fluviales escurre con una velocidad que depende directamente de la declividad de éstos, así a mayor declividad habrá mayor velocidad de escurrimiento. La pendiente del río principal es 0.32 m/m La pendiente media del río es un parámetro empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos.

Se determina mediante la siguiente relación:

$$Ic = (HM - Hm) / (1000 * L)$$

Siendo:

Ic = Pendiente media del río.

L = Longitud del río (Km) = 441,900 m

HM y Hm = Altitud máxima y mínima del lecho del río; referidas al nivel medio de las aguas del mar m.s.n.m, iguales a 227 m.s.n.m. y 87 m.s.n.m.

4.1.3.6. Pendiente Media del río Nanay (Ic)

$$Ic = (HM - Hm)/(1000 * L)$$

Para la cuenca del río Nanay la pendiente media del río es:

$$Ic = 3.2 \cdot 10^{-4}$$

$$Ic = 0.0032\%$$

Para la cuenca del río Nanay, el orden de los ríos es 5, la frecuencia de los ríos es 0,416 ríos/Km², la densidad de drenaje es 0,665 km/km², y el coeficiente de torrencialidad es 0,004 ríos/km².

Para las Unidades Hidrográficas consideradas en el estudio se han determinado sus parámetros fisiográficos como son el área, perímetro, longitud de cauce principal, pendiente del cauce y altitud media, la cual es mostrada en el cuadro 10.

4.1.3.7. Razón de elongación

La razón de elongación del río Nanay es 0.33, es decir es casi plana y circular.

El valor de la relación de elongación se acerca a la unidad cuando la cuenca es muy plana y circular, cuando la cuenca es plana con porciones accidentales, la relación de elongación está entre 0.5 y 0.8.

4.1.3.8. Tiempo de concentración

En términos básicos, la forma de la Cuenca Hidrográfica es importante pues se relaciona con el Tiempo de Concentración (Tc), el cual es el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la cuenca contribuya al cauce principal en estudio, es decir, el tiempo que toma el agua precipitada en los límites más extremos de la cuenca para llegar al punto de salida de la misma.

Cuadro 10, parámetros de forma

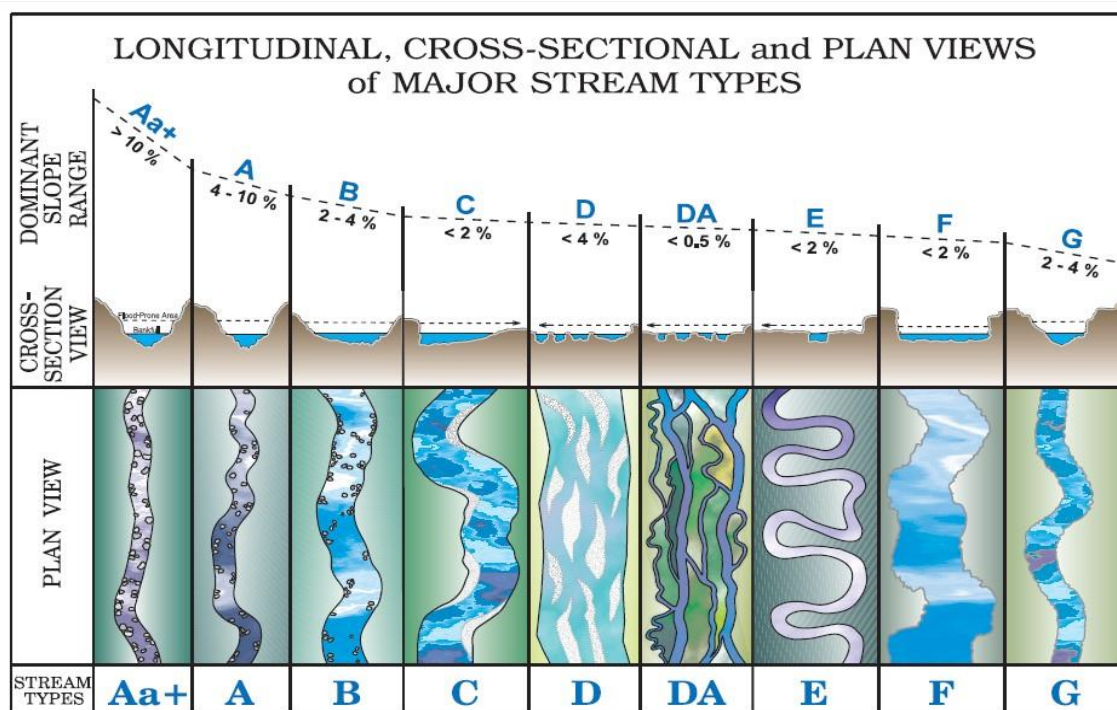
PARAMETROS	FORMULA	UNIDAD	QDA AGUA BLANCA	QDA AGUA NEGRA	CHAMBIRA	PINTUYACU	MOMON	TOTAL
Area (Km2)		km2	957.33	1013.33	3153.62	3828.04	1422.18	16706.19
Perimetroa(Km)		Km	146.48	217.74	392.54	472.77	174.17	803.27
Longitud cauce principal (Km)		Km	75.48	107.06	1278.37	319.48	95.09	441.89
Ancho promedio (B)	$B = \frac{A}{L}$	Km	12.68	9.47	2.47	11.98	14.96	37.81
cota agua arriba (msnm)		msnm	211	226	217	227	128	227
Cota Intermedia(msnm)		msnm	147	158	123	102	99	
Cota minima(msnm)		msnm	131	131	102	97	87	87
Coeficiente o índice de compacidad (Kc)	$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$	Adimensional	1.326	1.915	1.957	2.140	1.293	1.740
Factor de forma (Rr)	$R_f = \frac{A}{L^2}$	Adimensional	0.168	0.088	0.002	0.038	0.157	0.086
Coeficiente de forma	$K_f = \frac{B_m}{L_a} =$	Adimensional	0.168	0.088	0.002	0.038	0.157	0.086
Razón de Circularidad	$R_C = \frac{4A\pi}{p^2}$	Adimensional	0.561	0.269	0.257	0.215	0.589	0.325
Radio de elongación	$R_e = \frac{\Phi}{L_m} = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L_m}$	Adimensional	0.462	0.335	0.050	0.218	0.447	0.330
Razón de Alargamiento	$R_C = \frac{\sqrt{4A\pi}}{L_{max}}$	Adimensional	0.047	0.033	0.003	0.011	0.037	0.008
Longitud total de curvas de nivel (Km)	LT _{cn}	Km	899.310	915.040	2,373.210	3,347.010	795.420	13217.65
Pendiente de la cuenca (Sc)	$S_c = c \frac{\sum L_i}{A}$	%	0.19	0.18	0.15	0.17	0.11	0.16
Altitud media (H) (msnm)	$H = \frac{\sum H_i A_i}{A}$	msnm	186	179	156	159	117	150
Diferencias de cotas (msnm)		m	80	95	115	130	41	140
Pendiente del cauce principal (S)	$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i^2}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2$	m/m	1.06	0.89	0.09	0.41	0.43	0.32

PARAMETROS	FORMULA	UNIDAD	QDA AGUA BLANCA	QDA AGUA NEGRA	CHAMBIRA	PINTUYACU	MOMON	TOTAL
Coefficiente de masividad (C_m)	$C_m = H/A$	m/Km2	0.195	0.177	0.049	0.042	0.082	0.009
Coefficiente Orografico	$C_o = H^2/A$	Km/Km2	36.270	31.602	7.725	6.614	9.621	1.345
Rectangulo equivalente								
Lado mayor(Km)	$L = \frac{K_o \sqrt{A}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{1.12^2}{K_o^2}} \right]$	Km	56.21	98.59	178.61	218.90	65.31	354.51
Lado menor(km)	$l = \frac{K_o \sqrt{A}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{1.12^2}{K_o^2}} \right]$	Km	17.03	10.28	17.66	17.49	21.78	47.12
Orden de la cuenca								
Longitud de orden N° 1		Lm	233.2	326.97	843.46	1042.98	181.59	2628.2
N° Cauce de orden 1			59	58	126	1331	18	1592
Razon de longitud orden 1	$R_{b1} = \frac{\# C_u}{n}$		3.95		6.69	0.78	10.09	1.6509
Longitud de orden N° 2		Km	86.27	77.49	182.48	345.36	58.04	
N° Cauce de orden 2	UND		2	14	28	78	5	199
Razon de longitud orden 2	$R_{b2} = \frac{\# C_u}{n}$	km	43.14	5.54	6.52	4.43	11.61	0.00
Longitud de orden N° 3		Km	28.38	76.52	26.32	117.37	85.62	
N° Cauce de orden 3		Und	1	1	3	14	1	38
Razon de longitud orden 3	$R_{b3} = \frac{\# C_u}{n}$	Km	28.38	1	8.77	8.38	85.62	12
Longitud de orden N° 4		Km	43.22	11.54	226.21	306.39		587.36
N° Cauce de orden 4		Und	1	1	1	6	1	1
Razon de longitud orden 4	$R_{b4} = \frac{\# C_u}{n}$	Km	43.22	11.54	226.21	51.07	0.00	587.36
Frecuencia de Rios		N° rios/Km2	0.0658	0.0730	0.0501	0.3733	0.0176	0.1095
Densidad de Drenaje	$D_d = \frac{L_T}{A}$	Km/Km2	0.409	0.486	0.405	0.473	0.229	0.192
Coefficiente de Torrencialidad	$C_t = \frac{\# C_1}{A} * D_d$		0.025	0.028	0.016	0.165	0.003	0.018
Razon de Bifurcacion	$R_b = \frac{\sum_1^n R_{bi}}{n}$		29.67	4.52	62.05	16.16	26.83	150.25

4.2. Determinar la clasificación del tipo de cauce del río Nanay utilizando el criterio de Rosgen

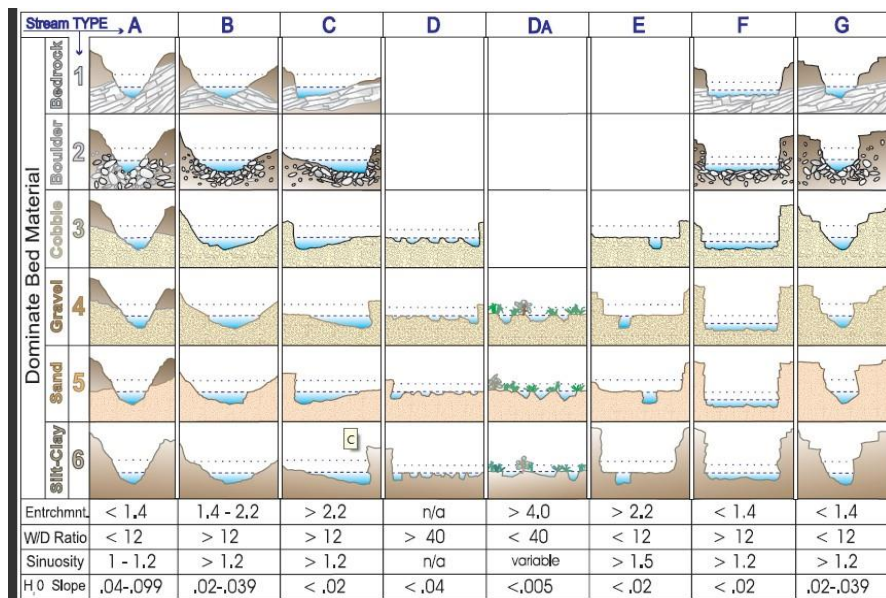
Con respecto a la morfología del cauce del río Nanay las que más se asemejan en características son los del tipo C, E y F, de acuerdo con el cuadro de clasificación de ríos para este nivel.

Cuadro 11, clasificación de ríos.



Por otro lado, en el siguiente gráfico se muestra el nivel II de clasificación de Rosgen.

Gráfico 9, nivel II de clasificación de Rosgen



Los tipos de arroyos "C" están ubicados en valles angostos a anchos, construidos a partir de la deposición aluvial. Los canales tipo "C" tienen una planicie de inundación bien desarrollada (ligeramente atrincherada), son relativamente sinuosos con una pendiente del canal de 2% o menos y una morfología en forma de fondo indicativa de una configuración de rápido/poza. La forma y la forma de los tipos de flujo "C" se indican mediante relaciones de ancho/profundidad de la sección transversal generalmente superiores a 12 y sinuosidades superiores a 1,2. El tipo de corriente "C" exhibe una secuencia de empinadas (rápidas) y llanuras (piscinas pozas), que están vinculadas a la geometría del meandro del río donde la secuencia o espaciamiento de la rápida/poza es en promedio la mitad de una longitud de onda de meandro o aproximadamente 5-7 anchos de canal de banco completo. Las principales características morfológicas del tipo de corriente "C" son el canal sinuoso de bajo relieve, las llanuras aluviales bien desarrolladas construidas por el río y las "barras puntuales" características dentro del canal activo. Los procesos de agrandamiento/degradación del cauce y extensión lateral, especialmente activos en los tipos de corrientes "C", dependen inherentemente de la estabilidad natural de las riberas, las condiciones existentes de la cuenca aguas arriba y el régimen de flujo y sedimentos. Los canales del tipo de corriente "C" pueden alterarse significativamente y desestabilizarse rápidamente cuando los efectos de los cambios impuestos en la estabilidad del banco, la condición de la cuenca hidrográfica o el régimen de flujo se

combinan para causar una recuperación del umbral de estabilidad del canal. Los tipos de arroyos "C" se pueden observar en los tipos de valle IV, V, VI, VIII, IX y X. También se pueden encontrar en las posiciones de pendiente más baja del valle de muy bajo gradiente tipo III.

En este sentido es oportuno, para caracterizarlos según Rosgen, se puede definir algunos parámetros como:

Relación de excavación ($RE=W_m/L_{mp}$): este parámetro es definido por la relación entre el ancho del canal en nivel de inundación equivalente a 50 años de recurrencia (W_m) y el ancho del canal en nivel de desborde (L_{mp}) (bankfull level). El caudal de desborde es definido como aquel que ocupa totalmente el canal fluvial antes de inundar la planicie de inundación (Wolman y Leopold, 1957). El intervalo de recurrencia de este caudal es generalmente estimado en 1,5 a 2 años. En la sección de estudio, debe ser levantado un perfil transversal detallado, donde es identificado el nivel de desborde. El nivel W_m es obtenido duplicando el valor de profundidad del canal en nivel de desborde (P_{mp}). Rosgen considera la relación de excavación baja cuando $RE > 2,2$ y fuerte cuando $RE < 1,4$.

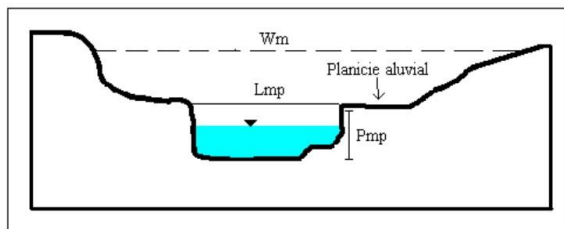


Figura 9. Variables geométricas de canal utilizada en la clasificación de Rosgen

Relación ancho/profundidad ($L_{mp}/P_{mp}=280/13.43=20.84$): los dos parámetros son medidos en perfiles transversales teniendo como referencia el nivel de desborde. La cota de espejo de agua, correspondiente a un periodo de retorno de 50 años es 88.93 msnm. La cota para periodos entre 1.5 a 2 años es 87.60 msnm, la cota de espejo de agua, en el día de los aforos le corresponde a 89.20 msnm.

Para 88.93 msnm, el $L_{mp}=280$ m. La $P_{mp}=13.43$ m., donde la relación ancho/profundidad es: 20.84

Índice de sinuosidad del canal (S=7.86): este parámetro es definido por el cociente entre el largo del canal y el largo del valle. Cuando no se dispone de una carta topográfica detallada del área de estudio (Escala > 1/10.000), el trayecto del canal debe ser encontrado a través de un levantamiento topográfico.

El índice de sinuosidad del canal (S) es 7.86 (441.90 Km/56.21Km).

Declividad del agua (D): este parámetro debe ser medido a lo largo de una distancia equivalente a 20 a 30 veces el ancho del cauce a nivel de desborde, determinada en la sección de estudio. La declividad D es obtenida dividiendo el desnivel de la lámina del agua en un tramo considerado por el largo del canal en el mismo tramo.

La Concentración (Aforo de solidos) es 0.066 gr/L, y el caudal liquido aforado corresponde a 682.15 m³/s, siendo entonces el caudal sólido de 3,893.82 Tn/día. El diámetro D₅₀ del río Nanay, en la zona de Bellavista es 0.322 mm.⁵

4.3. Para el estudio de navegabilidad

Se ha definido para el río Nanay, en la zona de Bellavista, que el plano de referencia de sondaje, es el 97,5% (77.75 msnm) del tiempo en Iquitos, ligeramente más bajo que el anterior 97% (77.91 msnm), por mayor seguridad dada la alta variabilidad de los niveles del río, que en ocasiones pueden bajar medio metro en sólo un día. La cota mínima del río Nanay ha sido de 75.23 msnm ocurrido en octubre del 2010.

En este sentido, el Plano de Reducción de sondajes filosóficamente debe ser superior que el determinado por el nivel mínimo del agua registrado, pero suficientemente bajo como para que rara vez las profundidades de agua al navegar sean inferiores a las que indican los planos.

El calado estático es definido, para la embarcación de diseño, el Ferry y eventualmente de los trenes o convoys de empuje, como el mayor calado del conjunto formado por el remolcador de empuje y las barcazas que ingresaran por la bocana hacia la bahía de Iquitos. Para el dimensionamiento de las obras se debe definir el calado

⁵ Información Mecánica de suelos Expediente Técnico La Marina Turística de Bellavista, 2017-2020.

estático tipo (embarcaciones inmóviles). En el presente estudio, el valor objetivo deseado de este parámetro es de 4 pies y 2 pies de seguridad.

Tabla 11. Cotas de reducción de sondajes y de navegación en Iquitos.

Estación	Progresiva	Cero Escala	Reducción		Navegación		Navegación	Pendiente	Pendiente
		Cota	Nivel	Cota	Nivel	Cota	Reducción Diferencia	Reducción	Navegación
	Km	(m.s.n.m.)	(m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/km)	(m/km)
Enapu Peru-Iquitos		75.23	2.44	72.79	0	75.23	2.44	-	-

4.4. Determinación de caudales

Para la determinación de los caudales se ha partido de la correlación existente entre los caudales aforados y los niveles de espejos de agua, con el cual se ha determinado que el caudal promedio es: 2,141.82 m³/s.

Para un período de retorno de 50 años es 2,327.64 m³/s, y para un período de 100 años es 2,393.21 m³/s.

Si utilizamos las intensidades en el método racional, los caudales que se podrían generar serían los siguientes:

METODO RACIONAL + DYCK-PESCHKE					
Grupo	Area	Cobertura	Pendiente	Textura	C
Grupo 1	1,336,496.00	Forestal	0.002%	Franco Arenosa	0.3
Grupo 2	334,124.00	Urbano	0.002%	Franco Arenosa	0.5
	1,670,620.00				
			C =	0.34	
				441200	
	Distancia al punto mas alejado		441,900.00 m		
	desnivel		140 m		
	Pendiente		0.032 %		
			0.00032 m/m		3.2E-04 m/m
			15,588.18 min		
	tiempo de concentracion		259.803 horas		
			10.825125 dias		
	T =	10 años			
	D =	15,588.18 min			
	I _{max} =	4.47 mm/h			
	Q _{max} =	7,052.80 m3/s			

Así mismo si utilizamos el método de Creager

METODO DE CREAGER				
$Q_{max} = (C_1 + C_2) * \log(T) * A^{m \cdot A - n}$				
donde:				
Q _{max} : caudal máximo para un periodo de retorno T				
A: área de la cuenca aportante, en km ²				
T: periodo de retorno, en años				
C ₁ , C ₂ : coeficientes adimensionales de escala, por regiones hidráulicas				
m, n: exponentes adimensionales, por regiones hidráulicas				
El rio Nanay, se encuentra en la region hidraulica 7, por lo que asumiremos:				
	C ₁ =	0.22		
	C ₂ =	0.37		
	T=	10	50	100
	A=	16,706.20		
	m=	1.24		
	n=	0.04		
	Q _{max} =	2,088.94	3,549.05	4,177.88
Región	C ₁	C ₂	m	n
1	1.01	4.37	1.02	0.04
2	0.10	1.28	1.02	0.04
3	0.27	1.48	1.02	0.04
4	0.09	0.36	1.24	0.04
5	0.11	0.26	1.24	0.04
6	0.18	0.31	1.24	0.04
7	0.22	0.37	1.24	0.04

En cambio, utilizando el método del HEC HMS los caudales generados son:

METODO HEC HMS				
tiempo de concentracion		$t_c = \frac{0.0136 \cdot L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{S^{0.5}}$		Según SCS
Donde:				
CN =	84			
L =	441900 m	Longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria del		
S: Pendiente promedio de la cuenca (%).				
S=	0.16			
tc =	2,354.59 min			
Distancia al punto mas ale	441,900.00 m			
desnivel	140 m			
Pendiente (%)	0.00032	3.2E-04		
	15,588.18 min	según Kirpich		
tiempo de concentracion	259.80 horas			
	10.8 dias			
S: infiltración potencial máxima (mm)				
	$S = \frac{25400}{CN} - 254$			
CN =	84			
S =	48.38 mm			
la: pérdidas o sustracciones iniciales (mm)				
	$Ia = 0.2 \left[\frac{25400}{CN} - 254 \right] \quad Ia = \left[\frac{5080}{CN} - 50.8 \right]$			
Ia=	9.68 mm			
Pérdidas iniciales		tambien		
Ia = 0.2*S				
Ia =	9.68 mm			
Tiempo de retraso (Lag time)				
	LagTime = 0.6 tc			
Lagtime =	1,412.75 min			

METODO DEL NUMERO CURVA			$\frac{F}{S} = \frac{Q}{Pe}$	
Donde				
P:precipitación media(mm)	237.79 mm			para Tr=50años
F: Infiltración real acumulada (mm)				
S: Infiltración potencial máxima (mm)	48.38 mm			
Q: Escorrentía total acumulada (mm)				
Pe: Exceso de precipitación o escorrentía potencial(mm)	228.11 mm			
La ecuación anterior se considera válida a partir del inicio de la escorrentía, donde Pe se define como				
	: Pe = P - Ia,	Pe=	228.11 mm	
y	F = Pe - Q.	F =	39.92 mm	
Asimismo, la (sustracciones iniciales, abstracciones iniciales) se define como la precipitación acumulada hasta el inicio de la escorrentía. Depende de la interceptación, almacenamiento en depresiones e infiltración antes de que comience la escorrentía				
Sustituyendo y reemplazando, obtenemos la siguiente expresión				
$Q = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S}$				
Para datos experimentales: Ia = 0,2S, sustituyendo tenemos que				
$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$				
	Q=	188.20 mm		
Donde :				
Q: Escorrentía total acumulada(mm)	188.20 mm		79.14%	
P: Precipitación(mm)	237.79 mm			
S: Infiltración potencial máxima (mm)	48.38 mm		20.35%	

4.5. Análisis de regresión de la información limnimétrica del río Nanay vs el río Amazonas

ESTUDIO DE NIVELES DE ESPEJO DE AGUA

Cuenca del río Nanay

Con la información obtenida de la estación de ENAPU PERU S.A., respecto a los niveles históricos de espejo de agua alcanzada por el río Amazonas, se ha podido efectuar un análisis de máximas avenidas y su transformación mediante análisis de regresión a valores correspondientes a la estación limnimétrica Sedaloreto SA., dentro del área de influencia del proyecto.

En el grafico siguiente se presenta los niveles históricos de los espejos de agua del río Amazonas para un periodo de tiempo de 42 años (1968-2012). En ella se aprecia que los niveles máximos se presentan entre los meses de febrero a mayo, superando estos la cota de los 88.82 msnm (equivalente a 118.97 msnm de los datos registrados en la estación ENAPU Perú).

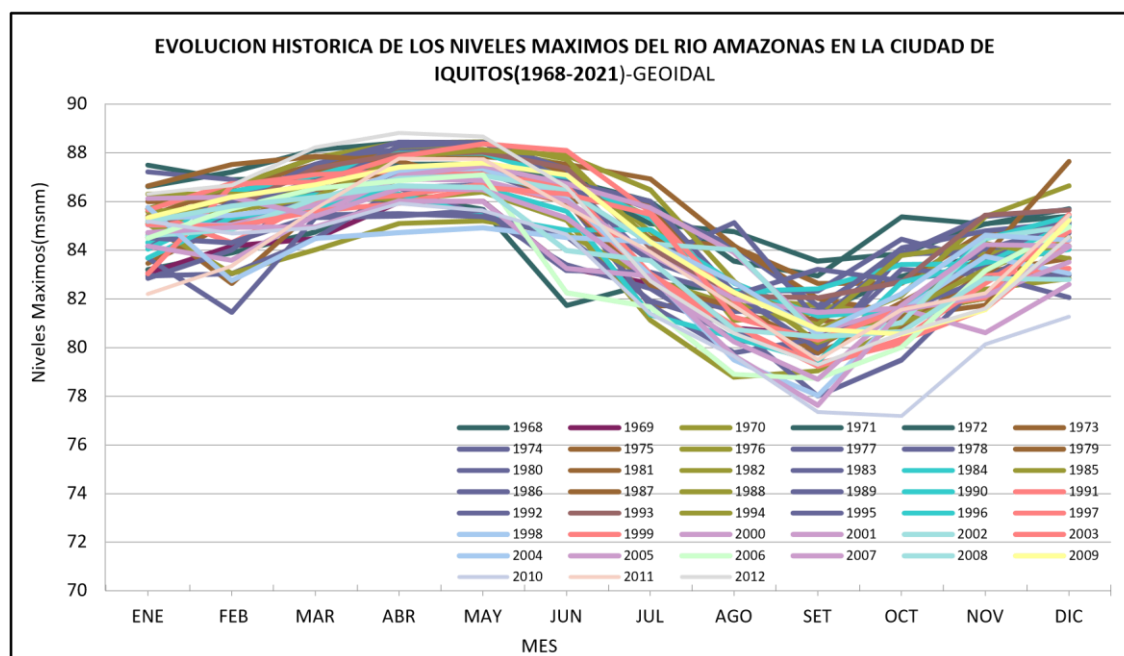


Gráfico 10. Niveles máximos del río Amazonas

Las variaciones de los niveles de espejo de agua del río Amazonas han sido registradas desde el año 1907, mediante reglas de medida a cargo de diversas instituciones.

En principio, desde el año 1907 al 1936 las observaciones fueron efectuadas por la Armada Peruana.

A partir del año 1933 y hasta el año 1962 los registros casi completos de los niveles diarios del río Amazonas en Iquitos estuvieron bajo la responsabilidad de la Dirección de Administración Portuaria del entonces Ministerio de Hacienda. Posteriormente es la Empresa Nacional de Puertos ENAPU PERU la que efectúa la recolección diaria de estos niveles.

La información recopilada desde el año 1907 a 1962 no especifica la referencia utilizada para realizar la nivelación de la cota cero de las reglas, por el cual la información confiable es la que corresponde al periodo 1968-2012.

Para realizar el estudio de la llanura de inundación de la zona del proyecto, es necesario evaluar la consistencia de la información de niveles de espejo de agua del río Amazonas.

Los datos de niveles del río Amazonas se miden en una estación ubicada en las instalaciones de ENAPU Perú. El período de registro con cierto grado de consistencia data desde el año 1968.

El Terminal Fluvial de Iquitos se encuentra ubicado en la margen izquierda del brazo Occidental del Amazonas frente a Padre Isla. Debido al rompimiento de esta isla por la acción del Amazonas del brazo Oriental, las mayores velocidades ocurren hacia la margen izquierda aguas abajo del Terminal Fluvial, originándose una pérdida de tirante en la zona de ENAPU-Perú.

La estación ENAPU está referida al B.M. N° 7 con cota de 125.643 m.s.n.m., cota absoluta.

Históricamente el nivel máximo del Amazonas ocurrió en el mes de mayo durante el ciclo hidrológico 2011/2012 con un nivel de 118.97 (88.82) m.s.n.m. En cambio, el río Nanay registra para ese mismo año un nivel máximo de 118.24 (88.09) msnm.

En cambio, el nivel mínimo fue de 105.38 (75.23) m.s.n.m. registrado el 06 de octubre del ciclo 2010/2011. El nivel medio tiene una cota de 113.51 (83.36) m.s.n.m.

Para realizar los estudios de los máximos niveles registrados del río Amazonas en la ciudad de Iquitos, en la estación ENAPU Perú, tanto por el SENAMHI como por el Servicio de Hidrografía de la Amazonía se ha utilizado la información referenciada desde el año 1935-1967 por la empresa Corporación Hidrotecnia S.A., en su estudio **“Drenaje Integral de la Ciudad de Iquitos”**, para la **CORDELOR**.

Esta información es corregida al Geoide con el cual se ha levantado la topografía de la ciudad de Iquitos y con el cual se ha diseñado el proyecto de **“Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado e Instalación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Iquitos”**, en la tabla 12, se presenta la información de niveles máximos registrados en la ciudad de Iquitos desde el año 1935 con las características especificadas en líneas precedentes:

Tabla 12, niveles máximos registrados en la ciudad de Iquitos

AÑO	ENAPU	AÑO	ENAPU
	AMAZONAS		AMAZONAS
	N. Max Absol msnm		N. Max Absol msnm
1935	115.43	1976	118.60
1936	115.50	1977	118.59
1937	115.38	1978	117.38
1938	116.60	1979	117.36
1939	117.53	1980	116.70
1940	116.75	1981	117.51
1941	117.32	1982	118.55
1942	116.93	1983	117.37
1943	116.96	1984	118.14
1944	114.83	1985	115.36
1945	115.50	1986	118.58
1946	115.61	1987	118.01
1947	114.55	1988	116.54
1948	115.62	1989	117.58
1949	115.77	1990	116.46
1950	116.00	1991	116.86
1951	116.19	1992	115.80
1952	116.36	1993	118.18
1953	117.31	1994	118.27
1954	117.29	1995	115.65
1955	116.76	1996	116.72
1956	116.00	1997	117.39
1957	115.27	1998	117.49
1958	115.81	1999	118.56
1959	115.22	2000	117.67
1960	116.35	2001	117.18
1961	116.87	2002	117.39
1962	117.16	2003	116.86
1963	116.60	2004	115.90
1964	115.22	2005	116.16
1965	115.13	2006	117.21
1966	117.03	2007	116.69
1967	116.73	2008	116.80
1968	116.44	2009	117.73
1969	116.16	2010	116.07
1970	118.29	2011	117.92
1971	118.59	2012	118.97
1972	117.69	2013	117.98
1973	118.27	2014	117.68
1974	118.58	2015	118.49
1975	118.00		

Se cuenta con información referencial o secundaria, extraído de la revisión del estudio hidrológico del proyecto **“Mejoramiento del Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos”**, la misma que debe ser adquirida por el titular en el siguiente nivel de estudio:

Tabla 13. Niveles sintéticos del río Nanay

AÑO	ENAPU AMAZONAS	SEDALORETO NANAY- SINTETICO
1980	116.70	115.38
1981	117.51	117.31
1982	118.55	118.30
1983	117.37	117.10
1984	118.14	117.90
1985	115.36	115.05
1986	118.58	118.35
1987	118.01	117.70
1988	116.54	116.35
1989	117.58	117.07
1990	116.46	116.18
1991	116.86	116.53
1992	115.80	115.52
1993	118.18	117.70
1994	118.27	117.95
1995	115.65	115.32
1996	116.72	116.45
1997	117.39	116.63
1998	117.49	117.44
1999	118.56	118.04
2000	117.67	117.07
2001	117.18	116.56
2002	117.39	116.54
2003	116.86	116.19
2004	115.90	115.29
2005	116.16	115.39
2006	117.21	116.51
2007	116.69	115.96
2008	116.80	116.11
2009	117.73	117.07
2010	116.07	115.43
2011	117.92	117.19
2012	118.97	118.24
2013	117.98	117.23
2014	117.68	116.97
2015	118.49	117.97

Los valores de la Tabla 13 fueron sometidos a un análisis de regresión, la misma que entrega un coeficiente de regresión de $R^2 = 0.97529$.

Siendo la ecuación que mejor se ajusta lo siguiente:

$$Y = 1.032731 X - 3.36467$$

Siendo X los valores correspondientes a los niveles máximos del río Amazonas, y el Y los del río Nanay.

Con esta ecuación se procedió a completar los valores del río Nanay, tal como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14, análisis de regresión.

AÑO	SEDALORET O NANAY	AÑO	SEDALORET O NANAY
	N. Max Absol msnm		N. Max Absol msnm
1935	114.86	1976	118.13
1936	114.93	1977	118.12
1937	114.81	1978	116.87
1938	116.07	1979	116.85
1939	117.03	1980	115.38
1940	116.22	1981	117.31
1941	116.81	1982	118.30
1942	116.41	1983	117.10
1943	116.43	1984	117.90
1944	114.24	1985	115.05
1945	114.93	1986	118.35
1946	115.04	1987	117.70
1947	113.95	1988	116.35
1948	115.05	1989	117.07
1949	115.21	1990	116.18
1950	115.44	1991	116.53
1951	115.64	1992	115.52
1952	115.82	1993	117.70
1953	116.80	1994	117.95
1954	116.77	1995	115.32
1955	116.23	1996	116.45
1956	115.44	1997	116.63
1957	114.70	1998	117.44
1958	115.25	1999	118.04
1959	114.64	2000	117.07

1960	115.81	2001	116.56
1961	116.34	2002	116.54
1962	116.64	2003	116.19
1963	116.07	2004	115.29
1964	114.64	2005	115.39
1965	114.55	2006	116.51
1966	116.51	2007	115.96
1967	116.20	2008	116.11
1968	115.90	2009	117.07
1969	115.61	2010	115.43
1970	117.81	2011	117.19
1971	118.12	2012	118.24
1972	117.19	2013	117.23
1973	117.79	2014	116.97
1974	118.11	2015	117.97
1975	117.51		

Los valores de la tabla anterior fueron convertidos a cotas geoidales restándoles 30.15 m.

Estos niveles máximos anuales del río Nanay, fueron sometidos a la prueba de bondad de ajuste, utilizando la metodología del momento lineal y de Smirnov – Kolmogorov, con la finalidad de adecuarlos a la curva de mejor ajuste. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 15, prueba de bondad de ajuste

DISTRIBUCIÓN FRECUENCIA	PARÁMETROS ORDINARIOS		MOMENTO LINEAL		OBSERVACIÓN
	Δt	Δc	Δt	Δc	
NORMAL	0.0637	0.1626	0.0584	0.1626	nivel de 5% significancia
LOG NORMAL 2 P	0.0629	0.1626	0.0577	0.1626	nivel de 5% significancia
LOG NORMAL 3 P	n.a.	0.1626	n.a.	0.1626	No se ajusta a la distribución
GAMMA 2 P	n.a.	0.1626	n.a.	0.1626	No se ajusta a la distribución
GAMMA 3 P	n.a.	0.1626	n.a.	0.1626	No se ajusta a la distribución
LOG PERASON III	n.a.	0.1626	n.a.	0.1626	No se ajusta a la distribución
GUMBEL	0.0926	0.1626	0.0981	0.1626	nivel de 5% significancia
LOG GUMBEL	0.0954	0.1626	0.1007	0.1626	nivel de 5% significancia

Del cuadro anterior se desprende que los niveles máximos anuales presentados en el río Nanay y registrados en la estación de Sedaloreto SA., se ajustan mejor a la distribución de Log Normal de 2 Parámetros, con ajustes de Momento Lineal.

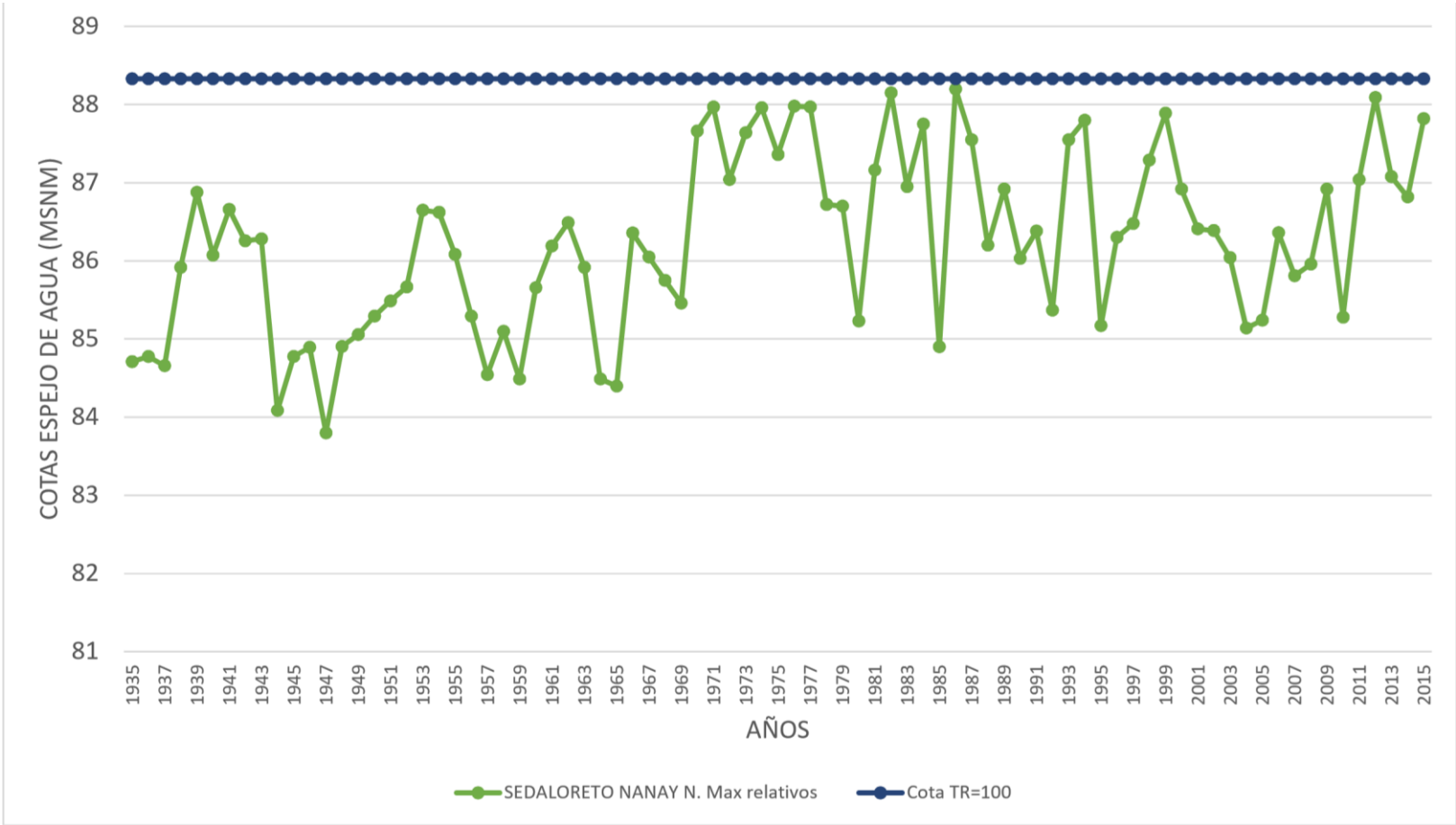
A continuación, se determina los niveles para los diferentes periodos de retorno los mismos que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 16, niveles máximos

TR	Nivel máximo Geoidal m.s.n.m.	Nivel máximo absoluto m.s.n.m.
10	87.71	117.86
25	87.81	117.96
50	87.99	118.14
81	88.2	118.35
100	88.33	118.48
500	91.04	121.19

De la tabla anterior, se desprende que el nivel máximo de espejo de agua del río Nanay, en la estación Sedaloreto, presentado en la ciudad de Iquitos correspondería a un periodo de retorno superior a los 81 años, y le corresponde una cota Geoidal de 88.20 msnm.

Gráfico 11, niveles máximos anuales del río Nanay-estación Sedaloreto



4.6. Cálculo del caudal por HEC HMS

Utilizando el modelo del HEC HMS, para un periodo de 100 años, se ha determinado que el caudal es 32,660.0 m³/s.

Figura 10, cálculo del caudal por HEC HMS

Project: Nanay-09-01 Simulation Run: Run 6				
Start of Run: 20oct2022, 14:00		Basin Model: Basin 1		
End of Run: 20oct2022, 23:00		Meteorologic Model: Met T100		
Compute Time: 25nov2022, 11:49:15		Control Specifications: Control 1		
Show Elements:	All Elements	Volume Units:	☒ MM ☐ 1000 M3	Sorting: Hydrologic
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SubcuencaUnica	16706.2	32660.0	20oct2022, 17:59	15.41
Union	16706.2	32660.0	20oct2022, 17:59	15.41

4.7. Cálculo de Socavación

Según el modelo HEC HMS, el caudal que se produce en toda la cuenca del río Nanay, para un periodo de retorno de 100 años es 32,660 m³/s, mientras que con el método racional se ha determinado un valor de 5.945.31 m³/s. El caudal, generado a partir de los aforos líquidos realizados, por diversas entidades.

Figura 11, cálculo de socavación

SOCAVACION									
PROYECTO :		EMBARCADERO TURISTICO Y ARTESANAL DE BELLAVISTA NANAY							
N° DE EXPEDIENTE :									
ZONAL :		PUNCHANA, MAYNAS							
SOCAVACION :									
La socavación que se produce en un río no puede ser calculada con exactitud, solo estimada, muchos factores intervienen en la ocurrencia de este fenómeno, tales como:									
- El caudal									
- Tamaño y conformación del material del cauce									
- Cantidad de transporte de sólidos									
Las ecuaciones que se presentan a continuación son una guía para estimar la geometría hidráulica del cauce de un río. Las mismas están en función del material del cauce.									

SOCAVACION GENERAL DEL CAUCE:

Es aquella que se produce a todo lo ancho del cauce cuando ocurre una crecida debido al efecto hidráulico de un estrechamiento de la sección; la degradación del fondo de cauce se detiene cuando se alcanzan nuevas condiciones de equilibrio por disminución de la velocidad, a causa del aumento de la sección transversal debido al proceso de erosión.

Para la determinación de la socavación general se empleara el criterio de Lischvan - Levediev :

Velocidad erosiva que es la velocidad media que se requiere para degradar el fondo esta dado por las siguientes expresiones:

$$V_e = 0.60 \gamma_d^{1.18} \beta H_s^x \quad ; \text{ m/seg} \quad \text{suelos cohesivos}$$

$$V_c = 0.68 \beta d_m^{0.28} H_s^x \quad ; \text{ m/seg} \quad \text{suelos no cohesivos}$$

En donde:

V_e = velocidad media suficiente para degradar el cauce en m/seg.

γ_d = peso volumétrico del material seco que se encuentra a una profundidad H_s , medida desde la superficie del agua (Ton/m³)

β = coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia. Ver tabla N° 3

x = es un exponente variable que esta en función del peso volumétrico γ_s del material seco (Ton/m³)

H_s = tirante considerado, a cuya profundidad se desea conocer que valor de V_e se requiere para arrastrar y levantar al material (m)

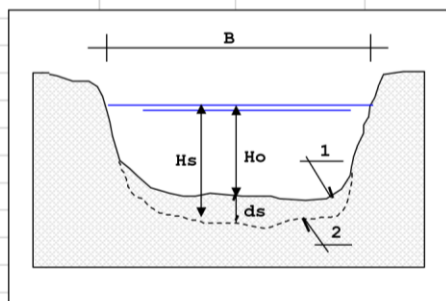
d_m = es el diámetro medio (en mm) de los granos del fondo obtenido según la expresión.

$$d_m = 0.01 \sum d_i p_i$$

en el cual

d_i = diámetro medio, en mm, de una fracción en la curva granulométrica de la muestra total que se analiza

p_i = peso de esa misma porción, comparada respecto al peso total de la muestra. Las fracciones escogidas no deben ser iguales entre si.



(1) - Perfil antes de la erosión.

(2) - Perfil después de la erosión

Cálculo de la profundidad de la socavación en suelos homogéneos:

Suelos cohesivos:

$$H_s = \left[\frac{\alpha H_o^{5/3}}{0.60 \beta \gamma_d^{1.18}} \right]^{1/(1+x)}$$

Suelos no cohesivos:

$$H_s = \left[\frac{\alpha H_o^{5/3}}{0.68 \beta d_m^{0.28}} \right]^{1/(1+x)}$$

Donde:	$\alpha = Q_d / (H_m^{5/3} B_e \mu)$			
	$Q_d =$ caudal de diseño (m ³ /seg)			
	$B_e =$ ancho efectivo de la superficie del líquido en la sección transversal			
	$\mu =$ coeficiente de contracción. Ver tabla N° 1			
	$H_m =$ profundidad media de la sección = Area / B_e			
	$x =$ exponente variable que depende del diámetro del material y se encuentra en la tabla N° 2			
	$d_m =$ diámetro medio (mm)			

TABLA N°

COEFICIENTE DE CONTRACCION, μ [illegible]

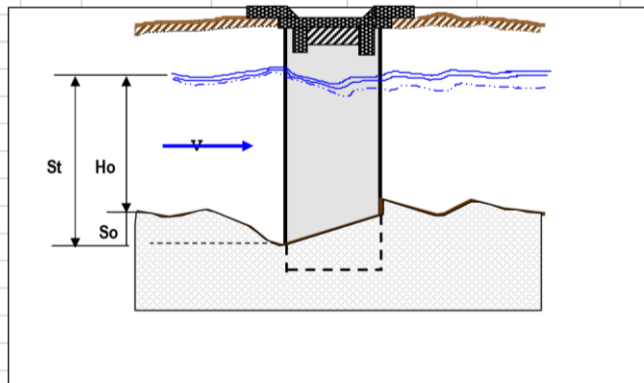
TABLA N° 2

VALORES DE X PARA SUELOS COHESIVOS Y NO COHESIVOS

SUELOS COHESIVOS			SUELOS NO COHESIVOS	
P. ESPECIFICO	x		dm (mm)	x
γ_d (Tn/m ³)				
0.80	0.52		0.05	0.43
0.83	0.51		0.15	0.42
0.86	0.50		0.50	0.41
0.88	0.49		1.00	0.40
0.90	0.48		1.50	0.39
0.93	0.47		2.50	0.38
0.96	0.46		4.00	0.37
0.98	0.45		6.00	0.36
1.00	0.44		8.00	0.35
1.04	0.43		10.00	0.34
1.08	0.42		15.00	0.33
1.12	0.41		20.00	0.32
1.16	0.40		25.00	0.31
1.20	0.39		40.00	0.30
1.24	0.38		60.00	0.29
1.28	0.37		90.00	0.28
1.34	0.36		140.00	0.27
1.40	0.35		190.00	0.26
1.46	0.34		250.00	0.25
1.52	0.33		310.00	0.24
1.58	0.32		370.00	0.23
1.64	0.31		450.00	0.22
1.71	0.30		570.00	0.21
1.80	0.29		750.00	0.20
1.89	0.28		1000.00	0.19
2.00	0.27			

TABLA N° 3	
VALORES DEL COEFICIENTE β	
Periodo de retorno del gasto de diseño (años)	Coefficiente β
2	0.82
5	0.86
10	0.90
20	0.94
50	0.97
100	1.00
500	1.05

SOCAVACION AL PIE DE LOS ESTRIBOS:



El método que será expuesto se debe a K. F. Artamonov y permite estimar no solo la profundidad de socavación al pie de estribos, sino además al pie de espigones. Esta erosión depende del gasto que teóricamente es interceptado por el espigón, relacionando con el gasto total que escurre por el río, del talud que tienen los lados del estribo y del ángulo que el eje longitudinal de la obra forma con la corriente. El tirante incrementado al pie de un estribo medido desde la superficie libre de la corriente, esta dada por:

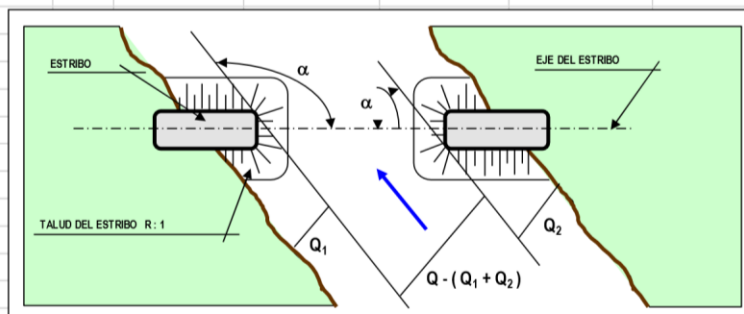
$$St = P_{\alpha} P_q P_R H_o$$

P_{α} = coeficiente que depende del ángulo α que forma el eje del puente con la corriente, como se indica en la figura siguiente; su valor se puede encontrar en la tabla N° 4

P_q = coeficiente que depende de la relación Q_1/Q , en que Q_1 es el gasto que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por el estribo si éste no existiera y Q , es el gasto total que escurre por el río. El valor de P_q puede encontrarse en la tabla N° 5

P_R = coeficiente que depende del talud que tienen los lados del estribo, su valor puede obtenerse en la tabla N° 6

H_o = tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosión



Asumimos

$$ds = 2.00 \text{ m}$$

B.- Cálculo de la socavación al pie de estribos:

1.- Estribo margen izquierda aguas abajo

St = tirante incrementado al pie del estribo debido a la socavación en mts.

Ho = tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosión

2.00 m

Q = caudal de diseño

179.34 m³/seg

Q1 = caudal que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por el estribo de la margen izquierda

5.00 m³/seg

Q1/Q =

0.03

Pq = coeficiente que depende de la relación Q1/Q. Ver tabla N° 5

2.00

α = ángulo que forma el eje del estribo con la corriente

90.00 °

P α = coeficiente que depende del ángulo α . Ver tabla N° 4

0.97

R = talud que tiene el estribo

0.00

P_R = coeficiente que depende del talud que tiene el estribo. Ver tabla N° 6

1.00

Entonces,

$$St = 3.88 \text{ m}$$

ds = profundidad de socavación respecto al fondo del cauce

$$So = 1.88 \text{ m}$$

Asumimos

$$So = 2.00 \text{ m}$$

2.- Estribo margen derecha aguas abajo

St = tirante incrementado al pie del estribo debido a la socavación en mts.

