



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**EVALUACIÓN Y COMPARACION DE LA
METODOLOGÍA IILA - SENAMHI - UNI PARA
PRONOSTICAR LA OCURRENCIA DEL
FENÓMENO DEL NIÑO A NIVEL REGIONAL DE
LA CUENCA CHANCAY Y EL RIO LA LECHE**

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

Autor:

Bach. Andrews Cortijo Jesús Arturo

<https://orcid.org/0000-0002-6018-9103>

Asesor:

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación:
Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

Pimentel – Perú

2020

“EVALUACIÓN Y COMPARACION DE LA
METODOLOGÍA IILA - SENAMHI - UNI PARA
PRONOSTICAR LA OCURRENCIA DEL FENÓMENO DEL
NIÑO A NIVEL REGIONAL DE LA CUENCA CHANCAY Y
EL RIO LA LECHE”

Aprobación de tesis:

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro
Asesor:

Dr. Coronado Zuloeta Omar
Presidente:

Mg. Idrogo Pérez César Antonio
Secretario:

Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl
vocal:

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico todo mi esfuerzo realizado a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, a mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, a mis hermanas por el apoyo y aliento que recibí para nunca rendirme en lo que quiero alcanzar.

Jesús Arturo, Andrews Cortijo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mis padres por su apoyo en todo momento, por los valores inculcados, y por la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. A su vez también agradecer a nuestra casa de estudios la Universidad Señor de Sipán, por la calidad de enseñanza y por los conocimientos aprendidos en nuestra carrera universitaria; finalmente agradecer al Ing. Guillermo Arriola Carrasco por su apoyo y dedicación, y por haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi tesis profesional, por haber compartido con nosotros sus conocimientos y sobre todo su amistad; de la misma manera a la ing. José Fortunato Zuloaga Cachay por su asesoría metodológica a lo largo de nuestra investigación y sin decir menos sino al contrario más, a mis maestros que tuve durante toda mi carrera universitaria gracias por todo.

Jesús Arturo, Andrews Cortijo.

RESUMEN

Los proyectos de Ingeniería Hidrológica en nuestro país exigen una evaluación previa de su factibilidad tanto técnica como económica.

Con este proyecto de investigación se pretende dar a conocer la probabilidad de ocurrencias de precipitaciones extremas o la probable ocurrencia del fenómeno del niño apoyándonos con las estaciones pluviométricas en el río Chancay y el río La Leche, enfocándose en el problema de las inundaciones en nuestra región y en los ríos ya mencionados, de ahí la importancia del estudio. En esta investigación fue fundamental demostrar la importancia del estudio de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno del niño a nivel regional en el río Chancay y el río La Leche, teniendo como muestra los datos de las estaciones pluviométricas y meteorológicas cercanas al río Chancay y río La Leche.

Esta investigación consiste en el estudio de evaluación y comparación de los métodos para hallar las precipitaciones extremas o un probable fenómeno del niño en años vecinos, para seleccionar el método más aceptable y de mejor ajuste, y compararlo con la METODOLOGIA IILA-SENAMHI-UNI, estos métodos a comparar son GUMBEL TIPO I y LOGARITMO PEARSON TIPO III.

Finalmente, como conclusiones se obtuvieron que el método de mejor ajuste entre GUMBEL TIPO I y LOGARITMO PEARSON TIPO III, fue el método LOGARITMO PEARSON TIPO III en todas las estaciones estudiadas tanto en el río Chancay como el río La Leche, y haciendo la evaluación y comparación con la METODOLOGIA IILA-SENAMHI-UNI, tiene cierta diferencia en los resultados hallados. El producto de esta investigación podrá ser utilizado como fuente de información de proyectar y planificar contingencias ante posibles precipitaciones extremas o la ocurrencia de un fenómeno del niño a nivel regional en el río Chancay y río La Leche.

Palabras claves: fenómeno del niño, precipitaciones extremas, estaciones pluviométricas, inundaciones, estaciones meteorológicas.

ABSTRACT

The Hydrological Engineering projects in our country require a prior evaluation of their technical and economic feasibility.

This research project aims to raise awareness of the probability of occurrence of extreme rainfall or the likely occurrence of the child phenomenon by supporting the rainfall stations in the river Chancay and the La Leche river, focusing on the problem of flooding in our region and in the rivers already mentioned, hence the importance of study. In this investigation it was fundamental to demonstrate the importance of the study of the probability of occurrence of the phenomenon of the child at the regional level in the river Chancay and the La Leche river, taking as sample the data of the pluviometric and meteorological stations near the river Chancay and La Leche river.

This investigation consists of the study of evaluation and comparison of the methods to find the extreme precipitations or a probable phenomenon of the child in neighboring years, to select the most acceptable and best fit method, and compare it with the IILA-SENAMHI-UNI METHODOLOGY, These methods to be compared are GUMBEL TYPE I and LOGARITMO PEARSON TYPE III.

Finally, as conclusions we obtained that the method of best fit between GUMBEL TYPE I and LOGARITMO PEARSON TYPE III, was the LOGARITMO PEARSON TYPE III method in all the stations studied in both the Chancay river and the La Leche river, and doing the evaluation and Comparison with the IILA-SENAMHI-UNI METHODOLOGY, has some difference in the results found. The product of this research may be used as a source of information to project and plan contingencies in the event of extreme rainfall or the occurrence of a child phenomenon at the regional level in the Chancay river and La Leche river.

Key words: child phenomenon, extreme rainfall, rainfall stations, floods, weather stations.

INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	11
1.1.	Realidad Problemática.....	12
1.1.1.	A nivel internacional.....	12
1.1.2.	A nivel nacional	15
1.1.3.	A nivel local	17
1.2.	Antecedentes de estudio	19
1.2.1.	A nivel internacional.....	19
1.2.2.	A nivel nacional	21
1.2.3.	A nivel local	24
1.3.	Teorías relacionadas al tema.....	24
1.3.1.	El Fenómeno del Niño	24
1.3.2.	Meteorología y climatología	26
1.3.3.	Hidrografía en Lambayeque	28
1.3.4.	Senamhi	30
1.3.5.	Método IILA-SENAMHI-UNI.....	36
1.3.6.	Hidrogramas	39
1.3.7.	Definición de términos básicos	40
1.4.	Formulación del Problema	43
1.4.1.	Objeto de estudio y Campo de acción	43
1.4.2.	Delimitación de la Investigación.....	43
1.5.	Justificación e Importancia del estudio.....	43
1.5.1.	Justificación Técnica.....	44
1.5.2.	Justificación Ambiental	44
1.5.3.	Justificación Social	44
1.5.4.	Justificación Económica	44
1.6.	Hipótesis.....	45
1.7.	Objetivos	45
1.7.1.	Objetivo General.....	45
1.7.2.	Objetivos Específicos	45
II.	MATERIAL Y METODO.....	46
2.1.	Tipo y Diseño de Investigación	46
2.1.1.	Tipo de Investigación.....	46
2.1.2.	Diseño de la investigación	46
2.2.	Población y Muestra	47
2.2.1.	Población.....	47
2.2.2.	Muestra	47
2.3.	Variables, Operacionalización	47
2.3.1.	Variable Independiente.....	47
2.3.2.	Variable Dependiente	47
2.3.3.	Operacionalización	48
2.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	49
2.4.1.	Métodos de Recolección de Datos	49
2.4.2.	Técnica de Recolección de Datos.....	50
2.4.3.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	50

2.4.4.	Procedimiento para la Recolección de Datos.....	51
2.4.4.1.	Diagrama del Flujo del Proceso	51
2.4.4.2.	Descripción de Procesos	51
2.4.4.2.1.	Recolección de la información disponible	51
2.5.	Procedimientos de Análisis de Datos	52
2.5.1.	Procesamiento de Datos	52
2.5.2.	Análisis de Resultados	52
2.5.3.	Plan de Análisis Estadísticos de Datos	52
2.5.3.1.	Enfoque Cualitativo.....	52
2.5.3.2.	Enfoque Cuantitativo	52
2.6.	Criterios Éticos	53
2.7.	Criterios de Rigor Científico	53
2.7.1.	Fiabilidad	53
2.7.2.	Replicabilidad	54
III.	RESULTADOS	54
3.1.	Resultados en Tablas y Figuras.....	54
3.1.1.	Descripción General de Los Ríos	54
3.1.1.1.	Descripción General de la Cuenca Chancay	54
3.1.1.1.1.	Climatología	55
3.1.1.1.2.	Hidrografía.....	57
3.1.1.1.3.	Cartografía de la Zona de Estudio	57
3.1.1.1.4.	Pluviometría.....	61
3.1.1.1.5.	Hidrometría.....	61
3.1.1.1.6.	Estación Carhuaquero – Racarrumi del Río Chancay.....	61
3.1.1.1.7.	Características Geomorfológicas de la Cuenca del Rio Chancay	62
3.1.1.2.	Descripción General del Río La Leche.....	62
3.1.1.2.1.	Ubicación Geográfica de la Cuenca	62
3.1.1.2.2.	Clima	63
3.1.1.2.3.	Ecología	63
3.1.1.2.4.	Recursos Hidráulicos	64
3.1.1.2.5.	Fisiografía.....	64
3.1.1.2.6.	Drenaje.....	65
3.1.1.2.7.	Características geomorfológicas de la cuenca del rio La Leche	66
3.1.2.	Hidrologías de las Cuencas	67
3.1.2.1.	Hidrología de la Cuenca Chancay	67
3.1.2.1.1.	Análisis de la Información Pluviométrica.....	67
3.1.2.1.2.	Métodos para Determinar los Datos Faltantes de las Precipitaciones Máximas.....	69
3.1.2.1.3.	Resultados de los Métodos para la Estimación de los Datos Faltantes de las Precipitaciones Máximas	72
3.1.2.1.4.	Cálculo de Ajuste y Periodo de Retorno para Precipitaciones Máximas $t =$ 24 horas.....	74
3.1.2.1.4.1.	Estación Lambayeque	77
3.1.2.1.4.2.	Estación Ferreñafe	91
3.1.2.1.4.3.	Estación Chiclayo	105
3.1.2.1.4.4.	Estación Pucala	120
3.1.2.1.4.5.	Estación Tinajones	134
3.1.2.1.4.6.	Estación Reque	149
3.1.2.1.4.7.	Estación Pimentel.....	163

3.1.2.1.4.8.	Estación Puchaca.....	177
3.1.2.1.4.9.	Estación Tocmoche.....	192
3.1.2.1.4.10.	Estación Llama.....	206
3.1.2.1.4.11.	Estación Huambos.....	220
3.1.2.1.4.12.	Estación Santa Cruz.....	235
3.1.2.1.4.13.	Estación Chancay Baños.....	249
3.1.2.1.4.14.	Estación Chugur.....	263
3.1.2.1.4.15.	Estación Quilcate.....	278
3.1.2.1.4.16.	Estación Cochabamba.....	292
3.1.2.1.5.	Resultados Obtenidos del Análisis de Distribución de Frecuencias	307
3.1.2.2.	Hidrología del Río La Leche	308
3.1.2.2.1.	Información Pluviométrica.....	308
3.1.2.2.2.	Información Hidrométrica.....	309
3.1.2.2.3.	Análisis de las Precipitaciones	309
3.1.2.2.4.	Métodos para Determinar los Datos Faltantes de las Precipitaciones Máximas.....	309
3.1.2.2.5.	Resultados de los Métodos para la Estimación de los Datos Faltantes de las Precipitaciones Máximas	311
3.1.2.2.6.	Cálculo de Ajuste y Periodo de Retorno para Precipitaciones Máximas t = 24 horas.....	313
3.1.2.2.6.1.	Estación Jayanca	313
3.1.2.2.6.2.	Estación Ferreñafe	327
3.1.2.2.6.3.	Estación Puchaca.....	341
3.1.2.2.6.4.	Estación Incahuasi	356
3.1.2.2.6.5.	Estación Tocmoche.....	370
3.1.2.2.6.6.	Estación Tinajones	384
3.1.2.2.7.	Resultados Obtenidos del Análisis de Distribución de Frecuencias	399
3.2.	Discusión de Resultados	399
3.2.1.	DISCUSION 1.....	400
3.2.2.	DISCUSIÓN 2.....	400
3.2.3.	DISCUSION 3.....	400
3.2.4.	DISCUSION 4.....	401
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	402
4.1.	Conclusiones.....	402
4.2.	Recomendaciones.....	402
	REFERENCIAS	403
	BIBLIOGRAFÍA	403
	ANEXOS.....	405
	Fotos.....	407

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1. Pronóstico de las anomalías de la temperatura de la superficie del océano (SST) para la región de El Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W). Figura actualizada el 7 de abril de 2015.....	14
Figura N°2 pronostico estacional para el oeste y sur de sudamerica.....	15
Figura N°3 niveles de peligro	16
Figura N°4. Mayor evento del siglo de El Niño fue el de 1997-98. Mapa de las temperaturas anómalas de la superficie oceánica en diciembre de 1997.	27
Figura N°5. Tabla de zonas y sub zonas de la metodología IILA-SENAMHI-UNI.....	34
Figura N°6. Mapa de hidrología IILA-SENAMHI-UNI.....	38
Figura N°7. Hidrograma de tormenta NRCS debido a la lluvia recibida en la cuenca....	40
FIGURA N°8. isoyetas.....	60
FIGURA N°9. Mapa geológico del cuadrángulo de Chiclayo.....	62
FIGURA N°10. Mapa geológico del cuadrángulo de Chongoyape	63
FIGURA N°11. Mapa geológico del cuadrángulo de Chota	64
Figura N°12: Área de cuenca del Río la leche	70

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que se presenta a nivel regional y en el río Chancay y el río La Leche son las inundaciones y desborde de los mismos, esta problemática también ocurre a nivel nacional y origina que con precipitaciones extremas o posibles ocurrencias de un fenómeno del niño exista las inundaciones, conllevando a que las regiones se vean afectadas, las carreteras se derrumben, huaicos en diferentes puntos del país, destrucción de sembradíos, etc. Además, los ríos sufren una capacidad máxima que a veces no pueden contener los caudales y se desbordan. Debe haber planeamiento de prevención para contrarrestar en lo posible los daños que puedan efectuar estos tipos de eventos que se pueden pronosticar.

Esta investigación realizada en la región en el río Chancay y río La Leche en sus estaciones pluviométricas y meteorológicas, las que actualmente algunas se encuentran en funcionamiento, como que otras no, conlleva a determinar algunos datos que no existían, y así tener los datos anuales de todas las estaciones para determinar en qué años hubo el fenómeno del niño o precipitaciones extremas y de esta manera conocer las variaciones que ocurren cada año, y así cuantificando las precipitaciones de años posteriores mediante métodos estadísticos propuestos por distintos investigadores. Al tener diferentes resultados con los métodos utilizados se determina cuál es de mejor ajuste para pronosticar precipitaciones máximas o un probable fenómeno del niño.

Conociendo estos resultados, serán de mucha importancia al momento de querer realizar algún tipo de prevención, teniendo datos de precipitaciones en años vecinos en zonas de estudio ya mencionados, por lo que los responsables podrán optar y recomendar las prevenciones que se tomarán en estos casos.

1.1. Realidad Problemática

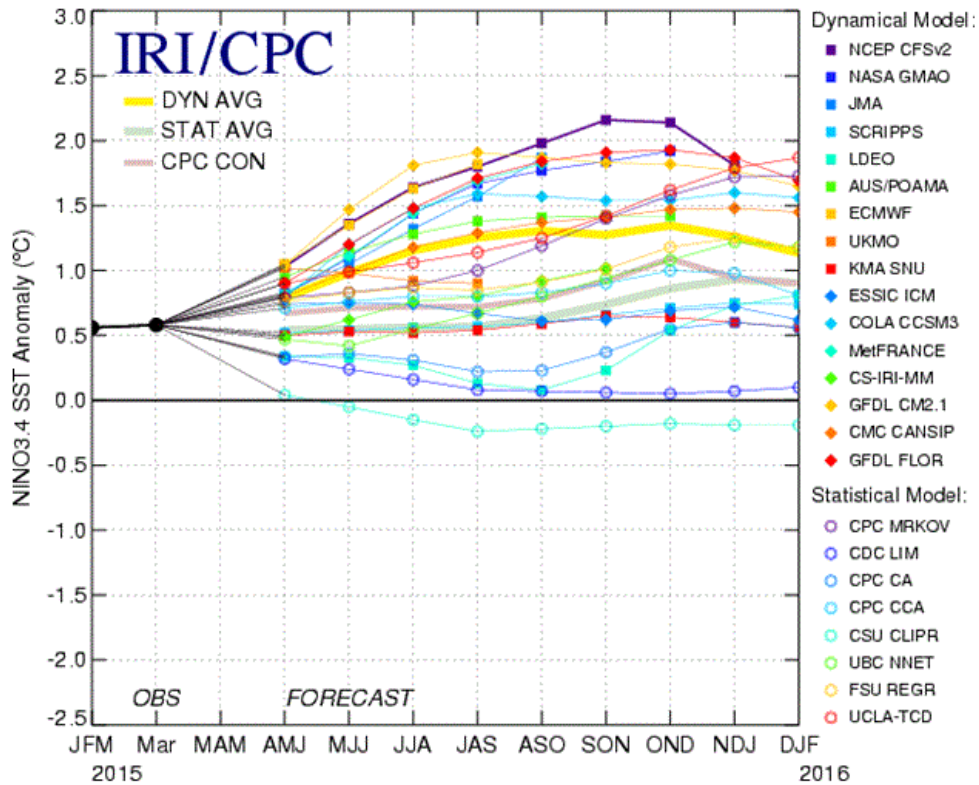
1.1.1. A nivel internacional

EL NIÑO / OSCILACION DEL SUR (ENSO POR SUS SIGLAS EN INGLES)

Según la Centro de Predicciones Climáticos (2015) Existe una probabilidad aproximada de 90% de que El Niño continúe durante el verano del hemisferio Norte de 2015, y un porcentaje mayor de 80% de que persista a través del 2015. Describe que, a principios de mayo del 2015, condiciones de débiles a moderadas de El Niño se reflejaron por las temperaturas de la superficie del océano sobre lo normal a través del Pacífico ecuatorial y corroborando las respuestas atmosféricas tropicales. Los últimos índices semanales de El Niño estuvieron en +1.2°C en la región de Niño-4, en +1.0°C en la región del Niño-3.4, y de +1.2°C y 2.3°C en las regiones del Niño-3 y Niño-1+2, respectivamente. Las anomalías de las temperaturas de sub-superficie se mantuvieron significativamente sobre lo normal, parcialmente en respuesta a la subsidencia de una onda oceánica de Kelvin, cual resultó en fuertes anomalías positivas en la sub-superficie por gran parte del Pacífico Este y Central. El calentamiento anómalo ha persistido en asociación al acoplamiento del océano-atmosfera relacionado a El-Niño. Este acoplamiento incluye un aumento en la convección sobre el Pacífico ecuatorial central, incluyendo anomalías en los vientos del oeste en los niveles bajos sobre el Pacífico ecuatorial central y oeste y anomalías persistentes en los vientos del este en los niveles altos en el Pacífico Central. Adicionalmente, el Índice de Oscilación del Sur ecuatorial se mantuvo negativo durante este mes. Colectivamente, esto refleja condiciones de El Niño de débiles a moderadas.

Casi todos los modelos predicen que El Niño (los valores de 3-meses del Niño-3.4 igual a o mayor que 0.5°C) continuará durante el resto del 2015, y muchos también predicen que las anomalías de la superficie del océano aumentarán durante los próximos meses.

FIGURA N°1. Pronóstico de las anomalías de la temperatura de la superficie del océano (SST) para la región de El Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W). Figura actualizada el 7 de abril de 2015.



FUENTE: FENOMENO DEL NIÑO/OSILACION SUR (ENSO)

Estos pronósticos son apoyados por la continua anomalía positiva de las temperaturas en la sub-superficie, el aumento en la convección cerca de la Línea Internacional de Cambio de Fecha, y la persistencia de las anomalías en los vientos del oeste en los niveles bajos. Dado a estos factores, es bien probable que las anomalías de la superficie del océano continúen aumentando por los próximos meses. Sin embargo, la habilidad de los modelos es más baja durante la primavera del Hemisferio Norte, limitando un poco la confianza de los pronósticos. Por lo tanto, existe incertidumbre en cuanto a qué tan fuerte este evento pueda llegar a ser. En resumen, existe una probabilidad de 90% de que El Niño continúe durante el verano del Hemisferio Norte de 2015, y una probabilidad mayor de 80% de que se extienda a través del resto del 2015.

BOLETIN CIIFEN 2015

Según CIIFEN, en el océano pacifico tropical durante abril del 2015 se caracterizó por la presencia de anomalías positivas en extensas áreas del océano. Durante la última semana de abril los índices oceánicos en los sectores EN1+2, EN3, EN3.4 y EN4 exhibieron valores positivos de 1.0°C a 1. 5°C. el

contenido de calor en la capa superior del océano (0 – 300) en el pacifico ecuatorial central, en abril del 2015 mostro un comportamiento similar a lo ocurrido en abril del 2014, un máximo valor de anomalía positiva de la temperatura del mar. Las actuales condiciones muestran una creciente consolidación del acoplamiento del océano con la atmosfera reflejado en la temperatura del océano y el debilitamiento de los vientos en la superficie. Las predicciones dinámicas y estadísticas para el próximo trimestre (mayo – julio) sugieren déficit de precipitaciones en el noreste de Sudamérica, extremo sur de Centroamérica, costa caribeña de Colombia, región sur de Chile y extremo este de Brasil; húmedo en el sudeste de Sudamérica, en la región oriental de Colombia y del Ecuador, el norte y nororiente del Perú.

La mayoría de los modelos globales consultados, sugieren que las condiciones EL NIÑO continuaran en los próximos meses.

Frente a las condiciones EL NIÑO actuales, los impactos regionales y locales asociados serán diversos y de diferente magnitud. Se recomienda a las autoridades nacionales, locales, sectores productivos, sistemas de gestión de riesgos, de recursos hídricos y pesqueros de los países históricamente afectados, a mantener activos los planes contingencia, así como los mecanismos de articulación institucional, para afrontar los diversos impactos que este efecto pudiera ocasionar en las diferentes regiones. Este cuadro nos indica que en el departamento de Lambayeque la probabilidad de lluvia para el trimestre Abril - Junio del año 2015 está sobre lo normal.

Figura N°2 pronóstico estacional para el oeste y sur de sudamerica



Fig. 10 Probabilidad de lluvia para el trimestre Abril –Junio 2015. Fuente CIIFEN -2015

FUENTE: CENTRO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACION DEL FENOMENO DEL NIÑO (CIIFEN – 2015)

1.1.2. A nivel nacional

MINISTERIO DEL AMBIENTE SENAMHI

El SENAMHI informa que, desde el 14 hasta el 20 de abril se prevén precipitaciones de moderada intensidad en sectores del norte del país. Las lluvias se presentarán principalmente en horas de la noche, afectando los departamentos de Tumbes, Piura, Cajamarca, Lambayeque y Amazonas. Las lluvias más abundantes se presentarán en las zonas marcadas con el Nivel 3 (Color naranja), en esta área la lluvia acumulada en 24 horas podrá superar los 30 l/m². En sectores costeros de Piura, Lambayeque y La Libertad, se podrán presentar lluvias ligeras en las noches del 17 al 20.

Figura N°3 niveles de peligro



FUENTE: SENAMHI - 2015

INFORME DE EMERGENCIA N° 061

Precipitaciones pluviales afectan al departamento de Loreto

El 20 de enero del 2015, a consecuencia de las constantes precipitaciones pluviales se originó el incremento del caudal del río Amazonas, ocasionando

inundación y afectando de vías de acceso en el distrito de Iquitos, provincia de Maynas.

El 22 y 25 de enero del 2015, a consecuencia de las constantes precipitaciones pluviales se originó el incremento del caudal del río Marañón afectando un puente que une las localidades de Tigre Playa y Saquipa Huaya; y viviendas en el distrito de Barranca, provincia Datem del Marañón.

El 23, 26 y 29 de enero del 2015, a consecuencia de las constantes precipitaciones pluviales se originó el incremento del caudal del río Huallaga y la quebrada Chambira, ocasionando la inundación de viviendas y afectación de carreteras en las localidades de Bolognesi, Las Malvinas, Unión Campesina los Tigres, Oro Mina, Mondongo, Suniplaya y Sanango, distrito de Yurimaguas; localidades de San Pedro de Myrijay, Jorge Chávez y El Tigre, distrito de Tte. César López; Santa Cruz y Jeberos, provincia de Alto Amazonas.

El 26 de enero del 2015, a las 07:00 horas aproximadamente, a consecuencia de las constantes precipitaciones pluviales se originó el incremento del caudal del río Huallaga, ocasionando la inundación de áreas de cultivo en las localidades de Lagunas, 07 de Julio, Vista Alegre, Tamarate, San Manuel, Puma Isla y Nueva Corina, distrito de Lagunas, provincia de Alto Amazonas.

INFORME TÉCNICO ENFEN N° 02 – 2015

Durante la primera quincena del mes, los vientos del sur a lo largo de la costa, estuvieron reducidos como consecuencia del debilitamiento y bifurcación del Anticiclón del Pacífico Sur (APS), ocasionando un incremento de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) más allá de las 30 m.n. de costa. Sin embargo, en la última semana del mes, el fortalecimiento del viento en el litoral central y sur, presentó una tendencia hacia la normalización, debido a la intensificación y acercamiento del APS hacia el continente.

Por otro lado, en general, la TSM, la temperatura del aire y el Nivel Medio del Mar (NMM) en la franja costera del Perú, se mantuvieron alrededor de sus valores normales, con excepción de la costa norte, donde la TSM presentó en

promedio anomalías negativas de hasta -1.8°C (Talara). Debajo de la superficie se registró el ascenso de las isotermas con respecto al mes anterior, mostrando la reactivación del afloramiento costero.

Los desembarques de anchoveta en la pesca artesanal y de menor escala (dentro de las 10 m.n.) registraron en Chimbote, Callao y Pisco, ejemplares principalmente adultos en Chimbote y un mayor porcentaje de juveniles en Callao y Pisco. Asimismo, los cardúmenes de anchoveta se registraron dentro del rango de profundidad normal.

En cuanto al Índice Costero El Niño (ICEN), cuyo monitoreo se realiza en la región Niño 1+2, los valores preliminares (ICENtmp) continuaron dentro del rango neutral en enero y febrero.

A finales del mes, las condiciones hidrológicas de los ríos de la costa norte se han presentado por debajo de los valores normales. Los ríos de la costa sur presentaron caudales sobre su normal en las dos primeras semanas, luego fueron decayendo. Estas precipitaciones en las partes altas de la sierra sur ayudaron a mejorar las condiciones de los reservorios (logrando un aumento de 22% de capacidad de almacenamiento). Los principales reservorios en la costa norte registraron 45% de almacenamiento y en la costa sur 52%.

1.1.3. A nivel local

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE, GERENCIA REGIONAL DE AGRICULTURA

En los últimos años particularmente en el período 2002 – 2011 se ha caracterizado por la presencia del Fenómeno de la sequía, trayendo como consecuencia que los principales ríos de la región hayan mermado su capacidad de flujo hídrico.

En el presente año a partir del mes de Febrero se ha visto con preocupación la modificación constante del efecto climático en las partes altas de la cuenca, generando incrementos significativos de las masas hídricas de los Ríos de la Región; inclusive en la actualidad se nota una media de temperatura inusual para el período del año.

El presente informe muestra un acercamiento a prevenir la casi segura evidencia de la presencia del Fenómeno “El Niño”, que podría presentarse en el ámbito de la costa peruana en el período 2012 – 2013.

1.- En los últimos años el volumen hídrico en las cuencas sujetas a estudio no ha reflejado volúmenes anormales que condicionen el estado de alerta sobre la superficie, cultivos, infraestructura y seguridad poblacional.

2.- Los cambios climáticos ocurridos durante los últimos años: sequía, presencia inusitada de volúmenes de agua en los ríos, ponen en riesgo la producción agropecuaria, superficie agrícola, y población civil.

OBJETIVOS:

1.- Formular una propuesta de prevención que comprenda actividades de emergencia para mitigar daños en la superficie y cultivos afectados.

2.- Generar información técnica para cuantificar daños que ocasionaría la presencia de excesivas masas hídricas en áreas de cultivos afectadas y pérdidas.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Tratamiento de cauce del río para el control de inundaciones en la cuenca chancay Lambayeque.

En el norte del país, se nota una estrecha relación entre el Fenómeno El Niño, las precipitaciones extremas y las inundaciones, sin embargo, no siempre pueden ser atribuidas a este Fenómeno, sino a procesos naturales meteorológicos o acciones antrópicas.

En el cauce del río Chancay Lambayeque, las inundaciones catastróficas son ocasionadas por el desbordamiento de una avenida ordinaria o extraordinaria con gran capacidad para erosionar o sedimentar. En este proceso de inundación ocurren pérdidas de cultivos, disminución de tierras de cultivo, deterioro de infraestructura vial, hidráulica y centros poblados; amenazando la vida de los pobladores.

Los Fenómenos El Niño de los años 1925, 1982-1983 y 1997-1998, han ocasionados pérdidas cuantiosas. En el año de 1925 las pérdidas por daños sumaron 400,000.00 Libras Esterlinas. En 1983, los daños valorizaron US\$

36'244,356 y en el año de 1997-98 las pérdidas fueron US\$ 87'389,725; con una mayor incidencia en el sector agricultura.

1.2. Antecedentes de estudio

1.2.1. A nivel internacional

VILLAMAR (2003)

Realizó un trabajo sobre Incidencias del Fenómeno EL Niño en la Actividad Económica del Ecuador: Un Análisis de Series de Tiempo, el objetivo de la presente tesis fue determinar la incidencia del Fenómeno del Niño en la economía ecuatoriana, para el efecto se utilizó información dada por dos tipos de variables: climatológica (precipitación) y económica (inflación, tasa de interés de bancos privados, PIB).

Para cumplir con los objetivos mencionados, se utilizó la técnica econométrica de vectores autorregresivos VAR, para lo cual se debió verificar la estacionariedad de las series. Con un nivel de significancia del 5%, se probó que las cuatro variables de este estudio, solo las series Precipitación e Inflación son estacionarias.

Para tratar las series no estacionarias (PIB Y Tasa de Interés) se precedió a ajustarlas a un modelo lineal donde se expresarían como una combinación de tendencias e interceptos. Para identificar estos cambios estructurales se utilizaron el test de Zivot y Andrews y el procedimiento de Bai-Perron de lo que se determinó que la serie de PIB presenta un cambio de nivel en cuarto trimestre de 1998 y la tasa de interés muestra cambio de tendencia y de nivel en el tercer trimestre de 1992.

Para terminar el número óptimo de rezagos del VAR (p), se utilizaron los criterios de selección: Akaike y Schwarz, que indicaron que el Var es de primer orden.

En base a lo expuesto, y conociendo la vulnerabilidad del Ecuador ante este Fenómeno se pudiera recomendar al gobierno a invertir en planes de mitigación más efectivos que los que se han llevado a cabo los últimos años, pues de no hacerlo vemos que la economía ecuatoriana se vería seriamente afectada.

TALENTO (2011)

En esta sección se presentan los datos a utilizar: caudales, datos atmosféricos y datos oceánicos. Dada la importancia de la selección del periodo de estudio se discute la temática en una sub-sección independiente. Hacia el final del capítulo se brinda una breve descripción del MCGA UCLA y se detallan las simulaciones realizadas con el citado modelo.

Se utiliza el índice Nino 3.4 de NOAA, el cual se obtiene promediando la TSM en la región comprendida por 5oS-5oN y 190oE-240oE. Para la TSM NOAA utiliza el análisis ERSST v3b. Este índice se encuentra disponible en forma mensual desde enero de 1950 hasta el presente a través de los periodos 1948-1978 o 1979-2007.

A partir del análisis de la circulación atmosférica regional, índices asociados al Fenómeno ENOS e información relacionada con caudales antecedentes se determinó, para cada mes y embalse, un conjunto inicial de 12 variables predictivas de caudales: 9 asociadas a la circulación atmosférica regional (variables del grupo A, por atmosféricas), 1 asociada al Fenómeno ENOS (variable del grupo O, por oceánica), Q1 y Q2 (variables del grupo Q, por caudales). La disponibilidad de las variables del grupo Q depende de la antelación con la que se desee realizar el pronóstico del caudal.

IZAGUIRRE (2010)

El estudio se ha llevado a cabo utilizando los datos procedentes de varias misiones satelitales. En concreto los datos procedentes de los satélites TOPEX, Jason-1, Jason-2, Envisat, Geosat Follow-On (GFO) y European Remote Sensing 2 (ERS-2), los cuales cubren el período 1992-2010. Durante este período se han ido lanzando y retirando satélites, por lo que el número de medidas es variable a lo largo de los años.

En base a los modelos y las recomendaciones presentadas en el capítulo 3 de esta tesis se ha optado por utilizar el modelo GEV mensual con dependencia temporal para hacer un estudio global de la variabilidad espacial y temporal del clima marítimo. Debido a la falta de homogeneidad temporal en las series de satélite, se ha modificado el modelo según lo explicado en el apartado 3.2 para tener en cuenta este hecho. En concreto, en el factor de escala $k(t) = n(t)/N$ se

ha definido $n(t)$ como el número de observaciones de satélite en el mes t y $N = 720$ el número habitual de datos al mes (en un registro regular horario).

En este capítulo se estudia la variabilidad climática de los extremos de oleaje a escala global y a escala regional (sur de Europa y América del Sur). En el estudio a escala global se ponen de manifiesto patrones de variabilidad espacial de los extremos de oleaje relacionados con procesos físicos de gran escala, mientras que en el estudio regional intervienen procesos físicos más propios de la zona de estudio.

En el análisis a escala global del clima marítimo extremo se ha estudiado la variabilidad estacional e interanual utilizando datos de satélite. El análisis de la variación mes a mes muestra mayor severidad del clima marítimo extremo en el Hemisferio Norte y durante el invierno boreal, sin embargo, en el Hemisferio Sur, por encima de la latitud 40° el clima marítimo extremo se muestra más constante a lo largo del año. El análisis de la variabilidad interanual se ha llevado a cabo mediante índices climáticos característicos de distintas zonas del globo, siendo el AO, SAM y NIÑO 3 los más influyentes en el clima marítimo extremo a escala global.

1.2.2. A nivel nacional

ALTUNA (2014)

Realizo un trabajo sobre Análisis Espacio – Temporal de las Precipitaciones y caudales durante los eventos el Niño (1982-83 y 1997-98) en la Costa Peruana, la tesis presento tres objetivos específicos: **1: Explicar la variabilidad interanual de la precipitación en la costa norte del Perú durante el periodo 1963/64-2008/09.** Se identificaron dos regiones climáticas de variabilidad interanual de precipitación. La primera se caracteriza por ser una zona de clima desértico y presentar estaciones ubicadas en la región Tumbes y cuenca baja de Piura (menor o igual a 500 msnm), mientras que la segunda región climática presenta estaciones ubicadas en la cuenca alta de Piura (por encima de 1000 msnm). La variabilidad interanual de la precipitación de la primera región climática está fuertemente modulada por los eventos extraordinarios El Niño de

1982-83 y 1997-98 donde se producen las precipitaciones más extremas de la región (superando los percentiles 95 y 99). Por el contrario, esto no ocurre en la segunda región climática donde, si bien se observa en algunas estaciones un aumento de las lluvias durante estos dos eventos El Niño extraordinarios, éstos también son comparables con otros años como el evento La Niña de 1998/99 donde se produjo un enfriamiento de la región Niño 3.4 (Pacífico central). Del estudio de la variabilidad interanual de los índices de precipitación, donde preliminarmente se vincularon los años atípicos con la relación de eventos El Niño y La Niña costeros clasificados mediante el Índice Costero El Niño – ICEN, se evidencia que no es suficiente analizar una sola región del Pacífico Ecuatorial para explicar la totalidad de la variabilidad interanual de la precipitación. Por lo tanto, el uso de los índices E y C de Takahashi et al. (2011) permitió distinguir la influencia de los diferentes tipos de El Niño en la variabilidad interanual de la precipitación de la costa norte peruana. El calentamiento del Pacífico Este (eventos El Niño) durante diciembre a marzo (DEFM), genera un incremento de la precipitación total anual, precipitaciones extremas y frecuencia de días húmedos, principalmente en la primera región climática (menor a 500 msnm). No obstante, para algunas estaciones de la segunda región climática (ubicadas a más de 1000 msnm) también son relevantes las anomalías de temperatura superficial del mar en el Pacífico Este. Mientras que, para el periodo de DEFM, el enfriamiento del Pacífico Central (eventos La Niña) provoca un aumento en la frecuencia de días húmedos y la magnitud de la precipitación total anual sólo en la segunda región climática. El índice E tiene una mejor correlación positiva con la mayoría de índices anuales de precipitación (índices sobre la intensidad de la precipitación total anual, intensidad de precipitaciones extremas y frecuencia de periodos húmedos) en casi toda la costa norte peruana. El índice C presentó una mejor correlación negativa en la parte alta de la región Piura; sin embargo, solo para algunos índices de precipitación (Precipitación total anual de los días húmedos - *PRCPTOT*, Días en el año donde la precipitación diaria es mayor a 10 mm - *R10* y Máximo número de días húmedos consecutivos - *CWD*). Estos resultados sugieren que aún no es posible explicar la totalidad de la variabilidad pluviométrica de la región andina de la costa norte peruana (pendiente oeste de los Andes) únicamente con índices del Pacífico.

2: Determinar la relación entre la variabilidad diaria de la precipitación y los caudales durante los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98. Los caudales medios diarios durante los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98 de la región Tumbes (río Tumbes) y la región Piura (ríos Chira y Piura), presentan una alta variabilidad propia de cada región. Del análisis estadístico de la relación precipitación-escorrentía para ambas regiones, se concluye que existe un tiempo de respuesta (desfase entre lluvias y escorrentía) de 1 día durante estos eventos extremos El Niño. Esto permitió la correlación de los índices de caudales por región con los modos de variabilidad de la precipitación diaria; sin embargo, las correlaciones fueron modestas. Asimismo, cuando se realizó el análisis del comportamiento de los caudales durante los días seleccionados como lluviosos y secos, no se encontró una buena relación entre las precipitaciones más intensas y los caudales más extremos durante los eventos El Niño analizados. Sin embargo, en la cuenca Piura donde la precipitación se encuentra mejor monitoreada, la estación hidrométrica Ñacara (río Piura) presenta una mayor correlación ($r \geq 0.54$) con la estación meteorológica Huarmaca (aguas arriba) durante ambos eventos extremos El Niño.

ZUBIETA (2010)

La utilización de precipitación estimada por satélite como entrada a modelos hidrológicos es una alternativa atractiva en regiones con datos limitados o falta de datos observados.

Estos datos han sido utilizados principalmente en los estudios hidrológicos de la cuenca Amazónica Brasileña. En esta tesis, la precipitación estimada por satélite fue empleada en la evaluación de un modelado lluvia - escorrentía. Tres productos de precipitación deducidos de los datos satelitales (TMPA V7, CMORPH y PERSIANN) se utilizaron como datos forzantes para las simulaciones de caudales diarios usando el modelo hidrológico de cuencas de gran escala MGB – IPH, para el período 2003-2009. Se emplearon datos de caudales diarios de 13 estaciones hidrométricas provenientes del observatorio ORE-HYBAM. Los resultados de este estudio sugieren que el producto TMPA V7 es más representativo que los otros y se puede utilizar como entrada para un modelado hidrológico lluvia-escorrentía sobre la cuenca amazónica peruana. Sin

embargo, los análisis indican un efecto contrario en las subcuencas situadas entre las regiones del norte y sur de la cuenca amazónica peruana, en especial para capturar la fase y magnitud de los eventos extremos. Esto demuestra la dificultad de representar hidrogramas observados en regiones cercanas a la línea ecuatorial con precipitaciones estimadas de satélite, que se caracteriza por una débil variabilidad estacional.

Las predicciones a partir de modelos de lluvia-escorrentía son a menudo insatisfactorios debido a que la variabilidad espacial de la lluvia no esté probablemente bien representada en regiones donde los datos son escasos. Para un mejor detalle, es necesario el monitoreo de grandes extensiones de territorio. La incertidumbre de la estimación de la precipitación se incrementa con la disminución de la densidad de estaciones pluviométricas, especialmente para eventos convectivos locales (Collischonn et al., 2008). Tal es el caso de los Andes y Amazonía peruana, caracterizado por una red de estaciones pobremente distribuida (Espinoza et al., 2009). Por ello resulta atractivo el uso de lluvia estimada por sensoramiento remoto y evaluar su nivel de rendimiento como variable de entrada a un modelado hidrológico distribuido. Estos modelos a diferencias de los concentrados han sido poco estudiado y aplicado en nuestro país. Los acontecimientos recientes en la modelización hidrológica de cuencas hidrográficas se centran en pronósticos de caudales en cuencas no aforadas, lo que implica la necesidad de mejorar los pronósticos y las relaciones entre los parámetros del modelo.

1.2.3. A nivel local

A nivel local no se encontraron tesis similares al proyecto que se está realizando.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. El Fenómeno del Niño

El Niño es un Fenómeno climático relacionado con el calentamiento del Pacífico oriental ecuatorial, el cual se manifiesta erráticamente cíclico (Strahler habla de ciclos entre tres y ocho años), que consiste en realidad en la fase cálida del patrón climático del Pacífico ecuatorial denominado El Niño-Oscilación del Sur, en donde la fase de enfriamiento recibe el nombre de La Niña.

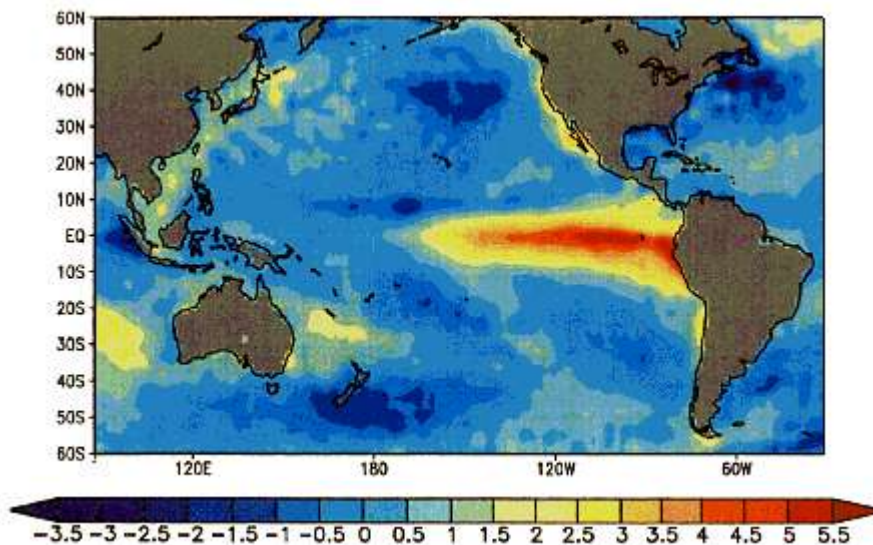
Este Fenómeno, en sus manifestaciones más intensas, provoca estragos en la zona intertropical y ecuatorial debido a las intensas lluvias, afectando principalmente a la región costera del Pacífico de América del Sur.

Günther D. Roth lo define como una irrupción ocasional de aguas superficiales cálidas, ubicadas en el Océano Pacífico junto a la costa de los territorios de Perú y Ecuador, esto debido a inestabilidades en la presión atmosférica localizada entre las secciones Oriental y Occidental del Océano Pacífico cercanas a la línea del Ecuador. Siendo este Fenómeno el supuesto causante de más de una anomalía climática.

El nombre de "El Niño" se debe a la asociación de este Fenómeno con la llamada corriente del Niño, anomalía ya conocida por los pescadores del puerto de Paíta, al norte de la República de Perú, quienes observaron que las aguas aumentaban su temperatura durante "la época de las fiestas navideñas" y los cardúmenes o bancos de peces desaparecían de la superficie oceánica, deduciendo dicha anomalía era debido a una corriente de aire caliente procedente del golfo de Guayaquil (República de Ecuador). A este Fenómeno le dieron por nombre corriente de El Niño, en referencia a las celebraciones realizadas durante el último mes del año en los países de fe cristiana, la navidad y el nacimiento del Niño Jesús durante ésta. Época que coincidía con las observaciones realizadas.

El meteorólogo Jacob Bjerknes postuló en 1969 que El Niño está normalmente relacionado con la Oscilación del Sur, ya que está presente una relación física entre la fase de alta presión anómala en el Pacífico occidental, con la fase de calentamiento poco frecuente del Pacífico oriental, lo que va acompañado con un debilitamiento de los vientos alisios del este; por lo que la baja presión del Pacífico occidental se vincula con un enfriamiento del Pacífico oriental (Fenómeno La Niña), con el fortalecimiento de los vientos del este. Todo este patrón climático recibió el nombre de El Niño-Oscilación del Sur.

Figura N°4. Mayor evento del siglo de El Niño fue el de 1997-98. Mapa de las temperaturas anómalas de la superficie oceánica en diciembre de 1997.



FUENTE: FENOMENO DEL NIÑO/OSILACION SUR (ENSO)

1.3.2. Meteorología y climatología

Hay que recordar que la Tierra está constituida por tres partes fundamentales: una parte sólida llamada litosfera, recubierta en buena proporción por agua (llamada hidrosfera) y ambas envueltas por una tercera capa gaseosa, la atmósfera. Éstas se relacionan entre sí produciendo modificaciones profundas en sus características. La ciencia que estudia estas características, las propiedades y los movimientos de las tres capas fundamentales de la Tierra, es la Geofísica. En ese sentido, la meteorología es una rama de la geofísica que tiene por objeto el estudio detallado de la envoltura gaseosa de la Tierra y sus Fenómenos.

Se debe distinguir entre las condiciones actuales y su evolución llamado tiempo atmosférico, y las condiciones medias durante un largo periodo que se conoce como clima del lugar o región. En este sentido, la meteorología es una ciencia auxiliar de la climatología ya que los datos atmosféricos obtenidos en múltiples estaciones meteorológicas durante largo tiempo se usan para definir el clima, predecir el tiempo, comprender la interacción de la atmósfera con otros subsistemas, etc. El conocimiento de las variaciones meteorológicas y el impacto de las mismas sobre el clima ha sido siempre de suma importancia para el

desarrollo de la agricultura, la navegación, las operaciones militares y la vida en general.

Modelos climáticos

En los años recientes, se han estado desarrollando modelos climáticos a alta resolución, usados para estudiar los cambios a largo plazo, sobre todo el actual cambio climático. Sin embargo, hay que ser cuidadosos en este sentido: el clima es el promedio estadístico a largo plazo de los datos meteorológicos obtenidos en estaciones meteorológicas ubicadas en una zona determinada que presentan características similares y que definen un clima determinado. Esto se hace en todos los tipos climáticos de todo el mundo. Pero estos tipos climáticos no pueden condensarse en determinados modelos porque las variaciones a largo plazo de los mismos deben ser obtenidas a posteriori de dichas variaciones producidas a largo plazo. Dicho en otros términos: la información meteorológica obtenida en multitud de estaciones meteorológicas de todo el mundo sirve, de manera inductiva, para establecer las características climáticas con sus variantes en toda la superficie terrestre y una vez que las obtenemos podemos estudiar los cambios climáticos ocurridos en el pasado hasta el momento en el que se analizan, pero no podríamos usar esta información hacia el futuro porque la meteorología y la climatología trabajan a escalas distintas, como señala una institución científica tan cuidadosa en sus análisis como es la NASA al señalar la posible relación existente entre la cruda ola de frío en Europa y América del Norte en los primeros tres meses de 2014 (con extremos de temperaturas tan bajas que nunca se habían registrado en muchos lugares) y los modelos climáticos que nos hablan de un calentamiento global en el seno de la atmósfera.

En general, cada ciencia tiene su propio equipamiento e instrumental de laboratorio. Sin embargo, la meteorología es una disciplina corta en equipos de laboratorio y amplia en los equipos de observación en campo. En algunos aspectos esto puede parecer bueno, pero en realidad puede hacer que simples observaciones se desvíen hacia una afirmación errónea.

En la atmósfera, hay muchos objetos o cualidades que pueden ser medidos. La lluvia, por ejemplo, ha sido observada en cualquier lugar y desde siempre, siendo uno de los primeros Fenómenos en ser medidos históricamente.

Estaciones meteorológicas

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos. Está equipada con los principales instrumentos de medición, entre los que se encuentran los siguientes:

- Anemómetro (mide la velocidad del viento).
- Veleta (señala la dirección del viento).
- Barómetro (mide la presión atmosférica).
- Heliógrafo (mide la insolación recibida en la superficie terrestre).
- Higrómetro (mide la humedad).
- Piranómetro (mide la radiación solar).
- Pluviómetro (mide el agua caída).
- Termómetro (mide la temperatura).

1.3.3. Hidrografía en Lambayeque

El agua, vital elemento, en el Departamento se encuentra principalmente en los ríos, el mar, y las corrientes subterráneas.

La aguas de los ríos, cubre más del 95 % del agua utilizada en la agricultura, industria y uso doméstico. El agua subterránea es abundante pero poco empleada por el alto costo y la falta de planificación de los cultivos, deficiencia que se está superando en Olmos con el cultivo de maracayá y limoneros.

Tanto la sequía, como la abundancia de aguas de los ríos, causan enormes daños, a la vez constata que el hombre de la ciudad como el del campo, no están preparados ni toman las medidas adecuadas para menguar sus efectos perjudiciales.

Los principales ríos son:

Río Chancay. - Conocido con el nombre de río Lambayeque, es más importante. Su largo aproximado es 250 km, de sus aguas dependen las 3 capitales provinciales, más de 15 poblados menores, 25 empresas agrícolas y medianos, pequeños productores individuales. Nace al oeste del asiento minero de Hualgayoc en las lagunas de Mishis y Yanahuanca a una altura de 4000 m.s.n.m., en sus orígenes se le conoce como río Quilcate, que va descendiendo al Oeste recibiendo otros pequeños tributarios, sin engrosar sus aguas debido a las filtraciones, las mismas que aparecen Km. Abajo y al unirse con el río Samán ya recibe el nombre de Chancay, sigue desplazándose al Oeste recibiendo las aguas del río Cumbil. A la altura de Raca rumí, hay una toma de ese nombre que capta sus aguas para llevarlas al reservorio de Tinajones, reservorio que de nuevo vierte las aguas a su lecho, kilómetros abajo. En la Puntilla hay una obra de ingeniería que divide las aguas en dos partes, la del Río Reque o Eten, y la de Lambayeque (canal Desaguadero), del que mediante otras compuertas se reparte el agua: para el canal Taymi para el río Lambayeque.

Río La Leche. - Nace en las cumbres de Cañarís, y Cachen a más de 3000 m.s.n.m. tiene un volumen de agua muy irregular y por lo general no llega al mar, salvo en épocas de abundantes lluvias. En épocas o mejor dicho periodos lluviosos y de abundancia de aguas este río inunda los poblados rivereños y las cementeras causando daños inmensos. En la parte baja se unen con el Motupe.

Río Zaña. - Nace en el Departamento de Cajamarca, al Este de Niepos, en su desplazamiento y descenso hacia el Oeste recibe las aguas de numerosos riachuelos, ya en la costa da sus aguas a los poblados de Oyotún, Nueva Arica, Zaña, Mocupe y Lagunas. Sus aguas en determinadas épocas como en 1925 y 1983 han causado daños a Zaña y otros poblados rivereños.

Al norte del Departamento en el distrito de Olmos se encuentran los riachuelos: Cascajal, San Cristóbal, y Olmos, de recorrido muy corto, no llegan al mar, salvo en años de mucha lluvia.

El mar lambayecano, es la pequeña porción del Océano Pacífico que baña las playas del departamento y se extienden, desde las orillas, 200 millas mar adentro, tiene una gran importancia histórica, por el llegaron Naylamp y sus

hombres, así como las ideas que alimentaron las inquietudes libertarias y en tanto no hubo carreteras por mar se mantuvo unido Lambayeque, con los puertos del litoral Norte y Sur peruano, y otros países del mundo. Hoy no se aprovechan sus inmensas ventajas de comunicación y transporte.

El mar Lambayeque Por ser parte del mar peruano ejerce una gran influencia en el clima y la vida del hombre, y de los animales. Es el medio en el que opera a corriente peruana, y la corriente de Niño. Su riqueza ictiológica es diversa y abundante.

1.3.4. Senamhi

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú brinda información sobre el pronóstico del tiempo en el Perú, así asesoría y estudios científicos en las áreas de hidrología, meteorología, agrometeorología y asuntos ambientales. Se creó mediante el Decreto Ley N° 17532 del 25 de marzo de 1969 como un organismo público descentralizado, aunque sus actividades meteorológicas e hidrológicas se encontraban a cargo de los Ministerios de Fomento y Obras Públicas, Aeronáutica y Agricultura, así como de CORPAC.

La ley orgánica del Senamhi se promulgó por Ley N° 24031 del 14 de diciembre de 1984. A partir del 13 de mayo de 2008, pasó a formar parte del Ministerio del Ambiente conforme al Decreto Legislativo N° 1013.

- a) Organizar, controlar, operar y mantener la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, Hidrológicas y Agrometeorológicas, de conformidad con las normas técnicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y las necesidades de desarrollo nacional, a excepción de las redes de estaciones establecidas con fines específicos.
- b) Realizar y formular los estudios e investigaciones que satisfagan las necesidades de desarrollo y defensa nacional, en lo concerniente a su aplicación en las diferentes áreas de la meteorología, hidrología, agrometeorología y otras conexas.

- c) Asesorar y brindar apoyo técnico que requieran las entidades públicas y privadas para el desarrollo de actividades en las que sea necesario el empleo de información y técnicas relacionadas con las funciones del SENAMHI.
- d) Divulgar la información técnica y científica.
- e) Promover en coordinación con las Universidades, la capacitación técnica y profesional en especialidades relativas al estudio, investigación y aplicación de los diversos elementos atmosféricos e hídricos continentales.
- f) Organizar y administrar el Archivo Nacional de Información Meteorológica, Hidrológica, Agrometeorológica y conexas y proporcionar la información necesaria para los planes de desarrollo nacionales, regionales y locales.
- g) Dictar normas y regulaciones relativas a la instalación, operación y mantenimiento de estaciones meteorológicas, hidrológicas y agrometeorológicas de la red nacional, así como de otras estaciones de fines específicos.
- h) Participar en todas las actividades de estudios y proyectos relacionados con el medio ambiente.
- i) El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, de acuerdo a su competencia técnica especializada , es la entidad encargada de expedir certificaciones de calibración y control del instrumental meteorológico e hidrológico, así como la de otorgar conformidad a la información meteorológica e hidrológica, que sea utilizada en el país, para la elaboración de proyectos, ejecución de obras u otras actividades que se relacionen con la investigación, el comercio, la industria u otros fines productivos o no, los cuales requerirán de dicha autorización expresamente.
- j) Organizar, fomentar y dirigir, dentro del ámbito de su competencia técnica especializada, los estudios e investigaciones meteorológicas, hidrológicas, climatológicas y agro meteorológicas que se efectúen en el país por entidades nacionales y extranjeras, debiendo mantener para tal

- efecto un registro único a nivel nacional, de instituciones que cuenten con instrumental para la obtención de datos cualesquiera que sean los fines.
- k) Representar al Perú ante la Organización Meteorológica Mundial y en los certámenes relacionados con la meteorología, hidrología y agrometeorología, que se realicen en el país o en el extranjero.
 - l) Celebrar acuerdos y contratos de cooperación con entidades públicas y privadas, nacionales y proponer al Presidente de la República convenios internacionales, en el ámbito de su competencia de acuerdo a los dispositivos legales vigentes.
 - m) El SENAMHI queda encargado de organizar, normar y promover un sistema de vigilancia atmosférica del país, a fin de preservar los peligros de la contaminación ambiental.
 - n) Cumplir otras funciones que le asigne la ley.

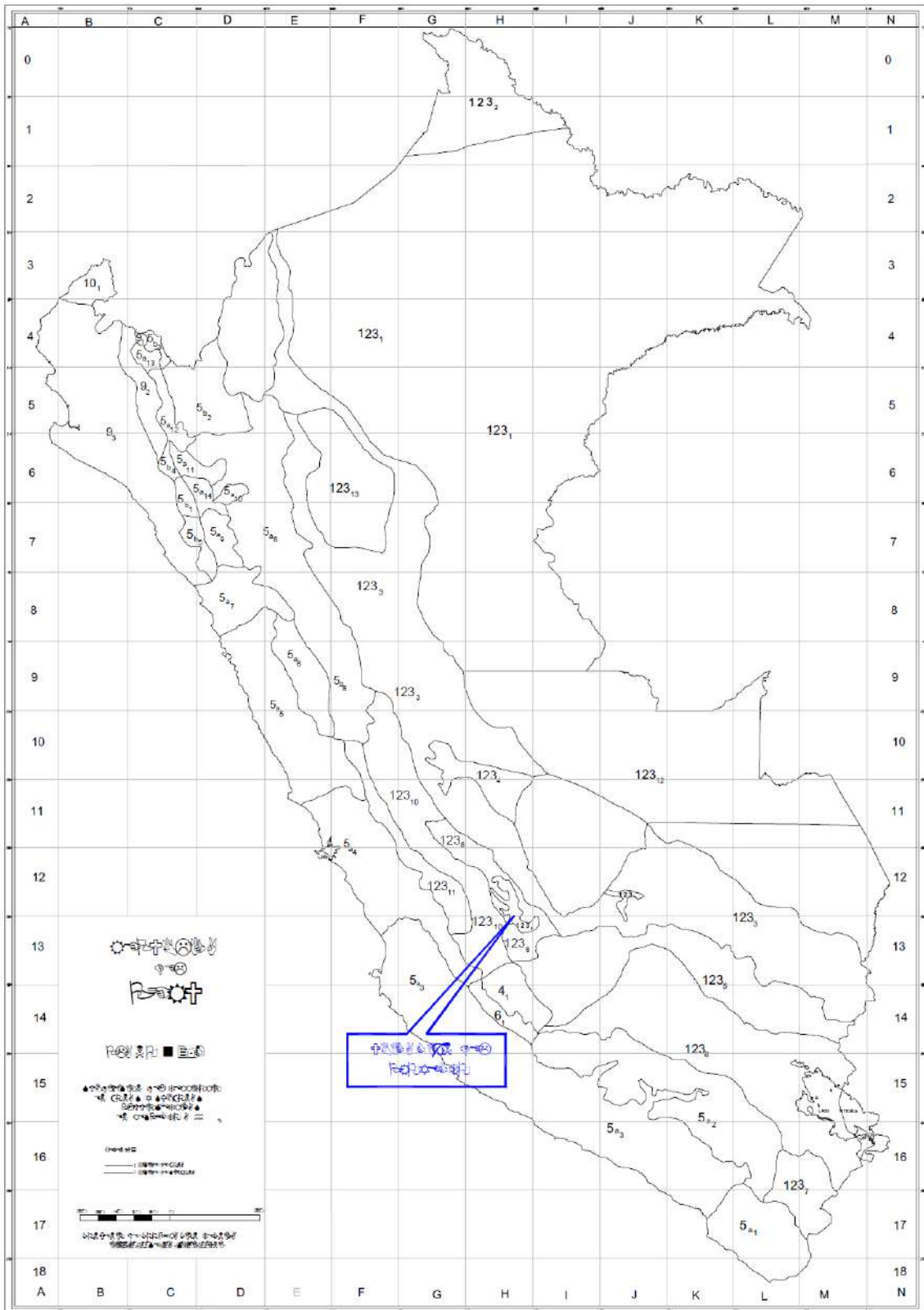


Tabla 3.a
Subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas y valores de los
parámetros K'_g y ϵ_g que definen la distribución de probabilidades de h_g en
cada punto de estas

ZONA	K'_g	Subzona	ϵ_g
123	$K'_g = 0,553$	123 ₁	$\epsilon_g = 85,0$
		123 ₂	$\epsilon_g = 75,0$
		123 ₃	$\epsilon_g = 100 - 0,022 Y$
		123 ₄	$\epsilon_g = 70 - 0,019 Y$
		123 ₅	$\epsilon_g = 24,0$
		123 ₆	$\epsilon_g = 30,5$
		123 ₇	$\epsilon_g = -2 + 0,006 Y$
		123 ₈	$\epsilon_g = 26,6$
		123 ₉	$\epsilon_g = 23,3$
		123 ₁₀	$\epsilon_g = 6 + 0,005 Y$
		123 ₁₁	$\epsilon_g = 1 + 0,005 Y$
		123 ₁₂	$\epsilon_g = 75,0$
		123 ₁₃	$\epsilon_g = 70$
4	$K'_g = 0,861$	4 ₁	$\epsilon_g = 20$
5a	$K'_g = 11 \cdot \epsilon_g^{-0,85}$	5 a ₁	$\epsilon_g = -7,6 + 0,006 Y$ (Y > 2300)
		5 a ₂	$\epsilon_g = 32 - 0,177 D_c$
		5 a ₃	$\epsilon_g = -13 + 0,010 Y$ (Y > 2300)
		5 a ₄	$\epsilon_g = 3,8 + 0,0053 Y$ (Y > 1500)
		5 a ₅	$\epsilon_g = -6 + 0,007 Y$ (Y > 2300)
		5 a ₆	$\epsilon_g = 1,4 + 0,0067$
		5 a ₇	$\epsilon_g = -2 + 0,007 Y$ (Y > 2000)
		5 a ₈	$\epsilon_g = 24 + 0,0025 Y$
		5 a ₉	$\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$
		5 a ₁₀	$\epsilon_g = 18,8 + 0,0028 Y$
		5 a ₁₁	$\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$
		5 a ₁₂	$\epsilon_g = 19,0 + 0,005 Y$
		5 a ₁₃	$\epsilon_g = 23,0 + 0,0143 Y$
		5 a ₁₄	$\epsilon_g = 4,0 + 0,010 Y$
5b	$K'_g = 130 \cdot \epsilon_g^{-1,4}$	5 b ₁	$\epsilon_g = 4 + 0,010$ (Y > 1000)
		5 b ₂	$\epsilon_g = 41,0$
		5 b ₃	$\epsilon_g = 23,0 + 0,143 Y$
		5 b ₄	$\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$
		5 b ₅	$\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$
6	$K'_g = 5,4 \cdot \epsilon_g^{-0,6}$	6 ₁	$\epsilon_g = 30 - 0,50 D_c$
9	$K'_g = 22,5 \cdot \epsilon_g^{-0,85}$	9 ₁	$\epsilon_g = 61,5$
		9 ₂	$\epsilon_g = -4,5 + 0,323 D_m$ (30 ≤ D _m ≤ 110)
		9 ₃	$\epsilon_g = 31 + 0,475(D_m - 110)$ (D _m ≤ 110)
10	$K'_g = 1,45$	10 ₁	$\epsilon_g = 12,5 + 0,95 D_m$

Y : Altitud en msnm
D_c : Distancia a la cordillera en km
D_m : Distancia al mar en km

Fuente: IILA-SENAMHI-UNI (1983), "Estudio de la hidrología del Perú - Volumen III", Convenio de Cooperación Técnica del Instituto Ítalo-Latino Americano, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, y Universidad Nacional de Ingeniería, marzo 1983, Roma-Italia, p. III:39

Tabla 3.b
Valores de los parámetros a y n que, junto con K', definen las curvas de probabilidad pluviométrica en cada punto de las subzonas

SUBZONA	ESTACION	Nº TOTAL DE ESTACIONES	VALOR DE n	VALOR DE a
I23 ₁	321-385	2	0,357	32,2
I23 ₃	384-787-805	3	0,405	a = 37,85 - 0,0083 Y
I23 ₁₃	244-193	2	0,432	
I23 ₅	850-903	2	0,353	9,2
I23 ₈	840-913-918-958	4	0,380	11
I23 ₈	654-674-679-709-713-714-732-745-752	9	0,232	14,0
I23 ₉	769	1	0,242	12,1
I23 ₁₀	446-557-594-653-672-696-708-711-712-715-717-724-757-773	14	0,254	a = 3,01 + 0,0025 Y
I23 ₁₁	508-667-719-750-771	5	0,286	a = 0,46 + 0,0023 Y
5 a ₂	935-968	2	0,301	a = 14,1 - 0,078 D _c
5 a ₅	559	1	0,303	a = -2,6 + 0,0031 Y
5 a ₁₀	248	1	0,434	a = 5,80 + 0,0009 Y

Fuente: IILA-SENAMHI-UNI (1983), "Estudio de la hidrología del Perú - Volumen III", Convenio de Cooperación Técnica del Instituto Italo-Latino Americano, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y Universidad Nacional de Ingeniería, marzo 1983, Roma-Italia, p. III:42

Tabla 3.c
Estaciones pluviográficas: valor de t para el cual resulta $\epsilon_t = \epsilon_g$

COD.	ESTACION	t _g	COD.	ESTACION	t _g
193	Moyobamba	15,2	695	Chichicocha	19,6
244	Porvenir	13,5	708	Palaco	10,6
248	Bambamarca	15,2	709	Ranra	12,3
321	Contamana	15,3	711	Tellería	12,8
384	Uchiza	15,4	712	Acostambo	15,3
508	Oyon	15,5	713	Pajayagra	14,4
559	Picoy	15,5	714	Huancayoocasa	13,4
805	Quincemil	19,1	715	Los Nogales	13,9
903	Progreso	10,5	717	Pampas	16,5
968	Sibayo	15,9	719	Cercapuquio	8,5
958	Huaraya Moyo	17,5	724	Kichuas	16,9
557	Upamayo	19,4	732	Villena	8,7
594	Hueque	16,4	745	Santa Rosa	16,2
653	Pachacayo	16,1	750	Chillicocho	15,7
654	Mantaro	11,9	752	Churcampa	16,3
667	Yauricocha	17,5	757	Huancavelica	16,3
674	Huaytapallana	14,8	769	Huanta	16,0
679	Angasmayo	12,1	771	Astobamba	20,0

Fuente: IILA-SENAMHI-UNI (1983), "Estudio de la hidrología del Perú - Volumen III", Convenio de Cooperación Técnica del Instituto Italo-Latino Americano, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y Universidad Nacional de Ingeniería, marzo 1983, Roma-Italia, Cuadro I: 1-10.

Figura N°5. Tabla de zonas y sub zonas de la metodología IILA-SENAMHI-UNI.

1.3.5. Método IILA-SENAMHI-UNI

Formula IILA Modificada:

$$i_{(t,T)} = a \times (1 + K \log T) \times (t+b)^{n-1}$$

ECUACION DE IILA SENAMHI MODIFICADA

Dónde:

- i = intensidad de lluvia (mm/hora).
- a = parámetro de intensidad (mm).
- k = parámetro de frecuencia (adimensional).
- b = parámetro de duración (adimensional).
- t = duración (hora).
- n = parámetro de duración (adimensional).
- T = tiempo de retorno.

$$i_{(t,T)} = \left(\frac{1}{t_g}\right)^n \times P_{24} \times (t+b)^{n-1}$$

$$P_{24} = \varepsilon_g \times (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

$$a = \left(\frac{1}{t_g}\right)^n \times \varepsilon_g$$

ECUACION DE PARAMETROS DE INTENSIDAD

Dónde:

- P_{24} = Máxima Precipitación en 24 horas.
- T = tiempo de retorno.
- T_g = duración de la lluvia diaria, asumido en promedio de 15,2 para Perú.
- $K = K'$.
- $b = 0.5$ horas (costa, centro y sur), 0.4 horas (sierra) y 0.2 horas (costa, norte y selva).
- ε_g = parámetro para determinar P_{24} .
- n = parámetro de duración (adimensional).

Curva IDF IILA – SENAMHI

En el marco de un convenio de cooperación técnica entre el Instituto Ítalo Latinoamericano – IILA, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI y la Universidad Nacional de Ingeniería - UNI – en 1983, se desarrollaron una familia de curvas de Intensidad – duración – frecuencia, para las distintas regiones del Perú, que tiene la siguiente formulación:

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$P_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T) t^n$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION POR TIEMPO

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T) t^{n-1}$$

ECUACION DE INTENSIDAD DE LLUVIA POR TIEMPO

Para $t \leq 3$ horas:

$$P_{t,T} = a(1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1} t$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION POR TIEMPO

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

ECUACION DE INTENSIDAD DE LLUVIA POR TIEMPO

Fórmula IILA Modificada:

$i = a*(1 + K \text{Log} T) * (t + b)^{n-1}$;para $t < 3$ horas.

i = intensidad de la lluvia (mm/hora).

a = parámetro de intensidad (mm).

K = parámetro de frecuencia (adimensional).

b = parámetro (hora).

n = parámetro de duración (adimensional).

t = duración (hora).

$T = T =$ tiempo de retorno

Donde $P_{t,T}$, $i_{t,T}$ son la precipitación y la intensidad de tormenta para una duración t (en horas t (en hora) y de periodo de retorno T (en años) dados, a , K y n son constantes regionales. El parámetro b se clasifica según las regiones naturales del Perú.

Región	Parámetro b
Costa, Centro y Sur	0.50
Sierra	0.40
Costa, Norte y Selva	0.20

Parámetro regional b.

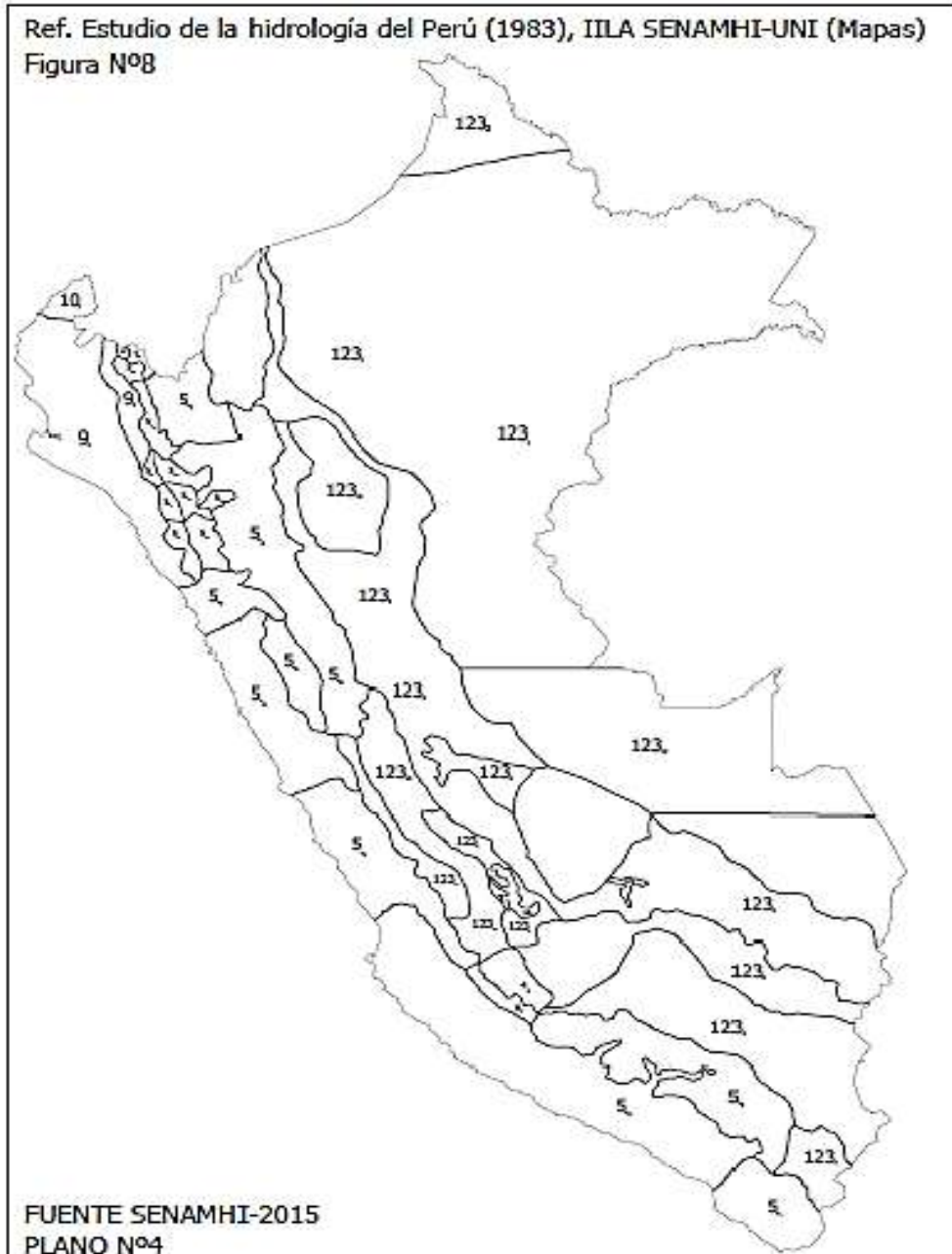


Figura N°6. Mapa de hidrología IILA-SENAMHI-UNI

1.3.6. Hidrogramas

El hidrograma es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica tal como: nivel de agua, caudal, carga de sedimentos, entre otros. Para un río, arroyo, rambla o canal, si bien típicamente representa el caudal frente al tiempo; esto es equivalente a decir que es el gráfico de la descarga de un flujo en función del tiempo. Éstos pueden ser hidrogramas de tormenta e hidrogramas anuales, los que a su vez se dividen en perennes y en intermitentes.

Permite observar:

- Las variaciones en la descarga a través de una tormenta, o a través del año hidrológico:
- El pico de escorrentía (caudal máximo de la avenida).
- El flujo de base o aporte de las aguas subterráneas al flujo.
- Las variaciones estacionales de los caudales si se grafica un período de uno o varios años.

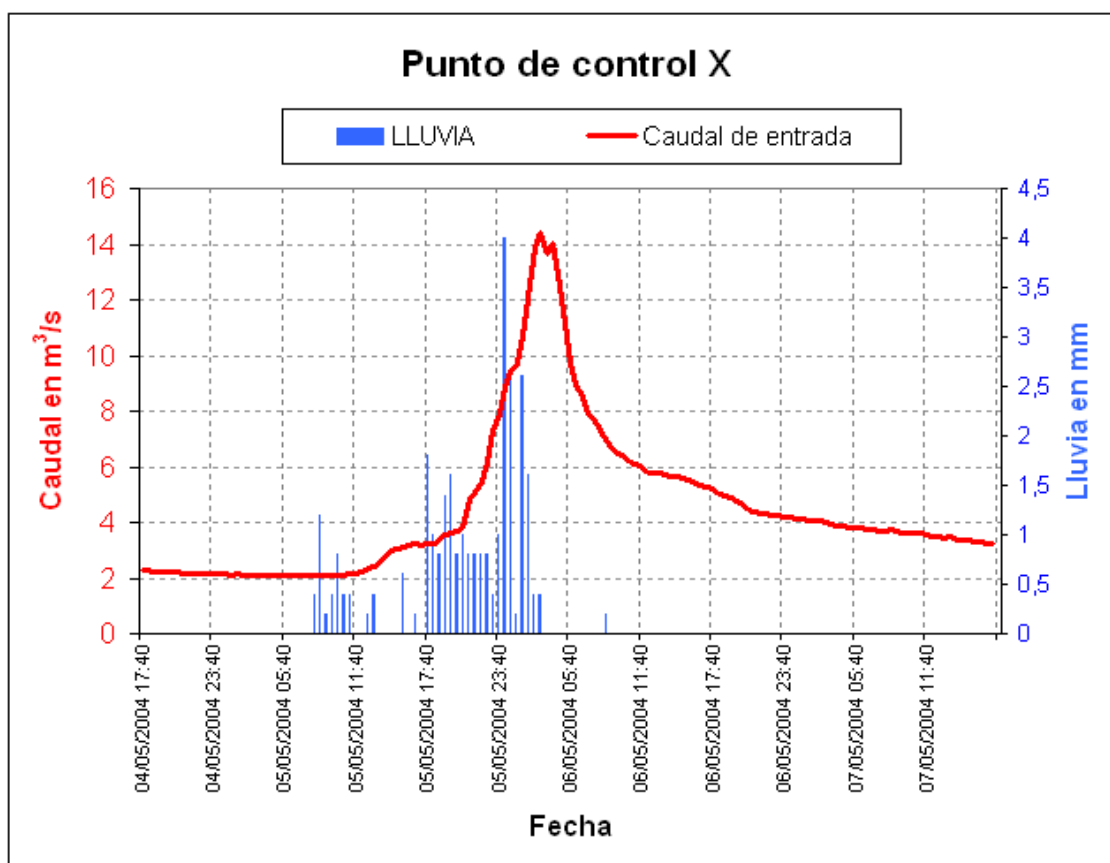
Un mm de precipitación significa que en una superficie de un m² ha caído un litro de agua de lluvia.

Los hidrogramas son útiles, entre otras cosas, para comparar los tiempos de descarga y caudales pico de varias corrientes o cuencas hidrográficas, para así conocer las diferencias entre sus capacidades de respuesta ante avenidas.

Hidrograma Unitario: Curva básica de respuesta a una unidad de precipitación que describe la forma en que una cuenca devuelve un ingreso de lluvia distribuido en el tiempo. Se basa en el principio de que dicha relación entrada-salida es lineal, es decir, que pueden sumarse linealmente. Se construye con base en un "Hidrograma en S" que a su vez se construye desglosando varias tormentas y sus hidrogramas reales producidos.

Hidrograma Sintético: Hidrograma unitario estimado de acuerdo con fórmulas que incluyen parámetros físicos de la cuenca en estudio como área, longitud del cauce principal, pendiente promedio y otros. Son los hidrogramas sintéticos más conocidos: el Triangular del USDA, el de Sneyder, el de Clark.

Figura N°7. Hidrograma de tormenta NRCS debido a la lluvia recibida en la cuenca.



FUENTE: SENAMHI – 2015

1.3.7. Definición de términos básicos

Cauce: o lecho, es la parte de un valle por donde discurren las aguas en su curso: es el confín físico normal de un flujo de agua, siendo sus confines laterales las riberas.

Caudal: es la cantidad de agua que pasa por un punto del río en un momento determinado. Se suele expresar en m³/s. Esta medición se hace en una estación de aforo que se sitúa en una parte del río donde se sabe que su cauce no va a cambiar de estado, ni en anchura ni en profundidad con el paso del tiempo.

Crecidas: son momentos en los que el caudal aumenta de forma exagerada. También se conoce con el nombre de riadas. Las crecidas producen variaciones morfológicas en los trazados fluviales y en la disposición de los sedimentos.

Escorrentía: es el volumen de agua que circula por una cuenca de

drenaje, en otras palabras, es la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida uniformemente. Escorrentía = precipitación – evapotranspiración. Otros autores definen la escorrentía como el agua procedente de la lluvia o de la fusión nival, que no es retenida por la vegetación (intercepción) y supera la capacidad de filtración del suelo ocupando las zonas más deprimidas del terreno, donde el agua se estanca o fluye buscando zonas aún más deprimidas.

Estabilidad de cauce: sinónimo del equilibrio de un cauce. Entendemos que un cauce está en equilibrio o es estable cuando el perfil del fondo del río, permanece invariable a largo plazo, sin ascenso (acreción) ni descenso (erosión). Al mismo tiempo, hablamos de cauce estable cuando su sección transversal (anchura y profundidad) permanece invariable a largo plazo y, finalmente, también cuando el recorrido del cauce en planta no cambia con el tiempo.

Estiajes: Son momentos en los que el caudal desciende por debajo de la media de forma muy exagerada. Esto ocurre principalmente por la sequía, ya que la forma principal de alimentación de un curso fluvial son las precipitaciones.

Gasto formativo: es aquel que de permanecer constante a lo largo del año, transportará la misma cantidad de material del fondo que el hidrograma anual.

Gasto máximo: es capaz de pasar por el cauce principal sin que desborde hacia la planicie.

Geodinámica: es una rama de las Ciencias de la Tierra que estudia los agentes o fuerzas que intervienen en los procesos dinámicos de la Tierra. Se divide en Geodinámica interna (o procesos endógenos) y Geodinámica externa (procesos exógenos de la superficie terrestre). En la geodinámica externa intervienen los factores y fuerzas externas de la Tierra (viento, agua, hielo, etc.), ligada al clima y a la interacción de éste sobre la superficie o capas más externas. Sobre el compendio de metodologías y técnicas que pueden emplearse sobre las "formas del relieve" (Geomorfología),

y sobre algunos de sus agentes, como el agua (Hidrogeología).

Geomorfología: rama de la Geografía Física que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado a describir, entender su génesis y entender su actual comportamiento. Por su campo de estudio, la geomorfología tiene vinculaciones con otras ciencias. La geomorfología dinámica, se ha visto beneficiado enormemente con el avance tecnológico paralelo y reducción de costos en equipos de medición y el incremento exponencial de la capacidad de procesamiento de las computadoras. La geomorfología dinámica trata de procesos elementales de erosión, de los agentes de transporte, del ciclo geográfico y de la naturaleza de la erosión.

Hidrograma: es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica tal como: nivel de agua, caudal, carga de sedimentos, entre otros. Para un río, arroyo, rambla o canal, si bien típicamente representa el caudal frente al tiempo; esto es equivalente a decir que es el gráfico de la descarga (L^3/T) de un flujo en función del tiempo.

Precipitación: La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Ocurre cuando la atmósfera (que es una gran solución gaseosa) se satura con el vapor de agua, y el agua se condensa y cae de la solución (es decir, precipita). El aire se satura a través de dos procesos: por enfriamiento y añadiendo humedad.

Intensidad: Es la altura de precipitación por unidad de tiempo, generalmente se expresa en mm/h (milímetros por hora).

Cuenca: La cuenca es la unidad hidrológica superficial más utilizada. No coincide ni tiene por que con las unidades hidrológicas subterráneas. Consiste en una porción de territorio que se puede aislar de forma que si esta fuese impermeable toda el agua que escurriría por ella drenaría por un mismo punto. Dos tipos de cuenca se pueden reconocer, endorreicas y exorreicas. Las cuencas endorreicas son aquella que terminan en un lago central y cuenca

exorreicas aquellas cuencas que drenan fuera de la unidad hidrológica. Es un elemento que permite controlar las cantidades de agua para poder hacer una contabilidad de la misma.

IILA: Instituto Ítalo-Latino.

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e hidrología.

UNI: Universidad Nacional de Ingeniería.

1.4. Formulación del Problema

¿Cómo se evaluará y comparara la Metodología IILA - SENAMHI - UNI para pronosticar la ocurrencia del Fenómeno del Niño a nivel Regional de la cuenca Chancay y el Río La Leche?

1.4.1. Objeto de estudio y Campo de acción

El objeto de estudio es la evaluación y comparación de la metodología IILA – SENAMHI – UNI para pronosticar la ocurrencia del Fenómeno del Niño a nivel Regional de la cuenca Chancay y el Río La Leche. El campo de acción es la hidrología.

1.4.2. Delimitación de la Investigación

La investigación y recolección de datos se realizarán en las estaciones pluviométricas y meteorológicas cercanas a la Cuenca Chancay y del Río La Leche.

1.5. Justificación e Importancia del estudio

Es fundamental en esta tesis demostrar la importancia de la realización del estudio de METODOLOGIA IILA-SENAMHI UNI para poder evaluarla y compararla con otras metodologías más usadas para hallar precipitaciones extremas o un probable fenómeno del niño, para tener más datos y una estadística más amplia, para así poder elaborar y planificar proyectos más

completos de prevención contra desastres naturales que desate las precipitaciones extremas o un fenómeno del niño.

1.5.1. Justificación Técnica

El propósito de la presente tesis consiste en evaluar y comparar la metodología IILA - SENAMHI – UNI, y con ello obtener datos que pronostiquen la ocurrencia del Fenómeno del Niño a nivel Regional de la Cuenca Chancay y del Río La Leche, esto ayudará a comparar con otros métodos estadísticos y evaluar qué tan eficiente es este método. Teniendo como fuente los datos recolectados de las estaciones pluviométricas y meteorológicas cercanas al área de estudio.

Para desarrollar la presente tesis se utilizará el método IILA – SENAMHI – UNI, el cual consiste en procesar la información de las estaciones de registros pluviométricos y meteorológicos, hallando la precipitación máxima de lluvia, duración (horas) y periodo de retorno (años).

1.5.2. Justificación Ambiental

Al evaluar y comparar la metodología IILA – SENAMHI – UNI se obtendrá precipitaciones máximas en los meses y años indicados, con estos datos se podrá tomar medidas para la prevención y evitar pérdidas de campos de cultivo, nichos ecológicos, flora y fauna en las zonas afectadas a nivel regional.

1.5.3. Justificación Social

Al evaluar la metodología que servirá para la predicción de futuros eventos extremos a lo largo del tiempo, ayudará a prevenir y proteger a las poblaciones afectadas ante un posible Fenómeno del Niño.

1.5.4. Justificación Económica

Con la predicción de las precipitaciones máximas o un posible fenómeno del niño se podrán tomar las precauciones indicadas en las poblaciones afectadas, reduciendo pérdidas humanas y materiales.

1.6. Hipótesis

La evaluación y comparación de la metodología ILLA – SENAMHI – UNI a nivel regional para la cuenca Chancay y del Río La Leche permitirá pronosticar la ocurrencia del Fenómeno del Niño.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Evaluar y comparar la metodología ILLA - SENAMHI - UNI para pronosticar la ocurrencia del Fenómeno del Niño a nivel Regional de la Cuenca Chancay y del Río La Leche.

1.7.2. Objetivos Específicos

1. Recolectar y seleccionar la información de las estaciones pluviométricas cercanas a la cuenca del Río Chancay y el Río la Leche.
2. Evaluar la información seleccionada con la metodología ILLA - SENAMHI – UNI.
3. Obtener los datos de las precipitaciones máximas de lluvia o una probable ocurrencia del Fenómeno del Niño con duración (horas) y periodos de retorno (años) por el método metodología ILLA - SENAMHI – UNI.
4. Comparar los resultados obtenidos en la investigación de la metodología ILLA - SENAMHI – UNI y los métodos estadísticos más utilizados.

II. MATERIAL Y METODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

2.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se realizará en el siguiente proyecto será descriptiva porque se trabajará sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. La metodología específica que pronostique la ocurrencia del Fenómeno del niño en la Región Lambayeque en la cuenca Chancay y el Río la Leche.

Cuantitativa, puesto que se busca contestar las preguntas de investigación y comprobar la hipótesis, mediante el análisis realizado.

2.1.2. Diseño de la investigación

PROBLEMA	SOLUCIÓN	REALIDAD
Actualmente en el Perú existen muy pocos métodos que traten de pronosticar el Fenómeno del Niño y más aún ninguno a nivel local en la región Lambayeque.	Evaluar y comparar con la metodología IILA – SENAMHI – UNI los datos históricos de precipitaciones y así poder pronosticar una probable ocurrencia del Fenómeno del Niño y/o las precipitaciones máximas extremas en la región Lambayeque.	Evaluar y comparar el método utilizando datos de la región, con la finalidad de pronosticar la ocurrencia del Fenómeno del Niño considerando duración (horas), periodos de retorno (años) y probabilidades.

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

La población está compuesta por los ríos de la vertiente del pacifico norte (que desembocan en el Océano Pacífico)

2.2.2. Muestra

Está compuesto por los dos ríos a estudiar que son el Río Chancay y el Río la Leche.

2.3. Variables, Operacionalización

2.3.1. Variable Independiente

a) Metodología IILA – SENAMHI - UNI

Método que sirve para la estimación de precipitaciones máximas asociadas a los periodos de retorno a partir de tablas de la metodología estudiada.

2.3.2. Variable Dependiente

a) Cuenca chancay y rio La Leche

Son los Ríos a estudiar, que se encuentran en la Vertiente del Pacifico Norte.

b) Fenómeno del Niño

El nombre de "El Niño" se debe a la asociación de este Fenómeno con la llamada corriente del Niño, anomalía ya conocida por los pescadores del puerto de Paita, al norte de la República de Perú, quienes observaron que las aguas aumentaban su temperatura durante "la época de las fiestas navideñas" y los cardúmenes o bancos de peces desaparecían de la superficie oceánica, deduciendo dicha anormalidad era debido a una corriente de aire caliente procedente del golfo de Guayaquil (República de Ecuador).

2.3.3. Operacionalización

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE							
CUENCA CHANCAY Y RIO LA LECHE	CUENCAS	VERTIENTES DE AGUA DULCE	ANCHO LONGITUD TOPOGRAFÍA	Pendientes Tirantes Caudales Velocidad	OBSERVACIÓN - ANÁLISIS DE DOCUMENTOS	GUÍA DE OBSERVACIÓN - ANÁLISIS DE DOCUMENTOS - RECOLECCIÓN DE DATOS	ESTACIONES PLUVIOMETRICAS, HIDROMETRO
FENÓMENO DEL NIÑO	DESASTRES NATURALES	INUNDACIONES DESLIZAMIENTOS	PRECIPITACIONES CONSTANTES AUMENTO DE TEMPRERATURA	Cambio climático	OBSERVACIÓN - ANÁLISIS DE DOCUMENTOS	GUÍA DE OBSERVACIÓN - ANÁLISIS DE DOCUMENTOS - RECOLECCIÓN DE DATOS	SENAMHI
INDEPENDIENTE							
METODOLOGÍA IILA – SENAMHI – UNI	ESTUDIO DE PRECIPITACIONES	PRECIPITACION	INTENSIDAD	mm	OBSERVACIÓN - ANÁLISIS DE DOCUMENTOS	GUÍA DE OBSERVACIÓN - ANÁLISIS DE DOCUMENTOS - RECOLECCIÓN DE DATOS	TABLAS, DATOS

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

2.4.1. Métodos de Recolección de Datos

a) Método Deductivo

Es aquél que parte de los datos generales aceptados como valederos para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. En ésta investigación, el método deductivo radica en la conclusión, ya que se obtiene como resultado final las precipitaciones máximas con duración (horas) y periodos de retorno (años) establecido por el método IILA-SENAMHI-UNI en una región establecida.

b) Método Inductivo

Consiste en obtener conclusiones generales a partir de premisas particulares. En la presente tesis, después de obtener los resultados adecuados con el desarrollo de la investigación como es la toma de datos para luego validarlas con diferentes fórmulas, se podrá dar inicio a un adecuado desarrollo de la predicción de precipitaciones máximas en la cuenca Chancay y Río La Leche.

c) Método Analítico

Distingue las partes de un todo y procede a la revisión ordenada de cada uno de sus elementos por separado. En este caso es la recopilación de la información, como son las precipitaciones de cada estación pluviométrica en lugares cercanos de la cuenca chancay y al río de la leche.

d) Método Sintético

La utilización de este método nos dará como resultado la hipótesis de nuestra investigación, ya que consiste en la reunión racional de varios elementos dispersos en una nueva totalidad. Teniendo como resultado la propuesta de la utilización del método IILA-SENAMHI-UNI para predecir las precipitaciones con duración (horas) y periodos de retorno (años) futuros de los ríos a investigar.

2.4.2. Técnica de Recolección de Datos

a) Observación:

Se estudiara los mapas y gráficos que indiquen la presencia de lluvias, y colocar los datos en la metodología IILA-SENAMHI-UNI para pronosticar la ocurrencia del fenómeno del niño, así como los datos pluviométricos e hidrográficos para calcular las precipitaciones máximas a nivel regional en la Cuenca Chancay y el Río la Leche.

b) Análisis de documentos:

Se tuvo en cuenta libros, tesis, revistas, etc., relacionados al tema de la tesis que se ha investigado, con la finalidad de seleccionar y complementar la información faltante. También datos que se encuentran en todas las estaciones pluviométricas en la región Lambayeque alrededor de la cuenca Chancay y rio La Leche.

2.4.3. Instrumentos de Recolección de Datos

Se realiza mediante los diferentes formatos para cada tipo de ensayo. Se emplean los siguientes formatos:

Formato para estudio y ensayos de precipitaciones

Formato para el estudio de cada estación pluviométrica.

Formato para la obtención de los datos hidrológicos.

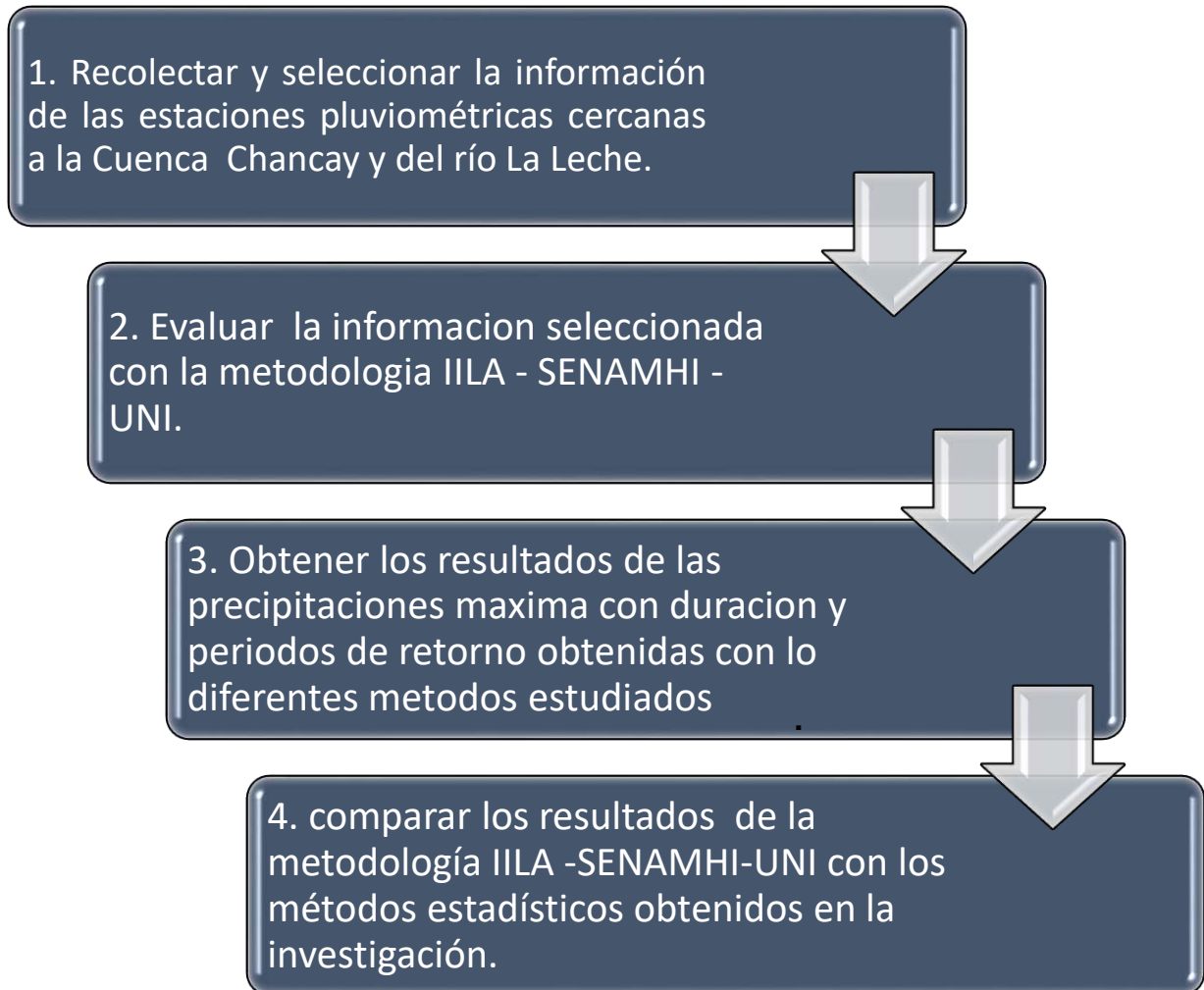
Formato para estudiar las precipitaciones futuras

Los materiales y equipos que se han empleado son los siguientes:

- Equipos fotográficos
- programa MAPS.
- Programa ADOBE READER.
- Programa MICROSOFT EXCEL.
- Programa MICROSOFT WORD.

2.4.4. Procedimiento para la Recolección de Datos

2.4.4.1. Diagrama del Flujo del Proceso



2.4.4.2. Descripción de Procesos

2.4.4.2.1. Recolección de la información disponible

Consistió en la recolección de la información disponible de estudios realizados como es el caso de informes, artículos científicos, manuales y otros, relacionados con el trabajo de investigación.

2.5. Procedimientos de Análisis de Datos

2.5.1. Procesamiento de Datos

El objetivo es graficar el Procesamiento de Datos, elaborando Diagramas que permitan identificar las Entradas, Archivos, Programas y Salidas de cada uno de los Procesos. Para este ítem el elemento clave son los Programas.

2.5.2. Análisis de Resultados

Permite establecer las conclusiones del proyecto, obteniendo los datos reales de la investigación. Si la investigación ha sido lo suficientemente adecuada, se obtendrán resultados cuyo análisis permitirá obtener conclusiones adecuadas.

2.5.3. Plan de Análisis Estadísticos de Datos

2.5.3.1. Enfoque Cualitativo

Se examinan las guías de análisis de documentos obtenidos en las estaciones hidrológicas de la región Lambayeque, también del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), SENAMHI, y otras relacionadas al presente estudio.

2.5.3.2. Enfoque Cuantitativo

Se utiliza la estadística descriptiva, se aplica promedios, valores máximos y mínimos, desviación estándar, coeficiente de sesgo, coeficiente de variación, método de los promedios, intervalo de confianza y demás otros sugeridos por los métodos estadísticos para determinar las precipitaciones máximas con los periodos de retorno. Así mismo se utiliza el software de Microsoft Office Excel, para procesar los datos, tabularios y para realizar cálculos hidrológicos.

La recolección de datos se dará manualmente y vaciadas en tablas en Excel de las estaciones pluviométricas por año.

CUENCA:		Altura de la estación										msnm
ESTACIÓN:		UTM					Norte (Y)					m
Factor:		UTM					Este (X)					m
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

los pluviómetros que están calibrados y utilizados en varios proyectos hidráulicos de gran importancia.

2.7.2. Replicabilidad

El presente proyecto será utilizado para posteriores investigaciones similares a la investigación que se está realizando.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados en Tablas y Figuras

3.1.1. Descripción General de Los Ríos

3.1.1.1. Descripción General de la Cuenca Chancay

La cuenca hidrográfica del Río Chancay – Lambayeque, se ubica en el norte del Perú, políticamente su territorio corresponde a los departamentos de Lambayeque y Cajamarca. Limita por el Norte con la cuenca del Río La Leche, por el sur con la cuenca del Río Jequetepeque – Zaña, por el este con la cuenca del Río Chotano y por el oeste con el Océano Pacífico. El área de drenaje de la cuenca hasta la Bocatoma Racarumi es de 5404.18 Km².

El río Chancay pertenece a la vertiente del Pacífico, es de régimen irregular y está conformado por los Ríos Tacamache y Perlamayo que nacen en la Cordillera Occidental de los Andes; desde sus nacientes hasta su desembocadura en el mar, su longitud es de 170.00 Km; en su recorrido recibe aportes eventuales principalmente de los ríos Cañad, San Lorenzo, Cirato y Cumbil.

En la zona alta es de topografía muy accidentada, de pendientes fuertes. La agricultura de esta zona es en base a lluvias, con cultivos de maíz, menestras, yuca, papa, olluco y en los valles templados se cultivan frutales. La producción en esta zona es autoconsumo; en algunas zonas existen pequeñas obras de riego.

La zona baja del valle, que actualmente constituye el área irrigada, es de topografía ligeramente plana y con desarrollo agrícola en base a los cultivos de

arroz, caña de azúcar, maíz, menestras y frutales diversos. La agricultura es básicamente de riego, para lo cual se ha construido obras hidráulicas como el Reservorio Tinajones, Bocatoma Racarrumi, Canal Alimentador, Canal Taymi y el Sistema de Drenaje.

3.1.1.1.1. Climatología

El clima es cálido y seco, las precipitaciones pluviales son escasas manifestándose generalmente en forma de garúa.

La temperatura del aire en la cuenca es variable, así se tiene que en la estación Lambayeque el promedio anual es de 21°C y en Tinajones es de 23°C los valores mínimos registran un promedio anual de 17.9°C en Lambayeque, 18.3°C en Tinajones y 11°C en Huambos; en tanto que los promedios máximos anuales alcanzan los 25.8°C en Lambayeque y 29.9°C en la estación Tinajones, cuyo promedio máximo mensual en el mes de marzo es de 31.6°C.

La humedad relativa en el área del Proyecto, principalmente en la parte correspondiente al departamento de Lambayeque es alta. Además la precipitación pluvial en la cuenca del Valle Chancay – Lambayeque es muy variable, dependiendo a la zona y época del año, estas se concentran en los meses de verano, enero a abril, para la zona de la cuenca alta.

Las precipitaciones totales anuales mínimas alcanzan los 23 mm en la parte baja del valle. Los valores máximos alcanzan 1,069 mm en Quilcate a 3,050 m.s.n.m.

Según el mapa de isoyetas elaborados por Electroperú (OSINERG), se observa la curva de isoyeta de 50 mm en el tramo de la cuenca que va del mar hasta la bocatoma Monsefú-Eten. En el siguiente tramo que va hasta el reservorio Tinajones se observa la curva de isoyeta de 100 mm. Hasta la bocatoma Raca Rumi se aprecia la curva de isoyeta de 250 mm y en la parte alta de la cuenca se tiene isoyetas hasta 1250 mm.

Durante los fenómenos El Niño de los periodos 1982-1983 y 1997-1998, se han registrado precipitaciones anuales en la estación de Tinajones de 728 y 1549.5 mm respectivamente.

3.1.1.1.2. Hidrografía

La cuenca del río Chancay presenta una hidrografía irrigada principalmente con los aportes de las aguas superficiales transportadas por los ríos que tienen su origen en las partes alta y media de la cuenca; éstas a su vez alimentan a los acuíferos subterráneos en toda la cuenca.

El principal río es el Chancay, al que se agregan los aportes de los ríos Chotano, Conchano y Cumbil, para lograr una masa promedio anual de 970 millones de metros cúbicos. El agua subterránea es extraída aproximadamente mediante 648 pozos tubulares de los cuales es posible que sólo se mantengan operativos el 25%, que explotan una masa anual de aproximadamente 120 a 150 millones de metros cúbicos. Otra fuente que se considera para la irrigación de la parte baja del valle son las aguas de retorno (filtraciones en los canales y ríos) cuyo aporte es de 50 millones de metros cúbicos.

3.1.1.1.3. Cartografía de la Zona de Estudio

Sobre la base de planos de levantamiento topográfico se han obtenido los valores del cauce del río, tales como pendiente de fondo, ancho del cauce principal.

La cartografía utilizada en este proyecto se refiere a las cartas obtenidas del “Instituto Geográfico Nacional” (IGN); a escala 1:100000, habiéndose empleado las de Chiclayo (Hoja 14 – d), Chongoyape (Hoja 14 – e) y Chota (Hoja 14 – f). Para la introducción de la geometría al modelo hidráulico de simulación, se tomaron los levantamientos topográficos actuales del río.

Las secciones transversales y la planta del cauce del río Chancay, fueron obtenidas con la ayuda de extensión HEC – RAS.

A continuación se muestran las cartas nacionales que tomaron en cuenta para la delimitación de la cuenca del Río Chancay.

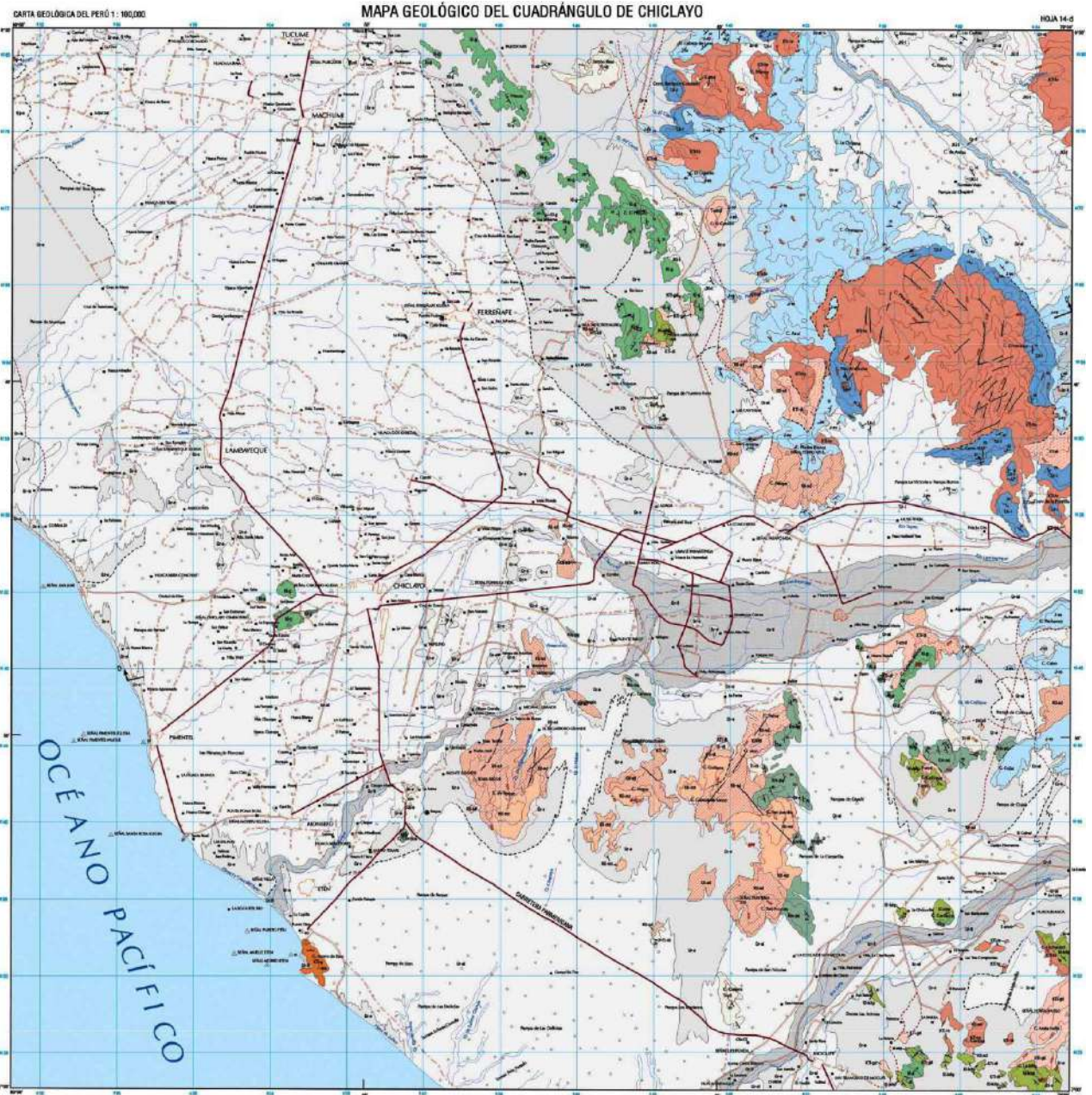


FIGURA N°9. Mapa geológico del cuadrángulo de Chiclayo

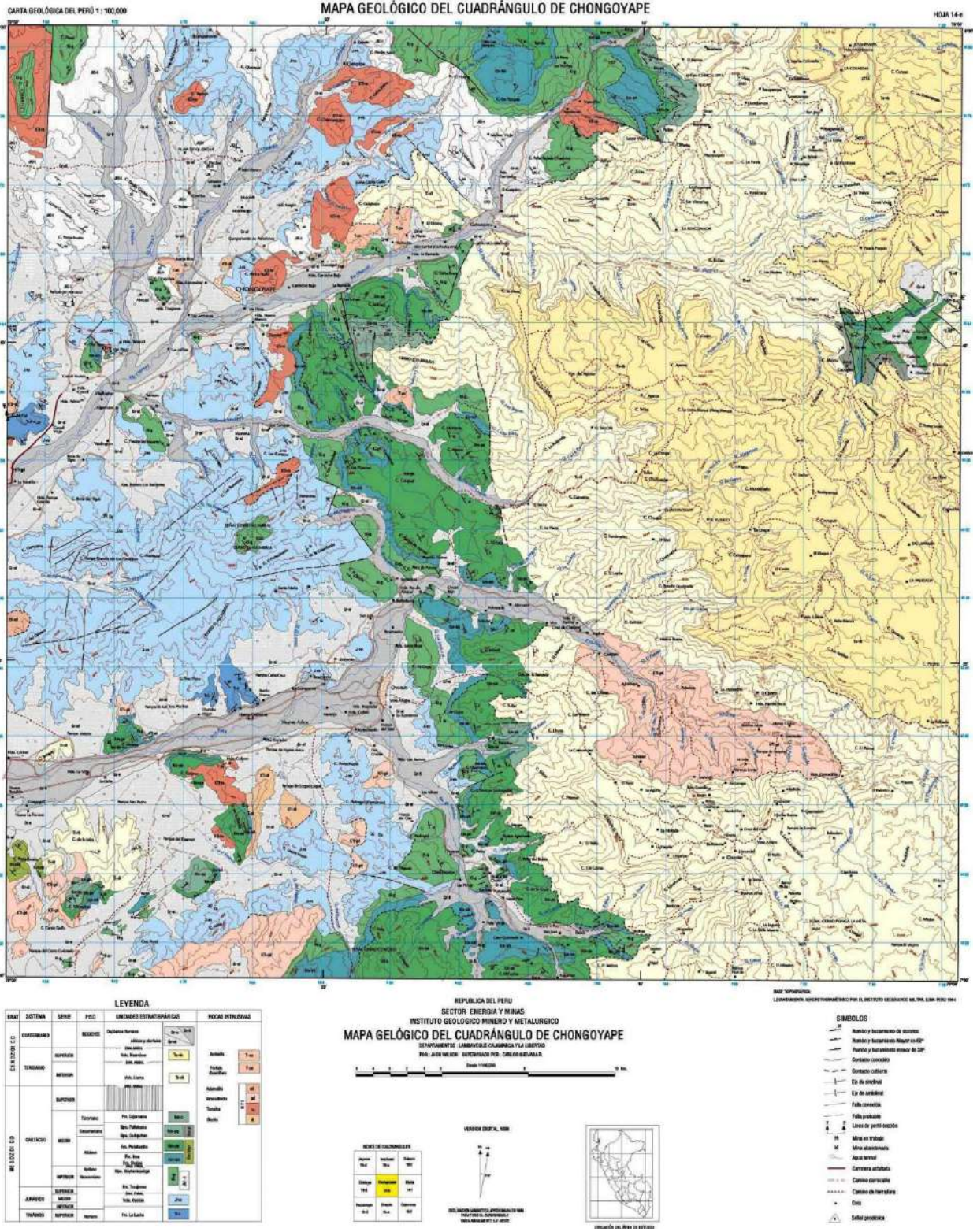


FIGURA N°10. Mapa geológico del cuadrángulo de Chongoyape

3.1.1.1.4. Pluviometría

Contando con un número importante de estaciones meteorológicas que disponen de información pluviométrica, como Precipitaciones máxima en 24 horas se han utilizado 16 Estaciones Pluviométrías tales como: Lambayeque, Ferreñafe, Chiclayo, Pucalá, Tinajones, Reque, Pimentel, Puchaca, Tocmoche, Llama, Huambos, Santa Cruz, Chancay Baños, Chugur, Quilcate, Cochabamba. La precipitación Pluvial de la cuenca del Valle Chancay – Lambayeque es muy variable, dependiendo de la zona y época del año, estas se concentran en los meses de verano, enero a abril para la zona de la cuenca alta.

3.1.1.1.5. Hidrometría

La información del río Chancay ha sido registrada desde el año 1914 en forma continua, habiendo sido analizada a lo largo de los años por diferentes Instituciones. Actualmente ETECOMSA tiene a su carga la operación y registro de la estación Chancay, la información prácticamente sin interrupciones.

Se dispone también de información de las cuencas Llaucano, Conchano y Chotano, la cual han sido registradas con regularidad desde 1958.

3.1.1.1.6. Estación Carhuaquero – Racarrumi del Río Chancay

Esta estación inicio su operación en el año 1914, en la sección denominada la Puntilla, destruida en el año 1925; se trasladó a la sección Carhuaquero en 1925 y finalmente la información se registra en la Bocatoma Racarumi, desde 1966 a la fecha.

Las descargas registradas en la estación Carhuaquero – Racarumi, están influenciadas por la derivación de las aguas del Río Chotano al Chancay.

Los caudales máximos registrados en el Río Chancay – Reque durante los eventos extraordinarios de 1983 y 1998 se muestran en el siguiente cuadro:

CAUDALES MAXIMOS REGISTRADOS DURANTE EL FENOMENO DEL NIÑO EN EL RIO CHANCAY	
AÑO	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
1983	600.00
1998	1996.00

Cuadro N°5: Caudales Máximos registrados durante el Fenómeno del Niño en el Río Chancay.

Fuente: Ministerio de Agricultura

3.1.1.1.7. Características Geomorfológicas de la Cuenca del Río Chancay

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY							
PARAMETROS CARACTERÍSTICOS		UNIDAD	NOMENCLATURA	VALORES OBTENIDOS			
Superficie total de la cuenca		Km ²	Area total (At)	6028.05			
Perímetro de la cuenca		Km	Perímetro total (Pt)	569.62			
RELACIONES DE FORMA	FACTORES DE CUENCA TOTAL	Índice o Coeficiente de Compacidad		Adimensional	$K_c \text{ ó } K = 0.28 P / (At)^{1/2}$	2.05	
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)		Km	LB	201.22
			Ancho Medio		Km	AM = Area cuenca/ LB	29.96
			Factor de Forma		Adimensional	$F_f = A / (L^2)$	0.15
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	$L = \frac{K \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$	261.78	
			Lado Menor	Km	$l = \frac{K \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$	23.03	
Pendiente media del cauce principal según Taylor - Schwarz para toda la cuenca		%	$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{(S_i)^{1/2}}} \right)^2$	0.252			

3.1.1.2. Descripción General del Río La Leche

3.1.1.2.1. Ubicación Geográfica de la Cuenca

La cuenca del Río La Leche está ubicada dentro de lo que es parte de la Jurisdicción de los Departamentos de Lambayeque y Cajamarca, abarcando las provincias de Lambayeque, Ferreñafe y Chota, y dentro de estas, los distritos de Incahuasi, Miracosta, Tocmoche, Pítipo, Pacora, Túcume y Mórrope, entre los paralelos de latitud Sur 6°08' y 6°40'30" y los meridianos de longitud Oeste

79°12' y 80°00'. La cuenca del río La Leche limita por el Norte con las Cuencas de los ríos Salas, Chóchope y Huancabamba, por el Este con la Cuenca del río Chotano, por el sur con la Cuenca del río Chancay y por el Oeste con el Océano Pacífico.

3.1.1.2.2. Clima

En la zona del Proyecto el clima varía de árido a semiárido y es determinado por la corriente fría de Humboldt, proveniente del Sur- Oeste que ejerce un efecto regulador en la temperatura del aire. La temperatura promedio anual alcanza los 22 °C en las zonas costeras y pre montañosas, presentando el mes de Febrero como el más cálido con 27 °C y el más frío el mes de Agosto con 18 °C. La humedad relativa alcanza un valor del 70 % y la evaporación anual asciende a 2500 mm.

La situación climatológica está sujeta a cambios drásticos si la corriente cálida de "El Niño", proveniente del Norte supera la predominancia de la corriente de Humboldt, en este caso las temperaturas ambiente y del mar son muy elevadas y ocurren precipitaciones torrenciales hasta las zonas montañosas durante toda la época de Verano, o sea entre los meses de Diciembre a Mayo.

3.1.1.2.3. Ecología

Para el valle La Leche las siguientes formaciones: desierto sub tropical, maleza desértica sub tropical y bosque espinoso sub tropical, predominando la formación de desierto sub tropical.

El desierto sub tropical es la formación típica de la Costa Peruana desde el Alto hasta la frontera con Chile y va desde el mar hacia el Este en una extensión que varía de acuerdo a la latitud y la elevación del terreno. Después de las lluvias fuertes del año 1983 y 1998 la vegetación aumentó considerablemente en el tramo de estudio, caracterizada generalmente por pasto, hierba, arbustos y por bosques de algarrobo, existen también zonas de diferentes cultivos como maíz, palta, plátano, guaba, caña de azúcar, papayo, yuca, frijoles, garbanzo, lenteja, hortalizas, algodón, etc.

3.1.1.2.4. Recursos Hidráulicos

El río La Leche, está formado por los ríos de las sub cuencas Sangana y Moyán; el río Sangana nace en la cordillera de los Andes, de la confluencia de las aguas provenientes de la Laguna de Pozo con Rabo y de las Lagunas de Quimsacoha, desde sus nacientes y hasta su desembocadura (Puente La Leche) tiene una longitud de 90.05 Km. El río Moyán nace en la Laguna Tembladera, desde sus nacientes y hasta su desembocadura (Puente La Leche) tiene una longitud de 91.47 Km.

El río La Leche es aforado inmediatamente después de la confluencia de los ríos Moyán y Sangana en la estación hidrométrica Puchaca que se encuentra ubicada a 250 m.s.n.m. en las coordenadas geográficas $6^{\circ} 23'$ de latitud Sur y $79^{\circ} 30'$ de longitud Oeste. De acuerdo al régimen de descargas del río La Leche se observa que el año hidrológico abarca entre el 1 de octubre al 30 de setiembre del año siguiente.

Según estudios realizados en esta cuenca, para un periodo de registro de 63 años (1924 - 1987) la masa media anual del río La Leche en la estación de aforos Puchaca sin considerar los años extraordinarios de 1925, 1983, se tiene una masa media anual de 190 millones de m^3 que corresponde a un rendimiento medio de la cuenca de $8.3 \text{ l/s} - \text{Km}^2$, considerando solamente el área de la cuenca receptora: Moyán y Sangana de 728.08 Km^2 . El año más seco comprendido en este período corresponde al año hidrológico 1979 a 1980, con una masa anual de 65.3 millones de m^3 que corresponde a un rendimiento de la cuenca receptora de 2.84 l/s Km^2 .

3.1.1.2.5. Fisiografía

La cuenca del río La Leche, por sus características geomorfológicas, presenta rápidas crecientes de caudales de escorrentía que generalmente disminuyen en forma abrupta en función de la duración de las precipitaciones pluviales que ocurren en su cuenca receptora. El relieve de la cuenca es variado desde muy accidentado en la parte alta hasta muy suave en la zona de pampas, próximo a la confluencia con el río Motupe, donde se ubica el área del presente estudio.

También se aprecian zonas de montañas bajas representadas por las estribaciones andinas al final del curso alto del río.

El paisaje en la parte baja del valle, es el típico de llanuras aluviales, denominadas pampas costeras, que limitan hacia el Este con los macizos rocosos que a su vez comunican el valle llano con los valles interandinos. Hacia el Oeste, la llanura aluvial típica está limitada por deposiciones eólicas litorales que forman campos de dunas móviles y mantos arenosos.

La zona de pampas por lo general presentan un relieve moderado y se observan pequeñas lomas y depresiones de topografía suave; los grandes desniveles topográficos se presentan en forma muy aislada con la aparición de montes-islas que interrumpen la monotonía llana del paisaje.

3.1.1.2.6. Drenaje

El movimiento de los excesos de agua de la zona es de suma importancia a fin de prevenir la acumulación de sales y la falta de aire de los suelos. Un buen drenaje, natural o artificial, conlleva a una rápida remoción del exceso del agua superficial, evitando así bajos rendimientos y mala calidad de los cultivos, un buen drenaje mantiene el nivel freático debajo de la zona de las raíces y favorece el lavado de los suelos para mantener la concentración salina a un nivel adecuado. Las tierras ubicadas en las partes medias y altas de la cuenca, por su topografía e inclinación hacia la parte baja, tienen asegurado su drenaje natural, pero es necesario proteger la zona baja contra los procesos de salinización. Las zonas bajas, debido a su posición y vecindad del mar, así como por un restringido drenaje natural, presentan condiciones de drenaje deficiente.

Las zonas bajas, no tienen un drenaje artificial de zanjadas abiertas, como existe en el Valle Chancay Lambayeque y el drenaje superficial se realiza por los cursos naturales de agua, constituyéndose el cauce del río La Leche en el principal dren natural. En años excepcionales del fenómeno "El Niño", las lluvias andinas asociadas a las lluvias torrenciales locales, originan frecuentes desbordamientos de los cauces e inundaciones en la región por lo que son consideradas zonas críticas las correspondientes a los cursos inferiores del Río La Leche.

3.1.1.2.7. Características geomorfológicas de la cuenca del río La Leche

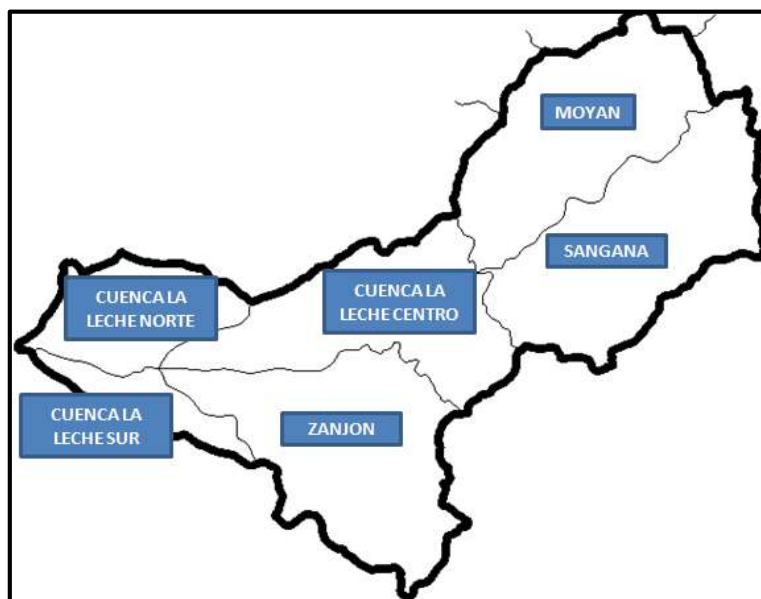


Figura N°12: Área de cuenca del Río la leche

El área total de la cuenca, es toda el área de terreno cuyas precipitaciones son evacuadas por un sistema común de cauces de agua, estando comprendido dicho sistema desde el punto más alto donde se inicia el escurrimiento, hasta su evacuación final o desembocadura que es el punto final de la cuenca.

En el siguiente cuadro se presenta el área total de la cuenca; así como también, de las sub cuencas que la componen:

Cuadro N°6: Características de la cuenca.

Características de la cuenca	Subcuenca	Área (Km ²)	Total	% del
Cuenca Alta	Moyan	335.85	719.02	43.35
	Sangana	383.17		
Cuenca Media	Zanjon	380.43	689.03	41.54
	La Leche Centro	308.60		
Cuenca Baja	La Leche Norte	167.04	250.53	15.11
	La Leche Sur	83.49		
AREA TOTAL DE LA CUENCA (Km ²)			1658.58	100.00

Perímetro de la cuenca del río

Cuenca	TOTAL (Km)
CUENCA DEL RIO LA LECHE	264.08

Subcuencas	Perímetro (Km)
Moyan	102.54
Sangan	118.67
Zanjon	102.39
La Leche Centro	100.88
La Leche Norte	102.54
La Leche Sur	55.43

Perímetro de la cuenca del Río la Leche.

Longitud mayor del río

Cuenca	L (Km)
CUENCA DEL RIO LA LECHE	90.13

Longitud mayor del Río la Leche.

Ancho promedio de la cuenca

Cuenca	Ap (Km)
CUENCA DEL RIO LA LECHE	24.45

Ancho promedio de la cuenca del Río la Leche.

3.1.2. Hidrologías de las Cuencas

3.1.2.1. Hidrología de la Cuenca Chancay

3.1.2.1.1. Análisis de la Información Pluviométrica

Las fuentes de obtención de los datos de Precipitación, son las estaciones Pluviométricas, constituyéndose esta información en el fundamento principal de todo el análisis pluviométrico realizado, luego los resultados obtenidos están en dependencia de la cantidad de los datos disponibles.

El análisis pluviométrico se desarrolló con datos correspondientes a las precipitaciones máximas diarias anuales de las siguientes estaciones Pluviométricas:

ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS DE LA CUENCA DEL RIO CHANCAY					
N° ORDEN	ESTACION PLUVIOMETRICA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m.)	CUENCA
1	LAMBAYEQUE	6°42' S	79°55' W	18.00	CHANCAY
2	FERREÑAFE	6°38' S	79°47' W	67.00	CHANCAY
3	CHICLAYO	6°46' S	79°50' W	27.00	CHANCAY
4	PUCALA	6°45' S	79°36' W	85.00	CHANCAY
5	TINAJONES	6°40' S	79°29' W	240.00	CHANCAY
6	REQUE	6°53' S	79°51' W	21.00	CHANCAY
7	PIMENTEL	6°50' S	79° 56' W	4.00	CHANCAY
8	PUCHACA	6°21' S	79°28' W	500.00	LA LECHE
9	TOCMOCHE	6°25' S	79°22' W	1250.00	LE LECHE
10	LLAMA	6°30' S	79° 07' W	2090.00	CHANCAY
11	HUAMBOS	6°27' S	78°58' W	2200.00	CHANCAY
12	SANTA CRUZ	6°37' S	78°57' W	2000.00	CHANCAY
13	CHANCAY BAÑOS	6°34' S	78°52' W	1600.00	CHANCAY
14	CHUGUR	6°40' S	78°40' W	2744.00	CHANCAY
15	QUILCATE	6°49' S	78°44' W	3100.00	CHANCAY
16	COCHABAMBA	6°28' S	78°53' W	1800.00	CHANCAY

El análisis está orientado a encontrar la distribución de frecuencias de valores extremos que más se ajuste a los datos observados para cada estación, obteniéndose los resultados de acuerdo al comportamiento de la serie de datos de cada estación. Este análisis incluye los valores extremos de los años extraordinarios de 1983 y 1998.

Cabe señalar que cuando se trata de estaciones Pluviométricas ubicadas en la costa se registran valores de precipitación muy altos en años donde ocurre el Fenómeno del Niño en comparación con los años normales. Esta situación no es muy marcada en aquellas estaciones ubicadas en zonas altas, ya que en estas zonas las precipitaciones que se registran en años normales no muestran una marcada diferencia respecto a los valores de precipitación de avenidas extraordinarias como las del Fenómeno del Niño.

3.1.2.1.2. Métodos para Determinar los Datos Faltantes de las Precipitaciones Máximas

Frecuentemente en las precipitaciones faltan datos en los registros de las lluvias, esto se debe principalmente al ausentismo del operador o a fallas instrumentales, entre otras consideraciones. Se llama correlación a la operación por el cual se completan los datos faltantes, para ello se utilizan los datos de las estaciones índices que si tienen datos completos y que se seleccionan de modo que estén lo más cerca y sean de altitud parecida a la estación en estudio. Distancia y altitud pues son los factores principales para la selección de las estaciones índices.

La Cuenca del Río Chancay se encuentra bajo la influencia del clima del Pacífico y del Atlántico. Las Precipitaciones relativamente escasas en la zona cercana a la Costa se deben principalmente a las temperaturas de las aguas de la Costa Norte del Perú, mientras que en las precipitaciones en la parte superior dependen del clima de la cuenca del Amazonas y de la humedad proveniente del Pacífico.

METODO DE LOS PROMEDIOS

AÑOS	CUADRO N° 01 - ESTACIONES PLUVIOMETRICAS DE LA CUENCA DEL RIO CHANCAY						
	LAMBAYEQUE	FERREÑAFE	CHICLAYO	PUCALA	TINAJONES	REQUE	PIMENTEL
1965	8.40	16.00	NP	NP	44.20	NP	NP
1966	4.40	3.00	NP	NP	19.80	NP	NP
1967	6.10	6.00	NP	NP	2.60	NP	NP
1968	6.80	2.00	NP	NP	47.30	NP	NP
1969	4.40	9.00	NP	NP	9.10	NP	NP
1970	1.60	3.20	NP	2.70	93.20	NP	NP
1971	11.90	21.70	NP	19.80	22.50	NP	NP
1972	31.60	65.00	NP	12.30	34.50	NP	NP
1973	41.80	16.60	NP	14.50	5.00	NP	NP
1974	7.60	2.00	NP	NP	2.10	NP	NP
1975	4.70	9.00	NP	NP	NP	NP	NP
1976	3.50	6.00	NP	NP	NP	NP	NP
1977	3.00	10.00	NP	NP	NP	NP	NP
1978	1.90	2.00	NP	NP	NP	NP	NP
1979	1.80	3.00	NP	NP	NP	NP	NP
1980	1.40	4.00	NP	NP	NP	NP	NP

1981	3.90	32.00	NP	NP	NP	NP	NP
1982	1.20	5.00	NP	NP	NP	NP	NP
1983	63.60	NP	43.50	NP	NP	NP	56.20
1984	4.20	6.00	NP	NP	NP	NP	NP
1985	10.15	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1986	18.75	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1987	3.80	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1988	3.10	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1989	3.40	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1990	3.20	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1991	6.90	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1992	14.20	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1993	6.80	NP	NP	NP	NP	NP	NP
1994	16.10	3.00	NP	NP	NP	NP	NP
1995	6.50	13.00	NP	NP	1.40	NP	NP
1996	3.00	2.00	NP	NP	9.40	NP	NP
1997	40.50	9.90	NP	NP	17.40	17.50	NP
1998	31.90	180.80	NP	NP	116.30	60.40	NP
1999	20.10	12.40	NP	NP	26.35	10.20	NP
2000	8.50	1.60	NP	NP	11.32	9.20	NP
2001	40.80	36.60	NP	NP	21.41	6.00	NP
2002	16.20	48.90	NP	NP	12.39	7.30	NP
2003	14.70	5.30	NP	NP	24.00	3.00	NP
2004	3.40	3.60	NP	NP	13.56	7.00	NP
2005	15.80	2.20	NP	NP	21.12	2.50	NP
2006	12.70	8.40	NP	NP	14.85	4.30	NP
2007	3.60	6.50	NP	NP	25.47	7.50	NP
2008	11.70	21.00	NP	NP	34.89	11.00	NP
2009	5.70	18.50	NP	NP	17.25	NP	NP
2010	17.10	12.58	NP	NP	22.21	NP	NP
2011	7.10	19.70	NP	NP	18.50	NP	NP
2012	22.10	15.20	NP	NP	28.80	15.40	NP
2013	8.50	5.70	NP	NP	23.40	9.70	NP
2014	3.70	10.60	NP	NP	4.20	7.60	NP
2015	18.00	12.50	NP	NP	20.20	13.50	NP
2016	5.80	17.40	NP	NP	30.50	13.20	NP
2017	33.60	51.10	NP	NP	72.40	44.90	NP
MAXIMA	63.60	180.80	43.50	19.80	116.30	60.40	56.20

AÑOS	CUADRO N° 02 - ESTACIONES PLUVIOMETRICAS DE LA CUENCA DEL RIO CHANCAY								
	PUCHACA	TOCMOCHE	LLAMA	HUAMBOS	SANTA CRUZ	CHANCAY BAÑOS	CHUGUR	QUILCATE	COCHABAMBA
1965	40.00	55.00	NP	47.30	45.80	NP	45.30	NP	NP

1966	24.30	12.00	NP	48.00	29.80	NP	55.40	46.90	NP
1967	31.50	94.00	NP	39.20	26.90	NP	35.60	NP	NP
1968	8.80	4.50	NP	49.50	NP	NP	40.80	34.50	NP
1969	95.40	48.00	NP	57.60	NP	NP	33.70	30.90	NP
1970	14.30	25.00	NP	45.80	24.10	NP	47.30	NP	NP
1971	59.00	45.00	NP	77.00	45.80	NP	60.50	NP	NP
1972	147.00	60.00	NP	57.00	29.90	NP	54.20	NP	NP
1973	58.70	35.00	NP	58.00	40.30	NP	61.80	37.60	NP
1974	27.50	20.00	NP	88.50	18.90	NP	66.30	NP	NP
1975	60.30	70.00	NP	56.70	56.30	NP	46.30	NP	NP
1976	62.70	35.00	NP	41.00	54.40	NP	57.70	NP	NP
1977	60.00	100.40	NP	53.00	NP	NP	76.70	48.00	NP
1978	101.50	40.00	NP	78.60	70.30	NP	35.80	14.40	NP
1979	40.10	55.00	NP	46.80	40.60	NP	35.80	16.50	NP
1980	11.10	20.00	NP	53.40	NP	NP	30.30	13.80	NP
1981	20.30	30.00	NP	59.60	NP	NP	35.30	13.20	NP
1982	23.20	60.00	NP	47.50	NP	NP	35.70	43.70	NP
1983	150.00	76.00	NP	46.00	NP	NP	32.80	18.90	NP
1984	30.20	36.00	NP	50.80	NP	NP	37.90	11.90	NP
1985	6.10	25.00	NP	35.60	NP	NP	45.20	17.60	NP
1986	8.20	20.00	NP	28.60	NP	NP	19.50	11.80	NP
1987	60.20	40.00	NP	29.00	NP	NP	19.80	14.10	NP
1988	9.70	28.00	NP	45.00	32.30	36.70	45.60	18.90	NP
1989	51.50	45.00	NP	33.40	29.80	65.50	40.80	NP	NP
1990	8.50	15.00	NP	28.80	NP	36.30	37.80	NP	NP
1991	4.20	5.20	NP	20.60	48.60	42.50	50.20	NP	NP
1992	12.90	61.00	NP	15.00	24.80	25.30	49.80	NP	NP
1993	60.90	47.00	NP	48.50	27.80	45.20	44.80	NP	NP
1994	96.20	12.00	NP	60.70	69.80	46.80	36.80	NP	NP
1995	65.30	7.00	NP	77.80	58.60	42.40	44.90	NP	NP
1996	30.30	32.00	NP	65.10	23.80	64.20	60.80	NP	NP
1997	30.00	85.00	NP	69.10	60.90	NP	58.80	NP	NP
1998	150.50	106.00	NP	45.60	NP	60.20	60.90	NP	NP
1999	20.54	52.20	NP	76.80	NP	67.90	66.50	NP	NP
2000	30.55	116.20	NP	79.30	NP	NP	42.80	NP	NP
2001	42.57	74.40	NP	55.00	56.80	66.30	45.70	NP	NP
2002	70.30	64.00	NP	49.60	29.20	45.70	35.40	NP	NP
2003	6.55	83.60	NP	20.30	20.50	57.80	34.40	NP	NP
2004	124.40	118.00	NP	68.30	49.80	67.50	65.50	NP	NP
2005	20.32	36.90	NP	42.70	26.80	36.80	56.10	NP	NP
2006	40.30	44.00	NP	55.40	56.10	64.50	50.20	NP	NP
2007	20.80	33.00	19.50	28.30	28.90	55.80	44.30	NP	60.60
2008	54.40	108.60	67.80	67.30	37.30	42.20	47.30	NP	83.20
2009	56.30	53.90	38.20	58.80	40.20	41.90	42.90	NP	55.80

2010	47.50	45.80	74.20	49.80	NP	NP	31.90	NP	57.50
2011	35.20	64.50	46.50	45.90	NP	NP	49.70	NP	49.20
2012	20.50	50.50	18.70	30.50	45.00	56.50	33.20	21.10	35.50
2013	10.50	23.60	15.20	24.70	23.60	33.90	25.40	21.40	25.40
2014	9.60	15.40	12.30	20.40	27.50	42.60	16.90	20.30	18.30
2015	50.20	73.60	38.50	27.20	20.60	42.50	55.10	16.50	60.20
2016	22.40	2.60	27.50	44.30	NP	NP	36.90	39.40	51.50
2017	119.10	98.40	37.60	40.50	NP	NP	46.80	27.30	53.20
MAXIMA	150.50	118.00	74.20	88.50	70.30	67.90	76.70	48.00	83.20

Fuente: SENHAMI – Chiclayo

NOTA: NP: No presenta dato en ese año

Considerando como las estaciones índices a: Lambayeque, Huambos y Chugur por ser todas las estaciones cercanas unas de otras y por su consistencia de los datos que han registrado.

3.1.2.1.3. Resultados de los Métodos para la Estimación de los Datos Faltantes de las Precipitaciones Máximas

Para el presente estudio se elaboró una hoja de cálculo para determinar estos datos faltantes dando como resultado lo siguiente

CUADRO RESUMEN N° 01 DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS							
AÑO	LAMBAYEQUE	FERREÑAFE	CHICLAYO	PUCALA	TINAJONES	REQUE	PIMENTEL
1965	8.40	16.00	29.74	8.43	44.20	9.50	38.42
1966	4.40	3.00	15.58	4.41	19.80	4.98	20.13
1967	6.10	6.00	21.60	6.12	2.60	6.90	27.90
1968	6.80	2.00	24.07	6.82	47.30	7.69	31.10
1969	4.40	9.00	15.58	4.41	9.10	4.98	20.13
1970	1.60	3.20	5.66	2.70	93.20	1.81	7.32
1971	11.90	21.70	42.13	19.80	22.50	13.46	54.43
1972	31.60	65.00	111.88	12.30	34.50	35.75	144.54
1973	41.80	16.60	147.99	14.50	5.00	47.29	191.19
1974	7.60	2.00	26.91	7.62	2.10	8.60	34.76
1975	4.70	9.00	16.64	4.71	10.06	5.32	21.50
1976	3.50	6.00	12.39	3.51	7.49	3.96	16.01
1977	3.00	10.00	10.62	3.01	6.42	3.39	13.72
1978	1.90	2.00	6.73	1.91	4.07	2.15	8.69
1979	1.80	3.00	6.37	1.81	3.85	2.04	8.23
1980	1.40	4.00	4.96	1.40	3.00	1.58	6.40
1981	3.90	32.00	13.81	3.91	8.35	4.41	17.84
1982	1.20	5.00	4.25	1.20	2.57	1.36	5.49

1983	63.60	89.08	43.50	63.80	136.09	71.95	56.20
1984	4.20	6.00	14.87	4.21	8.99	4.75	19.21
1985	10.15	14.22	35.93	10.18	21.72	11.48	46.43
1986	18.75	26.26	66.38	18.81	40.12	21.21	85.76
1987	3.80	5.32	13.45	3.81	8.13	4.30	17.38
1988	3.10	4.34	10.98	3.11	6.63	3.51	14.18
1989	3.40	4.76	12.04	3.41	7.28	3.85	15.55
1990	3.20	4.48	11.33	3.21	6.85	3.62	14.64
1991	6.90	9.66	24.43	6.92	14.76	7.81	31.56
1992	14.20	19.89	50.27	14.24	30.39	16.06	64.95
1993	6.80	9.52	24.07	6.82	14.55	7.69	31.10
1994	16.10	3.00	57.00	16.15	34.45	18.21	73.64
1995	6.50	13.00	23.01	6.52	1.40	7.35	29.73
1996	3.00	2.00	10.62	3.01	9.40	3.39	13.72
1997	40.50	9.90	143.39	40.63	17.40	17.50	185.25
1998	31.90	180.80	112.94	32.00	116.30	60.40	145.91
1999	20.10	12.40	71.16	20.16	26.35	10.20	91.94
2000	8.50	1.60	30.09	8.53	11.32	9.20	38.88
2001	40.80	36.60	144.45	40.93	21.41	6.00	186.62
2002	16.20	48.90	57.35	16.25	12.39	7.30	74.10
2003	14.70	5.30	52.04	14.75	24.00	3.00	67.24
2004	3.40	3.60	12.04	3.41	13.56	7.00	15.55
2005	15.80	2.20	55.94	15.85	21.12	2.50	72.27
2006	12.70	8.40	44.96	12.74	14.85	4.30	58.09
2007	3.60	6.50	12.75	3.61	25.47	7.50	16.47
2008	11.70	21.00	41.42	11.74	34.89	11.00	53.52
2009	5.70	18.50	20.18	5.72	17.25	6.45	26.07
2010	17.10	12.58	60.54	17.15	22.21	19.35	78.22
2011	7.10	19.70	25.14	7.12	18.50	8.03	32.48
2012	22.10	15.20	78.24	22.17	28.80	15.40	101.09
2013	8.50	5.70	30.09	8.53	23.40	9.70	38.88
2014	3.70	10.60	13.10	3.71	4.20	7.60	16.92
2015	18.00	12.50	63.73	18.06	20.20	13.50	82.33
2016	5.80	17.40	20.53	5.82	30.50	13.20	26.53
2017	33.60	51.10	118.96	33.70	72.40	44.90	153.69
MAX.	63.60	180.80	147.99	63.80	136.09	71.95	191.19

CUADRO RESUMEN N° 02 DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

AÑO	PUCHACA	TOCMOCHE	LLAMA	HUAMBOS	SANTA CRUZ	CHANCAY B.	CHUGUR	QUILCATE	COCHABAMBA
1965	40.00	55.00	34.86	47.30	45.80	50.15	45.30	24.83	48.45
1966	24.30	12.00	35.37	48.00	29.80	61.33	55.40	46.90	49.16
1967	31.50	94.00	28.89	39.20	26.90	39.41	35.60	19.51	40.15
1968	8.80	4.50	36.48	49.50	35.50	45.17	40.80	34.50	50.70
1969	95.40	48.00	42.45	57.60	29.32	37.31	33.70	30.90	59.00
1970	14.30	25.00	33.75	45.80	24.10	52.36	47.30	25.92	46.91
1971	59.00	45.00	56.74	77.00	45.80	66.97	60.50	33.16	78.87
1972	147.00	60.00	42.00	57.00	29.90	60.00	54.20	29.71	58.38
1973	58.70	35.00	42.74	58.00	40.30	68.41	61.80	37.60	59.41
1974	27.50	20.00	65.22	88.50	18.90	73.39	66.30	36.34	90.64

1975	60.30	70.00	41.78	56.70	56.30	51.25	46.30	25.38	58.07
1976	62.70	35.00	30.21	41.00	54.40	63.87	57.70	31.62	41.99
1977	60.00	100.40	39.06	53.00	66.74	84.91	76.70	48.00	54.28
1978	101.50	40.00	57.92	78.60	70.30	39.63	35.80	14.40	80.50
1979	40.10	55.00	34.49	46.80	40.60	39.63	35.80	16.50	47.93
1980	11.10	20.00	39.35	53.40	26.37	33.54	30.30	13.80	54.69
1981	20.30	30.00	43.92	59.60	30.72	39.08	35.30	13.20	61.04
1982	23.20	60.00	35.00	47.50	31.06	39.52	35.70	43.70	48.65
1983	150.00	76.00	33.90	46.00	28.54	36.31	32.80	18.90	47.11
1984	30.20	36.00	37.43	50.80	32.98	41.96	37.90	11.90	52.03
1985	6.10	25.00	26.23	35.60	39.33	50.04	45.20	17.60	36.46
1986	8.20	20.00	21.08	28.60	16.97	21.59	19.50	11.80	29.29
1987	60.20	40.00	21.37	29.00	17.23	21.92	19.80	14.10	29.70
1988	9.70	28.00	33.16	45.00	32.30	36.70	45.60	18.90	46.09
1989	51.50	45.00	34.21	33.40	29.80	65.50	40.80	22.36	34.21
1990	8.50	15.00	29.50	28.80	32.89	36.30	37.80	20.72	29.50
1991	4.20	5.20	21.10	20.60	48.60	42.50	50.20	27.51	21.10
1992	12.90	61.00	15.36	15.00	24.80	25.30	49.80	27.29	15.36
1993	60.90	47.00	49.67	48.50	27.80	45.20	44.80	24.55	49.67
1994	96.20	12.00	62.17	60.70	69.80	46.80	36.80	20.17	62.17
1995	65.30	7.00	79.68	77.80	58.60	42.40	44.90	24.61	79.68
1996	30.30	32.00	66.68	65.10	23.80	64.20	60.80	33.32	66.68
1997	30.00	85.00	70.77	69.10	60.90	65.09	58.80	32.23	70.77
1998	150.50	106.00	46.70	45.60	52.99	60.20	60.90	33.38	46.70
1999	20.54	52.20	78.66	76.80	57.87	67.90	66.50	36.45	78.66
2000	30.55	116.20	81.22	79.30	37.24	47.38	42.80	23.46	81.22
2001	42.57	74.40	56.33	55.00	56.80	66.30	45.70	25.05	56.33
2002	70.30	64.00	50.80	49.60	29.20	45.70	35.40	19.40	50.80
2003	6.55	83.60	20.79	20.30	20.50	57.80	34.40	18.85	20.79
2004	124.40	118.00	69.95	68.30	49.80	67.50	65.50	35.90	69.95
2005	20.32	36.90	43.73	42.70	26.80	36.80	56.10	30.75	43.73
2006	40.30	44.00	56.74	55.40	56.10	64.50	50.20	27.51	56.74
2007	20.80	33.00	19.50	28.30	28.90	55.80	44.30	24.28	60.60
2008	54.40	108.60	67.80	67.30	37.30	42.20	47.30	25.92	83.20
2009	56.30	53.90	38.20	58.80	40.20	41.90	42.90	23.51	55.80
2010	47.50	45.80	74.20	49.80	27.76	35.31	31.90	17.48	57.50
2011	35.20	64.50	46.50	45.90	43.25	55.02	49.70	27.24	49.20
2012	20.50	50.50	18.70	30.50	45.00	56.50	33.20	21.10	35.50
2013	10.50	23.60	15.20	24.70	23.60	33.90	25.40	21.40	25.40
2014	9.60	15.40	12.30	20.40	27.50	42.60	16.90	20.30	18.30
2015	50.20	73.60	38.50	27.20	20.60	42.50	55.10	16.50	60.20
2016	22.40	2.60	27.50	44.30	32.11	40.85	36.90	39.40	51.50
2017	119.10	98.40	37.60	40.50	40.72	51.81	46.80	27.30	53.20
MAX.	150.50	118.00	81.22	88.50	70.30	84.91	76.70	48.00	90.64

3.1.2.1.4. Cálculo de Ajuste y Periodo de Retorno para Precipitaciones Máximas t = 24 horas

Como se sabe un sistema hidrológico eventualmente por eventos extremos,

tales como tormentas severas, crecientes, etc. La magnitud de este evento extremo está relacionada con su frecuencia de ocurrencia mediante una distribución de probabilidades.

Los métodos estadísticos se apoyan en la existencia de series de datos de precipitaciones en el lugar de interés, las cuales son sometidas a un análisis de frecuencias. Esto implica efectuar ajustes de varias distribuciones teóricas a una determinada muestra, para comparar y concluir cuál de ellas se aproxima mejor a la distribución empírica.

Se dispone de un registro de datos hidrometeorológico en las estaciones de la Cuenca del Río Chancay (precipitación e intensidades), a través del conocimiento del problema físico, se escogerá el modelo probabilístico a usar, que se represente en forma satisfactoria el comportamiento de la variable.

Para utilizar estos métodos probabilísticos, se deben calcular sus parámetros y realizar la prueba de bondad de ajuste.

Si el ajuste es bueno, se puede utilizar la distribución elegida, una vez encontrada la ley de distribución que rige a las variables aleatorias, además se podrá predecir con determinada probabilidad, la ocurrencia de una determinada magnitud, de un fenómeno hidrometeorológico.

También se podrá determinar la magnitud de un fenómeno para un determinado período de retorno.

Las distribuciones teóricas utilizadas en la presente tesis son las siguientes:

- IILA – SENAMHI – UNI
- Distribución del Tipo Gumbel Tipo I.
- Distribución del Tipo Logaritmo Pearson Tipo III.

A continuación se detallan los parámetros para el análisis de las distribuciones de frecuencia de los valores extremos de precipitaciones máximas diarias anuales:

Serie Anual:

Se elabora con los datos de las precipitaciones máximas diarias anuales, considerando los mayores valores obtenidos de los registros pluviométricos de

cada estación para cada año.