Ho = tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosión

2.50 m

Q = caudal de diseño

50.00 m³/seg

Q1 = caudal que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por el estribo de la margen derecha

2.00 m³/seg

Q1/Q =

0.04

Pq = coeficiente que depende de la relación Q1/Q. Ver tabla N° 5

2.00

α = ángulo que forma el eje del estribo con la corriente

90.00 °

P α = coeficiente que depende del ángulo α . Ver tabla N° 4

1.00

R = talud que tiene el estribo

0.00

P_R = coeficiente que depende del talud que tiene el estribo. Ver tabla N° 6

1.00

Entonces,

		St =	5.00	m			
		ds = profundidad de socavación respecto al fondo del cauce					
		So =	2.50	m			
Asumimos		So =	2.50	m			

Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones

5.1. Discusión

Los parámetros hidrológicos e hidráulicos determinados, en esta tesis, de la cuenca del río Nanay, nos permiten evaluar, la navegabilidad y la eficiencia en la operatividad, del embarcadero turístico de Bellavista Nanay. Estos parámetros están definidos como caudales, profundidad o tirante del río, ancho de espejo de agua, velocidad media y cantidad de transportes de sedimentos.

Uno de los parámetros de mayor importancia económica para el proyecto de una vía navegable es el calado y, en consecuencia, la profundidad mínima a ser garantizada.

Se ha definido entonces, el 97,5% (77.75 msnm) del tiempo en Iquitos, como plano de referencia de sondaje, ligeramente más bajo que el anterior 97% (77.91 msnm), por mayor seguridad dada la alta variabilidad de los niveles del río, que en ocasiones pueden bajar medio metro en sólo un día. La cota mínima del río Nanay ha sido de 75.23 msnm ocurrido en octubre del 2010. Y esta Permanencia igual al 97.5% del tiempo, o sea 77.91 msnm en Iquitos, el mismo que vendría a ser el Plano de Reducción de Sondajes. En este sentido, el Plano de Reducción de sondajes filosóficamente debe ser superior que el determinado por el nivel mínimo del agua registrado, pero suficientemente bajo como para que rara vez las profundidades de agua al navegar sean inferiores a las que indican los planos.

El calado estático es definido, para la embarcación de diseño, el Ferry y eventualmente de los trenes o convoys de empuje, como el mayor calado del conjunto formado por el remolcador de empuje y las barcasas que ingresaran por la bocana hacia la bahía de Iquitos. Para el dimensionamiento de las obras se debe definir el calado estático tipo (embarcaciones inmóviles). En el presente estudio, el valor objetivo deseado de este parámetro es de 4 pies y 2 pies de seguridad.

Tabla 20, cotas de reducción de sondajes y de navegación en Iquitos

Estación	Progresiva	Cero Escala	Reducción		Navegación		Navegación	Pendiente	Pendiente
		Cota	Nivel	Cota	Nivel	Cota	Reducción Diferencia	Reducción	Navegación
	Km	(m.s.n.m.)	(m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/km)	(m/km)
Sedaloreto		75.23	2.44	72.79	0	75.23	2.44	-	-

La estación de aforos que tiene el SENAMHI en el río Nanay (Estación Sedaloreto), presenta ciertas inconsistencias en sus caudales, debido a que se encuentra en la zona de influencia del Remanso ocasionado por el río Amazonas. Es necesario, profundizar el estudio para un nuevo emplazamiento, recomendándose evaluar esta ubicación en el tramo entre la zona de Ninarumi y la localidad de Santa María de Nanay. De la información registrada de los aforos líquidos realizados por el IRD y SENAMHI, se percibe que, a mayor cota de espejo de agua, los caudales disminuyen.

En la determinación de los caudales para diferentes periodos de retorno, por el método de la distribución de frecuencias es:

Tabla 21, caudales por el método de distribución

Tr	Caudal m3/s
10	2141.82
20	2229.26
25	2254.72
50	2327.64
100	2393.21
500	2525.93
1000	2576.93

En cambio, por el método racional los caudales para diferentes periodos de retorno se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 22, caudales por el método racional

Tr	Q(m3/s)
Normal	1,854.34
10	3,716.85
50	5,161.37
100	5,945.31

5.2. Conclusiones

Según la clasificación de Rosgen, el río Nanay es un río tipo C5, que tiene un área de 16706.2 Km², la relación de Excavación es mayor a 21.0, la relación ancho/profundidad es 20.84>2.2, el Índice de sinuosidad S=7.86. Los canales tipo "C" tienen una planicie de inundación bien desarrollada (ligeramente atrincherada), son relativamente sinuosos con

una pendiente del canal de 2% o menos y una morfología en forma de fondo indicativa de una configuración de rápido/poza. La forma y la forma de los tipos de flujo "C" se indican mediante relaciones de ancho/profundidad de la sección transversal generalmente superiores a 12 y sinuosidades superiores a 1,2. El tipo de corriente "C" exhibe una secuencia de empinadas (rápidas) y llanuras (piscinas pozas), que están vinculadas a la geometría del meandro del río donde la secuencia o espaciamiento de la rápida/poza es en promedio la mitad de una longitud de onda de meandro o aproximadamente 5-7 anchos de canal de banco completo. Las principales características morfológicas del tipo de corriente "C" son el canal sinuoso de bajo relieve, las llanuras aluviales bien desarrolladas construidas por el río y las "barras puntuales" características dentro del canal activo. Los procesos de agrandamiento/degradación del cauce y extensión lateral, especialmente activos en los tipos de corrientes "C", dependen inherentemente de la estabilidad natural de las riberas, las condiciones existentes de la cuenca aguas arriba y el régimen de flujo y sedimentos. Los canales del tipo de corriente "C" pueden alterarse significativamente y desestabilizarse rápidamente cuando los efectos de los cambios impuestos en la estabilidad del banco, la condición de la cuenca hidrográfica o el régimen de flujo se combinan para causar una recuperación del umbral de estabilidad del canal. Los tipos de arroyos "C" se pueden observar en los tipos de valle IV, V, VI, VIII, IX y X. También se pueden encontrar en las posiciones de pendiente más baja del valle de muy bajo gradiente tipo III.

Determinamos los caudales del río Nanay para diferentes periodos de retorno utilizando el programa HEC HMS, en la zona de su desembocadura con el río Amazonas, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

De la Tabla 23, se desprende que para diferentes periodos de retorno los niveles de espejo de agua y sus correspondientes caudales son:

Tabla 23, nivel de espejo de agua y caudal

TR	Geoidal msnm	absolutos msnm	Caudal m ³ /s
10	87.71	117.86	2,141.82
25	87.81	117.96	2,254.72
50	87.99	118.14	2,327.64
81	88.20	118.35	2,393.21
100	88.33	118.48	2,525.93
500	91.04	121.19	2,576.93
1000			2,576.93

A partir de las campañas de aforos líquidos y los registros histórico de los niveles del río Nanay, medidos en la estación Sedaloretto, se ha generado los niveles y caudales para una distribución normal, con el cual se ha determinado que el caudal promedio es: 2,141.82 m³/s.

Para un periodo de retorno de 50 años es 2327.64 m³/s, y para un periodo de 100 años es 2,393.21 m³/s.

La respuesta hidrodinámica de un canal natural ante un evento dado la obtiene HEC-RAS, a través de la solución de la ecuación (1) de la energía mediante la aplicación de un procedimiento iterativo llamado el método del paso estándar, en la cual las pérdidas de energía por fricción se calculan por la ecuación de Manning, y las pérdidas locales por contracción y expansión del flujo se calculan como una fracción del diferencial de energía cinética entre dos secciones

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

Donde Z es la cota del fondo del cauce, Y es la profundidad del flujo, V es la velocidad media del flujo, h_e es la pérdida de carga de energía, α es el coeficiente de Coriolis y g es la aceleración de la gravedad.

Cuando el flujo deja de ser gradualmente variado, la ecuación de energía ya no es válida. En este caso, HEC-RAS alterna entre la aplicación de ecuaciones empíricas para estructuras especiales con un balance de fuerzas, o la ecuación (2) de Momentum.

$$\frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 \bar{Y}_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L S_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L S_f = \frac{Q_1^2 \beta_1}{g A_1} + A_1 \bar{Y}_1$$

Donde Q es el caudal, A es el área de la sección transversal del cauce, β es el coeficiente que representa la variación de la velocidad en canales irregulares, Y es la profundidad medida desde la superficie del agua hasta el centroide de la sección transversal, S_0 es la pendiente de fondo del canal principal, S_f es la pendiente de la línea de energía y L la distancia entre dos secciones medidas en el eje X

De acuerdo al criterio de la ley No 29338, Ley de Recursos Hídricos, promulgado el 30 de marzo del 2009; existe una clara disposición a la protección de los ecosistemas, entonces a partir del cual se encuentran referencias directas hacia los caudales ambientales o ecológicos; que según esta ley es el 10% de los caudales medios mensuales,

Se ha determinado que la profundidad de socavación es aproximadamente de 8.0 m. y el nivel 72.50msnm, como nivel de desplante para la cimentación de la estructura de la defensa ribereña.

En la socavación general, la intensidad de flujo determina la capacidad de arrastre de las partículas del fondo. Así, a mayor intensidad de flujo, mayor será la socavación, y viceversa. En la práctica, en las ecuaciones para el cálculo de esta socavación se considera importante: el ancho del cauce (factor geomorfológico), el caudal (factor de transporte), y el tamaño característico del sedimento (características del lecho). A pesar de la existencia de varios modelos matemáticos para el cálculo de la socavación general, estos involucran disponer de una cantidad de información importante, e inversiones significativas en software y entrenamiento de personal, por ello resulta de interés la aplicación de los métodos semiempíricos para la estimación de este fenómeno. Las fórmulas analizadas para lecho sin cohesión permiten determinar el perfil de socavación cuando se dispone de la distribución lateral de velocidades en la sección. Si no se dispone de esta información, las formulaciones también son válidas para calcular una profundidad media máxima de socavación general.

Los métodos para la determinación de la socavación general tienen como factor común una formulación generalizada, que varía en sus coeficientes debido a los fundamentos con los que fueron originados. Por lo tanto, las fórmulas para la determinación de la profundidad de la socavación, deben ser aplicadas en función de los rangos de utilidad de cada una de ellas, en cada caso en particular. Por ejemplo, la fórmula de Kellerhals da buenos resultados de cálculo de la profundidad de socavación general en lechos de grava, ya que su formulación fue obtenida en base a datos de ríos de esta característica.⁶

5.3 Recomendaciones

Con la finalidad de obtener los caudales óptimos, que se producen en la cuenca, es necesario, profundizar el estudio para un nuevo emplazamiento – aguas arriba - de la actual estación de aforos líquidos, recomendándose evaluar esta ubicación en el tramo entre la zona de Ninarumi y la localidad de Santa María de Nanay.

⁶ Análisis de la Socavación en Cauces Naturales. Toapaxi J.; Galiano L.; Castro M.; Hidalgo X.; Valencia N.

Referencias Bibliográficas.

1. NAVA Hernández, Alejandra; Cortes Bow Darío (s.f.) Hidráulica de Ríos Morfología, Técnicas de Medición y muestreo en ríos. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior e Ingeniería y Arquitectura. Tesis Ingeniería Civil. 78 pp.
2. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2005. Estudio de Navegabilidad del río Ucayali en el tramo comprendido entre Pucallpa y la confluencia con el río Marañón. Volumen III Estudio de la Hidráulica Fluvial. Lima. Perú.
3. JIMÉNEZ Castañeda Amado Abel, OSNAYA Romero Javier, GRACIA Sánchez Jesús, FRANCO Víctor. 2005. Estudio de socavación en la descarga de un canal. UNAM. Instituto de Ingeniería. México. 54 pp.
4. COTRINA C, Jhon Willams, HERNANDEZ G, Ivan Walter (2007), Estudio de la socavación del proyecto del puente el Inca ubicado en el río Chorobal del distrito de Chao mediante simulación numérica unidimensional. Tesis Facultad de Ingeniería. UPAO. Trujillo. Perú. 240 pp.
5. ROSGEN, David. A classification of natural rivers. Catena 22 (1994) 169-199.
6. VIDE MARTIN, Juan Pedro. Ingeniería fluvial. Bogotá, Colombia: Centro editorial, Escuela Colombiana de Ingeniería. 1997. p. 85
7. Manual EM 1110-2-1003 "Engineering and Design-Hydrograph Surveying", pag. 5-16. US Army Corps of Engineering, 1 Jan 02.
8. Estudio Institucional-Legal de Ingeniería, Ambiental y Económico Complementario para el desarrollo de las Obras en la Hidrovía Paraguay-Paraná entre Puerto Quijarro (Canal Tamengo), Corumba y Santa Fe", Consorcio Integración Hidrovías (COINH) mayo de 2003-Junio de 2004.
9. Projeto de Nova Sinalizacao de margen do Río Madeira (trecho entre a cidade de Porto Velho e sua faz no Río Amazonas,
<http://www.ahimoc.com.br/interna.php?nomeArquivo=estprojeto>
10. Plan Maestro para los Puertos de Payasandu y Salto, Administración Nacional de Puertos. Uruguay. CSI Ingenieros. Alateo 2009.
11. Estudio de navegabilidad del río Huallaga, en el tramo comprendido entre Yurimaguas y la Confluencia con el río Marañón (Consorcio Hidrovía Huallaga, MTC. 2009.

- 12.** “Perfil de proyecto: Mejoramiento y Mantenimiento de las condiciones de navegabilidad en los ríos Ucayali, Huallaga, Marañón y Amazonas. Volumen I”. (DGTA, MTC. Junio 2007).
- 13.** Zócimo Venegas Espinoza, “SOCAVACION AL PIE DE ESTRIBOS DE PUENTES EN LECHOS NO COHESIVOS”, TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA HIDRÁULICA. UNI. LIMA-PERU. 2011.
- 14.** Richardson E. V., and Davis S. R. / EVALUATION SCOUR AT BRIDGES / Hydraulic Engineering Circular N° 18, Departamento de Transportes de los Estados Unidos, Administración Federal de Carreteras, Washington, 2001.
- 15.** Expediente técnico de la construcción de la Marina Turística de Bellavista Nanay. GRIGobierno Regional de Loreto 2020.
<https://i-ric.org/en/download/>

Anexo 01. Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
GENERAL	GENERAL	HIPÓTESIS INVESTIGACIÓN.	INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN
¿En qué medida se podrá determinar y evaluar la dinámica fluvial del río Nanay y su incidencia en el diseño del entorno del embarcadero turístico y artesanal de Bellavista Nanay, mediante la aplicación de una simulación numérica, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto?	Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos del río Nanay mediante la aplicación de una simulación numérica para caracterizarlo y evaluar su incidencia en el entorno del diseño del embarcadero turístico de Bellavista Nanay, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.	Determinar que los parámetros hidráulicos del río Nanay permiten la navegabilidad y la eficiencia en la operatividad en el entorno de la marina Turística de Bellavista Nanay, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.	La determinación y evaluación de los parámetros de la hidráulica fluvial del río Nanay.	El tipo de investigación es descriptivo, de nivel explicativo.	El Universo está dado por los ríos Amazonas, Itaya, Nanay y Momón en la circunscripción periurbana de la ciudad de Iquitos metropolitana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS NULA	DEPENDIENTE	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	MUESTRA
¿Cómo influyen el tipo de cauce en el comportamiento hidrológico e hidráulico del río Nanay con fines portuarios y de navegabilidad en la zona de su desembocadura con el río Amazonas, en el distrito de Punchana provincia de Maynas, departamento de Loreto?	Determinar la clasificación del tipo de cauce del río Nanay utilizando el criterio de Rosgen.	Determinar que los parámetros hidráulicos del río Nanay no permiten la navegabilidad y la eficiencia en la operatividad de la marina Turística de Bellavista Nanay, en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.	Como influye en la navegabilidad y operatividad en el entorno del embarcadero de la marina turística de Bellavista Nanay.	El diseño de la investigación es de diseño no experimental y de corte transversal, a noviembre 2022.	La muestra está conformada por el río Nanay en su tramo de entrega comprendida en la comunidad de Ninarumi y su influencia con el río Amazonas, distrito de Punchana, departamento de Loreto.
¿Cómo influyen los caudales en el diseño de las estructuras hidráulicas de río Nanay con fines portuarios y de navegabilidad en la zona de su desembocadura con el río Amazonas, en el distrito de Punchana provincia de Maynas, departamento de Loreto?	Determinar los caudales del río Nanay para diferentes periodos de retorno con la utilización del HEC HMS, en la zona de su desembocadura con el río Amazonas, distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.				
¿Cuál es el nivel de incidencia de los tirantes de navegación que influyen en la determinación de la nave de diseño y navegabilidad en la zona de la desembocadura del río Nanay al Amazonas?	Establecer las diferentes variables que intervienen en el modelo hidráulico utilizando el HEC RAS y determinar los caudales ambientales, así como los tirantes de navegabilidad en la zona de desembocadura del río Nanay al río Amazonas, en el entorno de la construcción de la "Marina turística de bellavista Nanay", en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.				
¿En qué medida la utilización de los métodos numéricos de análisis y evaluación de la hidráulica fluvial permitirá diseñar un embarcadero con una operatividad eficiente durante los 365 días del año?	Determinar la socavación en la confluencia del río Nanay con el río Amazonas.				

Anexo 02. Instrumento de recolección de datos.

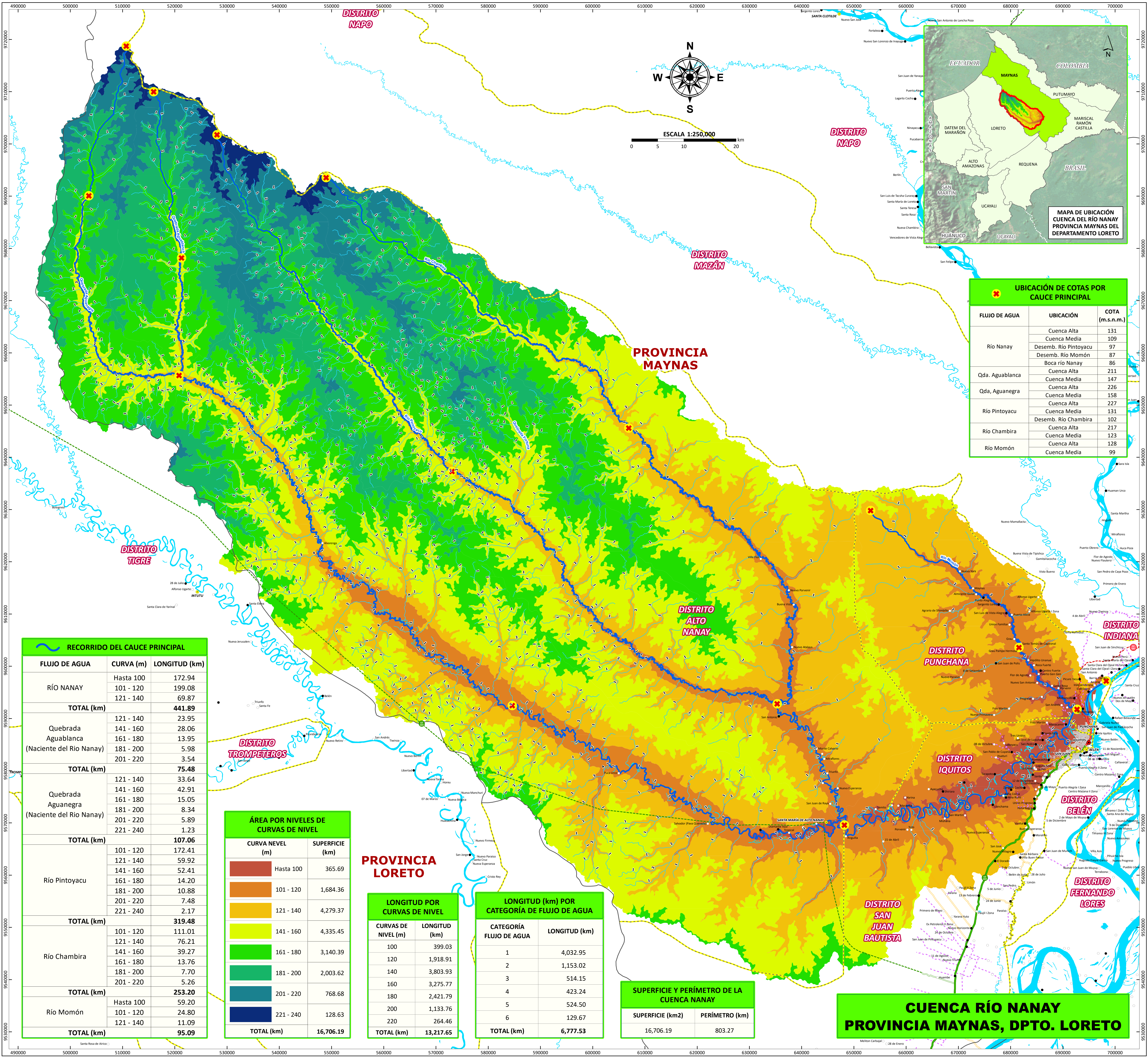
FORMATO 2.1. PARA RECOLECCIÓN DE NIVELES DE RÍO

FORMATO RECOLECCION DE NIVELES DIARIOS						
ESTACION						
CUENCA						
MES				AÑO		
DIA	HORAS			MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO
	06:00	12:00	18:00			
1						
2						
.						
.						
.						
.						
.						
31						
			MAXIMORUM MES			
			PROMEDIO MES			
			MINIMORUM MES			

FORMATO 2.2. PARA RECOLECCION DE AFOROS LIQUIDOS

[illegible]

Anexo 03. Mapas de cuenca y subcuencas del río Nanay



RECORRIDO DEL CAUCE PRINCIPAL		
FLUJO DE AGUA	CURVA (m)	LONGITUD (km)
RÍO NANAY	Hasta 100	172.94
	101 - 120	199.08
	121 - 140	69.87
TOTAL (km)		441.89
Quebrada Aguablanca (Naciente del Río Nanay)	121 - 140	23.95
	141 - 160	28.06
	161 - 180	13.95
	181 - 200	5.98
	201 - 220	3.54
TOTAL (km)		75.48
Quebrada Aguanegra (Naciente del Río Nanay)	121 - 140	33.64
	141 - 160	42.91
	161 - 180	15.05
	181 - 200	8.34
	201 - 220	5.89
TOTAL (km)		107.06
Río Pintoyacu	101 - 120	172.41
	121 - 140	59.92
	141 - 160	52.41
	161 - 180	14.20
	181 - 200	10.88
TOTAL (km)		319.48
Río Chambira	101 - 120	111.01
	121 - 140	76.21
	141 - 160	39.27
	161 - 180	13.76
	181 - 200	7.70
TOTAL (km)		253.20
Río Momón	Hasta 100	59.20
	101 - 120	24.80
	121 - 140	11.09
TOTAL (km)		95.09

ÁREA POR NIVELES DE CURVAS DE NIVEL	
CURVA NEVEL (m)	SUPERFICIE (km)
Hasta 100	365.69
101 - 120	1,684.36
121 - 140	4,279.37
141 - 160	4,335.45
161 - 180	3,140.39
181 - 200	2,003.62
201 - 220	768.68
221 - 240	128.63
TOTAL (km)	16,706.19

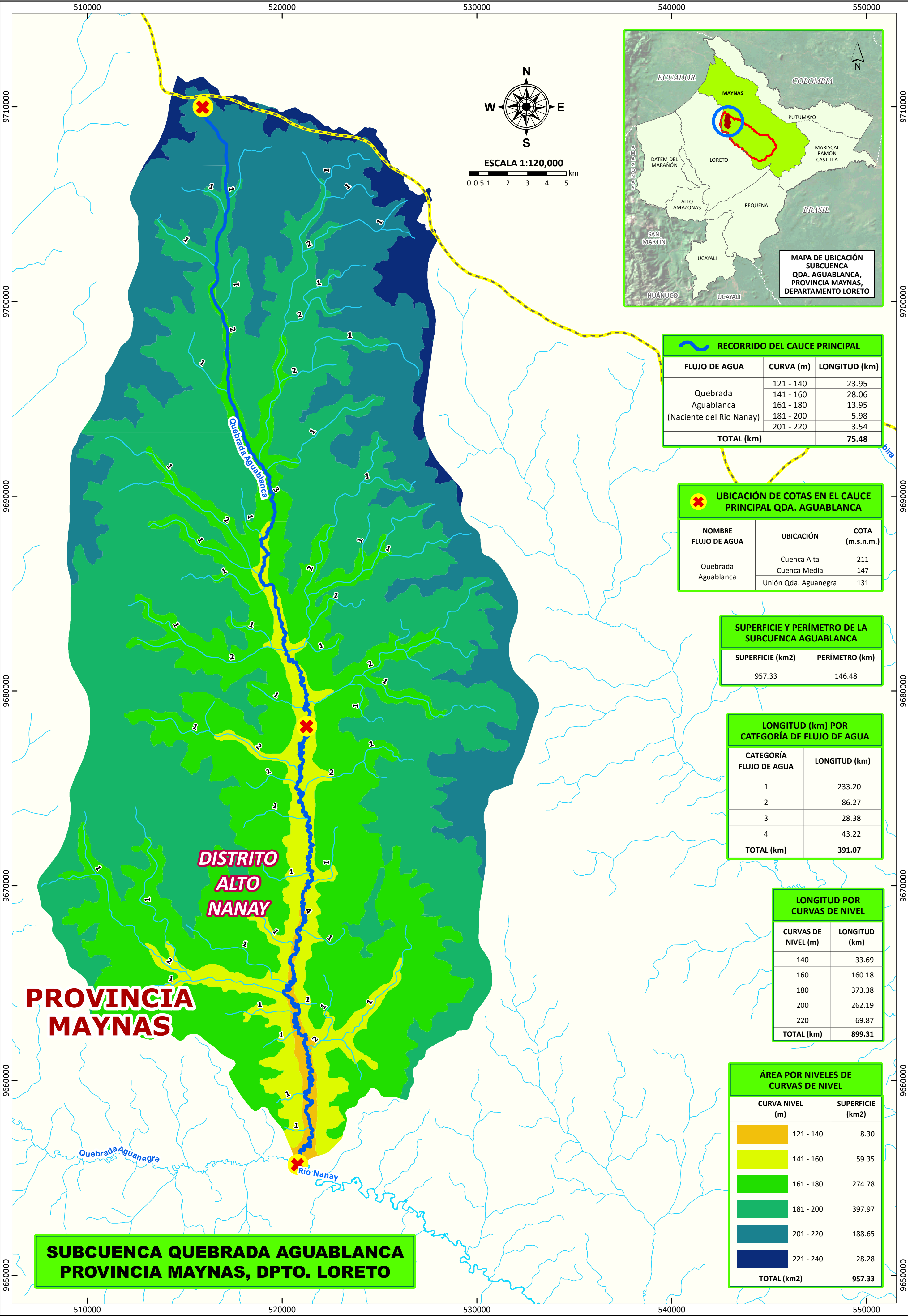
LONGITUD POR CURVAS DE NIVEL	
CURVAS DE NIVEL (m)	LONGITUD (km)
100	399.03
120	1,918.91
140	3,803.93
160	3,275.77
180	2,421.79
200	1,133.76
220	264.46
TOTAL (km)	13,217.65

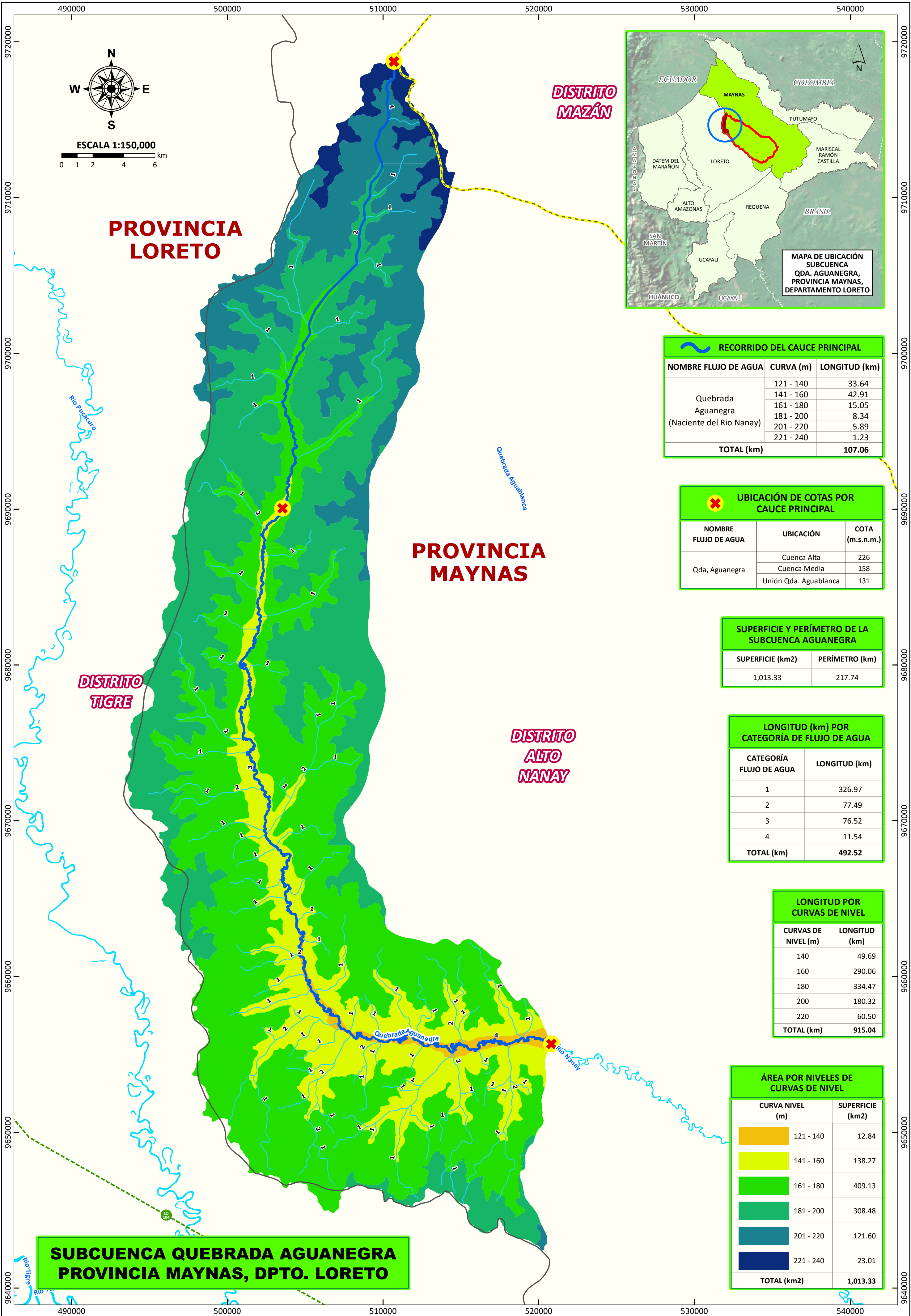
LONGITUD (km) POR CATEGORÍA DE FLUJO DE AGUA	
CATEGORÍA FLUJO DE AGUA	LONGITUD (km)
1	4,032.95
2	1,153.02
3	514.15
4	423.24
5	524.50
6	129.67
TOTAL (km)	6,777.53

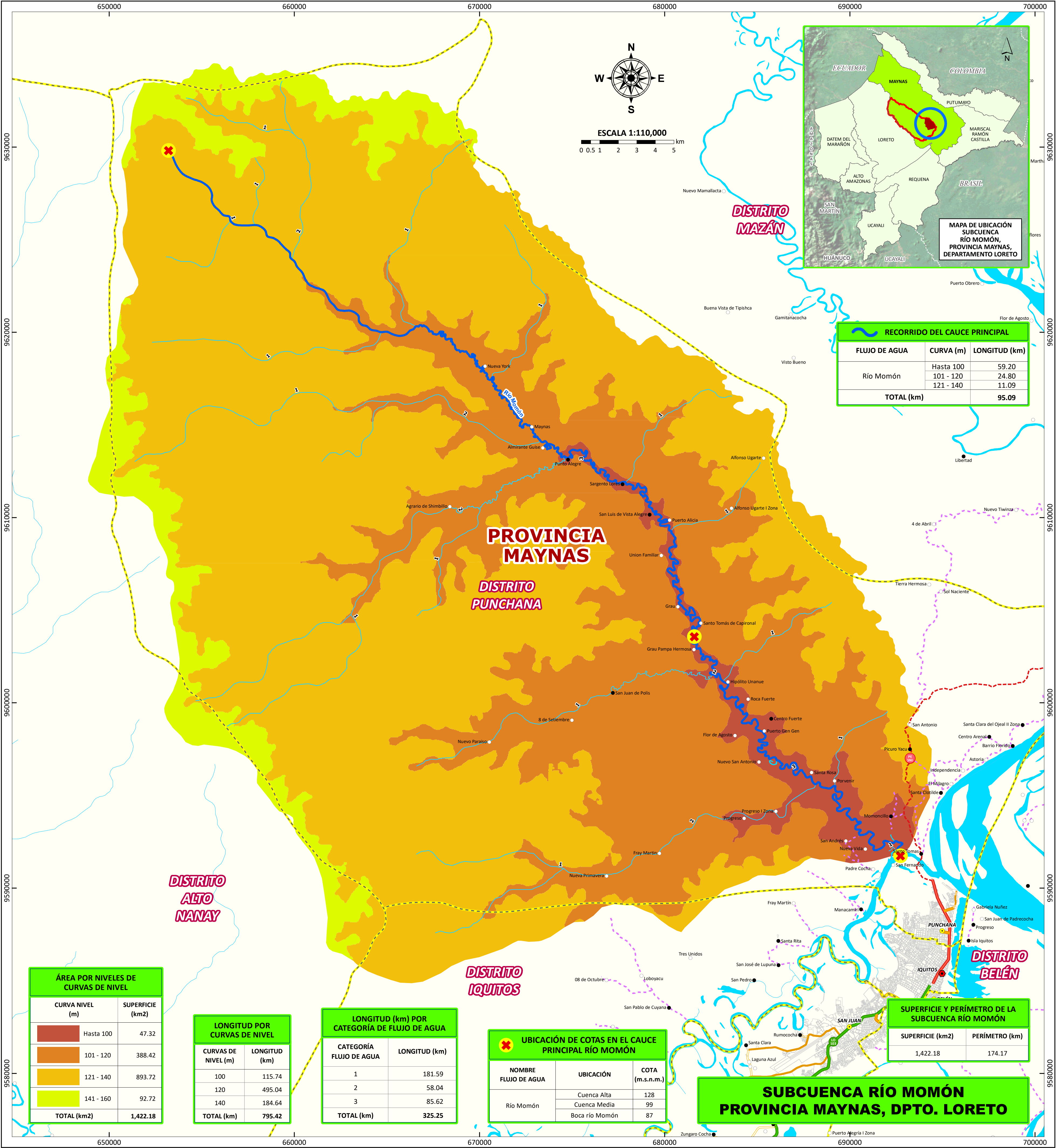
SUPERFICIE Y PERÍMETRO DE LA CUENCA NANAY	
SUPERFICIE (km2)	PERÍMETRO (km)
16,706.19	803.27

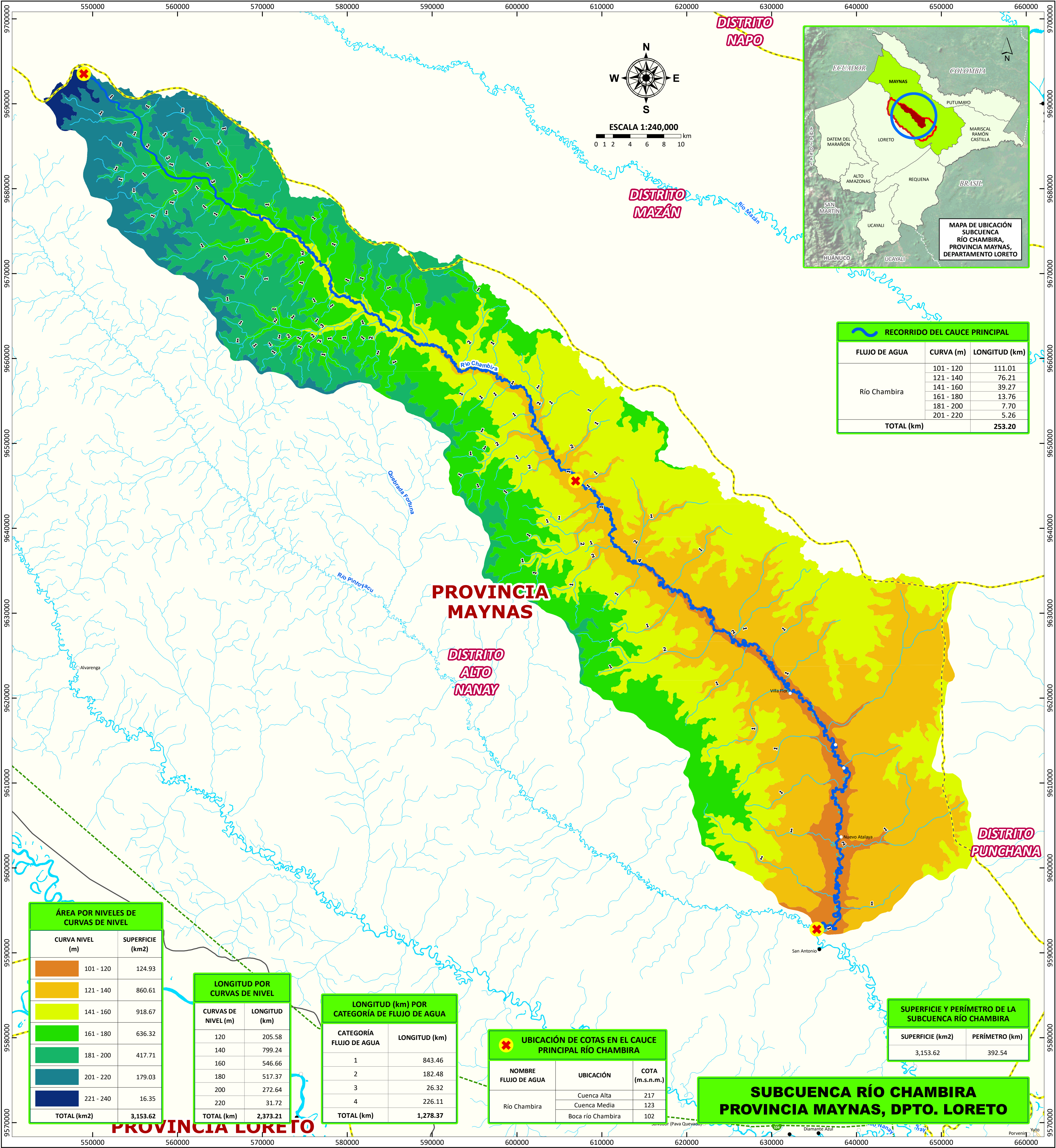
CUENCA RÍO NANAY
PROVINCIA MAYNAS, DPTO. LORETO

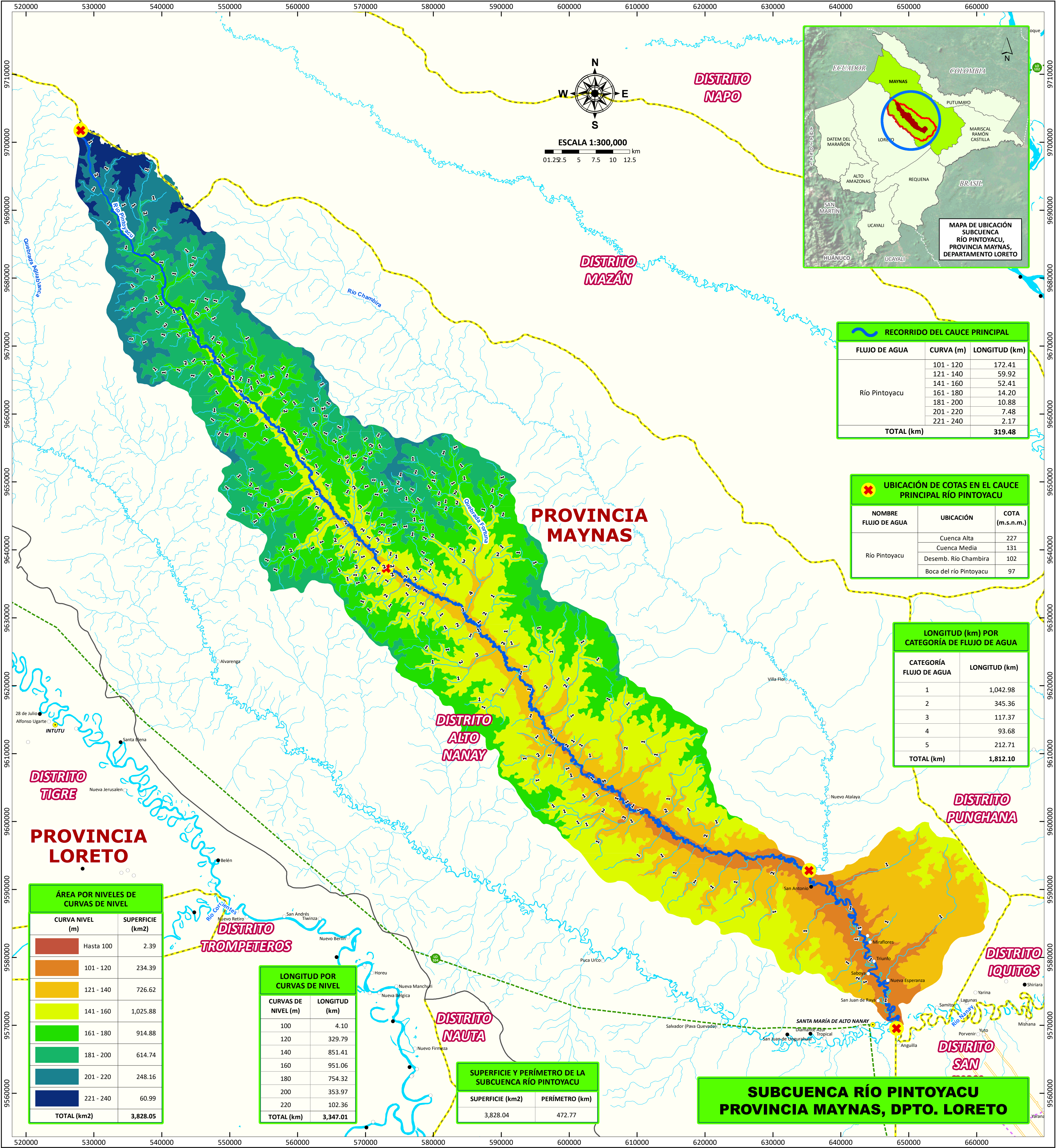
UBICACIÓN DE COTAS POR CAUCE PRINCIPAL		
FLUJO DE AGUA	UBICACIÓN	COTA (m.s.n.m.)
Río Nanay	Cuenca Alta	131
	Cuenca Media	109
	Desemb. Río Pintoyacu	97
	Desemb. Río Momón	87
Qda. Aguablanca	Boca río Nanay	86
	Cuenca Alta	211
	Cuenca Media	147
Qda. Aguanegra	Cuenca Alta	226
	Cuenca Media	158
Río Pintoyacu	Cuenca Alta	227
	Cuenca Media	131
Río Chambira	Desemb. Río Chámbira	102
	Cuenca Alta	217
Río Momón	Cuenca Media	123
	Cuenca Alta	128
	Cuenca Media	99











Anexo 04. Análisis de consistencia

Resultados del análisis de Consistencia-Estación Iquitos.

ESTACION PLUVIOMETRICA IQUITOS			
I. CONSISTENCIA EN LA MEDIA			
1.1. Calculo de la Media y la Desviacion Standard			
N1	1948-1969	263	
PROM		234.99	
DESVEST		127.45	
N2	1970-1991	264	
PROM		247.60	
DESVEST		122.13	
1.2. Prueba de las Medias			
1.2.1 Se asume las hipotesis:			
H _p :	μ ₁ = μ ₂		
H _a :	μ ₁ ≠ μ ₂		
α :	0.05		
1.2.2 Calculo de la Desviacion Standard ponderada:			
$S_p = \sqrt{\frac{(N_1 - 1) * S_1^2 + (N_2 - 1) * S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$			
Sp=	124.81		
1.2.3 Calculo de la Desviación Standard de la diferencia de los promedios			
$S_d = S_p * \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}$			
S _d =	10.87		
1.3. Prueba de T Student			
1.3.1 Calculo del T calculado			
$T_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$			
como :	μ ₁ - μ ₂ = 0		
T _c =	1.16		
1.3.2 Calculo del T tabular			
Con :	α =	0.05	
	GL=	525	
De tablas:	T _t =	1.96	
1.3.3 Criterio de Descision			
	T _c ≤ T _t (95%) ⇔	$\bar{X}_1 = \bar{X}_2$	No es necesario corregir la informacion
	T _c > T _t (95%) ⇔	$\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$	Es necesario corregir la informacion
Como:	1.16	≤	1.96
			No es necesario corregir la informacion
II CONSISTENCIA EN LA DESVIACION STANDARD			
2.1 Calculo de la Varianza de ambos periodos			
	S ₁ ² =	16,244.68	

	$S_2^2 =$	14,914.93				
2.2 Prueba de la Desviacion Standard						
2.2.1 Se asume las hipotesis:						
	$H_p :$	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$				
	$H_a :$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$				
	$\alpha :$	0.05				
2.2.2 Determinacion del F calculado						
	$S_1^2 > S_2^2$					
	$F_c =$	$\frac{S_1^2}{S_2^2}$				
	$F_c =$	1.09				
2.2.3 Determinar el valor de Ft en tablas						
	$\alpha :$	0.05				
	GLN : $N_1-1 =$	262				
	GLD: $N_2-1 =$	263				
	$F_t =$	0.92				
2.2.4 Criterios de Descision:						
Si :	$F_c \leq F_t (95\%) \Rightarrow$	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	No es necesario corregir la informacion			
	$F_c > F_t (95\%) \Rightarrow$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	Es necesario corregir la informacion			
Como:	1.09	>	0.922	Es necesario corregir la informacion		
Por tanto:						
A partir de las siguiente relacion se desarrolla las ecuaciones de correccion:						
	$X_{(t)}^1 = \left[\frac{X_t - \bar{X}_1}{S_1(x)} \right] * S_2(x) + \bar{X}_2$					
	$X_{(t)}^1 = \frac{S_2(x) * X_t}{S_1(x)} - \frac{S_2(x) * \bar{X}_1}{S_1(x)} + \bar{X}_2$					
La ecuacion para corregir los valores del primer periodo es:						
	$X_{(t)}^1 = \frac{122.13 * X_t}{127.13} - \frac{122.13 * 234.99}{127.13} + 247.60$					
La ecuacion para corregir los valores del segundo periodo es:						
	$X_{(t)}^1 = \frac{127.13 * X_t}{122.13} - \frac{127.13 * 247.60}{122.13} + 234.99$					

ESTACION PLUVIOMETRICA IQUITOS - PRECIPITACION 24 HORAS			
I. CONSISTENCIA EN LA MEDIA			
1.1. Calculo de la Media y la Desviacion Standard			
N1	1964-1977	167	
PROM		67.73	
DESVEST		35.51	
N2	1978-1990	156	
PROM		60.91	
DESVEST		35.20	
1.2. Prueba de las Medias			
1.2.1 Se asume las hipotesis:			
$H_p :$	$\mu_1 = \mu_2$		
$H_a :$	$\mu_1 \neq \mu_2$		
$\alpha :$	0.05		
1.2.2 Calculo de la Desviacion Standard ponderada:			
$S_p = \sqrt{\frac{(N_1 - 1) * S_1^2 + (N_2 - 1) * S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$			
Sp=	35.36		
1.2.3 Calculo de la Desviación Standard de la diferencia de los promedios			
$S_d = S_p * \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}$			
Sd=	3.94		
1.3. Prueba de T Student			
1.3.1 Calculo del T calculado			
$T_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$			
como : $\mu_1 - \mu_2 = 0$			
T _c =	1.73		
1.3.2 Calculo del T tabular			
Con :	$\alpha =$	0.05	
	GL=	321	
De tablas:	T _t =	1.96	
1.3.3 Criterio de Descision			
$ T_c \leq T_t (95\%) \Rightarrow \bar{X}_1 = \bar{X}_2$			
No es necesario corregir la informacion			

		$ T_c > T_t(95\%) \Rightarrow$	$\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$	Es necesario corregir la informacion	
Como:	1.73	$\leq$	1.96	No es necesario corregir la informacion	
II CONSISTENCIA EN LA DESVIACION STANDARD					
2.1 Calculo de la Varianza de ambos periodos					
	$S_1^2 =$	1,260.66			
	$S_2^2 =$	1,239.35			
2.2 Prueba de la Desviacion Standard					
2.2.1 Se asume las hipotesis:					
	$H_p :$	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$			
	$H_a :$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$			
	$\alpha :$	0.05			
2.2.2 Determinacion del F calculado			Interpolacion		
	$S_1^2 > S_2^2$		Numerador		
			60	80	120
	$F_c = \frac{S_1^2}{S_2^2}$		1.53	1.470	1.47
			1.490	1.390	1.390
			1.47	1.350	1.35
	$F_c =$	1.02			
2.2.3 Determinar el valor de Ft en tablas			Interpolacion		
	$\alpha : 0.05$		Numerador		
			60	80	120
	GLN : $N_1 - 1 =$	166			
	GLD : $N_2 - 1 =$	155	1.53	1.470	1.47
			1.490	1.390	1.390
			1.47	1.350	1.35
	$F_t =$	1.23			
2.2.4 Criterios de Descision:					
Si :	$F_c \leq F_t(95\%) \Rightarrow$	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	No es necesario corregir la informacion		
	$F_c > F_t(95\%) \Rightarrow$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	Es necesario corregir la informacion		
Como:	1.02	$>$	1.234	No es necesario corregir la informacion	

ESTACION CLIMATOLOGICA SAN ROQUE			
PARAMETRO :		PRECIPITACION MEDIA	
I. CONSISTENCIA EN LA MEDIA			
1.1. Calculo de la Media y la Desviacion Standard			
N1	1984-1997	166	
PROM		238.42	
DESVEST		109.94	
N2	1998-2011	168	
PROM		225.75	
DESVEST		100.83	
1.2. Prueba de las Medias			
1.2.1 Se asume las hipotesis:			
	H _p :	μ ₁ = μ ₂	
	H _a :	μ ₁ ≠ μ ₂	
	α :	0.05	
1.2.2 Calculo de la Desviacion Standard ponderada:			
$S_p = \sqrt{\frac{(N_1 - 1) * S_1^2 + (N_2 - 1) * S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$			
Sp=	105.46		
1.2.3 Calculo de la Desviación Standard de la diferencia de los promedios			
$S_d = S_p * \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}$			
S _d =	11.54		
1.3. Prueba de T Student			
1.3.1 Calculo del T calculado			
$T_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$			
como :	μ ₁ - μ ₂ =	0	
T _c =	1.10		
1.3.2 Calculo del T tabular			
Con :	α =	0.05	
	GL=	332	
De tablas:	T _t =	1.96	

1.3.3 Criterio de Descision			
	$ T_c \leq T_t (95\%) \Rightarrow$	$\bar{X}_1 = \bar{X}_2$	No es necesario corregir la informacion
	$ T_c > T_t (95\%) \Rightarrow$	$\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$	Es necesario corregir la informacion
Como:	1.10	$\leq$	1.96
			No es necesario corregir la informacion
II CONSISTENCIA EN LA DESVIACION STANDARD			
2.1 Calculo de la Varianza de ambos periodos			
	$S_1^2 =$	12,087.06	
	$S_2^2 =$	10,167.22	
2.2 Prueba de la Desviacion Standard			
2.2.1 Se asume las hipotesis:			
	$H_p :$	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	
	$H_a :$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	
	$\alpha :$	0.05	
2.2.2 Determinacion del F calculado			
	$S_1^2 > S_2^2$		
	$F_c =$	$\frac{S_1^2}{S_2^2}$	
	$F_c =$	1.19	
2.2.3 Determinar el valor de Ft en tablas			
	$\alpha : 0.05$		
	GLN : $N_1 - 1 =$	165	
	GLD : $N_2 - 1 =$	167	
	$F_t =$	1.21	
2.2.4 Criterios de Descision:			
Si :	$F_c \leq F_t (95\%) \Rightarrow$	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	No es necesario corregir la informacion
	$F_c > F_t (95\%) \Rightarrow$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	Es necesario corregir la informacion
Como:	1.19	$\leq$	1.211
			No es necesario corregir la informacion

ESTACION CLIMATOLOGICA SAN ROQUE			
ANALISIS DE CONSISTENCIA DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA SAN ROQUE-PMAX 24 HORAS			
I. CONSISTENCIA EN LA MEDIA			
1.1. Calculo de la Media y la Desviacion Standard			
N1	1984-1997	166	
PROM		64.18	
DESVEST		29.39	
N2	1998-2011	168	
PROM		58.06	
DESVEST		28.50	
1.2. Prueba de las Medias			
1.2.1 Se asume las hipotesis:			
	H _p :	μ ₁ = μ ₂	
	H _a :	μ ₁ ≠ μ ₂	
	α :	0.05	
1.2.2 Calculo de la Desviacion Standard ponderada:			
$S_p = \sqrt{\frac{(N_1 - 1) * S_1^2 + (N_2 - 1) * S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$			
Sp=	28.94		
1.2.3 Calculo de la Desviación Standard de la diferencia de los promedios			
$S_d = S_p * \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}$			
S _d =	3.17		
1.3. Prueba de T Student			
1.3.1 Calculo del T calculado			
$T_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$			
como : μ ₁ - μ ₂ = 0			
T _c =	1.93		
1.3.2 Calculo del T tabular			
Con :	α =	0.05	
	GL=	332	
De tablas:	T _t =	1.96	
1.3.3 Criterio de Descision			
$ T_c \leq T_t (95\%) \Rightarrow \bar{X}_1 = \bar{X}_2$ No es necesario corregir la informacion			

ANALISIS DE CONSISTENCIA

(SANTA MARIA DE NANAY - RÍO NANAY)

I. CONSISTENCIA EN LA MEDIA

i) Cálculo de los Estadísticos

Muestra N° 1	(Años 63/64 al 74/75)
N1 = 144	
X1 = 239.96	
S1 = 104.97	

Muestra N° 2	(Años 83/84 al 90/91)
N2 = 96	
X2 = 262.82	
S2 = 75.44	

ii) Prueba de las Medias

$$S_p = \sqrt{\frac{(144 - 1) * 104.97 + (96 - 1) * 75.44}{144 + 96 - 2}}$$

$$S_p = \sqrt{93.180}$$

$$S_p = 9.653$$

$$S_d = S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

$$S_d = 9.653 * \sqrt{\frac{1}{144} + \frac{1}{96}}$$

$$S_d = 1.272$$

$$T_c = \frac{(239.96 - 262.82) - (\mu_1 - \mu_2)}{1.27}$$

$$T_c = -18$$

iii) Cálculo de T_t :

$$\text{Con } \alpha = 0.05$$

$$\text{GLN} = 144 + 96 - 2$$

$$\text{GLN} = 238$$

$$T_t = 1.96$$

$$\text{Como: } |T_c| = 18 > T_t = 1.96$$

Se corrige la información original.