Periodo de Retorno:

El primer objetivo del análisis de frecuencias es la determinación del período de retorno. Para el cálculo del Período de retorno se usará el método de Weibull.

El período de retorno está dado por la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{N + 1}{m}$$

FORMULA

Donde:

N: Es el número de años de los registros observados.

M: Número de orden que le corresponde a cada precipitación después de ordenados en forma decreciente de la serie anual.

Factor de frecuencia de Chow:

Chow demuestra que las funciones de frecuencias aplicadas al análisis hidrológico, pueden resolverse de la siguiente forma generalizada:

$$X = \upsilon + \sigma * k$$

FORMULA

Dónde:

X: Función lineal de k.

υ: Promedio aritmético de la serie empírica.

Σ: Desviación Estándar.

K: Factor de frecuencia cuyo valor depende del período de retorno y del tipo de función.

3.1.2.1.4.1. Estación Lambayeque

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA LAMBAYEQUE

m	X (mm)	Y = Log X	Y -Yy	(Y -Yy)^3	Tr (en años)
1.00	63.60	1.803	0.911	0.756	54.000
2.00	41.80	1.621	0.729	0.387	27.000
3.00	40.80	1.611	0.718	0.370	18.000
4.00	40.50	1.607	0.715	0.365	13.500
5.00	33.60	1.526	0.634	0.255	10.800
6.00	31.90	1.504	0.611	0.228	9.000
7.00	31.60	1.500	0.607	0.224	7.714
8.00	22.10	1.344	0.452	0.092	6.750
9.00	20.10	1.303	0.411	0.069	6.000
10.00	18.75	1.273	0.380	0.055	5.400
11.00	18.00	1.255	0.363	0.048	4.909
12.00	17.10	1.233	0.340	0.039	4.500
13.00	16.20	1.210	0.317	0.032	4.154
14.00	16.10	1.207	0.314	0.031	3.857
15.00	15.80	1.199	0.306	0.029	3.600
16.00	14.70	1.167	0.275	0.021	3.375
17.00	14.20	1.152	0.260	0.018	3.176
18.00	12.70	1.104	0.211	0.009	3.000
19.00	11.90	1.076	0.183	0.006	2.842
20.00	11.70	1.068	0.176	0.005	2.700
21.00	10.15	1.006	0.114	0.001	2.571
22.00	8.50	0.929	0.037	0.000	2.455
23.00	8.50	0.929	0.037	0.000	2.348
24.00	8.40	0.924	0.032	0.000	2.250
25.00	7.60	0.881	-0.012	0.000	2.160
26.00	7.10	0.851	-0.041	0.000	2.077
27.00	6.90	0.839	-0.054	0.000	2.000
28.00	6.80	0.833	-0.060	0.000	1.929
29.00	6.80	0.833	-0.060	0.000	1.862
30.00	6.50	0.813	-0.080	-0.001	1.800
31.00	6.10	0.785	-0.107	-0.001	1.742
32.00	5.80	0.763	-0.129	-0.002	1.688
33.00	5.70	0.756	-0.137	-0.003	1.636
34.00	4.70	0.672	-0.220	-0.011	1.588
35.00	4.40	0.643	-0.249	-0.015	1.543
36.00	4.40	0.643	-0.249	-0.015	1.500
37.00	4.20	0.623	-0.269	-0.020	1.459
38.00	3.90	0.591	-0.301	-0.027	1.421
39.00	3.80	0.580	-0.313	-0.031	1.385
40.00	3.70	0.568	-0.324	-0.034	1.350
41.00	3.60	0.556	-0.336	-0.038	1.317
42.00	3.50	0.544	-0.348	-0.042	1.286
43.00	3.40	0.531	-0.361	-0.047	1.256
44.00	3.40	0.531	-0.361	-0.047	1.227
45.00	3.20	0.505	-0.387	-0.058	1.200
46.00	3.10	0.491	-0.401	-0.065	1.174
47.00	3.00	0.477	-0.415	-0.072	1.149

48.00	3.00	0.477	-0.415	-0.072	1.125
49.00	1.90	0.279	-0.614	-0.231	1.102
50.00	1.80	0.255	-0.637	-0.259	1.080
51.00	1.60	0.204	-0.688	-0.326	1.059
52.00	1.40	0.146	-0.746	-0.416	1.038
53.00	1.20	0.079	-0.813	-0.538	1.019
				0.670	

$$\begin{aligned} \sum x &= & \sum Y &= \\ Xx &= 651.20 & Yy &= 47.31 \\ \sigma x &= 12.29 & &= 0.89 \\ &= 12.91 & \sigma y &= 0.418 \\ N &= 53.00 & & \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 651.20 \\ Xx &= 12.29 \\ \sigma x &= 12.91 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces :} \quad Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión: $\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$

$$1 / \alpha = 30.87$$

3.- S calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -4.68$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

Luego: $y = -4.68 + 30.87 * w$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	6.74
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	41.62
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	64.78
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	94.11
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	115.72
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	137.33
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	159.40
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	187.03
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	208.65

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 47.31$$

$$Y_y = 0.89$$

$$\sigma_y = 0.418$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : $CS_y = 0.1832$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $Cv = 0.4684$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

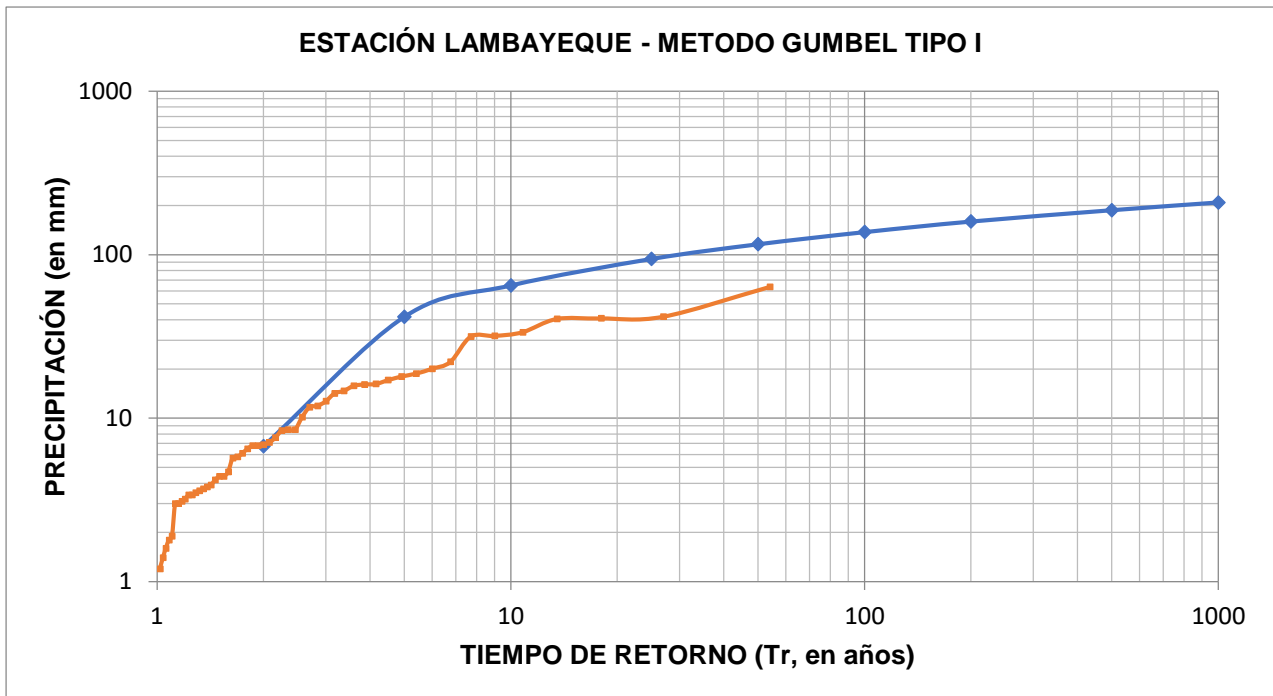
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

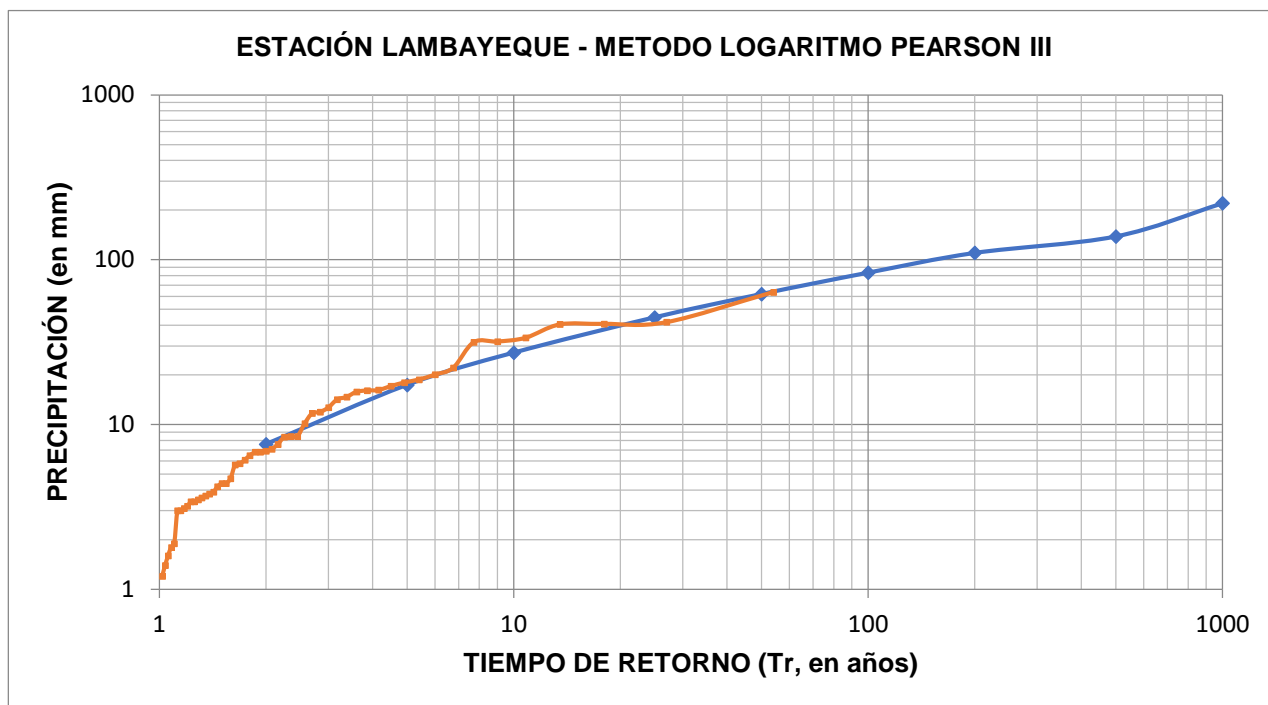
Entonces : $\text{Log } Y = 0.89 + 0.418 * K$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.183)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.030	0.880	7.59
5	20.00	80.00	0.831	1.240	17.38
10	10.00	90.00	1.299	1.436	27.27
25	4.00	96.00	1.812	1.650	44.68
50	2.00	98.00	2.150	1.791	61.86
100	1.00	99.00	2.460	1.921	83.37
200	0.50	99.50	2.747	2.041	109.91
500	0.20	99.80	2.986	2.141	138.34
1000	0.10	99.90	3.466	2.342	219.59

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION LAMBAYEQUE





RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION LAMBAYEQUE		
Tr	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	6.74	7.59
5	41.62	17.38
10	64.78	27.27
25	94.11	44.68
50	115.72	61.86
100	137.33	83.37
200	159.40	109.91
500	187.03	138.34
1000	208.65	219.59

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA LAMBAYEQUE

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	7.59	7.59	7.59
90	5.06	5.06	2.53
120	3.79	3.79	1.26

150	3.03	3.03	0.76
180	2.53	2.53	0.51
210	2.17	2.17	0.36
240	1.90	1.90	0.27
270	1.69	1.69	0.21
300	1.52	1.52	0.17
330	1.38	1.38	0.14
360	1.26	1.26	0.11

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	17.38	17.38	17.38
90	11.58	11.58	5.79
120	8.69	8.69	2.90
150	6.95	6.95	1.74
180	5.79	5.79	1.16
210	4.96	4.96	0.83
240	4.34	4.34	0.62
270	3.86	3.86	0.48
300	3.48	3.48	0.39
330	3.16	3.16	0.32
360	2.90	2.90	0.26

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	27.27	27.27	27.27
90	18.18	18.18	9.09
120	13.63	13.63	4.54
150	10.91	10.91	2.73
180	9.09	9.09	1.82
210	7.79	7.79	1.30
240	6.82	6.82	0.97
270	6.06	6.06	0.76
300	5.45	5.45	0.61
330	4.96	4.96	0.50
360	4.54	4.54	0.41

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	44.68	44.68	44.68
90	29.79	29.79	14.89
120	22.34	22.34	7.45
150	17.87	17.87	4.47
180	14.89	14.89	2.98
210	12.77	12.77	2.13
240	11.17	11.17	1.60
270	9.93	9.93	1.24
300	8.94	8.94	0.99
330	8.12	8.12	0.81
360	7.45	7.45	0.68

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	61.86	61.86	61.86
90	41.24	41.24	20.62
120	30.93	30.93	10.31
150	24.75	24.75	6.19
180	20.62	20.62	4.12
210	17.68	17.68	2.95
240	15.47	15.47	2.21
270	13.75	13.75	1.72
300	12.37	12.37	1.37
330	11.25	11.25	1.12
360	10.31	10.31	0.94

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	83.37	83.37	83.37
90	55.58	55.58	27.79
120	41.69	41.69	13.90
150	33.35	33.35	8.34
180	27.79	27.79	5.56
210	23.82	23.82	3.97
240	20.84	20.84	2.98
270	18.53	18.53	2.32

300	16.67	16.67	1.85
330	15.16	15.16	1.52
360	13.90	13.90	1.26

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	109.91	109.91	109.91
90	55.58	55.58	54.32
120	41.69	41.69	13.90
150	33.35	33.35	8.34
180	27.79	27.79	5.56
210	23.82	23.82	3.97
240	20.84	20.84	2.98
270	18.53	18.53	2.32
300	16.67	16.67	1.85
330	15.16	15.16	1.52
360	13.90	13.90	1.26

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	138.34	138.34	138.34
90	92.23	92.23	46.11
120	69.17	69.17	23.06
150	55.34	55.34	13.83
180	46.11	46.11	9.22
210	39.53	39.53	6.59
240	34.58	34.58	4.94
270	30.74	30.74	3.84
300	27.67	27.67	3.07
330	25.15	25.15	2.52
360	23.06	23.06	2.10

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	219.59	219.59	219.59
90	146.40	146.40	73.20
120	109.80	109.80	36.60

150	87.84	87.84	21.96
180	73.20	73.20	14.64
210	62.74	62.74	10.46
240	54.90	54.90	7.84
270	48.80	48.80	6.10
300	43.92	43.92	4.88
330	39.93	39.93	3.99
360	36.60	36.60	3.33

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 9
SUB ZONA= 9₃
UBICACIÓN: 6°42' S 79°55' W

Entonces :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) \quad Dm \leq 110$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

$$Dm = 9 \text{ km}$$

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)$$

$$Eg = 16.975$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

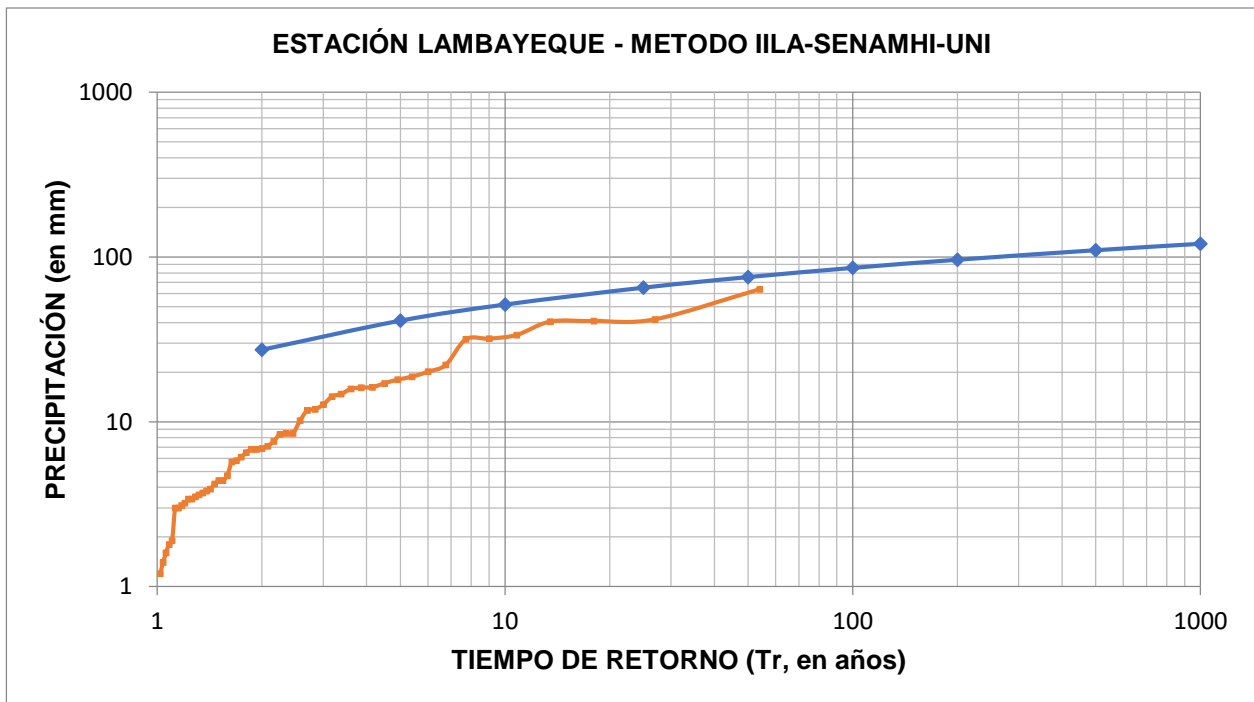
$$Kg = 2.026955446$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	16.98	2.03	0.3010	27.33
5	16.98	2.03	0.6990	41.02
10	16.98	2.03	1.0000	51.38
25	16.98	2.03	1.3979	65.07
50	16.98	2.03	1.6990	75.43
100	16.98	2.03	2.0000	85.79
200	16.98	2.03	2.3010	96.15
500	16.98	2.03	2.6990	109.84
1000	16.98	2.03	3.0000	120.20

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION LAMBAYEQUE**



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION LAMBAYEQUE	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	27.33
5	41.02
10	51.38
25	65.07
50	75.43
100	85.79
200	96.15
500	109.84
1000	120.20

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA LAMBAYEQUE

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca la más cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 18.00

a = 5.80 + 0.0009Y

$$a = 5.8162$$

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

$$b = 0.2 \text{ horas} \quad (\text{costa, norte y selva})$$

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^n - 1$ ó $t^n - 1$	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	0.3010	1.2237	11.4601
60	5.8162	2.0270	0.3010	0.9020	8.4469
90	5.8162	2.0270	0.3010	0.7406	6.9355
120	5.8162	2.0270	0.3010	0.6400	5.9938
150	5.8162	2.0270	0.3010	0.5700	5.3378
180	5.8162	2.0270	0.3010	0.5177	4.8484
210	5.8162	2.0270	0.3010	0.4921	4.6086
240	5.8162	2.0270	0.3010	0.4563	4.2731
270	5.8162	2.0270	0.3010	0.4269	3.9976
300	5.8162	2.0270	0.3010	0.4021	3.7661
330	5.8162	2.0270	0.3010	0.3810	3.5683
360	5.8162	2.0270	0.3010	0.3627	3.3969

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^n - 1$ ó $t^n - 1$	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	0.6990	1.2237	17.2009
60	5.8162	2.0270	0.6990	0.9020	12.6783
90	5.8162	2.0270	0.6990	0.7406	10.4098
120	5.8162	2.0270	0.6990	0.6400	8.9963
150	5.8162	2.0270	0.6990	0.5700	8.0117
180	5.8162	2.0270	0.6990	0.5177	7.2772
210	5.8162	2.0270	0.6990	0.4921	6.9173
240	5.8162	2.0270	0.6990	0.4563	6.4137
270	5.8162	2.0270	0.6990	0.4269	6.0001
300	5.8162	2.0270	0.6990	0.4021	5.6527
330	5.8162	2.0270	0.6990	0.3810	5.3559
360	5.8162	2.0270	0.6990	0.3627	5.0985

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	1.0000	1.2237	21.5437
60	5.8162	2.0270	1.0000	0.9020	15.8792
90	5.8162	2.0270	1.0000	0.7406	13.0380
120	5.8162	2.0270	1.0000	0.6400	11.2677
150	5.8162	2.0270	1.0000	0.5700	10.0344
180	5.8162	2.0270	1.0000	0.5177	9.1145
210	5.8162	2.0270	1.0000	0.4921	8.6637
240	5.8162	2.0270	1.0000	0.4563	8.0330
270	5.8162	2.0270	1.0000	0.4269	7.5150
300	5.8162	2.0270	1.0000	0.4021	7.0799
330	5.8162	2.0270	1.0000	0.3810	6.7081
360	5.8162	2.0270	1.0000	0.3627	6.3857

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	1.3979	1.2237	27.2845
60	5.8162	2.0270	1.3979	0.9020	20.1106
90	5.8162	2.0270	1.3979	0.7406	16.5123
120	5.8162	2.0270	1.3979	0.6400	14.2702
150	5.8162	2.0270	1.3979	0.5700	12.7084
180	5.8162	2.0270	1.3979	0.5177	11.5432
210	5.8162	2.0270	1.3979	0.4921	10.9723
240	5.8162	2.0270	1.3979	0.4563	10.1736
270	5.8162	2.0270	1.3979	0.4269	9.5175
300	5.8162	2.0270	1.3979	0.4021	8.9665
330	5.8162	2.0270	1.3979	0.3810	8.4956
360	5.8162	2.0270	1.3979	0.3627	8.0874

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	1.6990	1.2237	31.6273
60	5.8162	2.0270	1.6990	0.9020	23.3115
90	5.8162	2.0270	1.6990	0.7406	19.1405
120	5.8162	2.0270	1.6990	0.6400	16.5416
150	5.8162	2.0270	1.6990	0.5700	14.7311
180	5.8162	2.0270	1.6990	0.5177	13.3805
210	5.8162	2.0270	1.6990	0.4921	12.7188
240	5.8162	2.0270	1.6990	0.4563	11.7929
270	5.8162	2.0270	1.6990	0.4269	11.0324

300	5.8162	2.0270	1.6990	0.4021	10.3937
330	5.8162	2.0270	1.6990	0.3810	9.8479
360	5.8162	2.0270	1.6990	0.3627	9.3746

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	2.0000	1.2237	35.9701
60	5.8162	2.0270	2.0000	0.9020	26.5125
90	5.8162	2.0270	2.0000	0.7406	21.7687
120	5.8162	2.0270	2.0000	0.6400	18.8129
150	5.8162	2.0270	2.0000	0.5700	16.7539
180	5.8162	2.0270	2.0000	0.5177	15.2178
210	5.8162	2.0270	2.0000	0.4921	14.4652
240	5.8162	2.0270	2.0000	0.4563	13.4122
270	5.8162	2.0270	2.0000	0.4269	12.5473
300	5.8162	2.0270	2.0000	0.4021	11.8209
330	5.8162	2.0270	2.0000	0.3810	11.2001
360	5.8162	2.0270	2.0000	0.3627	10.6619

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	2.3010	1.2237	40.3129
60	5.8162	2.0270	2.3010	0.9020	29.7134
90	5.8162	2.0270	2.3010	0.7406	24.3969
120	5.8162	2.0270	2.3010	0.6400	21.0842
150	5.8162	2.0270	2.3010	0.5700	18.7766
180	5.8162	2.0270	2.3010	0.5177	17.0551
210	5.8162	2.0270	2.3010	0.4921	16.2116
240	5.8162	2.0270	2.3010	0.4563	15.0315
270	5.8162	2.0270	2.3010	0.4269	14.0621
300	5.8162	2.0270	2.3010	0.4021	13.2481
330	5.8162	2.0270	2.3010	0.3810	12.5523
360	5.8162	2.0270	2.3010	0.3627	11.9491

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	2.6990	1.2237	46.0537
60	5.8162	2.0270	2.6990	0.9020	33.9448
90	5.8162	2.0270	2.6990	0.7406	27.8712
120	5.8162	2.0270	2.6990	0.6400	24.0868

150	5.8162	2.0270	2.6990	0.5700	21.4505
180	5.8162	2.0270	2.6990	0.5177	19.4839
210	5.8162	2.0270	2.6990	0.4921	18.5203
240	5.8162	2.0270	2.6990	0.4563	17.1721
270	5.8162	2.0270	2.6990	0.4269	16.0647
300	5.8162	2.0270	2.6990	0.4021	15.1347
330	5.8162	2.0270	2.6990	0.3810	14.3399
360	5.8162	2.0270	2.6990	0.3627	13.6507

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^n - 1$ ó $t^n - 1$	Intensidad (mm/h)
30	5.8162	2.0270	3.0000	1.2237	50.3965
60	5.8162	2.0270	3.0000	0.9020	37.1458
90	5.8162	2.0270	3.0000	0.7406	30.4994
120	5.8162	2.0270	3.0000	0.6400	26.3581
150	5.8162	2.0270	3.0000	0.5700	23.4733
180	5.8162	2.0270	3.0000	0.5177	21.3212
210	5.8162	2.0270	3.0000	0.4921	20.2667
240	5.8162	2.0270	3.0000	0.4563	18.7914
270	5.8162	2.0270	3.0000	0.4269	17.5795
300	5.8162	2.0270	3.0000	0.4021	16.5618
330	5.8162	2.0270	3.0000	0.3810	15.6921
360	5.8162	2.0270	3.0000	0.3627	14.9380

3.1.2.1.4.2. Estación Ferreñafe

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA FERREÑAFE

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy)^3	Tr (en años)
1.00	180.80	2.257	1.285	2.123	54.000
2.00	89.08	1.950	0.978	0.935	27.000
3.00	65.00	1.813	0.841	0.595	18.000
4.00	51.10	1.708	0.737	0.400	13.500
5.00	48.90	1.689	0.717	0.369	10.800
6.00	36.60	1.563	0.592	0.207	9.000
7.00	32.00	1.505	0.533	0.152	7.714
8.00	26.26	1.419	0.447	0.090	6.750
9.00	21.70	1.336	0.365	0.048	6.000
10.00	21.00	1.322	0.350	0.043	5.400
11.00	19.89	1.299	0.327	0.035	4.909
12.00	19.70	1.294	0.323	0.034	4.500
13.00	18.50	1.267	0.295	0.026	4.154
14.00	17.40	1.241	0.269	0.019	3.857
15.00	16.60	1.220	0.248	0.015	3.600
16.00	16.00	1.204	0.232	0.013	3.375
17.00	15.20	1.182	0.210	0.009	3.176
18.00	14.22	1.153	0.181	0.006	3.000

19.00	13.00	1.114	0.142	0.003	2.842
20.00	12.58	1.100	0.128	0.002	2.700
21.00	12.50	1.097	0.125	0.002	2.571
22.00	12.40	1.093	0.122	0.002	2.455
23.00	10.60	1.025	0.053	0.000	2.348
24.00	10.00	1.000	0.028	0.000	2.250
25.00	9.90	0.996	0.024	0.000	2.160
26.00	9.66	0.985	0.013	0.000	2.077
27.00	9.52	0.979	0.007	0.000	2.000
28.00	9.00	0.954	-0.018	0.000	1.929
29.00	9.00	0.954	-0.018	0.000	1.862
30.00	8.40	0.924	-0.048	0.000	1.800
31.00	6.50	0.813	-0.159	-0.004	1.742
32.00	6.00	0.778	-0.194	-0.007	1.688
33.00	6.00	0.778	-0.194	-0.007	1.636
34.00	6.00	0.778	-0.194	-0.007	1.588
35.00	5.70	0.756	-0.216	-0.010	1.543
36.00	5.32	0.726	-0.246	-0.015	1.500
37.00	5.30	0.724	-0.248	-0.015	1.459
38.00	5.00	0.699	-0.273	-0.020	1.421
39.00	4.76	0.678	-0.294	-0.025	1.385
40.00	4.48	0.651	-0.320	-0.033	1.350
41.00	4.34	0.638	-0.334	-0.037	1.317
42.00	4.00	0.602	-0.370	-0.051	1.286
43.00	3.60	0.556	-0.416	-0.072	1.256
44.00	3.20	0.505	-0.467	-0.102	1.227
45.00	3.00	0.477	-0.495	-0.121	1.200
46.00	3.00	0.477	-0.495	-0.121	1.174
47.00	3.00	0.477	-0.495	-0.121	1.149
48.00	2.20	0.342	-0.629	-0.249	1.125
49.00	2.00	0.301	-0.671	-0.302	1.102
50.00	2.00	0.301	-0.671	-0.302	1.080
51.00	2.00	0.301	-0.671	-0.302	1.059
52.00	2.00	0.301	-0.671	-0.302	1.038
53.00	1.60	0.204	-0.768	-0.453	1.019
				2.448	

$$\begin{aligned} \sum x &= 927.52 \\ Xx &= 17.50 \\ \sigma x &= 28.34 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 51.51 \\ Yy &= 0.97 \\ \sigma y &= 0.456 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 927.52 \\ Xx &= \\ \sigma x &= \end{aligned}$$

17.50

28.34

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces :} \quad Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 62.10$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = X_x - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -16.63$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = -16.63 + 62.10 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	6.34
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	76.51
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	123.08
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	182.08
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	225.54
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	269.01
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	313.41
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	368.99
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	412.46

METODO DE LOG PEARSON III

$$\begin{aligned} \sum Y &= \\ Y_y &= \end{aligned}$$

51.51

0.97

$$\sigma_y = 0.456$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = 0.5148**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.4695**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

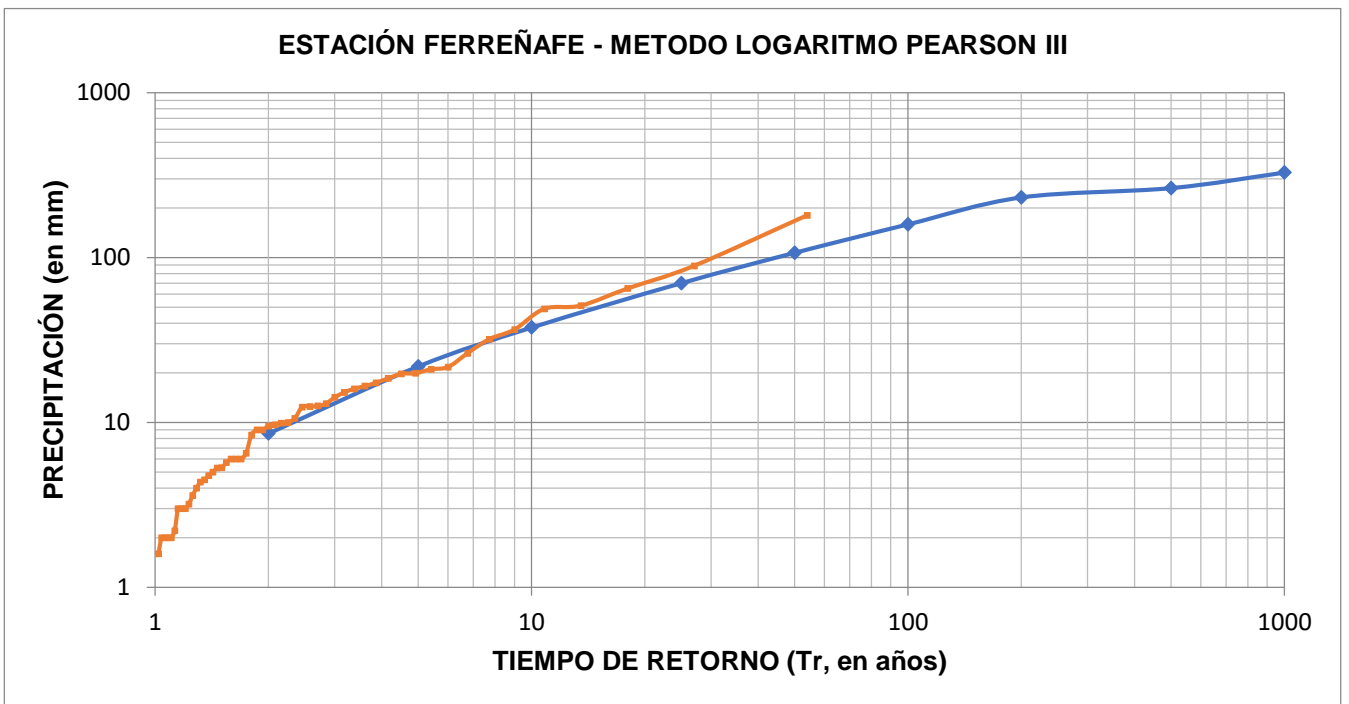
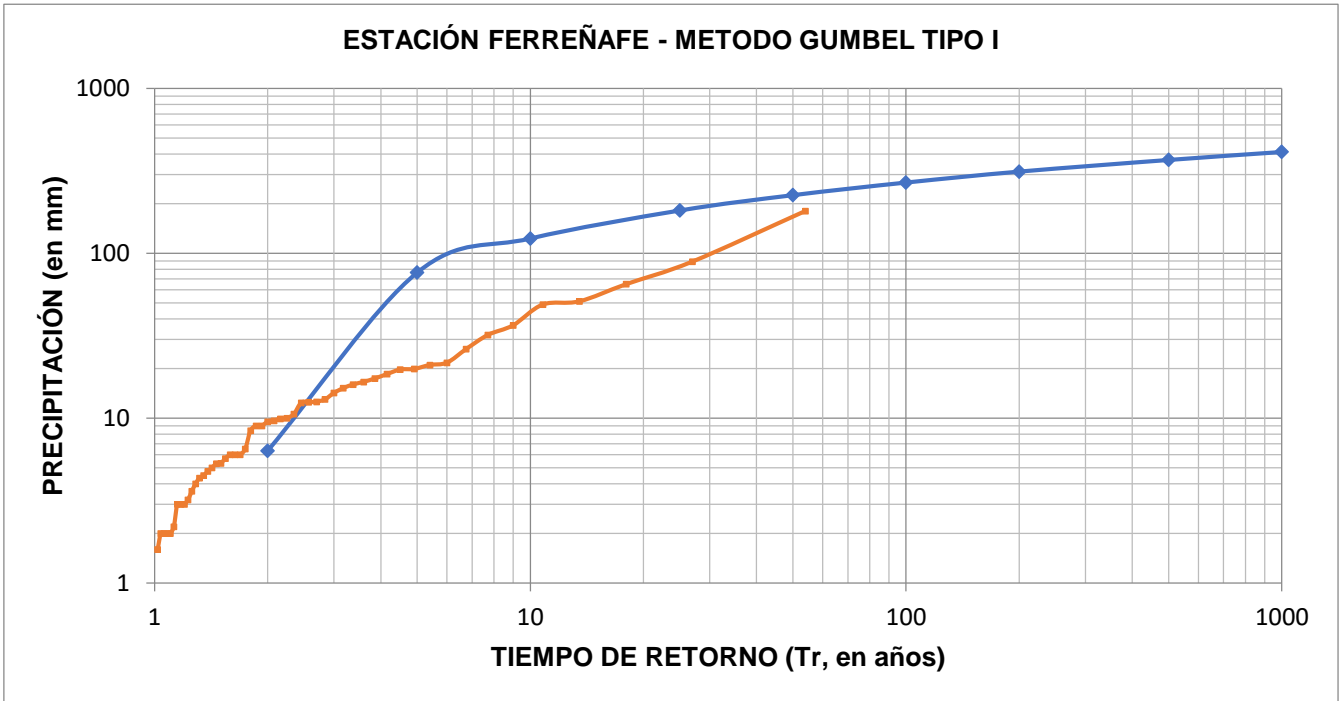
$$\text{Log}Y = Y_y + \sigma_y * K$$

Entonces : **Log Y = 0.97 + 0.456 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.514)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.085	0.933	8.57
5	20.00	80.00	0.807	1.340	21.89
10	10.00	90.00	1.323	1.576	37.64
25	4.00	96.00	1.914	1.845	70.04
50	2.00	98.00	2.317	2.029	106.97
100	1.00	99.00	2.695	2.202	159.13
200	0.50	99.50	3.053	2.365	231.80
500	0.20	99.80	3.177	2.422	264.06
1000	0.10	99.90	3.383	2.516	327.87

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION FERREÑAFE



ESTACION FERREÑAFE		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	6.34	8.57
5	76.51	21.89
10	123.08	37.64
25	182.08	70.04
50	225.54	106.97

100	269.01	159.13
200	313.41	231.80
500	368.99	264.06
1000	412.46	327.87

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA FERREÑAFE

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	8.57	8.57	8.57
90	5.72	5.72	2.86
120	4.29	4.29	1.43
150	3.43	3.43	0.86
180	2.86	2.86	0.57
210	2.45	2.45	0.41
240	2.14	2.14	0.31
270	1.91	1.91	0.24
300	1.71	1.71	0.19
330	1.56	1.56	0.16
360	1.43	1.43	0.13

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	21.89	21.89	21.89
90	14.59	14.59	7.30
120	10.94	10.94	3.65
150	8.75	8.75	2.19
180	7.30	7.30	1.46
210	6.25	6.25	1.04
240	5.47	5.47	0.78
270	4.86	4.86	0.61
300	4.38	4.38	0.49
330	3.98	3.98	0.40
360	3.65	3.65	0.33

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	37.64	37.64	37.64
90	25.09	25.09	12.55
120	18.82	18.82	6.27
150	15.06	15.06	3.76
180	12.55	12.55	2.51
210	10.75	10.75	1.79
240	9.41	9.41	1.34
270	8.36	8.36	1.05
300	7.53	7.53	0.84
330	6.84	6.84	0.68
360	6.27	6.27	0.57

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	70.04	70.04	70.04
90	46.69	46.69	23.35
120	35.02	35.02	11.67
150	28.02	28.02	7.00
180	23.35	23.35	4.67
210	20.01	20.01	3.34
240	17.51	17.51	2.50
270	15.56	15.56	1.95
300	14.01	14.01	1.56
330	12.73	12.73	1.27
360	11.67	11.67	1.06

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	106.97	106.97	106.97
90	71.31	71.31	35.66
120	53.48	53.48	17.83
150	42.79	42.79	10.70
180	35.66	35.66	7.13
210	30.56	30.56	5.09

240	26.74	26.74	3.82
270	23.77	23.77	2.97
300	21.39	21.39	2.38
330	19.45	19.45	1.94
360	17.83	17.83	1.62

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	159.13	159.13	159.13
90	106.08	106.08	53.04
120	79.56	79.56	26.52
150	63.65	63.65	15.91
180	53.04	53.04	10.61
210	45.46	45.46	7.58
240	39.78	39.78	5.68
270	35.36	35.36	4.42
300	31.83	31.83	3.54
330	28.93	28.93	2.89
360	26.52	26.52	2.41

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	231.80	231.80	231.80
90	154.53	154.53	77.27
120	115.90	115.90	38.63
150	92.72	92.72	23.18
180	77.27	77.27	15.45
210	66.23	66.23	11.04
240	57.95	57.95	8.28
270	51.51	51.51	6.44
300	46.36	46.36	5.15
330	42.15	42.15	4.21
360	38.63	38.63	3.51

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	264.06	264.06	264.06
90	176.04	176.04	88.02

120	132.03	132.03	44.01
150	105.62	105.62	26.41
180	88.02	88.02	17.60
210	75.44	75.44	12.57
240	66.01	66.01	9.43
270	58.68	58.68	7.33
300	52.81	52.81	5.87
330	48.01	48.01	4.80
360	44.01	44.01	4.00

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	327.87	327.87	327.87
90	218.58	218.58	109.29
120	163.94	163.94	54.65
150	131.15	131.15	32.79
180	109.29	109.29	21.86
210	93.68	93.68	15.61
240	81.97	81.97	11.71
270	72.86	72.86	9.11
300	65.57	65.57	7.29
330	59.61	59.61	5.96
360	54.65	54.65	4.97

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para deternnar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pvliometricas:

ZONA= 9
 SUB ZONA= 9₃
 UBICACIÓN: 6°38' S 79°47' W

Entonces :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) \quad Dm \leq 110$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

$$Dm = 22 \text{ km}$$

3.- Se calcula E_g el parametro para determinar P_{24} :

$$E_g = 31 + 0.475(Dm - 110)$$

$$E_g = 10.8$$

3.- Se calcula K_g el parametro de frecuencia :

$$K_g = 22.5 * E_g^{-0.85}$$

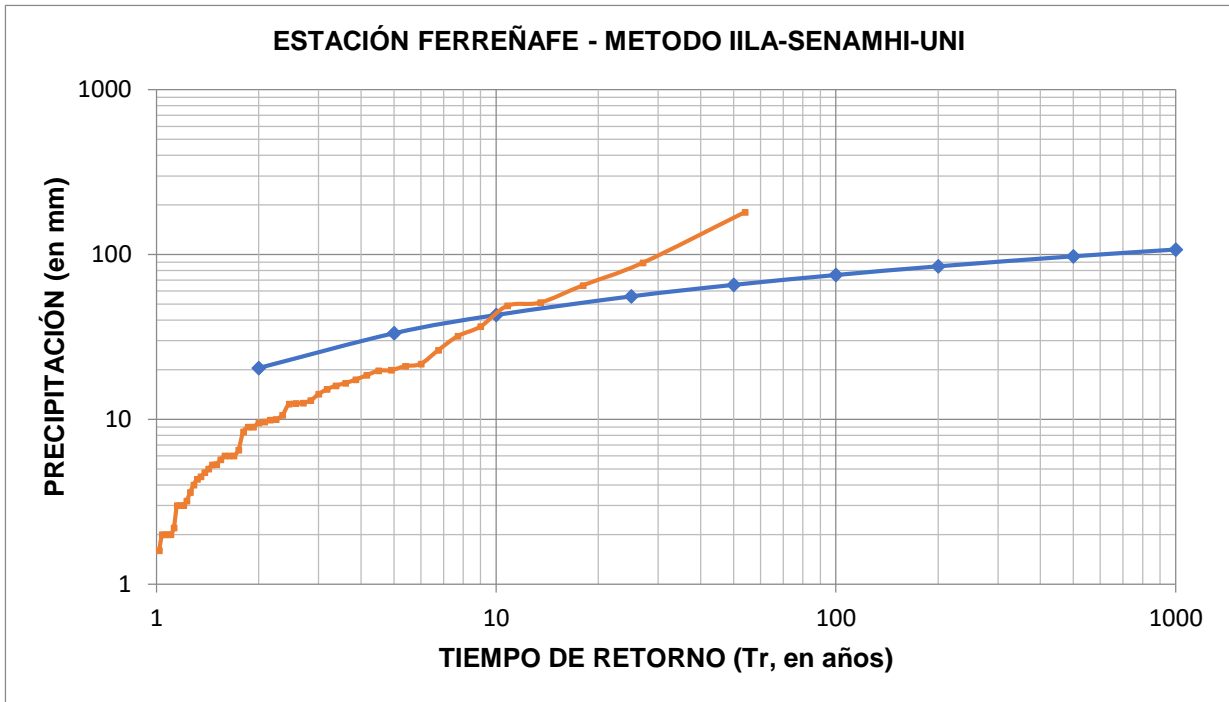
$$K_g = 2.976955385$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	E_g	K_g	logT	Y = P_{24}
2	10.80	2.98	0.3010	20.48
5	10.80	2.98	0.6990	33.27
10	10.80	2.98	1.0000	42.95
25	10.80	2.98	1.3979	55.75
50	10.80	2.98	1.6990	65.42
100	10.80	2.98	2.0000	75.10
200	10.80	2.98	2.3010	84.78
500	10.80	2.98	2.6990	97.57
1000	10.80	2.98	3.0000	107.25

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION FERREÑAFE**



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION FERREÑAFE	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	20.48
5	33.27
10	42.95
25	55.75
50	65.42
100	75.10
200	84.78
500	97.57
1000	107.25

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA FERREÑAFE

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca la más cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 67.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 5.8603

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	0.3010	1.2237	13.5978
60	5.8603	2.9770	0.3010	0.9020	10.0225
90	5.8603	2.9770	0.3010	0.7406	8.2292
120	5.8603	2.9770	0.3010	0.6400	7.1118
150	5.8603	2.9770	0.3010	0.5700	6.3335
180	5.8603	2.9770	0.3010	0.5177	5.7528
210	5.8603	2.9770	0.3010	0.4921	5.4683
240	5.8603	2.9770	0.3010	0.4563	5.0702
270	5.8603	2.9770	0.3010	0.4269	4.7432
300	5.8603	2.9770	0.3010	0.4021	4.4686
330	5.8603	2.9770	0.3010	0.3810	4.2340
360	5.8603	2.9770	0.3010	0.3627	4.0305

(Tr = 5 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	0.6990	1.2237	22.0932
60	5.8603	2.9770	0.6990	0.9020	16.2842
90	5.8603	2.9770	0.6990	0.7406	13.3706
120	5.8603	2.9770	0.6990	0.6400	11.5551
150	5.8603	2.9770	0.6990	0.5700	10.2904
180	5.8603	2.9770	0.6990	0.5177	9.3469
210	5.8603	2.9770	0.6990	0.4921	8.8847
240	5.8603	2.9770	0.6990	0.4563	8.2379
270	5.8603	2.9770	0.6990	0.4269	7.7066
300	5.8603	2.9770	0.6990	0.4021	7.2605
330	5.8603	2.9770	0.6990	0.3810	6.8792
360	5.8603	2.9770	0.6990	0.3627	6.5486

(Tr = 10 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	1.0000	1.2237	28.5197
60	5.8603	2.9770	1.0000	0.9020	21.0210
90	5.8603	2.9770	1.0000	0.7406	17.2598
120	5.8603	2.9770	1.0000	0.6400	14.9162
150	5.8603	2.9770	1.0000	0.5700	13.2837
180	5.8603	2.9770	1.0000	0.5177	12.0658
210	5.8603	2.9770	1.0000	0.4921	11.4691
240	5.8603	2.9770	1.0000	0.4563	10.6342
270	5.8603	2.9770	1.0000	0.4269	9.9484
300	5.8603	2.9770	1.0000	0.4021	9.3725
330	5.8603	2.9770	1.0000	0.3810	8.8803
360	5.8603	2.9770	1.0000	0.3627	8.4535

(Tr = 25 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	1.3979	1.2237	37.0151
60	5.8603	2.9770	1.3979	0.9020	27.2827
90	5.8603	2.9770	1.3979	0.7406	22.4012
120	5.8603	2.9770	1.3979	0.6400	19.3595
150	5.8603	2.9770	1.3979	0.5700	17.2406
180	5.8603	2.9770	1.3979	0.5177	15.6599
210	5.8603	2.9770	1.3979	0.4921	14.8855
240	5.8603	2.9770	1.3979	0.4563	13.8019
270	5.8603	2.9770	1.3979	0.4269	12.9118
300	5.8603	2.9770	1.3979	0.4021	12.1643
330	5.8603	2.9770	1.3979	0.3810	11.5255

360	5.8603	2.9770	1.3979	0.3627	10.9716
-----	--------	--------	--------	--------	---------

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	1.6990	1.2237	43.4416
60	5.8603	2.9770	1.6990	0.9020	32.0195
90	5.8603	2.9770	1.6990	0.7406	26.2904
120	5.8603	2.9770	1.6990	0.6400	22.7206
150	5.8603	2.9770	1.6990	0.5700	20.2339
180	5.8603	2.9770	1.6990	0.5177	18.3788
210	5.8603	2.9770	1.6990	0.4921	17.4699
240	5.8603	2.9770	1.6990	0.4563	16.1982
270	5.8603	2.9770	1.6990	0.4269	15.1535
300	5.8603	2.9770	1.6990	0.4021	14.2763
330	5.8603	2.9770	1.6990	0.3810	13.5265
360	5.8603	2.9770	1.6990	0.3627	12.8765

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	2.0000	1.2237	49.8682
60	5.8603	2.9770	2.0000	0.9020	36.7563
90	5.8603	2.9770	2.0000	0.7406	30.1797
120	5.8603	2.9770	2.0000	0.6400	26.0818
150	5.8603	2.9770	2.0000	0.5700	23.2272
180	5.8603	2.9770	2.0000	0.5177	21.0976
210	5.8603	2.9770	2.0000	0.4921	20.0543
240	5.8603	2.9770	2.0000	0.4563	18.5944
270	5.8603	2.9770	2.0000	0.4269	17.3953
300	5.8603	2.9770	2.0000	0.4021	16.3882
330	5.8603	2.9770	2.0000	0.3810	15.5276
360	5.8603	2.9770	2.0000	0.3627	14.7814

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	2.3010	1.2237	56.2947
60	5.8603	2.9770	2.3010	0.9020	41.4932
90	5.8603	2.9770	2.3010	0.7406	34.0690
120	5.8603	2.9770	2.3010	0.6400	29.4430
150	5.8603	2.9770	2.3010	0.5700	26.2205
180	5.8603	2.9770	2.3010	0.5177	23.8165

210	5.8603	2.9770	2.3010	0.4921	22.6386
240	5.8603	2.9770	2.3010	0.4563	20.9907
270	5.8603	2.9770	2.3010	0.4269	19.6370
300	5.8603	2.9770	2.3010	0.4021	18.5002
330	5.8603	2.9770	2.3010	0.3810	17.5286
360	5.8603	2.9770	2.3010	0.3627	16.6863

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	2.6990	1.2237	64.7901
60	5.8603	2.9770	2.6990	0.9020	47.7549
90	5.8603	2.9770	2.6990	0.7406	39.2103
120	5.8603	2.9770	2.6990	0.6400	33.8862
150	5.8603	2.9770	2.6990	0.5700	30.1774
180	5.8603	2.9770	2.6990	0.5177	27.4107
210	5.8603	2.9770	2.6990	0.4921	26.0550
240	5.8603	2.9770	2.6990	0.4563	24.1584
270	5.8603	2.9770	2.6990	0.4269	22.6004
300	5.8603	2.9770	2.6990	0.4021	21.2920
330	5.8603	2.9770	2.6990	0.3810	20.1739
360	5.8603	2.9770	2.6990	0.3627	19.2044

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	3.0000	1.2237	71.2166
60	5.8603	2.9770	3.0000	0.9020	52.4917
90	5.8603	2.9770	3.0000	0.7406	43.0996
120	5.8603	2.9770	3.0000	0.6400	37.2474
150	5.8603	2.9770	3.0000	0.5700	33.1707
180	5.8603	2.9770	3.0000	0.5177	30.1295
210	5.8603	2.9770	3.0000	0.4921	28.6394
240	5.8603	2.9770	3.0000	0.4563	26.5547
270	5.8603	2.9770	3.0000	0.4269	24.8421
300	5.8603	2.9770	3.0000	0.4021	23.4040
330	5.8603	2.9770	3.0000	0.3810	22.1749
360	5.8603	2.9770	3.0000	0.3627	21.1093

3.1.2.1.4.3. Estación Chiclayo

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA CHICLAYO

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	147.99	2.170	0.742	0.409	54.000
2.00	144.45	2.160	0.732	0.392	27.000

3.00	143.39	2.157	0.728	0.386	18.000
4.00	118.96	2.075	0.647	0.271	13.500
5.00	112.94	2.053	0.625	0.244	10.800
6.00	111.88	2.049	0.621	0.239	9.000
7.00	78.24	1.893	0.465	0.101	7.714
8.00	71.16	1.852	0.424	0.076	6.750
9.00	66.38	1.822	0.394	0.061	6.000
10.00	63.73	1.804	0.376	0.053	5.400
11.00	60.54	1.782	0.354	0.044	4.909
12.00	57.35	1.759	0.330	0.036	4.500
13.00	57.00	1.756	0.328	0.035	4.154
14.00	55.94	1.748	0.320	0.033	3.857
15.00	52.04	1.716	0.288	0.024	3.600
16.00	50.27	1.701	0.273	0.020	3.375
17.00	44.96	1.653	0.225	0.011	3.176
18.00	43.50	1.638	0.210	0.009	3.000
19.00	42.13	1.625	0.196	0.008	2.842
20.00	41.42	1.617	0.189	0.007	2.700
21.00	35.93	1.556	0.127	0.002	2.571
22.00	30.09	1.478	0.050	0.000	2.455
23.00	30.09	1.478	0.050	0.000	2.348
24.00	29.74	1.473	0.045	0.000	2.250
25.00	26.91	1.430	0.002	0.000	2.160
26.00	25.14	1.400	-0.028	0.000	2.077
27.00	24.43	1.388	-0.040	0.000	2.000
28.00	24.07	1.382	-0.047	0.000	1.929
29.00	24.07	1.382	-0.047	0.000	1.862
30.00	23.01	1.362	-0.066	0.000	1.800
31.00	21.60	1.334	-0.094	-0.001	1.742
32.00	20.53	1.312	-0.116	-0.002	1.688
33.00	20.18	1.305	-0.123	-0.002	1.636
34.00	16.64	1.221	-0.207	-0.009	1.588
35.00	15.58	1.193	-0.236	-0.013	1.543
36.00	15.58	1.193	-0.236	-0.013	1.500
37.00	14.87	1.172	-0.256	-0.017	1.459
38.00	13.81	1.140	-0.288	-0.024	1.421
39.00	13.45	1.129	-0.299	-0.027	1.385
40.00	13.10	1.117	-0.311	-0.030	1.350
41.00	12.75	1.105	-0.323	-0.034	1.317
42.00	12.39	1.093	-0.335	-0.038	1.286
43.00	12.04	1.081	-0.348	-0.042	1.256
44.00	12.04	1.081	-0.348	-0.042	1.227
45.00	11.33	1.054	-0.374	-0.052	1.200
46.00	10.98	1.040	-0.388	-0.058	1.174
47.00	10.62	1.026	-0.402	-0.065	1.149
48.00	10.62	1.026	-0.402	-0.065	1.125
49.00	6.73	0.828	-0.600	-0.216	1.102
50.00	6.37	0.804	-0.624	-0.243	1.080
51.00	5.66	0.753	-0.675	-0.307	1.059
52.00	4.96	0.695	-0.733	-0.394	1.038
53.00	4.25	0.628	-0.800	-0.512	1.019

		0.257	
$\sum x =$	2123.83	$\sum Y =$	75.69
$Xx =$	40.07	$Yy =$	1.43
$\sigma x =$	37.97	$\sigma y =$	0.399
N =	53.00		

METODO GUMBEL TIPO I

$\sum x =$	2123.83
$Xx =$	40.07
$\sigma x =$	37.97

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

Entonces :	$Y_n =$	0.5497
	$\sigma =$	1.1653

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 95.10$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -12.20$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = -12.20 + 95.10 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	22.98
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	130.44
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	201.77
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	292.11
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	358.68
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	425.25
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	493.24
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	578.36
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	644.92

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 75.69$$

$$Y_y = 1.43$$

$$\sigma_y = 0.399$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : $CS_y = 0.0806$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $Cv = 0.2796$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

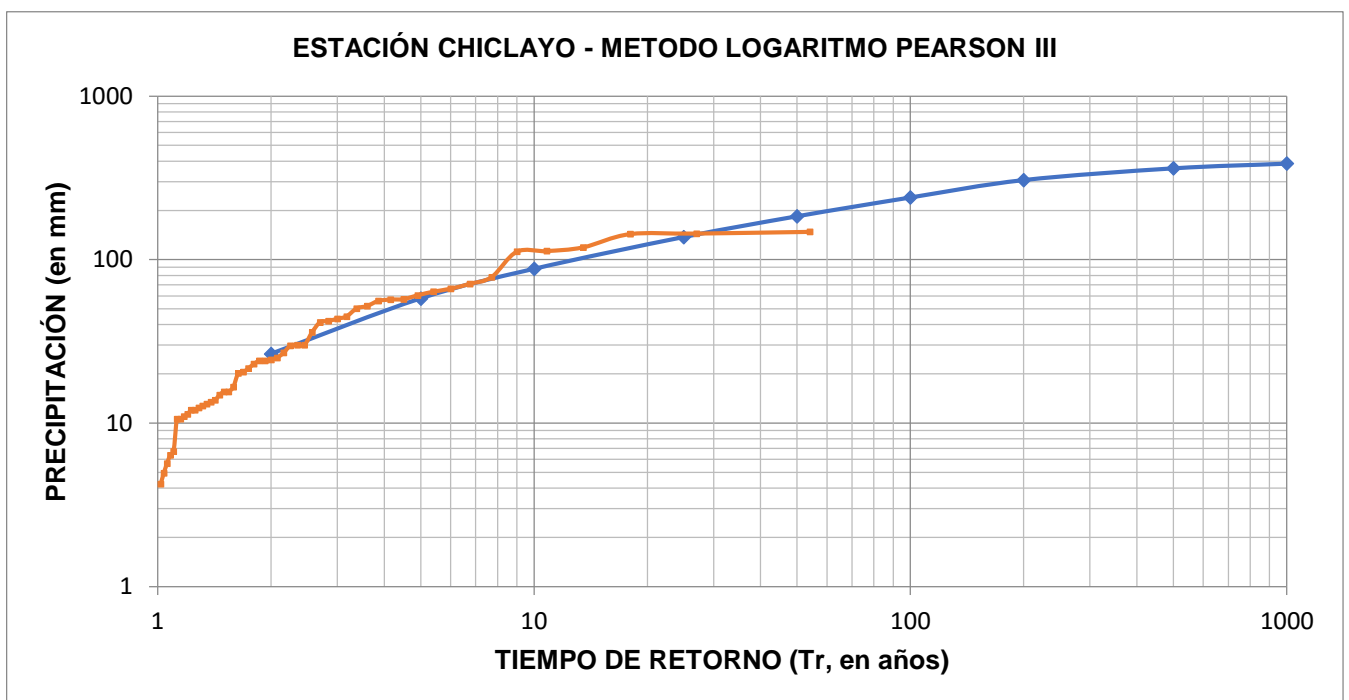
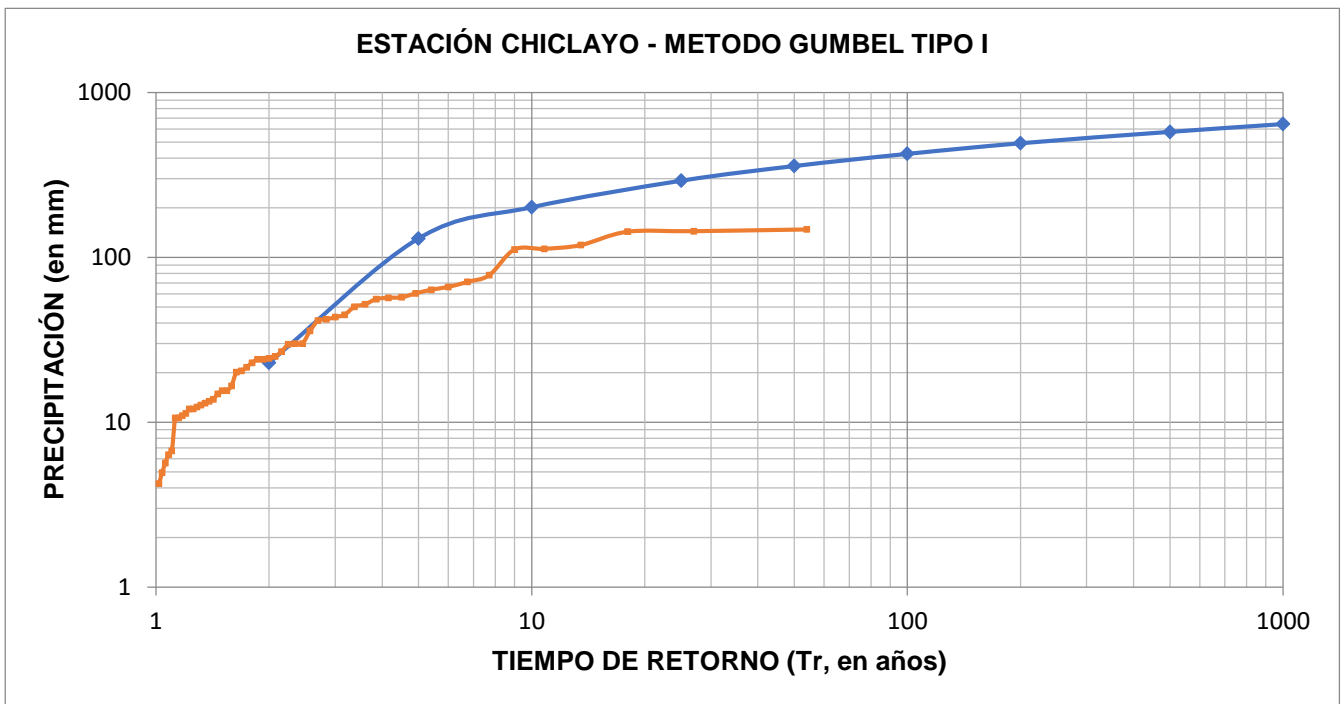
Entonces : $\text{Log} Y = 1.43 + 0.399 * K$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.080)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.013	1.423	26.48
5	20.00	80.00	0.837	1.762	57.85
10	10.00	90.00	1.290	1.943	87.73

25	4.00	96.00	1.778	2.138	137.40
50	2.00	98.00	2.096	2.265	184.06
100	1.00	99.00	2.384	2.380	239.84
200	0.50	99.50	2.651	2.487	306.57
500	0.20	99.80	2.831	2.558	361.74
1000	0.10	99.90	2.903	2.587	386.49

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION CHICLAYO



ESTACION CHICLAYO		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	22.98	26.48
5	130.44	57.85
10	201.77	87.73
25	292.11	137.40
50	358.68	184.06
100	425.25	239.84
200	493.24	306.57
500	578.36	361.74
1000	644.92	386.49

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA CHICLAYO

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	26.48	26.48	26.48
90	17.65	17.65	8.83
120	13.24	13.24	4.41
150	10.59	10.59	2.65
180	8.83	8.83	1.77
210	7.57	7.57	1.26
240	6.62	6.62	0.95
270	5.88	5.88	0.74
300	5.30	5.30	0.59
330	4.81	4.81	0.48
360	4.41	4.41	0.40

(Tr = 5 años)

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	57.85	57.85	57.85
90	38.57	38.57	19.28
120	28.92	28.92	9.64
150	23.14	23.14	5.78
180	19.28	19.28	3.86
210	16.53	16.53	2.75
240	14.46	14.46	2.07
270	12.86	12.86	1.61
300	11.57	11.57	1.29
330	10.52	10.52	1.05
360	9.64	9.64	0.88

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	87.73	87.73	87.73
90	58.49	58.49	29.24
120	43.87	43.87	14.62
150	35.09	35.09	8.77
180	29.24	29.24	5.85
210	25.07	25.07	4.18
240	21.93	21.93	3.13
270	19.50	19.50	2.44
300	17.55	17.55	1.95
330	15.95	15.95	1.60
360	14.62	14.62	1.33

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	137.40	137.40	137.40
90	91.60	91.60	45.80
120	68.70	68.70	22.90
150	54.96	54.96	13.74
180	45.80	45.80	9.16
210	39.26	39.26	6.54
240	34.35	34.35	4.91
270	30.53	30.53	3.82
300	27.48	27.48	3.05

330	24.98	24.98	2.50
360	22.90	22.90	2.08

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	184.06	184.06	184.06
90	122.70	122.70	61.35
120	92.03	92.03	30.68
150	73.62	73.62	18.41
180	61.35	61.35	12.27
210	52.59	52.59	8.76
240	46.01	46.01	6.57
270	40.90	40.90	5.11
300	36.81	36.81	4.09
330	33.46	33.46	3.35
360	30.68	30.68	2.79

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	239.84	239.84	239.84
90	159.90	159.90	79.95
120	119.92	119.92	39.97
150	95.94	95.94	23.98
180	79.95	79.95	15.99
210	68.53	68.53	11.42
240	59.96	59.96	8.57
270	53.30	53.30	6.66
300	47.97	47.97	5.33
330	43.61	43.61	4.36
360	39.97	39.97	3.63

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	306.57	306.57	306.57
90	204.38	204.38	102.19
120	153.28	153.28	51.09

150	122.63	122.63	30.66
180	102.19	102.19	20.44
210	87.59	87.59	14.60
240	76.64	76.64	10.95
270	68.13	68.13	8.52
300	61.31	61.31	6.81
330	55.74	55.74	5.57
360	51.09	51.09	4.64

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	361.74	361.74	361.74
90	241.16	241.16	120.58
120	180.87	180.87	60.29
150	144.69	144.69	36.17
180	120.58	120.58	24.12
210	103.35	103.35	17.23
240	90.43	90.43	12.92
270	80.39	80.39	10.05
300	72.35	72.35	8.04
330	65.77	65.77	6.58
360	60.29	60.29	5.48

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	386.49	386.49	386.49
90	257.66	257.66	128.83
120	193.24	193.24	64.41
150	154.60	154.60	38.65
180	128.83	128.83	25.77
210	110.43	110.43	18.40
240	96.62	96.62	13.80
270	85.89	85.89	10.74
300	77.30	77.30	8.59
330	70.27	70.27	7.03
360	64.41	64.41	5.86

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P_{24} ϵ_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 9
 SUB ZONA= 9₃
 UBICACIÓN: 6°46' S 79°50' W

$$22.5 * E_g^{-0.85}$$

Entonces : Kg =
 Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) Dm ≤ 110

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

Dm = 13 km

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P_{24} :

Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)
 Eg = 15.075

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$22.5 * E_g^{-0.85}$$

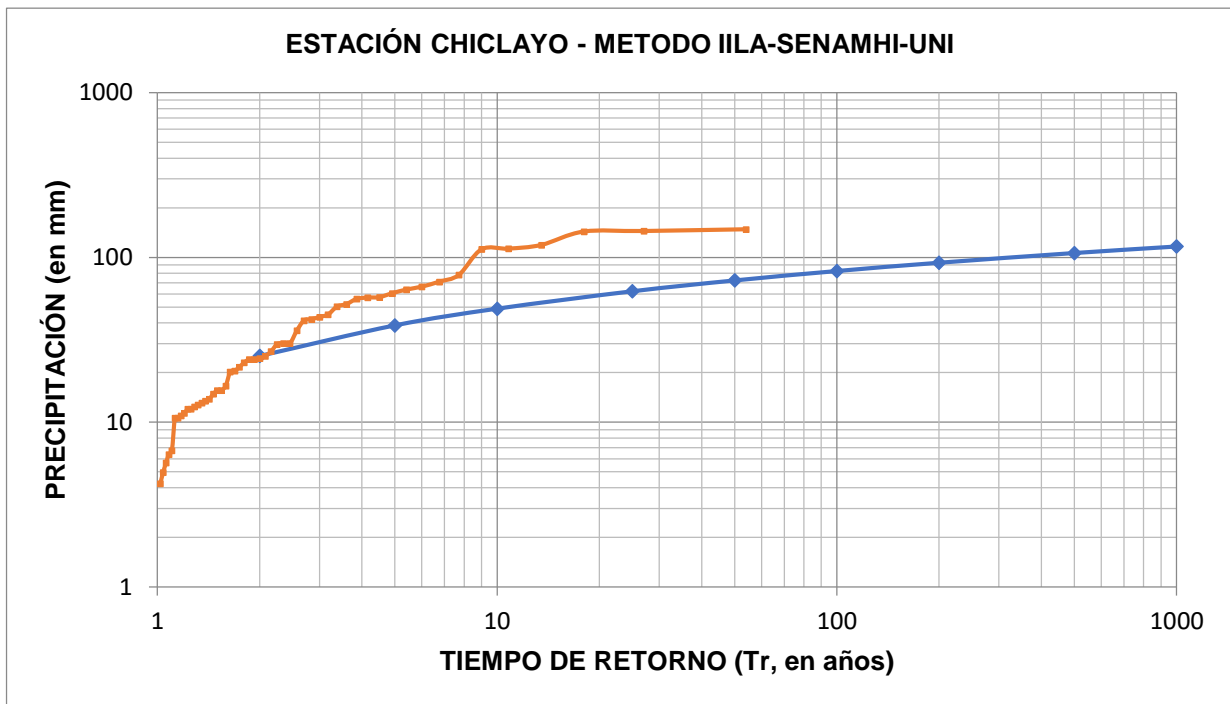
Kg =
 Kg = 2.242145518

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \epsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	15.08	2.24	0.3010	25.25
5	15.08	2.24	0.6990	38.70
10	15.08	2.24	1.0000	48.88
25	15.08	2.24	1.3979	62.33
50	15.08	2.24	1.6990	72.50
100	15.08	2.24	2.0000	82.68
200	15.08	2.24	2.3010	92.85
500	15.08	2.24	2.6990	106.30
1000	15.08	2.24	3.0000	116.48

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION CHICLAYO



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION CHICLAYO	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	25.25
5	38.70
10	48.88
25	62.33
50	72.50
100	82.68
200	92.85
500	106.30
1000	116.48

**ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA
CHICLAYO**

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las más cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 27.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 5.8243

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8243	2.2421	0.3010	1.2237	11.9377
60	5.8243	2.2421	0.3010	0.9020	8.7989
90	5.8243	2.2421	0.3010	0.7406	7.2246
120	5.8243	2.2421	0.3010	0.6400	6.2436
150	5.8243	2.2421	0.3010	0.5700	5.5603
180	5.8243	2.2421	0.3010	0.5177	5.0505
210	5.8243	2.2421	0.3010	0.4921	4.8007
240	5.8243	2.2421	0.3010	0.4563	4.4512
270	5.8243	2.2421	0.3010	0.4269	4.1642
300	5.8243	2.2421	0.3010	0.4021	3.9231
330	5.8243	2.2421	0.3010	0.3810	3.7171
360	5.8243	2.2421	0.3010	0.3627	3.5384

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8243	2.2421	0.6990	1.2237	18.2969
60	5.8243	2.2421	0.6990	0.9020	13.4861
90	5.8243	2.2421	0.6990	0.7406	11.0731
120	5.8243	2.2421	0.6990	0.6400	9.5695
150	5.8243	2.2421	0.6990	0.5700	8.5222
180	5.8243	2.2421	0.6990	0.5177	7.7408
210	5.8243	2.2421	0.6990	0.4921	7.3580
240	5.8243	2.2421	0.6990	0.4563	6.8224
270	5.8243	2.2421	0.6990	0.4269	6.3824
300	5.8243	2.2421	0.6990	0.4021	6.0129
330	5.8243	2.2421	0.6990	0.3810	5.6971
360	5.8243	2.2421	0.6990	0.3627	5.4234

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8243	2.2421	1.0000	1.2237	23.1074
60	5.8243	2.2421	1.0000	0.9020	17.0318
90	5.8243	2.2421	1.0000	0.7406	13.9843
120	5.8243	2.2421	1.0000	0.6400	12.0855
150	5.8243	2.2421	1.0000	0.5700	10.7628
180	5.8243	2.2421	1.0000	0.5177	9.7760
210	5.8243	2.2421	1.0000	0.4921	9.2925
240	5.8243	2.2421	1.0000	0.4563	8.6161
270	5.8243	2.2421	1.0000	0.4269	8.0604
300	5.8243	2.2421	1.0000	0.4021	7.5938

330	5.8243	2.2421	1.0000	0.3810	7.1950
360	5.8243	2.2421	1.0000	0.3627	6.8492

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8243	2.2421	1.3979	1.2237	29.4665
60	5.8243	2.2421	1.3979	0.9020	21.7189
90	5.8243	2.2421	1.3979	0.7406	17.8328
120	5.8243	2.2421	1.3979	0.6400	15.4114
150	5.8243	2.2421	1.3979	0.5700	13.7247
180	5.8243	2.2421	1.3979	0.5177	12.4664
210	5.8243	2.2421	1.3979	0.4921	11.8498
240	5.8243	2.2421	1.3979	0.4563	10.9872
270	5.8243	2.2421	1.3979	0.4269	10.2787
300	5.8243	2.2421	1.3979	0.4021	9.6836
330	5.8243	2.2421	1.3979	0.3810	9.1751
360	5.8243	2.2421	1.3979	0.3627	8.7342

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8243	2.2421	1.6990	1.2237	34.2771
60	5.8243	2.2421	1.6990	0.9020	25.2646
90	5.8243	2.2421	1.6990	0.7406	20.7441
120	5.8243	2.2421	1.6990	0.6400	17.9274
150	5.8243	2.2421	1.6990	0.5700	15.9653
180	5.8243	2.2421	1.6990	0.5177	14.5015
210	5.8243	2.2421	1.6990	0.4921	13.7844
240	5.8243	2.2421	1.6990	0.4563	12.7809
270	5.8243	2.2421	1.6990	0.4269	11.9567
300	5.8243	2.2421	1.6990	0.4021	11.2645
330	5.8243	2.2421	1.6990	0.3810	10.6729
360	5.8243	2.2421	1.6990	0.3627	10.1600

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8243	2.2421	2.0000	1.2237	39.0876
60	5.8243	2.2421	2.0000	0.9020	28.8103
90	5.8243	2.2421	2.0000	0.7406	23.6554
120	5.8243	2.2421	2.0000	0.6400	20.4434
150	5.8243	2.2421	2.0000	0.5700	18.2059

180	5.8243	2.2421	2.0000	0.5177	16.5367
210	5.8243	2.2421	2.0000	0.4921	15.7189
240	5.8243	2.2421	2.0000	0.4563	14.5747
270	5.8243	2.2421	2.0000	0.4269	13.6347
300	5.8243	2.2421	2.0000	0.4021	12.8454
330	5.8243	2.2421	2.0000	0.3810	12.1708
360	5.8243	2.2421	2.0000	0.3627	11.5859