II. CONSISTENCIA EN LA DESVIACION STANDARD

a) Cálculo de la Varianza

$$S_1^2 = 11,018.701$$

$$S_2^2 = 5691.194$$

b) Estadístico F

1. Si establecemos las hipótesis

$$H_p : \sigma_{21} = \sigma_{22}$$

$$H_a : \sigma_{22} = \sigma_{22}$$

$$\alpha : 0.05$$

2. Cálculo de F

Como $S_2^2 > S_1^2$

$$F_c = \frac{11,018.701}{5691.194} = 1.936$$

3. Hallar el F tabular en las tablas con:

$$\alpha = 0.05$$

$$GLN = 144 - 1 = 143$$

$$GLD = 96 - 1 = 95$$

De las tablas tenemos que:

$$F_t = 1.31$$

Como $F_c > F_t$ La información necesita ser corregida.

CORRECCION DE LOS DATOS ORIGINALES

1. La Ecuación de Corrección para el 2° Período resulta: 83/84 al 90/91.

Muestra N°1			(Años 63/64 al 74/75)	
N1	=	144		
X1	=	239.96		
S1	=	104.97		
Muestra N° 2			(Años 83/84 al 90/91)	
N2	=	96		
X2	=	262.82		
S2	=	75.44		

$$X_{(t)}^1 = \left[\frac{X_t - 262.82}{75.44} \right] * 104.97 + 239.96$$

La ecuación de corrección es:

$$X_t^1 = 1.391 X_t - 125.737$$

Anexo 05. Análisis de tendencias de información pluviométrica

Análisis de tendencias de la información pluviométrica de la estación Iquitos

		Historico		Corregido Consistente			
			ti (x)	Ti(Y)	ti *Ti		
1948	ENE						
	FEB	99	1	117.0	117.0		
	MAR	241	2	253.4	506.7		
	ABR	151	3	166.9	500.7		
	MAY	107	4	124.6	498.6		
	JUN	83	5	101.6	507.9		
	JUL	315	6	324.5	1946.8		
	AGO	31.5	7	52.1	364.8		
	SET	152	8	167.9	1343.0		
	OCT	392	9	398.4	3585.9		
	NOV	255.2	10	267.0	2670.2		
	DIC	244	11	256.3	2818.8		
1949	ENE	57.8	12	77.4	928.5		
	FEB	719	13	712.6	9263.5		
	MAR	1068.6	14	1048.4	14677.9		
	ABR	559.4	15	559.3	8388.8		
	MAY	628.9	16	626.0	10016.3		
	JUN	832.5	17	821.6	13967.4		
	JUL	178.6	18	193.4	3481.7		
	AGO	655.9	19	652.0	12387.2		
	SET	284.0	20	294.7	5893.6		
	OCT	292.7	21	303.0	6363.8		
	NOV	178.0	22	192.9	4242.7		
	DIC	98.2	23	116.2	2672.4		
1950	ENE	115.8	24	133.1	3194.3		
	FEB	364.2	25	371.7	9293.2		
	MAR	263.8	26	275.3	7157.2		
	ABR	174.9	27	189.9	5126.6		
	MAY	216.5	28	229.8	6435.4		
	JUN	173.7	29	188.7	5472.9		
	JUL	229.1	30	241.9	7258.2		
	AGO	33.6	31	54.1	1678.0		
	SET	123.7	32	140.7	4502.0		
	OCT	260.4	33	272.0	8976.4		
	NOV	197.9	34	212.0	7206.9		
	DIC	111.0	35	128.5	4497.0		
1951	ENE	300.3	36	310.3	11172.3		
	FEB	506.6	37	508.5	18815.5		
	MAR	332.6	38	341.4	12972.1		
	ABR	319.0	39	328.3	12803.9		
	MAY	284.9	40	295.5	11821.9		
	JUN	108.9	41	126.5	5185.2		
	JUL	88.3	42	106.7	4480.5		
	AGO	192.3	43	206.6	8883.3		
	SET	157.8	44	173.4	7631.6		
	OCT	186.9	45	201.4	9063.1		
	NOV	169.1	46	184.3	8477.9		
	DIC	230.1	47	242.9	11416.4		
1952	ENE	289.5	48	300.0	14398.4		
	FEB	191.4	49	205.7	10080.5		
	MAR	308.2	50	317.9	15896.5		
	ABR	190.5	51	204.9	10447.8		
	MAY	237.2	52	249.7	12985.6		
	JUN	223.9	53	236.9	12558.1		
	JUL	193.8	54	208.0	11233.6		
	AGO	192.7	55	207.0	11383.5		
	SET	59.0	56	78.5	4397.8		
	OCT	195.8	57	210.0	11967.2		
	NOV	149.1	58	165.1	9575.1		
	DIC	230.7	59	243.5	14365.2		
1953	ENE	329.0	60	337.9	20274.8		

	FEB	251.9	61	263.8	16094.5
	MAR	337.8	62	346.4	21474.7
	ABR	276.0	63	287.0	18080.8
	MAY	179.2	64	194.0	12415.3
	JUN	181.2	65	195.9	12735.2
	JUL	130.7	66	147.4	9729.2
	AGO	168.9	67	184.1	12335.3
	SET	198.9	68	212.9	14479.2
	OCT	223.0	69	236.1	16289.6
	NOV	237.1	70	249.6	17473.9
	DIC	271.9	71	283.1	20097.1
1954	ENE	317.6	72	327.0	23541.2
	FEB	176.7	73	191.6	13987.0
	MAR	504.1	74	506.1	37453.3
	ABR	197.7	75	211.8	15883.2
	MAY	187.5	76	202.0	15350.3
	JUN	110.3	77	127.8	9841.7
	JUL	86.4	78	104.9	8173.6
	AGO	79.5	79	98.2	7759.8
	SET	167.0	80	182.3	14582.7
	OCT	238.0	81	250.5	20289.8
	NOV	296.6	82	306.8	25155.5
	DIC	158.9	83	174.5	14483.7
1955	ENE	22.8	84	43.8	3675.5
	FEB	489.4	85	492.0	41820.3
	MAR	361.2	86	368.8	31720.8
	ABR	348.5	87	356.6	31023.2
	MAY	201.5	88	215.4	18957.6
	JUN	150.7	89	166.6	14829.6
	JUL	104.2	90	122.0	10975.9
	AGO	265.6	91	277.0	25207.6
	SET	265.6	92	277.0	25484.6
	OCT	110.9	93	128.4	11940.3
	NOV	367.1	94	374.5	35204.3
	DIC	187.3	95	201.8	19169.6
1956	ENE	302.9	96	312.8	30032.6
	FEB	361.9	97	369.5	35843.3
	MAR	464.7	98	468.3	45891.0
	ABR	288.7	99	299.2	29620.6
	MAY	265.3	100	276.7	27671.8
	JUN	210.9	101	224.5	22670.2
	JUL	170.3	102	185.5	18915.3
	AGO	172.8	103	187.9	19349.2
	SET	156.5	104	172.2	17903.5
	OCT	309.0	105	318.7	33463.4
	NOV	224.3	106	237.3	25157.0
	DIC	206.0	107	219.8	23513.3
1957	ENE	303.7	108	313.6	33869.6
	FEB	371.0	109	378.3	41230.4
	MAR	265.0	110	276.4	30407.3
	ABR	253.8	111	265.7	29489.4
	MAY	245.8	112	258.0	28894.3
	JUN	149.4	113	165.4	18687.5
	JUL	103.2	114	121.0	13793.2
	AGO	131.3	115	148.0	17013.6
	SET	51.4	116	71.2	8262.7
	OCT	194.9	117	209.1	24463.1
	NOV	343.8	118	352.1	41551.4
	DIC	204.0	119	217.8	25921.6
1958	ENE	252.7	120	264.6	31753.6
	FEB	237.3	121	249.8	30223.1
	MAR	265.1	122	276.5	33735.1
	ABR	263.9	123	275.4	33870.9
	MAY	548.4	124	548.7	68035.8
	JUN	143.6	125	159.8	19975.5
	JUL	194.6	126	208.8	26303.6

	AGO	85.2	127	103.7	13170.1	
	SET	223.3	128	236.4	30255.3	
	OCT	130.0	129	146.7	18929.4	
	NOV	192.5	130	206.8	26881.5	
	DIC	167.6	131	182.9	23954.7	
1959	ENE	123.0	132	140.0	18481.9	
	FEB	198.0	133	212.1	28204.6	
	MAR	351.8	134	359.8	48215.3	
	ABR	388.4	135	395.0	53321.8	
	MAY	247.8	136	259.9	35347.2	
	JUN	117.3	137	134.5	18431.8	
	JUL	256.6	138	268.4	37033.7	
	AGO	123.6	139	140.6	19542.1	
	SET	223.0	140	236.1	33051.4	
	OCT	255.0	141	266.8	37622.0	
	NOV	111.9	142	129.4	18367.9	
	DIC	287.9	143	298.4	42675.4	
1960	ENE	312.0	144	321.6	46307.7	
	FEB	267.0	145	278.4	40360.9	
	MAR	197.8	146	211.9	30933.4	
	ABR	324.5	147	333.6	49037.7	
	MAY	182.5	148	197.2	29181.8	
	JUN	116.8	149	134.1	19974.7	
	JUL	166.7	150	182.0	27299.4	
	AGO	164.5	151	179.9	27162.2	
	SET	311.0	152	320.6	48734.3	
	OCT	133.5	153	150.1	22965.5	
	NOV	219.0	154	232.2	35764.8	
	DIC	111.0	155	128.5	19915.4	
1961	ENE	339.7	156	348.2	54317.9	
	FEB	223.0	157	236.1	37064.8	
	MAR	407.0	158	412.8	65229.5	
	ABR	289.0	159	299.5	47618.2	
	MAY	320.0	160	329.3	52682.7	
	JUN	187.4	161	201.9	32503.0	
	JUL	24.5	162	45.4	7352.9	
	AGO	156.0	163	171.7	27989.8	
	SET	336.4	164	345.0	56583.5	
	OCT	274.1	165	285.2	47053.3	
	NOV	195.0	166	209.2	34724.3	
	DIC	438.6	167	443.2	74014.7	
1962	ENE	188.6	168	203.0	34109.8	
	FEB	277.1	169	288.1	48681.1	
	MAR	90.0	170	108.3	18413.1	
	ABR	372.0	171	379.2	64846.9	
	MAY	328.2	172	337.1	57988.8	
	JUN	181.2	173	195.9	33895.1	
	JUL	126.0	174	142.9	24864.0	
	AGO	88.3	175	106.7	18668.9	
	SET	206.7	176	220.4	38794.4	
	OCT	278.9	177	289.8	51291.6	
	NOV	620.3	178	617.8	109960.5	
	DIC	378.2	179	385.2	68946.8	
1963	ENE	360.6	180	368.3	66288.6	
	FEB	226.8	181	239.7	43391.5	
	MAR	399.6	182	405.7	73843.9	
	ABR	213.1	183	226.6	41462.5	
	MAY	205.4	184	219.2	40328.0	
	JUN	60.6	185	80.1	14812.7	
	JUL	155.1	186	170.9	31778.5	
	AGO	101.8	187	119.6	22374.2	
	SET	118.7	188	135.9	25546.1	
	OCT	119.0	189	136.2	25736.5	
	NOV	238.9	190	251.4	47757.7	
	DIC	307.6	191	317.4	60614.7	
1964	ENE	137.8	192	154.2	29612.6	

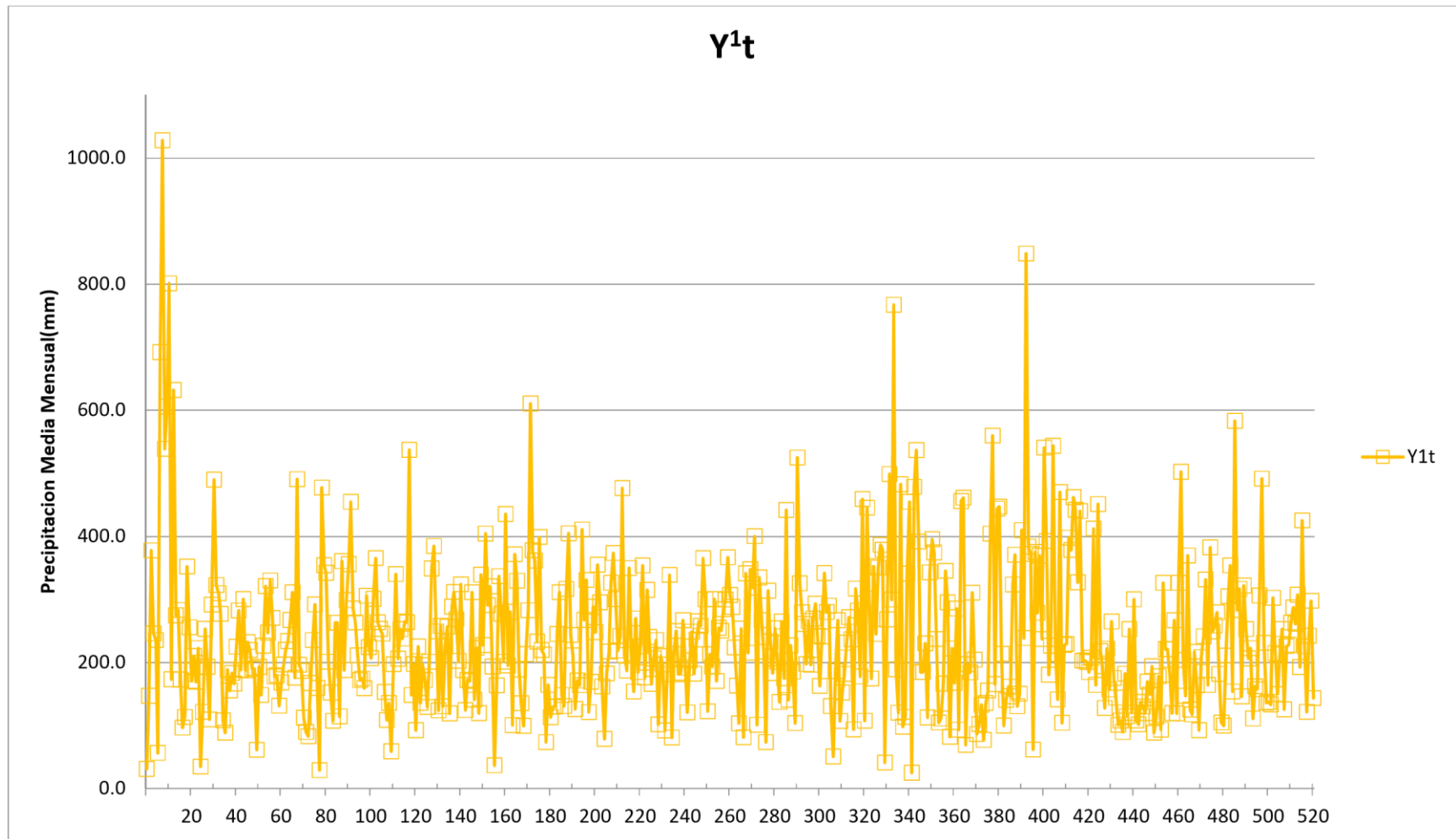
	FEB	119.8	193	136.9	26429.5	
	MAR	312.7	194	322.3	62517.2	
	ABR	404.3	195	410.3	79599.0	
	MAY	236.4	196	249.0	48795.1	
	JUN	202.8	197	216.7	42685.2	
	JUL	114.3	198	131.7	26068.0	
	AGO	161.0	199	176.5	35127.5	
	SET	153.5	200	169.3	33863.0	
	OCT	410.2	201	415.9	83599.7	
	NOV	260.9	202	272.5	55043.2	
	DIC	326.7	203	335.7	68147.7	
1965	ENE	108.6	204	126.2	25740.9	
	FEB	158.3	205	173.9	35654.9	
	MAR	282.6	206	293.3	60427.5	
	ABR	240.2	207	252.6	52289.3	
	MAY	351.4	208	359.4	74761.8	
	JUN	289.3	209	299.8	62652.8	
	JUL	150.6	210	166.5	34571.1	
	AGO	64.0	211	83.3	17583.7	
	SET	171.8	212	186.9	39621.8	
	OCT	207.7	213	221.4	47154.6	
	NOV	321.1	214	330.3	70689.2	
	DIC	370.4	215	377.7	81202.1	
1966	ENE	294.2	216	304.5	65768.0	
	FEB	209.0	217	222.6	48311.2	
	MAR	233.0	218	245.7	53560.0	
	ABR	477.0	219	480.1	105140.1	
	MAY	201.5	220	215.4	47394.0	
	JUN	175.6	221	190.5	42110.6	
	JUL	344.9	222	353.2	78407.6	
	AGO	204.0	223	217.8	48575.8	
	SET	141.0	224	157.3	35236.7	
	OCT	261.4	225	273.0	61418.5	
	NOV	172.6	226	187.7	42412.0	
	DIC	215.2	227	228.6	51889.6	
1967	ENE	348.5	228	356.6	81315.2	
	FEB	163.4	229	178.8	40551.1	
	MAR	308.0	230	317.7	73079.9	
	ABR	230.4	231	243.2	56177.0	
	MAY	153.0	232	168.8	39169.6	
	JUN	194.9	233	209.1	48717.2	
	JUL	225.1	234	238.1	55715.2	
	AGO	85.6	235	104.1	24460.1	
	SET	198.5	236	212.5	50160.7	
	OCT	184.4	237	199.0	47162.9	
	NOV	75.4	238	94.3	22440.2	
	DIC	168.0	239	183.2	43795.5	
1968	ENE	332.0	240	340.8	81790.7	
	FEB	63.3	241	82.7	19921.7	
	MAR	201.1	242	215.0	52040.4	
	ABR	239.5	243	251.9	61219.6	
	MAY	167.9	244	183.1	44688.3	
	JUN	169.8	245	185.0	45318.6	
	JUL	256.9	246	268.6	66087.5	
	AGO	178.0	247	192.9	47634.3	
	SET	104.6	248	122.3	30339.9	
	OCT	190.6	249	205.0	51034.0	
	NOV	237.6	250	250.1	62526.8	
	DIC	168.0	251	183.2	45994.4	
1969	ENE	224.2	252	237.2	59783.1	
	FEB	254.5	253	266.3	67384.7	
	MAR	246.9	254	259.0	65796.6	
	ABR	358.5	255	366.3	93394.4	
	MAY	290.5	256	300.9	77037.3	
	JUN	105.1	257	122.8	31564.4	
	JUL	199.2	258	213.2	55010.1	

	AGO	179.2	259	194.0	50247.1	
	SET	290.6	260	301.0	78265.9	
	OCT	154.8	261	170.6	44517.2	
	NOV	242.8	262	255.1	66836.9	
	DIC	238.1	263	250.6	65904.6	
1970	ENE	294.9	264	284.2	75035.8	
	FEB	309.7	265	299.6	79402.6	
	MAR	374	266	366.6	97506.2	
	ABRL	316.6	267	306.8	81919.6	
	MAY	298.2	268	287.7	77093.3	
	JUN	236.4	269	223.3	60076.2	
	JUL	178.1	270	162.6	43914.1	
	AGO	120.6	271	102.8	27856.3	
	SET	265	272	253.1	68843.8	
	OCT	99.3	273	80.6	22008.9	
	NOV	348.8	274	340.3	93251.3	
	DIC	228	275	214.6	59011.6	
1971	ENE	355	276	346.8	95713.2	
	FEB	326.4	277	317.0	87813.5	
	MAR	405.3	278	399.1	110962.7	
	ABRL	117.7	279	99.8	27836.4	
	MAY	342.3	280	333.6	93398.8	
	JUN	277.1	281	265.7	74661.1	
	JUL	229	282	215.6	60807.2	
	AGO	90.9	283	71.9	20340.5	
	SET	321.7	284	312.1	88643.1	
	OCT	244	285	231.2	65904.1	
	NOV	195.9	286	181.2	51815.6	
	DIC	264	287	252.1	72341.6	
1972	ENE	213.2	288	199.2	57364.3	
	FEB	151.9	289	135.4	39122.5	
	MAR	274.5	290	263.0	76267.5	
	ABRL	187.6	291	172.5	50207.3	
	MAY	444.2	292	439.6	128374.5	
	JUN	154.5	293	138.1	40457.0	
	JUL	237.4	294	224.4	65965.5	
	AGO	197.6	295	182.9	53968.2	
	SET	119.2	296	101.3	29994.7	
	OCT	523.5	297	522.2	155089.0	
	NOV	332.1	298	322.9	96238.9	
	DIC	287.7	299	276.7	82742.8	
1973	ENE	269.6	300	257.9	77367.2	
	FEB	208.7	301	194.5	58543.7	
	MAR	274.3	302	262.8	79360.5	
	ABRL	207.4	303	193.1	58522.7	
	MAY	277.4	304	266.0	80867.0	
	JUN	300.2	305	289.7	88371.8	
	JUL	251.5	306	239.0	73149.2	
	AGO	174.8	307	159.2	48877.3	
	SET	250.1	308	237.6	73178.4	
	OCT	346.7	309	338.1	104487.5	
	NOV	287.2	310	276.2	85625.5	
	DIC	296.7	311	286.1	88977.1	
1974	ENE	143.9	312	127.0	39637.9	
	FEB	67.1	313	47.1	14742.4	
	MAR	196.8	314	182.1	57182.6	
	ABRL	274.4	315	262.9	82809.5	
	MAY	120.5	316	102.7	32448.9	
	JUN	164.2	317	148.2	46971.7	
	JUL	192.4	318	177.5	56454.6	
	AGO	239.8	319	226.9	72371.7	
	SET	278.5	320	267.2	85489.6	
	OCT	244.8	321	232.1	74496.2	
	NOV	107.3	322	88.9	28640.7	
	DIC	321.9	323	312.3	100883.2	
1975	ENE	288.2	324	277.3	89829.7	

	FEB	188	325	172.9	56208.7	
	MAR	458	326	454.0	148005.2	
	ABRL	120.1	327	102.3	33442.3	
	MAY	444.7	328	440.2	144372.2	
	JUN	306	329	295.8	97311.9	
	JUL	184.5	330	169.3	55871.2	
	AGO	355.3	331	347.1	114889.8	
	SET	252	332	239.6	79537.3	
	OCT	353	333	344.7	114786.8	
	NOV	387.8	334	380.9	127230.5	
	DIC	380.3	335	373.1	124996.1	
1976	ENE	55.8	336	35.3	11873.5	
	FEB	273.6	337	262.1	88312.3	
	MAR	495.3	338	492.8	166576.8	
	ABRL	304	339	293.7	99564.0	
	MAY	753.1	340	761.2	258803.0	
	JUN	197.5	341	182.8	62348.1	
	JUL	131.4	342	114.0	38999.2	
	AGO	479.1	343	476.0	163256.9	
	SET	110	344	91.8	31564.3	
	OCT	124.5	345	106.9	36863.3	
	NOV	342.7	346	334.0	115558.3	
	DIC	452	347	447.8	155372.1	
1977	ENE	39.4	348	18.3	6356.7	
	FEB	475.1	349	471.8	164659.5	
	MAR	530.7	350	529.7	185388.0	
	ABRL	391.3	351	384.6	134985.1	
	MAY	192.4	352	177.5	62490.6	
	JUN	192.7	353	177.8	62778.4	
	JUL	235.9	354	222.8	78875.1	
	AGO	123.1	355	105.4	37414.5	
	SET	344	356	335.3	119379.8	
	OCT	394.4	357	387.8	138444.6	
	NOV	374.3	358	366.9	131342.0	
	DIC	242.1	359	229.3	82306.1	
1978	ENE	115	360	97.0	34906.1	
	FEB	121.1	361	103.3	37295.3	
	MAR	174.2	362	158.6	57407.8	
	ABRL	345.7	363	337.1	122369.6	
	MAY	297.6	364	287.0	104481.5	
	JUN	92.7	365	73.7	26918.2	
	JUL	227.3	366	213.9	78272.4	
	AGO	174.9	367	159.3	58468.1	
	SET	288.1	368	277.1	101990.5	
	OCT	103.4	369	84.9	31323.1	
	NOV	451.4	370	447.1	165439.4	
	DIC	456.4	371	452.3	167817.5	
1979	ENE	79.8	372	60.3	22439.1	
	FEB	202.8	373	188.4	70256.7	
	MAR	190	374	175.0	65461.9	
	ABRL	311.5	375	301.5	113064.8	
	MAY	209.4	376	195.2	73405.0	
	JUN	96	377	77.2	29098.2	
	JUL	111	378	92.8	35077.5	
	AGO	140.5	379	123.5	46808.5	
	SET	87	380	67.8	25769.7	
	OCT	143	381	126.1	48047.0	
	NOV	162	382	145.9	55728.3	
	DIC	400.7	383	394.4	151039.1	
1980	ENE	550.2	384	550.0	211191.7	
	FEB	171.6	385	155.9	60013.2	
	MAR	438.7	386	433.9	167490.7	
	ABRL	441.5	387	436.8	169052.5	
	MAY	217.2	388	203.3	78898.0	
	JUN	108	389	89.7	34883.5	
	JUL	147.1	390	130.4	50846.5	

	AGO	167	391	151.1	59076.3	
	SET	152.2	392	135.7	53188.3	
	OCT	322.5	393	313.0	122991.9	
	NOV	367.7	394	360.0	141842.7	
	DIC	137	395	119.9	47345.5	
1981	ENE	155.7	396	139.3	55173.7	
	FEB	405	397	398.8	158337.1	
	MAR	240.7	398	227.8	90667.4	
	ABRL	826.3	399	837.4	334115.4	
	MAY	379.8	400	372.6	149040.9	
	JUN	368.5	401	360.8	144696.7	
	JUL	70.6	402	50.7	20398.9	
	AGO	371.3	403	363.8	146593.0	
	SET	278.6	404	267.3	107972.7	
	OCT	365.5	405	357.7	144875.3	
	NOV	238.5	406	225.5	91560.1	
	DIC	530.2	407	529.2	215368.0	
1982	ENE	387.8	408	380.9	155419.4	
	FEB	183.8	409	168.6	68948.4	
	MAR	228	410	214.6	87980.9	
	ABRL	532.4	411	531.4	218425.8	
	MAY	215.6	412	201.7	83092.1	
	JUN	145.9	413	129.1	53329.2	
	JUL	461.6	414	457.8	189509.0	
	AGO	110	415	91.8	38079.0	
	SET	228.6	416	215.2	89528.3	
	OCT	230.3	417	217.0	90481.4	
	NOV	392	418	385.3	161056.1	
	DIC	373.2	419	365.7	153241.7	
1983	ENE	453.3	420	449.1	188626.8	
	FEB	434.2	421	429.2	180705.6	
	MAR	323.6	422	314.1	132550.8	
	ABRL	432.4	423	427.4	180771.5	
	MAY	204.1	424	189.7	80436.7	
	JUN	204.4	425	190.0	80759.1	
	JUL	201.9	426	187.4	79840.5	
	AGO	186.5	427	171.4	73182.9	
	SET	208	428	193.8	82933.0	
	OCT	405	429	398.8	171099.8	
	NOV	166.6	430	150.7	64789.8	
	DIC	442	431	437.3	188497.3	
1984	ENE	218	432	204.2	88205.0	
	FEB	195	433	180.2	78042.4	
	MAR	131	434	113.6	49309.5	
	ABRL	221.6	435	207.9	90447.6	
	MAY	159.1	436	142.9	62289.9	
	JUN	262.6	437	250.6	109514.0	
	JUL	176.6	438	161.1	70554.5	
	AGO	146.6	439	129.9	57006.4	
	SET	105	440	86.6	38082.9	
	OCT	111.4	441	93.2	41107.4	
	NOV	94	442	75.1	33194.9	
	DIC	182.8	443	167.5	74218.9	
1985	ENE	118	444	100.1	44437.4	
	FEB	250.5	445	238.0	105913.9	
	MAR	123	446	105.3	46958.8	
	ABRL	295.9	447	285.3	127514.5	
	MAY	111.2	448	93.0	41666.6	
	JUN	105	449	86.6	38861.8	
	JUL	139	450	121.9	54874.8	
	AGO	132	451	114.7	51710.5	
	SET	121.8	452	104.0	47026.0	
	OCT	170	453	154.2	69858.5	
	NOV	150	454	133.4	60561.0	
	DIC	193	455	178.2	81060.4	
1986	ENE	91.8	456	72.8	33202.1	

	FEB	116.1	457	98.1	44834.6	
	MAR	177.6	458	162.1	74252.9	
	ABRL	96	459	77.2	35427.2	
	MAY	320	460	310.4	142762.9	
	JUN	218.5	461	204.7	94366.1	
	JUL	218.5	462	204.7	94570.8	
	AGO	179.5	463	164.1	75979.2	
	SET	121	464	103.2	47888.0	
	OCT	262.4	465	250.4	116434.1	
	NOV	120.6	466	102.8	47900.4	
	DIC	319.3	467	309.6	144595.1	
1987	ENE	488.3	468	485.5	227234.7	
	FEB	201.6	469	187.1	87753.1	
	MAR	147.1	470	130.4	61276.5	
	ABRL	360.7	471	352.7	166131.3	
	MAY	126	472	108.4	51170.3	
	JUN	118.4	473	100.5	47536.8	
	JUL	213.9	474	199.9	94757.5	
	AGO	162.3	475	146.2	69444.0	
	SET	94	476	75.1	35748.4	
	OCT	205.2	477	190.9	91037.4	
	NOV	237	478	224.0	107051.0	
	DIC	323.5	479	314.0	150404.7	
1988	ENE	163	480	146.9	70524.7	
	FEB	372	481	364.5	175316.3	
	MAR	244	482	231.2	111458.9	
	ABRL	253	483	240.6	116215.1	
	MAY	273	484	261.4	126532.1	
	JUN	179	485	163.6	79337.0	
	JUL	105	486	86.6	42064.3	
	AGO	100	487	81.3	39616.1	
	SET	206.8	488	192.5	93949.6	
	OCT	297	489	286.4	140055.7	
	NOV	343.8	490	335.1	164212.9	
	DIC	152	491	135.5	66518.8	
1989	ENE	564	492	564.3	277657.0	
	FEB	276	493	264.6	130424.5	
	MAR	308	494	297.9	147144.2	
	ABRL	144.3	495	127.5	63093.1	
	MAY	313	496	303.1	150321.5	
	JUN	246.4	497	233.7	116169.2	
	JUL	201.9	498	187.4	93334.7	
	AGO	217	499	203.1	101365.5	
	SET	110	500	91.8	45878.3	
	OCT	159.2	501	143.0	71628.4	
	NOV	154.5	502	138.1	69315.4	
	DIC	297.1	503	286.5	144117.8	
1990	ENE	475.1	504	471.8	237789.1	
	FEB	224.8	505	211.3	106684.6	
	MAR	133.8	506	116.5	58964.7	
	ABRL	134.8	507	117.6	59609.0	
	MAY	130.9	508	113.5	57664.3	
	JUN	293	509	282.2	143664.6	
	JUL	209	510	194.8	99353.0	
	AGO	146.3	511	129.5	66196.4	
	SET	206.8	512	192.5	98570.1	
	OCT	245	513	232.3	119161.5	
	NOV	122.8	514	105.1	54011.5	
	DIC	218.9	515	205.1	105634.2	
1991	ENE	221	516	207.3	106967.3	
	FEB	255	517	242.7	125472.3	
	MAR	277.6	518	266.2	137901.0	
	ABRL	252.9	519	240.5	124823.1	
	MAY	297	520	286.4	148934.5	
	JUN	186.9	521	171.8	89510.4	
	JUL	410	522	404.0	210908.2	
	AGO	218.2	523	204.4	106894.1	
	SET	118.4	524	100.5	52662.3	
	OCT	234	525	220.8	115937.4	
	NOV	287	526	276.0	145177.6	
	DIC	139	527	121.9	64264.4	



SIN TENDENCIA EN LA MEDIA															
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	t	Ts	t*Ts
1966								42.3	71.3	123.1	129.1	141.8	1	42.63	42.63
1967	94.5	158.2	127.1	72.8	55.2	39.7	49.7	55.9	74.7	99.2	64.1	179.1	2	44.51	89.02
1968	120.0	240.9	122.3	74.3	38.7	36.5	49.2	41.6	66.1	95.0	108.8	104.7	3	56.88	170.65
1969	224.4	165.5	72.1	69.4	33.6	33.4	36.3	32.9	43.0	61.2	106.2	92.1	4	59.80	239.18
1970	243.0	123.4	159.5	136.4	55.5	31.0	29.9	29.6	84.4	80.1	97.5	226.4	5	72.81	364.05
1971	124.3	205.3	118.6	104.1	28.1	30.1	26.7	32.4	27.5	64.4	82.3	95.5	6	54.96	329.77
1972	245.3	147.9	176.2	70.8	28.4	24.1	27.2	29.8	49.9	44.3	74.7	102.7	7	70.56	493.95
1973	245.6	165.1	113.5	159.9	25.9	31.8	25.6	28.7	78.4	89.4	66.7	64.6	8	68.77	550.14
1974	218.5	244.9	197.3	60.4	25.9	28.5	17.5	61.9	46.6	52.6	51.7	201.9	9	86.73	780.55
1975	243.3	218.7	140.1	44.9	27.7	16.6							10	100.06	1000.59
												Promedio	5.5	65.8	406.1
												Desvest	2.87	17.07	290.80
												$T_t = A_t + B_t * t$			
												$R = \frac{\bar{t} * \bar{T}_m - \bar{t} * \bar{T}_m}{S_t * S_{Tm}}$			0.90354888

Informacion corregida sin tendencia en la media								
		Historico	Corregido		$Y_t^1 = Y_t - (0.598 * t) + 32.293$			
			ti (x)	Ti (Y)	ti *Ti		Y_t^1	ti * Y_t^1
1948	ENE		1	21.9	21.9		0.4	0.368114371
	FEB	99	2	117.0	233.9		95.6	191.1129244
	MAR	241	3	253.4	760.1		232.1	696.1608833
	ABR	151	4	166.9	667.7		145.7	582.7012463
	MAY	107	5	124.6	623.2		103.5	517.4391182
	JUN	83	6	101.6	609.5		80.5	483.0824359
	JUL	315	7	324.5	2271.2		303.5	2124.298548
	AGO	31.5	8	52.1	416.9		31.2	249.6258004
	SET	152	9	167.9	1510.9		147.0	1323.413836
	OCT	392	10	398.4	3984.3		377.7	3776.88825
	NOV	255.2	11	267.0	2937.2		246.4	2709.862588
	DIC	244	12	256.3	3075.1		235.7	2828.08366
1949	ENE	57.8	13	77.4	1005.9		56.9	739.4250602
	FEB	719	14	712.6	9976.0		692.2	9690.183634
	MAR	1068.6	15	1048.4	15726.4		1028.1	15421.32403
	ABR	559.4	16	559.3	8948.0		539.0	8623.95221
	MAY	628.9	17	626.0	10642.3		605.8	10299.37504
	JUN	832.5	18	821.6	14789.0		801.5	14427.36071
	JUL	178.6	19	193.4	3675.1		173.4	3294.976362
	AGO	655.9	20	652.0	13039.1		632.0	12640.59371
	SET	284.0	21	294.7	6188.3		274.8	5771.607356
	OCT	292.7	22	303.0	6666.9		283.3	6232.122074
	NOV	178.0	23	192.9	4435.6		173.2	3982.942348
	DIC	98.2	24	116.2	2788.6		96.6	2318.206225
1950	ENE	115.8	25	133.1	3327.4		113.6	2839.543031
	FEB	364.2	26	371.7	9664.9		352.3	9159.649043
	MAR	263.8	27	275.3	7432.5		255.9	6909.972513
	ABR	174.9	28	189.9	5316.5		170.6	4776.893209
	MAY	216.5	29	229.8	6665.3		210.6	6108.827043
	JUN	173.7	30	188.7	5661.6		169.6	5088.43574
	JUL	229.1	31	241.9	7500.2		222.9	6910.447232
	AGO	33.6	32	54.1	1732.2		35.2	1126.036238
	SET	123.7	33	140.7	4642.7		121.8	4020.291517
	OCT	260.4	34	272.0	9248.4		253.2	8609.909395
	NOV	197.9	35	212.0	7418.9		193.3	6764.546006
	DIC	111.0	36	128.5	4625.5		109.9	3955.410157
1951	ENE	300.3	37	310.3	11482.6		291.8	10796.94667
	FEB	506.6	38	508.5	19324.0		490.1	18622.94985
	MAR	332.6	39	341.4	13313.5		323.0	12597.11764
	ABR	319.0	40	328.3	13132.2		310.0	12400.79607
	MAY	284.9	41	295.5	12117.4		277.3	11371.065
	JUN	108.9	42	126.5	5311.7		108.3	4550.578073
	JUL	88.3	43	106.7	4587.2		88.6	3811.489525
	AGO	192.3	44	206.6	9089.9		188.6	8299.76356
	SET	157.8	45	173.4	7805.1		155.6	7000.644096
	OCT	186.9	46	201.4	9264.5		183.6	8445.939068
	NOV	169.1	47	184.3	8662.2		166.6	7829.703766
	DIC	230.1	48	242.9	11659.3		225.3	10813.0715
1952	ENE	289.5	49	300.0	14698.3		282.4	13838.48844
	FEB	191.4	50	205.7	10286.2		188.3	9412.919342
	MAR	308.2	51	317.9	16214.5		300.5	15327.87986
	ABR	190.5	52	204.9	10652.7		187.6	9753.004752
	MAY	237.2	53	249.7	13235.3		232.5	12322.6633
	JUN	223.9	54	236.9	12795.1		219.8	11869.64106
	JUL	193.8	55	208.0	11441.6		191.0	10503.56974
	AGO	192.7	56	207.0	11590.5		190.0	10639.95845
	SET	59.0	57	78.5	4476.3		61.6	3513.460335
	OCT	195.8	58	210.0	12177.2		193.1	11202.19747
	NOV	149.1	59	165.1	9740.2		148.4	8753.242255
	DIC	230.7	60	243.5	14608.7		226.8	13609.9635
1953	ENE	329.0	61	337.9	20612.7		321.3	19602.26482
	FEB	251.9	62	263.8	16358.4		247.4	15336.50183
	MAR	337.8	63	346.4	21821.1		330.0	20787.88958
	ABR	276.0	64	287.0	18367.8		270.7	17323.46138
	MAY	179.2	65	194.0	12610.3		177.8	11554.93369
	JUN	181.2	66	195.9	12931.1		179.8	11864.92237

	JUL	133.7	67	147.4	9876.6	131.3	8799.760363
	AGO	163.9	68	184.1	12519.4	168.1	11432.11293
	SET	193.9	69	212.9	14692.1	197.0	13594.47751
	OCT	223.0	70	236.1	16525.7	220.3	15417.88952
	NOV	237.1	71	249.6	17723.5	233.9	16605.694
	DIC	271.9	72	283.1	20380.2	267.4	19252.53622
1954	ENE	317.6	73	327.0	23868.2	311.4	22730.81034
	FEB	173.7	74	191.6	14178.6	176.1	13031.7356
	MAR	504.1	75	506.1	37959.4	490.7	36803.24641
	ABR	197.7	76	211.8	16095.0	196.4	14929.63828
	MAY	187.5	77	202.0	15552.3	186.7	14377.88453
	JUN	110.3	78	127.8	9969.5	112.6	8786.234749
	JUL	85.4	79	104.9	8283.5	89.8	7091.515417
	AGO	73.5	80	98.2	7858.0	83.2	6657.551495
	SET	167.0	81	182.3	14765.0	167.4	13556.16279
	OCT	233.0	82	250.5	20540.3	235.6	19323.26861
	NOV	293.6	83	306.8	25463.3	292.0	24238.23185
	DIC	153.9	84	174.5	14658.2	159.8	13425.2669
1955	ENE	22.8	85	43.8	3719.2	29.2	2478.548531
	FEB	489.4	86	492.0	42312.4	477.5	41064.14865
	MAR	361.2	87	368.8	32089.6	354.4	30834.03396
	ABR	343.5	88	356.6	31384.8	342.3	30122.01915
	MAY	201.5	89	215.4	19173.0	201.2	17903.16485
	JUN	150.7	90	166.6	14996.3	152.4	13719.51995
	JUL	104.2	91	122.0	11097.8	107.8	9814.34519
	AGO	265.6	92	277.0	25484.6	263.0	24194.53851
	SET	265.6	93	277.0	25761.6	263.1	24465.14862
	OCT	110.9	94	128.4	12068.7	114.5	10766.04911
	NOV	367.1	95	374.5	35578.8	360.7	34270.12306
	DIC	187.3	96	201.8	19371.4	188.1	18056.79735
1956	ENE	302.9	97	312.8	30345.4	299.2	29025.02986
	FEB	361.9	98	369.5	36212.8	356.0	34886.88795
	MAR	464.7	99	468.3	46359.3	454.8	45027.92716
	ABR	283.7	100	299.2	29919.8	285.8	28583.15954
	MAY	265.3	101	276.7	27948.5	263.4	26606.82523
	JUN	210.9	102	224.5	22894.7	211.3	21548.05645
	JUL	170.3	103	185.5	19101.8	172.3	17750.42734
	AGO	172.8	104	187.9	19537.0	174.8	18181.06384
	SET	153.5	105	172.2	18080.7	159.2	16720.30474
	OCT	309.0	106	318.7	33782.1	305.8	32417.4712
	NOV	224.3	107	237.3	25394.4	224.5	24025.61263
	DIC	203.0	108	219.8	23733.0	207.0	22360.33852
1957	ENE	303.7	109	313.6	34183.2	301.0	32806.78164
	FEB	371.0	110	378.3	41608.7	365.7	40228.62263
	MAR	265.0	111	276.4	30683.7	264.0	29300.19404
	ABR	253.8	112	265.7	29755.1	253.3	28368.27908
	MAY	245.8	113	258.0	29152.3	245.7	27762.38745
	JUN	149.4	114	165.4	18852.9	153.2	17460.03928
	JUL	103.2	115	121.0	13914.2	108.9	12518.58685
	AGO	131.3	116	148.0	17166.6	135.9	15768.35665
	SET	51.4	117	71.2	8334.0	59.3	6933.251711
	OCT	194.9	118	209.1	24672.2	197.2	23269.21443
	NOV	343.8	119	352.1	41903.5	340.3	40498.38015
	DIC	204.0	120	217.8	26139.5	206.1	24732.33973
1958	ENE	252.7	121	264.6	32018.2	253.0	30609.30574
	FEB	237.3	122	249.8	30477.9	238.3	29067.37207
	MAR	265.1	123	276.5	34012.7	265.0	32600.63083
	ABR	263.9	124	275.4	34146.2	264.0	32732.89689
	MAY	543.4	125	548.7	68585.5	537.4	67170.95514
	JUN	143.6	126	159.8	20135.3	148.6	18719.86438
	JUL	194.6	127	208.8	26517.4	197.6	25101.10949
	AGO	85.2	128	103.7	13273.8	92.6	11856.79536
	SET	223.3	129	236.4	30491.7	225.4	29074.24776
	OCT	130.0	130	146.7	19076.1	135.8	17658.32091
	NOV	192.5	131	206.8	27088.3	196.0	25670.38325
	DIC	167.6	132	182.9	24137.6	172.1	22719.63363
1959	ENE	123.0	133	140.0	18621.9	129.4	17204.15469
	FEB	193.0	134	212.1	28416.7	201.5	26999.23254
	MAR	351.8	135	359.8	48575.1	349.3	47158.18431
	ABR	383.4	136	395.0	53716.8	384.6	52300.48808
	MAY	247.8	137	259.9	35607.1	249.6	34191.66335
	JUN	117.3	138	134.5	18566.3	124.3	17151.84426

	JUL	256.6	139	268.4	37302.1	258.2	35888.69948
	AGO	123.6	140	140.6	19682.7	130.5	18270.69281
	SET	223.0	141	236.1	33287.5	226.1	31876.9366
	OCT	255.0	142	266.8	37888.9	256.9	36479.94346
	NOV	111.9	143	129.4	18497.2	119.5	17090.08838
	DIC	287.9	144	298.4	42973.8	288.7	41568.63253
1960	ENE	312.0	145	321.6	46629.3	311.9	45226.25553
	FEB	267.0	146	278.4	40639.3	268.8	39238.52966
	MAR	197.8	147	211.9	31145.3	202.4	29747.01937
	ABR	324.5	148	333.6	49371.3	324.2	47975.619
	MAY	182.5	149	197.2	29379.0	187.8	27986.13691
	JUN	116.8	150	134.1	20108.8	124.8	18718.85871
	JUL	166.7	151	182.0	27481.4	172.8	26094.58684
	AGO	164.5	152	179.9	27342.1	170.8	25958.61457
	SET	311.0	153	320.6	49054.9	311.6	47674.88268
	OCT	133.5	154	150.1	23115.6	141.2	21739.19185
	NOV	219.0	155	232.2	35997.0	223.4	34624.34699
	DIC	111.0	156	128.5	20043.9	119.7	18675.15068
1961	ENE	339.7	157	348.2	54656.1	339.5	53301.46461
	FEB	223.0	158	236.1	37300.9	227.5	35940.5072
	MAR	407.0	159	412.8	65642.3	404.3	64286.38355
	ABR	289.0	160	299.5	47917.7	291.0	46566.36743
	MAY	320.0	161	329.3	53011.9	320.9	51665.31409
	JUN	187.4	162	201.9	32704.8	193.6	31363.15239
	JUL	24.5	163	45.4	7398.3	37.2	6061.731007
	AGO	156.0	164	171.7	28151.5	163.6	26830.18065
	SET	336.4	165	345.0	56928.6	337.0	55602.61789
	OCT	274.1	166	285.2	47338.5	277.2	46018.15658
	NOV	195.0	167	209.2	34933.5	201.3	33618.90352
	DIC	438.6	168	443.2	74457.9	435.4	73149.2253
1962	ENE	188.6	169	203.0	34312.8	195.3	33010.18025
	FEB	277.1	170	288.1	48959.1	280.4	47672.72962
	MAR	90.0	171	108.3	18521.4	100.8	17231.40163
	ABR	372.0	172	379.2	65226.1	371.8	63942.62048
	MAY	328.2	173	337.1	58325.9	329.8	57049.18368
	JUN	181.2	174	195.9	34091.0	188.6	32821.19388
	JUL	126.0	175	142.9	25006.9	135.7	23744.09749
	AGO	88.3	176	106.7	18775.6	99.5	17519.97126
	SET	206.7	177	220.4	39014.8	213.4	37766.60339
	OCT	278.9	178	289.8	51581.4	282.8	50340.71891
	NOV	620.3	179	617.8	110578.3	610.9	109345.3411
	DIC	378.2	180	385.2	69332.0	378.4	68106.88377
1963	ENE	360.6	181	368.3	66656.8	361.5	65439.78642
	FEB	226.8	182	239.7	43631.2	233.1	42422.40024
	MAR	399.6	183	405.7	74249.7	399.2	73049.19306
	ABR	213.1	184	226.6	41689.1	220.1	40497.09908
	MAY	205.4	185	219.2	40547.1	212.8	39363.88733
	JUN	60.6	186	80.1	14892.8	73.8	13718.37928
	JUL	155.1	187	170.9	31949.3	164.6	30783.95109
	AGO	101.8	188	119.6	22493.9	113.5	21337.68768
	SET	118.7	189	135.9	25682.0	129.8	24535.16064
	OCT	119.0	190	136.2	25872.7	130.2	24735.3145
	NOV	238.9	191	251.4	48009.0	245.5	46881.3741
	DIC	307.6	192	317.4	60932.0	311.5	59814.19426
1964	ENE	137.8	193	154.2	29756.9	148.5	28659.04578
	FEB	119.8	194	136.9	26556.4	131.3	25468.78598
	MAR	312.7	195	322.3	62839.5	316.7	61752.14754
	ABR	404.3	196	410.3	80409.2	404.8	79332.38537
	MAY	236.4	197	249.0	49044.0	243.5	47977.88136
	JUN	202.8	198	216.7	42901.9	211.3	41846.51333
	JUL	114.3	199	131.7	26199.7	126.4	25155.33448
	AGO	161.0	200	176.5	35304.0	171.4	34270.80267
	SET	153.5	201	169.3	34032.3	164.2	33010.42839
	OCT	410.2	202	415.9	84015.6	410.9	83005.2385
	NOV	260.9	203	272.5	55315.7	267.6	54316.90577
	DIC	326.7	204	335.7	68483.4	330.9	67496.47269
1965	ENE	108.6	205	126.2	25857.1	121.4	24892.10367
	FEB	158.3	206	173.9	35828.8	169.3	34865.954
	MAR	282.6	207	293.3	60720.9	288.7	59770.32001
	ABR	240.2	208	252.6	52541.9	248.1	51603.77906
	MAY	351.4	209	359.4	75121.2	355.0	74195.75567
	JUN	289.3	210	299.8	62952.5	295.4	62039.87947