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8243	2.2421	2.3010	1.2237	43.8981
60	5.8243	2.2421	2.3010	0.9020	32.3560
90	5.8243	2.2421	2.3010	0.7406	26.5667
120	5.8243	2.2421	2.3010	0.6400	22.9594
150	5.8243	2.2421	2.3010	0.5700	20.4465
180	5.8243	2.2421	2.3010	0.5177	18.5719
210	5.8243	2.2421	2.3010	0.4921	17.6534
240	5.8243	2.2421	2.3010	0.4563	16.3684
270	5.8243	2.2421	2.3010	0.4269	15.3127
300	5.8243	2.2421	2.3010	0.4021	14.4263
330	5.8243	2.2421	2.3010	0.3810	13.6687
360	5.8243	2.2421	2.3010	0.3627	13.0118

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8243	2.2421	2.6990	1.2237	50.2573
60	5.8243	2.2421	2.6990	0.9020	37.0431
90	5.8243	2.2421	2.6990	0.7406	30.4152
120	5.8243	2.2421	2.6990	0.6400	26.2853
150	5.8243	2.2421	2.6990	0.5700	23.4084
180	5.8243	2.2421	2.6990	0.5177	21.2623
210	5.8243	2.2421	2.6990	0.4921	20.2107
240	5.8243	2.2421	2.6990	0.4563	18.7395
270	5.8243	2.2421	2.6990	0.4269	17.5310
300	5.8243	2.2421	2.6990	0.4021	16.5161
330	5.8243	2.2421	2.6990	0.3810	15.6487
360	5.8243	2.2421	2.6990	0.3627	14.8967

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)

30	5.8243	2.2421	3.0000	1.2237	55.0678
60	5.8243	2.2421	3.0000	0.9020	40.5888
90	5.8243	2.2421	3.0000	0.7406	33.3264
120	5.8243	2.2421	3.0000	0.6400	28.8013
150	5.8243	2.2421	3.0000	0.5700	25.6490
180	5.8243	2.2421	3.0000	0.5177	23.2974
210	5.8243	2.2421	3.0000	0.4921	22.1452
240	5.8243	2.2421	3.0000	0.4563	20.5332
270	5.8243	2.2421	3.0000	0.4269	19.2090
300	5.8243	2.2421	3.0000	0.4021	18.0970
330	5.8243	2.2421	3.0000	0.3810	17.1466
360	5.8243	2.2421	3.0000	0.3627	16.3226

3.1.2.1.4.4. Estación Pucala

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCALA

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy)^3	Tr (en años)
1.00	63.80	1.805	0.919	0.776	54.000
2.00	40.93	1.612	0.726	0.383	27.000
3.00	40.63	1.609	0.723	0.378	18.000
4.00	33.70	1.528	0.642	0.264	13.500
5.00	32.00	1.505	0.619	0.238	10.800
6.00	22.17	1.346	0.460	0.097	9.000
7.00	20.16	1.305	0.419	0.073	7.714
8.00	19.80	1.297	0.411	0.069	6.750
9.00	18.81	1.274	0.388	0.059	6.000
10.00	18.06	1.257	0.371	0.051	5.400
11.00	17.15	1.234	0.348	0.042	4.909
12.00	16.25	1.211	0.325	0.034	4.500
13.00	16.15	1.208	0.322	0.033	4.154
14.00	15.85	1.200	0.314	0.031	3.857
15.00	14.75	1.169	0.283	0.023	3.600
16.00	14.50	1.161	0.276	0.021	3.375
17.00	14.24	1.154	0.268	0.019	3.176
18.00	12.74	1.105	0.219	0.011	3.000
19.00	12.30	1.090	0.204	0.008	2.842
20.00	11.74	1.070	0.184	0.006	2.700
21.00	10.18	1.008	0.122	0.002	2.571
22.00	8.53	0.931	0.045	0.000	2.455
23.00	8.53	0.931	0.045	0.000	2.348
24.00	8.43	0.926	0.040	0.000	2.250
25.00	7.62	0.882	-0.004	0.000	2.160
26.00	7.12	0.853	-0.033	0.000	2.077
27.00	6.92	0.840	-0.046	0.000	2.000
28.00	6.82	0.834	-0.052	0.000	1.929
29.00	6.82	0.834	-0.052	0.000	1.862
30.00	6.52	0.814	-0.072	0.000	1.800
31.00	6.12	0.787	-0.099	-0.001	1.742
32.00	5.82	0.765	-0.121	-0.002	1.688
33.00	5.72	0.757	-0.129	-0.002	1.636

34.00	4.71	0.673	-0.212	-0.010	1.588
35.00	4.41	0.645	-0.241	-0.014	1.543
36.00	4.41	0.645	-0.241	-0.014	1.500
37.00	4.21	0.625	-0.261	-0.018	1.459
38.00	3.91	0.592	-0.293	-0.025	1.421
39.00	3.81	0.581	-0.305	-0.028	1.385
40.00	3.71	0.570	-0.316	-0.032	1.350
41.00	3.61	0.558	-0.328	-0.035	1.317
42.00	3.51	0.545	-0.340	-0.039	1.286
43.00	3.41	0.533	-0.353	-0.044	1.256
44.00	3.41	0.533	-0.353	-0.044	1.227
45.00	3.21	0.506	-0.379	-0.055	1.200
46.00	3.11	0.493	-0.393	-0.061	1.174
47.00	3.01	0.478	-0.407	-0.068	1.149
48.00	3.01	0.478	-0.407	-0.068	1.125
49.00	2.70	0.431	-0.454	-0.094	1.102
50.00	1.91	0.280	-0.606	-0.222	1.080
51.00	1.81	0.257	-0.629	-0.249	1.059
52.00	1.40	0.147	-0.738	-0.403	1.038
53.00	1.20	0.081	-0.805	-0.522	1.019
				0.570	

$$\begin{aligned} \sum x &= 615.35 \\ \bar{X} &= 11.61 \\ \sigma_x &= 11.99 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 46.95 \\ \bar{Y} &= 0.89 \\ \sigma_y &= 0.396 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 615.35 \\ \bar{X} &= 11.61 \\ \sigma_x &= 11.99 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces :} \quad Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 30.26$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -5.02$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = -5.02 + 30.26 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	6.17
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	40.37
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	63.06
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	91.81
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	112.99
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	134.17
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	155.81
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	182.89
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	204.07

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 46.95$$

$$Y_y = 0.89$$

$$\sigma_y = 0.396$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : $C_{Sy} = 0.1830$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $C_v = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $C_v = 0.4473$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

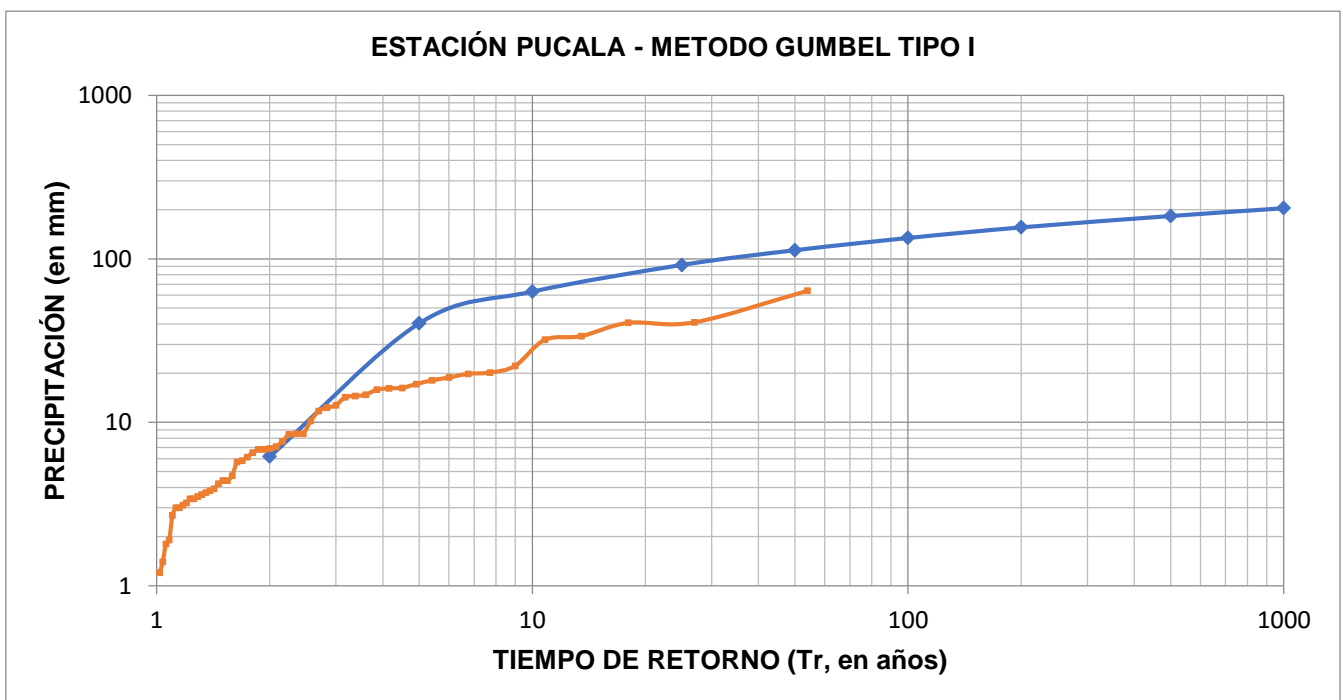
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

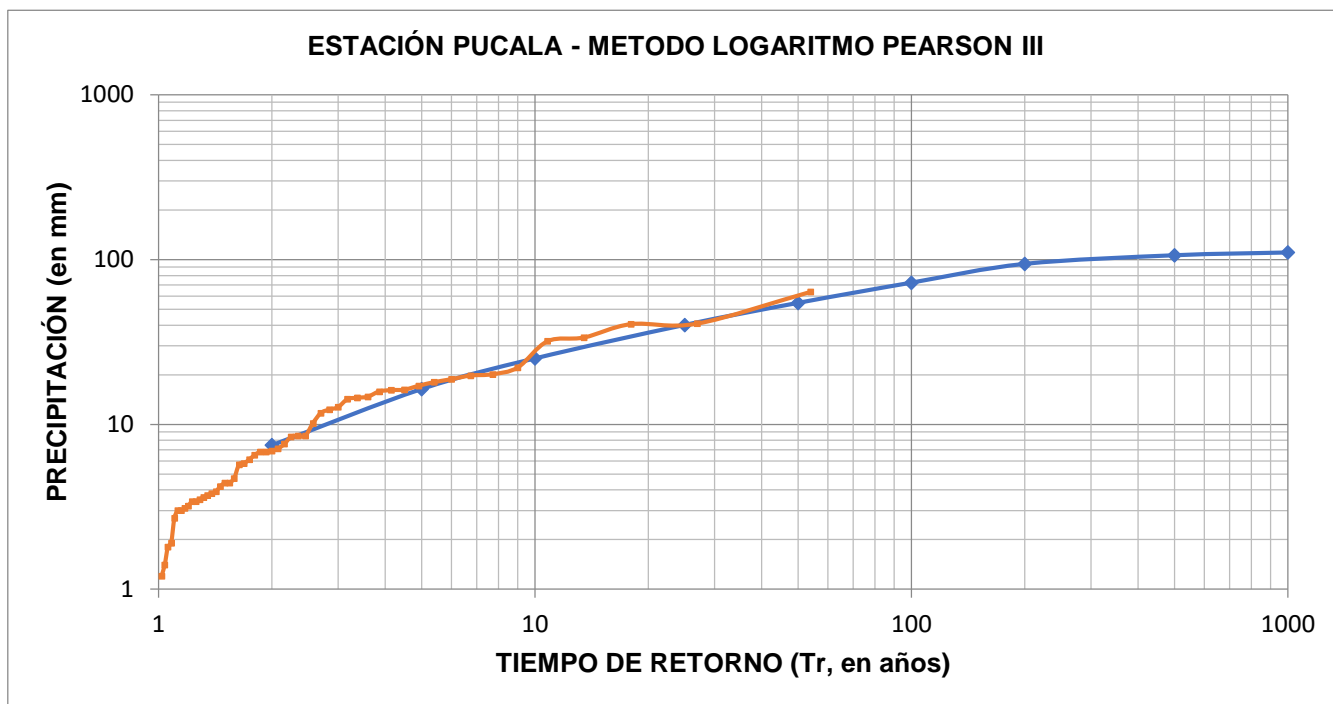
Entonces : $\text{Log} Y = 0.89 + 0.396 * K$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (C _{sy} = 0.183)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.030	0.874	7.48
5	20.00	80.00	0.831	1.215	16.41
10	10.00	90.00	1.299	1.401	25.16
25	4.00	96.00	1.812	1.604	40.18
50	2.00	98.00	2.150	1.738	54.68
100	1.00	99.00	2.460	1.860	72.52
200	0.50	99.50	2.747	1.974	94.28
500	0.20	99.80	2.879	2.027	106.33
1000	0.10	99.90	2.922	2.044	110.59

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION PUCALA





ESTACION PUCALA		
$Tr = (N+1) / m$	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	6.17	7.48
5	40.37	16.41
10	63.06	25.16
25	91.81	40.18
50	112.99	54.68
100	134.17	72.52
200	155.81	94.28
500	182.89	106.33
1000	204.07	110.59

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCHACA

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	7.48	7.48	7.48
90	4.99	4.99	2.49
120	3.74	3.74	1.25
150	2.99	2.99	0.75
180	2.49	2.49	0.50
210	2.14	2.14	0.36
240	1.87	1.87	0.27
270	1.66	1.66	0.21
300	1.50	1.50	0.17
330	1.36	1.36	0.14
360	1.25	1.25	0.11

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	16.41	16.41	16.41
90	10.94	10.94	5.47
120	8.21	8.21	2.74
150	6.56	6.56	1.64
180	5.47	5.47	1.09
210	4.69	4.69	0.78
240	4.10	4.10	0.59
270	3.65	3.65	0.46
300	3.28	3.28	0.36
330	2.98	2.98	0.30
360	2.74	2.74	0.25

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	25.16	25.16	25.16
90	16.77	16.77	8.39
120	12.58	12.58	4.19
150	10.06	10.06	2.52
180	8.39	8.39	1.68
210	7.19	7.19	1.20
240	6.29	6.29	0.90
270	5.59	5.59	0.70

300	5.03	5.03	0.56
330	4.57	4.57	0.46
360	4.19	4.19	0.38

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	40.18	40.18	40.18
90	26.79	26.79	13.39
120	20.09	20.09	6.70
150	16.07	16.07	4.02
180	13.39	13.39	2.68
210	11.48	11.48	1.91
240	10.04	10.04	1.43
270	8.93	8.93	1.12
300	8.04	8.04	0.89
330	7.31	7.31	0.73
360	6.70	6.70	0.61

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	54.68	54.68	54.68
90	36.45	36.45	18.23
120	27.34	27.34	9.11
150	21.87	21.87	5.47
180	18.23	18.23	3.65
210	15.62	15.62	2.60
240	13.67	13.67	1.95
270	12.15	12.15	1.52
300	10.94	10.94	1.22
330	9.94	9.94	0.99
360	9.11	9.11	0.83

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	72.52	72.52	72.52
90	48.35	48.35	24.17

120	36.26	36.26	12.09
150	29.01	29.01	7.25
180	24.17	24.17	4.83
210	20.72	20.72	3.45
240	18.13	18.13	2.59
270	16.12	16.12	2.01
300	14.50	14.50	1.61
330	13.19	13.19	1.32
360	12.09	12.09	1.10

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	94.28	94.28	94.28
90	62.85	62.85	31.43
120	47.14	47.14	15.71
150	37.71	37.71	9.43
180	31.43	31.43	6.29
210	26.94	26.94	4.49
240	23.57	23.57	3.37
270	20.95	20.95	2.62
300	18.86	18.86	2.10
330	17.14	17.14	1.71
360	15.71	15.71	1.43

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	106.33	106.33	106.33
90	70.89	70.89	35.44
120	53.17	53.17	17.72
150	42.53	42.53	10.63
180	35.44	35.44	7.09
210	30.38	30.38	5.06
240	26.58	26.58	3.80
270	23.63	23.63	2.95
300	21.27	21.27	2.36
330	19.33	19.33	1.93
360	17.72	17.72	1.61

(Tr = 1000 años)			
-------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	110.59	110.59	110.59
90	73.73	73.73	36.86
120	55.29	55.29	18.43
150	44.24	44.24	11.06
180	36.86	36.86	7.37
210	31.60	31.60	5.27
240	27.65	27.65	3.95
270	24.58	24.58	3.07
300	22.12	22.12	2.46
330	20.11	20.11	2.01
360	18.43	18.43	1.68

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 9
 SUB ZONA= 9₃
 UBICACIÓN: 6°45' S 79°36' W

Entonces :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) \quad Dm \leq 110$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

$$Dm = 34 \text{ km}$$

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)$$

$$Eg = 5.1$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

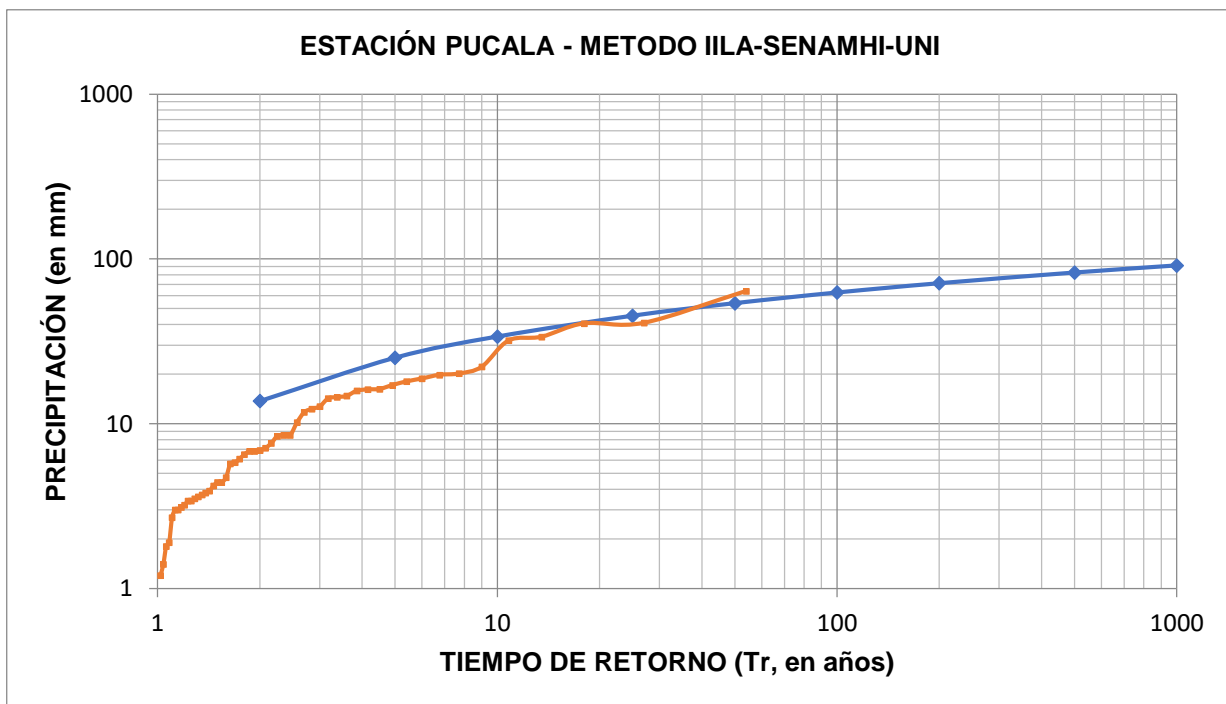
$$K_g = 5.633105285$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	5.10	5.63	0.3010	13.75
5	5.10	5.63	0.6990	25.18
10	5.10	5.63	1.0000	33.83
25	5.10	5.63	1.3979	45.26
50	5.10	5.63	1.6990	53.91
100	5.10	5.63	2.0000	62.56
200	5.10	5.63	2.3010	71.21
500	5.10	5.63	2.6990	82.64
1000	5.10	5.63	3.0000	91.29

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION PUCALA



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION PUCALA	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	13.75
5	25.18
10	33.83
25	45.26
50	53.91
100	62.56
200	71.21
500	82.64
1000	91.29

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCALA

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las más cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

$$Y = 85.00$$

$$a = 5.80 + 0.0009Y$$

$$a = 5.8765$$

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

$$b = 0.2 \text{ horas} \quad (\text{costa, norte y selva})$$

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	0.3010	1.2237	19.3852
60	5.8765	5.6331	0.3010	0.9020	14.2883
90	5.8765	5.6331	0.3010	0.7406	11.7317
120	5.8765	5.6331	0.3010	0.6400	10.1388
150	5.8765	5.6331	0.3010	0.5700	9.0291
180	5.8765	5.6331	0.3010	0.5177	8.2013
210	5.8765	5.6331	0.3010	0.4921	7.7957
240	5.8765	5.6331	0.3010	0.4563	7.2282
270	5.8765	5.6331	0.3010	0.4269	6.7620
300	5.8765	5.6331	0.3010	0.4021	6.3706
330	5.8765	5.6331	0.3010	0.3810	6.0360
360	5.8765	5.6331	0.3010	0.3627	5.7460

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	0.6990	1.2237	35.5050
60	5.8765	5.6331	0.6990	0.9020	26.1697
90	5.8765	5.6331	0.6990	0.7406	21.4872
120	5.8765	5.6331	0.6990	0.6400	18.5696
150	5.8765	5.6331	0.6990	0.5700	16.5372
180	5.8765	5.6331	0.6990	0.5177	15.0210
210	5.8765	5.6331	0.6990	0.4921	14.2782
240	5.8765	5.6331	0.6990	0.4563	13.2388
270	5.8765	5.6331	0.6990	0.4269	12.3850
300	5.8765	5.6331	0.6990	0.4021	11.6680
330	5.8765	5.6331	0.6990	0.3810	11.0553

360	5.8765	5.6331	0.6990	0.3627	10.5240
-----	--------	--------	--------	--------	---------

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	1.0000	1.2237	47.6991
60	5.8765	5.6331	1.0000	0.9020	35.1576
90	5.8765	5.6331	1.0000	0.7406	28.8670
120	5.8765	5.6331	1.0000	0.6400	24.9473
150	5.8765	5.6331	1.0000	0.5700	22.2169
180	5.8765	5.6331	1.0000	0.5177	20.1800
210	5.8765	5.6331	1.0000	0.4921	19.1820
240	5.8765	5.6331	1.0000	0.4563	17.7856
270	5.8765	5.6331	1.0000	0.4269	16.6386
300	5.8765	5.6331	1.0000	0.4021	15.6754
330	5.8765	5.6331	1.0000	0.3810	14.8522
360	5.8765	5.6331	1.0000	0.3627	14.1385

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	1.3979	1.2237	63.8189
60	5.8765	5.6331	1.3979	0.9020	47.0390
90	5.8765	5.6331	1.3979	0.7406	38.6225
120	5.8765	5.6331	1.3979	0.6400	33.3782
150	5.8765	5.6331	1.3979	0.5700	29.7251
180	5.8765	5.6331	1.3979	0.5177	26.9997
210	5.8765	5.6331	1.3979	0.4921	25.6645
240	5.8765	5.6331	1.3979	0.4563	23.7963
270	5.8765	5.6331	1.3979	0.4269	22.2616
300	5.8765	5.6331	1.3979	0.4021	20.9729
330	5.8765	5.6331	1.3979	0.3810	19.8714
360	5.8765	5.6331	1.3979	0.3627	18.9165

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	1.6990	1.2237	76.0130
60	5.8765	5.6331	1.6990	0.9020	56.0269
90	5.8765	5.6331	1.6990	0.7406	46.0023
120	5.8765	5.6331	1.6990	0.6400	39.7559
150	5.8765	5.6331	1.6990	0.5700	35.4047
180	5.8765	5.6331	1.6990	0.5177	32.1587

210	5.8765	5.6331	1.6990	0.4921	30.5683
240	5.8765	5.6331	1.6990	0.4563	28.3431
270	5.8765	5.6331	1.6990	0.4269	26.5152
300	5.8765	5.6331	1.6990	0.4021	24.9802
330	5.8765	5.6331	1.6990	0.3810	23.6684
360	5.8765	5.6331	1.6990	0.3627	22.5310

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	2.0000	1.2237	88.2071
60	5.8765	5.6331	2.0000	0.9020	65.0149
90	5.8765	5.6331	2.0000	0.7406	53.3820
120	5.8765	5.6331	2.0000	0.6400	46.1337
150	5.8765	5.6331	2.0000	0.5700	41.0844
180	5.8765	5.6331	2.0000	0.5177	37.3176
210	5.8765	5.6331	2.0000	0.4921	35.4721
240	5.8765	5.6331	2.0000	0.4563	32.8899
270	5.8765	5.6331	2.0000	0.4269	30.7688
300	5.8765	5.6331	2.0000	0.4021	28.9876
330	5.8765	5.6331	2.0000	0.3810	27.4653
360	5.8765	5.6331	2.0000	0.3627	26.1454

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	2.3010	1.2237	100.4013
60	5.8765	5.6331	2.3010	0.9020	74.0028
90	5.8765	5.6331	2.3010	0.7406	60.7618
120	5.8765	5.6331	2.3010	0.6400	52.5114
150	5.8765	5.6331	2.3010	0.5700	46.7641
180	5.8765	5.6331	2.3010	0.5177	42.4766
210	5.8765	5.6331	2.3010	0.4921	40.3759
240	5.8765	5.6331	2.3010	0.4563	37.4368
270	5.8765	5.6331	2.3010	0.4269	35.0224
300	5.8765	5.6331	2.3010	0.4021	32.9950
330	5.8765	5.6331	2.3010	0.3810	31.2622
360	5.8765	5.6331	2.3010	0.3627	29.7599

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	2.6990	1.2237	116.5210

60	5.8765	5.6331	2.6990	0.9020	85.8842
90	5.8765	5.6331	2.6990	0.7406	70.5173
120	5.8765	5.6331	2.6990	0.6400	60.9423
150	5.8765	5.6331	2.6990	0.5700	54.2723
180	5.8765	5.6331	2.6990	0.5177	49.2964
210	5.8765	5.6331	2.6990	0.4921	46.8584
240	5.8765	5.6331	2.6990	0.4563	43.4474
270	5.8765	5.6331	2.6990	0.4269	40.6454
300	5.8765	5.6331	2.6990	0.4021	38.2924
330	5.8765	5.6331	2.6990	0.3810	36.2814
360	5.8765	5.6331	2.6990	0.3627	34.5379

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8765	5.6331	3.0000	1.2237	128.7152
60	5.8765	5.6331	3.0000	0.9020	94.8721
90	5.8765	5.6331	3.0000	0.7406	77.8971
120	5.8765	5.6331	3.0000	0.6400	67.3200
150	5.8765	5.6331	3.0000	0.5700	59.9519
180	5.8765	5.6331	3.0000	0.5177	54.4553
210	5.8765	5.6331	3.0000	0.4921	51.7622
240	5.8765	5.6331	3.0000	0.4563	47.9943
270	5.8765	5.6331	3.0000	0.4269	44.8990
300	5.8765	5.6331	3.0000	0.4021	42.2998
330	5.8765	5.6331	3.0000	0.3810	40.0784
360	5.8765	5.6331	3.0000	0.3627	38.1524

3.1.2.1.4.5. Estación Tinajones

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TINAJONES

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	136.09	2.134	0.972	0.917	54.000
2.00	116.30	2.066	0.903	0.737	27.000
3.00	93.20	1.969	0.807	0.526	18.000
4.00	72.40	1.860	0.697	0.339	13.500
5.00	47.30	1.675	0.513	0.135	10.800
6.00	44.20	1.645	0.483	0.113	9.000
7.00	40.12	1.603	0.441	0.086	7.714
8.00	34.89	1.543	0.380	0.055	6.750
9.00	34.50	1.538	0.376	0.053	6.000
10.00	34.45	1.537	0.375	0.053	5.400
11.00	30.50	1.484	0.322	0.033	4.909
12.00	30.39	1.483	0.320	0.033	4.500
13.00	28.80	1.459	0.297	0.026	4.154
14.00	26.35	1.421	0.259	0.017	3.857

15.00	25.47	1.406	0.244	0.014	3.600
16.00	24.00	1.380	0.218	0.010	3.375
17.00	23.40	1.369	0.207	0.009	3.176
18.00	22.50	1.352	0.190	0.007	3.000
19.00	22.21	1.347	0.184	0.006	2.842
20.00	21.72	1.337	0.175	0.005	2.700
21.00	21.41	1.331	0.168	0.005	2.571
22.00	21.12	1.325	0.162	0.004	2.455
23.00	20.20	1.305	0.143	0.003	2.348
24.00	19.80	1.297	0.134	0.002	2.250
25.00	18.50	1.267	0.105	0.001	2.160
26.00	17.40	1.241	0.078	0.000	2.077
27.00	17.25	1.237	0.075	0.000	2.000
28.00	14.85	1.172	0.009	0.000	1.929
29.00	14.76	1.169	0.007	0.000	1.862
30.00	14.55	1.163	0.001	0.000	1.800
31.00	13.56	1.132	-0.030	0.000	1.742
32.00	12.39	1.093	-0.069	0.000	1.688
33.00	11.32	1.054	-0.108	-0.001	1.636
34.00	10.06	1.002	-0.160	-0.004	1.588
35.00	9.40	0.973	-0.189	-0.007	1.543
36.00	9.10	0.959	-0.203	-0.008	1.500
37.00	8.99	0.954	-0.209	-0.009	1.459
38.00	8.35	0.921	-0.241	-0.014	1.421
39.00	8.13	0.910	-0.252	-0.016	1.385
40.00	7.49	0.874	-0.288	-0.024	1.350
41.00	7.28	0.862	-0.300	-0.027	1.317
42.00	6.85	0.836	-0.327	-0.035	1.286
43.00	6.63	0.822	-0.341	-0.039	1.256
44.00	6.42	0.807	-0.355	-0.045	1.227
45.00	5.00	0.699	-0.463	-0.099	1.200
46.00	4.20	0.623	-0.539	-0.157	1.174
47.00	4.07	0.609	-0.553	-0.169	1.149
48.00	3.85	0.586	-0.577	-0.192	1.125
49.00	3.00	0.477	-0.686	-0.322	1.102
50.00	2.60	0.415	-0.747	-0.417	1.080
51.00	2.57	0.410	-0.753	-0.426	1.059
52.00	2.10	0.322	-0.840	-0.593	1.038
53.00	1.40	0.146	-1.016	-1.049	1.019
				-0.464	

$$\begin{aligned} \sum x &= 1243.37 \\ \sum Xx &= 23.46 \\ \sigma x &= 26.82 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 61.60 \\ \sum Yy &= 1.16 \\ \sigma y &= 0.439 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 1243.37 \\ Xx &= 23.46 \\ \sigma x &= 26.82 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

Entonces :

$$\begin{aligned} Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 61.09$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -10.12$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -10.12 + 61.09 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	12.48
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	81.51
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	127.33
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	185.36
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	228.12
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	270.88
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	314.56
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	369.24
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	412.00

METODO DE LOG PEARSON III

$$\begin{aligned}\sum Y &= 61.60 \\ Y_y &= 1.16 \\ \sigma_y &= 0.439\end{aligned}$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : $CS_y = -0.1094$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $Cv = 0.3778$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

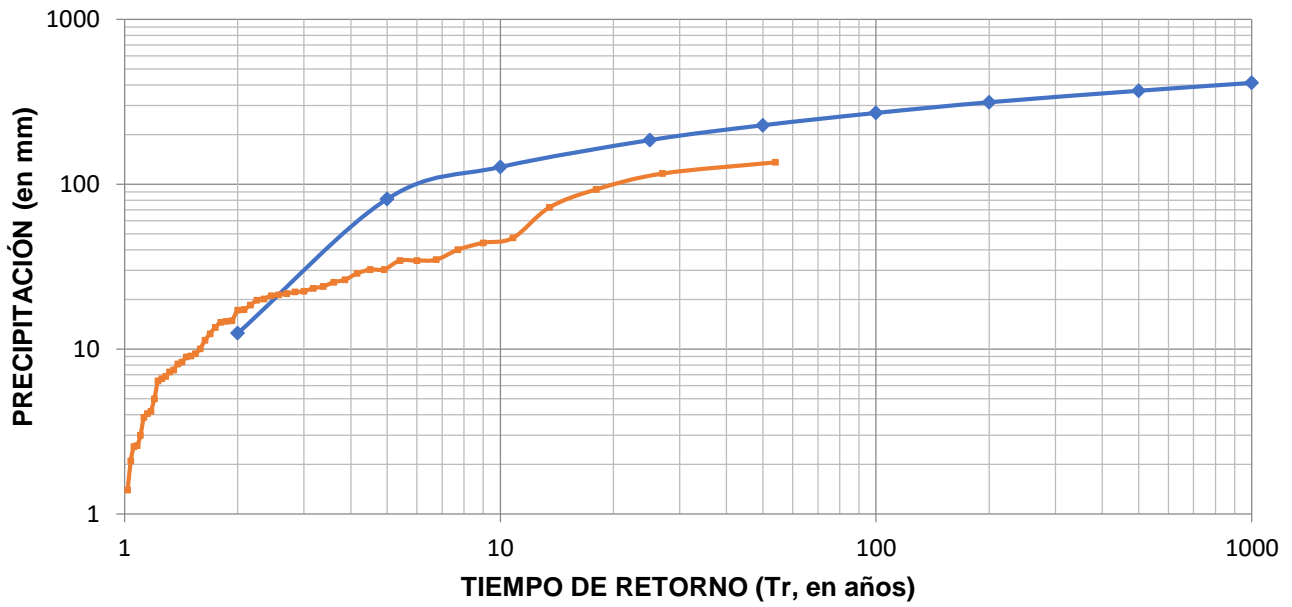
Entonces : $\text{Log} Y = 1.16 + 0.439 * K$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

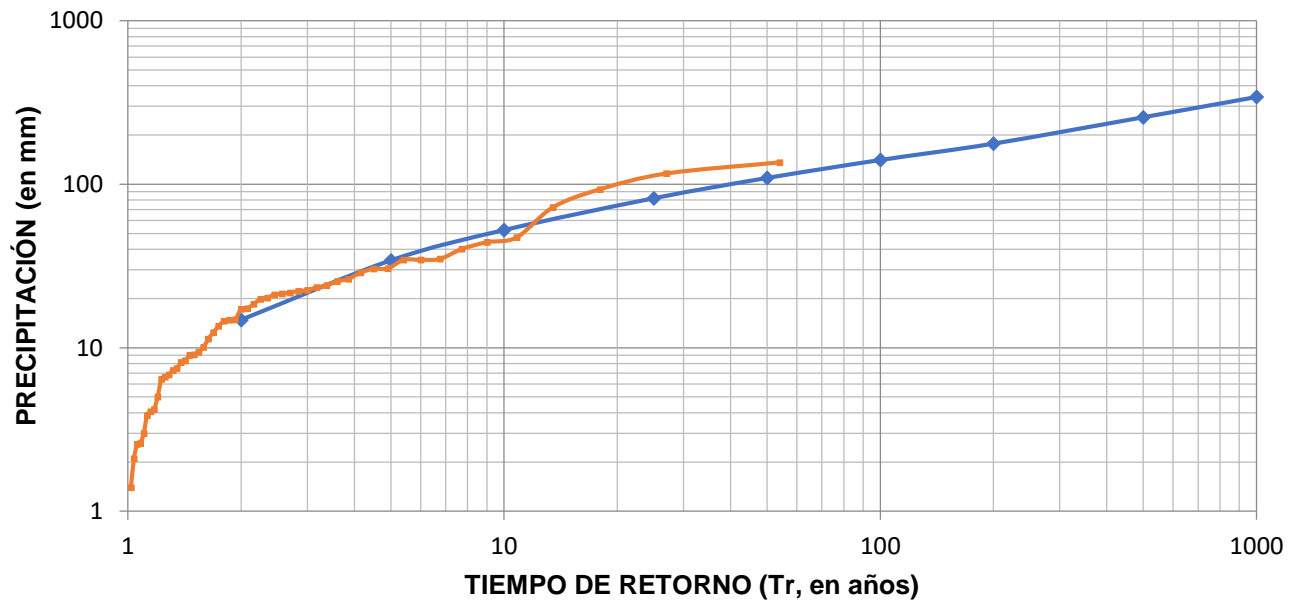
Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.109)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.018	1.170	14.80
5	20.00	80.00	0.846	1.534	34.19
10	10.00	90.00	1.269	1.719	52.42
25	4.00	96.00	1.712	1.914	82.07
50	2.00	98.00	1.995	2.038	109.18
100	1.00	99.00	2.245	2.148	140.68
200	0.50	99.50	2.474	2.248	177.19
500	0.20	99.80	2.841	2.410	256.92
1000	0.10	99.90	3.123	2.534	341.68

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION TINAJONES

ESTACIÓN TINAJONES - METODO GUMBEL TIPO I



ESTACIÓN TINAJONES - METODO LOGARITMO PEARSON III



ESTACION TINAJONES		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	12.48	14.80
5	81.51	34.19
10	127.33	52.42
25	185.36	82.07
50	228.12	109.18
100	270.88	140.68
200	314.56	177.19
500	369.24	256.92
1000	412.00	341.68

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TINAJONES

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	14.80	14.80	14.80
90	9.86	9.86	4.93
120	7.40	7.40	2.47
150	5.92	5.92	1.48
180	4.93	4.93	0.99
210	4.23	4.23	0.70
240	3.70	3.70	0.53
270	3.29	3.29	0.41
300	2.96	2.96	0.33
330	2.69	2.69	0.27
360	2.47	2.47	0.22

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	34.19	34.19	34.19
90	22.79	22.79	11.40
120	17.10	17.10	5.70
150	13.68	13.68	3.42
180	11.40	11.40	2.28
210	9.77	9.77	1.63

240	8.55	8.55	1.22
270	7.60	7.60	0.95
300	6.84	6.84	0.76
330	6.22	6.22	0.62
360	5.70	5.70	0.52

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	52.42	52.42	52.42
90	34.94	34.94	17.47
120	26.21	26.21	8.74
150	20.97	20.97	5.24
180	17.47	17.47	3.49
210	14.98	14.98	2.50
240	13.10	13.10	1.87
270	11.65	11.65	1.46
300	10.48	10.48	1.16
330	9.53	9.53	0.95
360	8.74	8.74	0.79

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	82.07	82.07	82.07
90	54.71	54.71	27.36
120	41.03	41.03	13.68
150	32.83	32.83	8.21
180	27.36	27.36	5.47
210	23.45	23.45	3.91
240	20.52	20.52	2.93
270	18.24	18.24	2.28
300	16.41	16.41	1.82
330	14.92	14.92	1.49
360	13.68	13.68	1.24

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)

60	109.18	109.18	109.18
90	72.78	72.78	36.39
120	54.59	54.59	18.20
150	43.67	43.67	10.92
180	36.39	36.39	7.28
210	31.19	31.19	5.20
240	27.29	27.29	3.90
270	24.26	24.26	3.03
300	21.84	21.84	2.43
330	19.85	19.85	1.99
360	18.20	18.20	1.65

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	140.68	140.68	140.68
90	93.79	93.79	46.89
120	70.34	70.34	23.45
150	56.27	56.27	14.07
180	46.89	46.89	9.38
210	40.19	40.19	6.70
240	35.17	35.17	5.02
270	31.26	31.26	3.91
300	28.14	28.14	3.13
330	25.58	25.58	2.56
360	23.45	23.45	2.13

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	177.19	177.19	177.19
90	118.13	118.13	59.06
120	88.59	88.59	29.53
150	70.88	70.88	17.72
180	59.06	59.06	11.81
210	50.63	50.63	8.44
240	44.30	44.30	6.33
270	39.38	39.38	4.92
300	35.44	35.44	3.94
330	32.22	32.22	3.22
360	29.53	29.53	2.68

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	256.92	256.92	256.92
90	171.28	171.28	85.64
120	128.46	128.46	42.82
150	102.77	102.77	25.69
180	85.64	85.64	17.13
210	73.41	73.41	12.23
240	64.23	64.23	9.18
270	57.09	57.09	7.14
300	51.38	51.38	5.71
330	46.71	46.71	4.67
360	42.82	42.82	3.89

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	341.68	341.68	341.68
90	227.79	227.79	113.89
120	170.84	170.84	56.95
150	136.67	136.67	34.17
180	113.89	113.89	22.78
210	97.62	97.62	16.27
240	85.42	85.42	12.20
270	75.93	75.93	9.49
300	68.34	68.34	7.59
330	62.12	62.12	6.21
360	56.95	56.95	5.18

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para deternnar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas puvliometricas:

ZONA= 9

SUB ZONA= 9₃
 UBICACIÓN: 6°40' S 79°29' W

$$22.5 * E_g^{-0.85}$$

Entonces : Kg =
 Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) Dm ≤ 110

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

Dm = 55 km

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)
 Eg = 4.875

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$22.5 * E_g^{-0.85}$$

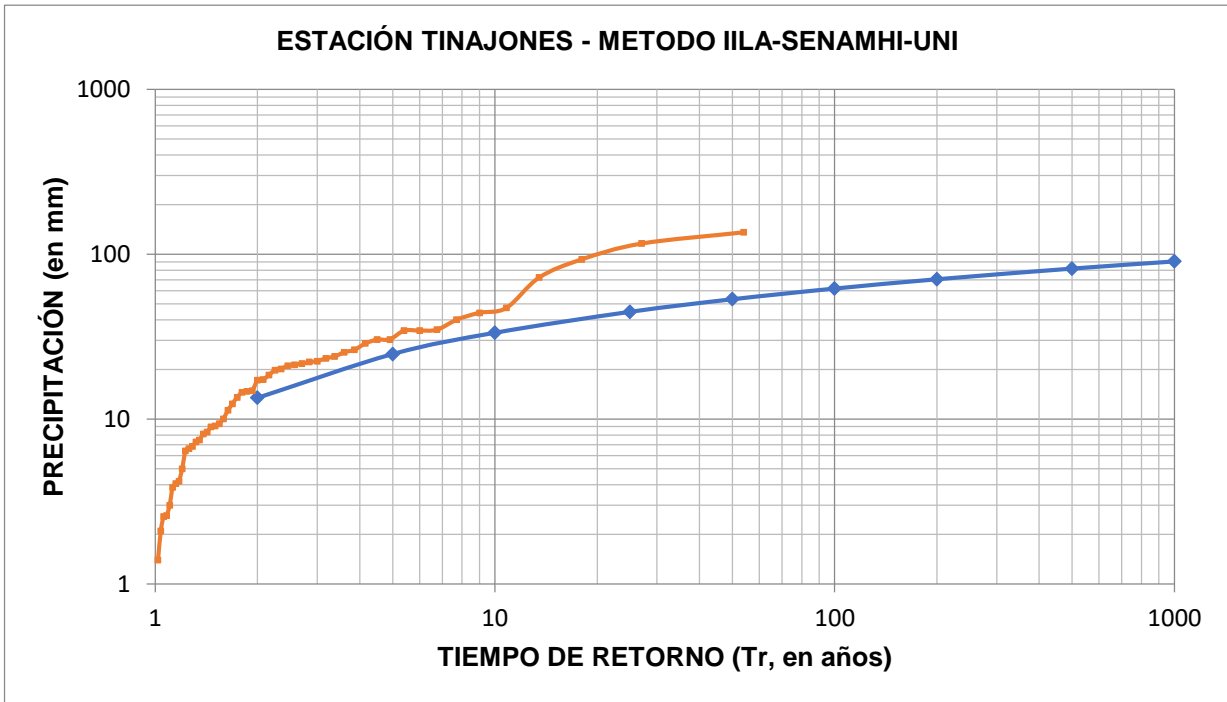
Kg =
 Kg = 5.853344577

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	4.88	5.85	0.3010	13.46
5	4.88	5.85	0.6990	24.82
10	4.88	5.85	1.0000	33.41
25	4.88	5.85	1.3979	44.77
50	4.88	5.85	1.6990	53.36
100	4.88	5.85	2.0000	61.95
200	4.88	5.85	2.3010	70.54
500	4.88	5.85	2.6990	81.89
1000	4.88	5.85	3.0000	90.48

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
 PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION TINAJONES**



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION TINAJONES	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	13.46
5	24.82
10	33.41
25	44.77
50	53.36
100	61.95
200	70.54
500	81.89
1000	90.48

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TINAJONES

Para t ≤ 3 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T) t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 240.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 6.016

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

Periodo de Retorno de 2 años (Tr = 2 años)					
Intervalos de tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	0.3010	1.2237	20.3335
60	6.016	5.8533	0.3010	0.9020	14.9872
90	6.016	5.8533	0.3010	0.7406	12.3056
120	6.016	5.8533	0.3010	0.6400	10.6347
150	6.016	5.8533	0.3010	0.5700	9.4708
180	6.016	5.8533	0.3010	0.5177	8.6024
210	6.016	5.8533	0.3010	0.4921	8.1770
240	6.016	5.8533	0.3010	0.4563	7.5818

270	6.016	5.8533	0.3010	0.4269	7.0928
300	6.016	5.8533	0.3010	0.4021	6.6822
330	6.016	5.8533	0.3010	0.3810	6.3313
360	6.016	5.8533	0.3010	0.3627	6.0270

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	0.6990	1.2237	37.4811
60	6.016	5.8533	0.6990	0.9020	27.6262
90	6.016	5.8533	0.6990	0.7406	22.6832
120	6.016	5.8533	0.6990	0.6400	19.6032
150	6.016	5.8533	0.6990	0.5700	17.4576
180	6.016	5.8533	0.6990	0.5177	15.8571
210	6.016	5.8533	0.6990	0.4921	15.0728
240	6.016	5.8533	0.6990	0.4563	13.9756
270	6.016	5.8533	0.6990	0.4269	13.0743
300	6.016	5.8533	0.6990	0.4021	12.3174
330	6.016	5.8533	0.6990	0.3810	11.6706
360	6.016	5.8533	0.6990	0.3627	11.1097

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	1.0000	1.2237	50.4528
60	6.016	5.8533	1.0000	0.9020	37.1872
90	6.016	5.8533	1.0000	0.7406	30.5335
120	6.016	5.8533	1.0000	0.6400	26.3876
150	6.016	5.8533	1.0000	0.5700	23.4995
180	6.016	5.8533	1.0000	0.5177	21.3450
210	6.016	5.8533	1.0000	0.4921	20.2893
240	6.016	5.8533	1.0000	0.4563	18.8124
270	6.016	5.8533	1.0000	0.4269	17.5992
300	6.016	5.8533	1.0000	0.4021	16.5803
330	6.016	5.8533	1.0000	0.3810	15.7096
360	6.016	5.8533	1.0000	0.3627	14.9547

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	1.3979	1.2237	67.6004
60	6.016	5.8533	1.3979	0.9020	49.8262
90	6.016	5.8533	1.3979	0.7406	40.9110

120	6.016	5.8533	1.3979	0.6400	35.3560
150	6.016	5.8533	1.3979	0.5700	31.4864
180	6.016	5.8533	1.3979	0.5177	28.5996
210	6.016	5.8533	1.3979	0.4921	27.1852
240	6.016	5.8533	1.3979	0.4563	25.2063
270	6.016	5.8533	1.3979	0.4269	23.5807
300	6.016	5.8533	1.3979	0.4021	22.2156
330	6.016	5.8533	1.3979	0.3810	21.0489
360	6.016	5.8533	1.3979	0.3627	20.0374

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	1.6990	1.2237	80.5721
60	6.016	5.8533	1.6990	0.9020	59.3873
90	6.016	5.8533	1.6990	0.7406	48.7614
120	6.016	5.8533	1.6990	0.6400	42.1404
150	6.016	5.8533	1.6990	0.5700	37.5282
180	6.016	5.8533	1.6990	0.5177	34.0875
210	6.016	5.8533	1.6990	0.4921	32.4017
240	6.016	5.8533	1.6990	0.4563	30.0431
270	6.016	5.8533	1.6990	0.4269	28.1055
300	6.016	5.8533	1.6990	0.4021	26.4785
330	6.016	5.8533	1.6990	0.3810	25.0879
360	6.016	5.8533	1.6990	0.3627	23.8823

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	2.0000	1.2237	93.5437
60	6.016	5.8533	2.0000	0.9020	68.9483
90	6.016	5.8533	2.0000	0.7406	56.6117
120	6.016	5.8533	2.0000	0.6400	48.9248
150	6.016	5.8533	2.0000	0.5700	43.5701
180	6.016	5.8533	2.0000	0.5177	39.5754
210	6.016	5.8533	2.0000	0.4921	37.6182
240	6.016	5.8533	2.0000	0.4563	34.8798
270	6.016	5.8533	2.0000	0.4269	32.6304
300	6.016	5.8533	2.0000	0.4021	30.7414
330	6.016	5.8533	2.0000	0.3810	29.1269
360	6.016	5.8533	2.0000	0.3627	27.7272

(Tr = 200 años)					
-----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	2.3010	1.2237	106.5154
60	6.016	5.8533	2.3010	0.9020	78.5094
90	6.016	5.8533	2.3010	0.7406	64.4620
120	6.016	5.8533	2.3010	0.6400	55.7092
150	6.016	5.8533	2.3010	0.5700	49.6119
180	6.016	5.8533	2.3010	0.5177	45.0633
210	6.016	5.8533	2.3010	0.4921	42.8347
240	6.016	5.8533	2.3010	0.4563	39.7166
270	6.016	5.8533	2.3010	0.4269	37.1552
300	6.016	5.8533	2.3010	0.4021	35.0043
330	6.016	5.8533	2.3010	0.3810	33.1660
360	6.016	5.8533	2.3010	0.3627	31.5722

(Tr = 500 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	2.6990	1.2237	123.6630
60	6.016	5.8533	2.6990	0.9020	91.1484
90	6.016	5.8533	2.6990	0.7406	74.8396
120	6.016	5.8533	2.6990	0.6400	64.6776
150	6.016	5.8533	2.6990	0.5700	57.5988
180	6.016	5.8533	2.6990	0.5177	52.3179
210	6.016	5.8533	2.6990	0.4921	49.7305
240	6.016	5.8533	2.6990	0.4563	46.1105
270	6.016	5.8533	2.6990	0.4269	43.1367
300	6.016	5.8533	2.6990	0.4021	40.6395
330	6.016	5.8533	2.6990	0.3810	38.5053
360	6.016	5.8533	2.6990	0.3627	36.6549

(Tr = 1000 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	3.0000	1.2237	136.6347
60	6.016	5.8533	3.0000	0.9020	100.7094
90	6.016	5.8533	3.0000	0.7406	82.6899
120	6.016	5.8533	3.0000	0.6400	71.4620
150	6.016	5.8533	3.0000	0.5700	63.6407
180	6.016	5.8533	3.0000	0.5177	57.8058
210	6.016	5.8533	3.0000	0.4921	54.9470
240	6.016	5.8533	3.0000	0.4563	50.9472
270	6.016	5.8533	3.0000	0.4269	47.6616
300	6.016	5.8533	3.0000	0.4021	44.9024
330	6.016	5.8533	3.0000	0.3810	42.5443

360	6.016	5.8533	3.0000	0.3627	40.4998
-----	-------	--------	--------	--------	---------

3.1.2.1.4.6. Estación Reque

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA REQUE

m	X (mm)	Y = Log X	Y -Yy	(Y -Yy)^3	Tr (en años)
1.00	71.95	1.857	0.973	0.920	54.000
2.00	60.40	1.781	0.897	0.721	27.000
3.00	47.29	1.675	0.790	0.494	18.000
4.00	44.90	1.652	0.768	0.453	13.500
5.00	35.75	1.553	0.669	0.299	10.800
6.00	21.21	1.327	0.442	0.086	9.000
7.00	19.35	1.287	0.402	0.065	7.714
8.00	18.21	1.260	0.376	0.053	6.750
9.00	17.50	1.243	0.359	0.046	6.000
10.00	16.06	1.206	0.322	0.033	5.400
11.00	15.40	1.188	0.303	0.028	4.909
12.00	13.50	1.130	0.246	0.015	4.500
13.00	13.46	1.129	0.245	0.015	4.154
14.00	13.20	1.121	0.236	0.013	3.857
15.00	11.48	1.060	0.176	0.005	3.600
16.00	11.00	1.041	0.157	0.004	3.375
17.00	10.20	1.009	0.124	0.002	3.176
18.00	9.70	0.987	0.102	0.001	3.000
19.00	9.50	0.978	0.094	0.001	2.842
20.00	9.20	0.964	0.079	0.001	2.700
21.00	8.60	0.934	0.050	0.000	2.571
22.00	8.03	0.905	0.020	0.000	2.455
23.00	7.81	0.892	0.008	0.000	2.348
24.00	7.69	0.886	0.002	0.000	2.250
25.00	7.69	0.886	0.002	0.000	2.160
26.00	7.60	0.881	-0.004	0.000	2.077
27.00	7.50	0.875	-0.009	0.000	2.000
28.00	7.35	0.866	-0.018	0.000	1.929
29.00	7.30	0.863	-0.021	0.000	1.862
30.00	7.00	0.845	-0.039	0.000	1.800
31.00	6.90	0.839	-0.045	0.000	1.742
32.00	6.45	0.809	-0.075	0.000	1.688
33.00	6.00	0.778	-0.106	-0.001	1.636
34.00	5.32	0.726	-0.159	-0.004	1.588
35.00	4.98	0.697	-0.187	-0.007	1.543
36.00	4.98	0.697	-0.187	-0.007	1.500
37.00	4.75	0.677	-0.208	-0.009	1.459
38.00	4.41	0.645	-0.240	-0.014	1.421
39.00	4.30	0.633	-0.251	-0.016	1.385
40.00	4.30	0.633	-0.251	-0.016	1.350
41.00	3.96	0.598	-0.287	-0.024	1.317

42.00	3.85	0.585	-0.299	-0.027	1.286
43.00	3.62	0.559	-0.326	-0.035	1.256
44.00	3.51	0.545	-0.339	-0.039	1.227
45.00	3.39	0.531	-0.354	-0.044	1.200
46.00	3.39	0.531	-0.354	-0.044	1.174
47.00	3.00	0.477	-0.407	-0.068	1.149
48.00	2.50	0.398	-0.486	-0.115	1.125
49.00	2.15	0.332	-0.552	-0.168	1.102
50.00	2.04	0.309	-0.575	-0.191	1.080
51.00	1.81	0.258	-0.627	-0.246	1.059
52.00	1.58	0.200	-0.685	-0.321	1.038
53.00	1.36	0.133	-0.752	-0.425	1.019
				1.437	

$$\begin{aligned} \sum x &= 634.39 \\ Xx &= 11.97 \\ \sigma x &= 14.45 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 46.87 \\ Yy &= 0.88 \\ \sigma y &= 0.391 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 634.39 \\ Xx &= 11.97 \\ \sigma x &= 14.45 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces : } Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 36.94$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -8.34$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha}\right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -8.34 + 36.94 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	5.33
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	47.07
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	74.78
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	109.87
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	135.73
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	161.59
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	188.00
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	221.06
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	246.92

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 46.87$$

$$Y_y = 0.88$$

$$\sigma_y = 0.391$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

$$\text{Luego: } CS_y = 0.4794$$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

$$\text{Por lo tanto: } Cv = 0.4425$$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

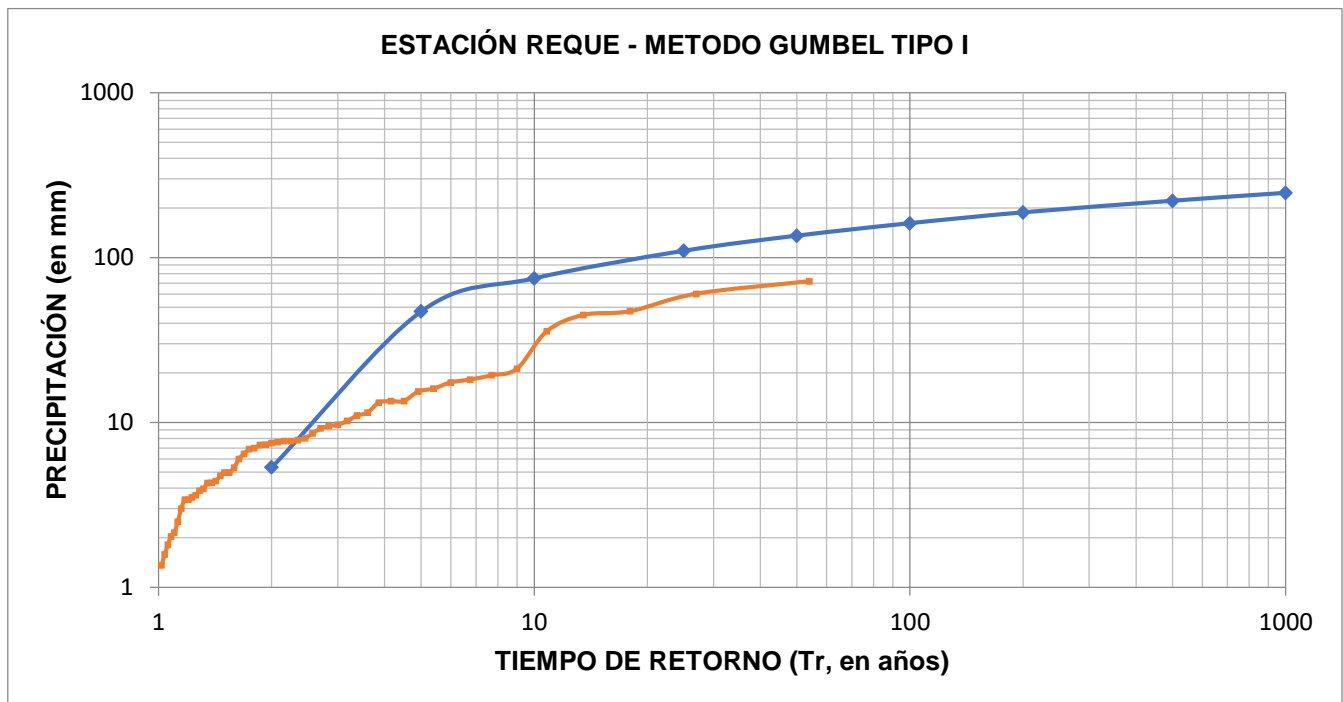
$$\text{Log}Y = Yy + \sigma_y * K$$

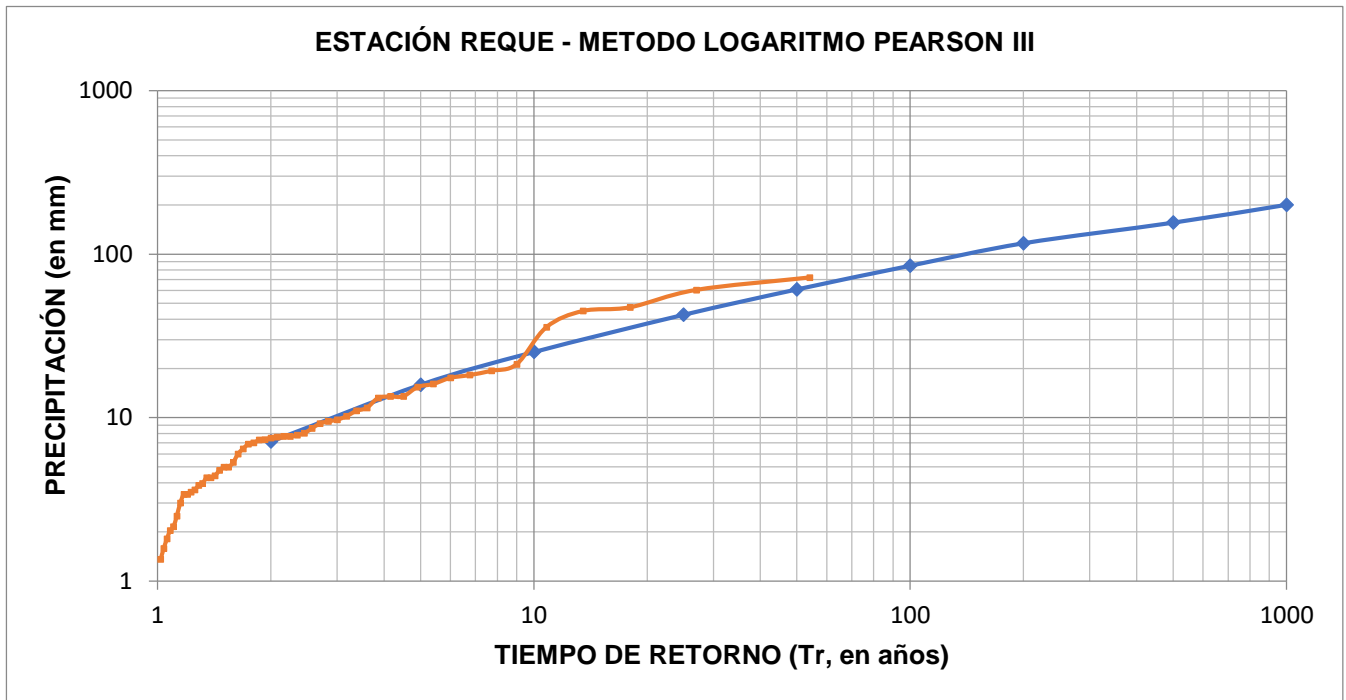
Entonces : **Log Y =** **0.88** **+** **0.391** *** K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.4794)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.079	0.853	7.14
5	20.00	80.00	0.810	1.201	15.90
10	10.00	90.00	1.321	1.401	25.19
25	4.00	96.00	1.903	1.629	42.56
50	2.00	98.00	2.300	1.784	60.86
100	1.00	99.00	2.670	1.929	84.93
200	0.50	99.50	3.021	2.066	116.52
500	0.20	99.80	3.343	2.192	155.74
1000	0.10	99.90	3.622	2.302	200.25

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION REQUE





ESTACION REQUE		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	5.33	7.14
5	47.07	15.90
10	74.78	25.19
25	109.87	42.56
50	135.73	60.86
100	161.59	84.93
200	188.00	116.52
500	221.06	155.74
1000	246.92	200.25

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA REQUE

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	7.14	7.14	7.14
90	4.76	4.76	2.38
120	3.57	3.57	1.19
150	2.85	2.85	0.71
180	2.38	2.38	0.48
210	2.04	2.04	0.34

240	1.78	1.78	0.25
270	1.59	1.59	0.20
300	1.43	1.43	0.16
330	1.30	1.30	0.13
360	1.19	1.19	0.11

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	15.90	15.90	15.90
90	10.60	10.60	5.30
120	7.95	7.95	2.65
150	6.36	6.36	1.59
180	5.30	5.30	1.06
210	4.54	4.54	0.76
240	3.97	3.97	0.57
270	3.53	3.53	0.44
300	3.18	3.18	0.35
330	2.89	2.89	0.29
360	2.65	2.65	0.24

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	25.19	25.19	25.19
90	16.79	16.79	8.40
120	12.60	12.60	4.20
150	10.08	10.08	2.52
180	8.40	8.40	1.68
210	7.20	7.20	1.20
240	6.30	6.30	0.90
270	5.60	5.60	0.70
300	5.04	5.04	0.56
330	4.58	4.58	0.46
360	4.20	4.20	0.38

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)

60	42.56	42.56	42.56
90	28.37	28.37	14.19
120	21.28	21.28	7.09
150	17.02	17.02	4.26
180	14.19	14.19	2.84
210	12.16	12.16	2.03
240	10.64	10.64	1.52
270	9.46	9.46	1.18
300	8.51	8.51	0.95
330	7.74	7.74	0.77
360	7.09	7.09	0.64

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	60.86	60.86	60.86
90	40.57	40.57	20.29
120	30.43	30.43	10.14
150	24.34	24.34	6.09
180	20.29	20.29	4.06
210	17.39	17.39	2.90
240	15.21	15.21	2.17
270	13.52	13.52	1.69
300	12.17	12.17	1.35
330	11.06	11.06	1.11
360	10.14	10.14	0.92

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	84.93	84.93	84.93
90	56.62	56.62	28.31
120	42.47	42.47	14.16
150	33.97	33.97	8.49
180	28.31	28.31	5.66
210	24.27	24.27	4.04
240	21.23	21.23	3.03
270	18.87	18.87	2.36
300	16.99	16.99	1.89
330	15.44	15.44	1.54
360	14.16	14.16	1.29

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	116.52	116.52	116.52
90	77.68	77.68	38.84
120	58.26	58.26	19.42
150	46.61	46.61	11.65
180	38.84	38.84	7.77
210	33.29	33.29	5.55
240	29.13	29.13	4.16
270	25.89	25.89	3.24
300	23.30	23.30	2.59
330	21.19	21.19	2.12
360	19.42	19.42	1.77

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	155.74	155.74	155.74
90	103.83	103.83	51.91
120	77.87	77.87	25.96
150	62.30	62.30	15.57
180	51.91	51.91	10.38
210	44.50	44.50	7.42
240	38.94	38.94	5.56
270	34.61	34.61	4.33
300	31.15	31.15	3.46
330	28.32	28.32	2.83
360	25.96	25.96	2.36

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	200.25	200.25	200.25
90	133.50	133.50	66.75
120	100.13	100.13	33.38
150	80.10	80.10	20.03
180	66.75	66.75	13.35
210	57.22	57.22	9.54

240	50.06	50.06	7.15
270	44.50	44.50	5.56
300	40.05	40.05	4.45
330	36.41	36.41	3.64
360	33.38	33.38	3.03

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 9
SUB ZONA= 9₃
UBICACIÓN: 6°53' S 79°51' W

Entonces :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) \quad Dm \leq 110$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

$$Dm = 8.5 \text{ km}$$

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)$$

$$Eg = 17.2125$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

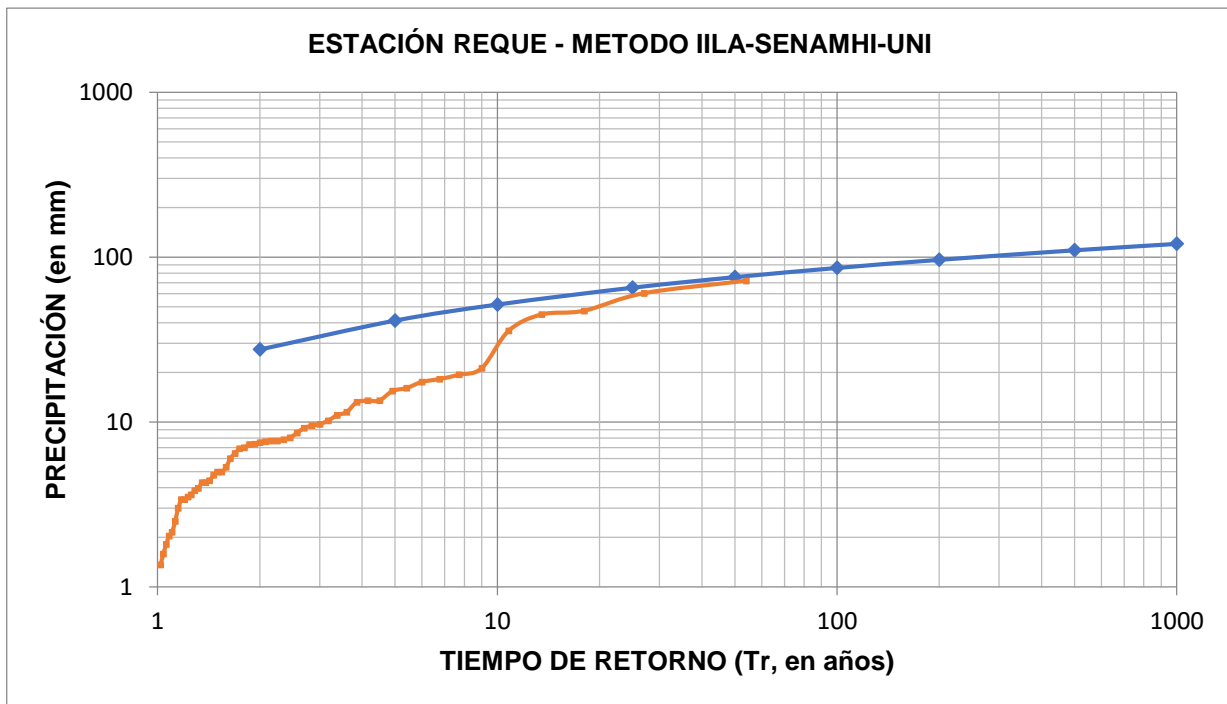
$$Kg = 2.003157779$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	17.21	2.00	0.3010	27.59
5	17.21	2.00	0.6990	41.31
10	17.21	2.00	1.0000	51.69
25	17.21	2.00	1.3979	65.41
50	17.21	2.00	1.6990	75.79
100	17.21	2.00	2.0000	86.17
200	17.21	2.00	2.3010	96.55
500	17.21	2.00	2.6990	110.27
1000	17.21	2.00	3.0000	120.65

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION REQUE



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION REQUE

Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	27.59
5	41.31
10	51.69
25	65.41
50	75.79
100	86.17
200	96.55
500	110.27
1000	120.65

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA REQUE

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 21.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 5.8189

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	0.3010	1.2237	11.4144
60	5.8189	2.0032	0.3010	0.9020	8.4132
90	5.8189	2.0032	0.3010	0.7406	6.9079
120	5.8189	2.0032	0.3010	0.6400	5.9699
150	5.8189	2.0032	0.3010	0.5700	5.3165
180	5.8189	2.0032	0.3010	0.5177	4.8291
210	5.8189	2.0032	0.3010	0.4921	4.5902
240	5.8189	2.0032	0.3010	0.4563	4.2561
270	5.8189	2.0032	0.3010	0.4269	3.9816
300	5.8189	2.0032	0.3010	0.4021	3.7511
330	5.8189	2.0032	0.3010	0.3810	3.5541
360	5.8189	2.0032	0.3010	0.3627	3.3833

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	0.6990	1.2237	17.0904
60	5.8189	2.0032	0.6990	0.9020	12.5969
90	5.8189	2.0032	0.6990	0.7406	10.3430
120	5.8189	2.0032	0.6990	0.6400	8.9386
150	5.8189	2.0032	0.6990	0.5700	7.9603
180	5.8189	2.0032	0.6990	0.5177	7.2304
210	5.8189	2.0032	0.6990	0.4921	6.8728
240	5.8189	2.0032	0.6990	0.4563	6.3725
270	5.8189	2.0032	0.6990	0.4269	5.9616
300	5.8189	2.0032	0.6990	0.4021	5.6164
330	5.8189	2.0032	0.6990	0.3810	5.3215
360	5.8189	2.0032	0.6990	0.3627	5.0658

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	1.0000	1.2237	21.3842
60	5.8189	2.0032	1.0000	0.9020	15.7617

90	5.8189	2.0032	1.0000	0.7406	12.9415
120	5.8189	2.0032	1.0000	0.6400	11.1843
150	5.8189	2.0032	1.0000	0.5700	9.9602
180	5.8189	2.0032	1.0000	0.5177	9.0470
210	5.8189	2.0032	1.0000	0.4921	8.5996
240	5.8189	2.0032	1.0000	0.4563	7.9736
270	5.8189	2.0032	1.0000	0.4269	7.4593
300	5.8189	2.0032	1.0000	0.4021	7.0275
330	5.8189	2.0032	1.0000	0.3810	6.6585
360	5.8189	2.0032	1.0000	0.3627	6.3385

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	1.3979	1.2237	27.0603
60	5.8189	2.0032	1.3979	0.9020	19.9453
90	5.8189	2.0032	1.3979	0.7406	16.3766
120	5.8189	2.0032	1.3979	0.6400	14.1529
150	5.8189	2.0032	1.3979	0.5700	12.6039
180	5.8189	2.0032	1.3979	0.5177	11.4484
210	5.8189	2.0032	1.3979	0.4921	10.8822
240	5.8189	2.0032	1.3979	0.4563	10.0900
270	5.8189	2.0032	1.3979	0.4269	9.4393
300	5.8189	2.0032	1.3979	0.4021	8.8929
330	5.8189	2.0032	1.3979	0.3810	8.4258
360	5.8189	2.0032	1.3979	0.3627	8.0209

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	1.6990	1.2237	31.3541
60	5.8189	2.0032	1.6990	0.9020	23.1102
90	5.8189	2.0032	1.6990	0.7406	18.9752
120	5.8189	2.0032	1.6990	0.6400	16.3987
150	5.8189	2.0032	1.6990	0.5700	14.6039
180	5.8189	2.0032	1.6990	0.5177	13.2649
210	5.8189	2.0032	1.6990	0.4921	12.6089
240	5.8189	2.0032	1.6990	0.4563	11.6911
270	5.8189	2.0032	1.6990	0.4269	10.9371
300	5.8189	2.0032	1.6990	0.4021	10.3039
330	5.8189	2.0032	1.6990	0.3810	9.7628
360	5.8189	2.0032	1.6990	0.3627	9.2936

(Tr = 100 años)					
-----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	2.0000	1.2237	35.6479
60	5.8189	2.0032	2.0000	0.9020	26.2750
90	5.8189	2.0032	2.0000	0.7406	21.5737
120	5.8189	2.0032	2.0000	0.6400	18.6444
150	5.8189	2.0032	2.0000	0.5700	16.6038
180	5.8189	2.0032	2.0000	0.5177	15.0815
210	5.8189	2.0032	2.0000	0.4921	14.3356
240	5.8189	2.0032	2.0000	0.4563	13.2921
270	5.8189	2.0032	2.0000	0.4269	12.4349
300	5.8189	2.0032	2.0000	0.4021	11.7150
330	5.8189	2.0032	2.0000	0.3810	11.0998
360	5.8189	2.0032	2.0000	0.3627	10.5664

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	2.3010	1.2237	39.9417
60	5.8189	2.0032	2.3010	0.9020	29.4398
90	5.8189	2.0032	2.3010	0.7406	24.1723
120	5.8189	2.0032	2.3010	0.6400	20.8901
150	5.8189	2.0032	2.3010	0.5700	18.6037
180	5.8189	2.0032	2.3010	0.5177	16.8981
210	5.8189	2.0032	2.3010	0.4921	16.0623
240	5.8189	2.0032	2.3010	0.4563	14.8931
270	5.8189	2.0032	2.3010	0.4269	13.9326
300	5.8189	2.0032	2.3010	0.4021	13.1261
330	5.8189	2.0032	2.3010	0.3810	12.4367
360	5.8189	2.0032	2.3010	0.3627	11.8391