	JUL	150.6	211	166.5	35137.5	162.3	34237.92418
	AGO	64.0	212	83.3	17667.0	79.2	16780.43725
	SET	171.8	213	186.9	39808.7	182.8	38935.38853
	OCT	207.7	214	221.4	47376.0	217.4	46516.17651
	NOV	321.1	215	330.3	71019.5	326.4	70173.27148
	DIC	370.4	216	377.7	81579.8	373.8	80747.3554
1966	ENE	294.2	217	304.5	66072.4	300.7	65253.91406
	FEB	209.0	218	222.6	48533.8	218.9	47729.39568
	MAR	233.0	219	245.7	53805.7	242.1	53015.57833
	ABR	477.0	220	480.1	105620.2	476.6	104844.4739
	MAY	201.5	221	215.4	47609.4	212.0	46848.2774
	JUN	175.6	222	190.5	42301.2	187.2	41554.80316
	JUL	344.9	223	353.2	78760.8	349.9	78029.31887
	AGO	204.0	224	217.8	48793.7	214.6	48077.30617
	SET	141.0	225	157.3	35394.0	154.2	34692.8872
	OCT	261.4	226	273.0	61691.5	269.9	61005.82968
	NOV	172.6	227	187.7	42599.7	184.7	41929.57575
	DIC	215.2	228	228.6	52118.1	225.7	51463.78087
1967	ENE	348.5	229	356.6	81671.9	353.9	81033.40692
	FEB	163.4	230	178.8	41129.9	176.1	40507.51302
	MAR	308.0	231	317.7	73397.5	315.1	72791.4564
	ABR	230.4	232	243.2	56420.2	240.6	55830.45754
	MAY	153.0	233	168.8	39338.5	166.4	38765.2939
	JUN	194.9	234	209.1	48926.3	206.7	48369.8434
	JUL	225.1	235	238.1	55953.3	235.8	55413.6984
	AGO	85.6	236	104.1	24564.2	101.9	24041.6697
	SET	198.5	237	212.5	50373.2	210.4	49867.9154
	OCT	184.4	238	199.0	47361.9	196.9	46874.02755
	NOV	75.4	239	94.3	22534.5	92.3	22064.15638
	DIC	168.0	240	183.2	43978.7	181.4	43526.08911
1968	ENE	332.0	241	340.8	82131.5	339.0	81696.73802
	FEB	63.3	242	82.7	20004.3	80.9	19587.6099
	MAR	201.1	243	215.0	52255.4	213.4	51856.90169
	ABR	239.5	244	251.9	61471.5	250.4	61091.40789
	MAY	167.9	245	183.1	44871.4	181.7	44509.79622
	JUN	169.8	246	185.0	45503.5	183.6	45160.6581
	JUL	256.9	247	268.6	66356.1	267.3	66032.06206
	AGO	178.0	248	192.9	47827.1	191.6	47522.1088
	SET	104.6	249	122.3	30462.2	121.2	30176.36359
	OCT	190.6	250	205.0	51239.0	203.9	50972.46268
	NOV	237.6	251	250.1	62776.9	249.1	62529.96064
	DIC	168.0	252	183.2	46177.7	182.3	45950.36157
1969	ENE	224.2	253	237.2	60020.3	236.4	59812.8353
	FEB	254.5	254	266.3	67651.0	265.6	67463.5875
	MAR	246.9	255	259.0	66055.5	258.4	65888.32337
	ABR	358.5	256	366.3	93760.5	365.7	93613.66373
	MAY	290.5	257	300.9	77338.2	300.4	77211.74404
	JUN	105.1	258	122.8	31687.2	122.4	31581.40598
	JUL	199.2	259	213.2	55223.4	212.9	55138.41009
	AGO	179.2	260	194.0	50441.1	193.8	50377.13477
	SET	290.6	261	301.0	78567.0	300.9	78524.16474
	OCT	154.8	262	170.6	44687.7	170.5	44666.24686
	NOV	242.8	263	255.1	67092.0	255.1	67092.04537
	DIC	238.1	264	250.6	66155.1	250.7	66176.79664
1970	ENE	294.9	265	284.2	75320.0	284.4	75363.4722
	FEB	309.7	266	299.6	79702.2	299.9	79767.64719
	MAR	374	267	366.6	97872.8	366.9	97960.38126
	ABRL	316.6	268	306.8	82226.4	307.2	82336.26215
	MAY	298.2	269	287.7	77381.0	288.2	77513.30847
	JUN	236.4	270	223.3	60299.5	223.9	60454.47749
	JUL	178.1	271	162.6	44076.7	163.3	44254.48191
	AGO	120.6	272	102.8	27959.0	103.5	28159.78526
	SET	265	273	253.1	69096.9	253.9	69320.8031
	OCT	99.3	274	80.6	22089.5	81.5	22336.64458
	NOV	348.8	275	340.3	93591.5	341.3	93862.2097
	DIC	228	276	214.6	59226.2	215.7	59520.38707
1971	ENE	355	277	346.8	96060.0	347.9	96377.98228
	FEB	326.4	278	317.0	88130.5	318.2	88472.40762
	MAR	405.3	279	399.1	111361.8	400.5	111727.8476
	ABRL	117.7	280	99.8	27936.1	101.2	28326.45098
	MAY	342.3	281	333.6	93732.3	335.0	94147.08758
	JUN	277.1	282	265.7	74926.8	267.3	75366.11571

	JUL	229	283	215.6	61022.9	217.3	61486.99012
	AGO	90.9	284	71.9	20412.4	73.6	20901.46417
	SET	321.7	285	312.1	88955.2	313.9	89469.38101
	OCT	244	286	231.2	66135.4	233.1	66674.78419
	NOV	195.9	287	181.2	51996.8	183.1	52561.58264
	DIC	264	288	252.1	72593.7	254.1	73184.08772
1972	ENE	213.2	289	199.2	57563.5	201.3	58179.64908
	FEB	151.9	290	135.4	39257.9	137.6	39899.95268
	MAR	274.5	291	263.0	76530.5	265.3	77198.60008
	ABRL	187.6	292	172.5	50379.8	174.9	51074.18752
	MAY	444.2	293	439.6	128814.2	442.1	129534.9485
	JUN	154.5	294	138.1	40595.1	140.6	41342.42338
	JUL	237.4	295	224.4	66189.9	227.0	66963.94159
	AGO	197.6	296	182.9	54151.1	185.6	54952.10427
	SET	119.2	297	101.3	30096.0	104.1	30924.02797
	OCT	523.5	298	522.2	155611.2	525.1	156466.4916
	NOV	332.1	299	322.9	96561.9	325.9	97444.52711
	DIC	287.7	300	276.7	83019.5	279.8	83929.70798
1973	ENE	269.6	301	257.9	77625.1	261.0	78563.01056
	FEB	208.7	302	194.5	58738.2	197.7	59704.02128
	MAR	274.3	303	262.8	79623.3	266.1	80617.11855
	ABRL	207.4	304	193.1	58715.8	196.5	59737.88867
	MAY	277.4	305	266.0	81133.1	269.5	82183.4735
	JUN	300.2	306	289.7	88661.5	293.3	89740.44957
	JUL	251.5	307	239.0	73388.2	242.7	74495.90344
	AGO	174.8	308	159.2	49036.5	162.9	50173.06735
	SET	250.1	309	237.6	73416.0	241.4	74581.58414
	OCT	346.7	310	338.1	104825.6	342.0	106020.3572
	NOV	287.2	311	276.2	85901.7	280.1	87125.78644
	DIC	296.7	312	286.1	89263.2	290.1	90516.86377
1974	ENE	143.9	313	127.0	39764.9	131.1	41048.23597
	FEB	67.1	314	47.1	14789.5	51.3	16102.65264
	MAR	196.8	315	182.1	57364.7	186.4	58707.88841
	ABRL	274.4	316	262.9	83072.4	267.2	84445.68852
	MAY	120.5	317	102.7	32551.6	107.1	33955.30547
	JUN	164.2	318	148.2	47119.8	152.7	48554.02255
	JUL	192.4	319	177.5	56632.1	182.1	58096.95405
	AGO	239.8	320	226.9	72598.6	231.5	74094.2938
	SET	278.5	321	267.2	85756.8	271.9	87283.44559
	OCT	244.8	322	232.1	74728.3	236.9	76286.10451
	NOV	107.3	323	88.9	28729.6	93.9	30318.75693
	DIC	321.9	324	312.3	101195.5	317.3	102816.1644
1975	ENE	288.2	325	277.3	90107.0	282.3	91759.25306
	FEB	188	326	172.9	56381.7	178.1	58065.80853
	MAR	458	327	454.0	148459.2	459.3	150175.3295
	ABRL	120.1	328	102.3	33544.6	107.6	35292.84995
	MAY	444.7	329	440.2	144812.4	445.6	146592.948
	JUN	306	330	295.8	97607.7	301.3	99420.71533
	JUL	184.5	331	169.3	56040.5	174.9	57886.16944
	AGO	355.3	332	347.1	115236.9	352.8	117115.4024
	SET	252	333	239.6	79776.9	245.3	81688.27526
	OCT	353	334	344.7	115131.5	350.5	117076.0427
	NOV	387.8	335	380.9	127611.5	386.8	129589.3181
	DIC	380.3	336	373.1	125369.2	379.1	127380.5352
1976	ENE	55.8	337	35.3	11908.8	41.4	13953.72476
	FEB	273.6	338	262.1	88574.4	268.2	90653.10056
	MAR	495.3	339	492.8	167069.7	499.1	169182.3006
	ABRL	304	340	293.7	99857.7	300.0	102004.4251
	MAY	753.1	341	761.2	259564.1	767.6	261745.1759
	JUN	197.5	342	182.8	62530.9	189.3	64746.38216
	JUL	131.4	343	114.0	39113.2	120.6	41363.32151
	AGO	479.1	344	476.0	163732.9	482.6	166017.7044
	SET	110	345	91.8	31656.0	98.5	33975.82718
	OCT	124.5	346	106.9	36970.2	113.7	39325.07572
	NOV	342.7	347	334.0	115892.2	340.9	118282.3731
	DIC	452	348	447.8	155819.8	454.7	158245.39
1977	ENE	39.4	349	18.3	6374.9	25.3	8836.085217
	FEB	475.1	350	471.8	165131.3	478.9	167628.2461
	MAR	530.7	351	529.7	185917.7	536.9	188450.5342
	ABRL	391.3	352	384.6	135369.7	391.9	137938.6185
	MAY	192.4	353	177.5	62668.1	184.9	65273.26989
	JUN	192.7	354	177.8	62956.2	185.3	65597.75583

	JUL	235.9	355	222.8	79097.9	230.4	81776.02578
	AGO	123.1	356	105.4	37519.9	113.0	40234.75412
	SET	344	357	335.3	119715.2	343.0	122466.9273
	OCT	394.4	358	387.8	138832.4	395.6	141621.2162
	NOV	374.3	359	366.9	131708.9	374.7	134534.9254
	DIC	242.1	360	229.3	82535.3	237.2	85398.77884
1978	ENE	115	361	97.0	35003.1	105.0	37904.04638
	FEB	121.1	362	103.3	37398.6	111.4	40337.3314
	MAR	174.2	363	158.6	57566.4	166.8	60542.95693
	ABRL	345.7	364	337.1	122706.7	345.4	125721.3093
	MAY	297.6	365	287.0	104768.5	295.4	107821.3647
	JUN	92.7	366	73.7	26991.9	82.2	30083.14923
	JUL	227.3	367	213.9	78486.2	222.4	81615.99904
	AGO	174.9	368	159.3	58627.4	167.9	61795.9081
	SET	288.1	369	277.1	102267.6	285.8	105474.9856
	OCT	103.4	370	84.9	31408.0	93.7	34654.3682
	NOV	451.4	371	447.1	165886.6	456.0	169172.1298
	DIC	456.4	372	452.3	168269.8	461.3	171594.7718
1979	ENE	79.8	373	60.3	22499.5	69.3	25863.92109
	FEB	202.8	374	188.4	70445.1	197.5	73849.25041
	MAR	190	375	175.0	65636.9	184.2	69080.94639
	ABRL	311.5	376	301.5	113366.3	310.8	116850.2964
	MAY	209.4	377	195.2	73600.2	204.6	77124.43294
	JUN	96	378	77.2	29175.4	86.6	32739.90252
	JUL	111	379	92.8	35170.3	102.3	38775.33782
	AGO	140.5	380	123.5	46932.0	133.1	50577.74461
	SET	87	381	67.8	25837.5	77.5	29524.08582
	OCT	143	382	126.1	48173.1	135.9	51900.68895
	NOV	162	383	145.9	55874.2	155.7	59642.88088
	DIC	400.7	384	394.4	151433.4	404.3	155243.4859
1980	ENE	550.2	385	550.0	211741.7	560.0	215593.2388
	FEB	171.6	386	155.9	60169.1	166.0	64062.32069
	MAR	438.7	387	433.9	167924.6	444.1	171859.591
	ABRL	441.5	388	436.8	169489.4	447.1	173466.3659
	MAY	217.2	389	203.3	79101.4	213.7	83120.51815
	JUN	108	390	89.7	34973.2	100.1	39034.62362
	JUL	147.1	391	130.4	50976.8	140.9	55080.76894
	AGO	167	392	151.1	59227.4	161.7	63373.94908
	SET	152.2	393	135.7	53323.9	146.3	57513.32001
	OCT	322.5	394	313.0	123304.8	323.7	127537.1714
	NOV	367.7	395	360.0	142202.7	370.8	146478.2023
	DIC	137	396	119.9	47465.4	130.8	51784.14304
1981	ENE	155.7	397	139.3	55313.1	150.3	59675.29942
	FEB	405	398	398.8	158735.9	409.9	163141.7734
	MAR	240.7	399	227.8	90895.2	239.0	95344.84614
	ABRL	826.3	400	837.4	334952.8	848.6	339446.387
	MAY	379.8	401	372.6	149413.5	383.9	153951.2245
	JUN	368.5	402	360.8	145057.5	372.2	149639.5328
	JUL	70.6	403	50.7	20449.7	62.2	25076.12014
	AGO	371.3	404	363.8	146956.7	375.3	151627.7754
	SET	278.6	405	267.3	108240.0	278.9	112955.7715
	OCT	365.5	406	357.7	145233.0	369.4	149993.7865
	NOV	238.5	407	225.5	91785.6	237.3	96591.45659
	DIC	530.2	408	529.2	215897.1	541.0	220748.2527
1982	ENE	387.8	409	380.9	155800.3	392.9	160696.8303
	FEB	183.8	410	168.6	69117.0	180.6	74059.13195
	MAR	228	411	214.6	88195.5	226.7	93183.38988
	ABRL	532.4	412	531.4	218957.3	543.7	223991.0952
	MAY	215.6	413	201.7	83293.8	214.0	88373.7072
	JUN	145.9	414	129.1	53458.3	141.5	58584.47919
	JUL	461.6	415	457.8	189966.7	470.2	195139.2898
	AGO	110	416	91.8	38170.8	104.3	43389.90593
	SET	228.6	417	215.2	89743.5	227.8	95009.33852
	OCT	230.3	418	217.0	90698.4	229.7	96011.14661
	NOV	392	419	385.3	161441.4	398.1	166801.2743
	DIC	373.2	420	365.7	153607.5	378.6	159014.5459
1983	ENE	453.3	421	449.1	189075.9	462.1	194530.3562
	FEB	434.2	422	429.2	181134.8	442.3	186636.8431
	MAR	323.6	423	314.1	132864.9	327.2	138414.6685
	ABRL	432.4	424	427.4	181198.8	440.6	186796.4685
	MAY	204.1	425	189.7	80626.4	203.0	86272.07208
	JUN	204.4	426	190.0	80949.1	203.4	86643.02932

	JUL	201.9	427	187.4	80027.9		200.9	85770.22729
	AGO	186.5	428	171.4	73354.3		184.9	79145.14672
	SET	208	429	193.8	83126.8		207.4	88966.35321
	OCT	405	430	398.8	171498.6		412.5	177387.0199
	NOV	166.6	431	150.7	64940.4		164.4	70877.89029
	DIC	442	432	437.3	188934.7		451.2	194921.3084
1984	ENE	218	433	204.2	88409.2		218.1	94445.17044
	FEB	195	434	180.2	78222.7		194.3	84308.21372
	MAR	131	435	113.6	49423.1		127.7	55558.37317
	ABRL	221.6	436	207.9	90655.5		222.1	96840.64035
	MAY	159.1	437	142.9	62432.8		157.1	68667.91267
	JUN	262.6	438	250.6	109764.6		265.0	116049.8957
	JUL	176.6	439	161.1	70715.6		175.5	77051.1997
	AGO	146.6	440	129.9	57136.2		144.4	63522.3872
	SET	105	441	86.6	38169.4		101.1	44606.24973
	OCT	111.4	442	93.2	41200.6		107.9	47688.25271
	NOV	94	443	75.1	33270.0		89.9	39808.69711
	DIC	182.8	444	167.5	74386.5		182.4	80976.31559
1985	ENE	118	445	100.1	44537.5		115.0	51178.63935
	FEB	250.5	446	238.0	106151.9		253.0	112844.5678
	MAR	123	447	105.3	47064.1		120.4	53808.46458
	ABRL	295.9	448	285.3	127799.8		300.4	134595.9557
	MAY	111.2	449	93.0	41759.6		108.3	48607.74612
	JUN	105	450	86.6	38948.4		101.9	45848.68135
	JUL	139	451	121.9	54996.7		137.4	61949.323
	AGO	132	452	114.7	51825.1		130.2	58830.21281
	SET	121.8	453	104.0	47130.0		119.6	54187.74687
	OCT	170	454	154.2	70012.7		169.9	77123.27605
	NOV	150	455	133.4	60694.4		149.1	67857.90728
	DIC	193	456	178.2	81238.5		194.0	88455.1887
1986	ENE	91.8	457	72.8	33274.9		88.7	40544.83472
	FEB	116.1	458	98.1	44932.7		114.1	52256.1477
	MAR	177.6	459	162.1	74415.0		178.2	81792.05638
	ABRL	96	460	77.2	35504.4		93.3	42935.24942
	MAY	320	461	310.4	143073.2		326.6	150558.0152
	JUN	218.5	462	204.7	94570.8		221.0	102109.6907
	JUL	218.5	463	204.7	94775.5		221.1	102368.6733
	AGO	179.5	464	164.1	76143.3		180.6	83790.97007
	SET	121	465	103.2	47991.3		119.8	55693.5142
	OCT	262.4	466	250.4	116684.5		267.0	124441.5309
	NOV	120.6	467	102.8	48003.2		119.5	55815.19661
	DIC	319.3	468	309.6	144904.7		326.4	152771.7657
1987	ENE	488.3	469	485.5	227720.3		502.4	235642.603
	FEB	201.6	470	187.1	87940.2		204.1	95917.95759
	MAR	147.1	471	130.4	61406.9		147.4	69440.25148
	ABRL	360.7	472	352.7	166484.0		369.9	174573.1232
	MAY	126	473	108.4	51278.7		125.6	59423.79324
	JUN	118.4	474	100.5	47637.3		117.8	55838.41075
	JUL	213.9	475	199.9	94957.4		217.3	103214.8032
	AGO	162.3	476	146.2	69590.2		163.7	77903.9781
	SET	94	477	75.1	35823.5		92.6	44193.86815
	OCT	205.2	478	190.9	91228.3		208.5	99655.4212
	NOV	237	479	224.0	107274.9		241.7	115758.9893
	DIC	323.5	480	314.0	150718.7		331.8	159259.8454
1988	ENE	163	481	146.9	70671.6		164.8	79269.99169
	FEB	372	482	364.5	175680.8		382.4	184336.5301
	MAR	244	483	231.2	111690.2		249.3	120403.5035
	ABRL	253	484	240.6	116455.8		258.7	125226.8087
	MAY	273	485	261.4	126793.5		279.6	135622.4295
	JUN	179	486	163.6	79500.6		181.9	88387.61338
	JUL	105	487	86.6	42150.8		104.9	51096.01982
	AGO	100	488	81.3	39697.5		99.8	48701.06223
	SET	206.8	489	192.5	94142.1		211.1	103204.2562
	OCT	297	490	286.4	140342.1		305.0	149462.9532
	NOV	343.8	491	335.1	164548.1		353.8	173727.7933
	DIC	152	492	135.5	66654.3		154.3	75893.03575
1989	ENE	564	493	564.3	278221.3		583.2	287519.2813
	FEB	276	494	264.6	130689.0		283.5	140046.3795
	MAR	308	495	297.9	147442.1		316.9	156858.9535
	ABRL	144.3	496	127.5	63220.6		146.6	72697.18233
	MAY	313	497	303.1	150624.5		322.3	160160.971
	JUN	246.4	498	233.7	116403.0		253.0	125999.4143

	JUL	201.9	499	187.4	93522.1		206.8	103178.7504
	AGO	217	500	203.1	101568.6		222.6	111285.6183
	SET	110	501	91.8	45970.1		111.3	55747.6019
	OCT	159.2	502	143.0	71771.4		162.6	81609.59061
	NOV	154.5	503	138.1	69453.5		157.8	79352.5193
	DIC	297.1	504	286.5	144404.3		306.3	154364.3787
1990	ENE	475.1	505	471.8	238260.9		491.6	248282.1622
	FEB	224.8	506	211.3	106895.8		231.2	116978.3796
	MAR	133.8	507	116.5	59081.2		136.5	69225.28824
	ABRL	134.8	508	117.6	59726.6		137.7	69932.28078
	MAY	130.9	509	113.5	57777.8		133.7	68045.31079
	JUN	293	510	282.2	143946.8		302.5	154276.3643
	JUL	209	511	194.8	99547.8		215.1	109939.4612
	AGO	146.3	512	129.5	66325.9		150.0	76779.91927
	SET	206.8	513	192.5	98762.6		213.0	109279.0798
	OCT	245	514	232.3	119393.7		252.9	129972.8958
	NOV	122.8	515	105.1	54116.6		125.7	64758.51548
	DIC	218.9	516	205.1	105839.4		225.9	116544.2876
1991	ENE	221	517	207.3	107174.6		228.1	117942.6912
	FEB	255	518	242.7	125715.0		263.6	136546.3311
	MAR	277.6	519	266.2	138167.2		287.2	149062.0935
	ABRL	252.9	520	240.5	125063.6		261.6	136022.1106
	MAY	297	521	286.4	149220.9		307.6	160243.1547
	JUN	186.9	522	171.8	89682.2		193.0	100768.4163
	JUL	410	523	404.0	211312.2		425.4	222462.5756
	AGO	218.2	524	204.4	107098.5		225.8	118313.103
	SET	118.4	525	100.5	52762.8		122.0	64041.89102
	OCT	234	526	220.8	116158.3		242.4	127501.9877
	NOV	287	527	276.0	145453.6		297.7	156862.0956
	DIC	139	528	121.9	64386.4		143.7	75859.82868
							0.4	
ANALISIS DE TENDENCIA DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA DE IQUITOS								
I. ANALISIS DE TENDENCIAS EN LA MEDIA								
1.1 Calculo de los Estadisticos						Corregido sin Tendencia en la media		
	t	Y	t*Y	Y ² t	t*Y ² t			
Promedio	264.500	240.864	61,814.477	240.987	63,752.027			
Desvestp	152.420	125.215	49,493.568	124.597	51,672.865			
1.1.1 La media y desviacion standard de los datos de precipitacion media mensual son:								
	T _m =	240.864						
	S _{Tm} =	125.215						
1.1.2 La media y desviacion standard del tiempo en orden correlativo son:								
	t=	264.500						
	S _t =	152.420						
1.1.3 El promedio del producto entre los datos y el tiempo es:								
	Y*t=	61814.477						
1.1.4 Calculo del coeficiente de correlacion:								
	$R = \frac{\overline{t * T_m} - \bar{t} * \bar{T_m}}{S_t * S_{Tm}}$							
	R=	-0.0992474						
1.2 Evaluacion								
1.2.1 Determinacion del T calculado, según la ecuacion:								
	$T_c = \frac{R * \sqrt{(n - 2)}}{\sqrt{(1 - R^2)}}$							
	T _c =	-1.06						
1.2.2 Determinacion del T tabular:								

	$\alpha :$	0.05		
	GL:	526		
De tablas:	$T_t=$	1.96		
1.2.3 Criterio de Descision				
			$\Rightarrow$	
	$ T_c \leq T_t (95\%)$	$\Rightarrow$	$\bar{X}_1 = \bar{X}_2$	No es necesario corregir la informacion
	$ T_c > T_t (95\%)$	$\Rightarrow$	$\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$	Es necesario corregir la informacion
Como:	1.06	$\leq$	1.96	No es necesario corregir la informacion
1.3 Correccion de la Informacion con Tendencia en la Media:				
1.3.1 Calculo de los parametros de la Ecuacion:				
1.3.1.1 Determinacion del parametro Bm de:				
	$R =$	-0.0992474		
	$B_m = \frac{(R * S_{Tm})}{S_t}$			
	$B_m =$	-0.082		
1.3.1.2 Determinacion del parametro Am según:				
	$A_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{mi} - B_m * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$			
	$A_m =$	262.430		
1.3.1.3 La ecuacion que representa la tendencia en la media, reemplazando valores es:				
	$T_{mi} = A_m + B_m * t$			
	$T_m = 262.430 - 0.082 * t$			
1.3.1.4 La ecuacion de correccion de la informacion historica, utilizando la ecuacion sgte:				
	$Y_t^1 = Y_t - (A_m + B_m * t) + \bar{T}_m$			
es:	$Y_t^1 = Y_t - (262.43 - 0.082 * t) + 240.864$			
	$Y_t^1 = Y_t + 0.082 * t - 21.566$			

1.4 BONDAD DE LA INFORMACION CORREGIDA SIN TENDENCIA EN LA MEDIA															
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	t	Ts	t*Ts
1948		95.6	232.1	145.7	103.5	80.5	303.5	31.2	147.0	377.7	246.4	235.7	1	105.73	105.73
1949	56.9	692.2	1028.1	539.0	605.8	801.5	173.4	632.0	274.8	283.3	173.2	96.6	2	312.27	624.54
1950	113.6	352.3	255.9	170.6	210.6	169.6	222.9	35.2	121.8	253.2	193.3	109.9	3	83.91	251.73
1951	291.8	490.1	323.0	310.0	277.3	108.3	88.6	188.6	155.6	183.6	166.6	225.3	4	111.51	446.05
1952	282.4	188.3	300.5	187.6	232.5	219.8	191.0	190.0	61.6	193.1	148.4	226.8	5	61.32	306.60
1953	321.3	247.4	330.0	270.7	177.8	179.8	131.3	168.1	197.0	220.3	233.9	267.4	6	61.56	369.36
1954	311.4	176.1	490.7	196.4	186.7	112.6	89.8	83.2	167.4	235.6	292.0	159.8	7	113.88	797.15
1955	29.2	477.5	354.4	342.3	201.2	152.4	107.8	263.0	263.1	114.5	360.7	188.1	8	129.71	1037.67
1956	299.2	356.0	454.8	285.8	263.4	211.3	172.3	174.8	159.2	305.8	224.5	207.0	9	86.87	781.87
1957	301.0	365.7	264.0	253.3	245.7	153.2	108.9	135.9	59.3	197.2	340.3	206.1	10	93.61	936.14
1958	253.0	238.3	265.0	264.0	537.4	148.6	197.6	92.6	225.4	135.8	196.0	172.1	11	111.72	1228.95
1959	129.4	201.5	349.3	384.6	249.6	124.3	258.2	130.5	226.1	256.9	119.5	288.7	12	89.22	1070.67
1960	311.9	268.8	202.4	324.2	187.8	124.8	172.8	170.8	311.6	141.2	223.4	119.7	13	74.39	967.01
1961	339.5	227.5	404.3	291.0	320.9	193.6	37.2	163.6	337.0	277.2	201.3	435.4	14	111.06	1554.86
1962	195.3	280.4	100.8	371.8	329.8	188.6	135.7	99.5	213.4	282.8	610.9	378.4	15	145.55	2183.30
1963	361.5	233.1	399.2	220.1	212.8	73.8	164.6	113.5	129.8	130.2	245.5	311.5	16	101.45	1623.26
1964	148.5	131.3	316.7	404.8	243.5	211.3	126.4	171.4	164.2	410.9	267.6	330.9	17	102.45	1741.60
1965	121.4	169.3	288.7	248.1	355.0	295.4	162.3	79.2	182.8	217.4	326.4	373.8	18	94.66	1703.96
1966	300.7	218.9	242.1	476.6	212.0	187.2	349.9	214.6	154.2	269.9	184.7	225.7	19	88.35	1678.74
1967	353.9	176.1	315.1	240.6	166.4	206.7	235.8	101.9	210.4	196.9	92.3	181.4	20	75.55	1511.08
1968	339.0	80.9	213.4	250.4	181.7	183.6	267.3	191.6	121.2	203.9	249.1	182.3	21	67.44	1416.18
1969	236.4	265.6	258.4	365.7	300.4	122.4	212.9	193.8	300.9	170.5	255.1	250.7	22	64.53	1419.61
1970	284.4	299.9	366.9	307.2	288.2	223.9	163.3	103.5	253.9	81.5	341.3	215.7	23	90.06	2071.44
1971	347.9	318.2	400.5	101.2	335.0	267.3	217.3	73.6	313.9	233.1	183.1	254.1	24	98.83	2371.96
1972	201.3	137.6	265.3	174.9	442.1	140.6	227.0	185.6	104.1	525.1	325.9	279.8	25	127.20	3180.11
1973	261.0	197.7	266.1	196.5	269.5	293.3	242.7	162.9	241.4	342.0	280.1	290.1	26	49.33	1282.61
1974	131.1	51.3	186.4	267.2	107.1	152.7	182.1	231.5	271.9	236.9	93.9	317.3	27	81.40	2197.85
1975	382.3	178.1	459.3	107.6	445.6	301.3	174.0	352.8	345.3	350.5	386.8	379.1	28	111.27	3145.46
1976	41.4	268.2	499.1	300.0	767.6	189.3	120.6	482.6	98.5	113.7	340.9	454.7	29	214.13	6209.85
1977	25.3	478.9	536.9	391.9	184.9	185.3	230.4	113.0	343.0	395.6	374.7	237.2	30	153.11	4593.40
1978	105.0	111.4	166.8	345.4	295.4	82.2	222.4	167.9	285.8	93.7	456.0	461.3	31	135.92	4213.40
1979	69.3	197.5	184.2	310.8	204.6	86.6	102.3	133.1	77.5	135.9	155.7	404.3	32	99.90	3196.68
1980	560.0	166.0	444.1	447.1	213.7	100.1	140.9	161.7	146.3	323.7	370.8	130.8	33	155.11	5118.64
1981	150.3	409.9	239.0	848.6	383.9	372.2	62.2	375.3	278.9	369.4	237.3	541.0	34	200.85	6828.93
1982	392.9	180.6	226.7	543.7	214.0	141.5	470.2	104.3	227.8	229.7	398.1	378.6	35	139.04	4866.49
1983	462.1	442.3	327.2	440.6	203.0	203.4	200.9	184.9	207.4	412.5	164.4	451.2	36	124.49	4481.52
1984	218.1	194.3	127.7	222.1	157.1	265.0	175.5	144.4	101.1	107.9	89.9	182.4	37	54.11	2001.91
1985	115.0	253.0	120.4	300.4	108.3	101.9	137.4	130.2	119.6	169.9	149.1	194.0	38	62.08	2358.97
1986	88.7	114.1	178.2	93.3	326.6	221.0	221.1	180.6	119.8	267.0	119.5	326.4	39	85.59	3337.97
1987	502.4	204.1	147.4	369.9	125.6	117.8	217.3	163.7	92.6	208.5	241.7	331.8	40	120.24	4809.45
1988	164.8	382.4	249.3	258.7	279.6	181.9	104.9	99.8	211.1	305.0	353.8	154.3	41	92.00	3772.02
1989	583.2	283.5	316.9	146.6	322.3	253.0	206.8	222.6	111.3	162.6	157.8	306.3	42	125.52	5271.65
1990	491.6	231.2	136.5	137.7	133.7	302.5	215.1	150.0	213.0	252.9	125.7	225.9	43	103.07	4431.82
1991	228.1	263.6	287.2	261.6	307.6	193.0	425.4	225.8	122.0	242.4	297.7	143.7	44	79.83	3512.45
													Promedio Desvest	22.5 12.85	108.9 1743.71
1.4.1 Cálculo de los Estadísticos															
	t	Y ² t	t*Y ² t												
Promedio	264.500	240.987	63752.027												
Desvestp	152.420	124.597	51672.865												
1.4.2 Cálculo del coeficiente de correlación:															
$R = \frac{\bar{E} * \bar{Y}_t' - \bar{E} * \bar{Y}_t'}{S_E * S_{Y_t'}}$															
R = 0.00057111															
Evaluación															
1.4.3 Determinación del T calculado, según la ecuación:															
$T_c = \frac{R * \sqrt{(n - 2)}}{\sqrt{(1 - R^2)}}$															
T _c = 0.0131															
1.4.4 Determinación del T tabular:															
α : 0.05															
GL: 521															
De tablas: T _c = 1.985															
$ T_c \leq T_t (95\%) \Rightarrow \bar{X}_1 = \bar{X}_2$ No es necesario corregir la información															

	$ T_c > T(95\%) \Leftrightarrow \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$	Es necesario corregir la informacion
Como:	0.01 ≤ 1.985	Entonces la correccion efectuada es correcta
II. ANALISIS DE TENDENCIAS EN LA DESVIACION STANDARD		
Para estimar la tendencia en la desviacion Standard en muchos casos es suficiente la ecuacion de regresion lineal:		
$T_x = A_x + B_x * t$		
2.1.1 La media y desviacion standard de los datos de precipitacion media mensual son:		
	$T_x = 108.860$ $S_{Tx} = 46.787$	
2.1.2 La media y desviacion standard del tiempo en orden correlativo son:		
	$t = 22.500$ $S_t = 12.845$	
2.1.3 El promedio del producto entre los datos y el tiempo es:		
	$t * T_x = 2431.378$	
2.2 Calculo del coeficiente de correlacion:		
	$R = \frac{\bar{t} * \bar{T}_x - \bar{t} * \bar{T}_x}{S_t * S_{Tx}}$ $R = -0.0298945$	
2.3 Determinacion del T calculado, según la ecuacion:		
	$T_c = \frac{R * \sqrt{(n - 2)}}{\sqrt{(1 - R^2)}}$ $T_c = -0.19382$	
2.4 Determinacion del T tabular:		
	$\alpha : 0.05$ $GL : 526$	
De tablas:	$T_t = 1.96$	
2.5 Criterio de Descision		
	$ T_c \leq T(95\%) \Leftrightarrow \bar{X}_1 = \bar{X}_2$	No es necesario corregir la informacion
	$ T_c > T(95\%) \Leftrightarrow \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$	Es necesario corregir la informacion
Como:	0.19 ≤ 1.96	No es necesario corregir la informacion
2.6 Ecuacion de correccion de tendencia en la desviacion standard		
	$B_x = \frac{(R * S_x)}{S_t} = -0.109$ $A_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_x - B_x * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i = 111.31$ $T_x = A_x + B_x * t = 112.01 - 0.132 * t$	
III. CORRECCION DE LA INFORMACION CON TENDENCIA EN LA DESVIACION STANDARD		
3.1 Formula para la correccion es la siguiente:		
	$Z_{p,t} = \frac{(X_{p,t} - T_m)}{T_s}$	
donde:	$T_m = 240.864$ $T_s = 108.860$	

CUADRO CON INFORMACION CORREGIDA																	
$Y'_t = Y_t - (262.43 - 0.082 \cdot t) + 240.864$																	
$Z_{p,t} = \frac{(X_{p,t} - (262.43 - 0.082 \cdot t))}{(112.01 - 0.13 \cdot t)}$																	
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	t	Ts	t*Ts		
1948	-2.34	-1.49	-0.27	-1.04	-1.42	-1.63	0.37	-2.07	-1.03	1.03	-0.14	-0.24	1	1.02	1.02		
1949	-1.84	3.85	2.48	3.07	4.83	0.80	3.31	0.11	0.19	0.80	-1.48	2	2.79	5.59			
1950	-1.33	0.81	-0.06	-0.82	-0.46	-0.83	-0.35	-2.03	-1.26	-0.08	-0.62	-1.36	3	0.75	2.26		
1951	0.27	2.04	0.55	0.43	0.14	-1.38	-1.56	-0.66	-0.96	0.70	-0.86	-0.33	4	4.00	1.34		
1952	0.18	-0.66	0.35	-0.67	-0.27	-0.38	-0.64	-0.65	-1.80	-0.62	-1.02	-0.32	5	0.55	2.75		
1953	0.53	-0.13	0.61	0.08	-0.76	-0.74	-1.17	-0.84	-0.58	-0.37	-0.25	0.05	6	0.55	3.32		
1954	0.45	-0.77	2.06	-0.59	-0.68	-1.34	-1.55	-1.61	-0.85	-0.24	0.27	-0.92	7	1.03	7.18		
1955	-2.10	1.94	0.83	0.73	-0.55	-0.99	-1.39	0.01	0.01	-1.33	0.89	-0.66	8	1.17	9.35		
1956	0.34	0.85	1.74	0.22	0.02	-0.46	-0.81	-0.78	-0.92	0.40	-0.34	-0.49	9	0.78	7.05		
1957	0.36	0.94	0.02	-0.08	-0.14	-0.98	-1.38	-1.14	-1.83	-0.58	0.71	-0.50	10	0.85	8.46		
1958	-0.08	-0.21	0.03	0.02	2.49	-1.02	-0.58	-1.53	-0.33	-1.14	-0.59	-0.81	11	1.01	11.11		
1959	-1.20	-0.54	0.80	1.11	-0.11	-1.24	-0.03	-1.19	-0.32	-0.04	-1.29	0.25	12	0.81	9.69		
1960	0.46	0.07	-0.53	0.57	-0.67	-1.24	-0.80	-0.82	0.46	-1.09	-0.34	-1.28	13	0.67	8.77		
1961	0.71	-0.31	1.30	0.27	0.54	-0.61	-2.03	-0.89	0.69	0.14	-0.54	1.58	14	1.01	14.11		
1962	-0.60	0.17	-1.46	1.00	0.62	-0.66	-1.14	-1.47	-0.43	0.20	3.18	1.06	15	1.32	19.84		
1963	0.91	-0.25	1.26	-0.37	-0.44	-1.70	-0.88	-1.34	-1.19	-1.19	-0.14	0.46	16	0.92	14.77		
1964	-1.02	-1.18	0.51	1.31	-0.16	-0.45	-1.23	-0.82	-0.88	1.37	0.06	0.64	17	0.93	15.86		
1965	-1.27	-0.84	0.25	-0.12	0.86	0.31	-0.90	-1.66	-0.71	-0.40	0.60	1.03	18	0.86	15.54		
1966	0.36	-0.38	-0.17	1.97	-0.45	-0.67	0.81	-0.42	-0.97	0.08	-0.70	-0.32	19	0.81	15.33		
1967	0.85	-0.77	0.50	-0.18	-0.86	-0.49	-0.23	-1.45	-0.46	-0.58	-1.54	-0.73	20	0.69	13.81		
1968	0.72	-1.65	-0.43	-0.09	-0.72	-0.71	0.06	-0.63	-1.28	-0.52	-0.11	-0.72	21	0.62	12.96		
1969	-0.22	0.05	-0.02	0.96	0.36	-1.27	-0.44	-0.61	0.37	-0.83	-0.05	-0.09	22	0.59	13.01		
1970	0.22	0.36	0.98	0.43	0.25	-0.34	-0.89	-1.44	-0.06	-1.64	0.74	-0.41	23	0.83	19.00		
1971	0.80	0.53	1.29	-1.46	0.68	0.06	-0.40	-1.72	0.49	-0.25	-0.71	-0.06	24	0.91	21.78		
1972	-0.54	-1.13	0.05	-0.79	1.67	-1.10	-0.31	-0.69	-1.44	2.43	0.60	0.18	25	1.17	29.24		
1973	0.01	-0.58	0.05	-0.59	0.08	0.30	-0.16	-0.90	-0.17	0.75	0.18	0.27	26	0.45	11.81		
1974	-1.19	-1.93	-0.68	0.06	-1.41	-0.99	-0.72	-0.26	0.11	-0.21	-1.53	0.53	27	20.26	27.5		
1975	0.20	0.76	1.84	1.41	1.71	0.38	-0.79	0.85	-0.14	0.83	1.17	1.10	28	1.03	28.75		
1976	-2.02	0.08	2.21	0.37	4.69	-0.65	-1.29	2.06	-1.49	-1.35	0.75	1.80	29	1.98	57.37		
1977	-2.17	2.03	2.56	1.22	-0.69	-0.69	-0.27	-1.36	0.77	1.25	1.06	-0.21	30	1.42	42.49		
1978	-1.43	-1.37	-0.86	0.79	0.33	-1.64	-0.35	-0.85	0.24	-1.54	1.81	1.86	31	1.26	38.97		
1979	-1.76	-0.58	-0.70	0.47	-0.51	-1.60	-1.46	-1.17	-1.69	-1.15	-0.96	1.33	32	0.92	29.57		
1980	2.78	-0.87	1.70	1.73	-0.43	-1.48	-1.10	-0.91	-1.05	0.59	1.03	-1.20	33	47.35	47.35		
1981	-1.01	1.39	-0.19	5.44	1.15	1.04	-1.83	1.07	0.18	1.01	-0.21	2.60	34	1.86	63.17		
1982	1.23	-0.73	-0.31	2.63	-0.43	-1.10	1.95	-1.44	-0.30	-0.28	1.28	1.10	35	1.29	45.07		
1983	1.88	0.63	1.69	0.63	-0.53	-0.52	-0.69	-0.49	-1.42	-0.88	1.77	36	1.15	41.55			
1984	-0.39	-0.61	-1.23	-0.35	-0.95	0.05	-0.78	-1.07	-1.47	-1.41	-1.58	-0.72	37	0.50	18.58		
1985	-1.34	-0.06	-1.29	0.38	-1.41	-1.47	-1.14	-1.20	-1.30	-0.83	-1.03	-0.61	38	0.58	21.93		
1986	-1.59	-1.35	-0.76	1.55	0.62	-0.36	-0.36	-0.73	-1.30	0.07	-1.30	0.62	39	0.62	31.06		
1987	2.26	-0.52	-1.04	1.03	-1.25	-1.32	-0.39	-0.89	-1.55	-0.48	-0.17	0.67	40	1.12	44.81		
1988	-0.88	1.15	-0.09	-0.01	0.19	-0.72	-1.44	-1.49	-0.45	0.43	0.88	-0.98	41	0.86	35.19		
1989	3.03	0.23	0.54	-1.05	0.59	-0.06	-0.49	-0.34	-1.38	-0.90	-0.95	0.44	42	1.17	49.24		
1990	2.17	-0.26	-1.15	-1.14	-1.17	0.40	-0.41	-1.02	-0.43	-0.06	-1.25	-0.31	43	0.96	41.44		
1991	-0.29	0.04	0.26	0.02	0.45	-0.62	1.56	-0.31	-1.28	-0.16	0.36	-1.08	44	0.75	32.89		
Promedio													22.5	1.0	22.4		
Desvest													12.85	0.42	16.24		
3.2 Formula para la correccion es la siguiente:																	
$X'_{p,t} = 240.864 + 109.038 \cdot Z_{p,t}$																	
$X'_{p,t} = T_m + T_s \cdot Z_{p,t}$																	
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	t	Ts	t*Ts		
1948	-14.4	78.6	211.4	127.3	86.3	63.9	280.9	16.0	128.7	353.1	225.3	214.9	1	110.57	110.57		
1949	40.8	659.6	986.9	510.4	575.6	766.2	154.3	601.1	253.1	261.3	154.1	79.5	2	304.19	608.38		
1950	95.9	328.7	234.8	151.5	190.6	150.6	202.6	19.5	104.0	232.1	173.7	92.3	3	81.84	245.51		
1951	269.9	463.5	300.3	287.7	255.7	90.7	71.5	169.1	136.8	164.2	147.6	204.9	4	108.88	435.53		
1952	260.8	168.8	278.5	168.1	212.0	199.6	171.4	170.5	45.0	173.5	129.8	206.5	5	59.94	299.72		
1953	299.0	226.6	307.4	249.4	158.5	160.4	113.0	149.0	177.3	200.1	213.4	246.2	6	60.25	361.49		
1954	289.4	156.8	465.1	176.8	167.2	94.7	72.2	65.8	148.3	215.2	270.4	140.9	7	111.58	781.08		
1955	12.7	452.5	331.7	319.9	181.4	133.6	89.9	242.1	242.1	96.4	337.9	168.6	8	127.24	1017.94		
1956	277.7	333.5	430.5	264.6	242.6	191.3	153.1	155.5	140.2	284.2	204.4	187.2	9	85.32	767.90		
1957	279.6	343.2	243.2	232.7	225.2	134.2	90.7	117.3	41.9	177.5	318.3	186.3	10	92.05	920.50		
1958	232.4	218.0	244.3	243.3	512.4	129.7	178.0	74.6	205.3	117.1	176.3	152.8	11	109.88	1209.83		
1959	110.7	181.8	327.5	362.2	229.2	105.7	237.7	111.8	206.0	236.4	101.0	267.7	12	87.94	1055.25		
1960	290.7	248.2	182.6	302.8	168.3	106.1	153.5	151.5	290.4	122.3	203.4	101.1	13	73.40	954.21		
1961	318.1	207.5	382.2	270.3	299.8	174.0	19.5	144.4	315.7	256.6	181.6	412.9	14	109.72	1536.09		
1962	175.7	259.9	82.2	350.2	308.7	169.1	116.7	81.0	193.6	262.2	586.7	356.8	15	143.97	2159.49		
1963	340.3	213.1	377.6	200.2	193.0	55.3	145.3	94.7	110.8	111.2	225.4	290.8	16	100.47	1607.45		
1964	129.3	112.2	296.0	383.4	223.5	191.6	107.4	152.0	144.9	389.5	247.3	310.1	17	101.57	1726.68		
1965	102.4	149.8	268.5	228.1	334.2	275.1	142.9	60.4	163.3	197.6	305.8	352.9	18	93.97	1691.37		
1966	280.5	199.2	222.2	455.2	192.3	167.6	329.3	194.9	134.8	249.9	165.2	205.9	19	87.81	1668.31		
1967	333.5	156.6	294.9	220.8	146.9	187.1	216.0	82.7	190.7	177.3	73.2	161.8	20	75.17	1503.48		
1968	318.8	61.8	193.7	230.6	162.1	164.0	247.5	172.0	101.9	184.3	229.3	162.8	21	67.18	1410.73		
1969	216.7	245.8	238.6	345.6	280.6	103.0	193.3	174.2	281.0	151.0	235.4	230.9	22	64.36	1415.54		
1970	264.7	280.1	347.1	287.5	268.4	204.3	143.8	84.1	234.3	62.1	321.5	196.0	23	89.93	2068.39		

[illegible]

ANALISIS DE TENDENCIA PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS MENSUAL - ESTACION IQUITOS					
				Corregido	
		Historico		Consistente	
			ti (x)	Ti(Y)	ti *Ti
1964	ENE	48.0	1	48.0	48.0
	FEB	81.0	2	81.0	162.0
	MAR	71.0	3	71.0	213.0
	ABRL	103.0	4	103.0	412.0
	MAY	34.0	5	34.0	170.0
	JUN	68.0	6	68.0	408.1
	JUL	24.0	7	24.0	168.0
	AGO	41.0	8	41.0	328.0
	SET	35.8	9	35.8	322.2
	OCT	98.0	10	98.0	980.0
	NOV	78.6	11	78.6	864.6
	DIC	41.8	12	41.8	501.6
1965	ENE	39.0	13	39.0	507.0
	FEB	40.0	14	40.0	560.0
	MAR	45.0	15	45.0	675.0
	ABRL	42.1	16	42.1	673.6
	MAY	122.0	17	122.0	2074.0
	JUN	106.0	18	106.0	1908.0
	JUL	44.0	19	44.0	836.0
	AGO	25.0	20	25.0	500.0
	SET	51.3	21	51.3	1077.3
	OCT	78.0	22	78.0	1716.0
	NOV	137.0	23	137.0	3151.0
	DIC	46.0	24	46.0	1104.0
1966	ENE	62.0	25	62.0	1550.0
	FEB	62.0	26	62.0	1612.0
	MAR	82.0	27	82.0	2214.0
	ABRL	95.0	28	95.0	2660.0
	MAY	36.0	29	36.0	1044.0
	JUN	78.0	30	78.0	2340.0
	JUL	143.0	31	143.0	4433.0
	AGO	66.0	32	66.0	2112.0
	SET	79.0	33	79.0	2607.0
	OCT	48.0	34	48.0	1632.0
	NOV	70.0	35	70.0	2450.0
	DIC	150.0	36	150.0	5400.0
1967	ENE	96.3	37	96.3	3563.1
	FEB	37.5	38	37.5	1425.0
	MAR	47.0	39	47.0	1833.0
	ABRL	54.6	40	54.6	2184.0
	MAY	50.5	41	50.5	2070.5
	JUN	80.0	42	80.0	3360.0
	JUL	63.0	43	63.0	2709.0
	AGO	18.0	44	18.0	792.0
	SET	66.0	45	66.0	2970.0
	OCT	52.0	46	52.0	2392.0
	NOV	38.0	47	38.0	1786.0
	DIC	48.0	48	48.0	2304.0
1968	ENE	92.5	49	92.5	4532.5
	FEB	24.0	50	24.0	1200.0
	MAR	58.0	51	58.0	2958.0
	ABRL	69.0	52	69.0	3588.0
	MAY	55.0	53	55.0	2915.0
	JUN	40.5	54	40.5	2187.0
	JUL	55.0	55	55.0	3025.0
	AGO	30.0	56	30.0	1680.0
	SET	21.0	57	21.0	1197.0
	OCT	47.0	58	47.0	2726.0
	NOV	71.0	59	71.0	4189.0
	DIC	32.0	60	32.0	1920.0

1969	ENE	36.7	61	36.7	2238.7	
	FEB	35.9	62	35.9	2225.8	
	MAR	56.0	63	56.0	3528.0	
	ABRL	135.0	64	135.0	8640.0	
	MAY	55.5	65	55.5	3607.5	
	JUN	47.0	66	47.0	3102.0	
	JUL	64.0	67	64.0	4288.0	
	AGO	49.5	68	49.5	3366.0	
	SET	78.0	69	78.0	5382.0	
	OCT	52.0	70	52.0	3640.0	
	NOV	69.0	71	69.0	4899.0	
	DIC	76.0	72	76.0	5472.0	
1970	ENE	124.0	73	124.0	9052.0	
	FEB	78.0	74	78.0	5772.0	
	MAR	53.3	75	53.3	3997.5	
	ABRL	53.3	76	53.3	4050.8	
	MAY	96.0	77	96.0	7392.0	
	JUN	60.0	78	60.0	4680.0	
	JUL	40.0	79	40.0	3160.0	
	AGO	54.5	80	54.5	4360.0	
	SET	71.4	81	71.4	5783.4	
	OCT	47.0	82	47.0	3854.0	
	NOV	78.8	83	78.8	6540.4	
	DIC	51.0	84	51.0	4284.0	
1971	ENE	62.0	85	62.0	5270.0	
	FEB	78.0	86	78.0	6708.0	
	MAR	92.0	87	92.0	8004.0	
	ABRL	49.2	88	49.2	4329.6	
	MAY	93.4	89	93.4	8312.6	
	JUN	54.9	90	54.9	4941.0	
	JUL	67.0	91	67.0	6097.0	
	AGO	22.3	92	22.3	2051.6	
	SET	121.0	93	121.0	11253.0	
	OCT	46.0	94	46.0	4324.0	
	NOV	60.0	95	60.0	5700.0	
	DIC	58.2	96	58.2	5587.2	
1972	ENE	44.5	97	44.5	4311.7	
	FEB	53.0	98	53.0	5194.0	
	MAR	68.6	99	68.6	6791.4	
	ABRL	30.0	100	30.0	3000.0	
	MAY	145.0	101	145.0	14645.0	
	JUN	63.0	102	63.0	6426.0	
	JUL	30.6	103	30.6	3151.8	
	AGO	44.0	104	44.0	4576.0	
	SET	36.0	105	36.0	3780.0	
	OCT	200.0	106	200.0	21200.0	
	NOV	50.8	107	50.8	5435.6	
	DIC	60.0	108	60.0	6480.0	
1973	ENE	43.8	109	43.8	4774.2	
	FEB	49.0	110	49.0	5390.0	
	MAR	68.0	111	68.0	7548.0	
	ABRL	72.0	112	72.0	8064.0	
	MAY	55.0	113	55.0	6215.0	
	JUN	134.0	114	134.0	15276.0	
	JUL	76.0	115	76.0	8740.0	
	AGO	40.0	116	40.0	4640.0	
	SET	70.6	117	70.6	8260.2	
	OCT	95.4	118	95.4	11257.2	
	NOV	90.0	119	90.0	10710.0	
	DIC	88.0	120	88.0	10560.0	
1974	ENE	38.7	121	38.7	4682.7	
	FEB	12.8	122	12.8	1561.6	
	MAR	60.0	123	60.0	7380.0	
	ABRL	62.0	124	62.0	7688.0	
	MAY	30.8	125	30.8	3850.0	

	JUN	53.3	126	53.3	6715.8	
	JUL	62.5	127	62.5	7937.5	
	AGO	63.0	128	63.0	8064.0	
	SET	84.0	129	84.0	10836.0	
	OCT	39.0	130	39.0	5070.0	
	NOV	50.0	131	50.0	6550.0	
	DIC	93.0	132	93.0	12276.0	
1975	ENE	70.0	133	70.0	9310.0	
	FEB	55.0	134	55.0	7370.0	
	MAR	57.0	135	57.0	7695.0	
	ABRL	30.0	136	30.0	4080.0	
	MAY	46.0	137	46.0	6302.0	
	JUN	135.0	138	135.0	18630.0	
	JUL	50.0	139	50.0	6950.0	
	AGO	163.0	140	163.0	22820.0	
	SET	90.0	141	90.0	12690.0	
	OCT	90.0	142	90.0	12780.0	
	NOV	139.3	143	139.3	19919.9	
	DIC	105.0	144	105.0	15120.0	
1976	ENE	105.0	145	105.0	15225.0	
	FEB	140.0	146	140.0	20440.0	
	MAR	145.0	147	145.0	21315.0	
	ABRL	82.0	148	82.0	12136.0	
	MAY	140.0	149	140.0	20860.0	
	JUN					
	JUL	60.0	150	60.0	9000.0	
	AGO	180.0	151	180.0	27180.0	
	SET	33.0	152	33.0	5016.0	
	OCT	56.0	153	56.0	8568.0	
	NOV	55.0	154	55.0	8470.0	
	DIC	10.0	155	10.0	1550.0	
1977	ENE	16.4	156	16.4	2558.4	
	FEB	9.0	157	9.0	1413.0	
	MAR	132.3	158	132.3	20903.4	
	ABRL	180.0	159	180.0	28620.0	
	MAY	32.0	160	32.0	5120.0	
	JUN	40.0	161	40.0	6440.0	
	JUL	53.0	162	53.0	8586.0	
	AGO	22.0	163	22.0	3586.0	
	SET	80.5	164	80.5	13202.0	
	OCT	120.0	165	120.0	19800.0	
	NOV	90.0	166	90.0	14940.0	
	DIC	60.0	167	60.0	10020.0	
1978	ENE	60.0	168	60.0	10080.0	
	FEB	50.0	169	50.0	8450.0	
	MAR	64.8	170	64.8	11016.0	
	ABRL	123.4	171	123.4	21101.4	
	MAY	64.0	172	64.0	11008.0	
	JUN	40.5	173	40.5	7006.5	
	JUL	56.0	174	56.0	9744.0	
	AGO	30.6	175	30.6	5355.0	
	SET	59.0	176	59.0	10384.0	
	OCT	35.0	177	35.0	6195.0	
	NOV	114.8	178	114.8	20434.4	
	DIC	116.0	179	116.0	20764.0	
1979	ENE	15.2	180	15.2	2736.0	
	FEB	45.0	181	45.0	8145.0	
	MAR	50.0	182	50.0	9100.0	
	ABRL	70.0	183	70.0	12810.0	
	MAY	68.0	184	68.0	12512.0	
	JUN	29.2	185	29.2	5402.0	
	JUL	33.0	186	33.0	6138.0	
	AGO	38.0	187	38.0	7106.0	
	SET	35.0	188	35.0	6580.0	
	OCT	115.0	189	115.0	21735.0	

	NOV	44.0	190	44.0	8360.0
	DIC	175.0	191	175.0	33425.0
1980	ENE	94.0	192	94.0	18048.0
	FEB	90.0	193	90.0	17370.0
	MAR	97.5	194	97.5	18915.0
	ABRL	142.0	195	142.0	27690.0
	MAY	69.0	196	69.0	13524.0
	JUN	28.0	197	28.0	5516.0
	JUL	29.8	198	29.8	5900.4
	AGO	53.0	199	53.0	10547.0
	SET	56.4	200	56.4	11280.0
	OCT	55.5	201	55.5	11155.5
	NOV	60.9	202	60.9	12301.8
	DIC	57.0	203	57.0	11571.0
1981	ENE	45.0	204	45.0	9180.0
	FEB	64.0	205	64.0	13120.0
	MAR	60.0	206	60.0	12360.0
	ABRL	163.0	207	163.0	33741.0
	MAY	125.0	208	125.0	26000.0
	JUN	122.0	209	122.0	25498.0
	JUL	24.8	210	24.8	5208.0
	AGO	120.0	211	120.0	25320.0
	SET	85.0	212	85.0	18020.0
	OCT	180.0	213	180.0	38340.0
	NOV	60.0	214	60.0	12840.0
	DIC	90.0	215	90.0	19350.0
1982	ENE	60.0	216	60.0	12960.0
	FEB	40.2	217	40.2	8723.4
	MAR	80.3	218	80.3	17505.4
	ABRL	136.0	219	136.0	29784.0
	MAY	95.2	220	95.2	20944.0
	JUN	34.1	221	34.1	7536.1
	JUL	109.5	222	109.5	24309.0
	AGO	32.2	223	32.2	7180.6
	SET	122.0	224	122.0	27328.0
	OCT	82.4	225	82.4	18540.0
	NOV	83.0	226	83.0	18758.0
	DIC	50.0	227	50.0	11350.0
1983	ENE	130.0	228	130.0	29640.0
	FEB	150.2	229	150.2	34395.8
	MAR	90.8	230	90.8	20884.0
	ABRL	160.0	231	160.0	36960.0
	MAY	94.0	232	94.0	21808.0
	JUN	51.4	233	51.4	11976.2
	JUL	24.6	234	24.6	5756.4
	AGO	33.0	235	33.0	7755.0
	SET	98.0	236	98.0	23128.0
	OCT	121.0	237	121.0	28677.0
	NOV	40.8	238	40.8	9710.4
	DIC	90.0	239	90.0	21510.0
1984	ENE	48.0	240	48.0	11520.0
	FEB	40.0	241	40.0	9640.0
	MAR	30.0	242	30.0	7260.0
	ABRL	25.0	243	25.0	6075.0
	MAY	30.0	244	30.0	7320.0
	JUN	99.7	245	99.7	24426.5
	JUL	48.0	246	48.0	11808.0
	AGO	67.0	247	67.0	16549.0
	SET	41.0	248	41.0	10168.0
	OCT	31.0	249	31.0	7719.0
	NOV	32.0	250	32.0	8000.0
	DIC	43.0	251	43.0	10793.0
1985	ENE	6.0	252	6.0	1512.0
	FEB	40.0	253	40.0	10120.0
	MAR	13.4	254	13.4	3403.6

	ABRL	45.7	255	45.7	11653.5
	MAY	28.3	256	28.3	7244.8
	JUN	30.0	257	30.0	7710.0
	JUL	24.0	258	24.0	6192.0
	AGO	36.0	259	36.0	9324.0
	SET	21.4	260	21.4	5564.0
	OCT	40.3	261	40.3	10518.3
	NOV	75.0	262	75.0	19650.0
	DIC	18.0	263	18.0	4734.0
1986	ENE	35.0	264	35.0	9240.0
	FEB	38.0	265	38.0	10070.0
	MAR	61.8	266	61.8	16438.8
	ABRL	30.0	267	30.0	8010.0
	MAY	65.0	268	65.0	17420.0
	JUN	83.0	269	83.0	22327.0
	JUL	64.0	270	64.0	17280.0
	AGO	38.0	271	38.0	10298.0
	SET	33.0	272	33.0	8976.0
	OCT	74.0	273	74.0	20202.0
	NOV	43.8	274	43.8	12001.2
	DIC	33.0	275	33.0	9075.0
1987	ENE	92.3	276	92.3	25474.8
	FEB	29.0	277	29.0	8033.0
	MAR	41.0	278	41.0	11398.0
	ABRL	76.0	279	76.0	21204.0
	MAY	58.0	280	58.0	16240.0
	JUN	30.0	281	30.0	8430.0
	JUL	68.0	282	68.0	19176.0
	AGO	50.0	283	50.0	14150.0
	SET	22.0	284	22.0	6248.0
	OCT	46.0	285	46.0	13110.0
	NOV	91.0	286	91.0	26026.0
	DIC	40.0	287	40.0	11480.0
1988	ENE	32.0	288	32.0	9216.0
	FEB	79.0	289	79.0	22831.0
	MAR	45.0	290	45.0	13050.0
	ABRL	52.0	291	52.0	15132.0
	MAY	80.0	292	80.0	23360.0
	JUN	50.0	293	50.0	14650.0
	JUL	32.0	294	32.0	9408.0
	AGO	27.0	295	27.0	7965.0
	SET	30.2	296	30.2	8939.2
	OCT	47.0	297	47.0	13959.0
	NOV	120.0	298	120.0	35760.0
	DIC	40.0	299	40.0	11960.0
1989	ENE	79.0	300	79.0	23700.0
	FEB	50.0	301	50.0	15050.0
	MAR	58.0	302	58.0	17516.0
	ABRL	53.0	303	53.0	16059.0
	MAY	94.0	304	94.0	28576.0
	JUN	49.0	305	49.0	14945.0
	JUL	12.0	306	12.0	3672.0
	AGO	69.0	307	69.0	21183.0
	SET	34.0	308	34.0	10472.0
	OCT	38.0	309	38.0	11742.0
	NOV	44.3	310	44.3	13733.0
	DIC	21.0	311	21.0	6531.0
1990	ENE	113.2	312	113.2	35318.4
	FEB	39.0	313	39.0	12207.0
	MAR	55.3	314	55.3	17364.2
	ABRL	33.8	315	33.8	10647.0
	MAY	42.2	316	42.2	13335.2
	JUN	74.9	317	74.9	23743.3
	JUL	58.0	318	58.0	18444.0
	AGO	29.0	319	29.0	9251.0

SET	29.0	320	29.0	9280.0	33.7	10775.68
OCT	25.0	321	25.0	8025.0	29.8	9551.676
NOV	31.0	322	31.0	9982.0	35.8	10539.836
DIC	70.0	323	70.0	22610.0	74.9	24199.16
ANALISIS DE TENDENCIA DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA DE IQUITOS Pmax 24 h						
I. ANALISIS DE TENDENCIAS EN LA MEDIA						
1.1 Calculo de los Estadisticos				Corregido sin Tendencia en la media		
	t	Y	t*Y	Y ²	t*Y ²	
Promedio	162.000	64.436	10,089.155	56.154	9,460.379	
Desvestp	93.242	35.524	8,019.713	35.540	8,209.968	
1.1.1 La media y desviacion standard de los datos de precipitacion media mensual son:						
	T _m =	64.436				
	S _{Tm} =	35.524				
1.1.2 La media y desviacion standard del tiempo en orden correlativo son:						
	t=	162.000				
	S _t =	93.242				
1.1.3 El promedio del producto entre los datos y el tiempo es:						
	Y*t=	10089.155				
1.1.4 Calculo del coeficiente de correlacion:						
	$R = \frac{t * T_m - \bar{t} * \bar{T}_m}{S_t * S_{Tm}}$					
	R=	-0.10553				
1.2 Evaluacion						
1.2.1 Determinacion del T calculado, según la ecuacion:						
	$T_c = \frac{R * \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-R^2)}}$					
	T _c =	-1.12				
1.2.2 Determinacion del T tabular:						
	α :	0.05				
	GL:	321				
De tablas:	T _t =	1.96				
1.2.3 Criterio de Descision						
	⇒					
	T _c ≤ T _t (95%)	φ	$\bar{X}_1 = \bar{X}_2$	No es necesario corregir la informacion		
	T _c > T _t (95%)	φ	$\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$	Es necesario corregir la informacion		
Como:	1.12	≤	1.96	No es necesario corregir la informacion		

1.4 BONDAD DE LA INFORMACION CORREGIDA SIN TENDENCIA EN LA MEDIA																	
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	t	Ts	t*Ts		
1964	48.0	81.0	71.0	103.0	34.0	68.0	24.0	41.0	35.8	98.0	78.6	41.8	1	26.38	26.38		
1965	39.0	40.0	45.0	42.1	122.0	106.0	44.0	25.0	51.3	78.0	137.0	46.0	2	37.05	74.09		
1966	62.0	62.0	82.0	95.0	36.0	78.0	143.0	66.0	79.0	48.0	70.0	150.0	3	34.37	103.12		
1967	96.3	37.5	47.0	54.6	50.5	80.0	63.0	18.0	66.0	52.0	38.0	48.0	4	20.48	81.94		
1968	92.5	24.0	58.0	69.0	55.0	40.5	55.0	30.0	21.0	47.0	71.0	32.0	5	21.45	107.24		
1969	36.7	35.9	56.0	135.0	55.5	47.0	64.0	49.5	78.0	52.0	69.0	76.0	6	26.47	158.80		
1970	124.0	78.0	53.3	53.3	96.0	60.0	40.0	54.5	71.4	47.0	78.8	51.0	7	24.00	167.98		
1971	62.0	78.0	92.0	49.2	93.4	54.9	67.0	22.3	121.0	46.0	60.0	58.2	8	25.96	207.67		
1972	44.5	53.0	68.6	30.0	145.0	63.0	30.6	44.0	36.0	200.0	50.8	60.0	9	51.30	461.74		
1973	43.8	49.0	68.0	72.0	55.0	134.0	76.0	40.0	70.6	95.4	90.0	88.0	10	26.31	263.13		
1974	38.7	12.8	60.0	62.0	30.8	53.3	62.5	63.0	84.0	39.0	50.0	93.0	11	22.13	243.39		
1975	70.0	55.0	57.0	30.0	46.0	135.0	50.0	163.0	90.0	90.0	139.3	105.0	12	42.27	507.23		
1976	105.0	140.0	145.0	82.0	140.0		60.0	180.0	33.0	56.0	55.0	10.0	13	54.15	703.93		
1977	16.4	9.0	132.3	180.0	32.0	40.0	53.0	22.0	80.5	120.0	90.0	60.0	14	52.76	738.65		
1978	60.0	50.0	64.8	123.4	64.0	40.5	56.0	30.6	59.0	35.0	114.8	116.0	15	32.26	483.87		
1979	15.2	45.0	50.0	70.0	68.0	29.2	33.0	38.0	35.0	115.0	44.0	175.0	16	44.51	712.09		
1980	94.0	90.0	97.5	142.0	69.0	28.0	29.8	53.0	56.4	55.5	60.9	57.0	17	31.95	543.16		
1981	45.0	64.0	60.0	163.0	125.0	122.0	24.8	120.0	85.0	180.0	60.0	90.0	18	47.74	859.26		
1982	60.0	40.2	80.3	136.0	95.2	34.1	109.5	32.2	122.0	82.4	83.0	50.0	19	34.63	657.91		
1983	130.0	150.2	90.8	160.0	94.0	51.4	24.6	33.0	98.0	121.0	40.8	90.0	20	45.33	906.57		
1984	48.0	40.0	30.0	25.0	30.0	99.7	48.0	67.0	41.0	31.0	32.0	43.0	21	20.78	436.47		
1985	6.0	40.0	13.4	45.7	28.3	30.0	24.0	36.0	21.4	40.3	75.0	18.0	22	18.08	397.70		
1986	35.0	38.0	61.8	30.0	65.0	83.0	64.0	38.0	33.0	74.0	43.8	33.0	23	18.47	424.92		
1987	92.3	29.0	41.0	76.0	58.0	30.0	68.0	50.0	22.0	46.0	91.0	40.0	24	23.74	569.79		
1988	32.0	79.0	45.0	52.0	80.0	50.0	32.0	27.0	30.2	47.0	120.0	40.0	25	27.39	684.68		
1989	79.0	50.0	58.0	53.0	94.0	49.0	12.0	69.0	34.0	38.0	44.3	21.0	26	23.22	603.64		
1990	113.2	39.0	55.3	33.8	42.2	74.9	58.0	29.0	29.0	25.0	31.0	70.0	27	25.97	701.18		
													Promedio	14.0	31.8	438.0	
													Desvest	7.94	11.20	263.07	
II. ANALISIS DE TENDENCIAS EN LA DESVIACION STANDARD																	
Para estimar la tendencia en la Desviación Standard en muchos casos es suficiente la ecuación de regresión lineal:																	
$T_s = A_s + B_s * t$																	
2.1.1 La media y desviación standard de los datos de precipitación media mensual son:																	
		T _p =	31.820														
		S _{1s} =	11.199														
2.1.2 La media y desviación standard del tiempo en orden correlativo son:																	

$$t = 14.000$$

$$S_t = 7.937$$

2.1.3 El promedio del producto entre los datos y el tiempo es:

$$t * T_s = 438.020$$

2.2 Calculo del coeficiente de correlacion:

$$R = \frac{t * T_s - \bar{t} * \bar{T}_s}{S_t * S_{T_s}}$$

$$R = -0.083925$$

2.3 Determinacion del T calculado, según la ecuacion:

$$T_c = \frac{R * \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-R^2)}}$$

$$T_c = -0.42111$$

2.4 Determinacion del T tabular:

$$\alpha : 0.05$$

$$GL: 321$$

$$\text{De tablas: } T_t = 1.96$$

2.5 Criterio de Descision

$$|T_c| \leq T_t (95\%) \quad \Leftrightarrow \bar{X}_1 = \bar{X}_2 \quad \text{No es necesario corregir la informacion}$$

$$|T_c| > T_t (95\%) \quad \Leftrightarrow \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 \quad \text{Es necesario corregir la informacion}$$

$$\text{Como: } 0.42 \leq 1.96 \quad \text{No es necesario corregir la informacion}$$

ANALISIS DE TENDENCIA PRECIPITACION MEDIA MENSUAL - ESTACION SAN ROQUE					
		Historico		Corregido Consistente	
			ti (x)	Ti(Y)	ti *Ti
1984	ENE				
	FEB				
	MAR	144.0	1	144.0	144.0
	ABR	452.0	2	452.0	904.0
	MAY	220.0	3	220.0	660.0
	JUN	223.0	4	223.0	892.0
	JUL	178.0	5	178.0	890.0
	AGO	12.4	6	12.4	74.4
	SET	104.0	7	104.0	728.0
	OCT	174.0	8	174.0	1392.0
	NOV	291.0	9	291.0	2619.0
	DIC	40.5	10	40.5	405.0
1985	ENE	62.0	11	62.0	682.0
	FEB	257.0	12	257.0	3084.0
	MAR	90.0	13	90.0	1170.0
	ABR	357.0	14	357.0	4998.0
	MAY	190.0	15	190.0	2850.0
	JUN	235.0	16	235.0	3760.0
	JUL	224.0	17	224.0	3808.0
	AGO	181.1	18	181.1	3259.8
	SET	198.8	19	198.8	3777.2
	OCT	209.0	20	209.0	4180.0
	NOV	195.0	21	195.0	4095.0
	DIC	259.0	22	259.0	5698.0
1986	ENE	221.0	23	221.0	5083.0
	FEB	253.0	24	253.0	6072.0
	MAR	243.8	25	243.8	6095.0
	ABR	178.0	26	178.0	4628.0
	MAY	420.0	27	420.0	11340.0
	JUN	226.0	28	226.0	6328.0
	JUL	129.6	29	129.6	3758.4
	AGO	85.0	30	85.0	2550.0
	SET	107.8	31	107.8	3341.8
	OCT	319.9	32	319.9	10236.8
	NOV	229.0	33	229.0	7557.0
	DIC	341.8	34	341.8	11621.2
1987	ENE	489.0	35	489.0	17115.0
	FEB	406.0	36	406.0	14616.0
	MAR	367.0	37	367.0	13579.0
	ABR	546.2	38	546.2	20755.6
	MAY	90.0	39	90.0	3510.0
	JUN	127.0	40	127.0	5080.0
	JUL	321.4	41	321.4	13177.4
	AGO	174.0	42	174.0	7308.0
	SET	114.0	43	114.0	4902.0
	OCT	254.0	44	254.0	11176.0
	NOV	200.3	45	200.3	9013.5
	DIC	241.0	46	241.0	11086.0
1988	ENE	163.0	47	163.0	7661.0
	FEB	177.0	48	177.0	8496.0
	MAR	148.0	49	148.0	7252.0
	ABR	561.0	50	561.0	28050.0
	MAY	119.0	51	119.0	6069.0
	JUN	128.6	52	128.6	6687.2
	JUL	112.0	53	112.0	5936.0
	AGO	69.6	54	69.6	3758.4
	SET	144.4	55	144.4	7942.0
	OCT	266.0	56	266.0	14896.0
	NOV	401.0	57	401.0	22857.0
	DIC	306.5	58	306.5	17777.0
1989	ENE	565.0	59	565.0	33335.0
	FEB	317.0	60	317.0	19020.0
	MAR	127.0	61	127.0	7747.0
	ABR	293.0	62	293.0	18166.0
	MAY	322.0	63	322.0	20286.0
	JUN	239.0	64	239.0	15296.0
	JUL	165.0	65	165.0	10725.0
	AGO	271.0	66	271.0	17886.0
	SET	71.0	67	71.0	4757.0
	OCT	249.0	68	249.0	16932.0
	NOV	254.0	69	254.0	17526.0
	DIC	82.0	70	82.0	5740.0
1990	ENE	352.0	71	352.0	24992.0
	FEB	106.5	72	106.5	7668.0
	MAR	260.0	73	260.0	18980.0
	ABR	201.0	74	201.0	14874.0

	MAY	184.0	75	184.0	13800.0	
	JUN	373.0	76	373.0	28348.0	
	JUL	181.0	77	181.0	13937.0	
	AGO	202.1	78	202.1	15763.8	
	SET	85.4	79	85.4	6746.6	
	OCT	105.0	80	105.0	8400.0	
	NOV	220.0	81	220.0	17820.0	
	DIC	456.0	82	456.0	37392.0	
1991	ENE	382.9	83	382.9	31780.7	
	FEB	345.0	84	345.0	28980.0	
	MAR	112.0	85	112.0	9520.0	
	ABR	375.0	86	375.0	32250.0	
	MAY	372.0	87	372.0	32364.0	
	JUN	229.8	88	229.8	20222.4	
	JUL	191.0	89	191.0	16999.0	
	AGO	198.1	90	198.1	17829.0	
	SET	245.0	91	245.0	22295.0	
	OCT	324.0	92	324.0	29808.0	
	NOV	229.0	93	229.0	21297.0	
	DIC	331.0	94	331.0	31114.0	
1992	ENE	242.1	95	242.1	22999.5	
	FEB	233.0	96	233.0	22368.0	
	MAR	275.0	97	275.0	26675.0	
	ABR	295.0	98	295.0	28910.0	
	MAY	218.0	99	218.0	21582.0	
	JUN	239.0	100	239.0	23900.0	
	JUL	144.0	101	144.0	14544.0	
	AGO	412.0	102	412.0	42024.0	
	SET	224.0	103	224.0	23072.0	
	OCT	305.0	104	305.0	31720.0	
	NOV	201.0	105	201.0	21105.0	
	DIC	230.0	106	230.0	24380.0	
1993	ENE	502.2	107	502.2	53735.4	
	FEB	167.5	108	167.5	18090.0	
	MAR	306.5	109	306.5	33408.5	
	ABR	261.5	110	261.5	28765.0	
	MAY	167.5	111	167.5	18592.5	
	JUN	102.0	112	102.0	11424.0	
	JUL	141.0	113	141.0	15933.0	
	AGO	215.5	114	215.5	24567.0	
	SET	123.0	115	123.0	14145.0	
	OCT	293.5	116	293.5	34046.0	
	NOV	335.5	117	335.5	39253.5	
	DIC	206.5	118	206.5	24367.0	
1994	ENE	223.5	119	223.5	26596.5	
	FEB	177.0	120	177.0	21240.0	
	MAR	279.0	121	279.0	33759.0	
	ABR	340.0	122	340.0	41480.0	
	MAY	430.0	123	430.0	52890.0	
	JUN	331.5	124	331.5	41106.0	
	JUL	107.0	125	107.0	13375.0	
	AGO	194.0	126	194.0	24444.0	
	SET	201.5	127	201.5	25590.5	
	OCT	168.0	128	168.0	21504.0	
	NOV	145.0	129	145.0	18705.0	
	DIC	267.0	130	267.0	34710.0	
1995	ENE	513.5	131	513.5	67268.5	
	FEB	165.5	132	165.5	21846.0	
	MAR	309.5	133	309.5	41163.5	
	ABR	194.5	134	194.5	26063.0	
	MAY	385.0	135	385.0	51975.0	
	JUN	235.5	136	235.5	32028.0	
	JUL	190.0	137	190.0	26030.0	
	AGO	124.0	138	124.0	17112.0	
	SET	260.0	139	260.0	36140.0	
	OCT	241.0	140	241.0	33740.0	
	NOV	353.0	141	353.0	49773.0	
	DIC	336.0	142	336.0	47712.0	
1996	ENE	190.0	143	190.0	27170.0	
	FEB	374.0	144	374.0	53856.0	
	MAR	352.0	145	352.0	51040.0	
	ABR	402.0	146	402.0	58692.0	
	MAY	379.5	147	379.5	55786.5	
	JUN	205.0	148	205.0	30340.0	
	JUL	74.0	149	74.0	11026.0	
	AGO	224.4	150	224.4	33660.0	
	SET	271.0	151	271.0	40921.0	
	OCT	144.0	152	144.0	21888.0	
	NOV	141.0	153	141.0	21573.0	
	DIC	190.0	154	190.0	29260.0	
1997	ENE	63.0	155	63.0	9765.0	

	FEB	392.0	156	392.0	61152.0
	MAR	219.0	157	219.0	34383.0
	ABR	171.0	158	171.0	27018.0
	MAY	376.0	159	376.0	59784.0
	JUN	164.0	160	164.0	26240.0
	JUL	91.0	161	91.0	14651.0
	AGO	152.0	162	152.0	24624.0
	SET	209.0	163	209.0	34067.0
	OCT	144.0	164	144.0	23616.0
	NOV	299.0	165	299.0	49335.0
	DIC	345.7	166	345.7	57386.2
1998	ENE	220.0	167	220.0	36740.0
	FEB	219.0	168	219.0	36792.0
	MAR	298.5	169	298.5	50446.5
	ABR	415.0	170	415.0	70550.0
	MAY	299.0	171	299.0	51129.0
	JUN	110.0	172	110.0	18920.0
	JUL	163.3	173	163.3	28250.9
	AGO	276.7	174	276.7	48145.8
	SET	114.4	175	114.4	20020.0
	OCT	186.2	176	186.2	32771.2
	NOV	147.6	177	147.6	26125.2
	DIC	219.9	178	219.9	39142.2
1999	ENE	459.0	179	459.0	82161.0
	FEB	400.8	180	400.8	72144.0
	MAR	221.0	181	221.0	40001.0
	ABR	369.5	182	369.5	67249.0
	MAY	314.4	183	314.4	57535.2
	JUN	137.0	184	137.0	25208.0
	JUL	166.6	185	166.6	30821.0
	AGO	162.3	186	162.3	30187.8
	SET	245.2	187	245.2	45852.4
	OCT	177.4	188	177.4	33351.2
	NOV	206.5	189	206.5	39028.5
	DIC	181.7	190	181.7	34523.0
2000	ENE	250.8	191	250.8	47902.8
	FEB	213.6	192	213.6	41011.2
	MAR	310.8	193	310.8	59984.4
	ABR	489.1	194	489.1	94885.4
	MAY	329.4	195	329.4	64233.0
	JUN	207.0	196	207.0	40572.0
	JUL	102.4	197	102.4	20172.8
	AGO	297.3	198	297.3	58865.4
	SET	153.5	199	153.5	30546.5
	OCT	163.4	200	163.4	32680.0
	NOV	68.0	201	68.0	13668.0
	DIC	314.2	202	314.2	63468.4
2001	ENE	325.4	203	325.4	66056.2
	FEB	218.4	204	218.4	44553.6
	MAR	336.6	205	336.6	69003.0
	ABR	275.1	206	275.1	56670.6
	MAY	288.0	207	288.0	59616.0
	JUN	132.3	208	132.3	27518.4
	JUL	116.2	209	116.2	24285.8
	AGO	116.5	210	116.5	24465.0
	SET	145.8	211	145.8	30763.8
	OCT	290.5	212	290.5	61586.0
	NOV	109.4	213	109.4	23302.2
	DIC	514.5	214	514.5	110103.0
2002	ENE	222.8	215	222.8	47902.0
	FEB	190.6	216	190.6	41169.6
	MAR	148.1	217	148.1	32137.7
	ABR	300.5	218	300.5	65509.0
	MAY	318.3	219	318.3	69707.7
	JUN	84.7	220	84.7	18634.0
	JUL	215.6	221	215.6	47647.6
	AGO	183.9	222	183.9	40825.8
	SET	107.0	223	107.0	23861.0
	OCT	347.9	224	347.9	77929.6
	NOV	297.9	225	297.9	67027.5
	DIC	294.2	226	294.2	66489.2
2003	ENE	191.7	227	191.7	43515.9
	FEB	179.2	228	179.2	40857.6
	MAR	184.7	229	184.7	42296.3
	ABR	214.0	230	214.0	49220.0
	MAY	355.7	231	355.7	82166.7
	JUN	171.7	232	171.7	39834.4
	JUL	239.3	233	239.3	55756.9
	AGO	129.9	234	129.9	30396.6
	SET	146.4	235	146.4	34404.0
	OCT	132.3	236	132.3	31222.8

	NOV	298.6	237	298.6	70768.2
	DIC	184.7	238	184.7	43958.6
2004	ENE	103.2	239	103.2	24664.8
	FEB	151.5	240	151.5	36360.0
	MAR	353.2	241	353.2	85121.2
	ABR	151.9	242	151.9	36759.8
	MAY	282.6	243	282.6	68671.8
	JUN	285.6	244	285.6	69686.4
	JUL	164.3	245	164.3	40253.5
	AGO	179.0	246	179.0	44034.0
	SET	104.4	247	104.4	25786.8
	OCT	177.0	248	177.0	43896.0
	NOV	302.4	249	302.4	75297.6
	DIC	267.6	250	267.6	66900.0
2005	ENE	157.2	251	157.2	39457.2
	FEB	254.4	252	254.4	64108.8
	MAR	359.1	253	359.1	90852.3
	ABR	130.0	254	130.0	33020.0
	MAY	148.8	255	148.8	37944.0
	JUN	157.1	256	157.1	40217.6
	JUL	150.2	257	150.2	38601.4
	AGO	143.7	258	143.7	37074.6
	SET	86.7	259	86.7	22455.3
	OCT	345.9	260	345.9	89934.0
	NOV	127.6	261	127.6	33303.6
	DIC	197.9	262	197.9	51849.8
2006	ENE	319.5	263	319.5	84028.5
	FEB	133.8	264	133.8	35323.2
	MAR	409.7	265	409.7	108570.5
	ABRL	139.6	266	139.6	37133.6
	MAY	386.2	267	386.2	103115.4
	JUN	188.6	268	188.6	50544.8
	JUL	62.7	269	62.7	16866.3
	AGO	171.9	270	171.9	46413.0
	SET	340.0	271	340.0	92140.0
	OCT	318.9	272	318.9	86740.8
	NOV	236.2	273	236.2	64482.6
	DIC	423.1	274	423.1	115929.4
2007	ENE	261.2	275	261.2	71830.0
	FEB	81.8	276	81.8	22576.8
	MAR	373.0	277	373.0	103321.0
	ABRL	381.7	278	381.7	106112.6
	MAY	256.8	279	256.8	71647.2
	JUN	96.0	280	96.0	26880.0
	JUL	104.1	281	104.1	29252.1
	AGO	99.8	282	99.8	28143.6
	SET	127.8	283	127.8	36167.4
	OCT	201.3	284	201.3	57169.2

Anexo 06. Análisis de frecuencias de niveles de río

Análisis de Frecuencias de la información limnimétrica de la estación Santa María de Nanay

48	2190.33					
49	1932.31					
50	2100.68					
51	1521.83					
52	2275.03					
53	2126.68					
54	1818.54					
55	1982.88					
56	1779.74					
57	1859.63					
58	1629.1					
59	2126.67					
60	2183.73					
61	1583.45					
62	1841.37					
63	1882.45					
64	2067.33					
65	2204.27					
66	1982.88					
67	1866.47					
68	1861.91					
69	1782.02					
70	1576.61					
71	1599.43					
72	1855.06					
73	1729.53					
74	1763.76					
75	1982.88					
76	1608.56					
77	2010.26					
78	2249.92					
79	2019.39					
80	1960.05					
81	2188.29					
82	1887.01					
83	1914.4					
=====						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						
=====						
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta	
=====						
1	1315.84	0.0119	0.0140	0.0157	0.0021	
2	1377.22	0.0238	0.0264	0.0289	0.0026	
3	1443.17	0.0357	0.0487	0.0523	0.0130	
4	1452.4	0.0476	0.0528	0.0566	0.0052	
5	1462.4	0.0595	0.0576	0.0615	0.0020	
6	1474.13	0.0714	0.0635	0.0676	0.0079	
7	1498.13	0.0833	0.0772	0.0816	0.0061	
8	1509.12	0.0952	0.0842	0.0888	0.0110	
9	1521.83	0.1071	0.0929	0.0976	0.0143	
10	1522.86	0.1190	0.0936	0.0983	0.0254	
11	1522.86	0.1310	0.0936	0.0983	0.0373	

12	1547.59	0.1429	0.1124	0.1173	0.0305
13	1550.05	0.1548	0.1144	0.1193	0.0404
14	1576.61	0.1667	0.1377	0.1428	0.0290
15	1582.58	0.1786	0.1434	0.1485	0.0352
16	1583.45	0.1905	0.1442	0.1493	0.0463
17	1591.38	0.2024	0.1520	0.1571	0.0504
18	1599.43	0.2143	0.1602	0.1653	0.0541
19	1608.56	0.2262	0.1698	0.1749	0.0564
20	1629.1	0.2381	0.1928	0.1977	0.0453
21	1632.41	0.2500	0.1966	0.2016	0.0534
22	1632.41	0.2619	0.1966	0.2016	0.0653
23	1667.74	0.2738	0.2408	0.2454	0.0330
24	1673.45	0.2857	0.2484	0.2529	0.0373
25	1709.73	0.2976	0.2996	0.3034	0.0020
26	1711.56	0.3095	0.3023	0.3061	0.0072
27	1728.96	0.3214	0.3286	0.3319	0.0072
28	1729.53	0.3333	0.3295	0.3328	0.0039
29	1763.76	0.3452	0.3836	0.3859	0.0383
30	1764.69	0.3571	0.3851	0.3874	0.0279
31	1764.69	0.3690	0.3851	0.3874	0.0160
32	1779.74	0.3810	0.4097	0.4116	0.0288
33	1782.02	0.3929	0.4135	0.4153	0.0206
34	1785.81	0.4048	0.4198	0.4214	0.0150
35	1792.17	0.4167	0.4304	0.4318	0.0137
36	1797.66	0.4286	0.4395	0.4408	0.0110
37	1799.49	0.4405	0.4426	0.4438	0.0021
38	1818.54	0.4524	0.4747	0.4752	0.0223
39	1822.39	0.4643	0.4812	0.4816	0.0169
40	1836.13	0.4762	0.5045	0.5044	0.0283
41	1841.37	0.4881	0.5133	0.5131	0.0252
42	1841.63	0.5000	0.5138	0.5135	0.0138
43	1855.06	0.5119	0.5365	0.5357	0.0246
44	1858.12	0.5238	0.5416	0.5408	0.0178
45	1859.63	0.5357	0.5442	0.5433	0.0085
46	1861.91	0.5476	0.5480	0.5470	0.0004
47	1866.47	0.5595	0.5557	0.5545	0.0039
48	1882.45	0.5714	0.5823	0.5806	0.0109
49	1885.6	0.5833	0.5875	0.5857	0.0042
50	1887.01	0.5952	0.5899	0.5880	0.0054
51	1913.81	0.6071	0.6334	0.6308	0.0263
52	1914.4	0.6190	0.6344	0.6317	0.0153
53	1919.67	0.6310	0.6428	0.6399	0.0118
54	1921.32	0.6429	0.6454	0.6425	0.0025
55	1930.12	0.6548	0.6592	0.6560	0.0044
56	1932.31	0.6667	0.6626	0.6594	0.0041
57	1934.5	0.6786	0.6660	0.6627	0.0126
58	1960.05	0.6905	0.7045	0.7006	0.0140
59	1962.92	0.7024	0.7087	0.7047	0.0063
60	1968.04	0.7143	0.7161	0.7120	0.0018
61	1982.88	0.7262	0.7370	0.7327	0.0108
62	1982.88	0.7381	0.7370	0.7327	0.0011
63	1982.88	0.7500	0.7370	0.7327	0.0130
64	2002.28	0.7619	0.7632	0.7585	0.0013
65	2010.26	0.7738	0.7735	0.7688	0.0003
66	2019.39	0.7857	0.7850	0.7802	0.0007
67	2067.33	0.7976	0.8396	0.8345	0.0420

68	2070.06	0.8095	0.8424	0.8373	0.0329
69	2100.68	0.8214	0.8717	0.8667	0.0502
70	2126.67	0.8333	0.8934	0.8885	0.0600
71	2126.68	0.8452	0.8934	0.8885	0.0481
72	2129.1	0.8571	0.8953	0.8904	0.0381
73	2133.47	0.8690	0.8986	0.8938	0.0295
74	2183.73	0.8810	0.9315	0.9273	0.0505
75	2188.29	0.8929	0.9340	0.9299	0.0411
76	2190.33	0.9048	0.9351	0.9310	0.0303
77	2196.88	0.9167	0.9386	0.9346	0.0219
78	2199.07	0.9286	0.9397	0.9357	0.0111
79	2199.07	0.9405	0.9397	0.9357	0.0008
80	2201.29	0.9524	0.9408	0.9369	0.0116
81	2204.27	0.9643	0.9423	0.9384	0.0220
82	2249.92	0.9762	0.9615	0.9583	0.0147
83	2275.03	0.9881	0.9696	0.9668	0.0185
Ajuste con momentos ordinarios:					
Como el delta teórico 0.0653, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución normal:					
Con momentos ordinarios:					
Parámetro de localización (Xm)= 1833.499					
Parámetro de escala (S)= 235.5377					
Con momentos lineales:					
Media lineal (Xl)= 1833.499					
Desviación estándar lineal (Sl)= 240.5525					
Caudal de diseño:					
El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					
Momentos lineales					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0140	0.0157	0.0038
2	1377.22	0.0238	0.0264	0.0289	0.0051
3	1443.17	0.0357	0.0487	0.0523	0.0166
4	1452.4	0.0476	0.0528	0.0566	0.0089
5	1462.4	0.0595	0.0576	0.0615	0.0019
6	1474.13	0.0714	0.0635	0.0676	0.0038
7	1498.13	0.0833	0.0772	0.0816	0.0017
8	1509.12	0.0952	0.0842	0.0888	0.0065
9	1521.83	0.1071	0.0929	0.0976	0.0096

10	1522.86	0.1190	0.0936	0.0983	0.0208
11	1522.86	0.1310	0.0936	0.0983	0.0327
12	1547.59	0.1429	0.1124	0.1173	0.0255
13	1550.05	0.1548	0.1144	0.1193	0.0354
14	1576.61	0.1667	0.1377	0.1428	0.0239
15	1582.58	0.1786	0.1434	0.1485	0.0301
16	1583.45	0.1905	0.1442	0.1493	0.0412
17	1591.38	0.2024	0.1520	0.1571	0.0453
18	1599.43	0.2143	0.1602	0.1653	0.0490
19	1608.56	0.2262	0.1698	0.1749	0.0513
20	1629.1	0.2381	0.1928	0.1977	0.0404
21	1632.41	0.2500	0.1966	0.2016	0.0484
22	1632.41	0.2619	0.1966	0.2016	0.0603
23	1667.74	0.2738	0.2408	0.2454	0.0284
24	1673.45	0.2857	0.2484	0.2529	0.0328
25	1709.73	0.2976	0.2996	0.3034	0.0058
26	1711.56	0.3095	0.3023	0.3061	0.0034
27	1728.96	0.3214	0.3286	0.3319	0.0105
28	1729.53	0.3333	0.3295	0.3328	0.0005
29	1763.76	0.3452	0.3836	0.3859	0.0407
30	1764.69	0.3571	0.3851	0.3874	0.0303
31	1764.69	0.3690	0.3851	0.3874	0.0184
32	1779.74	0.3810	0.4097	0.4116	0.0306
33	1782.02	0.3929	0.4135	0.4153	0.0224
34	1785.81	0.4048	0.4198	0.4214	0.0167
35	1792.17	0.4167	0.4304	0.4318	0.0151
36	1797.66	0.4286	0.4395	0.4408	0.0122
37	1799.49	0.4405	0.4426	0.4438	0.0033
38	1818.54	0.4524	0.4747	0.4752	0.0228
39	1822.39	0.4643	0.4812	0.4816	0.0173
40	1836.13	0.4762	0.5045	0.5044	0.0282
41	1841.37	0.4881	0.5133	0.5131	0.0250
42	1841.63	0.5000	0.5138	0.5135	0.0135
43	1855.06	0.5119	0.5365	0.5357	0.0238
44	1858.12	0.5238	0.5416	0.5408	0.0170
45	1859.63	0.5357	0.5442	0.5433	0.0075
46	1861.91	0.5476	0.5480	0.5470	0.0006
47	1866.47	0.5595	0.5557	0.5545	0.0050
48	1882.45	0.5714	0.5823	0.5806	0.0092
49	1885.6	0.5833	0.5875	0.5857	0.0024
50	1887.01	0.5952	0.5899	0.5880	0.0072
51	1913.81	0.6071	0.6334	0.6308	0.0236
52	1914.4	0.6190	0.6344	0.6317	0.0126
53	1919.67	0.6310	0.6428	0.6399	0.0090
54	1921.32	0.6429	0.6454	0.6425	0.0004
55	1930.12	0.6548	0.6592	0.6560	0.0013
56	1932.31	0.6667	0.6626	0.6594	0.0073
57	1934.5	0.6786	0.6660	0.6627	0.0159
58	1960.05	0.6905	0.7045	0.7006	0.0101
59	1962.92	0.7024	0.7087	0.7047	0.0023
60	1968.04	0.7143	0.7161	0.7120	0.0023
61	1982.88	0.7262	0.7370	0.7327	0.0065
62	1982.88	0.7381	0.7370	0.7327	0.0054
63	1982.88	0.7500	0.7370	0.7327	0.0173
64	2002.28	0.7619	0.7632	0.7585	0.0034
65	2010.26	0.7738	0.7735	0.7688	0.0050

66	2019.39	0.7857	0.7850	0.7802	0.0055		
67	2067.33	0.7976	0.8396	0.8345	0.0369		
68	2070.06	0.8095	0.8424	0.8373	0.0278		
69	2100.68	0.8214	0.8717	0.8667	0.0452		
70	2126.67	0.8333	0.8934	0.8885	0.0552		
71	2126.68	0.8452	0.8934	0.8885	0.0433		
72	2129.1	0.8571	0.8953	0.8904	0.0333		
73	2133.47	0.8690	0.8986	0.8938	0.0248		
74	2183.73	0.8810	0.9315	0.9273	0.0463		
75	2188.29	0.8929	0.9340	0.9299	0.0370		
76	2190.33	0.9048	0.9351	0.9310	0.0263		
77	2196.88	0.9167	0.9386	0.9346	0.0179		
78	2199.07	0.9286	0.9397	0.9357	0.0071		
79	2199.07	0.9405	0.9397	0.9357	0.0048		
80	2201.29	0.9524	0.9408	0.9369	0.0155		
81	2204.27	0.9643	0.9423	0.9384	0.0259		
82	2249.92	0.9762	0.9615	0.9583	0.0179		
83	2275.03	0.9881	0.9696	0.9668	0.0213		

Ajuste con momentos lineales:							

Como el delta teórico 0.0603, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%							

				Distribucionn	0.0653	0.1493	

Parámetros de la distribución normal:							

Con momentos ordinarios:							
Parámetro de localización (Xm)= 1833.499							
Parámetro de escala (S)= 235.5377							
Con momentos lineales:							
Media lineal (Xl)= 1833.499							
Desviación estándar lineal (Sl)= 240.5525							

Caudal de diseño:							

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es							
Resultados							
Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros							
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:							

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta		

1	1315.84	0.0119	0.0067	0.0075	0.0052		
2	1377.22	0.0238	0.0168	0.0184	0.0070		
3	1443.17	0.0357	0.0387	0.0412	0.0030		
4	1452.4	0.0476	0.0430	0.0456	0.0047		
5	1462.4	0.0595	0.0480	0.0507	0.0116		