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	2.6990	1.2237	45.6177
60	5.8189	2.0032	2.6990	0.9020	33.6235
90	5.8189	2.0032	2.6990	0.7406	27.6074
120	5.8189	2.0032	2.6990	0.6400	23.8588
150	5.8189	2.0032	2.6990	0.5700	21.2475
180	5.8189	2.0032	2.6990	0.5177	19.2994
210	5.8189	2.0032	2.6990	0.4921	18.3450
240	5.8189	2.0032	2.6990	0.4563	17.0096
270	5.8189	2.0032	2.6990	0.4269	15.9126
300	5.8189	2.0032	2.6990	0.4021	14.9914
330	5.8189	2.0032	2.6990	0.3810	14.2041

360	5.8189	2.0032	2.6990	0.3627	13.5215
-----	--------	--------	--------	--------	---------

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8189	2.0032	3.0000	1.2237	49.9115
60	5.8189	2.0032	3.0000	0.9020	36.7883
90	5.8189	2.0032	3.0000	0.7406	30.2059
120	5.8189	2.0032	3.0000	0.6400	26.1045
150	5.8189	2.0032	3.0000	0.5700	23.2474
180	5.8189	2.0032	3.0000	0.5177	21.1160
210	5.8189	2.0032	3.0000	0.4921	20.0717
240	5.8189	2.0032	3.0000	0.4563	18.6106
270	5.8189	2.0032	3.0000	0.4269	17.4104
300	5.8189	2.0032	3.0000	0.4021	16.4025
330	5.8189	2.0032	3.0000	0.3810	15.5411
360	5.8189	2.0032	3.0000	0.3627	14.7942

3.1.2.1.4.7. Estación Pimentel

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PIMENTEL

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	191.19	2.281	0.742	0.409	54.000
2.00	186.62	2.271	0.732	0.392	27.000
3.00	185.25	2.268	0.728	0.386	18.000
4.00	153.69	2.187	0.647	0.271	13.500
5.00	145.91	2.164	0.625	0.244	10.800
6.00	144.54	2.160	0.621	0.239	9.000
7.00	101.09	2.005	0.465	0.101	7.714
8.00	91.94	1.963	0.424	0.076	6.750
9.00	85.76	1.933	0.394	0.061	6.000
10.00	82.33	1.916	0.376	0.053	5.400
11.00	78.22	1.893	0.354	0.044	4.909
12.00	74.10	1.870	0.330	0.036	4.500
13.00	73.64	1.867	0.328	0.035	4.154
14.00	72.27	1.859	0.320	0.033	3.857
15.00	67.24	1.828	0.288	0.024	3.600
16.00	64.95	1.813	0.273	0.020	3.375
17.00	58.09	1.764	0.225	0.011	3.176
18.00	56.20	1.750	0.210	0.009	3.000
19.00	54.43	1.736	0.196	0.008	2.842
20.00	53.52	1.728	0.189	0.007	2.700
21.00	46.43	1.667	0.127	0.002	2.571
22.00	38.88	1.590	0.050	0.000	2.455
23.00	38.88	1.590	0.050	0.000	2.348
24.00	38.42	1.585	0.045	0.000	2.250
25.00	34.76	1.541	0.002	0.000	2.160

26.00	32.48	1.512	-0.028	0.000	2.077
27.00	31.56	1.499	-0.040	0.000	2.000
28.00	31.10	1.493	-0.047	0.000	1.929
29.00	31.10	1.493	-0.047	0.000	1.862
30.00	29.73	1.473	-0.066	0.000	1.800
31.00	27.90	1.446	-0.094	-0.001	1.742
32.00	26.53	1.424	-0.116	-0.002	1.688
33.00	26.07	1.416	-0.123	-0.002	1.636
34.00	21.50	1.332	-0.207	-0.009	1.588
35.00	20.13	1.304	-0.236	-0.013	1.543
36.00	20.13	1.304	-0.236	-0.013	1.500
37.00	19.21	1.284	-0.256	-0.017	1.459
38.00	17.84	1.251	-0.288	-0.024	1.421
39.00	17.38	1.240	-0.299	-0.027	1.385
40.00	16.92	1.228	-0.311	-0.030	1.350
41.00	16.47	1.217	-0.323	-0.034	1.317
42.00	16.01	1.204	-0.335	-0.038	1.286
43.00	15.55	1.192	-0.348	-0.042	1.256
44.00	15.55	1.192	-0.348	-0.042	1.227
45.00	14.64	1.165	-0.374	-0.052	1.200
46.00	14.18	1.152	-0.388	-0.058	1.174
47.00	13.72	1.137	-0.402	-0.065	1.149
48.00	13.72	1.137	-0.402	-0.065	1.125
49.00	8.69	0.939	-0.600	-0.216	1.102
50.00	8.23	0.916	-0.624	-0.243	1.080
51.00	7.32	0.864	-0.675	-0.307	1.059
52.00	6.40	0.806	-0.733	-0.394	1.038
53.00	5.49	0.739	-0.800	-0.512	1.019
				0.257	

$$\begin{aligned} \sum x &= 2743.89 \\ Xx &= 51.77 \\ \sigma x &= 49.05 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 81.59 \\ Yy &= 1.54 \\ \sigma y &= 0.399 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 2743.89 \\ Xx &= 51.77 \\ \sigma x &= 49.05 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

Entonces : $Y_n = 0.5497$

$$\sigma = 1.1653$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 122.86$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -15.77$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -15.77 + 122.86 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	29.69
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	168.53
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	260.67
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	377.39
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	463.40
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	549.40
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	637.25
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	747.21
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	833.21

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 81.59$$

$$Y_y = 1.54$$

$$\sigma_y = 0.399$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CSy = \frac{N \times \sum (Y - Yy)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = 0.0806**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Yy$

Por lo tanto : **Cv = 0.2594**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

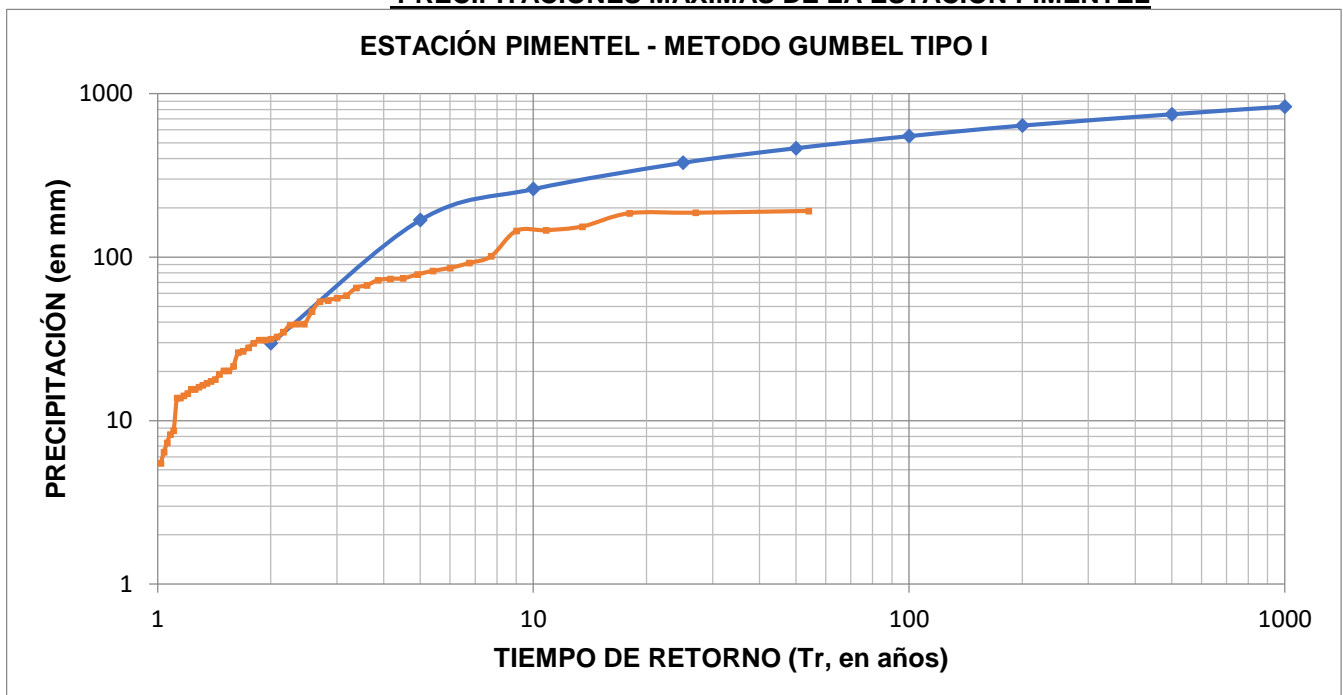
$$LogY = Yy + \sigma_y * K$$

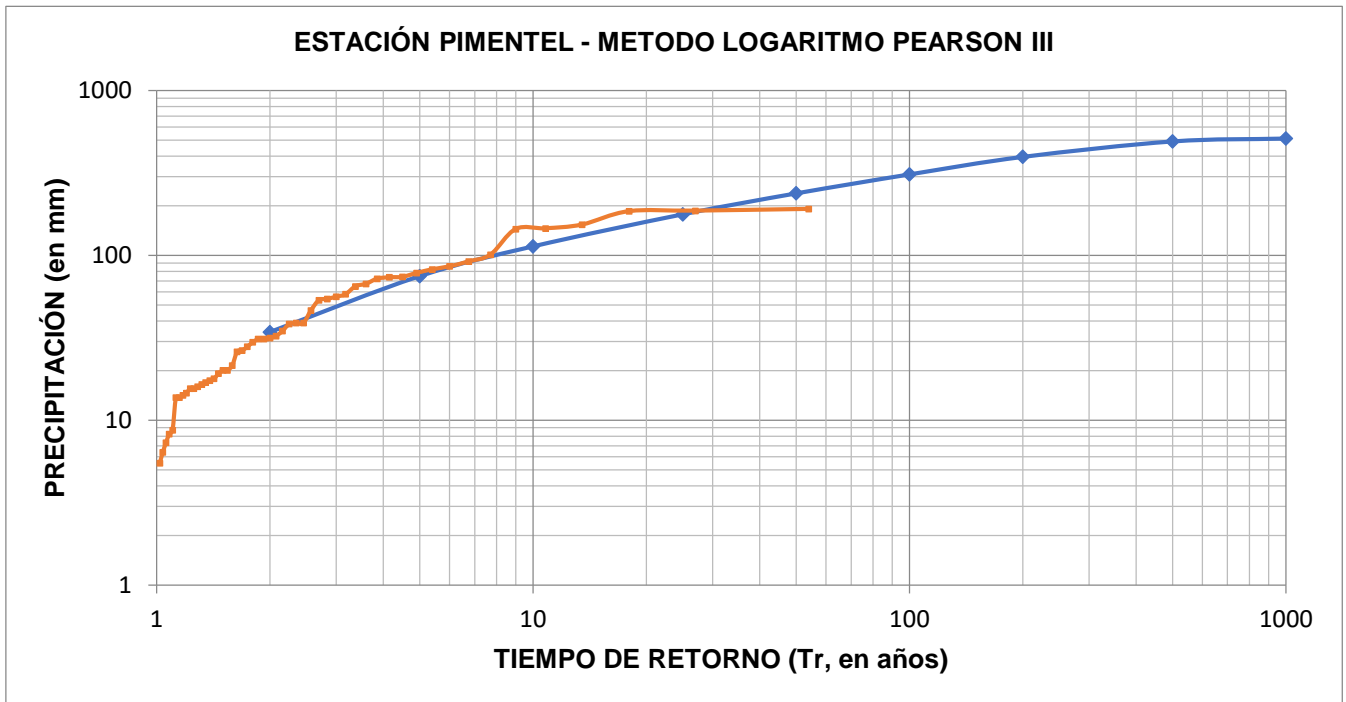
Entonces : **Log Y = 1.54 + 0.399 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.080)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.013	1.534	34.20
5	20.00	80.00	0.837	1.874	74.75
10	10.00	90.00	1.290	2.054	113.31
25	4.00	96.00	1.778	2.249	177.52
50	2.00	98.00	2.096	2.376	237.86
100	1.00	99.00	2.385	2.492	310.11
200	0.50	99.50	2.651	2.598	396.20
500	0.20	99.80	2.887	2.692	492.04
1000	0.10	99.90	2.931	2.710	512.35

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION PIMENTEL





ESTACION PIMENTEL		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	29.69	34.20
5	168.53	74.75
10	260.67	113.31
25	377.39	177.52
50	463.40	237.86
100	549.40	310.11
200	637.25	396.20
500	747.21	492.04
1000	833.21	512.35

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PIMENTEL

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	34.20	34.20	34.20
90	22.80	22.80	11.40
120	17.10	17.10	5.70
150	13.68	13.68	3.42
180	11.40	11.40	2.28
210	9.77	9.77	1.63
240	8.55	8.55	1.22
270	7.60	7.60	0.95
300	6.84	6.84	0.76
330	6.22	6.22	0.62
360	5.70	5.70	0.52

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	74.75	74.75	74.75
90	49.83	49.83	24.92
120	37.38	37.38	12.46
150	29.90	29.90	7.48
180	24.92	24.92	4.98
210	21.36	21.36	3.56
240	18.69	18.69	2.67
270	16.61	16.61	2.08
300	14.95	14.95	1.66
330	13.59	13.59	1.36
360	12.46	12.46	1.13

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	113.31	113.31	113.31
90	75.54	75.54	37.77
120	56.66	56.66	18.89
150	45.32	45.32	11.33
180	37.77	37.77	7.55

210	32.37	32.37	5.40
240	28.33	28.33	4.05
270	25.18	25.18	3.15
300	22.66	22.66	2.52
330	20.60	20.60	2.06
360	18.89	18.89	1.72

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	177.52	177.52	177.52
90	118.34	118.34	59.17
120	88.76	88.76	29.59
150	71.01	71.01	17.75
180	59.17	59.17	11.83
210	50.72	50.72	8.45
240	44.38	44.38	6.34
270	39.45	39.45	4.93
300	35.50	35.50	3.94
330	32.28	32.28	3.23
360	29.59	29.59	2.69

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	237.86	237.86	237.86
90	158.57	158.57	79.29
120	118.93	118.93	39.64
150	95.14	95.14	23.79
180	79.29	79.29	15.86
210	67.96	67.96	11.33
240	59.46	59.46	8.49
270	52.86	52.86	6.61
300	47.57	47.57	5.29
330	43.25	43.25	4.32
360	39.64	39.64	3.60

(Tr = 100 años)			
------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	310.11	310.11	310.11
90	206.74	206.74	103.37
120	155.05	155.05	51.68
150	124.04	124.04	31.01
180	103.37	103.37	20.67
210	88.60	88.60	14.77
240	77.53	77.53	11.08
270	68.91	68.91	8.61
300	62.02	62.02	6.89
330	56.38	56.38	5.64
360	51.68	51.68	4.70

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	396.20	396.20	396.20
90	264.14	264.14	132.07
120	198.10	198.10	66.03
150	158.48	158.48	39.62
180	132.07	132.07	26.41
210	113.20	113.20	18.87
240	99.05	99.05	14.15
270	88.05	88.05	11.01
300	79.24	79.24	8.80
330	72.04	72.04	7.20
360	66.03	66.03	6.00

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	492.04	492.04	492.04
90	328.02	328.02	164.01
120	246.02	246.02	82.01
150	196.81	196.81	49.20
180	164.01	164.01	32.80
210	140.58	140.58	23.43
240	123.01	123.01	17.57
270	109.34	109.34	13.67
300	98.41	98.41	10.93

330	89.46	89.46	8.95
360	82.01	82.01	7.46

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	512.35	512.35	512.35
90	341.56	341.56	170.78
120	256.17	256.17	85.39
150	204.94	204.94	51.23
180	170.78	170.78	34.16
210	146.38	146.38	24.40
240	128.09	128.09	18.30
270	113.85	113.85	14.23
300	102.47	102.47	11.39
330	93.15	93.15	9.32
360	85.39	85.39	7.76

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 9
 SUB ZONA= 9₃
 UBICACIÓN: 6°50' S 79° 56' W

$$22.5 * E_g^{-0.85}$$

Entonces : Kg =
 Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) Dm ≤ 110

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

Dm = 4 km

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)$$

$$Eg = 19.35$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$22.5 * Eg^{-0.85}$$

$$Kg =$$

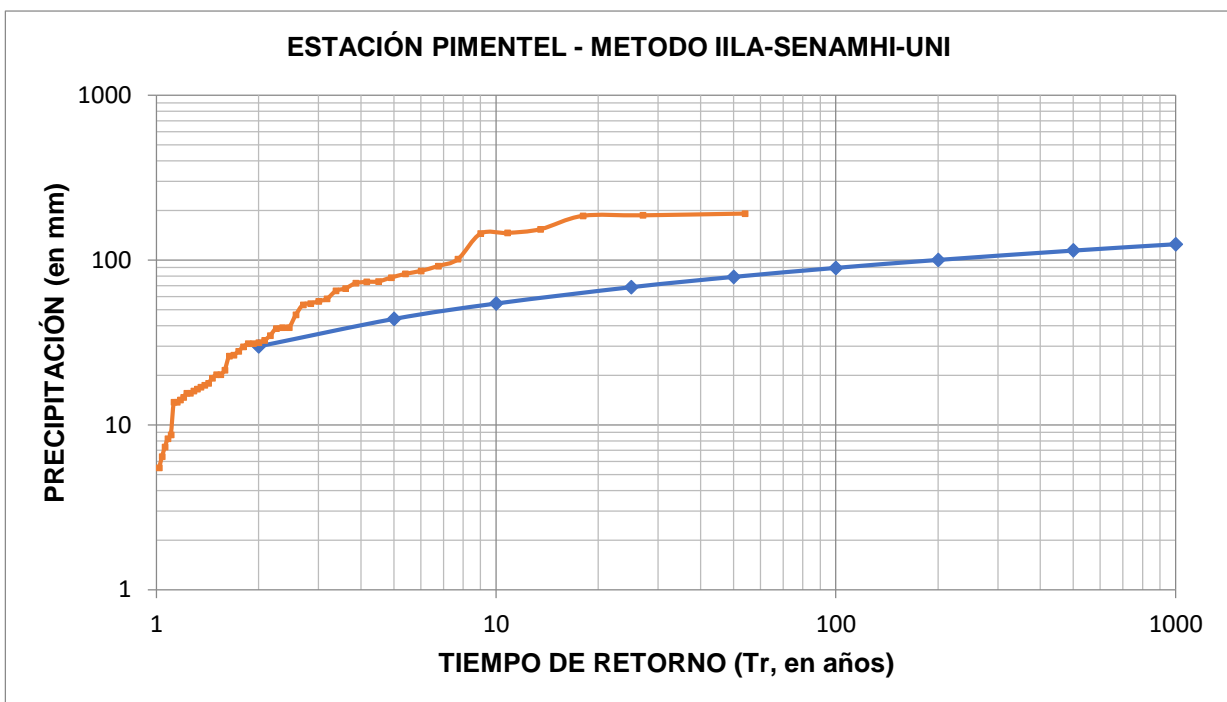
$$Kg = 1.813442101$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	19.35	1.81	0.3010	29.91
5	19.35	1.81	0.6990	43.88
10	19.35	1.81	1.0000	54.44
25	19.35	1.81	1.3979	68.40
50	19.35	1.81	1.6990	78.97
100	19.35	1.81	2.0000	89.53
200	19.35	1.81	2.3010	100.09
500	19.35	1.81	2.6990	114.06
1000	19.35	1.81	3.0000	124.62

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION PIMENTEL



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION PIMENTEL	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	29.91
5	43.88
10	54.44
25	68.40
50	78.97
100	89.53
200	100.09
500	114.06
1000	124.62

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PIMENTEL

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 4.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 5.8036

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	0.3010	1.2237	10.9788
60	5.8036	1.8134	0.3010	0.9020	8.0921
90	5.8036	1.8134	0.3010	0.7406	6.6442
120	5.8036	1.8134	0.3010	0.6400	5.7421
150	5.8036	1.8134	0.3010	0.5700	5.1136
180	5.8036	1.8134	0.3010	0.5177	4.6448
210	5.8036	1.8134	0.3010	0.4921	4.4151
240	5.8036	1.8134	0.3010	0.4563	4.0937
270	5.8036	1.8134	0.3010	0.4269	3.8297
300	5.8036	1.8134	0.3010	0.4021	3.6080
330	5.8036	1.8134	0.3010	0.3810	3.4185
360	5.8036	1.8134	0.3010	0.3627	3.2542

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	0.6990	1.2237	16.1038
60	5.8036	1.8134	0.6990	0.9020	11.8696
90	5.8036	1.8134	0.6990	0.7406	9.7458
120	5.8036	1.8134	0.6990	0.6400	8.4225

150	5.8036	1.8134	0.6990	0.5700	7.5007
180	5.8036	1.8134	0.6990	0.5177	6.8130
210	5.8036	1.8134	0.6990	0.4921	6.4761
240	5.8036	1.8134	0.6990	0.4563	6.0046
270	5.8036	1.8134	0.6990	0.4269	5.6174
300	5.8036	1.8134	0.6990	0.4021	5.2922
330	5.8036	1.8134	0.6990	0.3810	5.0143
360	5.8036	1.8134	0.6990	0.3627	4.7733

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	1.0000	1.2237	19.9807
60	5.8036	1.8134	1.0000	0.9020	14.7272
90	5.8036	1.8134	1.0000	0.7406	12.0921
120	5.8036	1.8134	1.0000	0.6400	10.4502
150	5.8036	1.8134	1.0000	0.5700	9.3064
180	5.8036	1.8134	1.0000	0.5177	8.4532
210	5.8036	1.8134	1.0000	0.4921	8.0351
240	5.8036	1.8134	1.0000	0.4563	7.4502
270	5.8036	1.8134	1.0000	0.4269	6.9697
300	5.8036	1.8134	1.0000	0.4021	6.5663
330	5.8036	1.8134	1.0000	0.3810	6.2214
360	5.8036	1.8134	1.0000	0.3627	5.9225

(Tr = 25 años)					
Intervalos de tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	1.3979	1.2237	25.1057
60	5.8036	1.8134	1.3979	0.9020	18.5046
90	5.8036	1.8134	1.3979	0.7406	15.1937
120	5.8036	1.8134	1.3979	0.6400	13.1306
150	5.8036	1.8134	1.3979	0.5700	11.6935
180	5.8036	1.8134	1.3979	0.5177	10.6214
210	5.8036	1.8134	1.3979	0.4921	10.0961
240	5.8036	1.8134	1.3979	0.4563	9.3612
270	5.8036	1.8134	1.3979	0.4269	8.7575
300	5.8036	1.8134	1.3979	0.4021	8.2505
330	5.8036	1.8134	1.3979	0.3810	7.8172
360	5.8036	1.8134	1.3979	0.3627	7.4416

(Tr = 50 años)					
----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ 1 ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	1.6990	1.2237	28.9826
60	5.8036	1.8134	1.6990	0.9020	21.3622
90	5.8036	1.8134	1.6990	0.7406	17.5399
120	5.8036	1.8134	1.6990	0.6400	15.1583
150	5.8036	1.8134	1.6990	0.5700	13.4993
180	5.8036	1.8134	1.6990	0.5177	12.2616
210	5.8036	1.8134	1.6990	0.4921	11.6552
240	5.8036	1.8134	1.6990	0.4563	10.8068
270	5.8036	1.8134	1.6990	0.4269	10.1098
300	5.8036	1.8134	1.6990	0.4021	9.5246
330	5.8036	1.8134	1.6990	0.3810	9.0244
360	5.8036	1.8134	1.6990	0.3627	8.5907

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ 1 ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	2.0000	1.2237	32.8595
60	5.8036	1.8134	2.0000	0.9020	24.2197
90	5.8036	1.8134	2.0000	0.7406	19.8862
120	5.8036	1.8134	2.0000	0.6400	17.1860
150	5.8036	1.8134	2.0000	0.5700	15.3050
180	5.8036	1.8134	2.0000	0.5177	13.9018
210	5.8036	1.8134	2.0000	0.4921	13.2143
240	5.8036	1.8134	2.0000	0.4563	12.2524
270	5.8036	1.8134	2.0000	0.4269	11.4622
300	5.8036	1.8134	2.0000	0.4021	10.7986
330	5.8036	1.8134	2.0000	0.3810	10.2315
360	5.8036	1.8134	2.0000	0.3627	9.7399

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ 1 ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	2.3010	1.2237	36.7364
60	5.8036	1.8134	2.3010	0.9020	27.0773
90	5.8036	1.8134	2.3010	0.7406	22.2325
120	5.8036	1.8134	2.3010	0.6400	19.2137
150	5.8036	1.8134	2.3010	0.5700	17.1108
180	5.8036	1.8134	2.3010	0.5177	15.5420
210	5.8036	1.8134	2.3010	0.4921	14.7734
240	5.8036	1.8134	2.3010	0.4563	13.6980
270	5.8036	1.8134	2.3010	0.4269	12.8146
300	5.8036	1.8134	2.3010	0.4021	12.0727
330	5.8036	1.8134	2.3010	0.3810	11.4387

360	5.8036	1.8134	2.3010	0.3627	10.8890
-----	--------	--------	--------	--------	---------

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	2.6990	1.2237	41.8614
60	5.8036	1.8134	2.6990	0.9020	30.8548
90	5.8036	1.8134	2.6990	0.7406	25.3341
120	5.8036	1.8134	2.6990	0.6400	21.8941
150	5.8036	1.8134	2.6990	0.5700	19.4979
180	5.8036	1.8134	2.6990	0.5177	17.7102
210	5.8036	1.8134	2.6990	0.4921	16.8344
240	5.8036	1.8134	2.6990	0.4563	15.6089
270	5.8036	1.8134	2.6990	0.4269	14.6023
300	5.8036	1.8134	2.6990	0.4021	13.7569
330	5.8036	1.8134	2.6990	0.3810	13.0345
360	5.8036	1.8134	2.6990	0.3627	12.4081

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8036	1.8134	3.0000	1.2237	45.7383
60	5.8036	1.8134	3.0000	0.9020	33.7123
90	5.8036	1.8134	3.0000	0.7406	27.6803
120	5.8036	1.8134	3.0000	0.6400	23.9218
150	5.8036	1.8134	3.0000	0.5700	21.3036
180	5.8036	1.8134	3.0000	0.5177	19.3504
210	5.8036	1.8134	3.0000	0.4921	18.3934
240	5.8036	1.8134	3.0000	0.4563	17.0545
270	5.8036	1.8134	3.0000	0.4269	15.9546
300	5.8036	1.8134	3.0000	0.4021	15.0310
330	5.8036	1.8134	3.0000	0.3810	14.2416
360	5.8036	1.8134	3.0000	0.3627	13.5573

3.1.2.1.4.8. Estación Puchaca

ANÁLISIS DE MÁXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCHACA

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	150.50	2.178	0.665	0.294	54.000
2.00	150.00	2.176	0.663	0.292	27.000
3.00	147.00	2.167	0.655	0.280	18.000
4.00	124.40	2.095	0.582	0.197	13.500
5.00	119.10	2.076	0.563	0.179	10.800
6.00	101.50	2.006	0.494	0.120	9.000
7.00	96.20	1.983	0.470	0.104	7.714

8.00	95.40	1.980	0.467	0.102	6.750
9.00	70.30	1.847	0.334	0.037	6.000
10.00	65.30	1.815	0.302	0.028	5.400
11.00	62.70	1.797	0.284	0.023	4.909
12.00	60.90	1.785	0.272	0.020	4.500
13.00	60.30	1.780	0.268	0.019	4.154
14.00	60.20	1.780	0.267	0.019	3.857
15.00	60.00	1.778	0.265	0.019	3.600
16.00	59.00	1.771	0.258	0.017	3.375
17.00	58.70	1.769	0.256	0.017	3.176
18.00	56.30	1.751	0.238	0.013	3.000
19.00	54.40	1.736	0.223	0.011	2.842
20.00	51.50	1.712	0.199	0.008	2.700
21.00	50.20	1.701	0.188	0.007	2.571
22.00	47.50	1.677	0.164	0.004	2.455
23.00	42.57	1.629	0.116	0.002	2.348
24.00	40.30	1.605	0.093	0.001	2.250
25.00	40.10	1.603	0.090	0.001	2.160
26.00	40.00	1.602	0.089	0.001	2.077
27.00	35.20	1.547	0.034	0.000	2.000
28.00	31.50	1.498	-0.014	0.000	1.929
29.00	30.55	1.485	-0.028	0.000	1.862
30.00	30.30	1.481	-0.031	0.000	1.800
31.00	30.20	1.480	-0.033	0.000	1.742
32.00	30.00	1.477	-0.036	0.000	1.688
33.00	27.50	1.439	-0.073	0.000	1.636
34.00	24.30	1.386	-0.127	-0.002	1.588
35.00	23.20	1.365	-0.147	-0.003	1.543
36.00	22.40	1.350	-0.163	-0.004	1.500
37.00	20.80	1.318	-0.195	-0.007	1.459
38.00	20.54	1.313	-0.200	-0.008	1.421
39.00	20.50	1.312	-0.201	-0.008	1.385
40.00	20.32	1.308	-0.205	-0.009	1.350
41.00	20.30	1.307	-0.205	-0.009	1.317
42.00	14.30	1.155	-0.357	-0.046	1.286
43.00	12.90	1.111	-0.402	-0.065	1.256
44.00	11.10	1.045	-0.467	-0.102	1.227
45.00	10.50	1.021	-0.492	-0.119	1.200
46.00	9.70	0.987	-0.526	-0.146	1.174
47.00	9.60	0.982	-0.531	-0.149	1.149
48.00	8.80	0.944	-0.568	-0.184	1.125
49.00	8.50	0.929	-0.583	-0.199	1.102
50.00	8.20	0.914	-0.599	-0.215	1.080
51.00	6.55	0.816	-0.697	-0.338	1.059
52.00	6.10	0.785	-0.727	-0.385	1.038
53.00	4.20	0.623	-0.890	-0.704	1.019
				-0.887	

$$\sum x = 2462.43$$

$$Xx =$$

$$\sigma x =$$

$$\sum Y = 80.18$$

$$Yy =$$

$$\begin{array}{rcl}
 & 46.46 & 1.51 \\
 & 38.48 & \sigma_y = 0.393 \\
 \mathbf{N} = & 53.00 &
 \end{array}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{array}{rcl}
 \sum x & = & 2462.43 \\
 Xx & = & 46.46 \\
 \sigma x & = & 38.48
 \end{array}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Entonces :} & Y_n = & 0.5497 \\
 & \sigma = & 1.1653
 \end{array}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 98.03$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$\mathbf{u} = -7.43$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } \mathbf{y} = -7.43 + 98.03 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	28.84
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	139.62

10	10.00	90.00	0.9000	2.250	213.15
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	306.28
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	374.90
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	443.52
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	513.61
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	601.35
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	669.98

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 80.18$$

$$Y_y = 1.51$$

$$\sigma_y = 0.393$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = -0.2933**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.2595**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

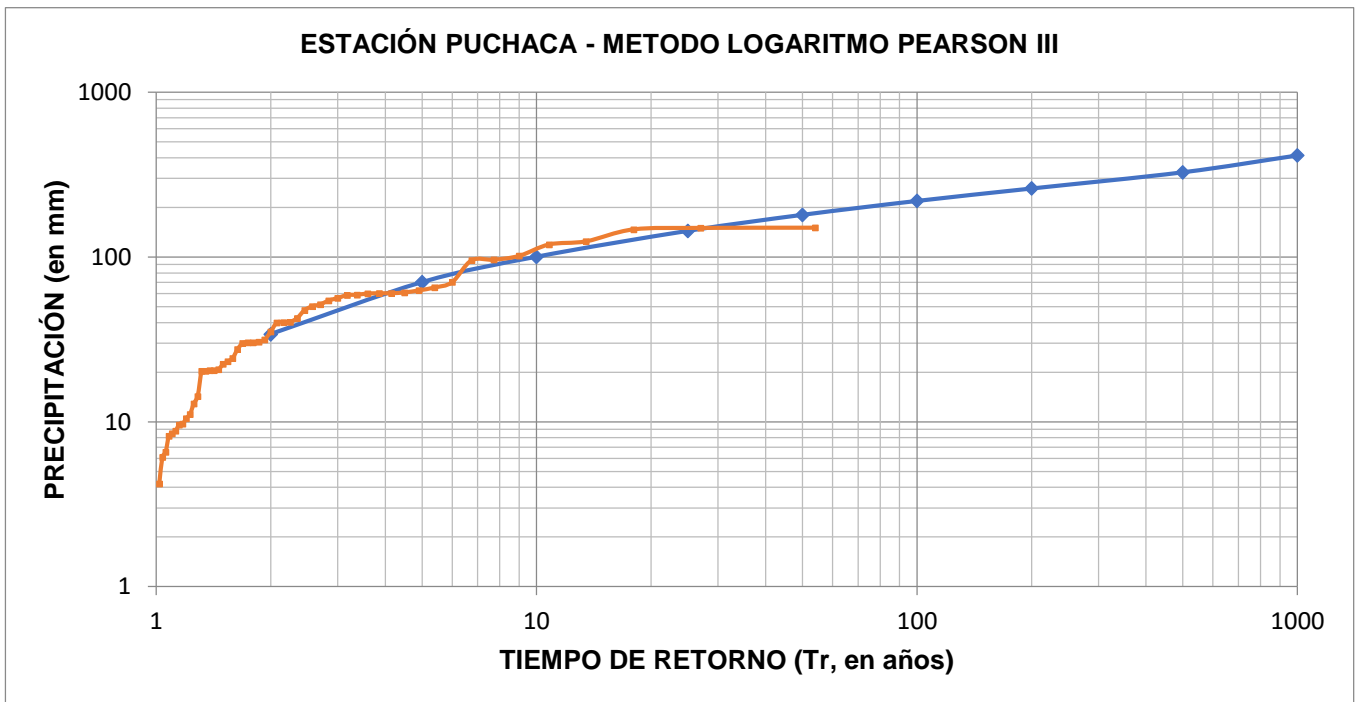
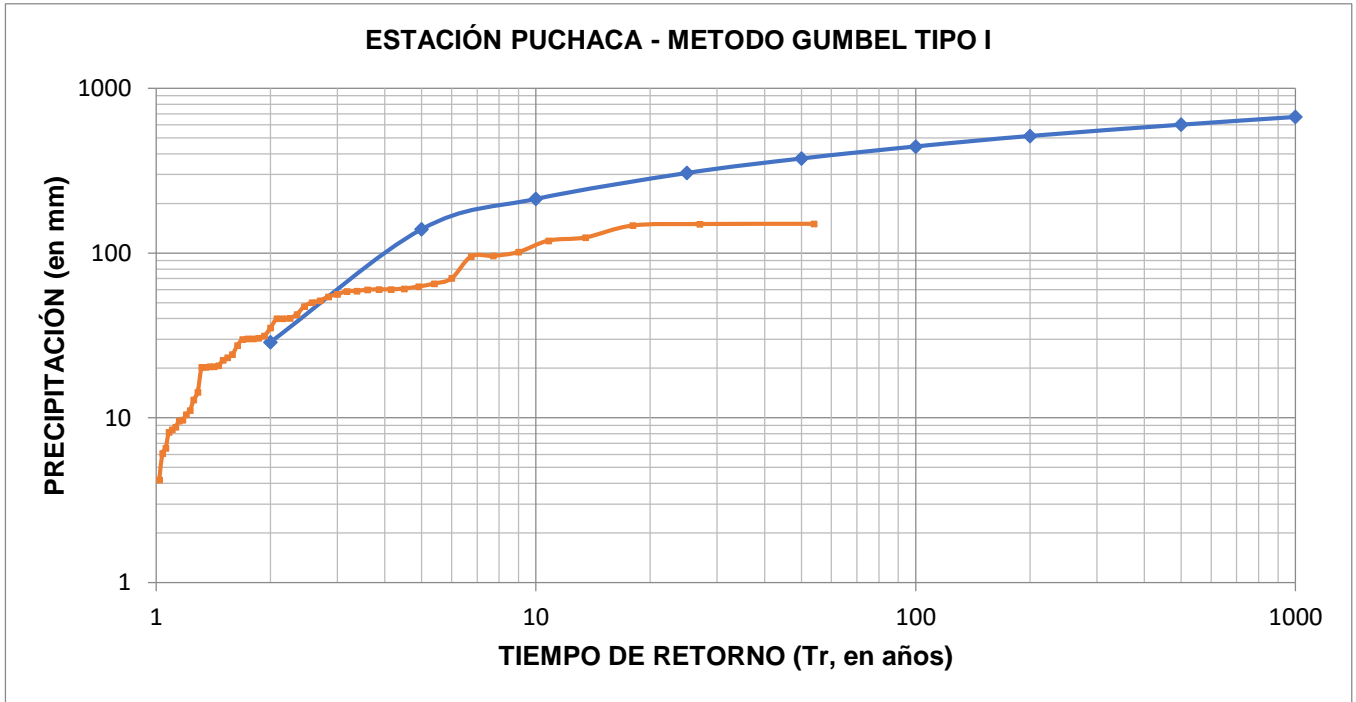
Entonces : **Log Y = 1.51 + 0.393 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.293)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.048	1.532	34.02
5	20.00	80.00	0.852	1.847	70.36
10	10.00	90.00	1.245	2.002	100.38
25	4.00	96.00	1.646	2.159	144.11
50	2.00	98.00	1.893	2.256	180.29
100	1.00	99.00	2.109	2.340	219.02
200	0.50	99.50	2.301	2.416	260.60

500	0.20	99.80	2.552	2.514	326.95
1000	0.10	99.90	2.813	2.617	413.93

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION PUCHACA



ESTACION PUCHACA		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	28.84	34.02
5	139.62	70.36
10	213.15	100.38
25	306.28	144.11
50	374.90	180.29
100	443.52	219.02
200	513.61	260.60
500	601.35	326.95
1000	669.98	413.93

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCHACA

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	34.02	34.02	34.02
90	22.68	22.68	11.34
120	17.01	17.01	5.67
150	13.61	13.61	3.40
180	11.34	11.34	2.27
210	9.72	9.72	1.62
240	8.51	8.51	1.22
270	7.56	7.56	0.95
300	6.80	6.80	0.76
330	6.19	6.19	0.62
360	5.67	5.67	0.52

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	70.36	70.36	70.36
90	46.91	46.91	23.45
120	35.18	35.18	11.73
150	28.14	28.14	7.04

180	23.45	23.45	4.69
210	20.10	20.10	3.35
240	17.59	17.59	2.51
270	15.64	15.64	1.95
300	14.07	14.07	1.56
330	12.79	12.79	1.28
360	11.73	11.73	1.07

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	100.38	100.38	100.38
90	66.92	66.92	33.46
120	50.19	50.19	16.73
150	40.15	40.15	10.04
180	33.46	33.46	6.69
210	28.68	28.68	4.78
240	25.09	25.09	3.58
270	22.31	22.31	2.79
300	20.08	20.08	2.23
330	18.25	18.25	1.83
360	16.73	16.73	1.52

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	144.11	144.11	144.11
90	96.08	96.08	48.04
120	72.06	72.06	24.02
150	57.65	57.65	14.41
180	48.04	48.04	9.61
210	41.18	41.18	6.86
240	36.03	36.03	5.15
270	32.03	32.03	4.00
300	28.82	28.82	3.20
330	26.20	26.20	2.62
360	24.02	24.02	2.18

(Tr = 50 años)			
-----------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	180.29	180.29	180.29
90	120.19	120.19	60.10
120	90.14	90.14	30.05
150	72.12	72.12	18.03
180	60.10	60.10	12.02
210	51.51	51.51	8.59
240	45.07	45.07	6.44
270	40.06	40.06	5.01
300	36.06	36.06	4.01
330	32.78	32.78	3.28
360	30.05	30.05	2.73

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	219.02	219.02	219.02
90	146.01	146.01	73.01
120	109.51	109.51	36.50
150	87.61	87.61	21.90
180	73.01	73.01	14.60
210	62.58	62.58	10.43
240	54.76	54.76	7.82
270	48.67	48.67	6.08
300	43.80	43.80	4.87
330	39.82	39.82	3.98
360	36.50	36.50	3.32

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	260.60	260.60	260.60
90	173.74	173.74	86.87
120	130.30	130.30	43.43
150	104.24	104.24	26.06
180	86.87	86.87	17.37
210	74.46	74.46	12.41
240	65.15	65.15	9.31
270	57.91	57.91	7.24
300	52.12	52.12	5.79

330	47.38	47.38	4.74
360	43.43	43.43	3.95

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	326.95	326.95	326.95
90	217.97	217.97	108.98
120	163.48	163.48	54.49
150	130.78	130.78	32.70
180	108.98	108.98	21.80
210	93.41	93.41	15.57
240	81.74	81.74	11.68
270	72.66	72.66	9.08
300	65.39	65.39	7.27
330	59.45	59.45	5.94
360	54.49	54.49	4.95

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	413.93	413.93	413.93
90	275.95	275.95	137.98
120	206.97	206.97	68.99
150	165.57	165.57	41.39
180	137.98	137.98	27.60
210	118.27	118.27	19.71
240	103.48	103.48	14.78
270	91.98	91.98	11.50
300	82.79	82.79	9.20
330	75.26	75.26	7.53
360	68.99	68.99	6.27

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determnr P_{24} ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5b₄
 UBICACIÓN: 6°21' S 79°28' W

$$130 * E_g^{-1.4}$$

Entonces : Kg =
 Eg = 32.4+0.004Y Y=altitud

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

Dm = 500.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

Eg = 32.4+0.004Y
 Eg = 34.4

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

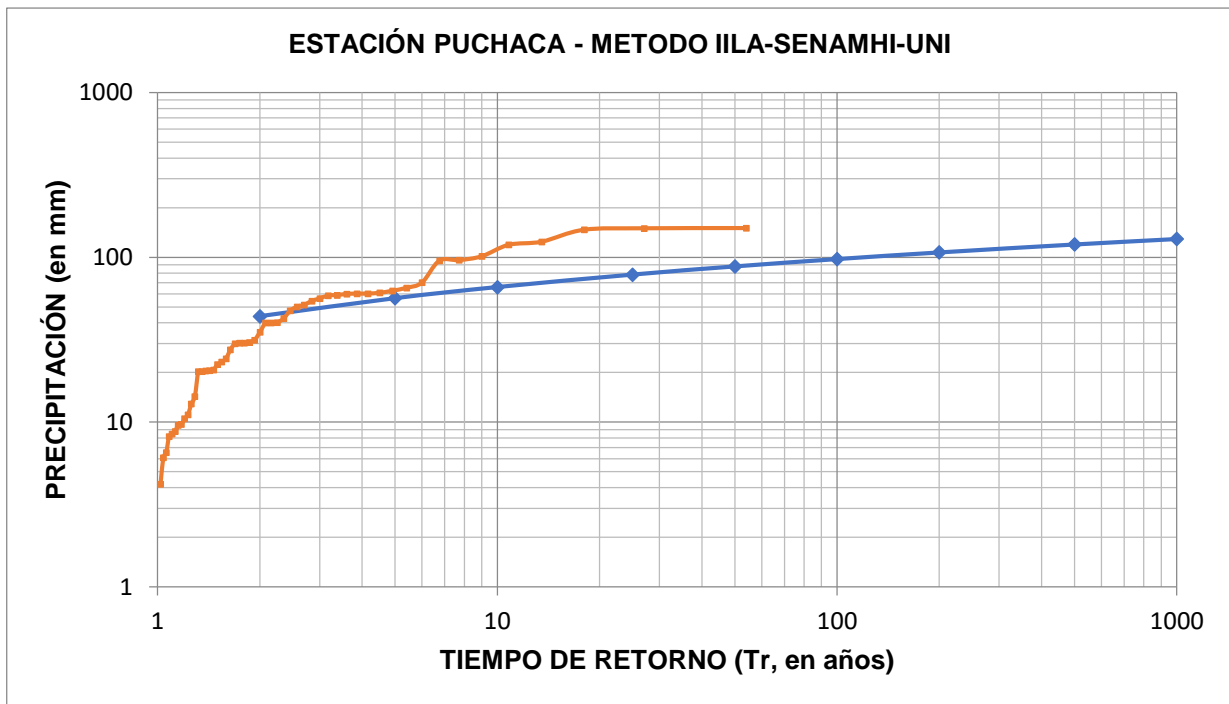
$130 * E_g^{-1.4}$
 Kg =
 Kg = 0.917828487

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	34.40	0.92	0.3010	43.90
5	34.40	0.92	0.6990	56.47
10	34.40	0.92	1.0000	65.97
25	34.40	0.92	1.3979	78.54
50	34.40	0.92	1.6990	88.04
100	34.40	0.92	2.0000	97.55
200	34.40	0.92	2.3010	107.05
500	34.40	0.92	2.6990	119.62
1000	34.40	0.92	3.0000	129.12

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION PUCHACA



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION PUCHACA	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	43.90
5	56.47
10	65.97
25	78.54
50	88.04
100	97.55
200	107.05
500	119.62
1000	129.12

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCHACA

Para t ≤ 3 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca la más cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 500.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 6.25

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	0.3010	1.2237	9.7612
60	6.25	0.9178	0.3010	0.9020	7.1947
90	6.25	0.9178	0.3010	0.7406	5.9074
120	6.25	0.9178	0.3010	0.6400	5.1053
150	6.25	0.9178	0.3010	0.5700	4.5465
180	6.25	0.9178	0.3010	0.5177	4.1297

210	6.25	0.9178	0.3010	0.4921	3.9254
240	6.25	0.9178	0.3010	0.4563	3.6397
270	6.25	0.9178	0.3010	0.4269	3.4050
300	6.25	0.9178	0.3010	0.4021	3.2078
330	6.25	0.9178	0.3010	0.3810	3.0394
360	6.25	0.9178	0.3010	0.3627	2.8933

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	0.6990	1.2237	12.5546
60	6.25	0.9178	0.6990	0.9020	9.2537
90	6.25	0.9178	0.6990	0.7406	7.5979
120	6.25	0.9178	0.6990	0.6400	6.5663
150	6.25	0.9178	0.6990	0.5700	5.8476
180	6.25	0.9178	0.6990	0.5177	5.3115
210	6.25	0.9178	0.6990	0.4921	5.0488
240	6.25	0.9178	0.6990	0.4563	4.6813
270	6.25	0.9178	0.6990	0.4269	4.3794
300	6.25	0.9178	0.6990	0.4021	4.1258
330	6.25	0.9178	0.6990	0.3810	3.9092
360	6.25	0.9178	0.6990	0.3627	3.7213

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	1.0000	1.2237	14.6678
60	6.25	0.9178	1.0000	0.9020	10.8112
90	6.25	0.9178	1.0000	0.7406	8.8768
120	6.25	0.9178	1.0000	0.6400	7.6715
150	6.25	0.9178	1.0000	0.5700	6.8318
180	6.25	0.9178	1.0000	0.5177	6.2055
210	6.25	0.9178	1.0000	0.4921	5.8986
240	6.25	0.9178	1.0000	0.4563	5.4692
270	6.25	0.9178	1.0000	0.4269	5.1165
300	6.25	0.9178	1.0000	0.4021	4.8203
330	6.25	0.9178	1.0000	0.3810	4.5671
360	6.25	0.9178	1.0000	0.3627	4.3477

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	1.3979	1.2237	17.4612

60	6.25	0.9178	1.3979	0.9020	12.8701
90	6.25	0.9178	1.3979	0.7406	10.5673
120	6.25	0.9178	1.3979	0.6400	9.1325
150	6.25	0.9178	1.3979	0.5700	8.1329
180	6.25	0.9178	1.3979	0.5177	7.3873
210	6.25	0.9178	1.3979	0.4921	7.0219
240	6.25	0.9178	1.3979	0.4563	6.5108
270	6.25	0.9178	1.3979	0.4269	6.0909
300	6.25	0.9178	1.3979	0.4021	5.7383
330	6.25	0.9178	1.3979	0.3810	5.4369
360	6.25	0.9178	1.3979	0.3627	5.1757

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	1.6990	1.2237	19.5743
60	6.25	0.9178	1.6990	0.9020	14.4276
90	6.25	0.9178	1.6990	0.7406	11.8462
120	6.25	0.9178	1.6990	0.6400	10.2377
150	6.25	0.9178	1.6990	0.5700	9.1172
180	6.25	0.9178	1.6990	0.5177	8.2813
210	6.25	0.9178	1.6990	0.4921	7.8717
240	6.25	0.9178	1.6990	0.4563	7.2987
270	6.25	0.9178	1.6990	0.4269	6.8280
300	6.25	0.9178	1.6990	0.4021	6.4327
330	6.25	0.9178	1.6990	0.3810	6.0949
360	6.25	0.9178	1.6990	0.3627	5.8020

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	2.0000	1.2237	21.6874
60	6.25	0.9178	2.0000	0.9020	15.9852
90	6.25	0.9178	2.0000	0.7406	13.1250
120	6.25	0.9178	2.0000	0.6400	11.3429
150	6.25	0.9178	2.0000	0.5700	10.1014
180	6.25	0.9178	2.0000	0.5177	9.1753
210	6.25	0.9178	2.0000	0.4921	8.7215
240	6.25	0.9178	2.0000	0.4563	8.0866
270	6.25	0.9178	2.0000	0.4269	7.5651
300	6.25	0.9178	2.0000	0.4021	7.1272
330	6.25	0.9178	2.0000	0.3810	6.7529
360	6.25	0.9178	2.0000	0.3627	6.4284

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	2.3010	1.2237	23.8006
60	6.25	0.9178	2.3010	0.9020	17.5427
90	6.25	0.9178	2.3010	0.7406	14.4039
120	6.25	0.9178	2.3010	0.6400	12.4481
150	6.25	0.9178	2.3010	0.5700	11.0856
180	6.25	0.9178	2.3010	0.5177	10.0693
210	6.25	0.9178	2.3010	0.4921	9.5713
240	6.25	0.9178	2.3010	0.4563	8.8746
270	6.25	0.9178	2.3010	0.4269	8.3022
300	6.25	0.9178	2.3010	0.4021	7.8216
330	6.25	0.9178	2.3010	0.3810	7.4108
360	6.25	0.9178	2.3010	0.3627	7.0547

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	2.6990	1.2237	26.5940
60	6.25	0.9178	2.6990	0.9020	19.6016
90	6.25	0.9178	2.6990	0.7406	16.0944
120	6.25	0.9178	2.6990	0.6400	13.9090
150	6.25	0.9178	2.6990	0.5700	12.3867
180	6.25	0.9178	2.6990	0.5177	11.2511
210	6.25	0.9178	2.6990	0.4921	10.6946
240	6.25	0.9178	2.6990	0.4563	9.9161
270	6.25	0.9178	2.6990	0.4269	9.2766
300	6.25	0.9178	2.6990	0.4021	8.7396
330	6.25	0.9178	2.6990	0.3810	8.2806
360	6.25	0.9178	2.6990	0.3627	7.8827

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	3.0000	1.2237	28.7071
60	6.25	0.9178	3.0000	0.9020	21.1591
90	6.25	0.9178	3.0000	0.7406	17.3732
120	6.25	0.9178	3.0000	0.6400	15.0142
150	6.25	0.9178	3.0000	0.5700	13.3710
180	6.25	0.9178	3.0000	0.5177	12.1451
210	6.25	0.9178	3.0000	0.4921	11.5444
240	6.25	0.9178	3.0000	0.4563	10.7041
270	6.25	0.9178	3.0000	0.4269	10.0137
300	6.25	0.9178	3.0000	0.4021	9.4340

330	6.25	0.9178	3.0000	0.3810	8.9386
360	6.25	0.9178	3.0000	0.3627	8.5091

3.1.2.1.4.9. Estación Tocmoche

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TOCMOCHE

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy)^3	Tr (en años)
1.00	118.00	2.072	0.494	0.121	54.000
2.00	116.20	2.065	0.487	0.116	27.000
3.00	108.60	2.036	0.458	0.096	18.000
4.00	106.00	2.025	0.448	0.090	13.500
5.00	100.40	2.002	0.424	0.076	10.800
6.00	98.40	1.993	0.415	0.072	9.000
7.00	94.00	1.973	0.395	0.062	7.714
8.00	85.00	1.929	0.352	0.043	6.750
9.00	83.60	1.922	0.344	0.041	6.000
10.00	76.00	1.881	0.303	0.028	5.400
11.00	74.40	1.872	0.294	0.025	4.909
12.00	73.60	1.867	0.289	0.024	4.500
13.00	70.00	1.845	0.267	0.019	4.154
14.00	64.50	1.810	0.232	0.012	3.857
15.00	64.00	1.806	0.228	0.012	3.600
16.00	61.00	1.785	0.208	0.009	3.375
17.00	60.00	1.778	0.200	0.008	3.176
18.00	60.00	1.778	0.200	0.008	3.000
19.00	55.00	1.740	0.163	0.004	2.842
20.00	55.00	1.740	0.163	0.004	2.700
21.00	53.90	1.732	0.154	0.004	2.571
22.00	52.20	1.718	0.140	0.003	2.455
23.00	50.50	1.703	0.125	0.002	2.348
24.00	48.00	1.681	0.103	0.001	2.250
25.00	47.00	1.672	0.094	0.001	2.160
26.00	45.80	1.661	0.083	0.001	2.077
27.00	45.00	1.653	0.075	0.000	2.000
28.00	45.00	1.653	0.075	0.000	1.929
29.00	44.00	1.643	0.066	0.000	1.862
30.00	40.00	1.602	0.024	0.000	1.800
31.00	40.00	1.602	0.024	0.000	1.742
32.00	36.90	1.567	-0.011	0.000	1.688
33.00	36.00	1.556	-0.021	0.000	1.636
34.00	35.00	1.544	-0.034	0.000	1.588
35.00	35.00	1.544	-0.034	0.000	1.543
36.00	33.00	1.519	-0.059	0.000	1.500
37.00	32.00	1.505	-0.073	0.000	1.459
38.00	30.00	1.477	-0.101	-0.001	1.421
39.00	28.00	1.447	-0.131	-0.002	1.385
40.00	25.00	1.398	-0.180	-0.006	1.350
41.00	25.00	1.398	-0.180	-0.006	1.317
42.00	23.60	1.373	-0.205	-0.009	1.286
43.00	20.00	1.301	-0.277	-0.021	1.256

44.00	20.00	1.301	-0.277	-0.021	1.227
45.00	20.00	1.301	-0.277	-0.021	1.200
46.00	15.40	1.188	-0.390	-0.059	1.174
47.00	15.00	1.176	-0.402	-0.065	1.149
48.00	12.00	1.079	-0.499	-0.124	1.125
49.00	12.00	1.079	-0.499	-0.124	1.102
50.00	7.00	0.845	-0.733	-0.393	1.080
51.00	5.20	0.716	-0.862	-0.640	1.059
52.00	4.50	0.653	-0.925	-0.790	1.038
53.00	2.60	0.415	-1.163	-1.572	1.019
				-2.974	

$$\begin{aligned} \sum x &= 2608.30 \\ \bar{X} &= 49.21 \\ \sigma_x &= 30.54 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 83.62 \\ \bar{Y} &= 1.58 \\ \sigma_y &= 0.368 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 2608.30 \\ \bar{X} &= 49.21 \\ \sigma_x &= 30.54 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces : } Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 83.05$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = \bar{X} - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = 3.56$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha}\right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = 3.56 + 83.05 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	34.29
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	128.13
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	190.42
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	269.31
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	327.45
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	385.58
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	444.96
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	519.28
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	577.42

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 83.62$$

$$Y_y = 1.58$$

$$\sigma_y = 0.368$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

$$\text{Luego: } CS_y = -1.1949$$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

$$\text{Por lo tanto: } Cv = 0.2331$$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

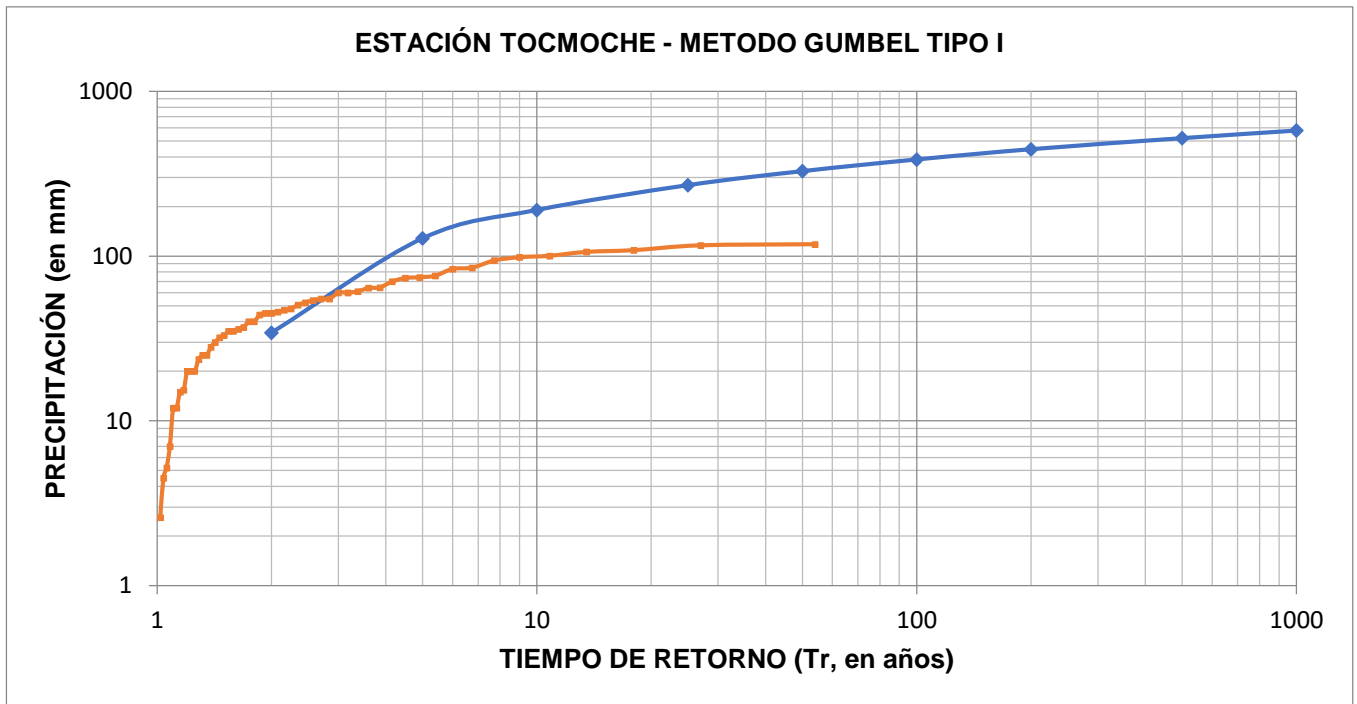
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

Entonces : $\text{Log } Y = 1.58 + 0.368 * K$

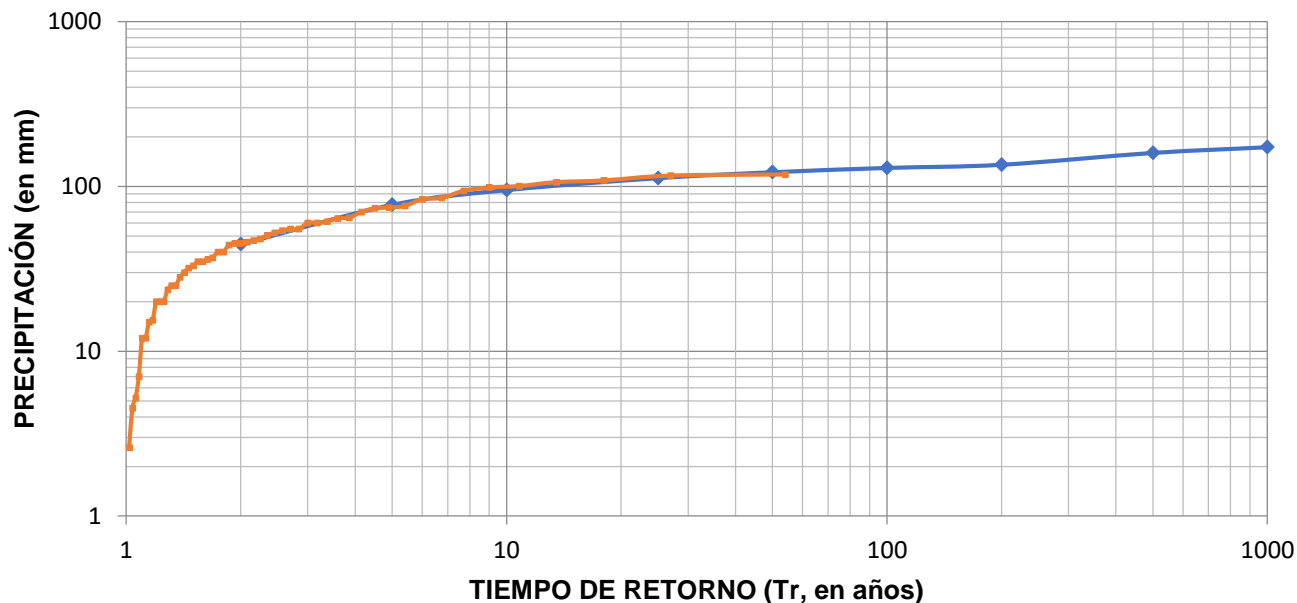
5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -1.194)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.194	1.649	44.58
5	20.00	80.00	0.844	1.888	77.32
10	10.00	90.00	1.087	1.978	94.98
25	4.00	96.00	1.285	2.050	112.25
50	2.00	98.00	1.382	2.086	121.95
100	1.00	99.00	1.453	2.112	129.48
200	0.50	99.50	1.506	2.132	135.39
500	0.20	99.80	1.701	2.203	159.72
1000	0.10	99.90	1.795	2.238	172.95

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION TOCMOCHE



ESTACIÓN TOCMOCHE - METODO LOGARITMO PEARSON III



ESTACION TOCMOCHE		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	34.29	44.58
5	128.13	77.32
10	190.42	94.98
25	269.31	112.25
50	327.45	121.95
100	385.58	129.48
200	444.96	135.39
500	519.28	159.72
1000	577.42	172.95

ANÁLISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TOCMOCHE

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	44.58	44.58	44.58
90	29.72	29.72	14.86
120	22.29	22.29	7.43
150	17.83	17.83	4.46
180	14.86	14.86	2.97
210	12.74	12.74	2.12
240	11.15	11.15	1.59
270	9.91	9.91	1.24
300	8.92	8.92	0.99

330	8.11	8.11	0.81
360	7.43	7.43	0.68

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	77.32	77.32	77.32
90	51.54	51.54	25.77
120	38.66	38.66	12.89
150	30.93	30.93	7.73
180	25.77	25.77	5.15
210	22.09	22.09	3.68
240	19.33	19.33	2.76
270	17.18	17.18	2.15
300	15.46	15.46	1.72
330	14.06	14.06	1.41
360	12.89	12.89	1.17

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	94.98	94.98	94.98
90	63.32	63.32	31.66
120	47.49	47.49	15.83
150	37.99	37.99	9.50
180	31.66	31.66	6.33
210	27.14	27.14	4.52
240	23.75	23.75	3.39
270	21.11	21.11	2.64
300	19.00	19.00	2.11
330	17.27	17.27	1.73
360	15.83	15.83	1.44

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	112.25	112.25	112.25
90	74.83	74.83	37.42
120	56.13	56.13	18.71

150	44.90	44.90	11.23
180	37.42	37.42	7.48
210	32.07	32.07	5.35
240	28.06	28.06	4.01
270	24.94	24.94	3.12
300	22.45	22.45	2.49
330	20.41	20.41	2.04
360	18.71	18.71	1.70

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	121.95	121.95	121.95
90	81.30	81.30	40.65
120	60.98	60.98	20.33
150	48.78	48.78	12.20
180	40.65	40.65	8.13
210	34.84	34.84	5.81
240	30.49	30.49	4.36
270	27.10	27.10	3.39
300	24.39	24.39	2.71
330	22.17	22.17	2.22
360	20.33	20.33	1.85

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	129.48	129.48	129.48
90	86.32	86.32	43.16
120	64.74	64.74	21.58
150	51.79	51.79	12.95
180	43.16	43.16	8.63
210	37.00	37.00	6.17
240	32.37	32.37	4.62
270	28.77	28.77	3.60
300	25.90	25.90	2.88
330	23.54	23.54	2.35
360	21.58	21.58	1.96

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	135.39	135.39	135.39
90	90.26	90.26	45.13
120	67.70	67.70	22.57
150	54.16	54.16	13.54
180	45.13	45.13	9.03
210	38.68	38.68	6.45
240	33.85	33.85	4.84
270	30.09	30.09	3.76
300	27.08	27.08	3.01
330	24.62	24.62	2.46
360	22.57	22.57	2.05

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	159.72	159.72	159.72
90	106.48	106.48	53.24
120	79.86	79.86	26.62
150	63.89	63.89	15.97
180	53.24	53.24	10.65
210	45.63	45.63	7.61
240	39.93	39.93	5.70
270	35.49	35.49	4.44
300	31.94	31.94	3.55
330	29.04	29.04	2.90
360	26.62	26.62	2.42

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	172.95	172.95	172.95
90	115.30	115.30	57.65
120	86.48	86.48	28.83
150	69.18	69.18	17.30
180	57.65	57.65	11.53
210	49.41	49.41	8.24
240	43.24	43.24	6.18
270	38.43	38.43	4.80
300	34.59	34.59	3.84

330	31.45	31.45	3.14
360	28.83	28.83	2.62

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5b₄
 UBICACIÓN: 6°25' S 79°22' W

Entonces : $130 * E_g^{-1.4}$
 Kg =
 Eg = 32.4+0.004Y Y=altitud

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

altitud= 1250.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

Eg = 32.4+0.004Y
 Eg = 37.4

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$130 * E_g^{-1.4}$
 Kg =
 Kg = 0.81643781

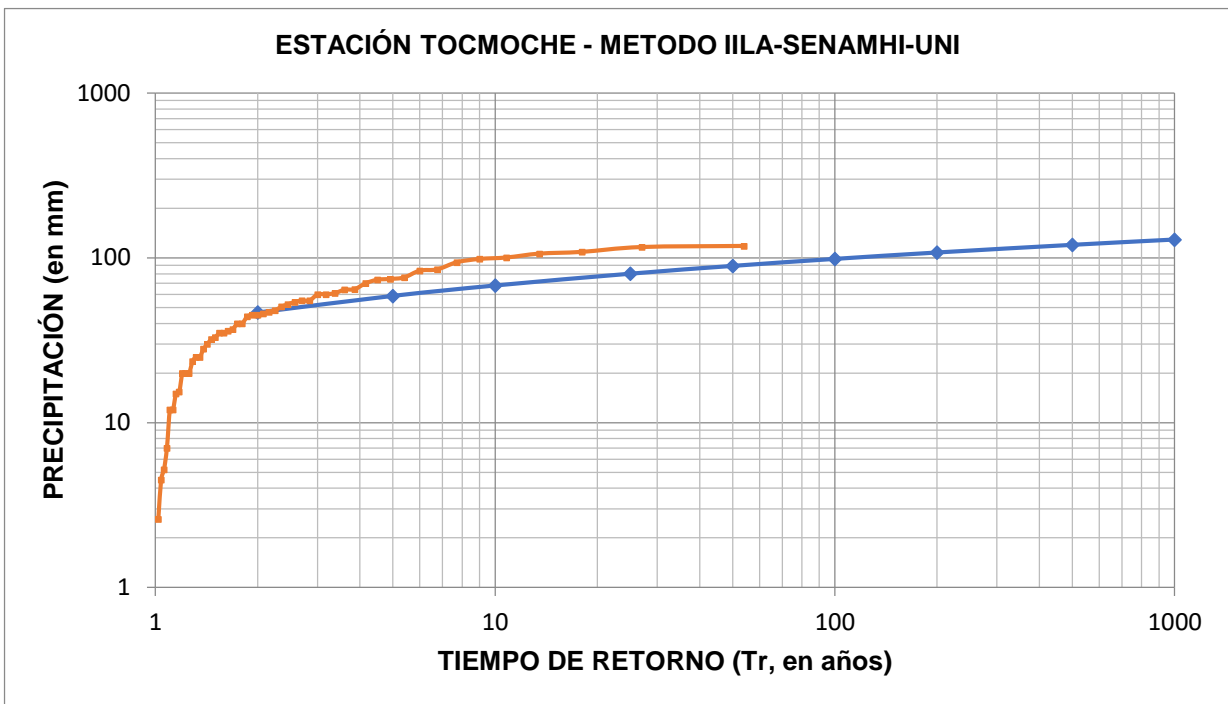
5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	37.40	0.82	0.3010	46.59
5	37.40	0.82	0.6990	58.74

10	37.40	0.82	1.0000	67.93
25	37.40	0.82	1.3979	80.09
50	37.40	0.82	1.6990	89.28
100	37.40	0.82	2.0000	98.47
200	37.40	0.82	2.3010	107.66
500	37.40	0.82	2.6990	119.81
1000	37.40	0.82	3.0000	129.00

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION TOCMOCHE



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION TOCMOCHE	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	46.59
5	58.74

10	67.93
25	80.09
50	89.28
100	98.47
200	107.66
500	119.81
1000	129.00

**ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA
TOCMOCHE**

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 1250.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 6.925

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	0.3010	1.2237	10.5568
60	6.925	0.8164	0.3010	0.9020	7.7811
90	6.925	0.8164	0.3010	0.7406	6.3889
120	6.925	0.8164	0.3010	0.6400	5.5214
150	6.925	0.8164	0.3010	0.5700	4.9171
180	6.925	0.8164	0.3010	0.5177	4.4663
210	6.925	0.8164	0.3010	0.4921	4.2454
240	6.925	0.8164	0.3010	0.4563	3.9363
270	6.925	0.8164	0.3010	0.4269	3.6825
300	6.925	0.8164	0.3010	0.4021	3.4693
330	6.925	0.8164	0.3010	0.3810	3.2871
360	6.925	0.8164	0.3010	0.3627	3.1291

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	0.6990	1.2237	13.3100
60	6.925	0.8164	0.6990	0.9020	9.8104
90	6.925	0.8164	0.6990	0.7406	8.0551
120	6.925	0.8164	0.6990	0.6400	6.9613
150	6.925	0.8164	0.6990	0.5700	6.1994
180	6.925	0.8164	0.6990	0.5177	5.6310
210	6.925	0.8164	0.6990	0.4921	5.3526
240	6.925	0.8164	0.6990	0.4563	4.9629
270	6.925	0.8164	0.6990	0.4269	4.6429
300	6.925	0.8164	0.6990	0.4021	4.3741
330	6.925	0.8164	0.6990	0.3810	4.1444
360	6.925	0.8164	0.6990	0.3627	3.9452

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	1.0000	1.2237	15.3927
60	6.925	0.8164	1.0000	0.9020	11.3455
90	6.925	0.8164	1.0000	0.7406	9.3155
120	6.925	0.8164	1.0000	0.6400	8.0506

150	6.925	0.8164	1.0000	0.5700	7.1695
180	6.925	0.8164	1.0000	0.5177	6.5122
210	6.925	0.8164	1.0000	0.4921	6.1901
240	6.925	0.8164	1.0000	0.4563	5.7395
270	6.925	0.8164	1.0000	0.4269	5.3694
300	6.925	0.8164	1.0000	0.4021	5.0585
330	6.925	0.8164	1.0000	0.3810	4.7929
360	6.925	0.8164	1.0000	0.3627	4.5625

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	1.3979	1.2237	18.1459
60	6.925	0.8164	1.3979	0.9020	13.3748
90	6.925	0.8164	1.3979	0.7406	10.9817
120	6.925	0.8164	1.3979	0.6400	9.4906
150	6.925	0.8164	1.3979	0.5700	8.4518
180	6.925	0.8164	1.3979	0.5177	7.6769
210	6.925	0.8164	1.3979	0.4921	7.2973
240	6.925	0.8164	1.3979	0.4563	6.7661
270	6.925	0.8164	1.3979	0.4269	6.3297
300	6.925	0.8164	1.3979	0.4021	5.9633
330	6.925	0.8164	1.3979	0.3810	5.6501
360	6.925	0.8164	1.3979	0.3627	5.3786

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	1.6990	1.2237	20.2286
60	6.925	0.8164	1.6990	0.9020	14.9099
90	6.925	0.8164	1.6990	0.7406	12.2421
120	6.925	0.8164	1.6990	0.6400	10.5799
150	6.925	0.8164	1.6990	0.5700	9.4219
180	6.925	0.8164	1.6990	0.5177	8.5581
210	6.925	0.8164	1.6990	0.4921	8.1348
240	6.925	0.8164	1.6990	0.4563	7.5427
270	6.925	0.8164	1.6990	0.4269	7.0562
300	6.925	0.8164	1.6990	0.4021	6.6477
330	6.925	0.8164	1.6990	0.3810	6.2986
360	6.925	0.8164	1.6990	0.3627	5.9959

(Tr = 100 años)					
-----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	2.0000	1.2237	22.3113
60	6.925	0.8164	2.0000	0.9020	16.4450
90	6.925	0.8164	2.0000	0.7406	13.5026
120	6.925	0.8164	2.0000	0.6400	11.6691
150	6.925	0.8164	2.0000	0.5700	10.3920
180	6.925	0.8164	2.0000	0.5177	9.4392
210	6.925	0.8164	2.0000	0.4921	8.9724
240	6.925	0.8164	2.0000	0.4563	8.3192
270	6.925	0.8164	2.0000	0.4269	7.7827
300	6.925	0.8164	2.0000	0.4021	7.3322
330	6.925	0.8164	2.0000	0.3810	6.9471
360	6.925	0.8164	2.0000	0.3627	6.6133