6	1474.13	0.0714	0.0544	0.0573	0.0171		
7	1498.13	0.0833	0.0694	0.0727	0.0140		
8	1509.12	0.0952	0.0771	0.0806	0.0181		
9	1521.83	0.1071	0.0868	0.0904	0.0203		
10	1522.86	0.1190	0.0877	0.0912	0.0314		
11	1522.86	0.1310	0.0877	0.0912	0.0433		
12	1547.59	0.1429	0.1089	0.1128	0.0339		
13	1550.05	0.1548	0.1112	0.1151	0.0435		
14	1576.61	0.1667	0.1378	0.1418	0.0288		
15	1582.58	0.1786	0.1443	0.1483	0.0343		
16	1583.45	0.1905	0.1452	0.1492	0.0452		
17	1591.38	0.2024	0.1541	0.1581	0.0482		
18	1599.43	0.2143	0.1635	0.1675	0.0508		
19	1608.56	0.2262	0.1744	0.1784	0.0518		
20	1629.1	0.2381	0.2005	0.2044	0.0376		
21	1632.41	0.2500	0.2049	0.2087	0.0451		
22	1632.41	0.2619	0.2049	0.2087	0.0570		
23	1667.74	0.2738	0.2544	0.2579	0.0194		
24	1673.45	0.2857	0.2629	0.2663	0.0228		
25	1709.73	0.2976	0.3190	0.3217	0.0214		
26	1711.56	0.3095	0.3219	0.3246	0.0124		
27	1728.96	0.3214	0.3501	0.3525	0.0287		
28	1729.53	0.3333	0.3511	0.3534	0.0177		
29	1763.76	0.3452	0.4080	0.4095	0.0628		
30	1764.69	0.3571	0.4096	0.4110	0.0524		
31	1764.69	0.3690	0.4096	0.4110	0.0405		
32	1779.74	0.3810	0.4350	0.4360	0.0540		
33	1782.02	0.3929	0.4388	0.4398	0.0460		
34	1785.81	0.4048	0.4452	0.4461	0.0405		
35	1792.17	0.4167	0.4560	0.4567	0.0393		
36	1797.66	0.4286	0.4653	0.4658	0.0367		
37	1799.49	0.4405	0.4684	0.4689	0.0279		
38	1818.54	0.4524	0.5005	0.5004	0.0481		
39	1822.39	0.4643	0.5069	0.5068	0.0426		
40	1836.13	0.4762	0.5298	0.5293	0.0536		
41	1841.37	0.4881	0.5384	0.5378	0.0503		
42	1841.63	0.5000	0.5389	0.5382	0.0389		
43	1855.06	0.5119	0.5609	0.5599	0.0489		
44	1858.12	0.5238	0.5658	0.5647	0.0420		
45	1859.63	0.5357	0.5683	0.5672	0.0325		
46	1861.91	0.5476	0.5719	0.5708	0.0243		
47	1866.47	0.5595	0.5793	0.5780	0.0197		
48	1882.45	0.5714	0.6046	0.6029	0.0331		
49	1885.6	0.5833	0.6095	0.6077	0.0261		
50	1887.01	0.5952	0.6117	0.6099	0.0164		
51	1913.81	0.6071	0.6523	0.6499	0.0451		
52	1914.4	0.6190	0.6531	0.6508	0.0341		
53	1919.67	0.6310	0.6609	0.6584	0.0299		
54	1921.32	0.6429	0.6633	0.6608	0.0204		
55	1930.12	0.6548	0.6759	0.6732	0.0212		
56	1932.31	0.6667	0.6790	0.6763	0.0124		
57	1934.5	0.6786	0.6821	0.6794	0.0036		
58	1960.05	0.6905	0.7170	0.7138	0.0265		
59	1962.92	0.7024	0.7208	0.7176	0.0184		
60	1968.04	0.7143	0.7274	0.7241	0.0131		
61	1982.88	0.7262	0.7462	0.7427	0.0200		

62	1982.88	0.7381	0.7462	0.7427	0.0081	
63	1982.88	0.7500	0.7462	0.7427	0.0038	
64	2002.28	0.7619	0.7694	0.7657	0.0075	
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7748	0.0047	
66	2019.39	0.7857	0.7887	0.7849	0.0030	
67	2067.33	0.7976	0.8368	0.8328	0.0392	
68	2070.06	0.8095	0.8393	0.8353	0.0297	
69	2100.68	0.8214	0.8651	0.8612	0.0437	
70	2126.67	0.8333	0.8845	0.8806	0.0511	
71	2126.68	0.8452	0.8845	0.8806	0.0392	
72	2129.1	0.8571	0.8862	0.8823	0.0290	
73	2133.47	0.8690	0.8892	0.8853	0.0201	
74	2183.73	0.8810	0.9192	0.9158	0.0383	
75	2188.29	0.8929	0.9216	0.9182	0.0288	
76	2190.33	0.9048	0.9226	0.9192	0.0179	
77	2196.88	0.9167	0.9259	0.9225	0.0092	
78	2199.07	0.9286	0.9270	0.9236	0.0016	
79	2199.07	0.9405	0.9270	0.9236	0.0135	
80	2201.29	0.9524	0.9280	0.9247	0.0244	
81	2204.27	0.9643	0.9294	0.9261	0.0349	
82	2249.92	0.9762	0.9483	0.9454	0.0279	
83	2275.03	0.9881	0.9567	0.9540	0.0314	

Ajuste con momentos ordinarios:						

Como el delta teórico 0.0628, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%						

Parámetros de la distribución logNormal:						

Con momentos ordinarios:						
Parámetro de escala (μ_Y)= 7.5056						
Parámetro de forma (S_Y)= 0.1308						

Con momentos lineales:						
Parámetro de escala (μ_Y)= 7.5056						
Parámetro de forma (S_Y)= 0.133						

Caudal de diseño:						

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es						

Momentos lineales						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta	

1	1315.84	0.0119	0.0067	0.0075	0.0044	
2	1377.22	0.0238	0.0168	0.0184	0.0055	
3	1443.17	0.0357	0.0387	0.0412	0.0055	
4	1452.4	0.0476	0.0430	0.0456	0.0020	

5	1462.4	0.0595	0.0480	0.0507	0.0088
6	1474.13	0.0714	0.0544	0.0573	0.0141
7	1498.13	0.0833	0.0694	0.0727	0.0107
8	1509.12	0.0952	0.0771	0.0806	0.0147
9	1521.83	0.1071	0.0868	0.0904	0.0167
10	1522.86	0.1190	0.0877	0.0912	0.0278
11	1522.86	0.1310	0.0877	0.0912	0.0397
12	1547.59	0.1429	0.1089	0.1128	0.0301
13	1550.05	0.1548	0.1112	0.1151	0.0397
14	1576.61	0.1667	0.1378	0.1418	0.0249
15	1582.58	0.1786	0.1443	0.1483	0.0303
16	1583.45	0.1905	0.1452	0.1492	0.0413
17	1591.38	0.2024	0.1541	0.1581	0.0443
18	1599.43	0.2143	0.1635	0.1675	0.0468
19	1608.56	0.2262	0.1744	0.1784	0.0478
20	1629.1	0.2381	0.2005	0.2044	0.0337
21	1632.41	0.2500	0.2049	0.2087	0.0413
22	1632.41	0.2619	0.2049	0.2087	0.0532
23	1667.74	0.2738	0.2544	0.2579	0.0159
24	1673.45	0.2857	0.2629	0.2663	0.0194
25	1709.73	0.2976	0.3190	0.3217	0.0241
26	1711.56	0.3095	0.3219	0.3246	0.0151
27	1728.96	0.3214	0.3501	0.3525	0.0310
28	1729.53	0.3333	0.3511	0.3534	0.0200
29	1763.76	0.3452	0.4080	0.4095	0.0642
30	1764.69	0.3571	0.4096	0.4110	0.0539
31	1764.69	0.3690	0.4096	0.4110	0.0420
32	1779.74	0.3810	0.4350	0.4360	0.0551
33	1782.02	0.3929	0.4388	0.4398	0.0470
34	1785.81	0.4048	0.4452	0.4461	0.0414
35	1792.17	0.4167	0.4560	0.4567	0.0400
36	1797.66	0.4286	0.4653	0.4658	0.0373
37	1799.49	0.4405	0.4684	0.4689	0.0284
38	1818.54	0.4524	0.5005	0.5004	0.0481
39	1822.39	0.4643	0.5069	0.5068	0.0425
40	1836.13	0.4762	0.5298	0.5293	0.0531
41	1841.37	0.4881	0.5384	0.5378	0.0497
42	1841.63	0.5000	0.5389	0.5382	0.0382
43	1855.06	0.5119	0.5609	0.5599	0.0480
44	1858.12	0.5238	0.5658	0.5647	0.0409
45	1859.63	0.5357	0.5683	0.5672	0.0314
46	1861.91	0.5476	0.5719	0.5708	0.0232
47	1866.47	0.5595	0.5793	0.5780	0.0185
48	1882.45	0.5714	0.6046	0.6029	0.0315
49	1885.6	0.5833	0.6095	0.6077	0.0244
50	1887.01	0.5952	0.6117	0.6099	0.0146
51	1913.81	0.6071	0.6523	0.6499	0.0428
52	1914.4	0.6190	0.6531	0.6508	0.0317
53	1919.67	0.6310	0.6609	0.6584	0.0274
54	1921.32	0.6429	0.6633	0.6608	0.0179
55	1930.12	0.6548	0.6759	0.6732	0.0185
56	1932.31	0.6667	0.6790	0.6763	0.0096
57	1934.5	0.6786	0.6821	0.6794	0.0008
58	1960.05	0.6905	0.7170	0.7138	0.0233
59	1962.92	0.7024	0.7208	0.7176	0.0152
60	1968.04	0.7143	0.7274	0.7241	0.0098

61	1982.88	0.7262	0.7462	0.7427	0.0165		
62	1982.88	0.7381	0.7462	0.7427	0.0046		
63	1982.88	0.7500	0.7462	0.7427	0.0073		
64	2002.28	0.7619	0.7694	0.7657	0.0038		
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7748	0.0010		
66	2019.39	0.7857	0.7887	0.7849	0.0008		
67	2067.33	0.7976	0.8368	0.8328	0.0352		
68	2070.06	0.8095	0.8393	0.8353	0.0257		
69	2100.68	0.8214	0.8651	0.8612	0.0397		
70	2126.67	0.8333	0.8845	0.8806	0.0473		
71	2126.68	0.8452	0.8845	0.8806	0.0354		
72	2129.1	0.8571	0.8862	0.8823	0.0252		
73	2133.47	0.8690	0.8892	0.8853	0.0163		
74	2183.73	0.8810	0.9192	0.9158	0.0348		
75	2188.29	0.8929	0.9216	0.9182	0.0253		
76	2190.33	0.9048	0.9226	0.9192	0.0145		
77	2196.88	0.9167	0.9259	0.9225	0.0059		
78	2199.07	0.9286	0.9270	0.9236	0.0050		
79	2199.07	0.9405	0.9270	0.9236	0.0169		
80	2201.29	0.9524	0.9280	0.9247	0.0277		
81	2204.27	0.9643	0.9294	0.9261	0.0382		
82	2249.92	0.9762	0.9483	0.9454	0.0308		
83	2275.03	0.9881	0.9567	0.9540	0.0341		

Ajuste con momentos lineales:							

Como el delta teórico 0.0642, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%							

Parámetros de la distribución logNormal:							

Con momentos ordinarios:							
Parámetro de escala (μ_y)= 7.5056							
Parámetro de forma (S_y)= 0.1308							
Con momentos lineales:							
Parámetro de escala (μ_l)= 7.5056							
Parámetro de forma (S_l)= 0.133							

Caudal de diseño:							

El caudal de diseño para un período de retorno de años, es							
Resultados							
Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros							
Serie de datos X:							
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:							

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0083	0.0480	0.0036
2	1377.22	0.0238	0.0190	0.0752	0.0048
3	1443.17	0.0357	0.0408	0.1146	0.0051
4	1452.4	0.0476	0.0450	0.1210	0.0026
5	1462.4	0.0595	0.0499	0.1281	0.0096
6	1474.13	0.0714	0.0561	0.1369	0.0153
7	1498.13	0.0833	0.0706	0.1558	0.0128
8	1509.12	0.0952	0.0780	0.1650	0.0172
9	1521.83	0.1071	0.0873	0.1760	0.0198
10	1522.86	0.1190	0.0881	0.1769	0.0309
11	1522.86	0.1310	0.0881	0.1769	0.0429
12	1547.59	0.1429	0.1085	0.1993	0.0344
13	1550.05	0.1548	0.1106	0.2017	0.0441
14	1576.61	0.1667	0.1361	0.2274	0.0306
15	1582.58	0.1786	0.1422	0.2335	0.0363
16	1583.45	0.1905	0.1432	0.2343	0.0473
17	1591.38	0.2024	0.1517	0.2424	0.0507
18	1599.43	0.2143	0.1606	0.2508	0.0537
19	1608.56	0.2262	0.1711	0.2604	0.0551
20	1629.1	0.2381	0.1962	0.2825	0.0419
21	1632.41	0.2500	0.2004	0.2862	0.0496
22	1632.41	0.2619	0.2004	0.2862	0.0615
23	1667.74	0.2738	0.2483	0.3259	0.0255
24	1673.45	0.2857	0.2565	0.3325	0.0292
25	1709.73	0.2976	0.3112	0.3751	0.0136
26	1711.56	0.3095	0.3141	0.3773	0.0046
27	1728.96	0.3214	0.3418	0.3981	0.0204
28	1729.53	0.3333	0.3427	0.3988	0.0094
29	1763.76	0.3452	0.3991	0.4401	0.0539
30	1764.69	0.3571	0.4007	0.4412	0.0435
31	1764.69	0.3690	0.4007	0.4412	0.0316
32	1779.74	0.3810	0.4260	0.4595	0.0451
33	1782.02	0.3929	0.4299	0.4622	0.0370
34	1785.81	0.4048	0.4363	0.4668	0.0315
35	1792.17	0.4167	0.4471	0.4745	0.0304
36	1797.66	0.4286	0.4564	0.4812	0.0278
37	1799.49	0.4405	0.4595	0.4834	0.0190
38	1818.54	0.4524	0.4919	0.5063	0.0395
39	1822.39	0.4643	0.4984	0.5109	0.0341
40	1836.13	0.4762	0.5216	0.5273	0.0454
41	1841.37	0.4881	0.5304	0.5336	0.0423
42	1841.63	0.5000	0.5308	0.5339	0.0308
43	1855.06	0.5119	0.5532	0.5497	0.0413
44	1858.12	0.5238	0.5583	0.5533	0.0345
45	1859.63	0.5357	0.5608	0.5551	0.0251
46	1861.91	0.5476	0.5645	0.5578	0.0169
47	1866.47	0.5595	0.5720	0.5631	0.0125
48	1882.45	0.5714	0.5980	0.5816	0.0265
49	1885.6	0.5833	0.6030	0.5852	0.0197
50	1887.01	0.5952	0.6053	0.5868	0.0100
51	1913.81	0.6071	0.6472	0.6170	0.0400
52	1914.4	0.6190	0.6481	0.6177	0.0290
53	1919.67	0.6310	0.6560	0.6235	0.0251

54	1921.32	0.6429	0.6585	0.6253	0.0157		
55	1930.12	0.6548	0.6716	0.6349	0.0169		
56	1932.31	0.6667	0.6749	0.6373	0.0082		
57	1934.5	0.6786	0.6781	0.6397	0.0005		
58	1960.05	0.6905	0.7143	0.6668	0.0239		
59	1962.92	0.7024	0.7183	0.6698	0.0159		
60	1968.04	0.7143	0.7252	0.6751	0.0109		
61	1982.88	0.7262	0.7448	0.6901	0.0186		
62	1982.88	0.7381	0.7448	0.6901	0.0067		
63	1982.88	0.7500	0.7448	0.6901	0.0052		
64	2002.28	0.7619	0.7690	0.7092	0.0071		
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7169	0.0048		
66	2019.39	0.7857	0.7892	0.7255	0.0035		
67	2067.33	0.7976	0.8395	0.7682	0.0418		
68	2070.06	0.8095	0.8421	0.7705	0.0325		
69	2100.68	0.8214	0.8690	0.7952	0.0476		
70	2126.67	0.8333	0.8891	0.8147	0.0558		
71	2126.68	0.8452	0.8891	0.8147	0.0439		
72	2129.1	0.8571	0.8908	0.8164	0.0337		
73	2133.47	0.8690	0.8939	0.8196	0.0249		
74	2183.73	0.8810	0.9248	0.8529	0.0439		
75	2188.29	0.8929	0.9273	0.8556	0.0344		
76	2190.33	0.9048	0.9283	0.8569	0.0235		
77	2196.88	0.9167	0.9316	0.8608	0.0149		
78	2199.07	0.9286	0.9327	0.8620	0.0041		
79	2199.07	0.9405	0.9327	0.8620	0.0078		
80	2201.29	0.9524	0.9338	0.8633	0.0186		
81	2204.27	0.9643	0.9352	0.8651	0.0291		
82	2249.92	0.9762	0.9540	0.8894	0.0222		
83	2275.03	0.9881	0.9623	0.9013	0.0258		

Ajuste con momentos ordinarios:							

Como el delta teórico 0.0615, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%							

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:							

Con momentos ordinarios:							
Parámetro de forma (gamma)= 60.1223							
Parámetro de escala (beta)= 30.4961							

Con momentos lineales:							
Parámetro de forma (gamma)= 30.1677							
Parámetro de escala (beta)= 60.7768							

Caudal de diseño:							

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es							

Momentos lineales							
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:							

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta	
1	1315.84	0.0119	0.0083	0.0480	0.0361	
2	1377.22	0.0238	0.0190	0.0752	0.0514	
3	1443.17	0.0357	0.0408	0.1146	0.0789	
4	1452.4	0.0476	0.0450	0.1210	0.0734	
5	1462.4	0.0595	0.0499	0.1281	0.0686	
6	1474.13	0.0714	0.0561	0.1369	0.0655	
7	1498.13	0.0833	0.0706	0.1558	0.0725	
8	1509.12	0.0952	0.0780	0.1650	0.0698	
9	1521.83	0.1071	0.0873	0.1760	0.0688	
10	1522.86	0.1190	0.0881	0.1769	0.0578	
11	1522.86	0.1310	0.0881	0.1769	0.0459	
12	1547.59	0.1429	0.1085	0.1993	0.0565	
13	1550.05	0.1548	0.1106	0.2017	0.0469	
14	1576.61	0.1667	0.1361	0.2274	0.0608	
15	1582.58	0.1786	0.1422	0.2335	0.0549	
16	1583.45	0.1905	0.1432	0.2343	0.0439	
17	1591.38	0.2024	0.1517	0.2424	0.0400	
18	1599.43	0.2143	0.1606	0.2508	0.0365	
19	1608.56	0.2262	0.1711	0.2604	0.0342	
20	1629.1	0.2381	0.1962	0.2825	0.0444	
21	1632.41	0.2500	0.2004	0.2862	0.0362	
22	1632.41	0.2619	0.2004	0.2862	0.0243	
23	1667.74	0.2738	0.2483	0.3259	0.0521	
24	1673.45	0.2857	0.2565	0.3325	0.0468	
25	1709.73	0.2976	0.3112	0.3751	0.0775	
26	1711.56	0.3095	0.3141	0.3773	0.0678	
27	1728.96	0.3214	0.3418	0.3981	0.0767	
28	1729.53	0.3333	0.3427	0.3988	0.0654	
29	1763.76	0.3452	0.3991	0.4401	0.0949	
30	1764.69	0.3571	0.4007	0.4412	0.0841	
31	1764.69	0.3690	0.4007	0.4412	0.0722	
32	1779.74	0.3810	0.4260	0.4595	0.0785	
33	1782.02	0.3929	0.4299	0.4622	0.0694	
34	1785.81	0.4048	0.4363	0.4668	0.0621	
35	1792.17	0.4167	0.4471	0.4745	0.0579	
36	1797.66	0.4286	0.4564	0.4812	0.0526	
37	1799.49	0.4405	0.4595	0.4834	0.0429	
38	1818.54	0.4524	0.4919	0.5063	0.0539	
39	1822.39	0.4643	0.4984	0.5109	0.0467	
40	1836.13	0.4762	0.5216	0.5273	0.0512	
41	1841.37	0.4881	0.5304	0.5336	0.0455	
42	1841.63	0.5000	0.5308	0.5339	0.0339	
43	1855.06	0.5119	0.5532	0.5497	0.0378	
44	1858.12	0.5238	0.5583	0.5533	0.0295	
45	1859.63	0.5357	0.5608	0.5551	0.0194	
46	1861.91	0.5476	0.5645	0.5578	0.0102	
47	1866.47	0.5595	0.5720	0.5631	0.0036	
48	1882.45	0.5714	0.5980	0.5816	0.0102	
49	1885.6	0.5833	0.6030	0.5852	0.0019	
50	1887.01	0.5952	0.6053	0.5868	0.0084	
51	1913.81	0.6071	0.6472	0.6170	0.0099	
52	1914.4	0.6190	0.6481	0.6177	0.0014	

53	1919.67	0.6310	0.6560	0.6235	0.0074
54	1921.32	0.6429	0.6585	0.6253	0.0175
55	1930.12	0.6548	0.6716	0.6349	0.0198
56	1932.31	0.6667	0.6749	0.6373	0.0293
57	1934.5	0.6786	0.6781	0.6397	0.0389
58	1960.05	0.6905	0.7143	0.6668	0.0237
59	1962.92	0.7024	0.7183	0.6698	0.0326
60	1968.04	0.7143	0.7252	0.6751	0.0392
61	1982.88	0.7262	0.7448	0.6901	0.0361
62	1982.88	0.7381	0.7448	0.6901	0.0480
63	1982.88	0.7500	0.7448	0.6901	0.0599
64	2002.28	0.7619	0.7690	0.7092	0.0527
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7169	0.0569
66	2019.39	0.7857	0.7892	0.7255	0.0602
67	2067.33	0.7976	0.8395	0.7682	0.0294
68	2070.06	0.8095	0.8421	0.7705	0.0391
69	2100.68	0.8214	0.8690	0.7952	0.0262
70	2126.67	0.8333	0.8891	0.8147	0.0186
71	2126.68	0.8452	0.8891	0.8147	0.0305
72	2129.1	0.8571	0.8908	0.8164	0.0407
73	2133.47	0.8690	0.8939	0.8196	0.0495
74	2183.73	0.8810	0.9248	0.8529	0.0281
75	2188.29	0.8929	0.9273	0.8556	0.0372
76	2190.33	0.9048	0.9283	0.8569	0.0479
77	2196.88	0.9167	0.9316	0.8608	0.0559
78	2199.07	0.9286	0.9327	0.8620	0.0665
79	2199.07	0.9405	0.9327	0.8620	0.0784
80	2201.29	0.9524	0.9338	0.8633	0.0890
81	2204.27	0.9643	0.9352	0.8651	0.0992
82	2249.92	0.9762	0.9540	0.8894	0.0868
83	2275.03	0.9881	0.9623	0.9013	0.0868

Ajuste con momentos lineales:					

Como el delta teórico 0.0992, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%					

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:					

Con momentos ordinarios:					
Parámetro de forma (gamma)= 60.1223					
Parámetro de escala (beta)= 30.4961					

Con momentos lineales:					
Parámetro de forma (gamma)= 30.1677					
Parámetro de escala (beta)= 60.7768					

Caudal de diseño:					

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					

Resultados					

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta	
1	1315.84	0.0119	0.0083	0.0480	0.0036	
2	1377.22	0.0238	0.0190	0.0752	0.0048	
3	1443.17	0.0357	0.0408	0.1146	0.0051	
4	1452.4	0.0476	0.0450	0.1210	0.0026	
5	1462.4	0.0595	0.0499	0.1281	0.0096	
6	1474.13	0.0714	0.0561	0.1369	0.0153	
7	1498.13	0.0833	0.0706	0.1558	0.0128	
8	1509.12	0.0952	0.0780	0.1650	0.0172	
9	1521.83	0.1071	0.0873	0.1760	0.0198	
10	1522.86	0.1190	0.0881	0.1769	0.0309	
11	1522.86	0.1310	0.0881	0.1769	0.0429	
12	1547.59	0.1429	0.1085	0.1993	0.0344	
13	1550.05	0.1548	0.1106	0.2017	0.0441	
14	1576.61	0.1667	0.1361	0.2274	0.0306	
15	1582.58	0.1786	0.1422	0.2335	0.0363	
16	1583.45	0.1905	0.1432	0.2343	0.0473	
17	1591.38	0.2024	0.1517	0.2424	0.0507	
18	1599.43	0.2143	0.1606	0.2508	0.0537	
19	1608.56	0.2262	0.1711	0.2604	0.0551	
20	1629.1	0.2381	0.1962	0.2825	0.0419	
21	1632.41	0.2500	0.2004	0.2862	0.0496	
22	1632.41	0.2619	0.2004	0.2862	0.0615	
23	1667.74	0.2738	0.2483	0.3259	0.0255	
24	1673.45	0.2857	0.2565	0.3325	0.0292	
25	1709.73	0.2976	0.3112	0.3751	0.0136	
26	1711.56	0.3095	0.3141	0.3773	0.0046	
27	1728.96	0.3214	0.3418	0.3981	0.0204	
28	1729.53	0.3333	0.3427	0.3988	0.0094	
29	1763.76	0.3452	0.3991	0.4401	0.0539	
30	1764.69	0.3571	0.4007	0.4412	0.0435	
31	1764.69	0.3690	0.4007	0.4412	0.0316	
32	1779.74	0.3810	0.4260	0.4595	0.0451	
33	1782.02	0.3929	0.4299	0.4622	0.0370	
34	1785.81	0.4048	0.4363	0.4668	0.0315	
35	1792.17	0.4167	0.4471	0.4745	0.0304	
36	1797.66	0.4286	0.4564	0.4812	0.0278	
37	1799.49	0.4405	0.4595	0.4834	0.0190	
38	1818.54	0.4524	0.4919	0.5063	0.0395	
39	1822.39	0.4643	0.4984	0.5109	0.0341	
40	1836.13	0.4762	0.5216	0.5273	0.0454	
41	1841.37	0.4881	0.5304	0.5336	0.0423	
42	1841.63	0.5000	0.5308	0.5339	0.0308	
43	1855.06	0.5119	0.5532	0.5497	0.0413	
44	1858.12	0.5238	0.5583	0.5533	0.0345	
45	1859.63	0.5357	0.5608	0.5551	0.0251	
46	1861.91	0.5476	0.5645	0.5578	0.0169	
47	1866.47	0.5595	0.5720	0.5631	0.0125	

48	1882.45	0.5714	0.5980	0.5816	0.0265
49	1885.6	0.5833	0.6030	0.5852	0.0197
50	1887.01	0.5952	0.6053	0.5868	0.0100
51	1913.81	0.6071	0.6472	0.6170	0.0400
52	1914.4	0.6190	0.6481	0.6177	0.0290
53	1919.67	0.6310	0.6560	0.6235	0.0251
54	1921.32	0.6429	0.6585	0.6253	0.0157
55	1930.12	0.6548	0.6716	0.6349	0.0169
56	1932.31	0.6667	0.6749	0.6373	0.0082
57	1934.5	0.6786	0.6781	0.6397	0.0005
58	1960.05	0.6905	0.7143	0.6668	0.0239
59	1962.92	0.7024	0.7183	0.6698	0.0159
60	1968.04	0.7143	0.7252	0.6751	0.0109
61	1982.88	0.7262	0.7448	0.6901	0.0186
62	1982.88	0.7381	0.7448	0.6901	0.0067
63	1982.88	0.7500	0.7448	0.6901	0.0052
64	2002.28	0.7619	0.7690	0.7092	0.0071
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7169	0.0048
66	2019.39	0.7857	0.7892	0.7255	0.0035
67	2067.33	0.7976	0.8395	0.7682	0.0418
68	2070.06	0.8095	0.8421	0.7705	0.0325
69	2100.68	0.8214	0.8690	0.7952	0.0476
70	2126.67	0.8333	0.8891	0.8147	0.0558
71	2126.68	0.8452	0.8891	0.8147	0.0439
72	2129.1	0.8571	0.8908	0.8164	0.0337
73	2133.47	0.8690	0.8939	0.8196	0.0249
74	2183.73	0.8810	0.9248	0.8529	0.0439
75	2188.29	0.8929	0.9273	0.8556	0.0344
76	2190.33	0.9048	0.9283	0.8569	0.0235
77	2196.88	0.9167	0.9316	0.8608	0.0149
78	2199.07	0.9286	0.9327	0.8620	0.0041
79	2199.07	0.9405	0.9327	0.8620	0.0078
80	2201.29	0.9524	0.9338	0.8633	0.0186
81	2204.27	0.9643	0.9352	0.8651	0.0291
82	2249.92	0.9762	0.9540	0.8894	0.0222
83	2275.03	0.9881	0.9623	0.9013	0.0258

Ajuste con momentos ordinarios:					

Como el delta teórico 0.0615, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%					

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:					

Con momentos ordinarios:					
Parámetro de forma (gamma)= 60.1223					
Parámetro de escala (beta)= 30.4961					

Con momentos lineales:					
Parámetro de forma (gammal)= 30.1677					
Parámetro de escala (betal)= 60.7768					

Caudal de diseño:						

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es						
Momentos lineales						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta	

1	1315.84	0.0119	0.0083	0.0480	0.0361	
2	1377.22	0.0238	0.0190	0.0752	0.0514	
3	1443.17	0.0357	0.0408	0.1146	0.0789	
4	1452.4	0.0476	0.0450	0.1210	0.0734	
5	1462.4	0.0595	0.0499	0.1281	0.0686	
6	1474.13	0.0714	0.0561	0.1369	0.0655	
7	1498.13	0.0833	0.0706	0.1558	0.0725	
8	1509.12	0.0952	0.0780	0.1650	0.0698	
9	1521.83	0.1071	0.0873	0.1760	0.0688	
10	1522.86	0.1190	0.0881	0.1769	0.0578	
11	1522.86	0.1310	0.0881	0.1769	0.0459	
12	1547.59	0.1429	0.1085	0.1993	0.0565	
13	1550.05	0.1548	0.1106	0.2017	0.0469	
14	1576.61	0.1667	0.1361	0.2274	0.0608	
15	1582.58	0.1786	0.1422	0.2335	0.0549	
16	1583.45	0.1905	0.1432	0.2343	0.0439	
17	1591.38	0.2024	0.1517	0.2424	0.0400	
18	1599.43	0.2143	0.1606	0.2508	0.0365	
19	1608.56	0.2262	0.1711	0.2604	0.0342	
20	1629.1	0.2381	0.1962	0.2825	0.0444	
21	1632.41	0.2500	0.2004	0.2862	0.0362	
22	1632.41	0.2619	0.2004	0.2862	0.0243	
23	1667.74	0.2738	0.2483	0.3259	0.0521	
24	1673.45	0.2857	0.2565	0.3325	0.0468	
25	1709.73	0.2976	0.3112	0.3751	0.0775	
26	1711.56	0.3095	0.3141	0.3773	0.0678	
27	1728.96	0.3214	0.3418	0.3981	0.0767	
28	1729.53	0.3333	0.3427	0.3988	0.0654	
29	1763.76	0.3452	0.3991	0.4401	0.0949	
30	1764.69	0.3571	0.4007	0.4412	0.0841	
31	1764.69	0.3690	0.4007	0.4412	0.0722	
32	1779.74	0.3810	0.4260	0.4595	0.0785	
33	1782.02	0.3929	0.4299	0.4622	0.0694	
34	1785.81	0.4048	0.4363	0.4668	0.0621	
35	1792.17	0.4167	0.4471	0.4745	0.0579	
36	1797.66	0.4286	0.4564	0.4812	0.0526	
37	1799.49	0.4405	0.4595	0.4834	0.0429	
38	1818.54	0.4524	0.4919	0.5063	0.0539	
39	1822.39	0.4643	0.4984	0.5109	0.0467	
40	1836.13	0.4762	0.5216	0.5273	0.0512	
41	1841.37	0.4881	0.5304	0.5336	0.0455	
42	1841.63	0.5000	0.5308	0.5339	0.0339	
43	1855.06	0.5119	0.5532	0.5497	0.0378	
44	1858.12	0.5238	0.5583	0.5533	0.0295	
45	1859.63	0.5357	0.5608	0.5551	0.0194	
46	1861.91	0.5476	0.5645	0.5578	0.0102	

47	1866.47	0.5595	0.5720	0.5631	0.0036		
48	1882.45	0.5714	0.5980	0.5816	0.0102		
49	1885.6	0.5833	0.6030	0.5852	0.0019		
50	1887.01	0.5952	0.6053	0.5868	0.0084		
51	1913.81	0.6071	0.6472	0.6170	0.0099		
52	1914.4	0.6190	0.6481	0.6177	0.0014		
53	1919.67	0.6310	0.6560	0.6235	0.0074		
54	1921.32	0.6429	0.6585	0.6253	0.0175		
55	1930.12	0.6548	0.6716	0.6349	0.0198		
56	1932.31	0.6667	0.6749	0.6373	0.0293		
57	1934.5	0.6786	0.6781	0.6397	0.0389		
58	1960.05	0.6905	0.7143	0.6668	0.0237		
59	1962.92	0.7024	0.7183	0.6698	0.0326		
60	1968.04	0.7143	0.7252	0.6751	0.0392		
61	1982.88	0.7262	0.7448	0.6901	0.0361		
62	1982.88	0.7381	0.7448	0.6901	0.0480		
63	1982.88	0.7500	0.7448	0.6901	0.0599		
64	2002.28	0.7619	0.7690	0.7092	0.0527		
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7169	0.0569		
66	2019.39	0.7857	0.7892	0.7255	0.0602		
67	2067.33	0.7976	0.8395	0.7682	0.0294		
68	2070.06	0.8095	0.8421	0.7705	0.0391		
69	2100.68	0.8214	0.8690	0.7952	0.0262		
70	2126.67	0.8333	0.8891	0.8147	0.0186		
71	2126.68	0.8452	0.8891	0.8147	0.0305		
72	2129.1	0.8571	0.8908	0.8164	0.0407		
73	2133.47	0.8690	0.8939	0.8196	0.0495		
74	2183.73	0.8810	0.9248	0.8529	0.0281		
75	2188.29	0.8929	0.9273	0.8556	0.0372		
76	2190.33	0.9048	0.9283	0.8569	0.0479		
77	2196.88	0.9167	0.9316	0.8608	0.0559		
78	2199.07	0.9286	0.9327	0.8620	0.0665		
79	2199.07	0.9405	0.9327	0.8620	0.0784		
80	2201.29	0.9524	0.9338	0.8633	0.0890		
81	2204.27	0.9643	0.9352	0.8651	0.0992		
82	2249.92	0.9762	0.9540	0.8894	0.0868		
83	2275.03	0.9881	0.9623	0.9013	0.0868		

Ajuste con momentos lineales:							

Como el delta teórico 0.0992, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%							

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:							

Con momentos ordinarios:							
Parámetro de forma (gamma)= 60.1223							
Parámetro de escala (beta)= 30.4961							
Con momentos lineales:							
Parámetro de forma (gamma)= 30.1677							
Parámetro de escala (beta)= 60.7768							

Caudal de diseño:						
El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es						
Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 3 parámetros						
Hay que ingresar los datos en forma descendente						
Resultados						
Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Pearson tipo III						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta	
1	1315.84	0.0119	0.0000	0.0017	0.0119	
2	1377.22	0.0238	0.0000	0.0079	0.0238	
3	1443.17	0.0357	0.0000	0.0274	0.0357	
4	1452.4	0.0476	0.0000	0.0317	0.0476	
5	1462.4	0.0595	0.0000	0.0369	0.0595	
6	1474.13	0.0714	0.0000	0.0437	0.0714	
7	1498.13	0.0833	0.0000	0.0601	0.0833	
8	1509.12	0.0952	0.0000	0.0687	0.0952	
9	1521.83	0.1071	0.0000	0.0797	0.1071	
10	1522.86	0.1190	0.0000	0.0807	0.1190	
11	1522.86	0.1310	0.0000	0.0807	0.1310	
12	1547.59	0.1429	0.0000	0.1051	0.1429	
13	1550.05	0.1548	0.0000	0.1078	0.1548	
14	1576.61	0.1667	0.0000	0.1386	0.1667	
15	1582.58	0.1786	0.0000	0.1461	0.1786	
16	1583.45	0.1905	0.0000	0.1472	0.1905	
17	1591.38	0.2024	0.0000	0.1575	0.2024	
18	1599.43	0.2143	0.0000	0.1683	0.2143	
19	1608.56	0.2262	0.0000	0.1810	0.2262	
20	1629.1	0.2381	0.0000	0.2109	0.2381	
21	1632.41	0.2500	0.0000	0.2159	0.2500	
22	1632.41	0.2619	0.0000	0.2159	0.2619	
23	1667.74	0.2738	0.0000	0.2717	0.2738	
24	1673.45	0.2857	0.0000	0.2810	0.2857	
25	1709.73	0.2976	0.0000	0.3423	0.2976	
26	1711.56	0.3095	0.0000	0.3454	0.3095	
27	1728.96	0.3214	0.0000	0.3754	0.3214	
28	1729.53	0.3333	0.0000	0.3764	0.3333	
29	1763.76	0.3452	0.0000	0.4356	0.3452	
30	1764.69	0.3571	0.0000	0.4372	0.3571	
31	1764.69	0.3690	0.0000	0.4372	0.3690	
32	1779.74	0.3810	0.0000	0.4630	0.3810	
33	1782.02	0.3929	0.0000	0.4669	0.3929	
34	1785.81	0.4048	0.0000	0.4734	0.4048	
35	1792.17	0.4167	0.0000	0.4841	0.4167	
36	1797.66	0.4286	0.0000	0.4934	0.4286	
37	1799.49	0.4405	0.0000	0.4964	0.4405	
38	1818.54	0.4524	0.0000	0.5279	0.4524	

39	1822.39	0.4643	0.0000	0.5342	0.4643		
40	1836.13	0.4762	0.0000	0.5563	0.4762		
41	1841.37	0.4881	0.0000	0.5646	0.4881		
42	1841.63	0.5000	0.0000	0.5650	0.5000		
43	1855.06	0.5119	0.0000	0.5859	0.5119		
44	1858.12	0.5238	0.0000	0.5906	0.5238		
45	1859.63	0.5357	0.0000	0.5929	0.5357		
46	1861.91	0.5476	0.0000	0.5964	0.5476		
47	1866.47	0.5595	0.0000	0.6033	0.5595		
48	1882.45	0.5714	0.0000	0.6269	0.5714		
49	1885.6	0.5833	0.0000	0.6314	0.5833		
50	1887.01	0.5952	0.0000	0.6335	0.5952		
51	1913.81	0.6071	0.0000	0.6707	0.6071		
52	1914.4	0.6190	0.0000	0.6715	0.6190		
53	1919.67	0.6310	0.0000	0.6785	0.6310		
54	1921.32	0.6429	0.0000	0.6807	0.6429		
55	1930.12	0.6548	0.0000	0.6921	0.6548		
56	1932.31	0.6667	0.0000	0.6949	0.6667		
57	1934.5	0.6786	0.0000	0.6977	0.6786		
58	1960.05	0.6905	0.0000	0.7289	0.6905		
59	1962.92	0.7024	0.0000	0.7323	0.7024		
60	1968.04	0.7143	0.0000	0.7382	0.7143		
61	1982.88	0.7262	0.0000	0.7548	0.7262		
62	1982.88	0.7381	0.0000	0.7548	0.7381		
63	1982.88	0.7500	0.0000	0.7548	0.7500		
64	2002.28	0.7619	0.0000	0.7752	0.7619		
65	2010.26	0.7738	0.0000	0.7833	0.7738		
66	2019.39	0.7857	0.0000	0.7922	0.7857		
67	2067.33	0.7976	0.0000	0.8342	0.7976		
68	2070.06	0.8095	0.0000	0.8364	0.8095		
69	2100.68	0.8214	0.0000	0.8591	0.8214		
70	2126.67	0.8333	0.0000	0.8762	0.8333		
71	2126.68	0.8452	0.0000	0.8762	0.8452		
72	2129.1	0.8571	0.0000	0.8777	0.8571		
73	2133.47	0.8690	0.0000	0.8804	0.8690		
74	2183.73	0.8810	0.0000	0.9076	0.8810		
75	2188.29	0.8929	0.0000	0.9097	0.8929		
76	2190.33	0.9048	0.0000	0.9107	0.9048		
77	2196.88	0.9167	0.0000	0.9137	0.9167		
78	2199.07	0.9286	0.0000	0.9147	0.9286		
79	2199.07	0.9405	0.0000	0.9147	0.9405		
80	2201.29	0.9524	0.0000	0.9157	0.9524		
81	2204.27	0.9643	0.0000	0.9170	0.9643		
82	2249.92	0.9762	0.0000	0.9348	0.9762		
83	2275.03	0.9881	0.0000	0.9431	0.9881		

Ajuste con momentos ordinarios:							

Los parámetros: X_0 , gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3							

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:							

Con momentos ordinarios:							

Parámetro de localización (Xo)= 8.4018						
Parámetro de forma (gamma)= 46.9275						
Parámetro de escala (beta)= -0.0191						
Con momentos lineales:						
Parámetro de localización (Xo)= 6.8591						
Parámetro de forma (gamma)= 23.3855						
Parámetro de escala (beta)= 0.0276						

Caudal de diseño:						

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es						
Momentos lineales						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta	

1	1315.84	0.0119	0.0000	0.0017	0.0102	
2	1377.22	0.0238	0.0000	0.0079	0.0159	
3	1443.17	0.0357	0.0000	0.0274	0.0083	
4	1452.4	0.0476	0.0000	0.0317	0.0159	
5	1462.4	0.0595	0.0000	0.0369	0.0226	
6	1474.13	0.0714	0.0000	0.0437	0.0278	
7	1498.13	0.0833	0.0000	0.0601	0.0233	
8	1509.12	0.0952	0.0000	0.0687	0.0265	
9	1521.83	0.1071	0.0000	0.0797	0.0274	
10	1522.86	0.1190	0.0000	0.0807	0.0384	
11	1522.86	0.1310	0.0000	0.0807	0.0503	
12	1547.59	0.1429	0.0000	0.1051	0.0377	
13	1550.05	0.1548	0.0000	0.1078	0.0470	
14	1576.61	0.1667	0.0000	0.1386	0.0281	
15	1582.58	0.1786	0.0000	0.1461	0.0325	
16	1583.45	0.1905	0.0000	0.1472	0.0433	
17	1591.38	0.2024	0.0000	0.1575	0.0449	
18	1599.43	0.2143	0.0000	0.1683	0.0460	
19	1608.56	0.2262	0.0000	0.1810	0.0452	
20	1629.1	0.2381	0.0000	0.2109	0.0272	
21	1632.41	0.2500	0.0000	0.2159	0.0341	
22	1632.41	0.2619	0.0000	0.2159	0.0460	
23	1667.74	0.2738	0.0000	0.2717	0.0021	
24	1673.45	0.2857	0.0000	0.2810	0.0047	
25	1709.73	0.2976	0.0000	0.3423	0.0447	
26	1711.56	0.3095	0.0000	0.3454	0.0359	
27	1728.96	0.3214	0.0000	0.3754	0.0540	
28	1729.53	0.3333	0.0000	0.3764	0.0431	
29	1763.76	0.3452	0.0000	0.4356	0.0904	
30	1764.69	0.3571	0.0000	0.4372	0.0801	
31	1764.69	0.3690	0.0000	0.4372	0.0682	
32	1779.74	0.3810	0.0000	0.4630	0.0821	
33	1782.02	0.3929	0.0000	0.4669	0.0741	
34	1785.81	0.4048	0.0000	0.4734	0.0686	

35	1792.17	0.4167	0.0000	0.4841	0.0674		
36	1797.66	0.4286	0.0000	0.4934	0.0648		
37	1799.49	0.4405	0.0000	0.4964	0.0559		
38	1818.54	0.4524	0.0000	0.5279	0.0756		
39	1822.39	0.4643	0.0000	0.5342	0.0699		
40	1836.13	0.4762	0.0000	0.5563	0.0801		
41	1841.37	0.4881	0.0000	0.5646	0.0765		
42	1841.63	0.5000	0.0000	0.5650	0.0650		
43	1855.06	0.5119	0.0000	0.5859	0.0740		
44	1858.12	0.5238	0.0000	0.5906	0.0668		
45	1859.63	0.5357	0.0000	0.5929	0.0572		
46	1861.91	0.5476	0.0000	0.5964	0.0488		
47	1866.47	0.5595	0.0000	0.6033	0.0438		
48	1882.45	0.5714	0.0000	0.6269	0.0555		
49	1885.6	0.5833	0.0000	0.6314	0.0481		
50	1887.01	0.5952	0.0000	0.6335	0.0382		
51	1913.81	0.6071	0.0000	0.6707	0.0636		
52	1914.4	0.6190	0.0000	0.6715	0.0525		
53	1919.67	0.6310	0.0000	0.6785	0.0476		
54	1921.32	0.6429	0.0000	0.6807	0.0378		
55	1930.12	0.6548	0.0000	0.6921	0.0374		
56	1932.31	0.6667	0.0000	0.6949	0.0283		
57	1934.5	0.6786	0.0000	0.6977	0.0192		
58	1960.05	0.6905	0.0000	0.7289	0.0384		
59	1962.92	0.7024	0.0000	0.7323	0.0299		
60	1968.04	0.7143	0.0000	0.7382	0.0239		
61	1982.88	0.7262	0.0000	0.7548	0.0286		
62	1982.88	0.7381	0.0000	0.7548	0.0167		
63	1982.88	0.7500	0.0000	0.7548	0.0048		
64	2002.28	0.7619	0.0000	0.7752	0.0133		
65	2010.26	0.7738	0.0000	0.7833	0.0094		
66	2019.39	0.7857	0.0000	0.7922	0.0064		
67	2067.33	0.7976	0.0000	0.8342	0.0366		
68	2070.06	0.8095	0.0000	0.8364	0.0269		
69	2100.68	0.8214	0.0000	0.8591	0.0377		
70	2126.67	0.8333	0.0000	0.8762	0.0429		
71	2126.68	0.8452	0.0000	0.8762	0.0310		
72	2129.1	0.8571	0.0000	0.8777	0.0206		
73	2133.47	0.8690	0.0000	0.8804	0.0113		
74	2183.73	0.8810	0.0000	0.9076	0.0266		
75	2188.29	0.8929	0.0000	0.9097	0.0169		
76	2190.33	0.9048	0.0000	0.9107	0.0059		
77	2196.88	0.9167	0.0000	0.9137	0.0030		
78	2199.07	0.9286	0.0000	0.9147	0.0139		
79	2199.07	0.9405	0.0000	0.9147	0.0258		
80	2201.29	0.9524	0.0000	0.9157	0.0367		
81	2204.27	0.9643	0.0000	0.9170	0.0473		
82	2249.92	0.9762	0.0000	0.9348	0.0413		
83	2275.03	0.9881	0.0000	0.9431	0.0450		

Ajuste con momentos lineales:							

Como el delta teórico 0.0904, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%							

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:					
Con momentos ordinarios:					
Parámetro de localización (Xo)= 8.4018					
Parámetro de forma (gamma)= 46.9275					
Parámetro de escala (beta)= -0.0191					
Con momentos lineales:					
Parámetro de localización (Xol)= 6.8591					
Parámetro de forma (gammal)= 23.3855					
Parámetro de escala (betal)= 0.0276					
Caudal de diseño:					
El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					
Resultados					
Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0001	0.0004	0.0118
2	1377.22	0.0238	0.0012	0.0031	0.0226
3	1443.17	0.0357	0.0091	0.0152	0.0266
4	1452.4	0.0476	0.0114	0.0195	0.0362
5	1462.4	0.0595	0.0145	0.0238	0.0451
6	1474.13	0.0714	0.0188	0.0296	0.0526
7	1498.13	0.0833	0.0306	0.0445	0.0527
8	1509.12	0.0952	0.0375	0.0527	0.0578
9	1521.83	0.1071	0.0467	0.0634	0.0605
10	1522.86	0.1190	0.0475	0.0543	0.0716
11	1522.86	0.1310	0.0475	0.0543	0.0835
12	1547.59	0.1429	0.0697	0.0391	0.0731
13	1550.05	0.1548	0.0722	0.0918	0.0825
14	1576.61	0.1667	0.1029	0.1243	0.0638
15	1582.58	0.1786	0.1106	0.1323	0.0679
16	1583.45	0.1905	0.1118	0.1335	0.0787
17	1591.38	0.2024	0.1227	0.1446	0.0797
18	1599.43	0.2143	0.1342	0.1563	0.0801
19	1608.56	0.2262	0.1479	0.1701	0.0783
20	1629.1	0.2381	0.1811	0.2030	0.0570
21	1632.41	0.2500	0.1867	0.2085	0.0633
22	1632.41	0.2619	0.1867	0.2085	0.0752
23	1667.74	0.2738	0.2504	0.2701	0.0234
24	1673.45	0.2857	0.2613	0.2304	0.0244
25	1709.73	0.2976	0.3324	0.3477	0.0347
26	1711.56	0.3095	0.3360	0.3511	0.0265
27	1728.96	0.3214	0.3708	0.3338	0.0494

28	1729.53	0.3333	0.3720	0.3849	0.0386
29	1763.76	0.3452	0.4401	0.4486	0.0948
30	1764.69	0.3571	0.4419	0.4503	0.0848
31	1764.69	0.3690	0.4419	0.4503	0.0729
32	1779.74	0.3810	0.4712	0.4777	0.0903
33	1782.02	0.3929	0.4756	0.4818	0.0828
34	1785.81	0.4048	0.4829	0.4886	0.0781
35	1792.17	0.4167	0.4950	0.4999	0.0784
36	1797.66	0.4286	0.5054	0.5095	0.0768
37	1799.49	0.4405	0.5088	0.5128	0.0683
38	1818.54	0.4524	0.5438	0.5455	0.0915
39	1822.39	0.4643	0.5508	0.5520	0.0865
40	1836.13	0.4762	0.5749	0.5747	0.0988
41	1841.37	0.4881	0.5840	0.5831	0.0959
42	1841.63	0.5000	0.5844	0.5836	0.0844
43	1855.06	0.5119	0.6070	0.6048	0.0951
44	1858.12	0.5238	0.6120	0.6095	0.0882
45	1859.63	0.5357	0.6145	0.6118	0.0788
46	1861.91	0.5476	0.6182	0.6153	0.0706
47	1866.47	0.5595	0.6255	0.6222	0.0660
48	1882.45	0.5714	0.6505	0.6458	0.0790
49	1885.6	0.5833	0.6552	0.6503	0.0719
50	1887.01	0.5952	0.6573	0.6523	0.0621
51	1913.81	0.6071	0.6959	0.6890	0.0887
52	1914.4	0.6190	0.6967	0.6897	0.0776
53	1919.67	0.6310	0.7039	0.6966	0.0729
54	1921.32	0.6429	0.7061	0.6987	0.0632
55	1930.12	0.6548	0.7177	0.7098	0.0629
56	1932.31	0.6667	0.7205	0.7125	0.0538
57	1934.5	0.6786	0.7233	0.7152	0.0447
58	1960.05	0.6905	0.7544	0.7451	0.0639
59	1962.92	0.7024	0.7577	0.7483	0.0553
60	1968.04	0.7143	0.7635	0.7540	0.0492
61	1982.88	0.7262	0.7796	0.7697	0.0535
62	1982.88	0.7381	0.7796	0.7697	0.0415
63	1982.88	0.7500	0.7796	0.7697	0.0296
64	2002.28	0.7619	0.7993	0.7889	0.0374
65	2010.26	0.7738	0.8070	0.7964	0.0332
66	2019.39	0.7857	0.8154	0.8047	0.0297
67	2067.33	0.7976	0.8546	0.8436	0.0569
68	2070.06	0.8095	0.8565	0.8456	0.0470
69	2100.68	0.8214	0.8772	0.8664	0.0557
70	2126.67	0.8333	0.8925	0.8820	0.0591
71	2126.68	0.8452	0.8925	0.8820	0.0472
72	2129.1	0.8571	0.8938	0.8833	0.0367
73	2133.47	0.8690	0.8962	0.8857	0.0271
74	2183.73	0.8810	0.9200	0.9104	0.0390
75	2188.29	0.8929	0.9219	0.9124	0.0290
76	2190.33	0.9048	0.9227	0.9132	0.0179
77	2196.88	0.9167	0.9253	0.9160	0.0086
78	2199.07	0.9286	0.9262	0.9169	0.0024
79	2199.07	0.9405	0.9262	0.9169	0.0143
80	2201.29	0.9524	0.9270	0.9178	0.0254
81	2204.27	0.9643	0.9282	0.9190	0.0361
82	2249.92	0.9762	0.9435	0.9353	0.0327
83	2275.03	0.9881	0.9505	0.9428	0.0376

Ajuste con momentos ordinarios:					

Como el delta teórico 0.0988, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%					

Parámetros de la distribución Gumbel:					

Con momentos ordinarios:					
Parámetro de posición (μ)= 1727.4945					
Parámetro de escala (alfa)= 183.648					

Con momentos lineales:					
Parámetro de posición (μ)= 1720.4811					
Parámetro de escala (alfa)= 195.7985					

Caudal de diseño:					

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					

Momentos lineales					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta

1	1315.84	0.0119	0.0001	0.0004	0.0115
2	1377.22	0.0238	0.0012	0.0031	0.0207
3	1443.17	0.0357	0.0091	0.0162	0.0195
4	1452.4	0.0476	0.0114	0.0196	0.0280
5	1462.4	0.0595	0.0145	0.0238	0.0357
6	1474.13	0.0714	0.0188	0.0296	0.0418
7	1498.13	0.0833	0.0306	0.0445	0.0389
8	1509.12	0.0952	0.0375	0.0527	0.0425
9	1521.83	0.1071	0.0467	0.0634	0.0437
10	1522.86	0.1190	0.0475	0.0643	0.0547
11	1522.86	0.1310	0.0475	0.0643	0.0666
12	1547.59	0.1429	0.0697	0.0891	0.0538
13	1550.05	0.1548	0.0722	0.0918	0.0629
14	1576.61	0.1667	0.1029	0.1243	0.0424
15	1582.58	0.1786	0.1106	0.1323	0.0462
16	1583.45	0.1905	0.1118	0.1335	0.0570
17	1591.38	0.2024	0.1227	0.1446	0.0577
18	1599.43	0.2143	0.1342	0.1563	0.0579
19	1608.56	0.2262	0.1479	0.1701	0.0560
20	1629.1	0.2381	0.1811	0.2030	0.0351
21	1632.41	0.2500	0.1867	0.2085	0.0415
22	1632.41	0.2619	0.1867	0.2085	0.0534
23	1667.74	0.2738	0.2504	0.2701	0.0038
24	1673.45	0.2857	0.2613	0.2804	0.0053
25	1709.73	0.2976	0.3324	0.3477	0.0501
26	1711.56	0.3095	0.3360	0.3511	0.0416

27	1728.96	0.3214	0.3708	0.3838	0.0624
28	1729.53	0.3333	0.3720	0.3849	0.0515
29	1763.76	0.3452	0.4401	0.4486	0.1033
30	1764.69	0.3571	0.4419	0.4503	0.0931
31	1764.69	0.3690	0.4419	0.4503	0.0812
32	1779.74	0.3810	0.4712	0.4777	0.0967
33	1782.02	0.3929	0.4756	0.4818	0.0889
34	1785.81	0.4048	0.4829	0.4886	0.0838
35	1792.17	0.4167	0.4950	0.4999	0.0832
36	1797.66	0.4286	0.5054	0.5095	0.0810
37	1799.49	0.4405	0.5088	0.5128	0.0723
38	1818.54	0.4524	0.5438	0.5455	0.0931
39	1822.39	0.4643	0.5508	0.5520	0.0877
40	1836.13	0.4762	0.5749	0.5747	0.0985
41	1841.37	0.4881	0.5840	0.5831	0.0950
42	1841.63	0.5000	0.5844	0.5836	0.0836
43	1855.06	0.5119	0.6070	0.6048	0.0929
44	1858.12	0.5238	0.6120	0.6095	0.0857
45	1859.63	0.5357	0.6145	0.6118	0.0761
46	1861.91	0.5476	0.6182	0.6153	0.0677
47	1866.47	0.5595	0.6255	0.6222	0.0627
48	1882.45	0.5714	0.6505	0.6458	0.0744
49	1885.6	0.5833	0.6552	0.6503	0.0670
50	1887.01	0.5952	0.6573	0.6523	0.0571
51	1913.81	0.6071	0.6959	0.6890	0.0818
52	1914.4	0.6190	0.6967	0.6897	0.0707
53	1919.67	0.6310	0.7039	0.6966	0.0656
54	1921.32	0.6429	0.7061	0.6987	0.0558
55	1930.12	0.6548	0.7177	0.7098	0.0550
56	1932.31	0.6667	0.7205	0.7125	0.0458
57	1934.5	0.6786	0.7233	0.7152	0.0366
58	1960.05	0.6905	0.7544	0.7451	0.0547
59	1962.92	0.7024	0.7577	0.7483	0.0460
60	1968.04	0.7143	0.7635	0.7540	0.0397
61	1982.88	0.7262	0.7796	0.7697	0.0435
62	1982.88	0.7381	0.7796	0.7697	0.0316
63	1982.88	0.7500	0.7796	0.7697	0.0197
64	2002.28	0.7619	0.7993	0.7889	0.0270
65	2010.26	0.7738	0.8070	0.7964	0.0226
66	2019.39	0.7857	0.8154	0.8047	0.0190
67	2067.33	0.7976	0.8546	0.8436	0.0460
68	2070.06	0.8095	0.8565	0.8456	0.0361
69	2100.68	0.8214	0.8772	0.8664	0.0449
70	2126.67	0.8333	0.8925	0.8820	0.0486
71	2126.68	0.8452	0.8925	0.8820	0.0367
72	2129.1	0.8571	0.8938	0.8833	0.0262
73	2133.47	0.8690	0.8962	0.8857	0.0167
74	2183.73	0.8810	0.9200	0.9104	0.0295
75	2188.29	0.8929	0.9219	0.9124	0.0195
76	2190.33	0.9048	0.9227	0.9132	0.0085
77	2196.88	0.9167	0.9253	0.9160	0.0007
78	2199.07	0.9286	0.9262	0.9169	0.0117
79	2199.07	0.9405	0.9262	0.9169	0.0236
80	2201.29	0.9524	0.9270	0.9178	0.0346
81	2204.27	0.9643	0.9282	0.9190	0.0453
82	2249.92	0.9762	0.9435	0.9353	0.0409
83	2275.03	0.9881	0.9505	0.9428	0.0453

Ajuste con momentos lineales:						
Como el delta teórico 0.1033, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%						
Parámetros de la distribución Gumbel:						
Con momentos ordinarios:						
Parámetro de posición (μ)= 1727.4945						
Parámetro de escala (alfa)= 183.648						
Con momentos lineales:						
Parámetro de posición (μ)= 1720.4811						
Parámetro de escala (alfa)= 195.7985						
Caudal de diseño:						
El caudal de diseño para un período de retorno de años, es						
Resultados						
Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Gumbel o distribución de Fréchet						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta	
1	1315.84	0.0119	0.0000	0.0000	0.0119	
2	1377.22	0.0238	0.0002	0.0007	0.0236	
3	1443.17	0.0357	0.0045	0.0087	0.0312	
4	1452.4	0.0476	0.0062	0.0114	0.0414	
5	1462.4	0.0595	0.0087	0.0150	0.0509	
6	1474.13	0.0714	0.0124	0.0202	0.0591	
7	1498.13	0.0833	0.0235	0.0347	0.0598	
8	1509.12	0.0952	0.0305	0.0433	0.0647	
9	1521.83	0.1071	0.0402	0.0547	0.0670	
10	1522.86	0.1190	0.0410	0.0557	0.0780	
11	1522.86	0.1310	0.0410	0.0557	0.0899	
12	1547.59	0.1429	0.0654	0.0830	0.0774	
13	1550.05	0.1548	0.0683	0.0861	0.0865	
14	1576.61	0.1667	0.1030	0.1229	0.0636	
15	1582.58	0.1786	0.1119	0.1321	0.0666	
16	1583.45	0.1905	0.1132	0.1334	0.0772	
17	1591.38	0.2024	0.1257	0.1461	0.0767	
18	1599.43	0.2143	0.1389	0.1595	0.0754	
19	1608.56	0.2262	0.1546	0.1752	0.0716	
20	1629.1	0.2381	0.1923	0.2124	0.0457	
21	1632.41	0.2500	0.1987	0.2187	0.0513	
22	1632.41	0.2619	0.1987	0.2187	0.0632	
23	1667.74	0.2738	0.2698	0.2872	0.0040	
24	1673.45	0.2857	0.2817	0.2986	0.0040	
25	1709.73	0.2976	0.3582	0.3711	0.0606	
26	1711.56	0.3095	0.3621	0.3747	0.0526	
27	1728.96	0.3214	0.3985	0.4090	0.0771	
28	1729.53	0.3333	0.3997	0.4101	0.0664	
29	1763.76	0.3452	0.4692	0.4753	0.1240	
30	1764.69	0.3571	0.4711	0.4770	0.1139	
31	1764.69	0.3690	0.4711	0.4770	0.1020	
32	1779.74	0.3810	0.5002	0.5044	0.1193	

33	1782.02	0.3929	0.5046	0.5085	0.1117
34	1785.81	0.4048	0.5118	0.5152	0.1070
35	1792.17	0.4167	0.5236	0.5264	0.1070
36	1797.66	0.4286	0.5337	0.5359	0.1052
37	1799.49	0.4405	0.5371	0.5390	0.0966
38	1818.54	0.4524	0.5708	0.5708	0.1185
39	1822.39	0.4643	0.5774	0.5770	0.1132
40	1836.13	0.4762	0.6004	0.5987	0.1242
41	1841.37	0.4881	0.6089	0.6067	0.1208
42	1841.63	0.5000	0.6093	0.6071	0.1093
43	1855.06	0.5119	0.6304	0.6271	0.1185
44	1858.12	0.5238	0.6351	0.6316	0.1113
45	1859.63	0.5357	0.6374	0.6337	0.1017
46	1861.91	0.5476	0.6408	0.6370	0.0932
47	1866.47	0.5595	0.6476	0.6434	0.0881
48	1882.45	0.5714	0.6706	0.6653	0.0992
49	1885.6	0.5833	0.6750	0.6695	0.0916
50	1887.01	0.5952	0.6769	0.6713	0.0817
51	1913.81	0.6071	0.7119	0.7048	0.1047
52	1914.4	0.6190	0.7126	0.7055	0.0936
53	1919.67	0.6310	0.7191	0.7117	0.0881
54	1921.32	0.6429	0.7211	0.7136	0.0782
55	1930.12	0.6548	0.7315	0.7236	0.0767
56	1932.31	0.6667	0.7340	0.7261	0.0673
57	1934.5	0.6786	0.7365	0.7285	0.0579
58	1960.05	0.6905	0.7642	0.7553	0.0737
59	1962.92	0.7024	0.7671	0.7582	0.0648
60	1968.04	0.7143	0.7723	0.7632	0.0580
61	1982.88	0.7262	0.7866	0.7771	0.0604
62	1982.88	0.7381	0.7866	0.7771	0.0485
63	1982.88	0.7500	0.7866	0.7771	0.0366
64	2002.28	0.7619	0.8040	0.7942	0.0421
65	2010.26	0.7738	0.8107	0.8008	0.0369
66	2019.39	0.7857	0.8181	0.8081	0.0324
67	2067.33	0.7976	0.8526	0.8424	0.0550
68	2070.06	0.8095	0.8543	0.8441	0.0448
69	2100.68	0.8214	0.8726	0.8625	0.0511
70	2126.67	0.8333	0.8862	0.8763	0.0528
71	2126.68	0.8452	0.8862	0.8763	0.0409
72	2129.1	0.8571	0.8874	0.8775	0.0302
73	2133.47	0.8690	0.8895	0.8797	0.0204
74	2183.73	0.8810	0.9110	0.9018	0.0300
75	2188.29	0.8929	0.9127	0.9035	0.0199
76	2190.33	0.9048	0.9135	0.9043	0.0087
77	2196.88	0.9167	0.9159	0.9068	0.0008
78	2199.07	0.9286	0.9166	0.9076	0.0119
79	2199.07	0.9405	0.9166	0.9076	0.0238
80	2201.29	0.9524	0.9174	0.9084	0.0349
81	2204.27	0.9643	0.9185	0.9095	0.0458
82	2249.92	0.9762	0.9328	0.9245	0.0434
83	2275.03	0.9881	0.9395	0.9316	0.0486
Ajuste con momentos ordinarios:					
Como el delta teórico 0.1242, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución logGumbel:					
Con momentos ordinarios:					
Parámetro de posición (μ)= 7.4468					
Parámetro de escala (α)= 0.102					

Con momentos lineales:						
Parámetro de posición (μ)= 7.4432						
Parámetro de escala (α)= 0.1082						

Caudal de diseño:						

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es						
Momentos lineales						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta	

1	1315.84	0.0119	0.0000	0.0000	0.0119	
2	1377.22	0.0238	0.0002	0.0007	0.0231	
3	1443.17	0.0357	0.0045	0.0087	0.0270	
4	1452.4	0.0476	0.0062	0.0114	0.0362	
5	1462.4	0.0595	0.0087	0.0150	0.0445	
6	1474.13	0.0714	0.0124	0.0202	0.0512	
7	1498.13	0.0833	0.0235	0.0347	0.0486	
8	1509.12	0.0952	0.0305	0.0433	0.0520	
9	1521.83	0.1071	0.0402	0.0547	0.0525	
10	1522.86	0.1190	0.0410	0.0557	0.0634	
11	1522.86	0.1310	0.0410	0.0557	0.0753	
12	1547.59	0.1429	0.0654	0.0830	0.0599	
13	1550.05	0.1548	0.0683	0.0861	0.0687	
14	1576.61	0.1667	0.1030	0.1229	0.0438	
15	1582.58	0.1786	0.1119	0.1321	0.0465	
16	1583.45	0.1905	0.1132	0.1334	0.0570	
17	1591.38	0.2024	0.1257	0.1461	0.0563	
18	1599.43	0.2143	0.1389	0.1595	0.0548	
19	1608.56	0.2262	0.1546	0.1752	0.0510	
20	1629.1	0.2381	0.1923	0.2124	0.0256	
21	1632.41	0.2500	0.1987	0.2187	0.0313	
22	1632.41	0.2619	0.1987	0.2187	0.0433	

23	1667.74	0.2738	0.2698	0.2872	0.0134
24	1673.45	0.2857	0.2817	0.2986	0.0129
25	1709.73	0.2976	0.3582	0.3711	0.0734
26	1711.56	0.3095	0.3621	0.3747	0.0652
27	1728.96	0.3214	0.3985	0.4090	0.0875
28	1729.53	0.3333	0.3997	0.4101	0.0768
29	1763.76	0.3452	0.4692	0.4753	0.1301
30	1764.69	0.3571	0.4711	0.4770	0.1199
31	1764.69	0.3690	0.4711	0.4770	0.1080
32	1779.74	0.3810	0.5002	0.5044	0.1235
33	1782.02	0.3929	0.5046	0.5085	0.1157
34	1785.81	0.4048	0.5118	0.5152	0.1105
35	1792.17	0.4167	0.5236	0.5264	0.1097
36	1797.66	0.4286	0.5337	0.5359	0.1073
37	1799.49	0.4405	0.5371	0.5390	0.0986
38	1818.54	0.4524	0.5708	0.5708	0.1184
39	1822.39	0.4643	0.5774	0.5770	0.1128
40	1836.13	0.4762	0.6004	0.5987	0.1225
41	1841.37	0.4881	0.6089	0.6067	0.1186
42	1841.63	0.5000	0.6093	0.6071	0.1071
43	1855.06	0.5119	0.6304	0.6271	0.1152
44	1858.12	0.5238	0.6351	0.6316	0.1078
45	1859.63	0.5357	0.6374	0.6337	0.0980
46	1861.91	0.5476	0.6408	0.6370	0.0894
47	1866.47	0.5595	0.6476	0.6434	0.0839
48	1882.45	0.5714	0.6706	0.6653	0.0939
49	1885.6	0.5833	0.6750	0.6695	0.0861
50	1887.01	0.5952	0.6769	0.6713	0.0761
51	1913.81	0.6071	0.7119	0.7048	0.0977
52	1914.4	0.6190	0.7126	0.7055	0.0865
53	1919.67	0.6310	0.7191	0.7117	0.0808

54	1921.32	0.6429	0.7211	0.7136	0.0708
55	1930.12	0.6548	0.7315	0.7236	0.0689
56	1932.31	0.6667	0.7340	0.7261	0.0594
57	1934.5	0.6786	0.7365	0.7285	0.0499
58	1960.05	0.6905	0.7642	0.7553	0.0649
59	1962.92	0.7024	0.7671	0.7582	0.0558
60	1968.04	0.7143	0.7723	0.7632	0.0489
61	1982.88	0.7262	0.7866	0.7771	0.0510
62	1982.88	0.7381	0.7866	0.7771	0.0391
63	1982.88	0.7500	0.7866	0.7771	0.0271
64	2002.28	0.7619	0.8040	0.7942	0.0323
65	2010.26	0.7738	0.8107	0.8008	0.0270
66	2019.39	0.7857	0.8181	0.8081	0.0224
67	2067.33	0.7976	0.8526	0.8424	0.0448
68	2070.06	0.8095	0.8543	0.8441	0.0346
69	2100.68	0.8214	0.8726	0.8625	0.0411
70	2126.67	0.8333	0.8862	0.8763	0.0430
71	2126.68	0.8452	0.8862	0.8763	0.0311
72	2129.1	0.8571	0.8874	0.8775	0.0204
73	2133.47	0.8690	0.8895	0.8797	0.0106
74	2183.73	0.8810	0.9110	0.9018	0.0208
75	2188.29	0.8929	0.9127	0.9035	0.0107
76	2190.33	0.9048	0.9135	0.9043	0.0004
77	2196.88	0.9167	0.9159	0.9068	0.0099
78	2199.07	0.9286	0.9166	0.9076	0.0209
79	2199.07	0.9405	0.9166	0.9076	0.0329
80	2201.29	0.9524	0.9174	0.9084	0.0439
81	2204.27	0.9643	0.9185	0.9095	0.0548
82	2249.92	0.9762	0.9328	0.9245	0.0517
83	2275.03	0.9881	0.9395	0.9316	0.0565

Ajuste con momentos lineales:				
Como el delta teórico 0.1301, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%				
Parámetros de la distribución logGumbel:				
Con momentos ordinarios:				
Parámetro de posición (μ)= 7.4468				
Parámetro de escala (α)= 0.102				
Con momentos lineales:				
Parámetro de posición (μ)= 7.4432				
Parámetro de escala (α)= 0.1082				

Resumen Distribución de frecuencias

Distribución de frecuencia	Momentos Ordinarios		Momentos lineales	
Distribución normal	0.0653	0.1493	0.0603	0.1493
Log Normal 2 parámetros	0.0628	0.1493	0.0642	0.1493
Log Normal 3 parámetros	los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3			
Gamma 2 parámetros	0.0615	0.1493	0.0992	0.1493
Gamma 3 parámetros	los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3			
Log Pearson III	0.0904	0.1493	los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3	
Gumbel	0.0988	0.1493	0.1033	0.1493
Log Gumbel	0.1243	0.1493	0.1301	0.1493

La estimación de los caudales para diferentes periodos de retorno se calcula con la ecuación de mejor ajuste que corresponde a una distribución normal con ajuste de momentos lineales.

Tr	Caudal m ³ /s
10	2,141.82
20	2,229.26
25	2,254.72
50	2,327.64
100	2,393.21
500	2,525.93
1000	2,576.93

Anexo 07. Análisis de distribución de frecuencias de caudales

Análisis de distribución de frecuencias de caudales del río Nanay

Ajuste de una serie de datos a la distribución Normal					
Serie de datos X:					
N°		X			
1		1509.12			
2		1522.86			
3		1498.13			
4		1764.69			
5		1968.04			
6		1797.66			
7		1921.32			
8		1836.13			
9		1841.63			
10		1377.22			
11		1522.86			
12		1547.59			
13		1315.84			
14		1550.05			
15		1582.58			
16		1632.41			
17		1673.45			
18		1711.56			
19		1919.67			
20		1913.81			
21		1799.49			
22		1632.41			
23		1474.13			
24		1591.38			
25		1452.4			
26		1709.73			
27		1822.39			
28		1885.6			
29		1764.69			
30		1462.4			
31		1443.17			
32		1858.12			
33		1792.17			
34		1728.96			
35		1667.74			
36		2133.47			
37		2199.07			
38		2002.28			
39		2129.1			
40		2196.88			
41		2070.06			
42		2201.29			
43		2199.07			
44		1934.5			
45		1930.12			
46		1785.81			
47		1962.92			

48		2190.33				
49		1932.31				
50		2100.68				
51		1521.83				
52		2275.03				
53		2126.68				
54		1818.54				
55		1982.88				
56		1779.74				
57		1859.63				
58		1629.1				
59		2126.67				
60		2183.73				
61		1583.45				
62		1841.37				
63		1882.45				
64		2067.33				
65		2204.27				
66		1982.88				
67		1866.47				
68		1861.91				
69		1782.02				
70		1576.61				
71		1599.43				
72		1855.06				
73		1729.53				
74		1763.76				
75		1982.88				
76		1608.56				
77		2010.26				
78		2249.92				
79		2019.39				
80		1960.05				
81		2188.29				
82		1887.01				
83		1914.4				

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta	

1	1315.84	0.0119	0.0140	0.0157	0.0021	
2	1377.22	0.0238	0.0264	0.0289	0.0026	
3	1443.17	0.0357	0.0487	0.0523	0.0130	
4	1452.4	0.0476	0.0528	0.0566	0.0052	
5	1462.4	0.0595	0.0576	0.0615	0.0020	
6	1474.13	0.0714	0.0635	0.0676	0.0079	
7	1498.13	0.0833	0.0772	0.0816	0.0061	
8	1509.12	0.0952	0.0842	0.0888	0.0110	
9	1521.83	0.1071	0.0929	0.0976	0.0143	
10	1522.86	0.1190	0.0936	0.0983	0.0254	
11	1522.86	0.1310	0.0936	0.0983	0.0373	

12	1547.59	0.1429	0.1124	0.1173	0.0305
13	1550.05	0.1548	0.1144	0.1193	0.0404
14	1576.61	0.1667	0.1377	0.1428	0.0290
15	1582.58	0.1786	0.1434	0.1485	0.0352
16	1583.45	0.1905	0.1442	0.1493	0.0463
17	1591.38	0.2024	0.1520	0.1571	0.0504
18	1599.43	0.2143	0.1602	0.1653	0.0541
19	1608.56	0.2262	0.1698	0.1749	0.0564
20	1629.1	0.2381	0.1928	0.1977	0.0453
21	1632.41	0.2500	0.1966	0.2016	0.0534
22	1632.41	0.2619	0.1966	0.2016	0.0653
23	1667.74	0.2738	0.2408	0.2454	0.0330
24	1673.45	0.2857	0.2484	0.2529	0.0373
25	1709.73	0.2976	0.2996	0.3034	0.0020
26	1711.56	0.3095	0.3023	0.3061	0.0072
27	1728.96	0.3214	0.3286	0.3319	0.0072
28	1729.53	0.3333	0.3295	0.3328	0.0039
29	1763.76	0.3452	0.3836	0.3859	0.0383
30	1764.69	0.3571	0.3851	0.3874	0.0279
31	1764.69	0.3690	0.3851	0.3874	0.0160
32	1779.74	0.3810	0.4097	0.4116	0.0288
33	1782.02	0.3929	0.4135	0.4153	0.0206
34	1785.81	0.4048	0.4198	0.4214	0.0150
35	1792.17	0.4167	0.4304	0.4318	0.0137
36	1797.66	0.4286	0.4395	0.4408	0.0110
37	1799.49	0.4405	0.4426	0.4438	0.0021
38	1818.54	0.4524	0.4747	0.4752	0.0223
39	1822.39	0.4643	0.4812	0.4816	0.0169
40	1836.13	0.4762	0.5045	0.5044	0.0283
41	1841.37	0.4881	0.5133	0.5131	0.0252
42	1841.63	0.5000	0.5138	0.5135	0.0138
43	1855.06	0.5119	0.5365	0.5357	0.0246
44	1858.12	0.5238	0.5416	0.5408	0.0178
45	1859.63	0.5357	0.5442	0.5433	0.0085
46	1861.91	0.5476	0.5480	0.5470	0.0004
47	1866.47	0.5595	0.5557	0.5545	0.0039
48	1882.45	0.5714	0.5823	0.5806	0.0109
49	1885.6	0.5833	0.5875	0.5857	0.0042
50	1887.01	0.5952	0.5899	0.5880	0.0054
51	1913.81	0.6071	0.6334	0.6308	0.0263
52	1914.4	0.6190	0.6344	0.6317	0.0153
53	1919.67	0.6310	0.6428	0.6399	0.0118
54	1921.32	0.6429	0.6454	0.6425	0.0025
55	1930.12	0.6548	0.6592	0.6560	0.0044
56	1932.31	0.6667	0.6626	0.6594	0.0041
57	1934.5	0.6786	0.6660	0.6627	0.0126
58	1960.05	0.6905	0.7045	0.7006	0.0140
59	1962.92	0.7024	0.7087	0.7047	0.0063
60	1968.04	0.7143	0.7161	0.7120	0.0018
61	1982.88	0.7262	0.7370	0.7327	0.0108
62	1982.88	0.7381	0.7370	0.7327	0.0011
63	1982.88	0.7500	0.7370	0.7327	0.0130
64	2002.28	0.7619	0.7632	0.7585	0.0013
65	2010.26	0.7738	0.7735	0.7688	0.0003
66	2019.39	0.7857	0.7850	0.7802	0.0007
67	2067.33	0.7976	0.8396	0.8345	0.0420

68	2070.06	0.8095	0.8424	0.8373	0.0329
69	2100.68	0.8214	0.8717	0.8667	0.0502
70	2126.67	0.8333	0.8934	0.8885	0.0600
71	2126.68	0.8452	0.8934	0.8885	0.0481
72	2129.1	0.8571	0.8953	0.8904	0.0381
73	2133.47	0.8690	0.8986	0.8938	0.0295
74	2183.73	0.8810	0.9315	0.9273	0.0505
75	2188.29	0.8929	0.9340	0.9299	0.0411
76	2190.33	0.9048	0.9351	0.9310	0.0303
77	2196.88	0.9167	0.9386	0.9346	0.0219
78	2199.07	0.9286	0.9397	0.9357	0.0111
79	2199.07	0.9405	0.9397	0.9357	0.0008
80	2201.29	0.9524	0.9408	0.9369	0.0116
81	2204.27	0.9643	0.9423	0.9384	0.0220
82	2249.92	0.9762	0.9615	0.9583	0.0147
83	2275.03	0.9881	0.9696	0.9668	0.0185
=====					
Ajuste con momentos ordinarios:					
Como el delta teórico 0.0653, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%					
=====					
Parámetros de la distribución normal:					
Con momentos ordinarios:					
Parámetro de localización (Xm)= 1833.499					
Parámetro de escala (S)= 235.5377					
Con momentos lineales:					
Media lineal (Xl)= 1833.499					
Desviación estándar lineal (Sl)= 240.5525					
=====					
Caudal de diseño:					
El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					
Momentos lineales					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					
=====					
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
=====					
1	1315.84	0.0119	0.0140	0.0157	0.0038
2	1377.22	0.0238	0.0264	0.0289	0.0051
3	1443.17	0.0357	0.0487	0.0523	0.0166
4	1452.4	0.0476	0.0528	0.0566	0.0089
5	1462.4	0.0595	0.0576	0.0615	0.0019
6	1474.13	0.0714	0.0635	0.0676	0.0038
7	1498.13	0.0833	0.0772	0.0816	0.0017
8	1509.12	0.0952	0.0842	0.0888	0.0065
9	1521.83	0.1071	0.0929	0.0976	0.0096

10	1522.86	0.1190	0.0936	0.0983	0.0208
11	1522.86	0.1310	0.0936	0.0983	0.0327
12	1547.59	0.1429	0.1124	0.1173	0.0255
13	1550.05	0.1548	0.1144	0.1193	0.0354
14	1576.61	0.1667	0.1377	0.1428	0.0239
15	1582.58	0.1786	0.1434	0.1485	0.0301
16	1583.45	0.1905	0.1442	0.1493	0.0412
17	1591.38	0.2024	0.1520	0.1571	0.0453
18	1599.43	0.2143	0.1602	0.1653	0.0490
19	1608.56	0.2262	0.1698	0.1749	0.0513
20	1629.1	0.2381	0.1928	0.1977	0.0404
21	1632.41	0.2500	0.1966	0.2016	0.0484
22	1632.41	0.2619	0.1966	0.2016	0.0603
23	1667.74	0.2738	0.2408	0.2454	0.0284
24	1673.45	0.2857	0.2484	0.2529	0.0328
25	1709.73	0.2976	0.2996	0.3034	0.0058
26	1711.56	0.3095	0.3023	0.3061	0.0034
27	1728.96	0.3214	0.3286	0.3319	0.0105
28	1729.53	0.3333	0.3295	0.3328	0.0005
29	1763.76	0.3452	0.3836	0.3859	0.0407
30	1764.69	0.3571	0.3851	0.3874	0.0303
31	1764.69	0.3690	0.3851	0.3874	0.0184
32	1779.74	0.3810	0.4097	0.4116	0.0306
33	1782.02	0.3929	0.4135	0.4153	0.0224
34	1785.81	0.4048	0.4198	0.4214	0.0167
35	1792.17	0.4167	0.4304	0.4318	0.0151
36	1797.66	0.4286	0.4395	0.4408	0.0122
37	1799.49	0.4405	0.4426	0.4438	0.0033
38	1818.54	0.4524	0.4747	0.4752	0.0228
39	1822.39	0.4643	0.4812	0.4816	0.0173
40	1836.13	0.4762	0.5045	0.5044	0.0282
41	1841.37	0.4881	0.5133	0.5131	0.0250
42	1841.63	0.5000	0.5138	0.5135	0.0135
43	1855.06	0.5119	0.5365	0.5357	0.0238
44	1858.12	0.5238	0.5416	0.5408	0.0170
45	1859.63	0.5357	0.5442	0.5433	0.0075
46	1861.91	0.5476	0.5480	0.5470	0.0006
47	1866.47	0.5595	0.5557	0.5545	0.0050
48	1882.45	0.5714	0.5823	0.5806	0.0092
49	1885.6	0.5833	0.5875	0.5857	0.0024
50	1887.01	0.5952	0.5899	0.5880	0.0072
51	1913.81	0.6071	0.6334	0.6308	0.0236
52	1914.4	0.6190	0.6344	0.6317	0.0126
53	1919.67	0.6310	0.6428	0.6399	0.0090
54	1921.32	0.6429	0.6454	0.6425	0.0004
55	1930.12	0.6548	0.6592	0.6560	0.0013
56	1932.31	0.6667	0.6626	0.6594	0.0073
57	1934.5	0.6786	0.6660	0.6627	0.0159
58	1960.05	0.6905	0.7045	0.7006	0.0101
59	1962.92	0.7024	0.7087	0.7047	0.0023
60	1968.04	0.7143	0.7161	0.7120	0.0023
61	1982.88	0.7262	0.7370	0.7327	0.0065
62	1982.88	0.7381	0.7370	0.7327	0.0054
63	1982.88	0.7500	0.7370	0.7327	0.0173
64	2002.28	0.7619	0.7632	0.7585	0.0034
65	2010.26	0.7738	0.7735	0.7688	0.0050

66	2019.39	0.7857	0.7850	0.7802	0.0055		
67	2067.33	0.7976	0.8396	0.8345	0.0369		
68	2070.06	0.8095	0.8424	0.8373	0.0278		
69	2100.68	0.8214	0.8717	0.8667	0.0452		
70	2126.67	0.8333	0.8934	0.8885	0.0552		
71	2126.68	0.8452	0.8934	0.8885	0.0433		
72	2129.1	0.8571	0.8953	0.8904	0.0333		
73	2133.47	0.8690	0.8986	0.8938	0.0248		
74	2183.73	0.8810	0.9315	0.9273	0.0463		
75	2188.29	0.8929	0.9340	0.9299	0.0370		
76	2190.33	0.9048	0.9351	0.9310	0.0263		
77	2196.88	0.9167	0.9386	0.9346	0.0179		
78	2199.07	0.9286	0.9397	0.9357	0.0071		
79	2199.07	0.9405	0.9397	0.9357	0.0048		
80	2201.29	0.9524	0.9408	0.9369	0.0155		
81	2204.27	0.9643	0.9423	0.9384	0.0259		
82	2249.92	0.9762	0.9615	0.9583	0.0179		
83	2275.03	0.9881	0.9696	0.9668	0.0213		

Ajuste con momentos lineales:							

Como el delta teórico 0.0603, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%							

				Distribucionn	0.0653	0.1493	

Parámetros de la distribución normal:							

Con momentos ordinarios:							
Parámetro de localización (Xm)= 1833.499							
Parámetro de escala (S)= 235.5377							
Con momentos lineales:							
Media lineal (Xl)= 1833.499							
Desviación estándar lineal (Sl)= 240.5525							

Caudal de diseño:							

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es							
Resultados							
Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros							
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:							

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta		

1	1315.84	0.0119	0.0067	0.0075	0.0052		
2	1377.22	0.0238	0.0168	0.0184	0.0070		
3	1443.17	0.0357	0.0387	0.0412	0.0030		
4	1452.4	0.0476	0.0430	0.0456	0.0047		
5	1462.4	0.0595	0.0480	0.0507	0.0116		

6	1474.13	0.0714	0.0544	0.0573	0.0171
7	1498.13	0.0833	0.0694	0.0727	0.0140
8	1509.12	0.0952	0.0771	0.0806	0.0181
9	1521.83	0.1071	0.0868	0.0904	0.0203
10	1522.86	0.1190	0.0877	0.0912	0.0314
11	1522.86	0.1310	0.0877	0.0912	0.0433
12	1547.59	0.1429	0.1089	0.1128	0.0339
13	1550.05	0.1548	0.1112	0.1151	0.0435
14	1576.61	0.1667	0.1378	0.1418	0.0288
15	1582.58	0.1786	0.1443	0.1483	0.0343
16	1583.45	0.1905	0.1452	0.1492	0.0452
17	1591.38	0.2024	0.1541	0.1581	0.0482
18	1599.43	0.2143	0.1635	0.1675	0.0508
19	1608.56	0.2262	0.1744	0.1784	0.0518
20	1629.1	0.2381	0.2005	0.2044	0.0376
21	1632.41	0.2500	0.2049	0.2087	0.0451
22	1632.41	0.2619	0.2049	0.2087	0.0570
23	1667.74	0.2738	0.2544	0.2579	0.0194
24	1673.45	0.2857	0.2629	0.2663	0.0228
25	1709.73	0.2976	0.3190	0.3217	0.0214
26	1711.56	0.3095	0.3219	0.3246	0.0124
27	1728.96	0.3214	0.3501	0.3525	0.0287
28	1729.53	0.3333	0.3511	0.3534	0.0177
29	1763.76	0.3452	0.4080	0.4095	0.0628
30	1764.69	0.3571	0.4096	0.4110	0.0524
31	1764.69	0.3690	0.4096	0.4110	0.0405
32	1779.74	0.3810	0.4350	0.4360	0.0540
33	1782.02	0.3929	0.4388	0.4398	0.0460
34	1785.81	0.4048	0.4452	0.4461	0.0405
35	1792.17	0.4167	0.4560	0.4567	0.0393
36	1797.66	0.4286	0.4653	0.4658	0.0367
37	1799.49	0.4405	0.4684	0.4689	0.0279
38	1818.54	0.4524	0.5005	0.5004	0.0481
39	1822.39	0.4643	0.5069	0.5068	0.0426
40	1836.13	0.4762	0.5298	0.5293	0.0536
41	1841.37	0.4881	0.5384	0.5378	0.0503
42	1841.63	0.5000	0.5389	0.5382	0.0389
43	1855.06	0.5119	0.5609	0.5599	0.0489
44	1858.12	0.5238	0.5658	0.5647	0.0420
45	1859.63	0.5357	0.5683	0.5672	0.0325
46	1861.91	0.5476	0.5719	0.5708	0.0243
47	1866.47	0.5595	0.5793	0.5780	0.0197
48	1882.45	0.5714	0.6046	0.6029	0.0331
49	1885.6	0.5833	0.6095	0.6077	0.0261
50	1887.01	0.5952	0.6117	0.6099	0.0164
51	1913.81	0.6071	0.6523	0.6499	0.0451
52	1914.4	0.6190	0.6531	0.6508	0.0341
53	1919.67	0.6310	0.6609	0.6584	0.0299
54	1921.32	0.6429	0.6633	0.6608	0.0204
55	1930.12	0.6548	0.6759	0.6732	0.0212
56	1932.31	0.6667	0.6790	0.6763	0.0124
57	1934.5	0.6786	0.6821	0.6794	0.0036
58	1960.05	0.6905	0.7170	0.7138	0.0265
59	1962.92	0.7024	0.7208	0.7176	0.0184
60	1968.04	0.7143	0.7274	0.7241	0.0131
61	1982.88	0.7262	0.7462	0.7427	0.0200

62	1982.88	0.7381	0.7462	0.7427	0.0081
63	1982.88	0.7500	0.7462	0.7427	0.0038
64	2002.28	0.7619	0.7694	0.7657	0.0075
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7748	0.0047
66	2019.39	0.7857	0.7887	0.7849	0.0030
67	2067.33	0.7976	0.8368	0.8328	0.0392
68	2070.06	0.8095	0.8393	0.8353	0.0297
69	2100.68	0.8214	0.8651	0.8612	0.0437
70	2126.67	0.8333	0.8845	0.8806	0.0511
71	2126.68	0.8452	0.8845	0.8806	0.0392
72	2129.1	0.8571	0.8862	0.8823	0.0290
73	2133.47	0.8690	0.8892	0.8853	0.0201
74	2183.73	0.8810	0.9192	0.9158	0.0383
75	2188.29	0.8929	0.9216	0.9182	0.0288
76	2190.33	0.9048	0.9226	0.9192	0.0179
77	2196.88	0.9167	0.9259	0.9225	0.0092
78	2199.07	0.9286	0.9270	0.9236	0.0016
79	2199.07	0.9405	0.9270	0.9236	0.0135
80	2201.29	0.9524	0.9280	0.9247	0.0244
81	2204.27	0.9643	0.9294	0.9261	0.0349
82	2249.92	0.9762	0.9483	0.9454	0.0279
83	2275.03	0.9881	0.9567	0.9540	0.0314

Ajuste con momentos ordinarios:					

Como el delta teórico 0.0628, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%					

Parámetros de la distribución logNormal:					

Con momentos ordinarios:					
Parámetro de escala (μ_y)= 7.5056					
Parámetro de forma (S_y)= 0.1308					

Con momentos lineales:					
Parámetro de escala (μ_{yl})= 7.5056					
Parámetro de forma (S_{yl})= 0.133					

Caudal de diseño:					

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					

Momentos lineales					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta

1	1315.84	0.0119	0.0067	0.0075	0.0044
2	1377.22	0.0238	0.0168	0.0184	0.0055
3	1443.17	0.0357	0.0387	0.0412	0.0055
4	1452.4	0.0476	0.0430	0.0456	0.0020

5	1462.4	0.0595	0.0480	0.0507	0.0088
6	1474.13	0.0714	0.0544	0.0573	0.0141
7	1498.13	0.0833	0.0694	0.0727	0.0107
8	1509.12	0.0952	0.0771	0.0806	0.0147
9	1521.83	0.1071	0.0868	0.0904	0.0167
10	1522.86	0.1190	0.0877	0.0912	0.0278
11	1522.86	0.1310	0.0877	0.0912	0.0397
12	1547.59	0.1429	0.1089	0.1128	0.0301
13	1550.05	0.1548	0.1112	0.1151	0.0397
14	1576.61	0.1667	0.1378	0.1418	0.0249
15	1582.58	0.1786	0.1443	0.1483	0.0303
16	1583.45	0.1905	0.1452	0.1492	0.0413
17	1591.38	0.2024	0.1541	0.1581	0.0443
18	1599.43	0.2143	0.1635	0.1675	0.0468
19	1608.56	0.2262	0.1744	0.1784	0.0478
20	1629.1	0.2381	0.2005	0.2044	0.0337
21	1632.41	0.2500	0.2049	0.2087	0.0413
22	1632.41	0.2619	0.2049	0.2087	0.0532
23	1667.74	0.2738	0.2544	0.2579	0.0159
24	1673.45	0.2857	0.2629	0.2663	0.0194
25	1709.73	0.2976	0.3190	0.3217	0.0241
26	1711.56	0.3095	0.3219	0.3246	0.0151
27	1728.96	0.3214	0.3501	0.3525	0.0310
28	1729.53	0.3333	0.3511	0.3534	0.0200
29	1763.76	0.3452	0.4080	0.4095	0.0642
30	1764.69	0.3571	0.4096	0.4110	0.0539
31	1764.69	0.3690	0.4096	0.4110	0.0420
32	1779.74	0.3810	0.4350	0.4360	0.0551
33	1782.02	0.3929	0.4388	0.4398	0.0470
34	1785.81	0.4048	0.4452	0.4461	0.0414
35	1792.17	0.4167	0.4560	0.4567	0.0400
36	1797.66	0.4286	0.4653	0.4658	0.0373
37	1799.49	0.4405	0.4684	0.4689	0.0284
38	1818.54	0.4524	0.5005	0.5004	0.0481
39	1822.39	0.4643	0.5069	0.5068	0.0425
40	1836.13	0.4762	0.5298	0.5293	0.0531
41	1841.37	0.4881	0.5384	0.5378	0.0497
42	1841.63	0.5000	0.5389	0.5382	0.0382
43	1855.06	0.5119	0.5609	0.5599	0.0480
44	1858.12	0.5238	0.5658	0.5647	0.0409
45	1859.63	0.5357	0.5683	0.5672	0.0314
46	1861.91	0.5476	0.5719	0.5708	0.0232
47	1866.47	0.5595	0.5793	0.5780	0.0185
48	1882.45	0.5714	0.6046	0.6029	0.0315
49	1885.6	0.5833	0.6095	0.6077	0.0244
50	1887.01	0.5952	0.6117	0.6099	0.0146
51	1913.81	0.6071	0.6523	0.6499	0.0428
52	1914.4	0.6190	0.6531	0.6508	0.0317
53	1919.67	0.6310	0.6609	0.6584	0.0274
54	1921.32	0.6429	0.6633	0.6608	0.0179
55	1930.12	0.6548	0.6759	0.6732	0.0185
56	1932.31	0.6667	0.6790	0.6763	0.0096
57	1934.5	0.6786	0.6821	0.6794	0.0008
58	1960.05	0.6905	0.7170	0.7138	0.0233
59	1962.92	0.7024	0.7208	0.7176	0.0152
60	1968.04	0.7143	0.7274	0.7241	0.0098

61	1982.88	0.7262	0.7462	0.7427	0.0165	
62	1982.88	0.7381	0.7462	0.7427	0.0046	
63	1982.88	0.7500	0.7462	0.7427	0.0073	
64	2002.28	0.7619	0.7694	0.7657	0.0038	
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7748	0.0010	
66	2019.39	0.7857	0.7887	0.7849	0.0008	
67	2067.33	0.7976	0.8368	0.8328	0.0352	
68	2070.06	0.8095	0.8393	0.8353	0.0257	
69	2100.68	0.8214	0.8651	0.8612	0.0397	
70	2126.67	0.8333	0.8845	0.8806	0.0473	
71	2126.68	0.8452	0.8845	0.8806	0.0354	
72	2129.1	0.8571	0.8862	0.8823	0.0252	
73	2133.47	0.8690	0.8892	0.8853	0.0163	
74	2183.73	0.8810	0.9192	0.9158	0.0348	
75	2188.29	0.8929	0.9216	0.9182	0.0253	
76	2190.33	0.9048	0.9226	0.9192	0.0145	
77	2196.88	0.9167	0.9259	0.9225	0.0059	
78	2199.07	0.9286	0.9270	0.9236	0.0050	
79	2199.07	0.9405	0.9270	0.9236	0.0169	
80	2201.29	0.9524	0.9280	0.9247	0.0277	
81	2204.27	0.9643	0.9294	0.9261	0.0382	
82	2249.92	0.9762	0.9483	0.9454	0.0308	
83	2275.03	0.9881	0.9567	0.9540	0.0341	

Ajuste con momentos lineales:						

Como el delta teórico 0.0642, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%						

Parámetros de la distribución logNormal:						

Con momentos ordinarios:						
Parámetro de escala (μ_Y)= 7.5056						
Parámetro de forma (S_Y)= 0.1308						

Con momentos lineales:						
Parámetro de escala (μ_Y)= 7.5056						
Parámetro de forma (S_Y)= 0.133						

Caudal de diseño:						

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es						

Resultados						

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros						

Serie de datos X:						

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0083	0.0480	0.0036
2	1377.22	0.0238	0.0190	0.0752	0.0048
3	1443.17	0.0357	0.0408	0.1146	0.0051
4	1452.4	0.0476	0.0450	0.1210	0.0026
5	1462.4	0.0595	0.0499	0.1281	0.0096
6	1474.13	0.0714	0.0561	0.1369	0.0153
7	1498.13	0.0833	0.0706	0.1558	0.0128
8	1509.12	0.0952	0.0780	0.1650	0.0172
9	1521.83	0.1071	0.0873	0.1760	0.0198
10	1522.86	0.1190	0.0881	0.1769	0.0309
11	1522.86	0.1310	0.0881	0.1769	0.0429
12	1547.59	0.1429	0.1085	0.1993	0.0344
13	1550.05	0.1548	0.1106	0.2017	0.0441
14	1576.61	0.1667	0.1361	0.2274	0.0306
15	1582.58	0.1786	0.1422	0.2335	0.0363
16	1583.45	0.1905	0.1432	0.2343	0.0473
17	1591.38	0.2024	0.1517	0.2424	0.0507
18	1599.43	0.2143	0.1606	0.2508	0.0537
19	1608.56	0.2262	0.1711	0.2604	0.0551
20	1629.1	0.2381	0.1962	0.2825	0.0419
21	1632.41	0.2500	0.2004	0.2862	0.0496
22	1632.41	0.2619	0.2004	0.2862	0.0615
23	1667.74	0.2738	0.2483	0.3259	0.0255
24	1673.45	0.2857	0.2565	0.3325	0.0292
25	1709.73	0.2976	0.3112	0.3751	0.0136
26	1711.56	0.3095	0.3141	0.3773	0.0046
27	1728.96	0.3214	0.3418	0.3981	0.0204
28	1729.53	0.3333	0.3427	0.3988	0.0094
29	1763.76	0.3452	0.3991	0.4401	0.0539
30	1764.69	0.3571	0.4007	0.4412	0.0435
31	1764.69	0.3690	0.4007	0.4412	0.0316
32	1779.74	0.3810	0.4260	0.4595	0.0451
33	1782.02	0.3929	0.4299	0.4622	0.0370
34	1785.81	0.4048	0.4363	0.4668	0.0315
35	1792.17	0.4167	0.4471	0.4745	0.0304
36	1797.66	0.4286	0.4564	0.4812	0.0278
37	1799.49	0.4405	0.4595	0.4834	0.0190
38	1818.54	0.4524	0.4919	0.5063	0.0395
39	1822.39	0.4643	0.4984	0.5109	0.0341
40	1836.13	0.4762	0.5216	0.5273	0.0454
41	1841.37	0.4881	0.5304	0.5336	0.0423
42	1841.63	0.5000	0.5308	0.5339	0.0308
43	1855.06	0.5119	0.5532	0.5497	0.0413
44	1858.12	0.5238	0.5583	0.5533	0.0345
45	1859.63	0.5357	0.5608	0.5551	0.0251
46	1861.91	0.5476	0.5645	0.5578	0.0169
47	1866.47	0.5595	0.5720	0.5631	0.0125
48	1882.45	0.5714	0.5980	0.5816	0.0265
49	1885.6	0.5833	0.6030	0.5852	0.0197
50	1887.01	0.5952	0.6053	0.5868	0.0100
51	1913.81	0.6071	0.6472	0.6170	0.0400
52	1914.4	0.6190	0.6481	0.6177	0.0290
53	1919.67	0.6310	0.6560	0.6235	0.0251

54	1921.32	0.6429	0.6585	0.6253	0.0157	
55	1930.12	0.6548	0.6716	0.6349	0.0169	
56	1932.31	0.6667	0.6749	0.6373	0.0082	
57	1934.5	0.6786	0.6781	0.6397	0.0005	
58	1960.05	0.6905	0.7143	0.6668	0.0239	
59	1962.92	0.7024	0.7183	0.6698	0.0159	
60	1968.04	0.7143	0.7252	0.6751	0.0109	
61	1982.88	0.7262	0.7448	0.6901	0.0186	
62	1982.88	0.7381	0.7448	0.6901	0.0067	
63	1982.88	0.7500	0.7448	0.6901	0.0052	
64	2002.28	0.7619	0.7690	0.7092	0.0071	
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7169	0.0048	
66	2019.39	0.7857	0.7892	0.7255	0.0035	
67	2067.33	0.7976	0.8395	0.7682	0.0418	
68	2070.06	0.8095	0.8421	0.7705	0.0325	
69	2100.68	0.8214	0.8690	0.7952	0.0476	
70	2126.67	0.8333	0.8891	0.8147	0.0558	
71	2126.68	0.8452	0.8891	0.8147	0.0439	
72	2129.1	0.8571	0.8908	0.8164	0.0337	
73	2133.47	0.8690	0.8939	0.8196	0.0249	
74	2183.73	0.8810	0.9248	0.8529	0.0439	
75	2188.29	0.8929	0.9273	0.8556	0.0344	
76	2190.33	0.9048	0.9283	0.8569	0.0235	
77	2196.88	0.9167	0.9316	0.8608	0.0149	
78	2199.07	0.9286	0.9327	0.8620	0.0041	
79	2199.07	0.9405	0.9327	0.8620	0.0078	
80	2201.29	0.9524	0.9338	0.8633	0.0186	
81	2204.27	0.9643	0.9352	0.8651	0.0291	
82	2249.92	0.9762	0.9540	0.8894	0.0222	
83	2275.03	0.9881	0.9623	0.9013	0.0258	