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	2.3010	1.2237	24.3940
60	6.925	0.8164	2.3010	0.9020	17.9801
90	6.925	0.8164	2.3010	0.7406	14.7630
120	6.925	0.8164	2.3010	0.6400	12.7584
150	6.925	0.8164	2.3010	0.5700	11.3620
180	6.925	0.8164	2.3010	0.5177	10.3203
210	6.925	0.8164	2.3010	0.4921	9.8099
240	6.925	0.8164	2.3010	0.4563	9.0958
270	6.925	0.8164	2.3010	0.4269	8.5092
300	6.925	0.8164	2.3010	0.4021	8.0166
330	6.925	0.8164	2.3010	0.3810	7.5956
360	6.925	0.8164	2.3010	0.3627	7.2306

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	2.6990	1.2237	27.1472
60	6.925	0.8164	2.6990	0.9020	20.0094
90	6.925	0.8164	2.6990	0.7406	16.4292
120	6.925	0.8164	2.6990	0.6400	14.1984
150	6.925	0.8164	2.6990	0.5700	12.6444
180	6.925	0.8164	2.6990	0.5177	11.4851
210	6.925	0.8164	2.6990	0.4921	10.9171
240	6.925	0.8164	2.6990	0.4563	10.1224
270	6.925	0.8164	2.6990	0.4269	9.4696
300	6.925	0.8164	2.6990	0.4021	8.9214
330	6.925	0.8164	2.6990	0.3810	8.4529

360	6.925	0.8164	2.6990	0.3627	8.0467
-----	-------	--------	--------	--------	--------

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	3.0000	1.2237	29.2299
60	6.925	0.8164	3.0000	0.9020	21.5445
90	6.925	0.8164	3.0000	0.7406	17.6896
120	6.925	0.8164	3.0000	0.6400	15.2877
150	6.925	0.8164	3.0000	0.5700	13.6145
180	6.925	0.8164	3.0000	0.5177	12.3662
210	6.925	0.8164	3.0000	0.4921	11.7547
240	6.925	0.8164	3.0000	0.4563	10.8990
270	6.925	0.8164	3.0000	0.4269	10.1961
300	6.925	0.8164	3.0000	0.4021	9.6058
330	6.925	0.8164	3.0000	0.3810	9.1014
360	6.925	0.8164	3.0000	0.3627	8.6640

3.1.2.1.4.10. Estación Llama

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA LLAMA

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy)^3	Tr (en años)
1.00	81.22	1.910	0.324	0.034	54.000
2.00	79.68	1.901	0.316	0.032	27.000
3.00	78.66	1.896	0.311	0.030	18.000
4.00	74.20	1.870	0.285	0.023	13.500
5.00	70.77	1.850	0.265	0.019	10.800
6.00	69.95	1.845	0.260	0.017	9.000
7.00	67.80	1.831	0.246	0.015	7.714
8.00	66.68	1.824	0.239	0.014	6.750
9.00	65.22	1.814	0.229	0.012	6.000
10.00	62.17	1.794	0.208	0.009	5.400
11.00	57.92	1.763	0.178	0.006	4.909
12.00	56.74	1.754	0.169	0.005	4.500
13.00	56.74	1.754	0.169	0.005	4.154
14.00	56.33	1.751	0.166	0.005	3.857
15.00	50.80	1.706	0.121	0.002	3.600
16.00	49.67	1.696	0.111	0.001	3.375
17.00	46.70	1.669	0.084	0.001	3.176
18.00	46.50	1.667	0.082	0.001	3.000
19.00	43.92	1.643	0.057	0.000	2.842
20.00	43.73	1.641	0.056	0.000	2.700
21.00	42.74	1.631	0.046	0.000	2.571
22.00	42.45	1.628	0.043	0.000	2.455
23.00	42.00	1.623	0.038	0.000	2.348
24.00	41.78	1.621	0.036	0.000	2.250
25.00	39.35	1.595	0.010	0.000	2.160

26.00	39.06	1.592	0.006	0.000	2.077
27.00	38.50	1.585	0.000	0.000	2.000
28.00	38.20	1.582	-0.003	0.000	1.929
29.00	37.60	1.575	-0.010	0.000	1.862
30.00	37.43	1.573	-0.012	0.000	1.800
31.00	36.48	1.562	-0.023	0.000	1.742
32.00	35.37	1.549	-0.037	0.000	1.688
33.00	35.00	1.544	-0.041	0.000	1.636
34.00	34.86	1.542	-0.043	0.000	1.588
35.00	34.49	1.538	-0.048	0.000	1.543
36.00	34.21	1.534	-0.051	0.000	1.500
37.00	33.90	1.530	-0.055	0.000	1.459
38.00	33.75	1.528	-0.057	0.000	1.421
39.00	33.16	1.521	-0.065	0.000	1.385
40.00	30.21	1.480	-0.105	-0.001	1.350
41.00	29.50	1.470	-0.115	-0.002	1.317
42.00	28.89	1.461	-0.125	-0.002	1.286
43.00	27.50	1.439	-0.146	-0.003	1.256
44.00	26.23	1.419	-0.166	-0.005	1.227
45.00	21.37	1.330	-0.255	-0.017	1.200
46.00	21.10	1.324	-0.261	-0.018	1.174
47.00	21.08	1.324	-0.261	-0.018	1.149
48.00	20.79	1.318	-0.267	-0.019	1.125
49.00	19.50	1.290	-0.295	-0.026	1.102
50.00	18.70	1.272	-0.313	-0.031	1.080
51.00	15.36	1.186	-0.399	-0.063	1.059
52.00	15.20	1.182	-0.403	-0.066	1.038
53.00	12.30	1.090	-0.495	-0.122	1.019
				-0.163	

$$\begin{aligned} \sum x &= 2243.49 \\ Xx &= 42.33 \\ \sigma x &= 18.01 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 84.02 \\ Yy &= 1.59 \\ \sigma y &= 0.198 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 2243.49 \\ Xx &= 42.33 \\ \sigma x &= 18.01 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Yn y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

Entonces : $Y_n = 0.5497$
 $\sigma = 1.1653$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión: $\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$

$1/\alpha = 90.95$

3.- Se calcula la moda : $u = X_x - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$

$u = -7.66$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es: $y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$

Luego: $y = -7.66 + 90.95 * w$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	25.99
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	128.76
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	196.97
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	283.36
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	347.03
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	410.69
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	475.72
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	557.11
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	620.78

METODO DE LOG PEARSON III

$\sum Y = 84.02$

$Y_y = 1.59$

$\sigma_y = 0.198$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CSy = \frac{N \times \sum (Y - Yy)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = -0.419**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Yy$

Por lo tanto : **Cv = 0.1249**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

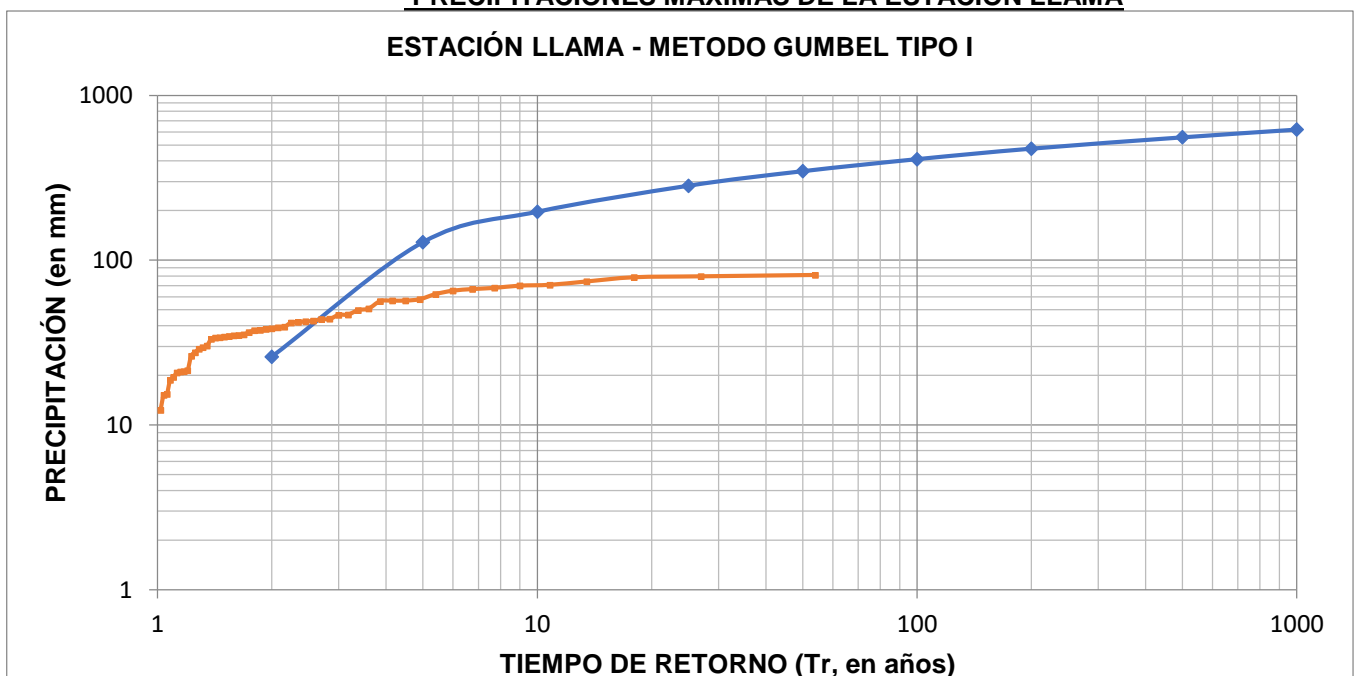
$$LogY = Yy + \sigma_y * K$$

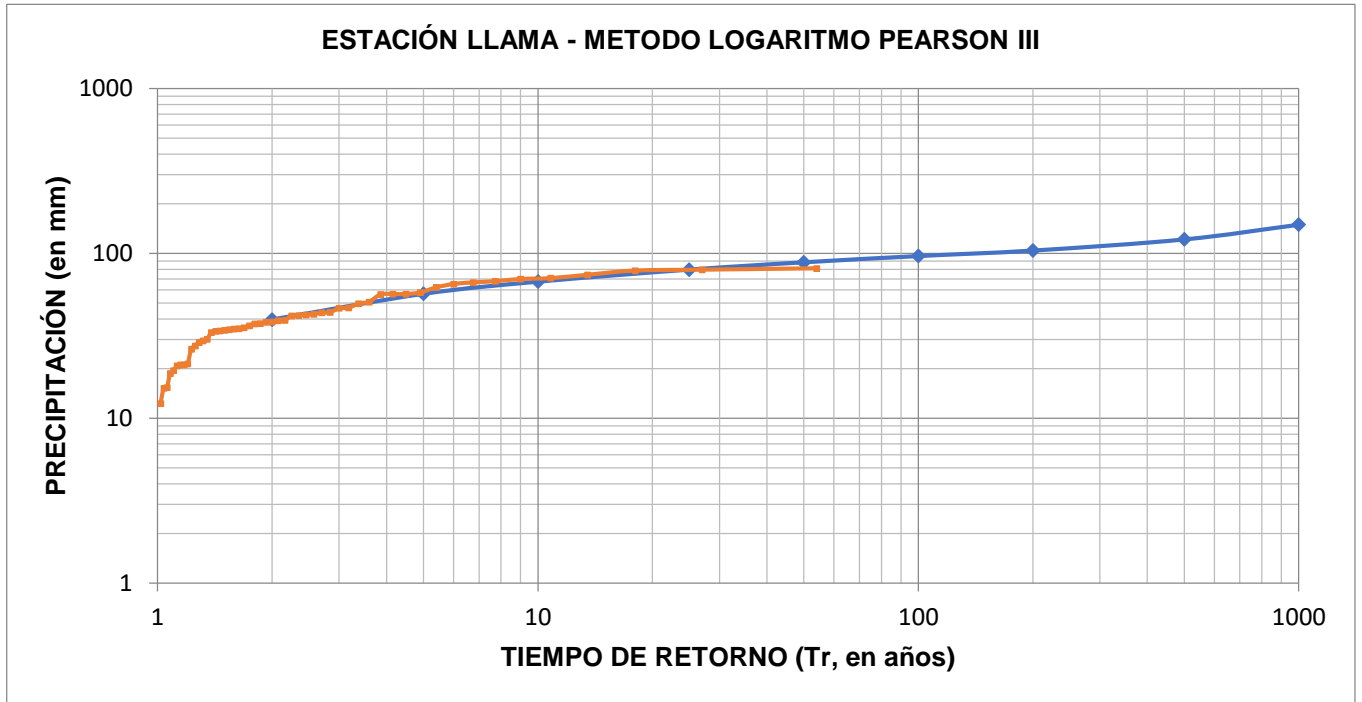
Entonces : **Log Y = 1.59 + 0.198 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.419)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.069	1.599	39.71
5	20.00	80.00	0.855	1.755	56.83
10	10.00	90.00	1.228	1.828	67.36
25	4.00	96.00	1.599	1.902	79.76
50	2.00	98.00	1.823	1.946	88.36
100	1.00	99.00	2.015	1.984	96.43
200	0.50	99.50	2.183	2.018	104.13
500	0.20	99.80	2.524	2.085	121.62
1000	0.10	99.90	2.975	2.174	149.39

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION LLAMA





ESTACION LLAMA		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	25.99	39.71
5	128.76	56.83
10	196.97	67.36
25	283.36	79.76
50	347.03	88.36
100	410.69	96.43
200	475.72	104.13
500	557.11	121.62
1000	620.78	149.39

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA LLAMA

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	39.71	39.71	39.71
90	26.47	26.47	13.24
120	19.86	19.86	6.62
150	15.88	15.88	3.97
180	13.24	13.24	2.65
210	11.35	11.35	1.89
240	9.93	9.93	1.42
270	8.82	8.82	1.10
300	7.94	7.94	0.88
330	7.22	7.22	0.72
360	6.62	6.62	0.60

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	56.83	56.83	56.83
90	37.89	37.89	18.94
120	28.41	28.41	9.47
150	22.73	22.73	5.68
180	18.94	18.94	3.79
210	16.24	16.24	2.71
240	14.21	14.21	2.03
270	12.63	12.63	1.58
300	11.37	11.37	1.26
330	10.33	10.33	1.03
360	9.47	9.47	0.86

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	67.36	67.36	67.36
90	44.91	44.91	22.45
120	33.68	33.68	11.23
150	26.94	26.94	6.74
180	22.45	22.45	4.49

210	19.25	19.25	3.21
240	16.84	16.84	2.41
270	14.97	14.97	1.87
300	13.47	13.47	1.50
330	12.25	12.25	1.22
360	11.23	11.23	1.02

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	79.76	79.76	79.76
90	53.17	53.17	26.59
120	39.88	39.88	13.29
150	31.90	31.90	7.98
180	26.59	26.59	5.32
210	22.79	22.79	3.80
240	19.94	19.94	2.85
270	17.72	17.72	2.22
300	15.95	15.95	1.77
330	14.50	14.50	1.45
360	13.29	13.29	1.21

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	88.36	88.36	88.36
90	58.90	58.90	29.45
120	44.18	44.18	14.73
150	35.34	35.34	8.84
180	29.45	29.45	5.89
210	25.24	25.24	4.21
240	22.09	22.09	3.16
270	19.63	19.63	2.45
300	17.67	17.67	1.96
330	16.06	16.06	1.61
360	14.73	14.73	1.34

(Tr = 100 años)			
------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	96.43	96.43	96.43
90	64.28	64.28	32.14
120	48.21	48.21	16.07
150	38.57	38.57	9.64
180	32.14	32.14	6.43
210	27.55	27.55	4.59
240	24.11	24.11	3.44
270	21.43	21.43	2.68
300	19.29	19.29	2.14
330	17.53	17.53	1.75
360	16.07	16.07	1.46

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	104.13	104.13	104.13
90	69.42	69.42	34.71
120	52.07	52.07	17.36
150	41.65	41.65	10.41
180	34.71	34.71	6.94
210	29.75	29.75	4.96
240	26.03	26.03	3.72
270	23.14	23.14	2.89
300	20.83	20.83	2.31
330	18.93	18.93	1.89
360	17.36	17.36	1.58

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	121.62	121.62	121.62
90	81.08	81.08	40.54
120	60.81	60.81	20.27
150	48.65	48.65	12.16
180	40.54	40.54	8.11
210	34.75	34.75	5.79
240	30.41	30.41	4.34
270	27.03	27.03	3.38
300	24.32	24.32	2.70

330	22.11	22.11	2.21
360	20.27	20.27	1.84

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	149.39	149.39	149.39
90	99.59	99.59	49.80
120	74.69	74.69	24.90
150	59.76	59.76	14.94
180	49.80	49.80	9.96
210	42.68	42.68	7.11
240	37.35	37.35	5.34
270	33.20	33.20	4.15
300	29.88	29.88	3.32
330	27.16	27.16	2.72
360	24.90	24.90	2.26

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5a₁₁
 UBICACIÓN: 6°30' S 79° 07' W

$$11 * E_g^{-0.85}$$

Entonces : Kg =
 Eg = 32.4+0.004Y Y=altitud

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

altitud= 2090.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

Eg = 32.4+0.004Y
 Eg = 40.76

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 11 * Eg^{-0.85}$$

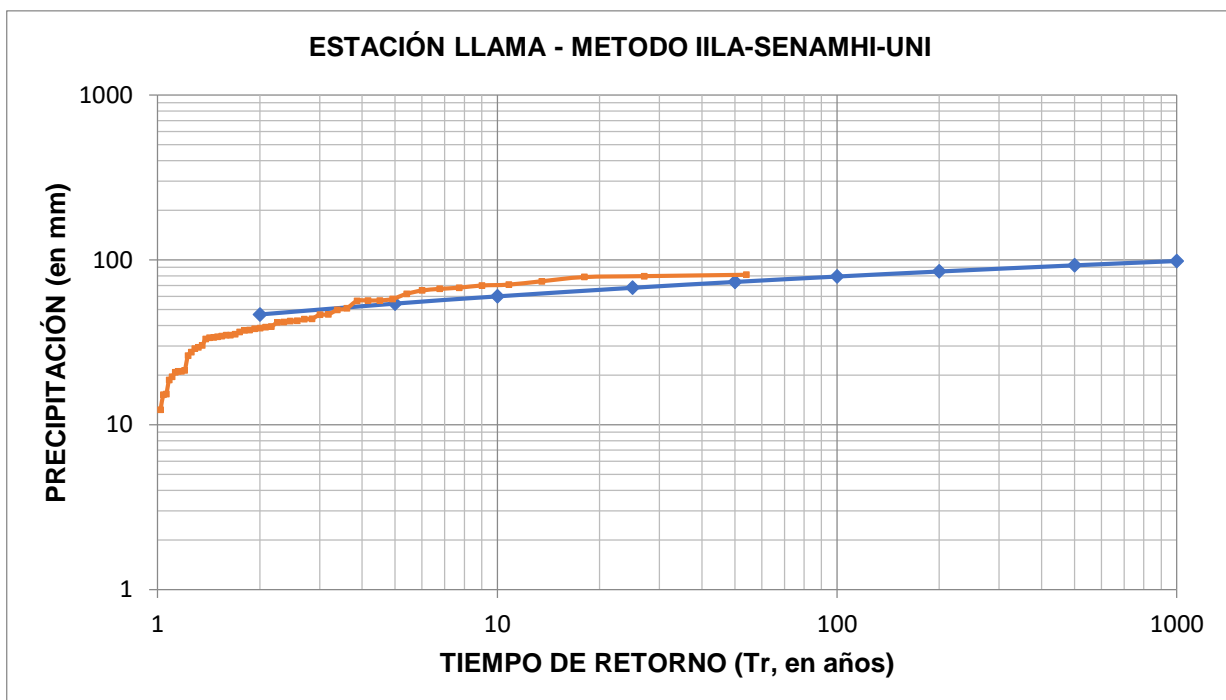
$$Kg = 0.470645203$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	40.76	0.47	0.3010	46.53
5	40.76	0.47	0.6990	54.17
10	40.76	0.47	1.0000	59.94
25	40.76	0.47	1.3979	67.58
50	40.76	0.47	1.6990	73.35
100	40.76	0.47	2.0000	79.13
200	40.76	0.47	2.3010	84.90
500	40.76	0.47	2.6990	92.54
1000	40.76	0.47	3.0000	98.31

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION LLAMA



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION LLAMA	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	46.53
5	54.17
10	59.94
25	67.58
50	73.35
100	79.13
200	84.90
500	92.54
1000	98.31

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA LLAMA

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 2090.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 7.681

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.681	0.4706	0.3010	1.2237	10.7309
60	7.681	0.4706	0.3010	0.9020	7.9094
90	7.681	0.4706	0.3010	0.7406	6.4942
120	7.681	0.4706	0.3010	0.6400	5.6124
150	7.681	0.4706	0.3010	0.5700	4.9982
180	7.681	0.4706	0.3010	0.5177	4.5399
210	7.681	0.4706	0.3010	0.4921	4.3154
240	7.681	0.4706	0.3010	0.4563	4.0012
270	7.681	0.4706	0.3010	0.4269	3.7432
300	7.681	0.4706	0.3010	0.4021	3.5265
330	7.681	0.4706	0.3010	0.3810	3.3413
360	7.681	0.4706	0.3010	0.3627	3.1807

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.681	0.4706	0.6990	1.2237	12.4913
60	7.681	0.4706	0.6990	0.9020	9.2069
90	7.681	0.4706	0.6990	0.7406	7.5596
120	7.681	0.4706	0.6990	0.6400	6.5331
150	7.681	0.4706	0.6990	0.5700	5.8181

180	7.681	0.4706	0.6990	0.5177	5.2847
210	7.681	0.4706	0.6990	0.4921	5.0233
240	7.681	0.4706	0.6990	0.4563	4.6576
270	7.681	0.4706	0.6990	0.4269	4.3573
300	7.681	0.4706	0.6990	0.4021	4.1050
330	7.681	0.4706	0.6990	0.3810	3.8894
360	7.681	0.4706	0.6990	0.3627	3.7025

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.681	0.4706	1.0000	1.2237	13.8229
60	7.681	0.4706	1.0000	0.9020	10.1885
90	7.681	0.4706	1.0000	0.7406	8.3655
120	7.681	0.4706	1.0000	0.6400	7.2296
150	7.681	0.4706	1.0000	0.5700	6.4383
180	7.681	0.4706	1.0000	0.5177	5.8480
210	7.681	0.4706	1.0000	0.4921	5.5588
240	7.681	0.4706	1.0000	0.4563	5.1542
270	7.681	0.4706	1.0000	0.4269	4.8218
300	7.681	0.4706	1.0000	0.4021	4.5426
330	7.681	0.4706	1.0000	0.3810	4.3041
360	7.681	0.4706	1.0000	0.3627	4.0972

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.681	0.4706	1.3979	1.2237	15.5833
60	7.681	0.4706	1.3979	0.9020	11.4860
90	7.681	0.4706	1.3979	0.7406	9.4309
120	7.681	0.4706	1.3979	0.6400	8.1503
150	7.681	0.4706	1.3979	0.5700	7.2583
180	7.681	0.4706	1.3979	0.5177	6.5928
210	7.681	0.4706	1.3979	0.4921	6.2668
240	7.681	0.4706	1.3979	0.4563	5.8106
270	7.681	0.4706	1.3979	0.4269	5.4358
300	7.681	0.4706	1.3979	0.4021	5.1212
330	7.681	0.4706	1.3979	0.3810	4.8522
360	7.681	0.4706	1.3979	0.3627	4.6190

Periodo de Retorno de 50 años (Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)

30	7.681	0.4706	1.6990	1.2237	16.9150
60	7.681	0.4706	1.6990	0.9020	12.4675
90	7.681	0.4706	1.6990	0.7406	10.2368
120	7.681	0.4706	1.6990	0.6400	8.8468
150	7.681	0.4706	1.6990	0.5700	7.8785
180	7.681	0.4706	1.6990	0.5177	7.1562
210	7.681	0.4706	1.6990	0.4921	6.8023
240	7.681	0.4706	1.6990	0.4563	6.3071
270	7.681	0.4706	1.6990	0.4269	5.9004
300	7.681	0.4706	1.6990	0.4021	5.5588
330	7.681	0.4706	1.6990	0.3810	5.2669
360	7.681	0.4706	1.6990	0.3627	5.0138

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.681	0.4706	2.0000	1.2237	18.2466
60	7.681	0.4706	2.0000	0.9020	13.4491
90	7.681	0.4706	2.0000	0.7406	11.0427
120	7.681	0.4706	2.0000	0.6400	9.5433
150	7.681	0.4706	2.0000	0.5700	8.4988
180	7.681	0.4706	2.0000	0.5177	7.7196
210	7.681	0.4706	2.0000	0.4921	7.3378
240	7.681	0.4706	2.0000	0.4563	6.8037
270	7.681	0.4706	2.0000	0.4269	6.3649
300	7.681	0.4706	2.0000	0.4021	5.9964
330	7.681	0.4706	2.0000	0.3810	5.6815
360	7.681	0.4706	2.0000	0.3627	5.4085

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.681	0.4706	2.3010	1.2237	19.5783
60	7.681	0.4706	2.3010	0.9020	14.4306
90	7.681	0.4706	2.3010	0.7406	11.8486
120	7.681	0.4706	2.3010	0.6400	10.2397
150	7.681	0.4706	2.3010	0.5700	9.1190
180	7.681	0.4706	2.3010	0.5177	8.2830
210	7.681	0.4706	2.3010	0.4921	7.8733
240	7.681	0.4706	2.3010	0.4563	7.3002
270	7.681	0.4706	2.3010	0.4269	6.8294
300	7.681	0.4706	2.3010	0.4021	6.4340
330	7.681	0.4706	2.3010	0.3810	6.0961
360	7.681	0.4706	2.3010	0.3627	5.8032

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.681	0.4706	2.6990	1.2237	21.3387
60	7.681	0.4706	2.6990	0.9020	15.7281
90	7.681	0.4706	2.6990	0.7406	12.9139
120	7.681	0.4706	2.6990	0.6400	11.1604
150	7.681	0.4706	2.6990	0.5700	9.9390
180	7.681	0.4706	2.6990	0.5177	9.0277
210	7.681	0.4706	2.6990	0.4921	8.5812
240	7.681	0.4706	2.6990	0.4563	7.9566
270	7.681	0.4706	2.6990	0.4269	7.4435
300	7.681	0.4706	2.6990	0.4021	7.0125
330	7.681	0.4706	2.6990	0.3810	6.6443
360	7.681	0.4706	2.6990	0.3627	6.3250

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.681	0.4706	3.0000	1.2237	22.6703
60	7.681	0.4706	3.0000	0.9020	16.7096
90	7.681	0.4706	3.0000	0.7406	13.7199
120	7.681	0.4706	3.0000	0.6400	11.8569
150	7.681	0.4706	3.0000	0.5700	10.5592
180	7.681	0.4706	3.0000	0.5177	9.5911
210	7.681	0.4706	3.0000	0.4921	9.1168
240	7.681	0.4706	3.0000	0.4563	8.4531
270	7.681	0.4706	3.0000	0.4269	7.9080
300	7.681	0.4706	3.0000	0.4021	7.4502
330	7.681	0.4706	3.0000	0.3810	7.0589
360	7.681	0.4706	3.0000	0.3627	6.7197

3.1.2.1.4.11. Estación Huambos

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA HUAMBOS

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	88.50	1.947	0.288	0.024	54.000
2.00	79.30	1.899	0.241	0.014	27.000
3.00	78.60	1.895	0.237	0.013	18.000
4.00	77.80	1.891	0.232	0.013	13.500
5.00	77.00	1.886	0.228	0.012	10.800
6.00	76.80	1.885	0.227	0.012	9.000
7.00	69.10	1.839	0.181	0.006	7.714
8.00	68.30	1.834	0.176	0.005	6.750
9.00	67.30	1.828	0.169	0.005	6.000
10.00	65.10	1.814	0.155	0.004	5.400

11.00	60.70	1.783	0.125	0.002	4.909
12.00	59.60	1.775	0.117	0.002	4.500
13.00	58.80	1.769	0.111	0.001	4.154
14.00	58.00	1.763	0.105	0.001	3.857
15.00	57.60	1.760	0.102	0.001	3.600
16.00	57.00	1.756	0.097	0.001	3.375
17.00	56.70	1.754	0.095	0.001	3.176
18.00	55.40	1.744	0.085	0.001	3.000
19.00	55.00	1.740	0.082	0.001	2.842
20.00	53.40	1.728	0.069	0.000	2.700
21.00	53.00	1.724	0.066	0.000	2.571
22.00	50.80	1.706	0.047	0.000	2.455
23.00	49.80	1.697	0.039	0.000	2.348
24.00	49.60	1.695	0.037	0.000	2.250
25.00	49.50	1.695	0.036	0.000	2.160
26.00	48.50	1.686	0.027	0.000	2.077
27.00	48.00	1.681	0.023	0.000	2.000
28.00	47.50	1.677	0.018	0.000	1.929
29.00	47.30	1.675	0.016	0.000	1.862
30.00	46.80	1.670	0.012	0.000	1.800
31.00	46.00	1.663	0.004	0.000	1.742
32.00	45.90	1.662	0.003	0.000	1.688
33.00	45.80	1.661	0.002	0.000	1.636
34.00	45.60	1.659	0.000	0.000	1.588
35.00	45.00	1.653	-0.005	0.000	1.543
36.00	44.30	1.646	-0.012	0.000	1.500
37.00	42.70	1.630	-0.028	0.000	1.459
38.00	41.00	1.613	-0.046	0.000	1.421
39.00	40.50	1.607	-0.051	0.000	1.385
40.00	39.20	1.593	-0.065	0.000	1.350
41.00	35.60	1.551	-0.107	-0.001	1.317
42.00	33.40	1.524	-0.135	-0.002	1.286
43.00	30.50	1.484	-0.174	-0.005	1.256
44.00	29.00	1.462	-0.196	-0.008	1.227
45.00	28.80	1.459	-0.199	-0.008	1.200
46.00	28.60	1.456	-0.202	-0.008	1.174
47.00	28.30	1.452	-0.207	-0.009	1.149
48.00	27.20	1.435	-0.224	-0.011	1.125
49.00	24.70	1.393	-0.266	-0.019	1.102
50.00	20.60	1.314	-0.345	-0.041	1.080
51.00	20.40	1.310	-0.349	-0.043	1.059
52.00	20.30	1.307	-0.351	-0.043	1.038
53.00	15.00	1.176	-0.483	-0.112	1.019
				-0.194	

$$\begin{aligned} \sum x &= 2589.20 \\ Xx &= 48.85 \\ \sigma x &= 17.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 87.91 \\ Yy &= 1.66 \\ \sigma y &= 0.172 \end{aligned}$$

N = 53.00

METODO GUMBEL TIPO I

$$\sum x = 2589.20$$

$$Xx = 48.85$$

$$\sigma x = 17.15$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

Entonces :

$$Y_n = 0.5497$$

$$\sigma = 1.1653$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 99.91$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -6.07$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -6.07 + 99.91 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	30.90
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	143.79
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	218.72
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	313.63
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	383.57

100	1.00	99.00	0.9900	4.600	453.50
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	524.93
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	614.35
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	684.28

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 87.91$$

$$Y_y = 1.66$$

$$\sigma_y = 0.172$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = -0.764**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.1035**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

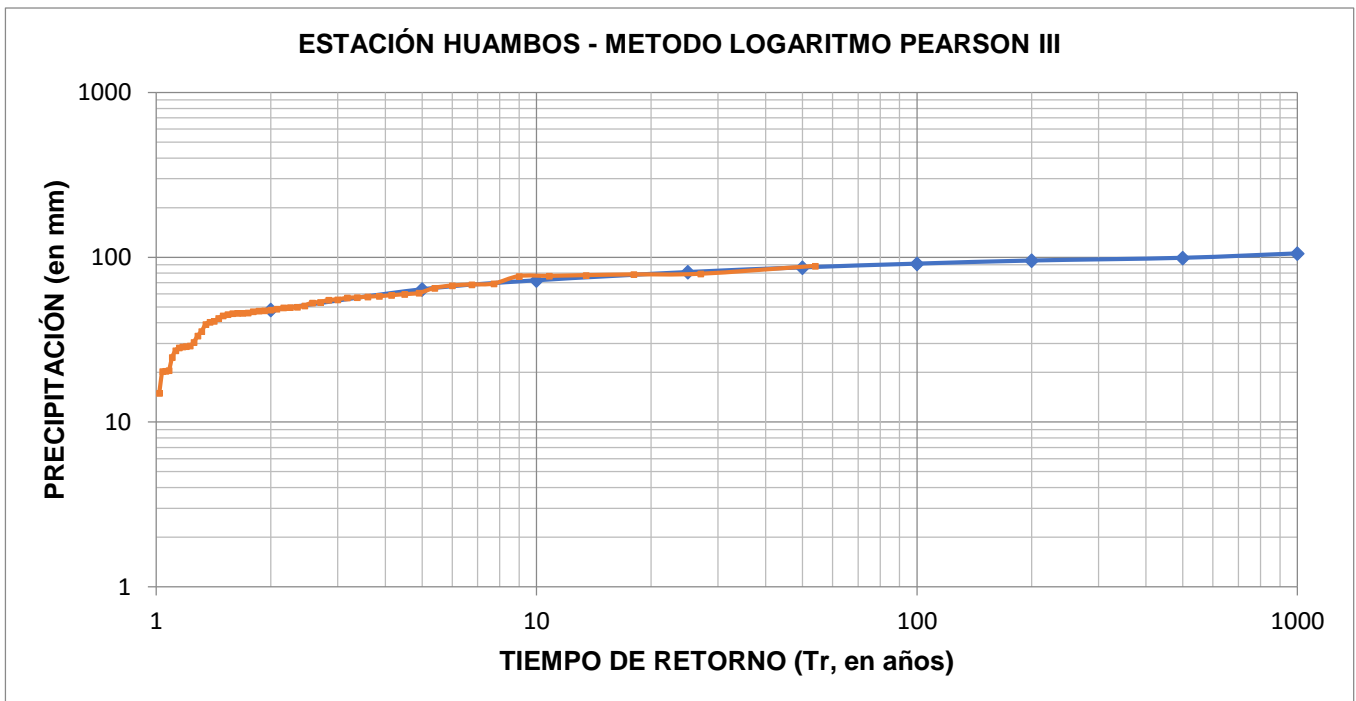
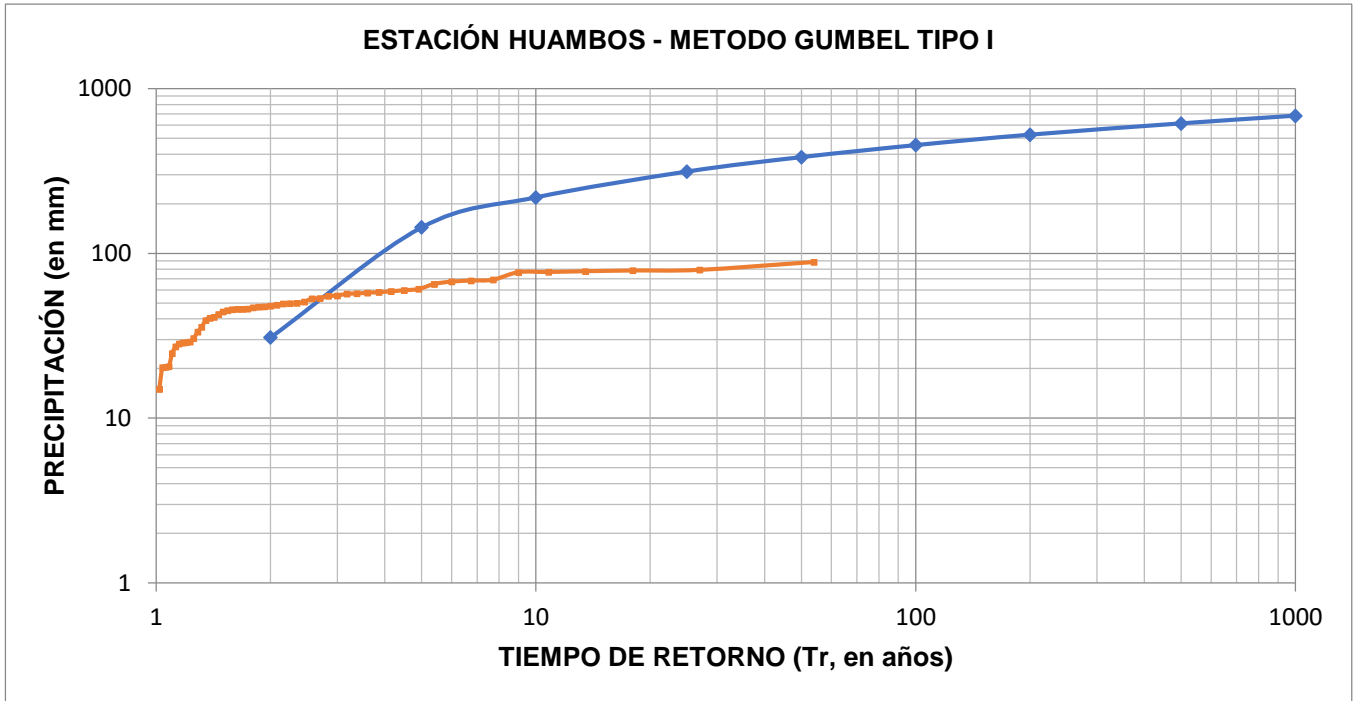
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

Entonces : **Log Y = 1.66 + 0.172 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.764)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.126	1.680	47.90
5	20.00	80.00	0.857	1.806	63.94
10	10.00	90.00	1.173	1.860	72.45
25	4.00	96.00	1.463	1.910	81.25
50	2.00	98.00	1.627	1.938	86.69
100	1.00	99.00	1.759	1.961	91.35
200	0.50	99.50	1.868	1.979	95.38
500	0.20	99.80	1.964	1.996	99.06
1000	0.10	99.90	2.119	2.023	105.32

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION HUAMBOS



ESTACION HUAMBOS

$Tr = (N+1) / m$	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	30.90	47.90
5	143.79	63.94
10	218.72	72.45
25	313.63	81.25
50	383.57	86.69
100	453.50	91.35
200	524.93	95.38
500	614.35	99.06
1000	684.28	105.32

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA HUAMBOS

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	47.90	47.90	47.90
90	31.94	31.94	15.97
120	23.95	23.95	7.98
150	19.16	19.16	4.79
180	15.97	15.97	3.19
210	13.69	13.69	2.28
240	11.98	11.98	1.71
270	10.65	10.65	1.33
300	9.58	9.58	1.06
330	8.71	8.71	0.87
360	7.98	7.98	0.73

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	63.94	63.94	63.94
90	42.63	42.63	21.31
120	31.97	31.97	10.66
150	25.58	25.58	6.39
180	21.31	21.31	4.26
210	18.27	18.27	3.04
240	15.99	15.99	2.28

270	14.21	14.21	1.78
300	12.79	12.79	1.42
330	11.63	11.63	1.16
360	10.66	10.66	0.97

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	72.45	72.45	72.45
90	48.30	48.30	24.15
120	36.23	36.23	12.08
150	28.98	28.98	7.25
180	24.15	24.15	4.83
210	20.70	20.70	3.45
240	18.11	18.11	2.59
270	16.10	16.10	2.01
300	14.49	14.49	1.61
330	13.17	13.17	1.32
360	12.08	12.08	1.10

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	81.25	81.25	81.25
90	54.17	54.17	27.08
120	40.63	40.63	13.54
150	32.50	32.50	8.13
180	27.08	27.08	5.42
210	23.21	23.21	3.87
240	20.31	20.31	2.90
270	18.06	18.06	2.26
300	16.25	16.25	1.81
330	14.77	14.77	1.48
360	13.54	13.54	1.23

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	86.69	86.69	86.69

90	57.79	57.79	28.90
120	43.34	43.34	14.45
150	34.67	34.67	8.67
180	28.90	28.90	5.78
210	24.77	24.77	4.13
240	21.67	21.67	3.10
270	19.26	19.26	2.41
300	17.34	17.34	1.93
330	15.76	15.76	1.58
360	14.45	14.45	1.31

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	91.35	91.35	91.35
90	60.90	60.90	30.45
120	45.68	45.68	15.23
150	36.54	36.54	9.14
180	30.45	30.45	6.09
210	26.10	26.10	4.35
240	22.84	22.84	3.26
270	20.30	20.30	2.54
300	18.27	18.27	2.03
330	16.61	16.61	1.66
360	15.23	15.23	1.38

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	95.38	95.38	95.38
90	63.58	63.58	31.79
120	47.69	47.69	15.90
150	38.15	38.15	9.54
180	31.79	31.79	6.36
210	27.25	27.25	4.54
240	23.84	23.84	3.41
270	21.19	21.19	2.65
300	19.08	19.08	2.12
330	17.34	17.34	1.73
360	15.90	15.90	1.45

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	99.06	99.06	99.06
90	66.04	66.04	33.02
120	49.53	49.53	16.51
150	39.62	39.62	9.91
180	33.02	33.02	6.60
210	28.30	28.30	4.72
240	24.76	24.76	3.54
270	22.01	22.01	2.75
300	19.81	19.81	2.20
330	18.01	18.01	1.80
360	16.51	16.51	1.50

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	105.32	105.32	105.32
90	70.21	70.21	35.11
120	52.66	52.66	17.55
150	42.13	42.13	10.53
180	35.11	35.11	7.02
210	30.09	30.09	5.02
240	26.33	26.33	3.76
270	23.40	23.40	2.93
300	21.06	21.06	2.34
330	19.15	19.15	1.91
360	17.55	17.55	1.60

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para deterrmnar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas puvliometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5a₁₁

UBICACIÓN: 6°27' S 78°58' W

Entonces :

$$Kg = 11 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 32.4 + 0.004Y \quad Y = \text{altitud}$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

$$\text{altitud} = 2200.00 \text{ mts.}$$

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 32.4 + 0.004Y$$

$$Eg = 41.2$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 11 * Eg^{-0.85}$$

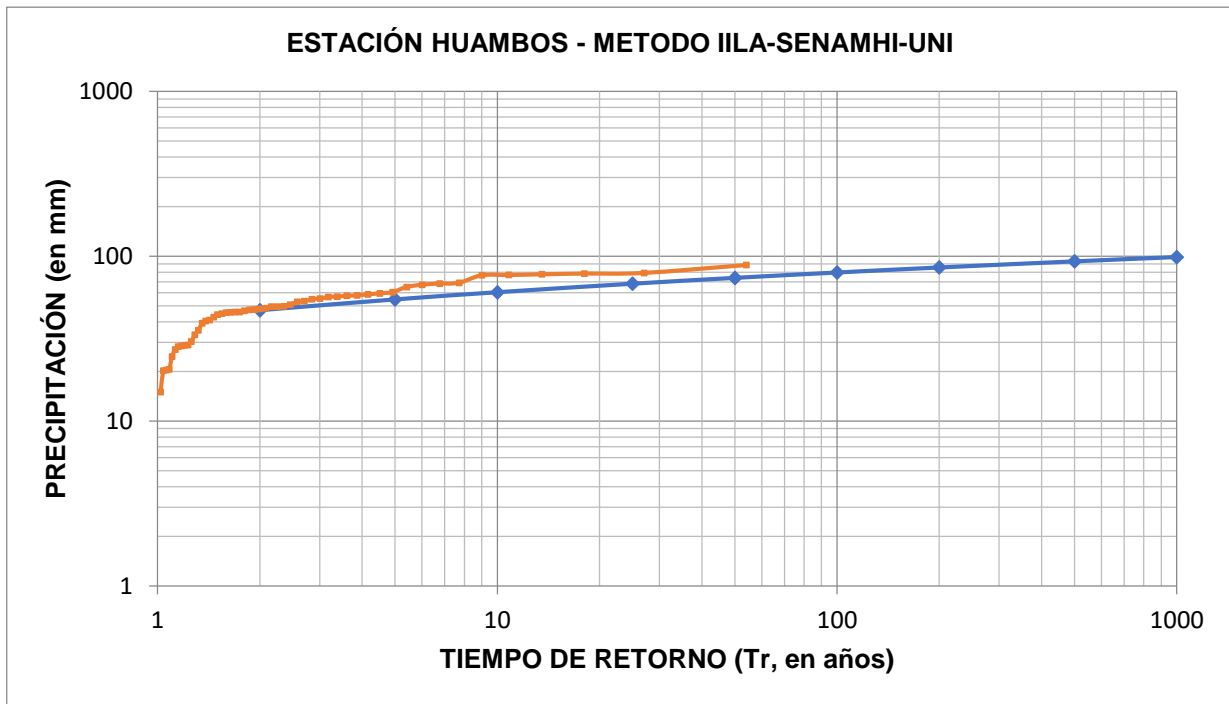
$$Kg = 0.466369405$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \epsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	41.20	0.47	0.3010	46.98
5	41.20	0.47	0.6990	54.63
10	41.20	0.47	1.0000	60.41
25	41.20	0.47	1.3979	68.06
50	41.20	0.47	1.6990	73.84
100	41.20	0.47	2.0000	79.63
200	41.20	0.47	2.3010	85.41
500	41.20	0.47	2.6990	93.06
1000	41.20	0.47	3.0000	98.84

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION HUAMBOS



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION HUAMBOS	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	46.98
5	54.63
10	60.41
25	68.06
50	73.84
100	79.63
200	85.41
500	93.06
1000	98.84

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA HUAMBOS

Para t ≤ 3 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T) t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 2200.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 7.78

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	0.3010	1.2237	10.8570
60	7.78	0.4664	0.3010	0.9020	8.0023
90	7.78	0.4664	0.3010	0.7406	6.5705
120	7.78	0.4664	0.3010	0.6400	5.6784
150	7.78	0.4664	0.3010	0.5700	5.0569
180	7.78	0.4664	0.3010	0.5177	4.5932
210	7.78	0.4664	0.3010	0.4921	4.3661
240	7.78	0.4664	0.3010	0.4563	4.0483

270	7.78	0.4664	0.3010	0.4269	3.7872
300	7.78	0.4664	0.3010	0.4021	3.5679
330	7.78	0.4664	0.3010	0.3810	3.3806
360	7.78	0.4664	0.3010	0.3627	3.2181

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	0.6990	1.2237	12.6238
60	7.78	0.4664	0.6990	0.9020	9.3046
90	7.78	0.4664	0.6990	0.7406	7.6398
120	7.78	0.4664	0.6990	0.6400	6.6024
150	7.78	0.4664	0.6990	0.5700	5.8798
180	7.78	0.4664	0.6990	0.5177	5.3407
210	7.78	0.4664	0.6990	0.4921	5.0766
240	7.78	0.4664	0.6990	0.4563	4.7071
270	7.78	0.4664	0.6990	0.4269	4.4035
300	7.78	0.4664	0.6990	0.4021	4.1486
330	7.78	0.4664	0.6990	0.3810	3.9307
360	7.78	0.4664	0.6990	0.3627	3.7418

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	1.0000	1.2237	13.9604
60	7.78	0.4664	1.0000	0.9020	10.2898
90	7.78	0.4664	1.0000	0.7406	8.4487
120	7.78	0.4664	1.0000	0.6400	7.3015
150	7.78	0.4664	1.0000	0.5700	6.5024
180	7.78	0.4664	1.0000	0.5177	5.9062
210	7.78	0.4664	1.0000	0.4921	5.6141
240	7.78	0.4664	1.0000	0.4563	5.2054
270	7.78	0.4664	1.0000	0.4269	4.8697
300	7.78	0.4664	1.0000	0.4021	4.5878
330	7.78	0.4664	1.0000	0.3810	4.3469
360	7.78	0.4664	1.0000	0.3627	4.1380

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	1.3979	1.2237	15.7272
60	7.78	0.4664	1.3979	0.9020	11.5921
90	7.78	0.4664	1.3979	0.7406	9.5180

120	7.78	0.4664	1.3979	0.6400	8.2256
150	7.78	0.4664	1.3979	0.5700	7.3253
180	7.78	0.4664	1.3979	0.5177	6.6537
210	7.78	0.4664	1.3979	0.4921	6.3246
240	7.78	0.4664	1.3979	0.4563	5.8642
270	7.78	0.4664	1.3979	0.4269	5.4861
300	7.78	0.4664	1.3979	0.4021	5.1685
330	7.78	0.4664	1.3979	0.3810	4.8970
360	7.78	0.4664	1.3979	0.3627	4.6617

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	1.6990	1.2237	17.0638
60	7.78	0.4664	1.6990	0.9020	12.5772
90	7.78	0.4664	1.6990	0.7406	10.3268
120	7.78	0.4664	1.6990	0.6400	8.9246
150	7.78	0.4664	1.6990	0.5700	7.9479
180	7.78	0.4664	1.6990	0.5177	7.2192
210	7.78	0.4664	1.6990	0.4921	6.8621
240	7.78	0.4664	1.6990	0.4563	6.3626
270	7.78	0.4664	1.6990	0.4269	5.9523
300	7.78	0.4664	1.6990	0.4021	5.6077
330	7.78	0.4664	1.6990	0.3810	5.3132
360	7.78	0.4664	1.6990	0.3627	5.0579

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	2.0000	1.2237	18.4004
60	7.78	0.4664	2.0000	0.9020	13.5624
90	7.78	0.4664	2.0000	0.7406	11.1357
120	7.78	0.4664	2.0000	0.6400	9.6237
150	7.78	0.4664	2.0000	0.5700	8.5704
180	7.78	0.4664	2.0000	0.5177	7.7846
210	7.78	0.4664	2.0000	0.4921	7.3996
240	7.78	0.4664	2.0000	0.4563	6.8610
270	7.78	0.4664	2.0000	0.4269	6.4185
300	7.78	0.4664	2.0000	0.4021	6.0469
330	7.78	0.4664	2.0000	0.3810	5.7294
360	7.78	0.4664	2.0000	0.3627	5.4541

(Tr = 200 años)					
-----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	2.3010	1.2237	19.7370
60	7.78	0.4664	2.3010	0.9020	14.5475
90	7.78	0.4664	2.3010	0.7406	11.9446
120	7.78	0.4664	2.3010	0.6400	10.3227
150	7.78	0.4664	2.3010	0.5700	9.1929
180	7.78	0.4664	2.3010	0.5177	8.3501
210	7.78	0.4664	2.3010	0.4921	7.9371
240	7.78	0.4664	2.3010	0.4563	7.3594
270	7.78	0.4664	2.3010	0.4269	6.8847
300	7.78	0.4664	2.3010	0.4021	6.4862
330	7.78	0.4664	2.3010	0.3810	6.1456
360	7.78	0.4664	2.3010	0.3627	5.8502

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	2.6990	1.2237	21.5038
60	7.78	0.4664	2.6990	0.9020	15.8498
90	7.78	0.4664	2.6990	0.7406	13.0139
120	7.78	0.4664	2.6990	0.6400	11.2468
150	7.78	0.4664	2.6990	0.5700	10.0159
180	7.78	0.4664	2.6990	0.5177	9.0976
210	7.78	0.4664	2.6990	0.4921	8.6477
240	7.78	0.4664	2.6990	0.4563	8.0182
270	7.78	0.4664	2.6990	0.4269	7.5011
300	7.78	0.4664	2.6990	0.4021	7.0668
330	7.78	0.4664	2.6990	0.3810	6.6957
360	7.78	0.4664	2.6990	0.3627	6.3739

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	7.78	0.4664	3.0000	1.2237	22.8404
60	7.78	0.4664	3.0000	0.9020	16.8350
90	7.78	0.4664	3.0000	0.7406	13.8228
120	7.78	0.4664	3.0000	0.6400	11.9459
150	7.78	0.4664	3.0000	0.5700	10.6384
180	7.78	0.4664	3.0000	0.5177	9.6631
210	7.78	0.4664	3.0000	0.4921	9.1852
240	7.78	0.4664	3.0000	0.4563	8.5165
270	7.78	0.4664	3.0000	0.4269	7.9673
300	7.78	0.4664	3.0000	0.4021	7.5061
330	7.78	0.4664	3.0000	0.3810	7.1119

360	7.78	0.4664	3.0000	0.3627	6.7701
-----	------	--------	--------	--------	--------

3.1.2.1.4.12. Estación Santa Cruz

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA SANTA CRUZ

m	X (mm)	Y = Log X	Y -Yy	(Y -Yy)^3	Tr (en años)
1.00	70.30	1.847	0.299	0.027	54.000
2.00	69.80	1.844	0.296	0.026	27.000
3.00	66.74	1.824	0.276	0.021	18.000
4.00	60.90	1.785	0.236	0.013	13.500
5.00	58.60	1.768	0.220	0.011	10.800
6.00	57.87	1.762	0.214	0.010	9.000
7.00	56.80	1.754	0.206	0.009	7.714
8.00	56.30	1.751	0.202	0.008	6.750
9.00	56.10	1.749	0.201	0.008	6.000
10.00	54.40	1.736	0.187	0.007	5.400
11.00	52.99	1.724	0.176	0.005	4.909
12.00	49.80	1.697	0.149	0.003	4.500
13.00	48.60	1.687	0.138	0.003	4.154
14.00	45.80	1.661	0.113	0.001	3.857
15.00	45.80	1.661	0.113	0.001	3.600
16.00	45.00	1.653	0.105	0.001	3.375
17.00	43.25	1.636	0.088	0.001	3.176
18.00	40.72	1.610	0.062	0.000	3.000
19.00	40.60	1.609	0.060	0.000	2.842
20.00	40.30	1.605	0.057	0.000	2.700
21.00	40.20	1.604	0.056	0.000	2.571
22.00	39.33	1.595	0.046	0.000	2.455
23.00	37.30	1.572	0.023	0.000	2.348
24.00	37.24	1.571	0.023	0.000	2.250
25.00	35.50	1.550	0.002	0.000	2.160
26.00	32.98	1.518	-0.030	0.000	2.077
27.00	32.89	1.517	-0.031	0.000	2.000
28.00	32.30	1.509	-0.039	0.000	1.929
29.00	32.11	1.507	-0.042	0.000	1.862
30.00	31.06	1.492	-0.056	0.000	1.800
31.00	30.72	1.487	-0.061	0.000	1.742
32.00	29.90	1.476	-0.073	0.000	1.688
33.00	29.80	1.474	-0.074	0.000	1.636
34.00	29.80	1.474	-0.074	0.000	1.588
35.00	29.32	1.467	-0.081	-0.001	1.543
36.00	29.20	1.465	-0.083	-0.001	1.500
37.00	28.90	1.461	-0.087	-0.001	1.459
38.00	28.54	1.455	-0.093	-0.001	1.421
39.00	27.80	1.444	-0.104	-0.001	1.385
40.00	27.76	1.443	-0.105	-0.001	1.350
41.00	27.50	1.439	-0.109	-0.001	1.317
42.00	26.90	1.430	-0.119	-0.002	1.286
43.00	26.80	1.428	-0.120	-0.002	1.256
44.00	26.37	1.421	-0.127	-0.002	1.227

45.00	24.80	1.394	-0.154	-0.004	1.200
46.00	24.10	1.382	-0.166	-0.005	1.174
47.00	23.80	1.377	-0.172	-0.005	1.149
48.00	23.60	1.373	-0.175	-0.005	1.125
49.00	20.60	1.314	-0.234	-0.013	1.102
50.00	20.50	1.312	-0.237	-0.013	1.080
51.00	18.90	1.276	-0.272	-0.020	1.059
52.00	17.23	1.236	-0.312	-0.030	1.038
53.00	16.97	1.230	-0.319	-0.032	1.019
				0.015	

$$\begin{aligned} \sum x &= 2001.40 \\ Xx &= 37.76 \\ \sigma x &= 14.06 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 82.06 \\ Yy &= 1.55 \\ \sigma y &= 0.160 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 2001.40 \\ Xx &= 37.76 \\ \sigma x &= 14.06 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

Entonces : $Y_n = 0.5497$
 $\sigma = 1.1653$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 88.06$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -10.65$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -10.65 + 88.06 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	21.94
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	121.45
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	187.49
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	271.15
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	332.79
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	394.44
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	457.40
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	536.22
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	597.86

METODO DE LOG PEARSON III

$$\begin{aligned} \sum Y &= 82.06 \\ Y_y &= 1.55 \\ \sigma_y &= 0.160 \end{aligned}$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : $CS_y = 0.073$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $Cv = 0.1032$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

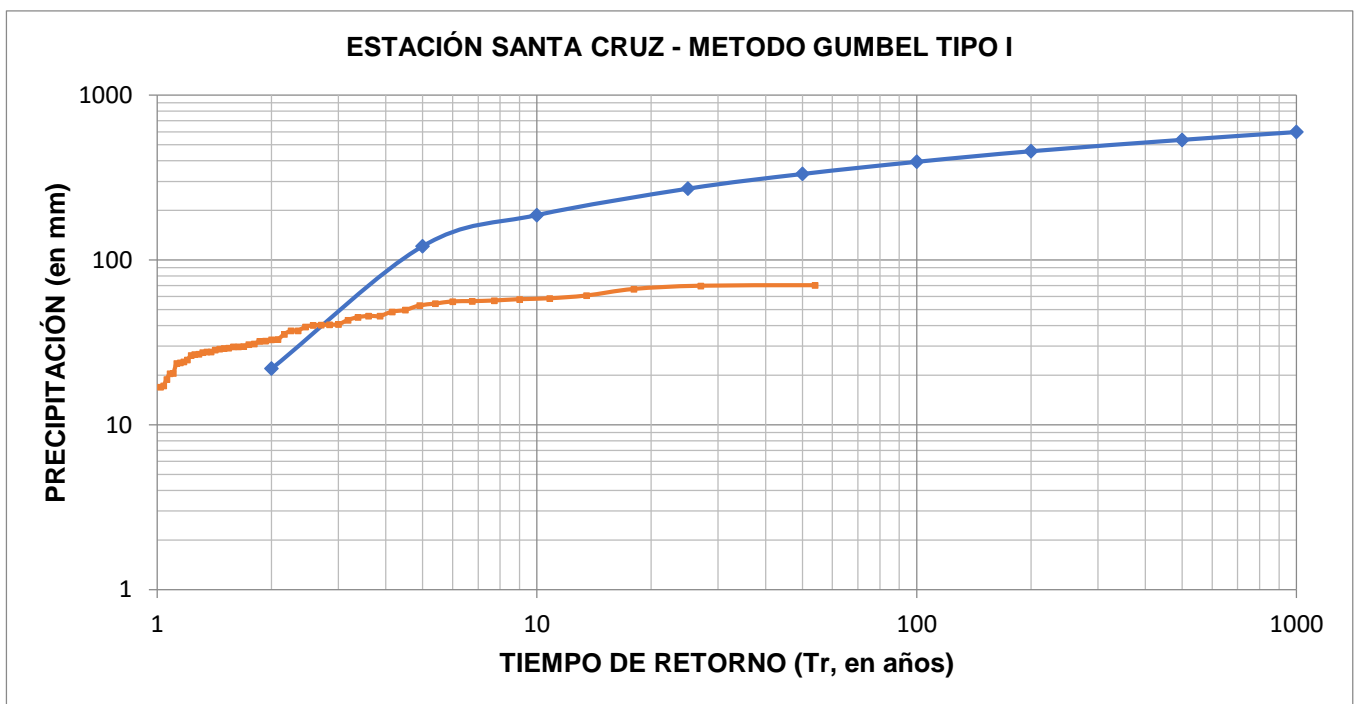
$$\text{Log}Y = Y_y + \sigma_y * K$$

Entonces : $\text{Log } Y = 1.55 + 0.160 * K$

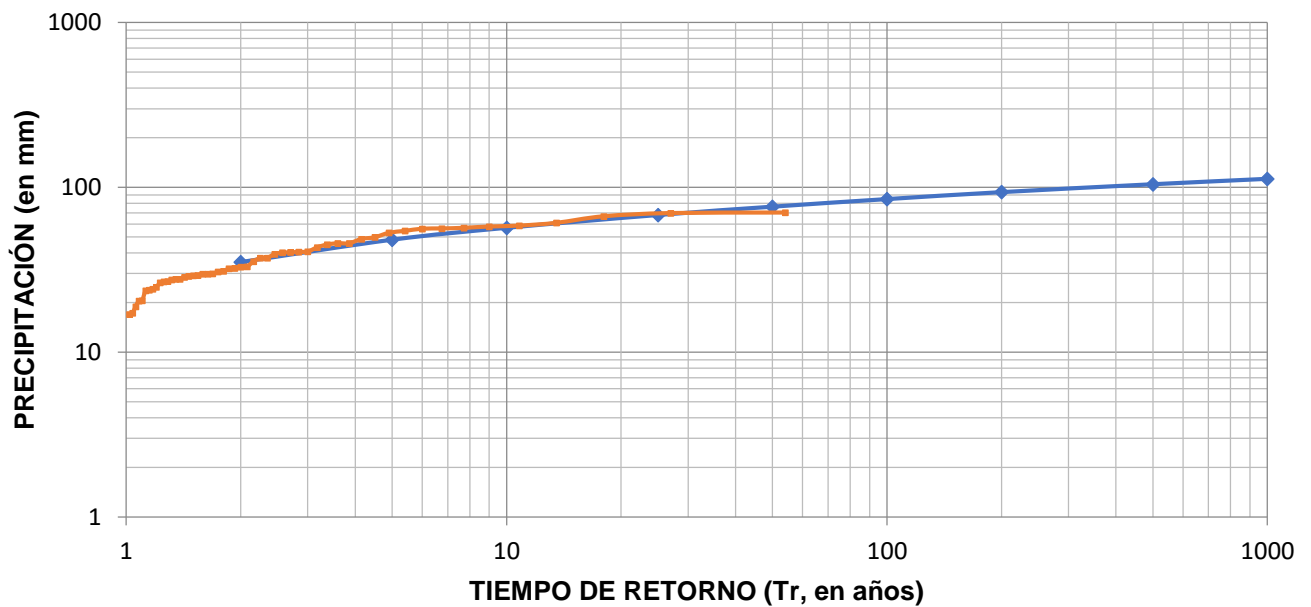
5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.073)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.012	1.546	35.18
5	20.00	80.00	0.838	1.682	48.09
10	10.00	90.00	1.289	1.754	56.77
25	4.00	96.00	1.775	1.832	67.89
50	2.00	98.00	2.092	1.882	76.28
100	1.00	99.00	2.379	1.928	84.77
200	0.50	99.50	2.644	1.971	93.45
500	0.20	99.80	2.944	2.018	104.34
1000	0.10	99.90	3.150	2.051	112.55

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION SANTA CRUZ



ESTACIÓN SANTA CRUZ - METODO LOGARITMO PEARSON III



ESTACION SANTA CRUZ		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	21.94	35.18
5	121.45	48.09
10	187.49	56.77
25	271.15	67.89
50	332.79	76.28
100	394.44	84.77
200	457.40	93.45
500	536.22	104.34
1000	597.86	112.55

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA SANTA CRUZ

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	35.18	35.18	35.18
90	23.46	23.46	11.73
120	17.59	17.59	5.86
150	14.07	14.07	3.52
180	11.73	11.73	2.35
210	10.05	10.05	1.68
240	8.80	8.80	1.26
270	7.82	7.82	0.98
300	7.04	7.04	0.78
330	6.40	6.40	0.64

360	5.86	5.86	0.53
-----	------	------	------

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	48.09	48.09	48.09
90	32.06	32.06	16.03
120	24.04	24.04	8.01
150	19.24	19.24	4.81
180	16.03	16.03	3.21
210	13.74	13.74	2.29
240	12.02	12.02	1.72
270	10.69	10.69	1.34
300	9.62	9.62	1.07
330	8.74	8.74	0.87
360	8.01	8.01	0.73

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	56.77	56.77	56.77
90	37.85	37.85	18.92
120	28.38	28.38	9.46
150	22.71	22.71	5.68
180	18.92	18.92	3.78
210	16.22	16.22	2.70
240	14.19	14.19	2.03
270	12.62	12.62	1.58
300	11.35	11.35	1.26
330	10.32	10.32	1.03
360	9.46	9.46	0.86

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	67.89	67.89	67.89
90	45.26	45.26	22.63
120	33.95	33.95	11.32
150	27.16	27.16	6.79

180	22.63	22.63	4.53
210	19.40	19.40	3.23
240	16.97	16.97	2.42
270	15.09	15.09	1.89
300	13.58	13.58	1.51
330	12.34	12.34	1.23
360	11.32	11.32	1.03

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	76.28	76.28	76.28
90	50.85	50.85	25.43
120	38.14	38.14	12.71
150	30.51	30.51	7.63
180	25.43	25.43	5.09
210	21.79	21.79	3.63
240	19.07	19.07	2.72
270	16.95	16.95	2.12
300	15.26	15.26	1.70
330	13.87	13.87	1.39
360	12.71	12.71	1.16

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	84.77	84.77	84.77
90	56.51	56.51	28.26
120	42.39	42.39	14.13
150	33.91	33.91	8.48
180	28.26	28.26	5.65
210	24.22	24.22	4.04
240	21.19	21.19	3.03
270	18.84	18.84	2.35
300	16.95	16.95	1.88
330	15.41	15.41	1.54
360	14.13	14.13	1.28

(Tr = 200 años)			
------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	93.45	93.45	93.45
90	62.30	62.30	31.15
120	46.72	46.72	15.57
150	37.38	37.38	9.34
180	31.15	31.15	6.23
210	26.70	26.70	4.45
240	23.36	23.36	3.34
270	20.77	20.77	2.60
300	18.69	18.69	2.08
330	16.99	16.99	1.70
360	15.57	15.57	1.42

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	104.34	104.34	104.34
90	69.56	69.56	34.78
120	52.17	52.17	17.39
150	41.74	41.74	10.43
180	34.78	34.78	6.96
210	29.81	29.81	4.97
240	26.08	26.08	3.73
270	23.19	23.19	2.90
300	20.87	20.87	2.32
330	18.97	18.97	1.90
360	17.39	17.39	1.58

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	112.55	112.55	112.55
90	75.03	75.03	37.52
120	56.27	56.27	18.76
150	45.02	45.02	11.25
180	37.52	37.52	7.50
210	32.16	32.16	5.36
240	28.14	28.14	4.02
270	25.01	25.01	3.13
300	22.51	22.51	2.50
330	20.46	20.46	2.05

360	18.76	18.76	1.71
-----	-------	-------	------

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5a₁₁
 UBICACIÓN: 6°37' S 78°57' W

Entonces :

$$Kg = 11 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 32.4 + 0.004Y \quad Y = \text{altitud}$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

altitud= 2000.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 32.4 + 0.004Y$$

$$Eg = 40.4$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 11 * Eg^{-0.85}$$

$$Kg = 0.474207616$$

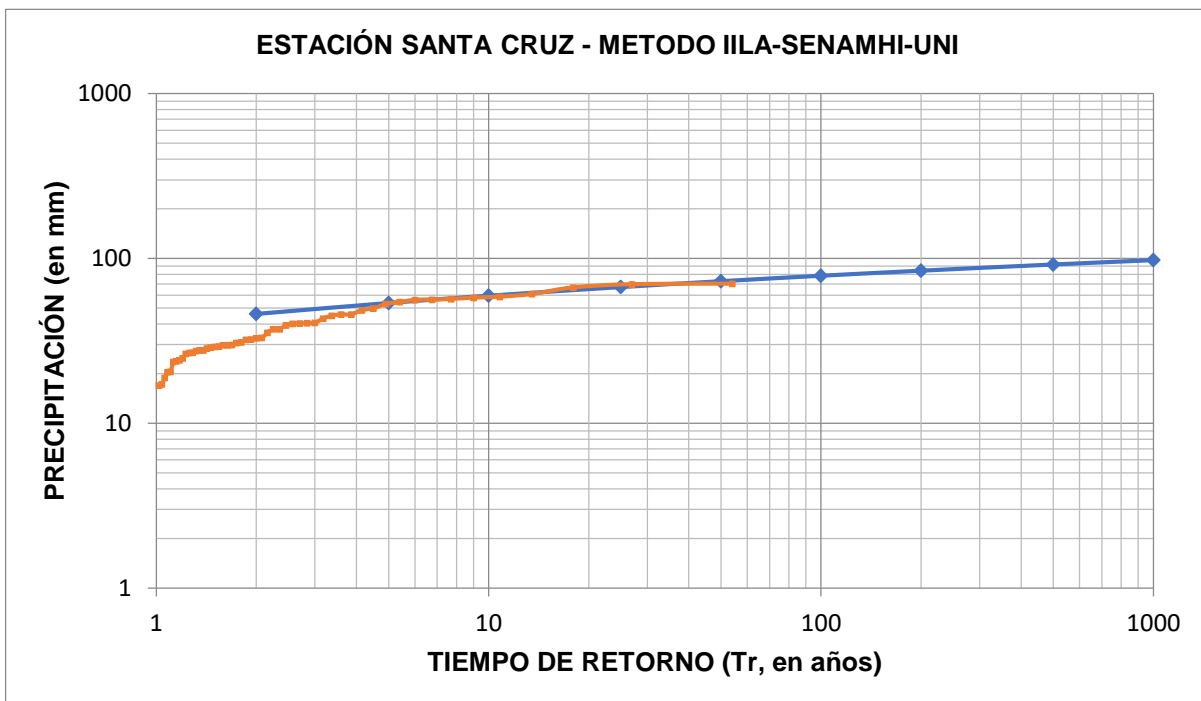
5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	40.40	0.47	0.3010	46.17
5	40.40	0.47	0.6990	53.79
10	40.40	0.47	1.0000	59.56

25	40.40	0.47	1.3979	67.18
50	40.40	0.47	1.6990	72.95
100	40.40	0.47	2.0000	78.72
200	40.40	0.47	2.3010	84.48
500	40.40	0.47	2.6990	92.11
1000	40.40	0.47	3.0000	97.87

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION SANTA CRUZ**



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION SANTA CRUZ	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	46.17
5	53.79
10	59.56

25	67.18
50	72.95
100	78.72
200	84.48
500	92.11
1000	97.87

**ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA
SANTA CRUZ**

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 2000.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 7.6

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	0.3010	1.2237	10.6277
60	7.6	0.4742	0.3010	0.9020	7.8334
90	7.6	0.4742	0.3010	0.7406	6.4318
120	7.6	0.4742	0.3010	0.6400	5.5585
150	7.6	0.4742	0.3010	0.5700	4.9501
180	7.6	0.4742	0.3010	0.5177	4.4962
210	7.6	0.4742	0.3010	0.4921	4.2739
240	7.6	0.4742	0.3010	0.4563	3.9628
270	7.6	0.4742	0.3010	0.4269	3.7072
300	7.6	0.4742	0.3010	0.4021	3.4926
330	7.6	0.4742	0.3010	0.3810	3.3092
360	7.6	0.4742	0.3010	0.3627	3.1502

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	0.6990	1.2237	12.3827
60	7.6	0.4742	0.6990	0.9020	9.1269
90	7.6	0.4742	0.6990	0.7406	7.4939
120	7.6	0.4742	0.6990	0.6400	6.4763
150	7.6	0.4742	0.6990	0.5700	5.7675
180	7.6	0.4742	0.6990	0.5177	5.2387
210	7.6	0.4742	0.6990	0.4921	4.9796
240	7.6	0.4742	0.6990	0.4563	4.6172
270	7.6	0.4742	0.6990	0.4269	4.3194
300	7.6	0.4742	0.6990	0.4021	4.0693
330	7.6	0.4742	0.6990	0.3810	3.8556
360	7.6	0.4742	0.6990	0.3627	3.6703

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	1.0000	1.2237	13.7103
60	7.6	0.4742	1.0000	0.9020	10.1054
90	7.6	0.4742	1.0000	0.7406	8.2973
120	7.6	0.4742	1.0000	0.6400	7.1707

150	7.6	0.4742	1.0000	0.5700	6.3859
180	7.6	0.4742	1.0000	0.5177	5.8004
210	7.6	0.4742	1.0000	0.4921	5.5135
240	7.6	0.4742	1.0000	0.4563	5.1122
270	7.6	0.4742	1.0000	0.4269	4.7825
300	7.6	0.4742	1.0000	0.4021	4.5056
330	7.6	0.4742	1.0000	0.3810	4.2690
360	7.6	0.4742	1.0000	0.3627	4.0639

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	1.3979	1.2237	15.4653
60	7.6	0.4742	1.3979	0.9020	11.3990
90	7.6	0.4742	1.3979	0.7406	9.3594
120	7.6	0.4742	1.3979	0.6400	8.0886
150	7.6	0.4742	1.3979	0.5700	7.2033
180	7.6	0.4742	1.3979	0.5177	6.5429
210	7.6	0.4742	1.3979	0.4921	6.2193
240	7.6	0.4742	1.3979	0.4563	5.7666
270	7.6	0.4742	1.3979	0.4269	5.3947
300	7.6	0.4742	1.3979	0.4021	5.0824
330	7.6	0.4742	1.3979	0.3810	4.8155
360	7.6	0.4742	1.3979	0.3627	4.5841

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	1.6990	1.2237	16.7929
60	7.6	0.4742	1.6990	0.9020	12.3775
90	7.6	0.4742	1.6990	0.7406	10.1629
120	7.6	0.4742	1.6990	0.6400	8.7829
150	7.6	0.4742	1.6990	0.5700	7.8217
180	7.6	0.4742	1.6990	0.5177	7.1045
210	7.6	0.4742	1.6990	0.4921	6.7532
240	7.6	0.4742	1.6990	0.4563	6.2616
270	7.6	0.4742	1.6990	0.4269	5.8578
300	7.6	0.4742	1.6990	0.4021	5.5187
330	7.6	0.4742	1.6990	0.3810	5.2288
360	7.6	0.4742	1.6990	0.3627	4.9776

(Tr = 100 años)					
-----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	2.0000	1.2237	18.1205
60	7.6	0.4742	2.0000	0.9020	13.3561
90	7.6	0.4742	2.0000	0.7406	10.9663
120	7.6	0.4742	2.0000	0.6400	9.4773
150	7.6	0.4742	2.0000	0.5700	8.4400
180	7.6	0.4742	2.0000	0.5177	7.6662
210	7.6	0.4742	2.0000	0.4921	7.2871
240	7.6	0.4742	2.0000	0.4563	6.7566
270	7.6	0.4742	2.0000	0.4269	6.3209
300	7.6	0.4742	2.0000	0.4021	5.9549
330	7.6	0.4742	2.0000	0.3810	5.6422
360	7.6	0.4742	2.0000	0.3627	5.3711

(Tr = 200 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	2.3010	1.2237	19.4481
60	7.6	0.4742	2.3010	0.9020	14.3346
90	7.6	0.4742	2.3010	0.7406	11.7698
120	7.6	0.4742	2.3010	0.6400	10.1716
150	7.6	0.4742	2.3010	0.5700	9.0584
180	7.6	0.4742	2.3010	0.5177	8.2279
210	7.6	0.4742	2.3010	0.4921	7.8210
240	7.6	0.4742	2.3010	0.4563	7.2516
270	7.6	0.4742	2.3010	0.4269	6.7840
300	7.6	0.4742	2.3010	0.4021	6.3912
330	7.6	0.4742	2.3010	0.3810	6.0556
360	7.6	0.4742	2.3010	0.3627	5.7646

(Tr = 500 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	2.6990	1.2237	21.2031
60	7.6	0.4742	2.6990	0.9020	15.6281
90	7.6	0.4742	2.6990	0.7406	12.8319
120	7.6	0.4742	2.6990	0.6400	11.0895
150	7.6	0.4742	2.6990	0.5700	9.8758
180	7.6	0.4742	2.6990	0.5177	8.9703
210	7.6	0.4742	2.6990	0.4921	8.5267
240	7.6	0.4742	2.6990	0.4563	7.9060

270	7.6	0.4742	2.6990	0.4269	7.3962
300	7.6	0.4742	2.6990	0.4021	6.9680
330	7.6	0.4742	2.6990	0.3810	6.6020
360	7.6	0.4742	2.6990	0.3627	6.2848

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.6	0.4742	3.0000	1.2237	22.5307
60	7.6	0.4742	3.0000	0.9020	16.6067
90	7.6	0.4742	3.0000	0.7406	13.6353
120	7.6	0.4742	3.0000	0.6400	11.7839
150	7.6	0.4742	3.0000	0.5700	10.4942
180	7.6	0.4742	3.0000	0.5177	9.5320
210	7.6	0.4742	3.0000	0.4921	9.0606
240	7.6	0.4742	3.0000	0.4563	8.4010
270	7.6	0.4742	3.0000	0.4269	7.8593
300	7.6	0.4742	3.0000	0.4021	7.4043
330	7.6	0.4742	3.0000	0.3810	7.0154
360	7.6	0.4742	3.0000	0.3627	6.6783

3.1.2.1.4.13. Estación Chancay Baños

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA CHANCAY BAÑOS

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	84.91	1.929	0.256	0.017	54.000
2.00	73.39	1.866	0.193	0.007	27.000
3.00	68.41	1.835	0.162	0.004	18.000
4.00	67.90	1.832	0.159	0.004	13.500
5.00	67.50	1.829	0.156	0.004	10.800
6.00	66.97	1.826	0.153	0.004	9.000
7.00	66.30	1.822	0.148	0.003	7.714
8.00	65.50	1.816	0.143	0.003	6.750
9.00	65.09	1.814	0.140	0.003	6.000
10.00	64.50	1.810	0.136	0.003	5.400
11.00	64.20	1.808	0.134	0.002	4.909
12.00	63.87	1.805	0.132	0.002	4.500
13.00	61.33	1.788	0.115	0.002	4.154
14.00	60.20	1.780	0.106	0.001	3.857
15.00	60.00	1.778	0.105	0.001	3.600
16.00	57.80	1.762	0.089	0.001	3.375
17.00	56.50	1.752	0.079	0.000	3.176
18.00	55.80	1.747	0.074	0.000	3.000
19.00	55.02	1.741	0.067	0.000	2.842
20.00	52.36	1.719	0.046	0.000	2.700
21.00	51.81	1.714	0.041	0.000	2.571

22.00	51.25	1.710	0.037	0.000	2.455
23.00	50.15	1.700	0.027	0.000	2.348
24.00	50.04	1.699	0.026	0.000	2.250
25.00	47.38	1.676	0.002	0.000	2.160
26.00	46.80	1.670	-0.003	0.000	2.077
27.00	45.70	1.660	-0.013	0.000	2.000
28.00	45.20	1.655	-0.018	0.000	1.929
29.00	45.17	1.655	-0.018	0.000	1.862
30.00	42.60	1.629	-0.044	0.000	1.800
31.00	42.50	1.628	-0.045	0.000	1.742
32.00	42.50	1.628	-0.045	0.000	1.688
33.00	42.40	1.627	-0.046	0.000	1.636
34.00	42.20	1.625	-0.048	0.000	1.588
35.00	41.96	1.623	-0.050	0.000	1.543
36.00	41.90	1.622	-0.051	0.000	1.500
37.00	40.85	1.611	-0.062	0.000	1.459
38.00	39.63	1.598	-0.075	0.000	1.421
39.00	39.63	1.598	-0.075	0.000	1.385
40.00	39.52	1.597	-0.076	0.000	1.350
41.00	39.41	1.596	-0.078	0.000	1.317
42.00	39.08	1.592	-0.081	-0.001	1.286
43.00	37.31	1.572	-0.101	-0.001	1.256
44.00	36.80	1.566	-0.107	-0.001	1.227
45.00	36.70	1.565	-0.108	-0.001	1.200
46.00	36.31	1.560	-0.113	-0.001	1.174
47.00	36.30	1.560	-0.113	-0.001	1.149
48.00	35.31	1.548	-0.125	-0.002	1.125
49.00	33.90	1.530	-0.143	-0.003	1.102
50.00	33.54	1.526	-0.148	-0.003	1.080
51.00	25.30	1.403	-0.270	-0.020	1.059
52.00	21.92	1.341	-0.332	-0.037	1.038
53.00	21.59	1.334	-0.339	-0.039	1.019
				-0.051	

$$\begin{aligned} \sum x &= 2600.21 \\ Xx &= 49.06 \\ \sigma x &= 13.72 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 88.68 \\ Yy &= 1.67 \\ \sigma y &= 0.128 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 2600.21 \\ Xx &= 49.06 \\ \sigma x &= \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{array}{lcl} \text{Entonces :} & Y_n = & 0.5497 \\ & \sigma = & 1.1653 \end{array}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 107.39$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = X_x - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -9.97$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -9.97 + 107.39 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	29.76
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	151.11
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	231.65
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	333.67
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	408.84
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	484.01
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	560.79
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	656.90
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	732.07

METODO DE LOG PEARSON III

$$\begin{array}{lcl} \sum Y & = & \\ Y_y & = & 88.68 \end{array}$$

1.67

$$\sigma_y = 0.128$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = -0.4915**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.0764**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

$$Log Y = Y_y + \sigma_y * K$$

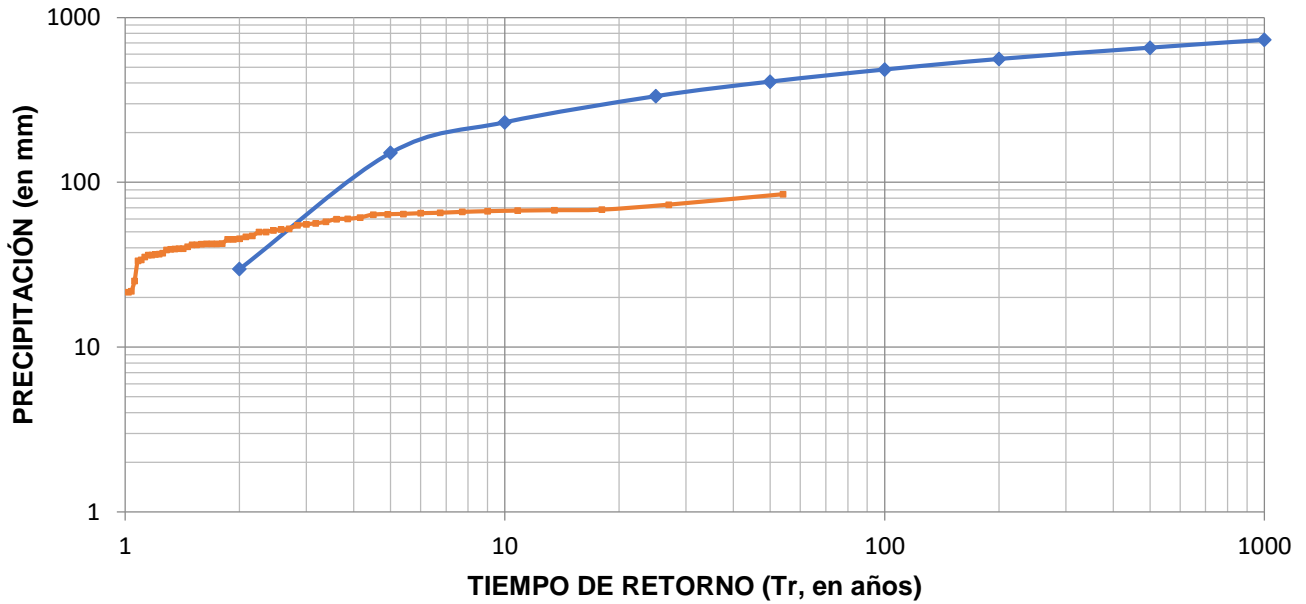
Entonces : **Log Y = 1.67 + 0.128 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

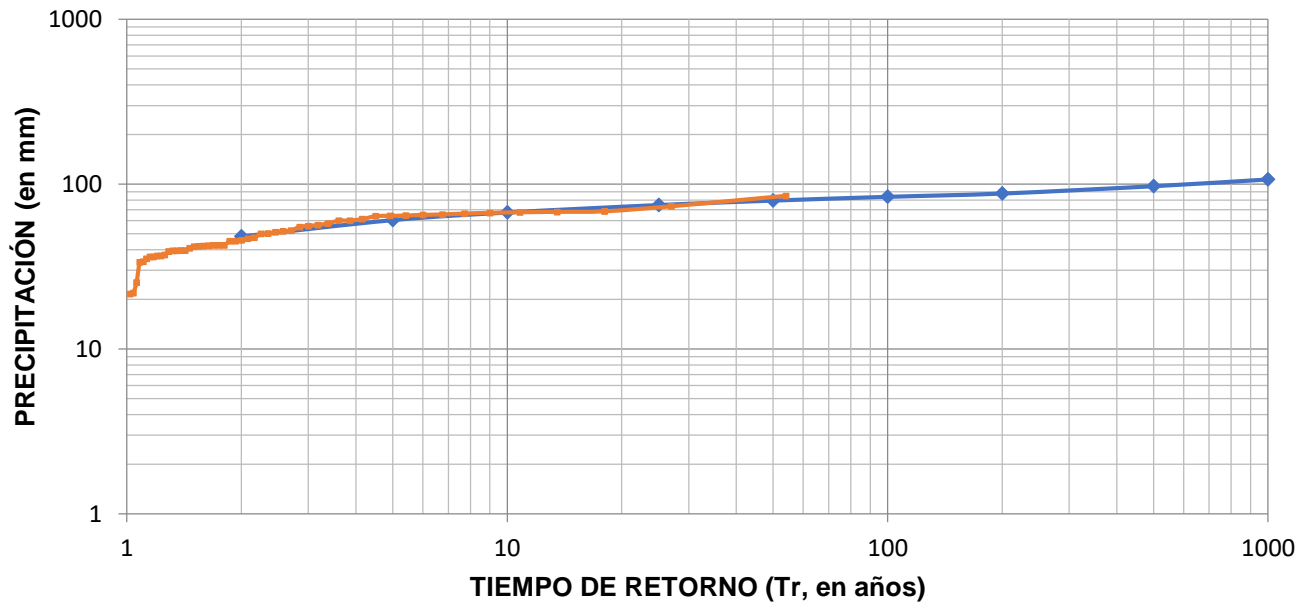
Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.491)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.081	1.683	48.25
5	20.00	80.00	0.856	1.782	60.60
10	10.00	90.00	1.217	1.829	67.39
25	4.00	96.00	1.571	1.874	74.78
50	2.00	98.00	1.782	1.901	79.59
100	1.00	99.00	1.961	1.924	83.90
200	0.50	99.50	2.117	1.944	87.83
500	0.20	99.80	2.465	1.988	97.30
1000	0.10	99.90	2.785	2.029	106.91

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION CHANCAY BAÑOS

ESTACIÓN CHANCAY BAÑOS - METODO GUMBEL TIPO I



ESTACIÓN CHANCAY BAÑOS - METODO LOGARITMO PEARSON III



ESTACION CHANCAY BAÑOS		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	29.76	48.25
5	151.11	60.60
10	231.65	67.39
25	333.67	74.78
50	408.84	79.59
100	484.01	83.90
200	560.79	87.83
500	656.90	97.30
1000	732.07	106.91

**ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA CHANCAY
BAÑOS**

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	48.25	48.25	48.25
90	32.16	32.16	16.08
120	24.12	24.12	8.04
150	19.30	19.30	4.82
180	16.08	16.08	3.22
210	13.78	13.78	2.30
240	12.06	12.06	1.72
270	10.72	10.72	1.34
300	9.65	9.65	1.07
330	8.77	8.77	0.88
360	8.04	8.04	0.73

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	60.60	60.60	60.60
90	40.40	40.40	20.20
120	30.30	30.30	10.10
150	24.24	24.24	6.06
180	20.20	20.20	4.04
210	17.32	17.32	2.89
240	15.15	15.15	2.16
270	13.47	13.47	1.68
300	12.12	12.12	1.35
330	11.02	11.02	1.10
360	10.10	10.10	0.92

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	67.39	67.39	67.39
90	44.93	44.93	22.46

120	33.70	33.70	11.23
150	26.96	26.96	6.74
180	22.46	22.46	4.49
210	19.26	19.26	3.21
240	16.85	16.85	2.41
270	14.98	14.98	1.87
300	13.48	13.48	1.50
330	12.25	12.25	1.23
360	11.23	11.23	1.02

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	74.78	74.78	74.78
90	49.86	49.86	24.93
120	37.39	37.39	12.46
150	29.91	29.91	7.48
180	24.93	24.93	4.99
210	21.37	21.37	3.56
240	18.70	18.70	2.67
270	16.62	16.62	2.08
300	14.96	14.96	1.66
330	13.60	13.60	1.36
360	12.46	12.46	1.13

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	79.59	79.59	79.59
90	53.06	53.06	26.53
120	39.79	39.79	13.26
150	31.84	31.84	7.96
180	26.53	26.53	5.31
210	22.74	22.74	3.79
240	19.90	19.90	2.84
270	17.69	17.69	2.21
300	15.92	15.92	1.77
330	14.47	14.47	1.45
360	13.26	13.26	1.21

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	83.90	83.90	83.90
90	55.93	55.93	27.97
120	41.95	41.95	13.98
150	33.56	33.56	8.39
180	27.97	27.97	5.59
210	23.97	23.97	4.00
240	20.97	20.97	3.00
270	18.64	18.64	2.33
300	16.78	16.78	1.86
330	15.25	15.25	1.53
360	13.98	13.98	1.27

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	87.83	87.83	87.83
90	58.55	58.55	29.28
120	43.91	43.91	14.64
150	35.13	35.13	8.78
180	29.28	29.28	5.86
210	25.09	25.09	4.18
240	21.96	21.96	3.14
270	19.52	19.52	2.44
300	17.57	17.57	1.95
330	15.97	15.97	1.60
360	14.64	14.64	1.33

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	97.30	97.30	97.30
90	64.87	64.87	32.43
120	48.65	48.65	16.22
150	38.92	38.92	9.73
180	32.43	32.43	6.49
210	27.80	27.80	4.63
240	24.33	24.33	3.48

270	21.62	21.62	2.70
300	19.46	19.46	2.16
330	17.69	17.69	1.77
360	16.22	16.22	1.47

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	106.91	106.91	106.91
90	71.27	71.27	35.64
120	53.45	53.45	17.82
150	42.76	42.76	10.69
180	35.64	35.64	7.13
210	30.55	30.55	5.09
240	26.73	26.73	3.82
270	23.76	23.76	2.97
300	21.38	21.38	2.38
330	19.44	19.44	1.94
360	17.82	17.82	1.62

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5a₁₁
 UBICACIÓN: 6°34' S 78°52' W

Entonces : $Kg = 11 * Eg^{-0.85}$
 $Eg = 32.4 + 0.004Y$ Y=altitud

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

altitud= 1600.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 32.4 + 0.004Y$$

$$Eg = 38.8$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 11 * Eg^{-0.85}$$

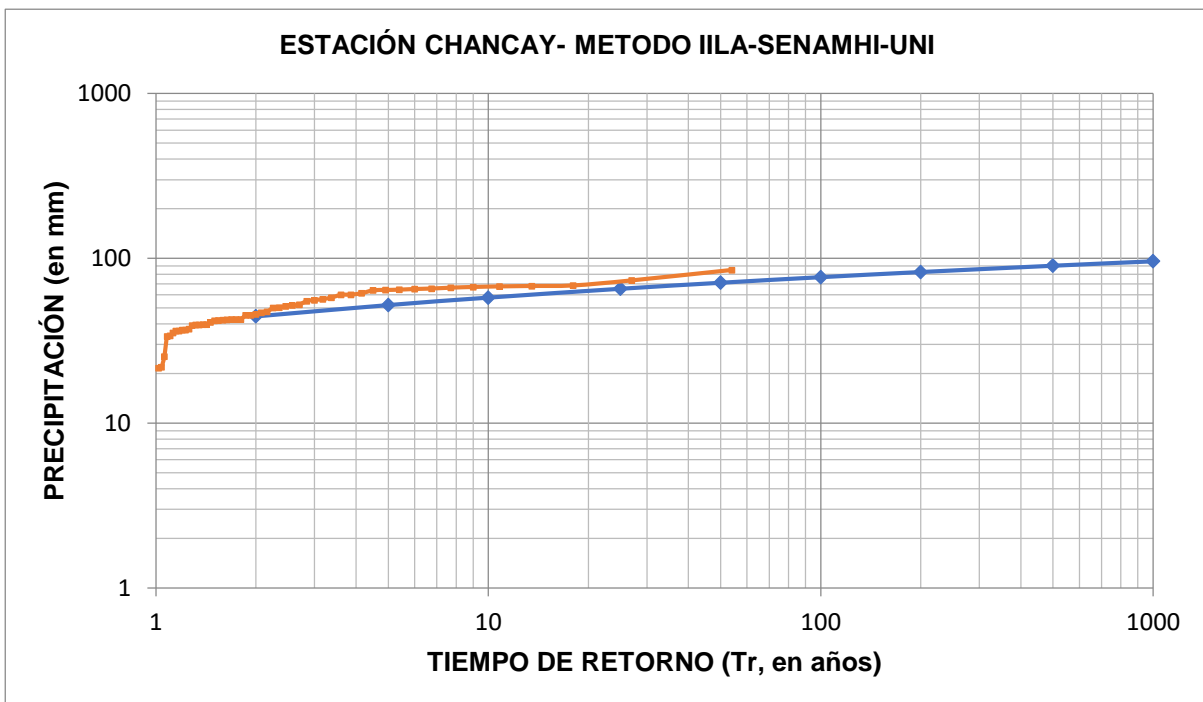
$$Kg = 0.490778714$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \epsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	38.80	0.49	0.3010	44.53
5	38.80	0.49	0.6990	52.11
10	38.80	0.49	1.0000	57.84
25	38.80	0.49	1.3979	65.42
50	38.80	0.49	1.6990	71.15
100	38.80	0.49	2.0000	76.88
200	38.80	0.49	2.3010	82.62
500	38.80	0.49	2.6990	90.19
1000	38.80	0.49	3.0000	95.93

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION CHANCAY



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION CHANCAY	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	44.53
5	52.11
10	57.84
25	65.42
50	71.15
100	76.88
200	82.62
500	90.19
1000	95.93

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA CHANCAY BAÑOS

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

$$\text{SUB ZONA} = 5a_{10}$$

$$n = 0.434$$

$$a = 5.80 + 0.0009Y$$

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

$$Y = 1600.00$$

$$a = 5.80 + 0.0009Y$$

$$a = 7.24$$

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

$$b = 0.2 \text{ horas} \quad (\text{costa, norte y selva})$$

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	0.3010	1.2237	10.1685
60	7.24	0.4908	0.3010	0.9020	7.4949
90	7.24	0.4908	0.3010	0.7406	6.1539
120	7.24	0.4908	0.3010	0.6400	5.3183
150	7.24	0.4908	0.3010	0.5700	4.7362
180	7.24	0.4908	0.3010	0.5177	4.3020
210	7.24	0.4908	0.3010	0.4921	4.0892
240	7.24	0.4908	0.3010	0.4563	3.7915
270	7.24	0.4908	0.3010	0.4269	3.5470
300	7.24	0.4908	0.3010	0.4021	3.3417
330	7.24	0.4908	0.3010	0.3810	3.1662
360	7.24	0.4908	0.3010	0.3627	3.0140

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	0.6990	1.2237	11.8988
60	7.24	0.4908	0.6990	0.9020	8.7702
90	7.24	0.4908	0.6990	0.7406	7.2010
120	7.24	0.4908	0.6990	0.6400	6.2232

150	7.24	0.4908	0.6990	0.5700	5.5421
180	7.24	0.4908	0.6990	0.5177	5.0340
210	7.24	0.4908	0.6990	0.4921	4.7850
240	7.24	0.4908	0.6990	0.4563	4.4367
270	7.24	0.4908	0.6990	0.4269	4.1506
300	7.24	0.4908	0.6990	0.4021	3.9103
330	7.24	0.4908	0.6990	0.3810	3.7049
360	7.24	0.4908	0.6990	0.3627	3.5269

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	1.0000	1.2237	13.2077
60	7.24	0.4908	1.0000	0.9020	9.7350
90	7.24	0.4908	1.0000	0.7406	7.9931
120	7.24	0.4908	1.0000	0.6400	6.9078
150	7.24	0.4908	1.0000	0.5700	6.1518
180	7.24	0.4908	1.0000	0.5177	5.5877
210	7.24	0.4908	1.0000	0.4921	5.3114
240	7.24	0.4908	1.0000	0.4563	4.9248
270	7.24	0.4908	1.0000	0.4269	4.6072
300	7.24	0.4908	1.0000	0.4021	4.3404
330	7.24	0.4908	1.0000	0.3810	4.1125
360	7.24	0.4908	1.0000	0.3627	3.9149

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	1.3979	1.2237	14.9380
60	7.24	0.4908	1.3979	0.9020	11.0103
90	7.24	0.4908	1.3979	0.7406	9.0403
120	7.24	0.4908	1.3979	0.6400	7.8128
150	7.24	0.4908	1.3979	0.5700	6.9577
180	7.24	0.4908	1.3979	0.5177	6.3198
210	7.24	0.4908	1.3979	0.4921	6.0072
240	7.24	0.4908	1.3979	0.4563	5.5699
270	7.24	0.4908	1.3979	0.4269	5.2107
300	7.24	0.4908	1.3979	0.4021	4.9091
330	7.24	0.4908	1.3979	0.3810	4.6513
360	7.24	0.4908	1.3979	0.3627	4.4277

(Tr = 50 años)					
----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	1.6990	1.2237	16.2469
60	7.24	0.4908	1.6990	0.9020	11.9751
90	7.24	0.4908	1.6990	0.7406	9.8324
120	7.24	0.4908	1.6990	0.6400	8.4974
150	7.24	0.4908	1.6990	0.5700	7.5673
180	7.24	0.4908	1.6990	0.5177	6.8735
210	7.24	0.4908	1.6990	0.4921	6.5336
240	7.24	0.4908	1.6990	0.4563	6.0580
270	7.24	0.4908	1.6990	0.4269	5.6673
300	7.24	0.4908	1.6990	0.4021	5.3392
330	7.24	0.4908	1.6990	0.3810	5.0588
360	7.24	0.4908	1.6990	0.3627	4.8157

(Tr = 100 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	2.0000	1.2237	17.5558
60	7.24	0.4908	2.0000	0.9020	12.9398
90	7.24	0.4908	2.0000	0.7406	10.6246
120	7.24	0.4908	2.0000	0.6400	9.1819
150	7.24	0.4908	2.0000	0.5700	8.1770
180	7.24	0.4908	2.0000	0.5177	7.4273
210	7.24	0.4908	2.0000	0.4921	7.0600
240	7.24	0.4908	2.0000	0.4563	6.5460
270	7.24	0.4908	2.0000	0.4269	6.1239
300	7.24	0.4908	2.0000	0.4021	5.7694
330	7.24	0.4908	2.0000	0.3810	5.4664
360	7.24	0.4908	2.0000	0.3627	5.2037

(Tr = 200 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	2.3010	1.2237	18.8647
60	7.24	0.4908	2.3010	0.9020	13.9046
90	7.24	0.4908	2.3010	0.7406	11.4167
120	7.24	0.4908	2.3010	0.6400	9.8665
150	7.24	0.4908	2.3010	0.5700	8.7866
180	7.24	0.4908	2.3010	0.5177	7.9810
210	7.24	0.4908	2.3010	0.4921	7.5863
240	7.24	0.4908	2.3010	0.4563	7.0341

270	7.24	0.4908	2.3010	0.4269	6.5805
300	7.24	0.4908	2.3010	0.4021	6.1995
330	7.24	0.4908	2.3010	0.3810	5.8739
360	7.24	0.4908	2.3010	0.3627	5.5917

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	2.6990	1.2237	20.5950
60	7.24	0.4908	2.6990	0.9020	15.1799
90	7.24	0.4908	2.6990	0.7406	12.4638
120	7.24	0.4908	2.6990	0.6400	10.7715
150	7.24	0.4908	2.6990	0.5700	9.5926
180	7.24	0.4908	2.6990	0.5177	8.7131
210	7.24	0.4908	2.6990	0.4921	8.2822
240	7.24	0.4908	2.6990	0.4563	7.6793
270	7.24	0.4908	2.6990	0.4269	7.1840
300	7.24	0.4908	2.6990	0.4021	6.7681
330	7.24	0.4908	2.6990	0.3810	6.4127
360	7.24	0.4908	2.6990	0.3627	6.1045

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.24	0.4908	3.0000	1.2237	21.9039
60	7.24	0.4908	3.0000	0.9020	16.1447
90	7.24	0.4908	3.0000	0.7406	13.2560
120	7.24	0.4908	3.0000	0.6400	11.4560
150	7.24	0.4908	3.0000	0.5700	10.2022
180	7.24	0.4908	3.0000	0.5177	9.2668
210	7.24	0.4908	3.0000	0.4921	8.8085
240	7.24	0.4908	3.0000	0.4563	8.1673
270	7.24	0.4908	3.0000	0.4269	7.6406
300	7.24	0.4908	3.0000	0.4021	7.1983
330	7.24	0.4908	3.0000	0.3810	6.8203
360	7.24	0.4908	3.0000	0.3627	6.4925

3.1.2.1.4.14. Estación Chugur

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA CHUGUR

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	76.70	1.885	0.254	0.016	54.000
2.00	66.50	1.823	0.192	0.007	27.000

3.00	66.30	1.822	0.191	0.007	18.000
4.00	65.50	1.816	0.185	0.006	13.500
5.00	61.80	1.791	0.160	0.004	10.800
6.00	60.90	1.785	0.154	0.004	9.000
7.00	60.80	1.784	0.153	0.004	7.714
8.00	60.50	1.782	0.151	0.003	6.750
9.00	58.80	1.769	0.139	0.003	6.000
10.00	57.70	1.761	0.130	0.002	5.400
11.00	56.10	1.749	0.118	0.002	4.909
12.00	55.40	1.744	0.113	0.001	4.500
13.00	55.10	1.741	0.110	0.001	4.154
14.00	54.20	1.734	0.103	0.001	3.857
15.00	50.20	1.701	0.070	0.000	3.600
16.00	50.20	1.701	0.070	0.000	3.375
17.00	49.80	1.697	0.066	0.000	3.176
18.00	49.70	1.696	0.066	0.000	3.000
19.00	47.30	1.675	0.044	0.000	2.842
20.00	47.30	1.675	0.044	0.000	2.700
21.00	46.80	1.670	0.039	0.000	2.571
22.00	46.30	1.666	0.035	0.000	2.455
23.00	45.70	1.660	0.029	0.000	2.348
24.00	45.60	1.659	0.028	0.000	2.250
25.00	45.30	1.656	0.025	0.000	2.160
26.00	45.20	1.655	0.024	0.000	2.077
27.00	44.90	1.652	0.021	0.000	2.000
28.00	44.80	1.651	0.020	0.000	1.929
29.00	44.30	1.646	0.016	0.000	1.862
30.00	42.90	1.632	0.002	0.000	1.800
31.00	42.80	1.631	0.001	0.000	1.742
32.00	40.80	1.611	-0.020	0.000	1.688
33.00	40.80	1.611	-0.020	0.000	1.636
34.00	37.90	1.579	-0.052	0.000	1.588
35.00	37.80	1.577	-0.053	0.000	1.543
36.00	36.90	1.567	-0.064	0.000	1.500
37.00	36.80	1.566	-0.065	0.000	1.459
38.00	35.80	1.554	-0.077	0.000	1.421
39.00	35.80	1.554	-0.077	0.000	1.385
40.00	35.70	1.553	-0.078	0.000	1.350
41.00	35.60	1.551	-0.079	-0.001	1.317
42.00	35.40	1.549	-0.082	-0.001	1.286
43.00	35.30	1.548	-0.083	-0.001	1.256
44.00	34.40	1.537	-0.094	-0.001	1.227
45.00	33.70	1.528	-0.103	-0.001	1.200
46.00	33.20	1.521	-0.110	-0.001	1.174
47.00	32.80	1.516	-0.115	-0.002	1.149
48.00	31.90	1.504	-0.127	-0.002	1.125
49.00	30.30	1.481	-0.149	-0.003	1.102
50.00	25.40	1.405	-0.226	-0.012	1.080
51.00	19.80	1.297	-0.334	-0.037	1.059
52.00	19.50	1.290	-0.341	-0.040	1.038
53.00	16.90	1.228	-0.403	-0.065	1.019

		-0.104
$\sum x =$		$\sum Y =$
$Xx =$	2367.90	$Yy =$
$\sigma x =$	44.68	
	12.73	$\sigma y =$
N =	53.00	

METODO GUMBEL TIPO I

$\sum x =$	2367.90
$Xx =$	44.68
$\sigma x =$	12.73

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

Entonces :	$Y_n =$	0.5497
	$\sigma =$	1.1653

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 93.75$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -6.86$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = -6.86 + 93.75 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	27.83
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	133.77
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	204.08
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	293.14
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	358.76
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	424.38
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	491.41
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	575.31
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	640.94

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 86.43$$

$$Y_y = 1.63$$

$$\sigma_y = 0.136$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : $CS_y = -0.8320$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $Cv = 0.0833$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

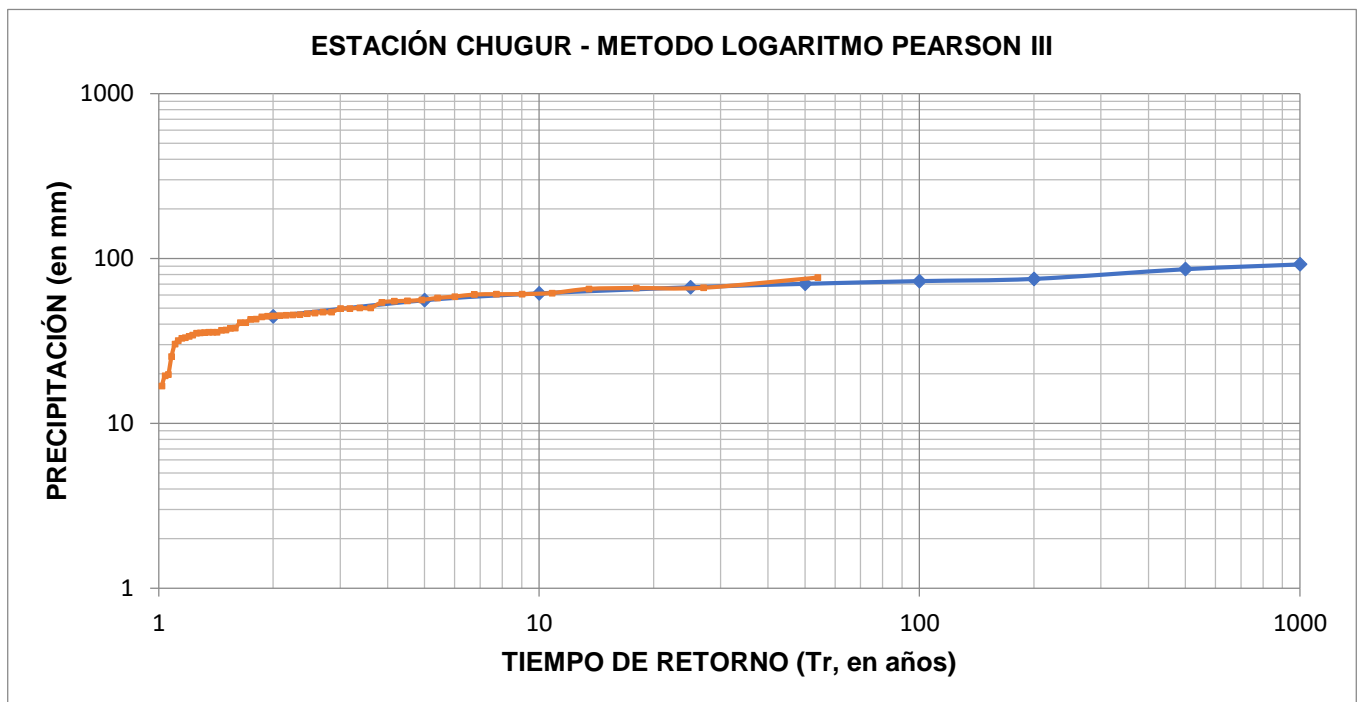
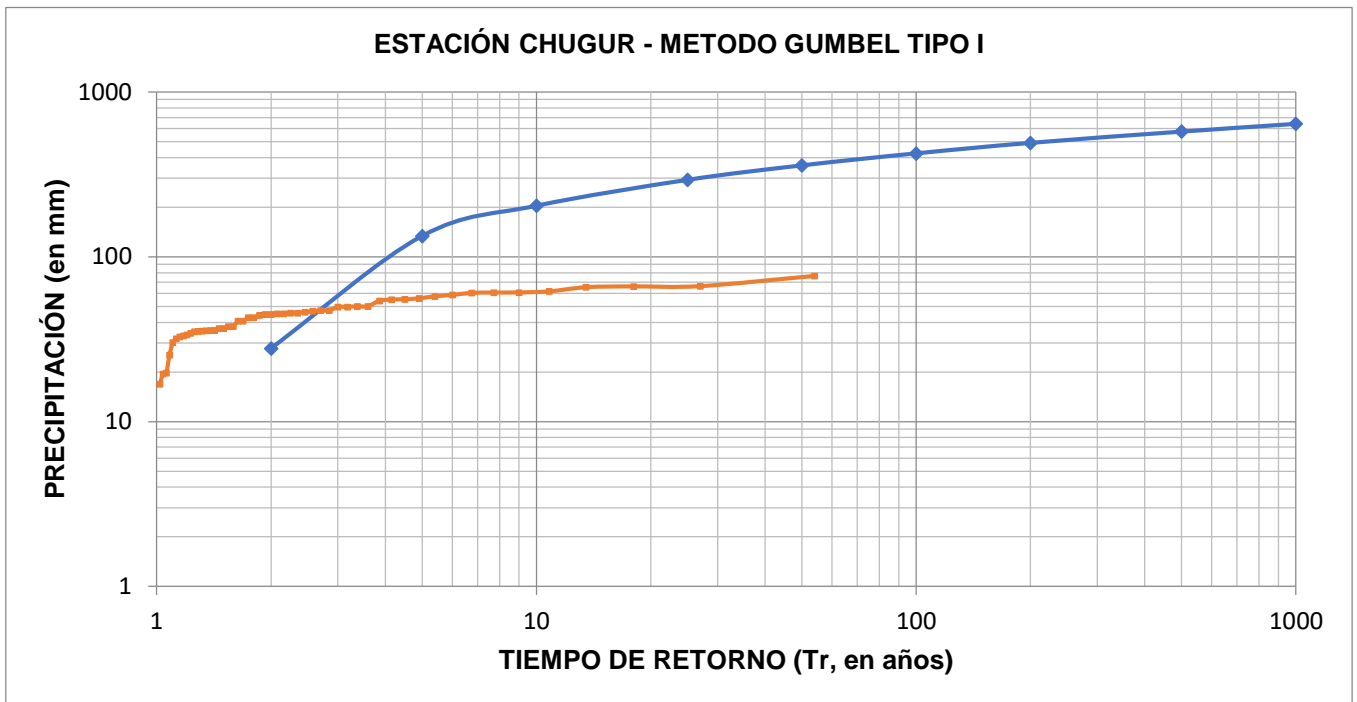
Entonces : $\text{Log} Y = 1.63 + 0.136 * K$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.832)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.137	1.649	44.61
5	20.00	80.00	0.855	1.747	55.85

10	10.00	90.00	1.160	1.788	61.43
25	4.00	96.00	1.435	1.826	66.95
50	2.00	98.00	1.588	1.846	70.23
100	1.00	99.00	1.710	1.863	72.96
200	0.50	99.50	1.809	1.877	75.26
500	0.20	99.80	2.241	1.935	86.14
1000	0.10	99.90	2.455	1.964	92.11

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION CHUGUR



ESTACION CHUGUR		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	27.83	44.61
5	133.77	55.85
10	204.08	61.43
25	293.14	66.95
50	358.76	70.23
100	424.38	72.96
200	491.41	75.26
500	575.31	86.14
1000	640.94	92.11

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA CHUGUR

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	44.61	44.61	44.61
90	29.74	29.74	14.87
120	22.31	22.31	7.44
150	17.85	17.85	4.46
180	14.87	14.87	2.97
210	12.75	12.75	2.12
240	11.15	11.15	1.59
270	9.91	9.91	1.24
300	8.92	8.92	0.99
330	8.11	8.11	0.81
360	7.44	7.44	0.68

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)

60	55.85	55.85	55.85
90	37.23	37.23	18.62
120	27.92	27.92	9.31
150	22.34	22.34	5.58
180	18.62	18.62	3.72
210	15.96	15.96	2.66
240	13.96	13.96	1.99
270	12.41	12.41	1.55
300	11.17	11.17	1.24
330	10.15	10.15	1.02
360	9.31	9.31	0.85

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	61.43	61.43	61.43
90	40.95	40.95	20.48
120	30.72	30.72	10.24
150	24.57	24.57	6.14
180	20.48	20.48	4.10
210	17.55	17.55	2.93
240	15.36	15.36	2.19
270	13.65	13.65	1.71
300	12.29	12.29	1.37
330	11.17	11.17	1.12
360	10.24	10.24	0.93

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	66.95	66.95	66.95
90	44.63	44.63	22.32
120	33.47	33.47	11.16
150	26.78	26.78	6.69
180	22.32	22.32	4.46
210	19.13	19.13	3.19
240	16.74	16.74	2.39
270	14.88	14.88	1.86
300	13.39	13.39	1.49
330	12.17	12.17	1.22
360	11.16	11.16	1.01

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	70.23	70.23	70.23
90	46.82	46.82	23.41
120	35.11	35.11	11.70
150	28.09	28.09	7.02
180	23.41	23.41	4.68
210	20.06	20.06	3.34
240	17.56	17.56	2.51
270	15.61	15.61	1.95
300	14.05	14.05	1.56
330	12.77	12.77	1.28
360	11.70	11.70	1.06

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	72.96	72.96	72.96
90	48.64	48.64	24.32
120	36.48	36.48	12.16
150	29.18	29.18	7.30
180	24.32	24.32	4.86
210	20.85	20.85	3.47
240	18.24	18.24	2.61
270	16.21	16.21	2.03
300	14.59	14.59	1.62
330	13.27	13.27	1.33
360	12.16	12.16	1.11

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	75.26	75.26	75.26
90	50.18	50.18	25.09
120	37.63	37.63	12.54
150	30.11	30.11	7.53
180	25.09	25.09	5.02

210	21.50	21.50	3.58
240	18.82	18.82	2.69
270	16.73	16.73	2.09
300	15.05	15.05	1.67
330	13.68	13.68	1.37
360	12.54	12.54	1.14

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	86.14	86.14	86.14
90	57.43	57.43	28.71
120	43.07	43.07	14.36
150	34.46	34.46	8.61
180	28.71	28.71	5.74
210	24.61	24.61	4.10
240	21.54	21.54	3.08
270	19.14	19.14	2.39
300	17.23	17.23	1.91
330	15.66	15.66	1.57
360	14.36	14.36	1.31

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	92.11	92.11	92.11
90	61.40	61.40	30.70
120	46.05	46.05	15.35
150	36.84	36.84	9.21
180	30.70	30.70	6.14
210	26.32	26.32	4.39
240	23.03	23.03	3.29
270	20.47	20.47	2.56
300	18.42	18.42	2.05
330	16.75	16.75	1.67
360	15.35	15.35	1.40

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5a₁₁
 UBICACIÓN: 6°40' S 78°40' W

Entonces :
$$Kg = 11 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 32.4 + 0.004Y \quad Y = \text{altitud}$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

altitud= 2744.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 32.4 + 0.004Y$$

$$Eg = 43.376$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 11 * Eg^{-0.85}$$

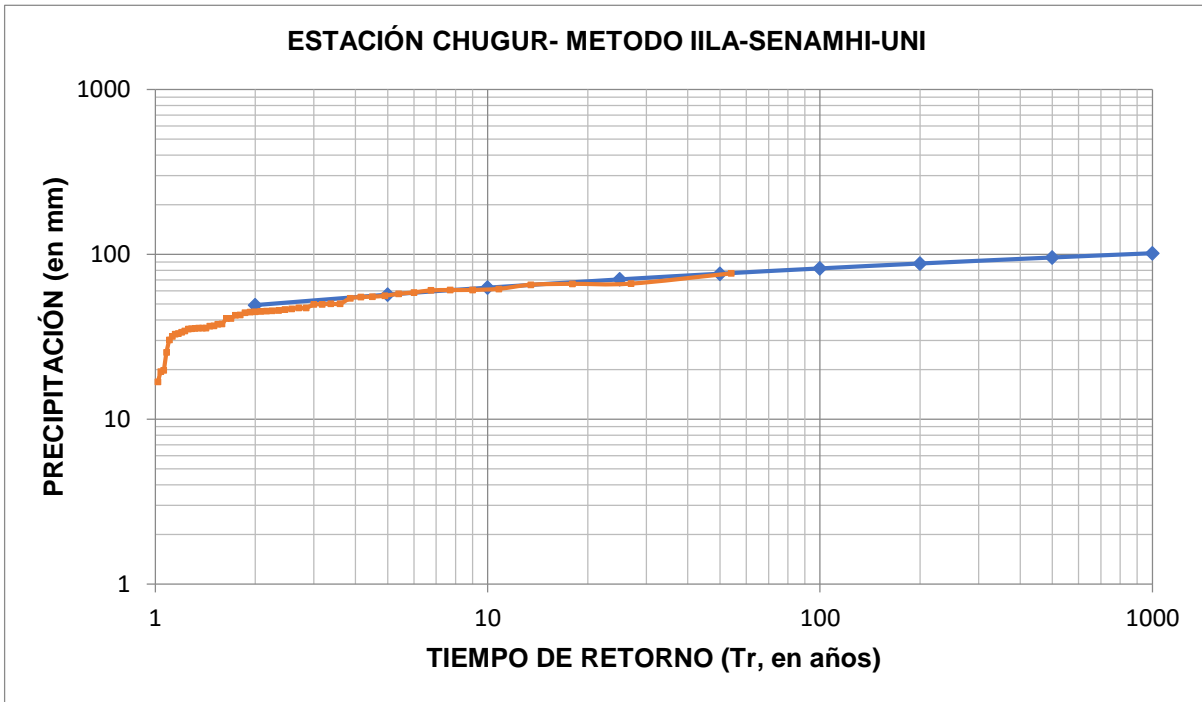
$$Kg = 0.446406603$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \epsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	43.38	0.45	0.3010	49.20
5	43.38	0.45	0.6990	56.91
10	43.38	0.45	1.0000	62.74
25	43.38	0.45	1.3979	70.44
50	43.38	0.45	1.6990	76.27
100	43.38	0.45	2.0000	82.10
200	43.38	0.45	2.3010	87.93
500	43.38	0.45	2.6990	95.64
1000	43.38	0.45	3.0000	101.47

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION CHUGUR**



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION CHUGUR	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	49.20
5	56.91
10	62.74
25	70.44
50	76.27
100	82.10
200	87.93
500	95.64
1000	101.47

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA CHUGUR

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 2744.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 8.2696

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	0.3010	1.2237	11.4794

60	8.2696	0.4464	0.3010	0.9020	8.4611
90	8.2696	0.4464	0.3010	0.7406	6.9472
120	8.2696	0.4464	0.3010	0.6400	6.0039
150	8.2696	0.4464	0.3010	0.5700	5.3468
180	8.2696	0.4464	0.3010	0.5177	4.8566
210	8.2696	0.4464	0.3010	0.4921	4.6164
240	8.2696	0.4464	0.3010	0.4563	4.2803
270	8.2696	0.4464	0.3010	0.4269	4.0043
300	8.2696	0.4464	0.3010	0.4021	3.7725
330	8.2696	0.4464	0.3010	0.3810	3.5744
360	8.2696	0.4464	0.3010	0.3627	3.4026

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	0.6990	1.2237	13.2770
60	8.2696	0.4464	0.6990	0.9020	9.7861
90	8.2696	0.4464	0.6990	0.7406	8.0351
120	8.2696	0.4464	0.6990	0.6400	6.9441
150	8.2696	0.4464	0.6990	0.5700	6.1841
180	8.2696	0.4464	0.6990	0.5177	5.6171
210	8.2696	0.4464	0.6990	0.4921	5.3393
240	8.2696	0.4464	0.6990	0.4563	4.9506
270	8.2696	0.4464	0.6990	0.4269	4.6314
300	8.2696	0.4464	0.6990	0.4021	4.3632
330	8.2696	0.4464	0.6990	0.3810	4.1341
360	8.2696	0.4464	0.6990	0.3627	3.9354

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	1.0000	1.2237	14.6369
60	8.2696	0.4464	1.0000	0.9020	10.7884
90	8.2696	0.4464	1.0000	0.7406	8.8581
120	8.2696	0.4464	1.0000	0.6400	7.6553
150	8.2696	0.4464	1.0000	0.5700	6.8175
180	8.2696	0.4464	1.0000	0.5177	6.1924
210	8.2696	0.4464	1.0000	0.4921	5.8862
240	8.2696	0.4464	1.0000	0.4563	5.4577
270	8.2696	0.4464	1.0000	0.4269	5.1057
300	8.2696	0.4464	1.0000	0.4021	4.8101
330	8.2696	0.4464	1.0000	0.3810	4.5575
360	8.2696	0.4464	1.0000	0.3627	4.3385

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	1.3979	1.2237	16.4346
60	8.2696	0.4464	1.3979	0.9020	12.1134
90	8.2696	0.4464	1.3979	0.7406	9.9460
120	8.2696	0.4464	1.3979	0.6400	8.5955
150	8.2696	0.4464	1.3979	0.5700	7.6548
180	8.2696	0.4464	1.3979	0.5177	6.9529
210	8.2696	0.4464	1.3979	0.4921	6.6091
240	8.2696	0.4464	1.3979	0.4563	6.1280
270	8.2696	0.4464	1.3979	0.4269	5.7328
300	8.2696	0.4464	1.3979	0.4021	5.4009
330	8.2696	0.4464	1.3979	0.3810	5.1173
360	8.2696	0.4464	1.3979	0.3627	4.8714

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	1.6990	1.2237	17.7944
60	8.2696	0.4464	1.6990	0.9020	13.1158
90	8.2696	0.4464	1.6990	0.7406	10.7690
120	8.2696	0.4464	1.6990	0.6400	9.3068
150	8.2696	0.4464	1.6990	0.5700	8.2882
180	8.2696	0.4464	1.6990	0.5177	7.5283
210	8.2696	0.4464	1.6990	0.4921	7.1560
240	8.2696	0.4464	1.6990	0.4563	6.6350
270	8.2696	0.4464	1.6990	0.4269	6.2071
300	8.2696	0.4464	1.6990	0.4021	5.8478
330	8.2696	0.4464	1.6990	0.3810	5.5407
360	8.2696	0.4464	1.6990	0.3627	5.2744

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	2.0000	1.2237	19.1543
60	8.2696	0.4464	2.0000	0.9020	14.1181
90	8.2696	0.4464	2.0000	0.7406	11.5920
120	8.2696	0.4464	2.0000	0.6400	10.0180
150	8.2696	0.4464	2.0000	0.5700	8.9216

180	8.2696	0.4464	2.0000	0.5177	8.1036
210	8.2696	0.4464	2.0000	0.4921	7.7028
240	8.2696	0.4464	2.0000	0.4563	7.1421
270	8.2696	0.4464	2.0000	0.4269	6.6815
300	8.2696	0.4464	2.0000	0.4021	6.2947
330	8.2696	0.4464	2.0000	0.3810	5.9641
360	8.2696	0.4464	2.0000	0.3627	5.6775

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	2.3010	1.2237	20.5142
60	8.2696	0.4464	2.3010	0.9020	15.1204
90	8.2696	0.4464	2.3010	0.7406	12.4150
120	8.2696	0.4464	2.3010	0.6400	10.7292
150	8.2696	0.4464	2.3010	0.5700	9.5549
180	8.2696	0.4464	2.3010	0.5177	8.6789
210	8.2696	0.4464	2.3010	0.4921	8.2497
240	8.2696	0.4464	2.3010	0.4563	7.6492
270	8.2696	0.4464	2.3010	0.4269	7.1559
300	8.2696	0.4464	2.3010	0.4021	6.7416
330	8.2696	0.4464	2.3010	0.3810	6.3876
360	8.2696	0.4464	2.3010	0.3627	6.0806

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	2.6990	1.2237	22.3119
60	8.2696	0.4464	2.6990	0.9020	16.4454
90	8.2696	0.4464	2.6990	0.7406	13.5029
120	8.2696	0.4464	2.6990	0.6400	11.6694
150	8.2696	0.4464	2.6990	0.5700	10.3922
180	8.2696	0.4464	2.6990	0.5177	9.4394
210	8.2696	0.4464	2.6990	0.4921	8.9726
240	8.2696	0.4464	2.6990	0.4563	8.3195
270	8.2696	0.4464	2.6990	0.4269	7.7829
300	8.2696	0.4464	2.6990	0.4021	7.3324
330	8.2696	0.4464	2.6990	0.3810	6.9473
360	8.2696	0.4464	2.6990	0.3627	6.6134

(Tr = 1000 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.2696	0.4464	3.0000	1.2237	23.6717
60	8.2696	0.4464	3.0000	0.9020	17.4477
90	8.2696	0.4464	3.0000	0.7406	14.3259
120	8.2696	0.4464	3.0000	0.6400	12.3807
150	8.2696	0.4464	3.0000	0.5700	11.0256
180	8.2696	0.4464	3.0000	0.5177	10.0148
210	8.2696	0.4464	3.0000	0.4921	9.5195
240	8.2696	0.4464	3.0000	0.4563	8.8265
270	8.2696	0.4464	3.0000	0.4269	8.2573
300	8.2696	0.4464	3.0000	0.4021	7.7793
330	8.2696	0.4464	3.0000	0.3810	7.3707
360	8.2696	0.4464	3.0000	0.3627	7.0165

3.1.2.1.4.15. Estación Quilcate

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA QUILCATE

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	48.00	1.681	0.294	0.026	54.000
2.00	46.90	1.671	0.284	0.023	27.000
3.00	43.70	1.640	0.254	0.016	18.000
4.00	39.40	1.595	0.209	0.009	13.500
5.00	37.60	1.575	0.188	0.007	10.800
6.00	36.45	1.562	0.175	0.005	9.000
7.00	36.34	1.560	0.174	0.005	7.714
8.00	35.90	1.555	0.168	0.005	6.750
9.00	34.50	1.538	0.151	0.003	6.000
10.00	33.38	1.523	0.137	0.003	5.400
11.00	33.32	1.523	0.136	0.003	4.909
12.00	33.16	1.521	0.134	0.002	4.500
13.00	32.23	1.508	0.121	0.002	4.154
14.00	31.62	1.500	0.113	0.001	3.857
15.00	30.90	1.490	0.103	0.001	3.600
16.00	30.75	1.488	0.101	0.001	3.375
17.00	29.71	1.473	0.086	0.001	3.176
18.00	27.51	1.440	0.053	0.000	3.000
19.00	27.51	1.440	0.053	0.000	2.842
20.00	27.30	1.436	0.049	0.000	2.700
21.00	27.29	1.436	0.049	0.000	2.571
22.00	27.24	1.435	0.048	0.000	2.455
23.00	25.92	1.414	0.027	0.000	2.348
24.00	25.92	1.414	0.027	0.000	2.250
25.00	25.38	1.404	0.018	0.000	2.160
26.00	25.05	1.399	0.012	0.000	2.077
27.00	24.83	1.395	0.008	0.000	2.000
28.00	24.61	1.391	0.004	0.000	1.929
29.00	24.55	1.390	0.003	0.000	1.862

30.00	24.28	1.385	-0.002	0.000	1.800
31.00	23.51	1.371	-0.016	0.000	1.742
32.00	23.46	1.370	-0.017	0.000	1.688
33.00	22.36	1.349	-0.037	0.000	1.636
34.00	21.40	1.330	-0.056	0.000	1.588
35.00	21.10	1.324	-0.063	0.000	1.543
36.00	20.72	1.316	-0.070	0.000	1.500
37.00	20.30	1.307	-0.079	0.000	1.459
38.00	20.17	1.305	-0.082	-0.001	1.421
39.00	19.51	1.290	-0.097	-0.001	1.385
40.00	19.40	1.288	-0.099	-0.001	1.350
41.00	18.90	1.276	-0.110	-0.001	1.317
42.00	18.90	1.276	-0.110	-0.001	1.286
43.00	18.85	1.275	-0.111	-0.001	1.256
44.00	17.60	1.246	-0.141	-0.003	1.227
45.00	17.48	1.243	-0.144	-0.003	1.200
46.00	16.50	1.217	-0.169	-0.005	1.174
47.00	16.50	1.217	-0.169	-0.005	1.149
48.00	14.40	1.158	-0.228	-0.012	1.125
49.00	14.10	1.149	-0.238	-0.013	1.102
50.00	13.80	1.140	-0.247	-0.015	1.080
51.00	13.20	1.121	-0.266	-0.019	1.059
52.00	11.90	1.076	-0.311	-0.030	1.038
53.00	11.80	1.072	-0.315	-0.031	1.019
				-0.031	

$$\begin{aligned} \sum x &= \\ Xx &= 1367.11 \\ \sigma x &= 25.79 \\ &= 8.72 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 73.50 \\ Yy &= 1.39 \\ \sigma y &= 0.150 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 1367.11 \\ Xx &= 25.79 \\ \sigma x &= 8.72 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces :} \quad Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$1 / \alpha = 58.26$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -6.23$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = -6.23 + 58.26 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	15.33
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	81.16
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	124.85
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	180.20
50	2.00	98.00	0.9800	3.900	220.98
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	261.76
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	303.42
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	355.56
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	396.34

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 73.50$$

$$Yy = 1.39$$

$$\sigma y = 0.150$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CSy = \frac{N x \sum (Y - Yy)^3}{(N - 1) x (N - 2) x \sigma_y^3}$$

Luego : $CSy = -0.1817$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $Cv = 0.1080$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

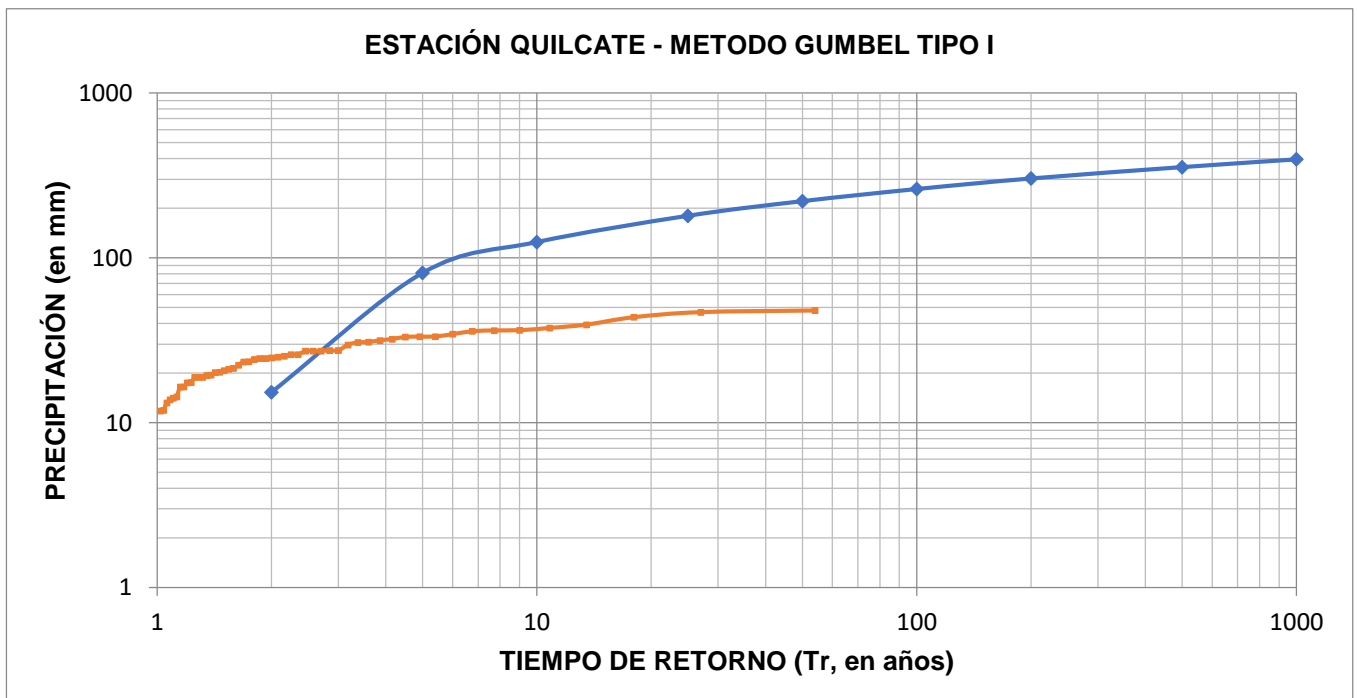
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

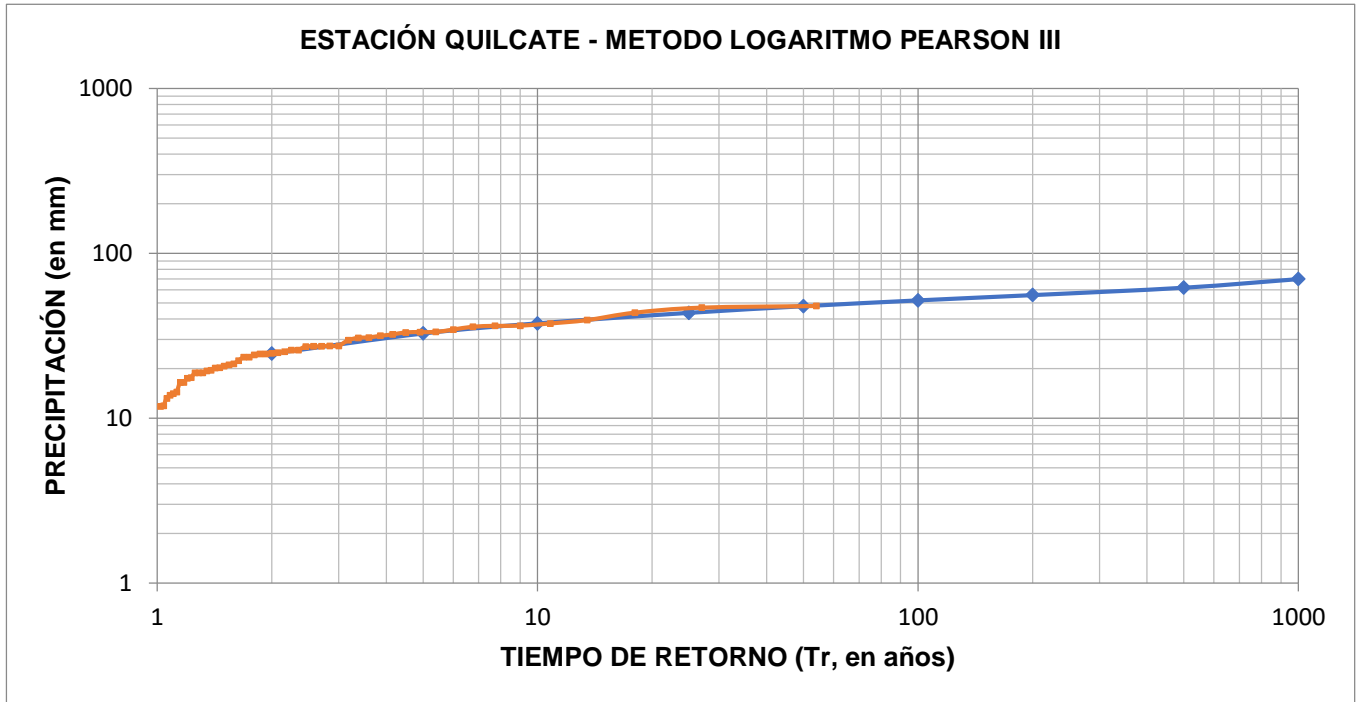
Entonces : $\text{Log} Y = 1.39 + 0.150 * K$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.181)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.030	1.391	24.62
5	20.00	80.00	0.849	1.514	32.66
10	10.00	90.00	1.260	1.576	37.63
25	4.00	96.00	1.687	1.639	43.59
50	2.00	98.00	1.955	1.680	47.82
100	1.00	99.00	2.192	1.715	51.89
200	0.50	99.50	2.406	1.747	55.86
500	0.20	99.80	2.705	1.792	61.92
1000	0.10	99.90	3.055	1.844	69.87

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION QUILCATE





ESTACION QUILCATE		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	15.33	24.62
5	81.16	32.66
10	124.85	37.63
25	180.20	43.59
50	220.98	47.82
100	261.76	51.89
200	303.42	55.86
500	355.56	61.92
1000	396.34	69.87

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA QUILCATE

(Tr = 2 años)

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	24.62	24.62	24.62
90	16.41	16.41	8.21
120	12.31	12.31	4.10
150	9.85	9.85	2.46
180	8.21	8.21	1.64
210	7.03	7.03	1.17
240	6.16	6.16	0.88
270	5.47	5.47	0.68
300	4.92	4.92	0.55
330	4.48	4.48	0.45
360	4.10	4.10	0.37

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	32.66	32.66	32.66
90	21.77	21.77	10.89
120	16.33	16.33	5.44
150	13.06	13.06	3.27
180	10.89	10.89	2.18
210	9.33	9.33	1.56
240	8.16	8.16	1.17
270	7.26	7.26	0.91
300	6.53	6.53	0.73
330	5.94	5.94	0.59
360	5.44	5.44	0.49

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	37.63	37.63	37.63
90	25.09	25.09	12.54
120	18.82	18.82	6.27
150	15.05	15.05	3.76
180	12.54	12.54	2.51
210	10.75	10.75	1.79
240	9.41	9.41	1.34
270	8.36	8.36	1.05
300	7.53	7.53	0.84

330	6.84	6.84	0.68
360	6.27	6.27	0.57

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	43.59	43.59	43.59
90	29.06	29.06	14.53
120	21.80	21.80	7.27
150	17.44	17.44	4.36
180	14.53	14.53	2.91
210	12.45	12.45	2.08
240	10.90	10.90	1.56
270	9.69	9.69	1.21
300	8.72	8.72	0.97
330	7.93	7.93	0.79
360	7.27	7.27	0.66

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	47.82	47.82	47.82
90	31.88	31.88	15.94
120	23.91	23.91	7.97
150	19.13	19.13	4.78
180	15.94	15.94	3.19
210	13.66	13.66	2.28
240	11.96	11.96	1.71
270	10.63	10.63	1.33
300	9.56	9.56	1.06
330	8.69	8.69	0.87
360	7.97	7.97	0.72

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	51.89	51.89	51.89
90	34.59	34.59	17.30
120	25.94	25.94	8.65

150	20.75	20.75	5.19
180	17.30	17.30	3.46
210	14.82	14.82	2.47
240	12.97	12.97	1.85
270	11.53	11.53	1.44
300	10.38	10.38	1.15
330	9.43	9.43	0.94
360	8.65	8.65	0.79

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	55.86	55.86	55.86
90	37.24	37.24	18.62
120	27.93	27.93	9.31
150	22.34	22.34	5.59
180	18.62	18.62	3.72
210	15.96	15.96	2.66
240	13.96	13.96	1.99
270	12.41	12.41	1.55
300	11.17	11.17	1.24
330	10.16	10.16	1.02
360	9.31	9.31	0.85

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	61.92	61.92	61.92
90	41.28	41.28	20.64
120	30.96	30.96	10.32
150	24.77	24.77	6.19
180	20.64	20.64	4.13
210	17.69	17.69	2.95
240	15.48	15.48	2.21
270	13.76	13.76	1.72
300	12.38	12.38	1.38
330	11.26	11.26	1.13
360	10.32	10.32	0.94

(Tr = 1000 años)			
-------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	69.87	69.87	69.87
90	46.58	46.58	23.29
120	34.93	34.93	11.64
150	27.95	27.95	6.99
180	23.29	23.29	4.66
210	19.96	19.96	3.33
240	17.47	17.47	2.50
270	15.53	15.53	1.94
300	13.97	13.97	1.55
330	12.70	12.70	1.27
360	11.64	11.64	1.06

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P_{24} ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
SUB ZONA= 5a₁₄
UBICACIÓN: 6°49' S 78°44' W

Entonces : $Kg = 11 * E_g^{-0.85}$
 $E_g = 4.0 + 0.010Y$ Y=altitud

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

altitud= 3100.00 mts.