Ajuste con momentos ordinarios:						

Como el delta teórico 0.0615, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%						

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:						

Con momentos ordinarios:						
Parámetro de forma (gamma)= 60.1223						
Parámetro de escala (beta)= 30.4961						

Con momentos lineales:						
Parámetro de forma (gamma)= 30.1677						
Parámetro de escala (beta)= 60.7768						

Caudal de diseño:						

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es						

Momentos lineales						
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:						

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0083	0.0480	0.0361
2	1377.22	0.0238	0.0190	0.0752	0.0514
3	1443.17	0.0357	0.0408	0.1146	0.0789
4	1452.4	0.0476	0.0450	0.1210	0.0734
5	1462.4	0.0595	0.0499	0.1281	0.0686
6	1474.13	0.0714	0.0561	0.1369	0.0655
7	1498.13	0.0833	0.0706	0.1558	0.0725
8	1509.12	0.0952	0.0780	0.1650	0.0698
9	1521.83	0.1071	0.0873	0.1760	0.0688
10	1522.86	0.1190	0.0881	0.1769	0.0578
11	1522.86	0.1310	0.0881	0.1769	0.0459
12	1547.59	0.1429	0.1085	0.1993	0.0565
13	1550.05	0.1548	0.1106	0.2017	0.0469
14	1576.61	0.1667	0.1361	0.2274	0.0608
15	1582.58	0.1786	0.1422	0.2335	0.0549
16	1583.45	0.1905	0.1432	0.2343	0.0439
17	1591.38	0.2024	0.1517	0.2424	0.0400
18	1599.43	0.2143	0.1606	0.2508	0.0365
19	1608.56	0.2262	0.1711	0.2604	0.0342
20	1629.1	0.2381	0.1962	0.2825	0.0444
21	1632.41	0.2500	0.2004	0.2862	0.0362
22	1632.41	0.2619	0.2004	0.2862	0.0243
23	1667.74	0.2738	0.2483	0.3259	0.0521
24	1673.45	0.2857	0.2565	0.3325	0.0468
25	1709.73	0.2976	0.3112	0.3751	0.0775
26	1711.56	0.3095	0.3141	0.3773	0.0678
27	1728.96	0.3214	0.3418	0.3981	0.0767
28	1729.53	0.3333	0.3427	0.3988	0.0654
29	1763.76	0.3452	0.3991	0.4401	0.0949
30	1764.69	0.3571	0.4007	0.4412	0.0841
31	1764.69	0.3690	0.4007	0.4412	0.0722
32	1779.74	0.3810	0.4260	0.4595	0.0785
33	1782.02	0.3929	0.4299	0.4622	0.0694
34	1785.81	0.4048	0.4363	0.4668	0.0621
35	1792.17	0.4167	0.4471	0.4745	0.0579
36	1797.66	0.4286	0.4564	0.4812	0.0526
37	1799.49	0.4405	0.4595	0.4834	0.0429
38	1818.54	0.4524	0.4919	0.5063	0.0539
39	1822.39	0.4643	0.4984	0.5109	0.0467
40	1836.13	0.4762	0.5216	0.5273	0.0512
41	1841.37	0.4881	0.5304	0.5336	0.0455
42	1841.63	0.5000	0.5308	0.5339	0.0339
43	1855.06	0.5119	0.5532	0.5497	0.0378
44	1858.12	0.5238	0.5583	0.5533	0.0295
45	1859.63	0.5357	0.5608	0.5551	0.0194
46	1861.91	0.5476	0.5645	0.5578	0.0102
47	1866.47	0.5595	0.5720	0.5631	0.0036
48	1882.45	0.5714	0.5980	0.5816	0.0102
49	1885.6	0.5833	0.6030	0.5852	0.0019
50	1887.01	0.5952	0.6053	0.5868	0.0084
51	1913.81	0.6071	0.6472	0.6170	0.0099
52	1914.4	0.6190	0.6481	0.6177	0.0014

53	1919.67	0.6310	0.6560	0.6235	0.0074		
54	1921.32	0.6429	0.6585	0.6253	0.0175		
55	1930.12	0.6548	0.6716	0.6349	0.0198		
56	1932.31	0.6667	0.6749	0.6373	0.0293		
57	1934.5	0.6786	0.6781	0.6397	0.0389		
58	1960.05	0.6905	0.7143	0.6668	0.0237		
59	1962.92	0.7024	0.7183	0.6698	0.0326		
60	1968.04	0.7143	0.7252	0.6751	0.0392		
61	1982.88	0.7262	0.7448	0.6901	0.0361		
62	1982.88	0.7381	0.7448	0.6901	0.0480		
63	1982.88	0.7500	0.7448	0.6901	0.0599		
64	2002.28	0.7619	0.7690	0.7092	0.0527		
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7169	0.0569		
66	2019.39	0.7857	0.7892	0.7255	0.0602		
67	2067.33	0.7976	0.8395	0.7682	0.0294		
68	2070.06	0.8095	0.8421	0.7705	0.0391		
69	2100.68	0.8214	0.8690	0.7952	0.0262		
70	2126.67	0.8333	0.8891	0.8147	0.0186		
71	2126.68	0.8452	0.8891	0.8147	0.0305		
72	2129.1	0.8571	0.8908	0.8164	0.0407		
73	2133.47	0.8690	0.8939	0.8196	0.0495		
74	2183.73	0.8810	0.9248	0.8529	0.0281		
75	2188.29	0.8929	0.9273	0.8556	0.0372		
76	2190.33	0.9048	0.9283	0.8569	0.0479		
77	2196.88	0.9167	0.9316	0.8608	0.0559		
78	2199.07	0.9286	0.9327	0.8620	0.0665		
79	2199.07	0.9405	0.9327	0.8620	0.0784		
80	2201.29	0.9524	0.9338	0.8633	0.0890		
81	2204.27	0.9643	0.9352	0.8651	0.0992		
82	2249.92	0.9762	0.9540	0.8894	0.0868		
83	2275.03	0.9881	0.9623	0.9013	0.0868		

Ajuste con momentos lineales:							

Como el delta teórico 0.0992, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%							

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:							

Con momentos ordinarios:							
Parámetro de forma (gamma)= 60.1223							
Parámetro de escala (beta)= 30.4961							
Con momentos lineales:							
Parámetro de forma (gamma)= 30.1677							
Parámetro de escala (beta)= 60.7768							

Caudal de diseño:							

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es							
Resultados							

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0083	0.0480	0.0036
2	1377.22	0.0238	0.0190	0.0752	0.0048
3	1443.17	0.0357	0.0408	0.1146	0.0051
4	1452.4	0.0476	0.0450	0.1210	0.0026
5	1462.4	0.0595	0.0499	0.1281	0.0096
6	1474.13	0.0714	0.0561	0.1369	0.0153
7	1498.13	0.0833	0.0706	0.1558	0.0128
8	1509.12	0.0952	0.0780	0.1650	0.0172
9	1521.83	0.1071	0.0873	0.1760	0.0198
10	1522.86	0.1190	0.0881	0.1769	0.0309
11	1522.86	0.1310	0.0881	0.1769	0.0429
12	1547.59	0.1429	0.1085	0.1993	0.0344
13	1550.05	0.1548	0.1106	0.2017	0.0441
14	1576.61	0.1667	0.1361	0.2274	0.0306
15	1582.58	0.1786	0.1422	0.2335	0.0363
16	1583.45	0.1905	0.1432	0.2343	0.0473
17	1591.38	0.2024	0.1517	0.2424	0.0507
18	1599.43	0.2143	0.1606	0.2508	0.0537
19	1608.56	0.2262	0.1711	0.2604	0.0551
20	1629.1	0.2381	0.1962	0.2825	0.0419
21	1632.41	0.2500	0.2004	0.2862	0.0496
22	1632.41	0.2619	0.2004	0.2862	0.0615
23	1667.74	0.2738	0.2483	0.3259	0.0255
24	1673.45	0.2857	0.2565	0.3325	0.0292
25	1709.73	0.2976	0.3112	0.3751	0.0136
26	1711.56	0.3095	0.3141	0.3773	0.0046
27	1728.96	0.3214	0.3418	0.3981	0.0204
28	1729.53	0.3333	0.3427	0.3988	0.0094
29	1763.76	0.3452	0.3991	0.4401	0.0539
30	1764.69	0.3571	0.4007	0.4412	0.0435
31	1764.69	0.3690	0.4007	0.4412	0.0316
32	1779.74	0.3810	0.4260	0.4595	0.0451
33	1782.02	0.3929	0.4299	0.4622	0.0370
34	1785.81	0.4048	0.4363	0.4668	0.0315
35	1792.17	0.4167	0.4471	0.4745	0.0304
36	1797.66	0.4286	0.4564	0.4812	0.0278
37	1799.49	0.4405	0.4595	0.4834	0.0190
38	1818.54	0.4524	0.4919	0.5063	0.0395
39	1822.39	0.4643	0.4984	0.5109	0.0341
40	1836.13	0.4762	0.5216	0.5273	0.0454
41	1841.37	0.4881	0.5304	0.5336	0.0423
42	1841.63	0.5000	0.5308	0.5339	0.0308
43	1855.06	0.5119	0.5532	0.5497	0.0413
44	1858.12	0.5238	0.5583	0.5533	0.0345
45	1859.63	0.5357	0.5608	0.5551	0.0251
46	1861.91	0.5476	0.5645	0.5578	0.0169
47	1866.47	0.5595	0.5720	0.5631	0.0125

48	1882.45	0.5714	0.5980	0.5816	0.0265
49	1885.6	0.5833	0.6030	0.5852	0.0197
50	1887.01	0.5952	0.6053	0.5868	0.0100
51	1913.81	0.6071	0.6472	0.6170	0.0400
52	1914.4	0.6190	0.6481	0.6177	0.0290
53	1919.67	0.6310	0.6560	0.6235	0.0251
54	1921.32	0.6429	0.6585	0.6253	0.0157
55	1930.12	0.6548	0.6716	0.6349	0.0169
56	1932.31	0.6667	0.6749	0.6373	0.0082
57	1934.5	0.6786	0.6781	0.6397	0.0005
58	1960.05	0.6905	0.7143	0.6668	0.0239
59	1962.92	0.7024	0.7183	0.6698	0.0159
60	1968.04	0.7143	0.7252	0.6751	0.0109
61	1982.88	0.7262	0.7448	0.6901	0.0186
62	1982.88	0.7381	0.7448	0.6901	0.0067
63	1982.88	0.7500	0.7448	0.6901	0.0052
64	2002.28	0.7619	0.7690	0.7092	0.0071
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7169	0.0048
66	2019.39	0.7857	0.7892	0.7255	0.0035
67	2067.33	0.7976	0.8395	0.7682	0.0418
68	2070.06	0.8095	0.8421	0.7705	0.0325
69	2100.68	0.8214	0.8690	0.7952	0.0476
70	2126.67	0.8333	0.8891	0.8147	0.0558
71	2126.68	0.8452	0.8891	0.8147	0.0439
72	2129.1	0.8571	0.8908	0.8164	0.0337
73	2133.47	0.8690	0.8939	0.8196	0.0249
74	2183.73	0.8810	0.9248	0.8529	0.0439
75	2188.29	0.8929	0.9273	0.8556	0.0344
76	2190.33	0.9048	0.9283	0.8569	0.0235
77	2196.88	0.9167	0.9316	0.8608	0.0149
78	2199.07	0.9286	0.9327	0.8620	0.0041
79	2199.07	0.9405	0.9327	0.8620	0.0078
80	2201.29	0.9524	0.9338	0.8633	0.0186
81	2204.27	0.9643	0.9352	0.8651	0.0291
82	2249.92	0.9762	0.9540	0.8894	0.0222
83	2275.03	0.9881	0.9623	0.9013	0.0258

Ajuste con momentos ordinarios:					

Como el delta teórico 0.0615, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%					

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:					

Con momentos ordinarios:					
Parámetro de forma (gamma)= 60.1223					
Parámetro de escala (beta)= 30.4961					

Con momentos lineales:					
Parámetro de forma (gamma)= 30.1677					
Parámetro de escala (beta)= 60.7768					

Caudal de diseño:					

El caudal de diseño para un período de retorno de años, es					

Momentos lineales					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta

1	1315.84	0.0119	0.0083	0.0480	0.0361
2	1377.22	0.0238	0.0190	0.0752	0.0514
3	1443.17	0.0357	0.0408	0.1146	0.0789
4	1452.4	0.0476	0.0450	0.1210	0.0734
5	1462.4	0.0595	0.0499	0.1281	0.0686
6	1474.13	0.0714	0.0561	0.1369	0.0655
7	1498.13	0.0833	0.0706	0.1558	0.0725
8	1509.12	0.0952	0.0780	0.1650	0.0698
9	1521.83	0.1071	0.0873	0.1760	0.0688
10	1522.86	0.1190	0.0881	0.1769	0.0578
11	1522.86	0.1310	0.0881	0.1769	0.0459
12	1547.59	0.1429	0.1085	0.1993	0.0565
13	1550.05	0.1548	0.1106	0.2017	0.0469
14	1576.61	0.1667	0.1361	0.2274	0.0608
15	1582.58	0.1786	0.1422	0.2335	0.0549
16	1583.45	0.1905	0.1432	0.2343	0.0439
17	1591.38	0.2024	0.1517	0.2424	0.0400
18	1599.43	0.2143	0.1606	0.2508	0.0365
19	1608.56	0.2262	0.1711	0.2604	0.0342
20	1629.1	0.2381	0.1962	0.2825	0.0444
21	1632.41	0.2500	0.2004	0.2862	0.0362
22	1632.41	0.2619	0.2004	0.2862	0.0243
23	1667.74	0.2738	0.2483	0.3259	0.0521
24	1673.45	0.2857	0.2565	0.3325	0.0468
25	1709.73	0.2976	0.3112	0.3751	0.0775
26	1711.56	0.3095	0.3141	0.3773	0.0678
27	1728.96	0.3214	0.3418	0.3981	0.0767
28	1729.53	0.3333	0.3427	0.3988	0.0654
29	1763.76	0.3452	0.3991	0.4401	0.0949
30	1764.69	0.3571	0.4007	0.4412	0.0841
31	1764.69	0.3690	0.4007	0.4412	0.0722
32	1779.74	0.3810	0.4260	0.4595	0.0785
33	1782.02	0.3929	0.4299	0.4622	0.0694
34	1785.81	0.4048	0.4363	0.4668	0.0621
35	1792.17	0.4167	0.4471	0.4745	0.0579
36	1797.66	0.4286	0.4564	0.4812	0.0526
37	1799.49	0.4405	0.4595	0.4834	0.0429
38	1818.54	0.4524	0.4919	0.5063	0.0539
39	1822.39	0.4643	0.4984	0.5109	0.0467
40	1836.13	0.4762	0.5216	0.5273	0.0512
41	1841.37	0.4881	0.5304	0.5336	0.0455
42	1841.63	0.5000	0.5308	0.5339	0.0339
43	1855.06	0.5119	0.5532	0.5497	0.0378
44	1858.12	0.5238	0.5583	0.5533	0.0295
45	1859.63	0.5357	0.5608	0.5551	0.0194
46	1861.91	0.5476	0.5645	0.5578	0.0102

47	1866.47	0.5595	0.5720	0.5631	0.0036	
48	1882.45	0.5714	0.5980	0.5816	0.0102	
49	1885.6	0.5833	0.6030	0.5852	0.0019	
50	1887.01	0.5952	0.6053	0.5868	0.0084	
51	1913.81	0.6071	0.6472	0.6170	0.0099	
52	1914.4	0.6190	0.6481	0.6177	0.0014	
53	1919.67	0.6310	0.6560	0.6235	0.0074	
54	1921.32	0.6429	0.6585	0.6253	0.0175	
55	1930.12	0.6548	0.6716	0.6349	0.0198	
56	1932.31	0.6667	0.6749	0.6373	0.0293	
57	1934.5	0.6786	0.6781	0.6397	0.0389	
58	1960.05	0.6905	0.7143	0.6668	0.0237	
59	1962.92	0.7024	0.7183	0.6698	0.0326	
60	1968.04	0.7143	0.7252	0.6751	0.0392	
61	1982.88	0.7262	0.7448	0.6901	0.0361	
62	1982.88	0.7381	0.7448	0.6901	0.0480	
63	1982.88	0.7500	0.7448	0.6901	0.0599	
64	2002.28	0.7619	0.7690	0.7092	0.0527	
65	2010.26	0.7738	0.7786	0.7169	0.0569	
66	2019.39	0.7857	0.7892	0.7255	0.0602	
67	2067.33	0.7976	0.8395	0.7682	0.0294	
68	2070.06	0.8095	0.8421	0.7705	0.0391	
69	2100.68	0.8214	0.8690	0.7952	0.0262	
70	2126.67	0.8333	0.8891	0.8147	0.0186	
71	2126.68	0.8452	0.8891	0.8147	0.0305	
72	2129.1	0.8571	0.8908	0.8164	0.0407	
73	2133.47	0.8690	0.8939	0.8196	0.0495	
74	2183.73	0.8810	0.9248	0.8529	0.0281	
75	2188.29	0.8929	0.9273	0.8556	0.0372	
76	2190.33	0.9048	0.9283	0.8569	0.0479	
77	2196.88	0.9167	0.9316	0.8608	0.0559	
78	2199.07	0.9286	0.9327	0.8620	0.0665	
79	2199.07	0.9405	0.9327	0.8620	0.0784	
80	2201.29	0.9524	0.9338	0.8633	0.0890	
81	2204.27	0.9643	0.9352	0.8651	0.0992	
82	2249.92	0.9762	0.9540	0.8894	0.0868	
83	2275.03	0.9881	0.9623	0.9013	0.0868	
=====						
=====						
Ajuste con momentos lineales:						
=====						
Como el delta teórico 0.0992, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%						
=====						
Los 2 parámetros de la distribución Gamma:						
=====						
Con momentos ordinarios:						
Parámetro de forma (gamma)= 60.1223						
Parámetro de escala (beta)= 30.4961						
=====						
Con momentos lineales:						
Parámetro de forma (gamma)= 30.1677						
Parámetro de escala (beta)= 60.7768						
=====						

Caudal de diseño:					
=====					
El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					
Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 3 parámetros					
Hay que ingresar los datos en forma descendente					
Resultados					
Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Pearson tipo III					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					
=====					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
=====					
1	1315.84	0.0119	0.0000	0.0017	0.0119
2	1377.22	0.0238	0.0000	0.0079	0.0238
3	1443.17	0.0357	0.0000	0.0274	0.0357
4	1452.4	0.0476	0.0000	0.0317	0.0476
5	1462.4	0.0595	0.0000	0.0369	0.0595
6	1474.13	0.0714	0.0000	0.0437	0.0714
7	1498.13	0.0833	0.0000	0.0601	0.0833
8	1509.12	0.0952	0.0000	0.0687	0.0952
9	1521.83	0.1071	0.0000	0.0797	0.1071
10	1522.86	0.1190	0.0000	0.0807	0.1190
11	1522.86	0.1310	0.0000	0.0807	0.1310
12	1547.59	0.1429	0.0000	0.1051	0.1429
13	1550.05	0.1548	0.0000	0.1078	0.1548
14	1576.61	0.1667	0.0000	0.1386	0.1667
15	1582.58	0.1786	0.0000	0.1461	0.1786
16	1583.45	0.1905	0.0000	0.1472	0.1905
17	1591.38	0.2024	0.0000	0.1575	0.2024
18	1599.43	0.2143	0.0000	0.1683	0.2143
19	1608.56	0.2262	0.0000	0.1810	0.2262
20	1629.1	0.2381	0.0000	0.2109	0.2381
21	1632.41	0.2500	0.0000	0.2159	0.2500
22	1632.41	0.2619	0.0000	0.2159	0.2619
23	1667.74	0.2738	0.0000	0.2717	0.2738
24	1673.45	0.2857	0.0000	0.2810	0.2857
25	1709.73	0.2976	0.0000	0.3423	0.2976
26	1711.56	0.3095	0.0000	0.3454	0.3095
27	1728.96	0.3214	0.0000	0.3754	0.3214
28	1729.53	0.3333	0.0000	0.3764	0.3333
29	1763.76	0.3452	0.0000	0.4356	0.3452
30	1764.69	0.3571	0.0000	0.4372	0.3571
31	1764.69	0.3690	0.0000	0.4372	0.3690
32	1779.74	0.3810	0.0000	0.4630	0.3810
33	1782.02	0.3929	0.0000	0.4669	0.3929
34	1785.81	0.4048	0.0000	0.4734	0.4048
35	1792.17	0.4167	0.0000	0.4841	0.4167
36	1797.66	0.4286	0.0000	0.4934	0.4286
37	1799.49	0.4405	0.0000	0.4964	0.4405
38	1818.54	0.4524	0.0000	0.5279	0.4524

39	1822.39	0.4643	0.0000	0.5342	0.4643	
40	1836.13	0.4762	0.0000	0.5563	0.4762	
41	1841.37	0.4881	0.0000	0.5646	0.4881	
42	1841.63	0.5000	0.0000	0.5650	0.5000	
43	1855.06	0.5119	0.0000	0.5859	0.5119	
44	1858.12	0.5238	0.0000	0.5906	0.5238	
45	1859.63	0.5357	0.0000	0.5929	0.5357	
46	1861.91	0.5476	0.0000	0.5964	0.5476	
47	1866.47	0.5595	0.0000	0.6033	0.5595	
48	1882.45	0.5714	0.0000	0.6269	0.5714	
49	1885.6	0.5833	0.0000	0.6314	0.5833	
50	1887.01	0.5952	0.0000	0.6335	0.5952	
51	1913.81	0.6071	0.0000	0.6707	0.6071	
52	1914.4	0.6190	0.0000	0.6715	0.6190	
53	1919.67	0.6310	0.0000	0.6785	0.6310	
54	1921.32	0.6429	0.0000	0.6807	0.6429	
55	1930.12	0.6548	0.0000	0.6921	0.6548	
56	1932.31	0.6667	0.0000	0.6949	0.6667	
57	1934.5	0.6786	0.0000	0.6977	0.6786	
58	1960.05	0.6905	0.0000	0.7289	0.6905	
59	1962.92	0.7024	0.0000	0.7323	0.7024	
60	1968.04	0.7143	0.0000	0.7382	0.7143	
61	1982.88	0.7262	0.0000	0.7548	0.7262	
62	1982.88	0.7381	0.0000	0.7548	0.7381	
63	1982.88	0.7500	0.0000	0.7548	0.7500	
64	2002.28	0.7619	0.0000	0.7752	0.7619	
65	2010.26	0.7738	0.0000	0.7833	0.7738	
66	2019.39	0.7857	0.0000	0.7922	0.7857	
67	2067.33	0.7976	0.0000	0.8342	0.7976	
68	2070.06	0.8095	0.0000	0.8364	0.8095	
69	2100.68	0.8214	0.0000	0.8591	0.8214	
70	2126.67	0.8333	0.0000	0.8762	0.8333	
71	2126.68	0.8452	0.0000	0.8762	0.8452	
72	2129.1	0.8571	0.0000	0.8777	0.8571	
73	2133.47	0.8690	0.0000	0.8804	0.8690	
74	2183.73	0.8810	0.0000	0.9076	0.8810	
75	2188.29	0.8929	0.0000	0.9097	0.8929	
76	2190.33	0.9048	0.0000	0.9107	0.9048	
77	2196.88	0.9167	0.0000	0.9137	0.9167	
78	2199.07	0.9286	0.0000	0.9147	0.9286	
79	2199.07	0.9405	0.0000	0.9147	0.9405	
80	2201.29	0.9524	0.0000	0.9157	0.9524	
81	2204.27	0.9643	0.0000	0.9170	0.9643	
82	2249.92	0.9762	0.0000	0.9348	0.9762	
83	2275.03	0.9881	0.0000	0.9431	0.9881	

Ajuste con momentos ordinarios:						

Los parámetros: X_0 , gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3						

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:						

Con momentos ordinarios:						

Parámetro de localización (Xo)= 8.4018					
Parámetro de forma (gamma)= 46.9275					
Parámetro de escala (beta)= -0.0191					
Con momentos lineales:					
Parámetro de localización (Xol)= 6.8591					
Parámetro de forma (gamma)= 23.3855					
Parámetro de escala (betal)= 0.0276					

Caudal de diseño:					

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					
Momentos lineales					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta

1	1315.84	0.0119	0.0000	0.0017	0.0102
2	1377.22	0.0238	0.0000	0.0079	0.0159
3	1443.17	0.0357	0.0000	0.0274	0.0083
4	1452.4	0.0476	0.0000	0.0317	0.0159
5	1462.4	0.0595	0.0000	0.0369	0.0226
6	1474.13	0.0714	0.0000	0.0437	0.0278
7	1498.13	0.0833	0.0000	0.0601	0.0233
8	1509.12	0.0952	0.0000	0.0687	0.0265
9	1521.83	0.1071	0.0000	0.0797	0.0274
10	1522.86	0.1190	0.0000	0.0807	0.0384
11	1522.86	0.1310	0.0000	0.0807	0.0503
12	1547.59	0.1429	0.0000	0.1051	0.0377
13	1550.05	0.1548	0.0000	0.1078	0.0470
14	1576.61	0.1667	0.0000	0.1386	0.0281
15	1582.58	0.1786	0.0000	0.1461	0.0325
16	1583.45	0.1905	0.0000	0.1472	0.0433
17	1591.38	0.2024	0.0000	0.1575	0.0449
18	1599.43	0.2143	0.0000	0.1683	0.0460
19	1608.56	0.2262	0.0000	0.1810	0.0452
20	1629.1	0.2381	0.0000	0.2109	0.0272
21	1632.41	0.2500	0.0000	0.2159	0.0341
22	1632.41	0.2619	0.0000	0.2159	0.0460
23	1667.74	0.2738	0.0000	0.2717	0.0021
24	1673.45	0.2857	0.0000	0.2810	0.0047
25	1709.73	0.2976	0.0000	0.3423	0.0447
26	1711.56	0.3095	0.0000	0.3454	0.0359
27	1728.96	0.3214	0.0000	0.3754	0.0540
28	1729.53	0.3333	0.0000	0.3764	0.0431
29	1763.76	0.3452	0.0000	0.4356	0.0904
30	1764.69	0.3571	0.0000	0.4372	0.0801
31	1764.69	0.3690	0.0000	0.4372	0.0682
32	1779.74	0.3810	0.0000	0.4630	0.0821
33	1782.02	0.3929	0.0000	0.4669	0.0741
34	1785.81	0.4048	0.0000	0.4734	0.0686

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:					
Con momentos ordinarios:					
Parámetro de localización (Xo)= 8.4018					
Parámetro de forma (gamma)= 46.9275					
Parámetro de escala (beta)= -0.0191					
Con momentos lineales:					
Parámetro de localización (Xol)= 6.8591					
Parámetro de forma (gammal)= 23.3855					
Parámetro de escala (betal)= 0.0276					
Caudal de diseño:					
El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					
Resultados					
Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0001	0.0004	0.0118
2	1377.22	0.0238	0.0012	0.0031	0.0226
3	1443.17	0.0357	0.0091	0.0162	0.0266
4	1452.4	0.0476	0.0114	0.0196	0.0362
5	1462.4	0.0595	0.0145	0.0238	0.0451
6	1474.13	0.0714	0.0188	0.0296	0.0526
7	1498.13	0.0833	0.0306	0.0445	0.0527
8	1509.12	0.0952	0.0375	0.0527	0.0578
9	1521.83	0.1071	0.0467	0.0634	0.0605
10	1522.86	0.1190	0.0475	0.0643	0.0716
11	1522.86	0.1310	0.0475	0.0643	0.0835
12	1547.59	0.1429	0.0697	0.0891	0.0731
13	1550.05	0.1548	0.0722	0.0918	0.0825
14	1576.61	0.1667	0.1029	0.1243	0.0638
15	1582.58	0.1786	0.1106	0.1323	0.0679
16	1583.45	0.1905	0.1118	0.1335	0.0787
17	1591.38	0.2024	0.1227	0.1446	0.0797
18	1599.43	0.2143	0.1342	0.1563	0.0801
19	1608.56	0.2262	0.1479	0.1701	0.0783
20	1629.1	0.2381	0.1811	0.2030	0.0570
21	1632.41	0.2500	0.1867	0.2085	0.0633
22	1632.41	0.2619	0.1867	0.2085	0.0752
23	1667.74	0.2738	0.2504	0.2701	0.0234
24	1673.45	0.2857	0.2613	0.2804	0.0244
25	1709.73	0.2976	0.3324	0.3477	0.0347
26	1711.56	0.3095	0.3360	0.3511	0.0265
27	1728.96	0.3214	0.3708	0.3838	0.0494

28	1729.53	0.3333	0.3720	0.3849	0.0386
29	1763.76	0.3452	0.4401	0.4486	0.0948
30	1764.69	0.3571	0.4419	0.4503	0.0848
31	1764.69	0.3690	0.4419	0.4503	0.0729
32	1779.74	0.3810	0.4712	0.4777	0.0903
33	1782.02	0.3929	0.4756	0.4818	0.0828
34	1785.81	0.4048	0.4829	0.4886	0.0781
35	1792.17	0.4167	0.4950	0.4999	0.0784
36	1797.66	0.4286	0.5054	0.5095	0.0768
37	1799.49	0.4405	0.5088	0.5128	0.0683
38	1818.54	0.4524	0.5438	0.5455	0.0915
39	1822.39	0.4643	0.5508	0.5520	0.0865
40	1836.13	0.4762	0.5749	0.5747	0.0988
41	1841.37	0.4881	0.5840	0.5831	0.0959
42	1841.63	0.5000	0.5844	0.5836	0.0844
43	1855.06	0.5119	0.6070	0.6048	0.0951
44	1858.12	0.5238	0.6120	0.6095	0.0882
45	1859.63	0.5357	0.6145	0.6118	0.0788
46	1861.91	0.5476	0.6182	0.6153	0.0706
47	1866.47	0.5595	0.6255	0.6222	0.0660
48	1882.45	0.5714	0.6505	0.6458	0.0790
49	1885.6	0.5833	0.6552	0.6503	0.0719
50	1887.01	0.5952	0.6573	0.6523	0.0621
51	1913.81	0.6071	0.6959	0.6890	0.0887
52	1914.4	0.6190	0.6967	0.6897	0.0776
53	1919.67	0.6310	0.7039	0.6966	0.0729
54	1921.32	0.6429	0.7061	0.6987	0.0632
55	1930.12	0.6548	0.7177	0.7098	0.0629
56	1932.31	0.6667	0.7205	0.7125	0.0538
57	1934.5	0.6786	0.7233	0.7152	0.0447
58	1960.05	0.6905	0.7544	0.7451	0.0639
59	1962.92	0.7024	0.7577	0.7483	0.0553
60	1968.04	0.7143	0.7635	0.7540	0.0492
61	1982.88	0.7262	0.7796	0.7697	0.0535
62	1982.88	0.7381	0.7796	0.7697	0.0415
63	1982.88	0.7500	0.7796	0.7697	0.0296
64	2002.28	0.7619	0.7993	0.7889	0.0374
65	2010.26	0.7738	0.8070	0.7964	0.0332
66	2019.39	0.7857	0.8154	0.8047	0.0297
67	2067.33	0.7976	0.8546	0.8436	0.0569
68	2070.06	0.8095	0.8565	0.8456	0.0470
69	2100.68	0.8214	0.8772	0.8664	0.0557
70	2126.67	0.8333	0.8925	0.8820	0.0591
71	2126.68	0.8452	0.8925	0.8820	0.0472
72	2129.1	0.8571	0.8938	0.8833	0.0367
73	2133.47	0.8690	0.8962	0.8857	0.0271
74	2183.73	0.8810	0.9200	0.9104	0.0390
75	2188.29	0.8929	0.9219	0.9124	0.0290
76	2190.33	0.9048	0.9227	0.9132	0.0179
77	2196.88	0.9167	0.9253	0.9160	0.0086
78	2199.07	0.9286	0.9262	0.9169	0.0024
79	2199.07	0.9405	0.9262	0.9169	0.0143
80	2201.29	0.9524	0.9270	0.9178	0.0254
81	2204.27	0.9643	0.9282	0.9190	0.0361
82	2249.92	0.9762	0.9435	0.9353	0.0327
83	2275.03	0.9881	0.9505	0.9428	0.0376

Ajuste con momentos ordinarios:					
Como el delta teórico 0.0988, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución Gumbel:					
Con momentos ordinarios:					
Parámetro de posición (μ)= 1727.4945					
Parámetro de escala (alfa)= 183.648					
Con momentos lineales:					
Parámetro de posición (μ)= 1720.4811					
Parámetro de escala (alfal)= 195.7985					
Caudal de diseño:					
El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					
Momentos lineales					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0001	0.0004	0.0115
2	1377.22	0.0238	0.0012	0.0031	0.0207
3	1443.17	0.0357	0.0091	0.0162	0.0195
4	1452.4	0.0476	0.0114	0.0196	0.0280
5	1462.4	0.0595	0.0145	0.0238	0.0357
6	1474.13	0.0714	0.0188	0.0296	0.0418
7	1498.13	0.0833	0.0306	0.0445	0.0389
8	1509.12	0.0952	0.0375	0.0527	0.0425
9	1521.83	0.1071	0.0467	0.0634	0.0437
10	1522.86	0.1190	0.0475	0.0643	0.0547
11	1522.86	0.1310	0.0475	0.0643	0.0666
12	1547.59	0.1429	0.0697	0.0891	0.0538
13	1550.05	0.1548	0.0722	0.0918	0.0629
14	1576.61	0.1667	0.1029	0.1243	0.0424
15	1582.58	0.1786	0.1106	0.1323	0.0462
16	1583.45	0.1905	0.1118	0.1335	0.0570
17	1591.38	0.2024	0.1227	0.1446	0.0577
18	1599.43	0.2143	0.1342	0.1563	0.0579
19	1608.56	0.2262	0.1479	0.1701	0.0560
20	1629.1	0.2381	0.1811	0.2030	0.0351
21	1632.41	0.2500	0.1867	0.2085	0.0415
22	1632.41	0.2619	0.1867	0.2085	0.0534
23	1667.74	0.2738	0.2504	0.2701	0.0038
24	1673.45	0.2857	0.2613	0.2804	0.0053
25	1709.73	0.2976	0.3324	0.3477	0.0501
26	1711.56	0.3095	0.3360	0.3511	0.0416

27	1728.96	0.3214	0.3708	0.3838	0.0624
28	1729.53	0.3333	0.3720	0.3849	0.0515
29	1763.76	0.3452	0.4401	0.4486	0.1033
30	1764.69	0.3571	0.4419	0.4503	0.0931
31	1764.69	0.3690	0.4419	0.4503	0.0812
32	1779.74	0.3810	0.4712	0.4777	0.0967
33	1782.02	0.3929	0.4756	0.4818	0.0889
34	1785.81	0.4048	0.4829	0.4886	0.0838
35	1792.17	0.4167	0.4950	0.4999	0.0832
36	1797.66	0.4286	0.5054	0.5095	0.0810
37	1799.49	0.4405	0.5088	0.5128	0.0723
38	1818.54	0.4524	0.5438	0.5455	0.0931
39	1822.39	0.4643	0.5508	0.5520	0.0877
40	1836.13	0.4762	0.5749	0.5747	0.0985
41	1841.37	0.4881	0.5840	0.5831	0.0950
42	1841.63	0.5000	0.5844	0.5836	0.0836
43	1855.06	0.5119	0.6070	0.6048	0.0929
44	1858.12	0.5238	0.6120	0.6095	0.0857
45	1859.63	0.5357	0.6145	0.6118	0.0761
46	1861.91	0.5476	0.6182	0.6153	0.0677
47	1866.47	0.5595	0.6255	0.6222	0.0627
48	1882.45	0.5714	0.6505	0.6458	0.0744
49	1885.6	0.5833	0.6552	0.6503	0.0670
50	1887.01	0.5952	0.6573	0.6523	0.0571
51	1913.81	0.6071	0.6959	0.6890	0.0818
52	1914.4	0.6190	0.6967	0.6897	0.0707
53	1919.67	0.6310	0.7039	0.6966	0.0656
54	1921.32	0.6429	0.7061	0.6987	0.0558
55	1930.12	0.6548	0.7177	0.7098	0.0550
56	1932.31	0.6667	0.7205	0.7125	0.0458
57	1934.5	0.6786	0.7233	0.7152	0.0366
58	1960.05	0.6905	0.7544	0.7451	0.0547
59	1962.92	0.7024	0.7577	0.7483	0.0460
60	1968.04	0.7143	0.7635	0.7540	0.0397
61	1982.88	0.7262	0.7796	0.7697	0.0435
62	1982.88	0.7381	0.7796	0.7697	0.0316
63	1982.88	0.7500	0.7796	0.7697	0.0197
64	2002.28	0.7619	0.7993	0.7889	0.0270
65	2010.26	0.7738	0.8070	0.7964	0.0226
66	2019.39	0.7857	0.8154	0.8047	0.0190
67	2067.33	0.7976	0.8546	0.8436	0.0460
68	2070.06	0.8095	0.8565	0.8456	0.0361
69	2100.68	0.8214	0.8772	0.8664	0.0449
70	2126.67	0.8333	0.8925	0.8820	0.0486
71	2126.68	0.8452	0.8925	0.8820	0.0367
72	2129.1	0.8571	0.8938	0.8833	0.0262
73	2133.47	0.8690	0.8962	0.8857	0.0167
74	2183.73	0.8810	0.9200	0.9104	0.0295
75	2188.29	0.8929	0.9219	0.9124	0.0195
76	2190.33	0.9048	0.9227	0.9132	0.0085
77	2196.88	0.9167	0.9253	0.9160	0.0007
78	2199.07	0.9286	0.9262	0.9169	0.0117
79	2199.07	0.9405	0.9262	0.9169	0.0236
80	2201.29	0.9524	0.9270	0.9178	0.0346
81	2204.27	0.9643	0.9282	0.9190	0.0453
82	2249.92	0.9762	0.9435	0.9353	0.0409
83	2275.03	0.9881	0.9505	0.9428	0.0453

Ajuste con momentos lineales:					

Como el delta teórico 0.1033, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%					

Parámetros de la distribución Gumbel:					

Con momentos ordinarios:					
Parámetro de posición (μ)= 1727.4945					
Parámetro de escala (alfa)= 183.648					

Con momentos lineales:					
Parámetro de posición (μ)= 1720.4811					
Parámetro de escala (alfa)= 195.7985					

Caudal de diseño:					

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					
Resultados					

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Gumbel o distribución de Fréchet					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1315.84	0.0119	0.0000	0.0000	0.0119
2	1377.22	0.0238	0.0002	0.0007	0.0236
3	1443.17	0.0357	0.0045	0.0087	0.0312
4	1452.4	0.0476	0.0062	0.0114	0.0414
5	1462.4	0.0595	0.0087	0.0150	0.0509
6	1474.13	0.0714	0.0124	0.0202	0.0591
7	1498.13	0.0833	0.0235	0.0347	0.0598
8	1509.12	0.0952	0.0305	0.0433	0.0647
9	1521.83	0.1071	0.0402	0.0547	0.0670
10	1522.86	0.1190	0.0410	0.0557	0.0780
11	1522.86	0.1310	0.0410	0.0557	0.0899
12	1547.59	0.1429	0.0654	0.0830	0.0774
13	1550.05	0.1548	0.0683	0.0861	0.0865
14	1576.61	0.1667	0.1030	0.1229	0.0636
15	1582.58	0.1786	0.1119	0.1321	0.0666
16	1583.45	0.1905	0.1132	0.1334	0.0772
17	1591.38	0.2024	0.1257	0.1461	0.0767
18	1599.43	0.2143	0.1389	0.1595	0.0754
19	1608.56	0.2262	0.1546	0.1752	0.0716
20	1629.1	0.2381	0.1923	0.2124	0.0457
21	1632.41	0.2500	0.1987	0.2187	0.0513
22	1632.41	0.2619	0.1987	0.2187	0.0632
23	1667.74	0.2738	0.2698	0.2872	0.0040

24	1673.45	0.2857	0.2817	0.2986	0.0040
25	1709.73	0.2976	0.3582	0.3711	0.0606
26	1711.56	0.3095	0.3621	0.3747	0.0526
27	1728.96	0.3214	0.3985	0.4090	0.0771
28	1729.53	0.3333	0.3997	0.4101	0.0664
29	1763.76	0.3452	0.4692	0.4753	0.1240
30	1764.69	0.3571	0.4711	0.4770	0.1139
31	1764.69	0.3690	0.4711	0.4770	0.1020
32	1779.74	0.3810	0.5002	0.5044	0.1193
33	1782.02	0.3929	0.5046	0.5085	0.1117
34	1785.81	0.4048	0.5118	0.5152	0.1070
35	1792.17	0.4167	0.5236	0.5264	0.1070
36	1797.66	0.4286	0.5337	0.5359	0.1052
37	1799.49	0.4405	0.5371	0.5390	0.0966
38	1818.54	0.4524	0.5708	0.5708	0.1185
39	1822.39	0.4643	0.5774	0.5770	0.1132
40	1836.13	0.4762	0.6004	0.5987	0.1242
41	1841.37	0.4881	0.6089	0.6067	0.1208
42	1841.63	0.5000	0.6093	0.6071	0.1093
43	1855.06	0.5119	0.6304	0.6271	0.1185
44	1858.12	0.5238	0.6351	0.6316	0.1113
45	1859.63	0.5357	0.6374	0.6337	0.1017
46	1861.91	0.5476	0.6408	0.6370	0.0932
47	1866.47	0.5595	0.6476	0.6434	0.0881
48	1882.45	0.5714	0.6706	0.6653	0.0992
49	1885.6	0.5833	0.6750	0.6695	0.0916
50	1887.01	0.5952	0.6769	0.6713	0.0817
51	1913.81	0.6071	0.7119	0.7048	0.1047
52	1914.4	0.6190	0.7126	0.7055	0.0936
53	1919.67	0.6310	0.7191	0.7117	0.0881
54	1921.32	0.6429	0.7211	0.7136	0.0782
55	1930.12	0.6548	0.7315	0.7236	0.0767
56	1932.31	0.6667	0.7340	0.7261	0.0673
57	1934.5	0.6786	0.7365	0.7285	0.0579
58	1960.05	0.6905	0.7642	0.7553	0.0737
59	1962.92	0.7024	0.7671	0.7582	0.0648
60	1968.04	0.7143	0.7723	0.7632	0.0580
61	1982.88	0.7262	0.7866	0.7771	0.0604
62	1982.88	0.7381	0.7866	0.7771	0.0485
63	1982.88	0.7500	0.7866	0.7771	0.0366
64	2002.28	0.7619	0.8040	0.7942	0.0421
65	2010.26	0.7738	0.8107	0.8008	0.0369
66	2019.39	0.7857	0.8181	0.8081	0.0324
67	2067.33	0.7976	0.8526	0.8424	0.0550
68	2070.00	0.8095	0.8543	0.8441	0.0448
69	2100.68	0.8214	0.8726	0.8625	0.0511
70	2126.67	0.8333	0.8862	0.8763	0.0528
71	2126.68	0.8452	0.8862	0.8763	0.0409
72	2129.1	0.8571	0.8874	0.8775	0.0302
73	2133.47	0.8690	0.8895	0.8797	0.0204
74	2183.73	0.8810	0.9110	0.9018	0.0300
75	2188.29	0.8929	0.9127	0.9035	0.0199
76	2190.33	0.9048	0.9135	0.9043	0.0087
77	2196.88	0.9167	0.9159	0.9068	0.0008
78	2199.07	0.9286	0.9166	0.9076	0.0119
79	2199.07	0.9405	0.9166	0.9076	0.0238

80	2201.29	0.9524	0.9174	0.9084	0.0349
81	2204.27	0.9643	0.9185	0.9095	0.0458
82	2249.92	0.9762	0.9328	0.9245	0.0434
83	2275.03	0.9881	0.9395	0.9316	0.0486

Ajuste con momentos ordinarios:					

Como el delta teórico 0.1242, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%					

Parámetros de la distribución logGumbel:					

Con momentos ordinarios:					
Parámetro de posición (μ)= 7.4468					
Parámetro de escala (α)= 0.102					

Con momentos lineales:					
Parámetro de posición (μ_l)= 7.4432					
Parámetro de escala (α_l)= 0.1082					

Caudal de diseño:					

El caudal de diseño para un periodo de retorno de años, es					

Momentos lineales					
Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:					

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta

1	1315.84	0.0119	0.0000	0.0000	0.0119
2	1377.22	0.0238	0.0002	0.0007	0.0231
3	1443.17	0.0357	0.0045	0.0087	0.0270
4	1452.4	0.0476	0.0062	0.0114	0.0362
5	1462.4	0.0595	0.0087	0.0150	0.0445
6	1474.13	0.0714	0.0124	0.0202	0.0512
7	1498.13	0.0833	0.0235	0.0347	0.0486
8	1509.12	0.0952	0.0305	0.0433	0.0520
9	1521.83	0.1071	0.0402	0.0547	0.0525
10	1522.86	0.1190	0.0410	0.0557	0.0634
11	1522.86	0.1310	0.0410	0.0557	0.0753
12	1547.59	0.1429	0.0654	0.0830	0.0599
13	1550.05	0.1548	0.0683	0.0861	0.0687
14	1576.61	0.1667	0.1030	0.1229	0.0438
15	1582.58	0.1786	0.1119	0.1321	0.0465
16	1583.45	0.1905	0.1132	0.1334	0.0570
17	1591.38	0.2024	0.1257	0.1461	0.0563
18	1599.43	0.2143	0.1389	0.1595	0.0548
19	1608.56	0.2262	0.1546	0.1752	0.0510
20	1629.1	0.2381	0.1923	0.2124	0.0256
21	1632.41	0.2500	0.1987	0.2187	0.0313
22	1632.41	0.2619	0.1987	0.2187	0.0433

23	1667.74	0.2738	0.2698	0.2872	0.0134
24	1673.45	0.2857	0.2817	0.2986	0.0129
25	1709.73	0.2976	0.3582	0.3711	0.0734
26	1711.56	0.3095	0.3621	0.3747	0.0652
27	1728.96	0.3214	0.3985	0.4090	0.0875
28	1729.53	0.3333	0.3997	0.4101	0.0768
29	1763.76	0.3452	0.4692	0.4753	0.1301
30	1764.69	0.3571	0.4711	0.4770	0.1199
31	1764.69	0.3690	0.4711	0.4770	0.1080
32	1779.74	0.3810	0.5002	0.5044	0.1235
33	1782.02	0.3929	0.5046	0.5085	0.1157
34	1785.81	0.4048	0.5118	0.5152	0.1105
35	1792.17	0.4167	0.5236	0.5264	0.1097
36	1797.66	0.4286	0.5337	0.5359	0.1073
37	1799.49	0.4405	0.5371	0.5390	0.0986
38	1818.54	0.4524	0.5708	0.5708	0.1184
39	1822.39	0.4643	0.5774	0.5770	0.1128
40	1836.13	0.4762	0.6004	0.5987	0.1225
41	1841.37	0.4881	0.6089	0.6067	0.1186
42	1841.63	0.5000	0.6093	0.6071	0.1071
43	1855.06	0.5119	0.6304	0.6271	0.1152
44	1858.12	0.5238	0.6351	0.6316	0.1078
45	1859.63	0.5357	0.6374	0.6337	0.0980
46	1861.91	0.5476	0.6408	0.6370	0.0894
47	1866.47	0.5595	0.6476	0.6434	0.0839
48	1882.45	0.5714	0.6706	0.6653	0.0939
49	1885.6	0.5833	0.6750	0.6695	0.0861

50	1887.01	0.5952	0.6769	0.6713	0.0761
51	1913.81	0.6071	0.7119	0.7048	0.0977
52	1914.4	0.6190	0.7126	0.7055	0.0865
53	1919.67	0.6310	0.7191	0.7117	0.0808
54	1921.32	0.6429	0.7211	0.7136	0.0708
55	1930.12	0.6548	0.7315	0.7236	0.0689
56	1932.31	0.6667	0.7340	0.7261	0.0594
57	1934.5	0.6786	0.7365	0.7285	0.0499
58	1960.05	0.6905	0.7642	0.7553	0.0649
59	1962.92	0.7024	0.7671	0.7582	0.0558
60	1968.04	0.7143	0.7723	0.7632	0.0489
61	1982.88	0.7262	0.7866	0.7771	0.0510
62	1982.88	0.7381	0.7866	0.7771	0.0391
63	1982.88	0.7500	0.7866	0.7771	0.0271
64	2002.28	0.7619	0.8040	0.7942	0.0323
65	2010.26	0.7738	0.8107	0.8008	0.0270
66	2019.39	0.7857	0.8181	0.8081	0.0224
67	2067.33	0.7976	0.8526	0.8424	0.0448
68	2070.06	0.8095	0.8543	0.8441	0.0346
69	2100.68	0.8214	0.8726	0.8625	0.0411
70	2126.67	0.8333	0.8862	0.8763	0.0430
71	2126.68	0.8452	0.8862	0.8763	0.0311
72	2129.1	0.8571	0.8874	0.8775	0.0204
73	2133.47	0.8690	0.8895	0.8797	0.0106
74	2183.73	0.8810	0.9110	0.9018	0.0208
75	2188.29	0.8929	0.9127	0.9035	0.0107
76	2190.33	0.9048	0.9135	0.9043	0.0004
77	2196.88	0.9167	0.9159	0.9068	0.0099
78	2199.07	0.9286	0.9166	0.9076	0.0209

79	2199.07	0.9405	0.9166	0.9076	0.0329	
80	2201.29	0.9524	0.9174	0.9084	0.0439	
81	2204.27	0.9643	0.9185	0.9095	0.0548	
82	2249.92	0.9762	0.9328	0.9245	0.0517	
83	2275.03	0.9881	0.9395	0.9316	0.0565	
Ajuste con momentos lineales:						
Como el delta teórico 0.1301, es menor que el delta tabular 0.1493. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%						
Parámetros de la distribución logGumbel:						
Con momentos ordinarios:						
Parámetro de posición (μ)= 7.4468						
Parámetro de escala (α)= 0.102						
Con momentos lineales:						
Parámetro de posición (μ)= 7.4432						
Parámetro de escala (α)= 0.1082						