3.- Se calcula E_g el parametro para determinar P_{24} :

$E_g = 4.0 + 0.010Y$
 $E_g = 35$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$11 * E_g^{-0.85}$$

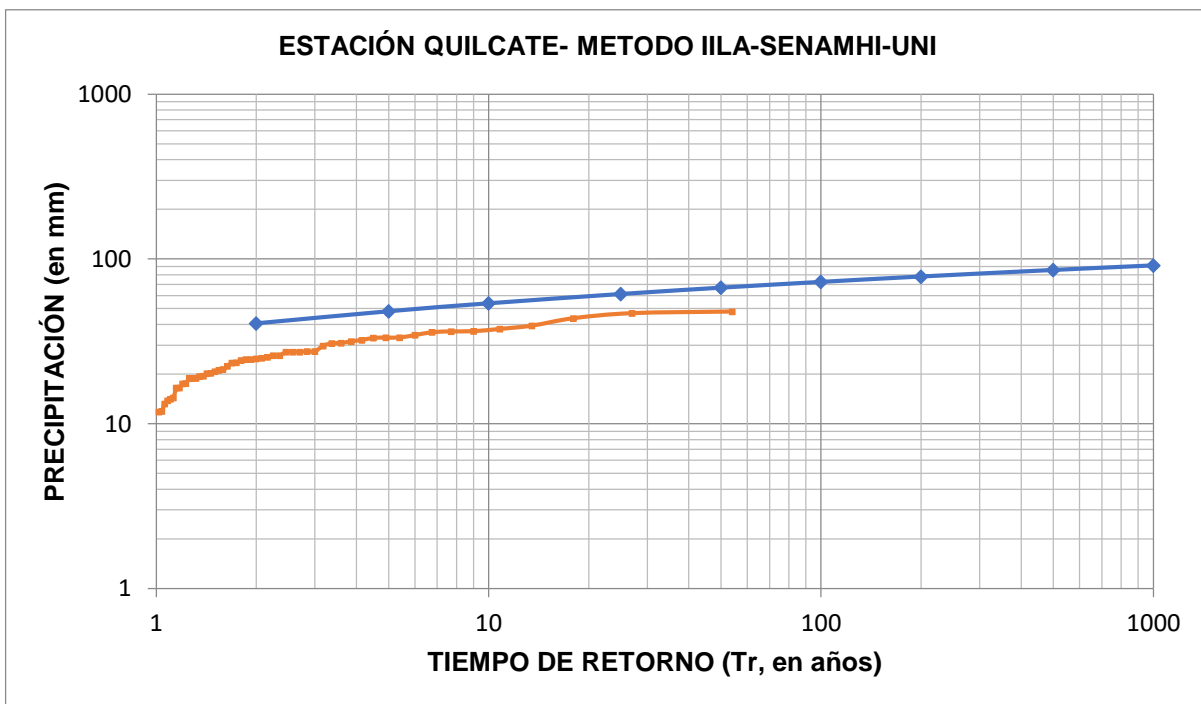
$$K_g = 0.535716284$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	35.00	0.54	0.3010	40.64
5	35.00	0.54	0.6990	48.11
10	35.00	0.54	1.0000	53.75
25	35.00	0.54	1.3979	61.21
50	35.00	0.54	1.6990	66.86
100	35.00	0.54	2.0000	72.50
200	35.00	0.54	2.3010	78.14
500	35.00	0.54	2.6990	85.61
1000	35.00	0.54	3.0000	91.25

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION QUILCATE



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION QUILCATE	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	40.64
5	48.11
10	53.75
25	61.21
50	66.86
100	72.50
200	78.14
500	85.61
1000	91.25

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA QUILCATE

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

$$Y = 3100.00$$

$$a = 5.80 + 0.0009Y$$

$$a = 8.59$$

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

$$b = 0.2 \text{ horas} \quad (\text{costa, norte y selva})$$

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	0.3010	1.2237	12.2067
60	8.59	0.5357	0.3010	0.9020	8.9972
90	8.59	0.5357	0.3010	0.7406	7.3874
120	8.59	0.5357	0.3010	0.6400	6.3843
150	8.59	0.5357	0.3010	0.5700	5.6856
180	8.59	0.5357	0.3010	0.5177	5.1643
210	8.59	0.5357	0.3010	0.4921	4.9089
240	8.59	0.5357	0.3010	0.4563	4.5515
270	8.59	0.5357	0.3010	0.4269	4.2580
300	8.59	0.5357	0.3010	0.4021	4.0115
330	8.59	0.5357	0.3010	0.3810	3.8008
360	8.59	0.5357	0.3010	0.3627	3.6182

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	0.6990	1.2237	14.4476
60	8.59	0.5357	0.6990	0.9020	10.6489
90	8.59	0.5357	0.6990	0.7406	8.7436
120	8.59	0.5357	0.6990	0.6400	7.5563
150	8.59	0.5357	0.6990	0.5700	6.7293
180	8.59	0.5357	0.6990	0.5177	6.1123
210	8.59	0.5357	0.6990	0.4921	5.8100
240	8.59	0.5357	0.6990	0.4563	5.3871
270	8.59	0.5357	0.6990	0.4269	5.0397
300	8.59	0.5357	0.6990	0.4021	4.7479

330	8.59	0.5357	0.6990	0.3810	4.4986
360	8.59	0.5357	0.6990	0.3627	4.2824

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	1.0000	1.2237	16.1428
60	8.59	0.5357	1.0000	0.9020	11.8984
90	8.59	0.5357	1.0000	0.7406	9.7694
120	8.59	0.5357	1.0000	0.6400	8.4429
150	8.59	0.5357	1.0000	0.5700	7.5189
180	8.59	0.5357	1.0000	0.5177	6.8295
210	8.59	0.5357	1.0000	0.4921	6.4917
240	8.59	0.5357	1.0000	0.4563	6.0192
270	8.59	0.5357	1.0000	0.4269	5.6310
300	8.59	0.5357	1.0000	0.4021	5.3050
330	8.59	0.5357	1.0000	0.3810	5.0264
360	8.59	0.5357	1.0000	0.3627	4.7849

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	1.3979	1.2237	18.3837
60	8.59	0.5357	1.3979	0.9020	13.5501
90	8.59	0.5357	1.3979	0.7406	11.1256
120	8.59	0.5357	1.3979	0.6400	9.6149
150	8.59	0.5357	1.3979	0.5700	8.5626
180	8.59	0.5357	1.3979	0.5177	7.7776
210	8.59	0.5357	1.3979	0.4921	7.3929
240	8.59	0.5357	1.3979	0.4563	6.8548
270	8.59	0.5357	1.3979	0.4269	6.4127
300	8.59	0.5357	1.3979	0.4021	6.0414
330	8.59	0.5357	1.3979	0.3810	5.7242
360	8.59	0.5357	1.3979	0.3627	5.4491

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	1.6990	1.2237	20.0788
60	8.59	0.5357	1.6990	0.9020	14.7995
90	8.59	0.5357	1.6990	0.7406	12.1515

120	8.59	0.5357	1.6990	0.6400	10.5015
150	8.59	0.5357	1.6990	0.5700	9.3522
180	8.59	0.5357	1.6990	0.5177	8.4947
210	8.59	0.5357	1.6990	0.4921	8.0746
240	8.59	0.5357	1.6990	0.4563	7.4868
270	8.59	0.5357	1.6990	0.4269	7.0040
300	8.59	0.5357	1.6990	0.4021	6.5985
330	8.59	0.5357	1.6990	0.3810	6.2520
360	8.59	0.5357	1.6990	0.3627	5.9516

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	2.0000	1.2237	21.7740
60	8.59	0.5357	2.0000	0.9020	16.0490
90	8.59	0.5357	2.0000	0.7406	13.1774
120	8.59	0.5357	2.0000	0.6400	11.3881
150	8.59	0.5357	2.0000	0.5700	10.1417
180	8.59	0.5357	2.0000	0.5177	9.2119
210	8.59	0.5357	2.0000	0.4921	8.7563
240	8.59	0.5357	2.0000	0.4563	8.1189
270	8.59	0.5357	2.0000	0.4269	7.5953
300	8.59	0.5357	2.0000	0.4021	7.1556
330	8.59	0.5357	2.0000	0.3810	6.7798
360	8.59	0.5357	2.0000	0.3627	6.4540

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	2.3010	1.2237	23.4692
60	8.59	0.5357	2.3010	0.9020	17.2984
90	8.59	0.5357	2.3010	0.7406	14.2033
120	8.59	0.5357	2.3010	0.6400	12.2747
150	8.59	0.5357	2.3010	0.5700	10.9313
180	8.59	0.5357	2.3010	0.5177	9.9291
210	8.59	0.5357	2.3010	0.4921	9.4380
240	8.59	0.5357	2.3010	0.4563	8.7510
270	8.59	0.5357	2.3010	0.4269	8.1866
300	8.59	0.5357	2.3010	0.4021	7.7127
330	8.59	0.5357	2.3010	0.3810	7.3077
360	8.59	0.5357	2.3010	0.3627	6.9565

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	2.6990	1.2237	25.7101
60	8.59	0.5357	2.6990	0.9020	18.9501
90	8.59	0.5357	2.6990	0.7406	15.5595
120	8.59	0.5357	2.6990	0.6400	13.4468
150	8.59	0.5357	2.6990	0.5700	11.9750
180	8.59	0.5357	2.6990	0.5177	10.8771
210	8.59	0.5357	2.6990	0.4921	10.3392
240	8.59	0.5357	2.6990	0.4563	9.5866
270	8.59	0.5357	2.6990	0.4269	8.9683
300	8.59	0.5357	2.6990	0.4021	8.4491
330	8.59	0.5357	2.6990	0.3810	8.0054
360	8.59	0.5357	2.6990	0.3627	7.6207

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.5357	3.0000	1.2237	27.4052
60	8.59	0.5357	3.0000	0.9020	20.1996
90	8.59	0.5357	3.0000	0.7406	16.5854
120	8.59	0.5357	3.0000	0.6400	14.3334
150	8.59	0.5357	3.0000	0.5700	12.7646
180	8.59	0.5357	3.0000	0.5177	11.5943
210	8.59	0.5357	3.0000	0.4921	11.0209
240	8.59	0.5357	3.0000	0.4563	10.2186
270	8.59	0.5357	3.0000	0.4269	9.5596
300	8.59	0.5357	3.0000	0.4021	9.0062
330	8.59	0.5357	3.0000	0.3810	8.5332
360	8.59	0.5357	3.0000	0.3627	8.1232

3.1.2.1.4.16. Estación Cochabamba

ANÁLISIS DE MÁXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA COCHABAMBA

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	90.64	1.957	0.271	0.020	54.000
2.00	83.20	1.920	0.233	0.013	27.000
3.00	81.22	1.910	0.223	0.011	18.000
4.00	80.50	1.906	0.219	0.011	13.500
5.00	79.68	1.901	0.215	0.010	10.800
6.00	78.87	1.897	0.210	0.009	9.000
7.00	78.66	1.896	0.209	0.009	7.714
8.00	70.77	1.850	0.163	0.004	6.750
9.00	69.95	1.845	0.158	0.004	6.000

10.00	66.68	1.824	0.137	0.003	5.400
11.00	62.17	1.794	0.107	0.001	4.909
12.00	61.04	1.786	0.099	0.001	4.500
13.00	60.60	1.782	0.096	0.001	4.154
14.00	60.20	1.780	0.093	0.001	3.857
15.00	59.41	1.774	0.087	0.001	3.600
16.00	59.00	1.771	0.084	0.001	3.375
17.00	58.38	1.766	0.079	0.001	3.176
18.00	58.07	1.764	0.077	0.000	3.000
19.00	57.50	1.760	0.073	0.000	2.842
20.00	56.74	1.754	0.067	0.000	2.700
21.00	56.33	1.751	0.064	0.000	2.571
22.00	55.80	1.747	0.060	0.000	2.455
23.00	54.69	1.738	0.051	0.000	2.348
24.00	54.28	1.735	0.048	0.000	2.250
25.00	53.20	1.726	0.039	0.000	2.160
26.00	52.03	1.716	0.029	0.000	2.077
27.00	51.50	1.712	0.025	0.000	2.000
28.00	50.80	1.706	0.019	0.000	1.929
29.00	50.70	1.705	0.018	0.000	1.862
30.00	49.67	1.696	0.009	0.000	1.800
31.00	49.20	1.692	0.005	0.000	1.742
32.00	49.16	1.692	0.005	0.000	1.688
33.00	48.65	1.687	0.000	0.000	1.636
34.00	48.45	1.685	-0.002	0.000	1.588
35.00	47.93	1.681	-0.006	0.000	1.543
36.00	47.11	1.673	-0.014	0.000	1.500
37.00	46.91	1.671	-0.016	0.000	1.459
38.00	46.70	1.669	-0.017	0.000	1.421
39.00	46.09	1.664	-0.023	0.000	1.385
40.00	43.73	1.641	-0.046	0.000	1.350
41.00	41.99	1.623	-0.064	0.000	1.317
42.00	40.15	1.604	-0.083	-0.001	1.286
43.00	36.46	1.562	-0.125	-0.002	1.256
44.00	35.50	1.550	-0.137	-0.003	1.227
45.00	34.21	1.534	-0.153	-0.004	1.200
46.00	29.70	1.473	-0.214	-0.010	1.174
47.00	29.50	1.470	-0.217	-0.010	1.149
48.00	29.29	1.467	-0.220	-0.011	1.125
49.00	25.40	1.405	-0.282	-0.022	1.102
50.00	21.10	1.324	-0.363	-0.048	1.080
51.00	20.79	1.318	-0.369	-0.050	1.059
52.00	18.30	1.262	-0.424	-0.076	1.038
53.00	15.36	1.186	-0.500	-0.125	1.019
				-0.261	

$$\begin{aligned} \sum x &= \\ Xx &= 2754.02 \\ \sigma x &= 51.96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 89.40 \\ Yy &= 1.69 \end{aligned}$$

17.42

$$\sigma y = 0.171$$

N = 53.00

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 2754.02 \\ Xx &= 51.96 \\ \sigma x &= 17.42 \end{aligned}$$

1.- De la Tabla N° 01, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

Entonces :

$$\begin{aligned} Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 102.15$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -4.19$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -4.19 + 102.15 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.5000	0.370	33.61
5	20.00	80.00	0.8000	1.500	149.04
10	10.00	90.00	0.9000	2.250	225.65
25	4.00	96.00	0.9600	3.200	322.70

50	2.00	98.00	0.9800	3.900	394.20
100	1.00	99.00	0.9900	4.600	465.71
200	0.50	99.50	0.9950	5.315	538.75
500	0.20	99.80	0.9980	6.210	630.17
1000	0.10	99.90	0.9990	6.910	701.68

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 89.40$$

$$Y_y = 1.69$$

$$\sigma_y = 0.171$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : $CS_y = -1.0506$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $Cv = 0.1011$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

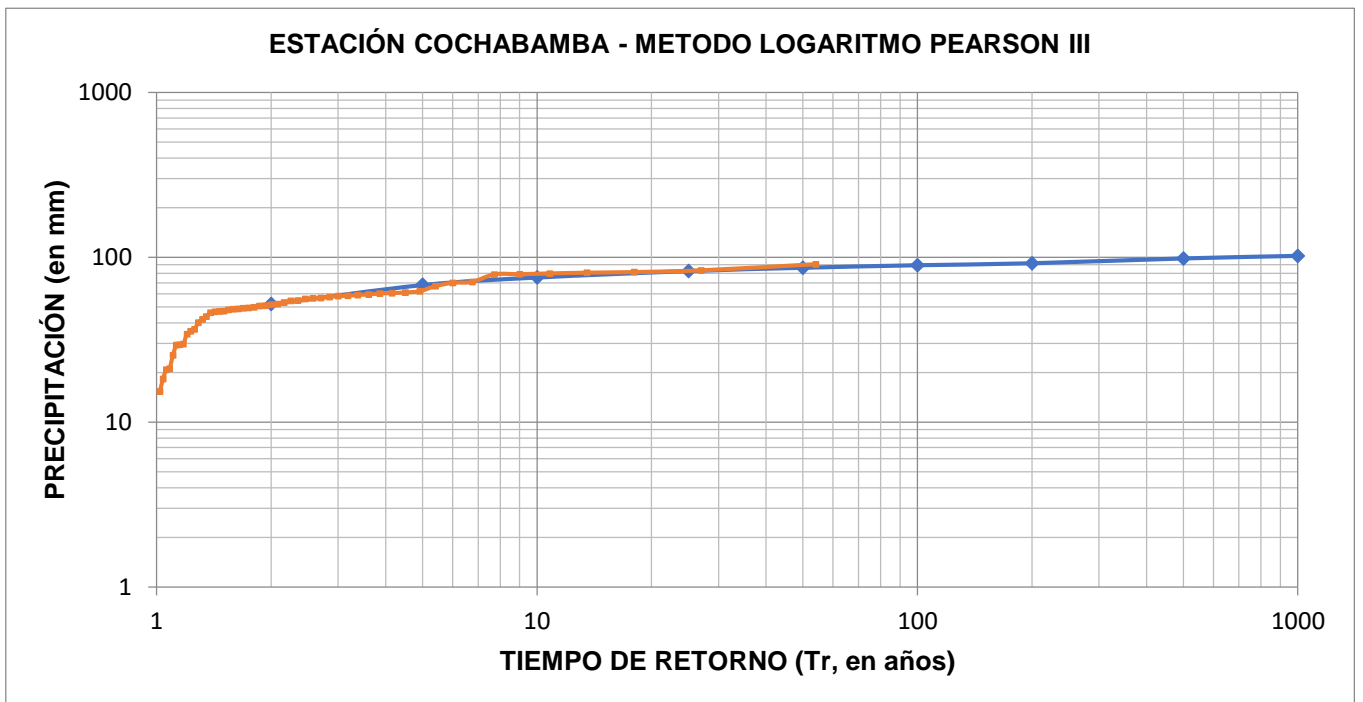
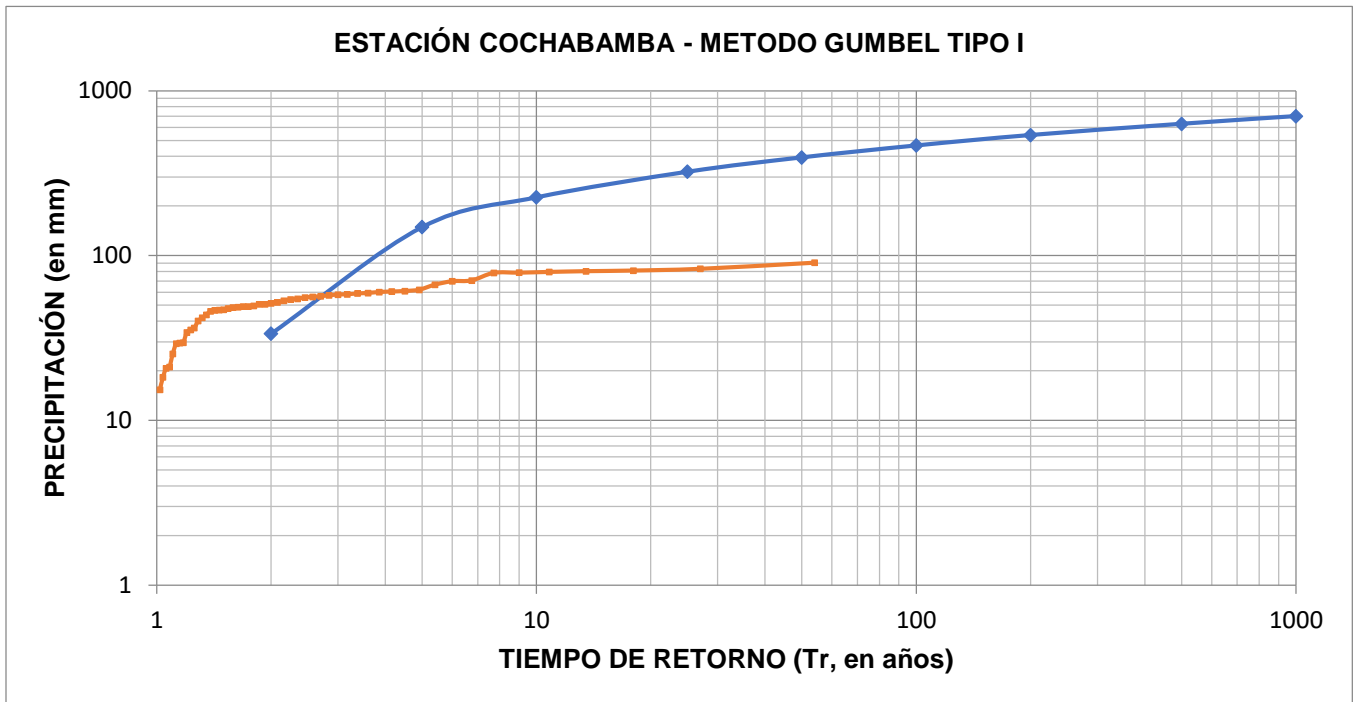
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

Entonces : $\text{Log} Y = 1.69 + 0.171 * K$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -1.050)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.172	1.716	52.01
5	20.00	80.00	0.850	1.832	67.88
10	10.00	90.00	1.118	1.877	75.40
25	4.00	96.00	1.345	1.916	82.44
50	2.00	98.00	1.464	1.936	86.38
100	1.00	99.00	1.553	1.952	89.47
200	0.50	99.50	1.623	1.964	91.96
500	0.20	99.80	1.794	1.993	98.34
1000	0.10	99.90	1.885	2.008	101.92

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION COCHABAMBA**



ESTACION COCHABAMBA		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	33.61	52.01
5	149.04	67.88
10	225.65	75.40
25	322.70	82.44
50	394.20	86.38
100	465.71	89.47
200	538.75	91.96
500	630.17	98.34
1000	701.68	101.92

**ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA
COCHABAMBA**

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	52.01	52.01	52.01
90	34.67	34.67	17.34
120	26.00	26.00	8.67
150	20.80	20.80	5.20
180	17.34	17.34	3.47
210	14.86	14.86	2.48
240	13.00	13.00	1.86
270	11.56	11.56	1.44
300	10.40	10.40	1.16
330	9.46	9.46	0.95
360	8.67	8.67	0.79

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	67.88	67.88	67.88
90	45.25	45.25	22.63
120	33.94	33.94	11.31
150	27.15	27.15	6.79
180	22.63	22.63	4.53
210	19.39	19.39	3.23

240	16.97	16.97	2.42
270	15.08	15.08	1.89
300	13.58	13.58	1.51
330	12.34	12.34	1.23
360	11.31	11.31	1.03

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	75.40	75.40	75.40
90	50.26	50.26	25.13
120	37.70	37.70	12.57
150	30.16	30.16	7.54
180	25.13	25.13	5.03
210	21.54	21.54	3.59
240	18.85	18.85	2.69
270	16.75	16.75	2.09
300	15.08	15.08	1.68
330	13.71	13.71	1.37
360	12.57	12.57	1.14

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	82.44	82.44	82.44
90	54.96	54.96	27.48
120	41.22	41.22	13.74
150	32.98	32.98	8.24
180	27.48	27.48	5.50
210	23.56	23.56	3.93
240	20.61	20.61	2.94
270	18.32	18.32	2.29
300	16.49	16.49	1.83
330	14.99	14.99	1.50
360	13.74	13.74	1.25

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)

60	86.38	86.38	86.38
90	57.59	57.59	28.79
120	43.19	43.19	14.40
150	34.55	34.55	8.64
180	28.79	28.79	5.76
210	24.68	24.68	4.11
240	21.59	21.59	3.08
270	19.20	19.20	2.40
300	17.28	17.28	1.92
330	15.71	15.71	1.57
360	14.40	14.40	1.31

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	89.47	89.47	89.47
90	59.65	59.65	29.82
120	44.73	44.73	14.91
150	35.79	35.79	8.95
180	29.82	29.82	5.96
210	25.56	25.56	4.26
240	22.37	22.37	3.20
270	19.88	19.88	2.49
300	17.89	17.89	1.99
330	16.27	16.27	1.63
360	14.91	14.91	1.36

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	91.96	91.96	91.96
90	61.31	61.31	30.65
120	45.98	45.98	15.33
150	36.78	36.78	9.20
180	30.65	30.65	6.13
210	26.27	26.27	4.38
240	22.99	22.99	3.28
270	20.44	20.44	2.55
300	18.39	18.39	2.04
330	16.72	16.72	1.67
360	15.33	15.33	1.39

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	98.34	98.34	98.34
90	65.56	65.56	32.78
120	49.17	49.17	16.39
150	39.34	39.34	9.83
180	32.78	32.78	6.56
210	28.10	28.10	4.68
240	24.58	24.58	3.51
270	21.85	21.85	2.73
300	19.67	19.67	2.19
330	17.88	17.88	1.79
360	16.39	16.39	1.49

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	101.92	101.92	101.92
90	67.94	67.94	33.97
120	50.96	50.96	16.99
150	40.77	40.77	10.19
180	33.97	33.97	6.79
210	29.12	29.12	4.85
240	25.48	25.48	3.64
270	22.65	22.65	2.83
300	20.38	20.38	2.26
330	18.53	18.53	1.85
360	16.99	16.99	1.54

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P_{24} ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5

SUB ZONA= 5a₁₁
 UBICACIÓN: 6°28' S 78°53' W

$$11 * E_g^{-0.85}$$

Entonces : Kg =
 Eg = 32.4+0.004Y Y=altitud

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

altitud= 1800.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

Eg = 32.4+0.004Y
 Eg = 39.6

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$11 * E_g^{-0.85}$$

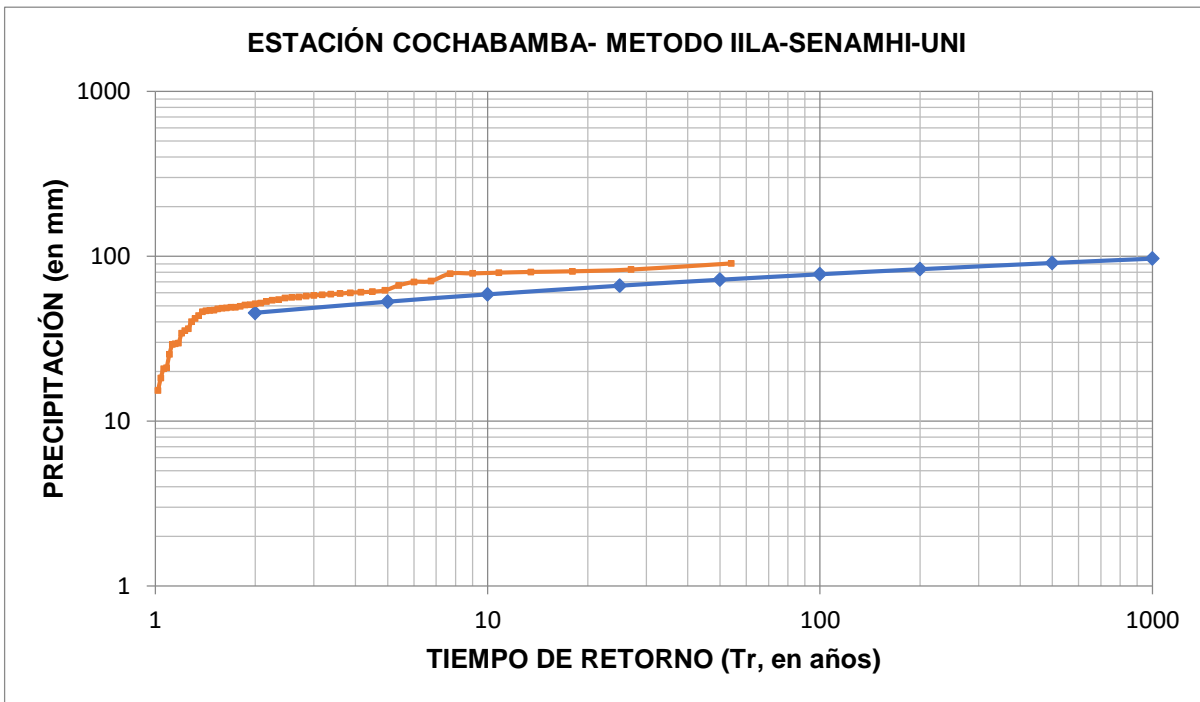
Kg =
 Kg = 0.482338332

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	39.60	0.48	0.3010	45.35
5	39.60	0.48	0.6990	52.95
10	39.60	0.48	1.0000	58.70
25	39.60	0.48	1.3979	66.30
50	39.60	0.48	1.6990	72.05
100	39.60	0.48	2.0000	77.80
200	39.60	0.48	2.3010	83.55
500	39.60	0.48	2.6990	91.15
1000	39.60	0.48	3.0000	96.90

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
 PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION COCHABAMBA**



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION COCHABAMBA	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	45.35
5	52.95
10	58.70
25	66.30
50	72.05
100	77.80
200	83.55
500	91.15
1000	96.90

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA COCHABAMBA

Para t ≤ 3 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T) t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 1800.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 7.42

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	0.3010	1.2237	10.3982
60	7.42	0.4823	0.3010	0.9020	7.6642
90	7.42	0.4823	0.3010	0.7406	6.2929
120	7.42	0.4823	0.3010	0.6400	5.4384
150	7.42	0.4823	0.3010	0.5700	4.8432
180	7.42	0.4823	0.3010	0.5177	4.3992
210	7.42	0.4823	0.3010	0.4921	4.1816
240	7.42	0.4823	0.3010	0.4563	3.8772

270	7.42	0.4823	0.3010	0.4269	3.6272
300	7.42	0.4823	0.3010	0.4021	3.4172
330	7.42	0.4823	0.3010	0.3810	3.2377
360	7.42	0.4823	0.3010	0.3627	3.0821

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	0.6990	1.2237	12.1410
60	7.42	0.4823	0.6990	0.9020	8.9488
90	7.42	0.4823	0.6990	0.7406	7.3476
120	7.42	0.4823	0.6990	0.6400	6.3499
150	7.42	0.4823	0.6990	0.5700	5.6550
180	7.42	0.4823	0.6990	0.5177	5.1365
210	7.42	0.4823	0.6990	0.4921	4.8825
240	7.42	0.4823	0.6990	0.4563	4.5270
270	7.42	0.4823	0.6990	0.4269	4.2351
300	7.42	0.4823	0.6990	0.4021	3.9899
330	7.42	0.4823	0.6990	0.3810	3.7804
360	7.42	0.4823	0.6990	0.3627	3.5987

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	1.0000	1.2237	13.4594
60	7.42	0.4823	1.0000	0.9020	9.9205
90	7.42	0.4823	1.0000	0.7406	8.1455
120	7.42	0.4823	1.0000	0.6400	7.0395
150	7.42	0.4823	1.0000	0.5700	6.2690
180	7.42	0.4823	1.0000	0.5177	5.6942
210	7.42	0.4823	1.0000	0.4921	5.4126
240	7.42	0.4823	1.0000	0.4563	5.0186
270	7.42	0.4823	1.0000	0.4269	4.6950
300	7.42	0.4823	1.0000	0.4021	4.4232
330	7.42	0.4823	1.0000	0.3810	4.1909
360	7.42	0.4823	1.0000	0.3627	3.9895

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	1.3979	1.2237	15.2022

60	7.42	0.4823	1.3979	0.9020	11.2051
90	7.42	0.4823	1.3979	0.7406	9.2002
120	7.42	0.4823	1.3979	0.6400	7.9510
150	7.42	0.4823	1.3979	0.5700	7.0808
180	7.42	0.4823	1.3979	0.5177	6.4316
210	7.42	0.4823	1.3979	0.4921	6.1135
240	7.42	0.4823	1.3979	0.4563	5.6685
270	7.42	0.4823	1.3979	0.4269	5.3029
300	7.42	0.4823	1.3979	0.4021	4.9959
330	7.42	0.4823	1.3979	0.3810	4.7335
360	7.42	0.4823	1.3979	0.3627	4.5061

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	1.6990	1.2237	16.5206
60	7.42	0.4823	1.6990	0.9020	12.1768
90	7.42	0.4823	1.6990	0.7406	9.9981
120	7.42	0.4823	1.6990	0.6400	8.6405
150	7.42	0.4823	1.6990	0.5700	7.6948
180	7.42	0.4823	1.6990	0.5177	6.9893
210	7.42	0.4823	1.6990	0.4921	6.6437
240	7.42	0.4823	1.6990	0.4563	6.1601
270	7.42	0.4823	1.6990	0.4269	5.7628
300	7.42	0.4823	1.6990	0.4021	5.4292
330	7.42	0.4823	1.6990	0.3810	5.1441
360	7.42	0.4823	1.6990	0.3627	4.8969

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	2.0000	1.2237	17.8390
60	7.42	0.4823	2.0000	0.9020	13.1486
90	7.42	0.4823	2.0000	0.7406	10.7960
120	7.42	0.4823	2.0000	0.6400	9.3300
150	7.42	0.4823	2.0000	0.5700	8.3089
180	7.42	0.4823	2.0000	0.5177	7.5471
210	7.42	0.4823	2.0000	0.4921	7.1739
240	7.42	0.4823	2.0000	0.4563	6.6516
270	7.42	0.4823	2.0000	0.4269	6.2227
300	7.42	0.4823	2.0000	0.4021	5.8624
330	7.42	0.4823	2.0000	0.3810	5.5546
360	7.42	0.4823	2.0000	0.3627	5.2876

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	2.3010	1.2237	19.1573
60	7.42	0.4823	2.3010	0.9020	14.1203
90	7.42	0.4823	2.3010	0.7406	11.5938
120	7.42	0.4823	2.3010	0.6400	10.0196
150	7.42	0.4823	2.3010	0.5700	8.9230
180	7.42	0.4823	2.3010	0.5177	8.1049
210	7.42	0.4823	2.3010	0.4921	7.7040
240	7.42	0.4823	2.3010	0.4563	7.1432
270	7.42	0.4823	2.3010	0.4269	6.6826
300	7.42	0.4823	2.3010	0.4021	6.2957
330	7.42	0.4823	2.3010	0.3810	5.9651
360	7.42	0.4823	2.3010	0.3627	5.6784

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	2.6990	1.2237	20.9001
60	7.42	0.4823	2.6990	0.9020	15.4049
90	7.42	0.4823	2.6990	0.7406	12.6485
120	7.42	0.4823	2.6990	0.6400	10.9311
150	7.42	0.4823	2.6990	0.5700	9.7347
180	7.42	0.4823	2.6990	0.5177	8.8422
210	7.42	0.4823	2.6990	0.4921	8.4049
240	7.42	0.4823	2.6990	0.4563	7.7931
270	7.42	0.4823	2.6990	0.4269	7.2905
300	7.42	0.4823	2.6990	0.4021	6.8684
330	7.42	0.4823	2.6990	0.3810	6.5077
360	7.42	0.4823	2.6990	0.3627	6.1950

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	7.42	0.4823	3.0000	1.2237	22.2185
60	7.42	0.4823	3.0000	0.9020	16.3766
90	7.42	0.4823	3.0000	0.7406	13.4464
120	7.42	0.4823	3.0000	0.6400	11.6206
150	7.42	0.4823	3.0000	0.5700	10.3488

180	7.42	0.4823	3.0000	0.5177	9.4000
210	7.42	0.4823	3.0000	0.4921	8.9351
240	7.42	0.4823	3.0000	0.4563	8.2847
270	7.42	0.4823	3.0000	0.4269	7.7504
300	7.42	0.4823	3.0000	0.4021	7.3017
330	7.42	0.4823	3.0000	0.3810	6.9182
360	7.42	0.4823	3.0000	0.3627	6.5858

3.1.2.1.5. Resultados Obtenidos del Análisis de Distribución de Frecuencias

De acuerdo a los resultados obtenidos, presentamos en los siguientes cuadros comparativos las precipitaciones para los tres métodos analizados, para diferentes años de periodo de retorno

ESTACION	DISTRIBUCION DE MAYOR AJUSTE	PERIODOS DE RETORNO								
		2	5	10	25	50	100	200	500	1000
LAMBAYEQUE	Log Pearson Tipo III	7.59	17.38	27.27	44.68	61.86	83.37	109.91	138.34	219.59
FERREÑAFE	Log Pearson Tipo III	8.57	21.89	37.64	70.04	106.97	159.13	231.80	264.06	327.87
CHICLAYO	Log Pearson Tipo III	26.48	57.85	87.73	137.40	184.06	239.84	306.57	361.74	386.49
PUCALA	Log Pearson Tipo III	7.48	16.41	25.16	40.18	54.68	72.52	94.28	106.33	110.59
TINAJONES	Log Pearson Tipo III	14.80	34.19	52.42	82.07	109.18	140.68	177.19	256.92	341.68
REQUE	Log Pearson Tipo III	7.14	15.90	25.19	42.56	60.86	84.93	116.52	155.74	200.25
PIMENTEL	Log Pearson Tipo III	34.20	74.75	113.31	177.52	237.86	310.11	396.20	492.04	512.35
PUCHACA	Log Pearson Tipo III	34.02	70.36	100.38	144.11	180.29	219.02	260.60	326.95	413.93
TOCMOCHE	Log Pearson Tipo III	44.58	77.32	94.98	112.25	121.95	129.48	135.39	159.72	172.95
LLAMA	Log Pearson Tipo III	39.71	56.83	67.36	79.76	88.36	96.43	104.13	121.62	149.39
HUAMBOS	Log Pearson Tipo III	47.90	63.94	72.45	81.25	86.69	91.35	95.38	99.06	105.32
SANTA CRUZ	Log Pearson Tipo III	35.18	48.09	56.77	67.89	76.28	84.77	93.45	104.34	112.55
CHANCAY BAÑOS	Log Pearson Tipo III	48.25	60.60	67.39	74.78	79.59	83.90	87.83	97.30	106.91
CHUGUR	Log Pearson Tipo III	44.61	55.85	61.43	66.95	70.23	72.96	75.26	86.14	92.11
QUILCATE	Log Pearson Tipo III	24.62	32.66	37.63	43.59	47.82	51.89	55.86	61.92	69.87
COCHABAMBA	Log Pearson Tipo III	52.01	67.88	75.40	82.44	86.38	89.47	91.96	98.34	101.92

ESTACION	DISTRIBUCION DE MAYOR AJUSTE	PERIODOS DE RETORNO								
		2	5	10	25	50	100	200	500	1000
LAMBAYEQUE	IILA-SENAMHI-UNI	27.33	41.02	51.38	65.07	75.43	85.79	96.15	109.84	120.20
FERREÑAFE	IILA-SENAMHI-UNI	20.48	33.27	42.95	55.75	65.42	75.10	84.78	97.57	107.25
CHICLAYO	IILA-SENAMHI-UNI	25.25	38.70	48.88	62.33	72.50	82.68	92.85	106.30	116.48
PUCALA	IILA-SENAMHI-UNI	13.75	25.18	33.83	45.26	53.91	62.56	71.21	82.64	91.29
TINAJONES	IILA-SENAMHI-UNI	13.46	24.82	33.41	44.77	53.36	61.95	70.54	81.89	90.48
REQUE	IILA-SENAMHI-UNI	27.59	41.31	51.69	65.41	75.79	86.17	96.55	110.27	120.65
PIMENTEL	IILA-SENAMHI-UNI	29.91	43.88	54.44	68.40	78.97	89.53	100.09	114.06	124.62
PUCHACA	IILA-SENAMHI-UNI	43.90	56.47	65.97	78.54	88.04	97.55	107.05	119.62	129.12
TOCMOCHE	IILA-SENAMHI-UNI	46.59	58.74	67.93	80.09	89.28	98.47	107.66	119.81	129.00
LLAMA	IILA-SENAMHI-UNI	46.53	54.17	59.94	67.58	73.35	79.13	84.90	92.54	98.31
HUAMBOS	IILA-SENAMHI-UNI	46.98	54.63	60.41	68.06	73.84	79.63	85.41	93.06	98.84
SANTA CRUZ	IILA-SENAMHI-UNI	46.17	53.79	59.56	67.18	72.95	78.72	84.48	92.11	97.87
CHANÇAY BAÑOS	IILA-SENAMHI-UNI	44.53	52.11	57.84	65.42	71.15	76.88	82.62	90.19	95.93
CHUGUR	IILA-SENAMHI-UNI	49.20	56.91	62.74	70.44	76.27	82.10	87.93	95.64	101.47
QUILCATE	IILA-SENAMHI-UNI	40.64	48.11	53.75	61.21	66.86	72.50	78.14	85.61	91.25
COCHABAMBA	IILA-SENAMHI-UNI	45.35	52.95	58.70	66.30	72.05	77.80	83.55	91.15	96.90

3.1.2.2. Hidrología del Río La Leche

3.1.2.2.1. Información Pluviométrica

Las fuentes de obtención de los datos de Precipitación, son las estaciones Pluviométricas, constituyéndose esta información en el fundamento principal de todo el análisis pluviométrico realizado, luego los resultados obtenidos están en dependencia de la cantidad de los datos disponibles.

El análisis pluviométrico se desarrolló con datos correspondientes a las precipitaciones máximas diarias anuales de las siguientes estaciones pluviométricas:

N° ORDEN	ESTACION PLUVIOMETRICA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m.)	CUENCA
1	JAYANCA	6°23' S	78°50' W	53.00	MOTUPE
2	PUCHACA	6°21' S	79°28' W	500.00	LA LECHE
3	FERREÑAFE	6°38' S	79°47' W	67.00	CHANCAY
4	TOCMOCHE	6°25' S	79°22' W	1250.00	LE LECHE
5	INCAHUASI	6°14' S	78°19' W	3100.00	LA LECHE
6	TINAJONES	6°40' S	79°29' W	240.00	CHANCAY

3.1.2.2.2. Información Hidrométrica

La única estación hidrométrica que se tiene en la cuenca de río La Leche es la estación de aforos de Puchaca, se cuenta con datos de caudales máximos medios diarios anuales, incluso hasta el evento extraordinario de 1998, los mismos que también han sido utilizados para tener una referencia importante de dichos caudales provenientes de la parte alta de la cuenca.

3.1.2.2.3. Análisis de las Precipitaciones

El análisis está orientado a encontrar la distribución de frecuencias de valores extremos que más se ajuste a los datos observados para cada estación, obteniéndose los resultados de acuerdo al comportamiento de la serie de datos de cada estación. Este análisis incluye los valores extremos de los años extraordinarios de 1983 y 1998.

Cabe señalar que cuando se trata de estaciones Pluviométricas ubicadas en la costa se registran valores de precipitación muy altos en años donde ocurre el Fenómeno del Niño en comparación con los años normales. Esta situación no es muy marcada en aquellas estaciones ubicadas en zonas altas, ya que en estas zonas las precipitaciones que se registran en años normales no muestran una marcada diferencia respecto a los valores de precipitación de avenidas extraordinarias como las del Fenómeno del Niño.

3.1.2.2.4. Métodos para Determinar los Datos Faltantes de las Precipitaciones Máximas

Frecuentemente en las precipitaciones faltan datos en los registros de las

lluvias, esto se debe principalmente al ausentismo del operador o a fallas instrumentales, entre otras. Se llama correlación a la operación por el cual se completan los datos faltantes, para ello se utilizan los datos de las estaciones índices que si tienen datos completos y que se seleccionan de modo que estén lo más cerca y sean de altitud parecida a la estación en estudio. Distancia y altitud pues son los factores principales para la selección de las estaciones índices.

La Cuenca del Río La Leche se encuentra bajo la influencia del clima del Pacífico y del Atlántico. Las Precipitaciones relativamente escasas en la zona cercana a la Costa se deben principalmente a las temperaturas de las aguas de la Costa Norte del Perú, mientras que en las precipitaciones en la parte superior dependen del clima de la cuenca del Amazonas y de la humedad proveniente del Pacífico.

Para el caso de la Cuenca del Río La Leche se tiene los siguientes datos de las precipitaciones máximas en 24 horas con las que trabajaran en el presente estudio:

AÑOS	ESTACIONES PLUVIOMETRICAS DE LA CUENCA DEL RIO LA LECHE					
	JAYANCA	FERREÑAFE	PUCHACA	INCAHUASI	TOCMOCHE	TINAJONES
1965	21.80	16.00	40.00	28.00	55.00	44.20
1966	5.90	3.00	24.30	21.00	12.00	19.80
1967	12.50	6.00	31.50	34.50	94.00	2.60
1968	5.90	2.00	8.80	24.00	4.50	47.30
1969	8.90	9.00	95.40	28.00	48.00	9.10
1970	3.40	3.20	14.30	33.00	25.00	93.20
1971	30.90	21.70	59.00	53.00	45.00	22.50
1972	112.50	65.00	147.00	37.00	60.00	34.50
1973	18.80	16.60	58.70	55.00	35.00	5.00
1974	4.30	2.00	27.50	30.50	20.00	2.10
1975	29.30	9.00	60.30	81.00	70.00	NP
1976	14.40	6.00	62.70	26.50	35.00	NP
1977	9.30	10.00	60.00	36.00	100.40	NP
1978	15.40	2.00	101.50	25.50	40.00	NP
1979	5.00	3.00	40.10	17.00	55.00	NP
1980	4.00	4.00	11.10	33.50	20.00	NP
1981	35.00	32.00	20.30	39.00	30.00	NP
1982	11.50	5.00	23.20	40.50	60.00	NP

1983	110.00	NP	150.00	34.50	76.00	NP
1984	35.20	6.00	30.20	33.50	36.00	NP
1985	7.60	NP	6.10	20.00	25.00	NP
1986	6.30	NP	8.20	34.00	20.00	NP
1987	19.70	NP	60.20	45.00	40.00	NP
1988	6.40	NP	9.70	43.50	28.00	NP
1989	10.50	NP	51.50	62.00	45.00	NP
1990	6.50	NP	8.50	31.50	15.00	NP
1991	6.40	NP	4.20	21.50	5.20	NP
1992	28.10	NP	12.90	22.00	61.00	NP
1993	27.10	NP	60.90	36.60	47.00	NP
1994	23.60	3.00	96.20	26.50	12.00	NP
1995	19.50	13.00	65.30	21.50	7.00	1.40
1996	7.70	2.00	30.30	21.60	32.00	9.40
1997	16.30	9.90	30.00	26.20	85.00	17.40
1998	96.30	180.80	150.50	30.70	106.00	116.30
1999	52.47	12.40	20.54	25.85	52.20	26.35
2000	23.58	1.60	30.55	20.50	116.20	11.32
2001	15.87	36.60	42.57	22.30	74.40	21.41
2002	8.54	48.90	70.30	21.25	64.00	12.39
2003	5.87	5.30	6.55	26.63	83.60	24.00
2004	2.87	3.60	124.40	29.80	118.00	13.56
2005	4.35	2.20	20.32	30.44	36.90	21.12
2006	18.85	8.40	40.30	25.69	44.00	14.85
2007	10.55	6.50	20.80	24.33	33.00	25.47
2008	20.87	21.00	54.40	25.06	108.60	34.89
2009	14.20	18.50	56.30	21.70	53.90	17.25
2010	14.25	12.58	47.50	24.44	45.80	22.21
2011	24.30	19.70	35.20	32.30	64.50	19.50
2012	27.50	15.20	20.50	33.40	50.50	38.20
2013	23.20	5.70	10.50	28.80	23.60	18.70
2014	8.20	10.60	9.60	20.60	15.40	27.50
2015	30.30	12.50	50.20	15.00	73.60	15.20
2016	22.40	17.40	22.40	48.50	2.60	20.60
2017	88.60	51.10	119.10	60.70	98.40	75.40
MAXIMA	112.50	180.80	150.50	81.00	118.00	116.30

3.1.2.2.5. Resultados de los Métodos para la Estimación de los Datos Faltantes de las Precipitaciones Máximas

Para el presente estudio se elaboró una hoja de cálculo para determinar estos datos faltantes dando como resultado lo siguiente:

AÑOS	ESTACIONES PLUVIOMETRICAS DE LA CUENCA DEL RIO LA LECHE
------	---

	JAYANCA	FERREÑAFE	PUCHACA	INCAHUASI	TOCMOCHE	TINAJONES
1965	21.80	16.00	40.00	28.00	55.00	44.20
1966	5.90	3.00	24.30	21.00	12.00	19.80
1967	12.50	6.00	31.50	34.50	94.00	2.60
1968	5.90	2.00	8.80	24.00	4.50	47.30
1969	8.90	9.00	95.40	28.00	48.00	9.10
1970	3.40	3.20	14.30	33.00	25.00	93.20
1971	30.90	21.70	59.00	53.00	45.00	22.50
1972	112.50	65.00	147.00	37.00	60.00	34.50
1973	18.80	16.60	58.70	55.00	35.00	5.00
1974	4.30	2.00	27.50	30.50	20.00	2.10
1975	29.30	9.00	60.30	81.00	70.00	43.98
1976	14.40	6.00	62.70	26.50	35.00	23.67
1977	9.30	10.00	60.00	36.00	100.40	32.66
1978	15.40	2.00	101.50	25.50	40.00	30.03
1979	5.00	3.00	40.10	17.00	55.00	18.34
1980	4.00	4.00	11.10	33.50	20.00	12.55
1981	35.00	32.00	20.30	39.00	30.00	25.63
1982	11.50	5.00	23.20	40.50	60.00	23.45
1983	110.00	46.21	150.00	34.50	76.00	72.00
1984	35.20	6.00	30.20	33.50	36.00	26.78
1985	7.60	6.90	6.10	20.00	25.00	10.75
1986	6.30	8.30	8.20	34.00	20.00	12.93
1987	19.70	18.91	60.20	45.00	40.00	29.45
1988	6.40	10.44	9.70	43.50	28.00	16.26
1989	10.50	19.07	51.50	62.00	45.00	29.71
1990	6.50	7.59	8.50	31.50	15.00	11.82
1991	6.40	4.97	4.20	21.50	5.20	7.74
1992	28.10	14.87	12.90	22.00	61.00	23.16
1993	27.10	19.86	60.90	36.60	47.00	30.95
1994	23.60	3.00	96.20	26.50	12.00	28.11
1995	19.50	13.00	65.30	21.50	7.00	1.40
1996	7.70	2.00	30.30	21.60	32.00	9.40
1997	16.30	9.90	30.00	26.20	85.00	17.40
1998	96.30	180.80	150.50	30.70	106.00	116.30
1999	52.47	12.40	20.54	25.85	52.20	26.35
2000	23.58	1.60	30.55	20.50	116.20	11.32
2001	15.87	36.60	42.57	22.30	74.40	21.41
2002	8.54	48.90	70.30	21.25	64.00	12.39
2003	5.87	5.30	6.55	26.63	83.60	24.00
2004	2.87	3.60	124.40	29.80	118.00	13.56
2005	4.35	2.20	20.32	30.44	36.90	21.12
2006	18.85	8.40	40.30	25.69	44.00	14.85
2007	10.55	6.50	20.80	24.33	33.00	25.47
2008	20.87	21.00	54.40	25.06	108.60	34.89
2009	14.20	18.50	56.30	21.70	53.90	17.25

2010	14.25	12.58	47.50	24.44	45.80	22.21
2011	24.30	19.70	35.20	32.30	64.50	19.50
2012	27.50	15.20	20.50	33.40	50.50	38.20
2013	23.20	5.70	10.50	28.80	23.60	18.70
2014	8.20	10.60	9.60	20.60	15.40	27.50
2015	30.30	12.50	50.20	15.00	73.60	15.20
2016	22.40	17.40	22.40	48.50	2.60	20.60
2017	88.60	51.10	119.10	60.70	98.40	75.40
MAX.	112.50	180.80	150.50	81.00	118.00	116.30

3.1.2.2.6. Cálculo de Ajuste y Periodo de Retorno para Precipitaciones Máximas t = 24 horas

3.1.2.2.6.1. Estación Jayanca

ANÁLISIS DE MÁXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA JAYANCA

m	X (mm)	Y = Log X	Y -Yy	(Y -Yy) ³	Tr (en años)
1.00	112.50	2.051	0.879	0.679	54.000
2.00	110.00	2.041	0.869	0.657	27.000
3.00	96.30	1.984	0.811	0.534	18.000
4.00	88.60	1.947	0.775	0.466	13.500
5.00	52.47	1.720	0.548	0.164	10.800
6.00	35.20	1.547	0.374	0.052	9.000
7.00	35.00	1.544	0.372	0.051	7.714
8.00	30.90	1.490	0.318	0.032	6.750
9.00	30.30	1.481	0.309	0.030	6.000
10.00	29.30	1.467	0.295	0.026	5.400
11.00	28.10	1.449	0.277	0.021	4.909
12.00	27.50	1.439	0.267	0.019	4.500
13.00	27.10	1.433	0.261	0.018	4.154
14.00	24.30	1.386	0.213	0.010	3.857
15.00	23.60	1.373	0.201	0.008	3.600
16.00	23.58	1.373	0.200	0.008	3.375
17.00	23.20	1.365	0.193	0.007	3.176
18.00	22.40	1.350	0.178	0.006	3.000
19.00	21.80	1.338	0.166	0.005	2.842
20.00	20.87	1.320	0.147	0.003	2.700
21.00	19.70	1.294	0.122	0.002	2.571
22.00	19.50	1.290	0.118	0.002	2.455
23.00	18.85	1.275	0.103	0.001	2.348
24.00	18.80	1.274	0.102	0.001	2.250
25.00	16.30	1.212	0.040	0.000	2.160
26.00	15.87	1.201	0.028	0.000	2.077
27.00	15.40	1.188	0.015	0.000	2.000
28.00	14.40	1.158	-0.014	0.000	1.929
29.00	14.25	1.154	-0.018	0.000	1.862
30.00	14.20	1.152	-0.020	0.000	1.800
31.00	12.50	1.097	-0.075	0.000	1.742
32.00	11.50	1.061	-0.112	-0.001	1.688

33.00	10.55	1.023	-0.149	-0.003	1.636
34.00	10.50	1.021	-0.151	-0.003	1.588
35.00	9.30	0.968	-0.204	-0.008	1.543
36.00	8.90	0.949	-0.223	-0.011	1.500
37.00	8.54	0.931	-0.241	-0.014	1.459
38.00	8.20	0.914	-0.258	-0.017	1.421
39.00	7.70	0.886	-0.286	-0.023	1.385
40.00	7.60	0.881	-0.291	-0.025	1.350
41.00	6.50	0.813	-0.359	-0.046	1.317
42.00	6.40	0.806	-0.366	-0.049	1.286
43.00	6.40	0.806	-0.366	-0.049	1.256
44.00	6.30	0.799	-0.373	-0.052	1.227
45.00	5.90	0.771	-0.401	-0.065	1.200
46.00	5.90	0.771	-0.401	-0.065	1.174
47.00	5.87	0.769	-0.404	-0.066	1.149
48.00	5.00	0.699	-0.473	-0.106	1.125
49.00	4.35	0.638	-0.534	-0.152	1.102
50.00	4.30	0.633	-0.539	-0.156	1.080
51.00	4.00	0.602	-0.570	-0.185	1.059
52.00	3.40	0.531	-0.641	-0.263	1.038
53.00	2.87	0.458	-0.714	-0.364	1.019
				1.076	

$$\begin{aligned} \sum x &= 1192.77 \\ Xx &= 22.51 \\ \sigma x &= 25.22 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 62.13 \\ Yy &= 1.17 \\ \sigma y &= 0.384 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 1192.77 \\ Xx &= 22.51 \\ \sigma x &= 25.22 \end{aligned}$$

1.- Del cuadro N° 34, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces : } Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 65.64$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -13.58$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = -13.58 + 65.64 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.500	0.365	10.38
5	20.00	80.00	0.800	1.500	84.88
10	10.00	90.00	0.900	2.250	134.11
25	4.00	96.00	0.960	3.199	196.40
50	2.00	98.00	0.980	3.900	242.41
100	1.00	99.00	0.990	4.600	288.35
200	0.50	99.50	0.995	5.325	335.94
500	0.20	99.80	0.998	6.497	412.87
1000	0.10	99.90	0.999	7.000	445.88

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 62.13$$

$$Yy = 1.17$$

$$\sigma y = 0.384$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CSy = \frac{N x \sum (Y - Yy)^3}{(N - 1) x (N - 2) x \sigma_y^3}$$

$$\text{Luego: } CSy = 0.3791$$

2.- Se calcula el coeficiente de variación : $Cv = \sigma_y / Y_y$

Por lo tanto : $Cv = 0.3277$

3.- Luego la ecuación de predicción será :

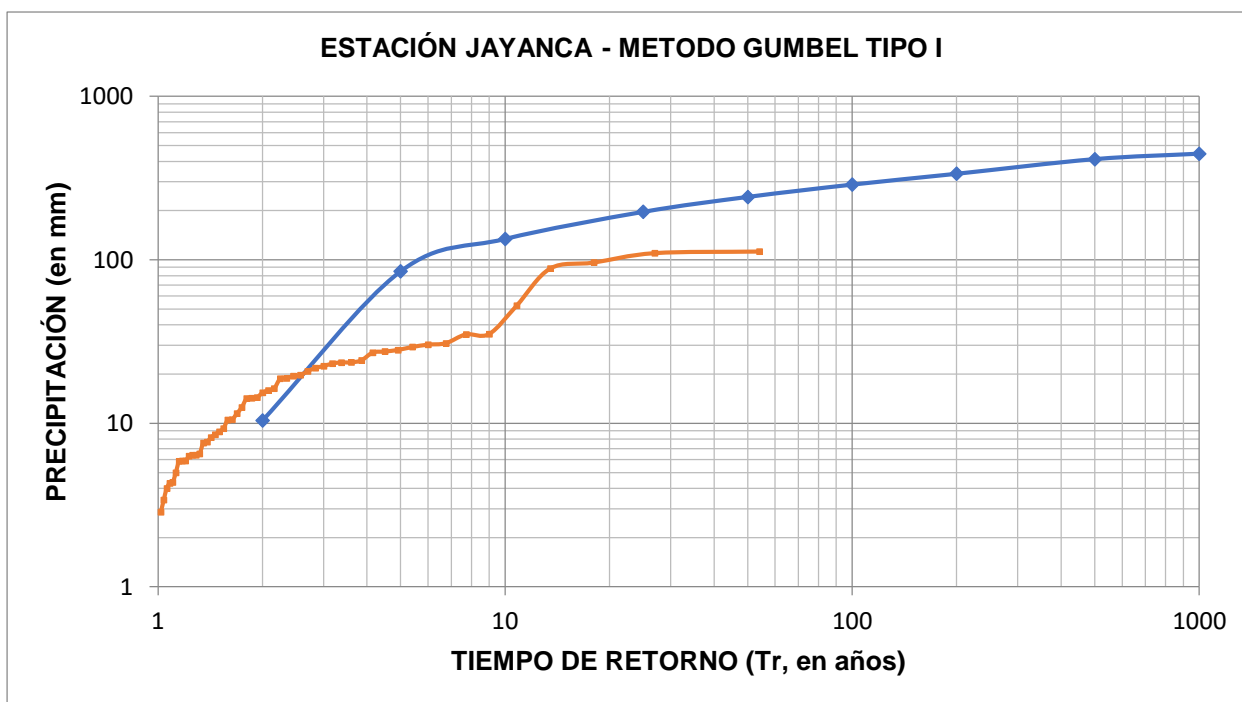
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

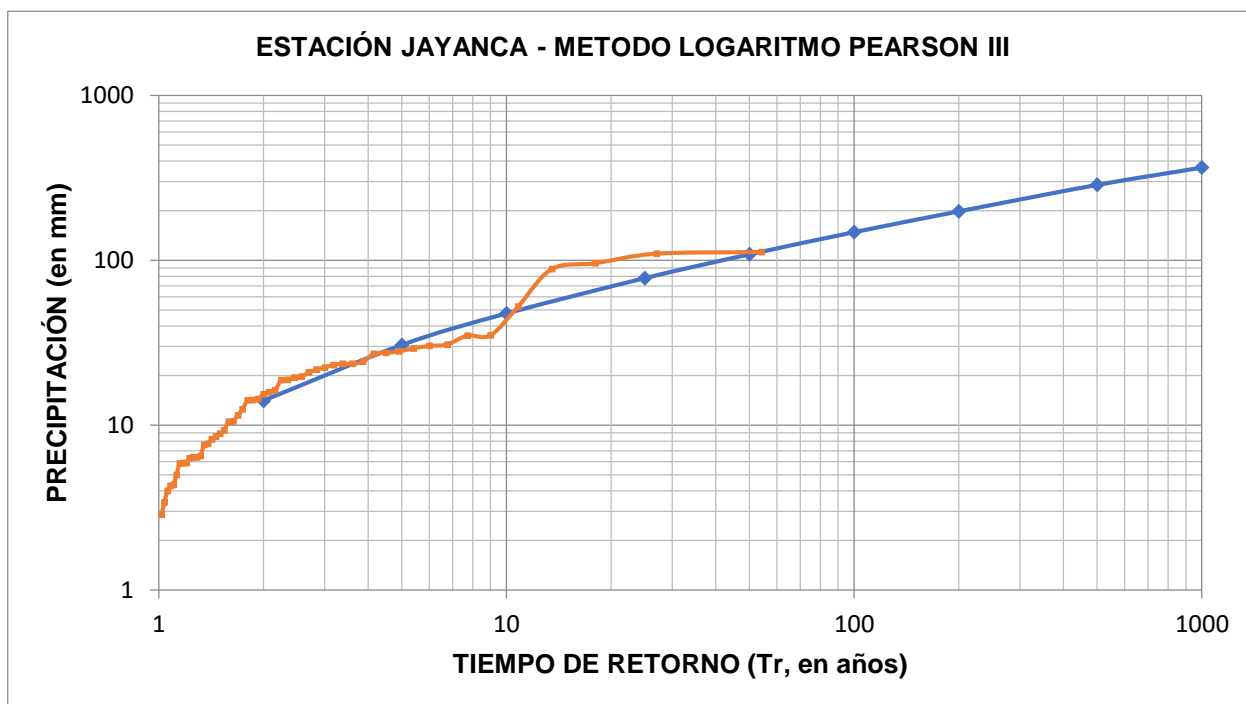
Entonces : $\text{Log} Y = 1.17 + 0.384 * K$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.379)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.063	1.148	14.07
5	20.00	80.00	0.817	1.486	30.64
10	10.00	90.00	1.315	1.678	47.59
25	4.00	96.00	1.873	1.892	77.97
50	2.00	98.00	2.250	2.037	108.81
100	1.00	99.00	2.600	2.171	148.26
200	0.50	99.50	2.929	2.298	198.43
500	0.20	99.80	3.348	2.458	287.34
1000	0.10	99.90	3.621	2.563	365.82

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION JAYANCA





RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION JAYANCA		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	10.38	14.07
5	84.88	30.64
10	134.11	47.59
25	196.40	77.97
50	242.41	108.81
100	288.35	148.26
200	335.94	198.43
500	412.87	287.34
1000	445.88	365.82

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA JAYANCA

(Tr = 2 años)

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	14.07	14.07	14.07
90	9.38	9.38	4.69
120	7.03	7.03	2.34
150	5.63	5.63	1.41
180	4.69	4.69	0.94
210	4.02	4.02	0.67
240	3.52	3.52	0.50
270	3.13	3.13	0.39
300	2.81	2.81	0.31
330	2.56	2.56	0.26
360	2.34	2.34	0.21

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	30.64	30.64	30.64
90	20.42	20.42	10.21
120	15.32	15.32	5.11
150	12.25	12.25	3.06
180	10.21	10.21	2.04
210	8.75	8.75	1.46
240	7.66	7.66	1.09
270	6.81	6.81	0.85
300	6.13	6.13	0.68
330	5.57	5.57	0.56
360	5.11	5.11	0.46

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	47.59	47.59	47.59
90	31.73	31.73	15.86
120	23.79	23.79	7.93
150	19.04	19.04	4.76
180	15.86	15.86	3.17
210	13.60	13.60	2.27
240	11.90	11.90	1.70
270	10.58	10.58	1.32
300	9.52	9.52	1.06

330	8.65	8.65	0.87
360	7.93	7.93	0.72

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	77.97	77.97	77.97
90	51.98	51.98	25.99
120	38.99	38.99	13.00
150	31.19	31.19	7.80
180	25.99	25.99	5.20
210	22.28	22.28	3.71
240	19.49	19.49	2.78
270	17.33	17.33	2.17
300	15.59	15.59	1.73
330	14.18	14.18	1.42
360	13.00	13.00	1.18

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	108.81	108.81	108.81
90	72.54	72.54	36.27
120	54.41	54.41	18.14
150	43.53	43.53	10.88
180	36.27	36.27	7.25
210	31.09	31.09	5.18
240	27.20	27.20	3.89
270	24.18	24.18	3.02
300	21.76	21.76	2.42
330	19.78	19.78	1.98
360	18.14	18.14	1.65

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	148.26	148.26	148.26
90	98.84	98.84	49.42
120	74.13	74.13	24.71

150	59.30	59.30	14.83
180	49.42	49.42	9.88
210	42.36	42.36	7.06
240	37.07	37.07	5.30
270	32.95	32.95	4.12
300	29.65	29.65	3.29
330	26.96	26.96	2.70
360	24.71	24.71	2.25

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	198.43	198.43	198.43
90	132.29	132.29	66.14
120	99.21	99.21	33.07
150	79.37	79.37	19.84
180	66.14	66.14	13.23
210	56.69	56.69	9.45
240	49.61	49.61	7.09
270	44.10	44.10	5.51
300	39.69	39.69	4.41
330	36.08	36.08	3.61
360	33.07	33.07	3.01

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	287.34	287.34	287.34
90	191.56	191.56	95.78
120	143.67	143.67	47.89
150	114.93	114.93	28.73
180	95.78	95.78	19.16
210	82.10	82.10	13.68
240	71.83	71.83	10.26
270	63.85	63.85	7.98
300	57.47	57.47	6.39
330	52.24	52.24	5.22
360	47.89	47.89	4.35

(Tr = 1000 años)			
-------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	365.82	365.82	365.82
90	243.88	243.88	121.94
120	182.91	182.91	60.97
150	146.33	146.33	36.58
180	121.94	121.94	24.39
210	104.52	104.52	17.42
240	91.45	91.45	13.06
270	81.29	81.29	10.16
300	73.16	73.16	8.13
330	66.51	66.51	6.65
360	60.97	60.97	5.54

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P_{24} ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 9
 SUB ZONA= 9₃
 UBICACIÓN: 6°23' S 78°50' W

Entonces :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) \quad Dm \leq 110$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

$$Dm = 52 \text{ km}$$

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P_{24} :

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)$$

$$Eg = 3.45$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

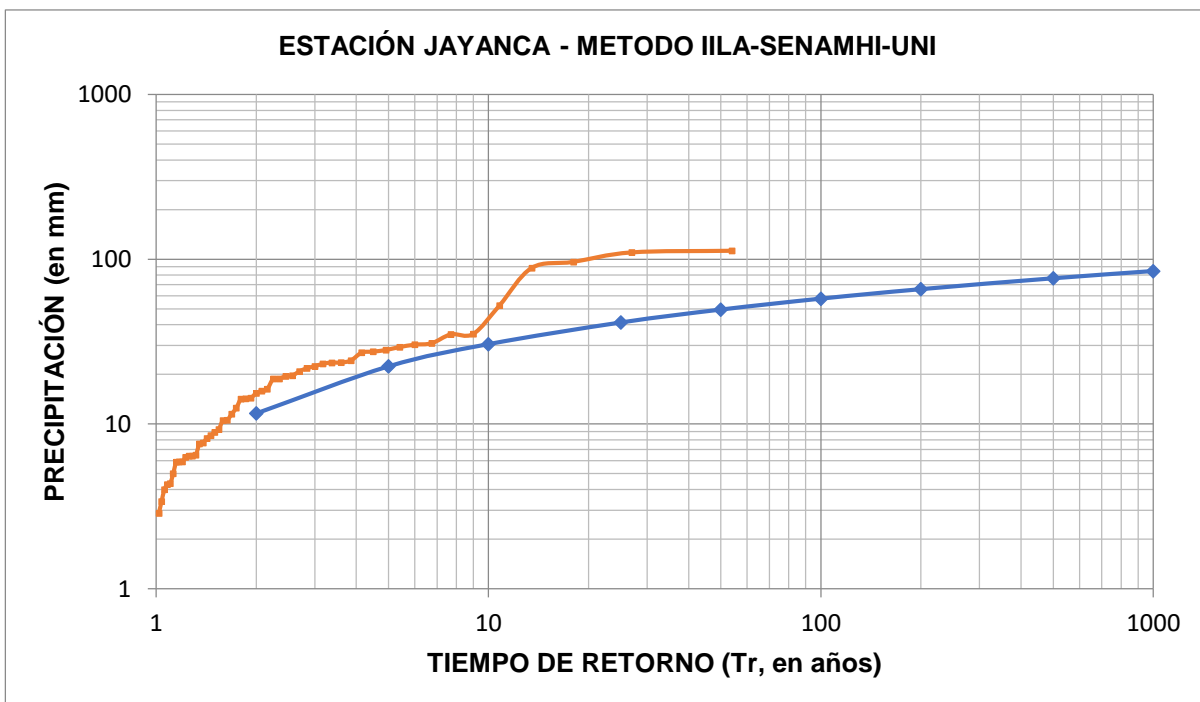
$$K_g = 7.853012474$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + K_x \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	3.45	7.85	0.3010	11.61
5	3.45	7.85	0.6990	22.39
10	3.45	7.85	1.0000	30.54
25	3.45	7.85	1.3979	41.32
50	3.45	7.85	1.6990	49.48
100	3.45	7.85	2.0000	57.64
200	3.45	7.85	2.3010	65.79
500	3.45	7.85	2.6990	76.57
1000	3.45	7.85	3.0000	84.73

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION JAYANCA



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION JAYANCA	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	11.61
5	22.39
10	30.54
25	41.32
50	49.48
100	57.64
200	65.79
500	76.57
1000	84.73

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA JAYANCA

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

$$n = 0.434$$

$$a = 5.80 + 0.0009Y$$

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

$$Y = 53.00$$

$$a = 5.80 + 0.0009Y$$

$$a = 5.8477$$

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

$$b = 0.2 \text{ horas} \quad (\text{costa, norte y selva})$$

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	0.3010	1.2237	24.0721
60	5.8477	7.8530	0.3010	0.9020	17.7429
90	5.8477	7.8530	0.3010	0.7406	14.5682
120	5.8477	7.8530	0.3010	0.6400	12.5901
150	5.8477	7.8530	0.3010	0.5700	11.2121
180	5.8477	7.8530	0.3010	0.5177	10.1842
210	5.8477	7.8530	0.3010	0.4921	9.6805
240	5.8477	7.8530	0.3010	0.4563	8.9758
270	5.8477	7.8530	0.3010	0.4269	8.3970
300	5.8477	7.8530	0.3010	0.4021	7.9108
330	5.8477	7.8530	0.3010	0.3810	7.4954
360	5.8477	7.8530	0.3010	0.3627	7.1352

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	0.6990	1.2237	46.4343
60	5.8477	7.8530	0.6990	0.9020	34.2253
90	5.8477	7.8530	0.6990	0.7406	28.1015
120	5.8477	7.8530	0.6990	0.6400	24.2858
150	5.8477	7.8530	0.6990	0.5700	21.6278
180	5.8477	7.8530	0.6990	0.5177	19.6449
210	5.8477	7.8530	0.6990	0.4921	18.6733
240	5.8477	7.8530	0.6990	0.4563	17.3140
270	5.8477	7.8530	0.6990	0.4269	16.1974
300	5.8477	7.8530	0.6990	0.4021	15.2597

330	5.8477	7.8530	0.6990	0.3810	14.4584
360	5.8477	7.8530	0.6990	0.3627	13.7636

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	1.0000	1.2237	63.3506
60	5.8477	7.8530	1.0000	0.9020	46.6938
90	5.8477	7.8530	1.0000	0.7406	38.3391
120	5.8477	7.8530	1.0000	0.6400	33.1333
150	5.8477	7.8530	1.0000	0.5700	29.5069
180	5.8477	7.8530	1.0000	0.5177	26.8016
210	5.8477	7.8530	1.0000	0.4921	25.4761
240	5.8477	7.8530	1.0000	0.4563	23.6216
270	5.8477	7.8530	1.0000	0.4269	22.0982
300	5.8477	7.8530	1.0000	0.4021	20.8190
330	5.8477	7.8530	1.0000	0.3810	19.7256
360	5.8477	7.8530	1.0000	0.3627	18.7777

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	1.3979	1.2237	85.7127
60	5.8477	7.8530	1.3979	0.9020	63.1763
90	5.8477	7.8530	1.3979	0.7406	51.8725
120	5.8477	7.8530	1.3979	0.6400	44.8291
150	5.8477	7.8530	1.3979	0.5700	39.9226
180	5.8477	7.8530	1.3979	0.5177	36.2624
210	5.8477	7.8530	1.3979	0.4921	34.4690
240	5.8477	7.8530	1.3979	0.4563	31.9599
270	5.8477	7.8530	1.3979	0.4269	29.8987
300	5.8477	7.8530	1.3979	0.4021	28.1679
330	5.8477	7.8530	1.3979	0.3810	26.6886
360	5.8477	7.8530	1.3979	0.3627	25.4061

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	1.6990	1.2237	102.6290
60	5.8477	7.8530	1.6990	0.9020	75.6448
90	5.8477	7.8530	1.6990	0.7406	62.1100
120	5.8477	7.8530	1.6990	0.6400	53.6765
150	5.8477	7.8530	1.6990	0.5700	47.8018

180	5.8477	7.8530	1.6990	0.5177	43.4191
210	5.8477	7.8530	1.6990	0.4921	41.2718
240	5.8477	7.8530	1.6990	0.4563	38.2675
270	5.8477	7.8530	1.6990	0.4269	35.7995
300	5.8477	7.8530	1.6990	0.4021	33.7271
330	5.8477	7.8530	1.6990	0.3810	31.9559
360	5.8477	7.8530	1.6990	0.3627	30.4202

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	2.0000	1.2237	119.5454
60	5.8477	7.8530	2.0000	0.9020	88.1133
90	5.8477	7.8530	2.0000	0.7406	72.3476
120	5.8477	7.8530	2.0000	0.6400	62.5240
150	5.8477	7.8530	2.0000	0.5700	55.6809
180	5.8477	7.8530	2.0000	0.5177	50.5759
210	5.8477	7.8530	2.0000	0.4921	48.0746
240	5.8477	7.8530	2.0000	0.4563	44.5751
270	5.8477	7.8530	2.0000	0.4269	41.7004
300	5.8477	7.8530	2.0000	0.4021	39.2863
330	5.8477	7.8530	2.0000	0.3810	37.2231
360	5.8477	7.8530	2.0000	0.3627	35.4344

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	2.3010	1.2237	136.4617
60	5.8477	7.8530	2.3010	0.9020	100.5818
90	5.8477	7.8530	2.3010	0.7406	82.5852
120	5.8477	7.8530	2.3010	0.6400	71.3715
150	5.8477	7.8530	2.3010	0.5700	63.5601
180	5.8477	7.8530	2.3010	0.5177	57.7326
210	5.8477	7.8530	2.3010	0.4921	54.8774
240	5.8477	7.8530	2.3010	0.4563	50.8827
270	5.8477	7.8530	2.3010	0.4269	47.6012
300	5.8477	7.8530	2.3010	0.4021	44.8455
330	5.8477	7.8530	2.3010	0.3810	42.4904
360	5.8477	7.8530	2.3010	0.3627	40.4485

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	2.6990	1.2237	158.8238
60	5.8477	7.8530	2.6990	0.9020	117.0643
90	5.8477	7.8530	2.6990	0.7406	96.1185

120	5.8477	7.8530	2.6990	0.6400	83.0673
150	5.8477	7.8530	2.6990	0.5700	73.9757
180	5.8477	7.8530	2.6990	0.5177	67.1933
210	5.8477	7.8530	2.6990	0.4921	63.8702
240	5.8477	7.8530	2.6990	0.4563	59.2209
270	5.8477	7.8530	2.6990	0.4269	55.4017
300	5.8477	7.8530	2.6990	0.4021	52.1944
330	5.8477	7.8530	2.6990	0.3810	49.4534
360	5.8477	7.8530	2.6990	0.3627	47.0769

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8477	7.8530	3.0000	1.2237	175.7401
60	5.8477	7.8530	3.0000	0.9020	129.5328
90	5.8477	7.8530	3.0000	0.7406	106.3561
120	5.8477	7.8530	3.0000	0.6400	91.9147
150	5.8477	7.8530	3.0000	0.5700	81.8549
180	5.8477	7.8530	3.0000	0.5177	74.3501
210	5.8477	7.8530	3.0000	0.4921	70.6731
240	5.8477	7.8530	3.0000	0.4563	65.5285
270	5.8477	7.8530	3.0000	0.4269	61.3025
300	5.8477	7.8530	3.0000	0.4021	57.7536
330	5.8477	7.8530	3.0000	0.3810	54.7206
360	5.8477	7.8530	3.0000	0.3627	52.0910

3.1.2.2.6.2. Estación Ferreñafe

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA FERREÑAFE

m	X (mm)	Y = Log X	Y -Yy	(Y -Yy) ³	Tr (en años)
1.00	180.80	2.257	1.275	2.071	54.000
2.00	65.00	1.813	0.830	0.572	27.000
3.00	51.10	1.708	0.726	0.382	18.000
4.00	48.90	1.689	0.707	0.353	13.500
5.00	46.21	1.665	0.682	0.317	10.800
6.00	36.60	1.563	0.581	0.196	9.000
7.00	32.00	1.505	0.523	0.143	7.714
8.00	21.70	1.336	0.354	0.044	6.750
9.00	21.00	1.322	0.340	0.039	6.000
10.00	19.86	1.298	0.315	0.031	5.400
11.00	19.70	1.294	0.312	0.030	4.909
12.00	19.07	1.280	0.298	0.026	4.500
13.00	18.91	1.277	0.294	0.025	4.154
14.00	18.50	1.267	0.285	0.023	3.857
15.00	17.40	1.241	0.258	0.017	3.600
16.00	16.60	1.220	0.238	0.013	3.375
17.00	16.00	1.204	0.222	0.011	3.176
18.00	15.20	1.182	0.199	0.008	3.000

19.00	14.87	1.172	0.190	0.007	2.842
20.00	13.00	1.114	0.131	0.002	2.700
21.00	12.58	1.100	0.117	0.002	2.571
22.00	12.50	1.097	0.114	0.001	2.455
23.00	12.40	1.093	0.111	0.001	2.348
24.00	10.60	1.025	0.043	0.000	2.250
25.00	10.44	1.019	0.036	0.000	2.160
26.00	10.00	1.000	0.017	0.000	2.077
27.00	9.90	0.996	0.013	0.000	2.000
28.00	9.00	0.954	-0.028	0.000	1.929
29.00	9.00	0.954	-0.028	0.000	1.862
30.00	8.40	0.924	-0.058	0.000	1.800
31.00	8.30	0.919	-0.064	0.000	1.742
32.00	7.59	0.880	-0.102	-0.001	1.688
33.00	6.90	0.839	-0.144	-0.003	1.636
34.00	6.50	0.813	-0.170	-0.005	1.588
35.00	6.00	0.778	-0.204	-0.009	1.543
36.00	6.00	0.778	-0.204	-0.009	1.500
37.00	6.00	0.778	-0.204	-0.009	1.459
38.00	5.70	0.756	-0.227	-0.012	1.421
39.00	5.30	0.724	-0.258	-0.017	1.385
40.00	5.00	0.699	-0.284	-0.023	1.350
41.00	4.97	0.696	-0.287	-0.024	1.317
42.00	4.00	0.602	-0.381	-0.055	1.286
43.00	3.60	0.556	-0.426	-0.077	1.256
44.00	3.20	0.505	-0.477	-0.109	1.227
45.00	3.00	0.477	-0.505	-0.129	1.200
46.00	3.00	0.477	-0.505	-0.129	1.174
47.00	3.00	0.477	-0.505	-0.129	1.149
48.00	2.20	0.342	-0.640	-0.262	1.125
49.00	2.00	0.301	-0.682	-0.317	1.102
50.00	2.00	0.301	-0.682	-0.317	1.080
51.00	2.00	0.301	-0.682	-0.317	1.059
52.00	2.00	0.301	-0.682	-0.317	1.038
53.00	1.60	0.204	-0.778	-0.472	1.019
				1.578	

$$\begin{aligned} \sum x &= & \sum Y &= \\ Xx &= 897.09 & Yy &= 52.08 \\ \sigma x &= 16.93 & \sigma y &= 0.98 \\ &= 26.71 & &= 0.440 \\ N &= 53.00 & & \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 897.09 \\ Xx &= 328 \\ \sigma x &= \end{aligned}$$

16.93

26.71

1.- Del cuadro N° 34, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces :} \quad Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 60.64$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -16.41$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = -16.41 + 60.64 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.500	0.365	5.73
5	20.00	80.00	0.800	1.500	74.55
10	10.00	90.00	0.900	2.250	120.03
25	4.00	96.00	0.960	3.199	177.57
50	2.00	98.00	0.980	3.900	220.08
100	1.00	99.00	0.990	4.600	262.52
200	0.50	99.50	0.995	5.325	306.48
500	0.20	99.80	0.998	6.497	377.55
1000	0.10	99.90	0.999	7.000	408.05

METODO DE LOG PEARSON III

$$\begin{aligned} \sum Y &= \\ Y_y &= \end{aligned}$$

52.08

0.98

$$\sigma_y = 0.440$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = 0.3691**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.4482**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

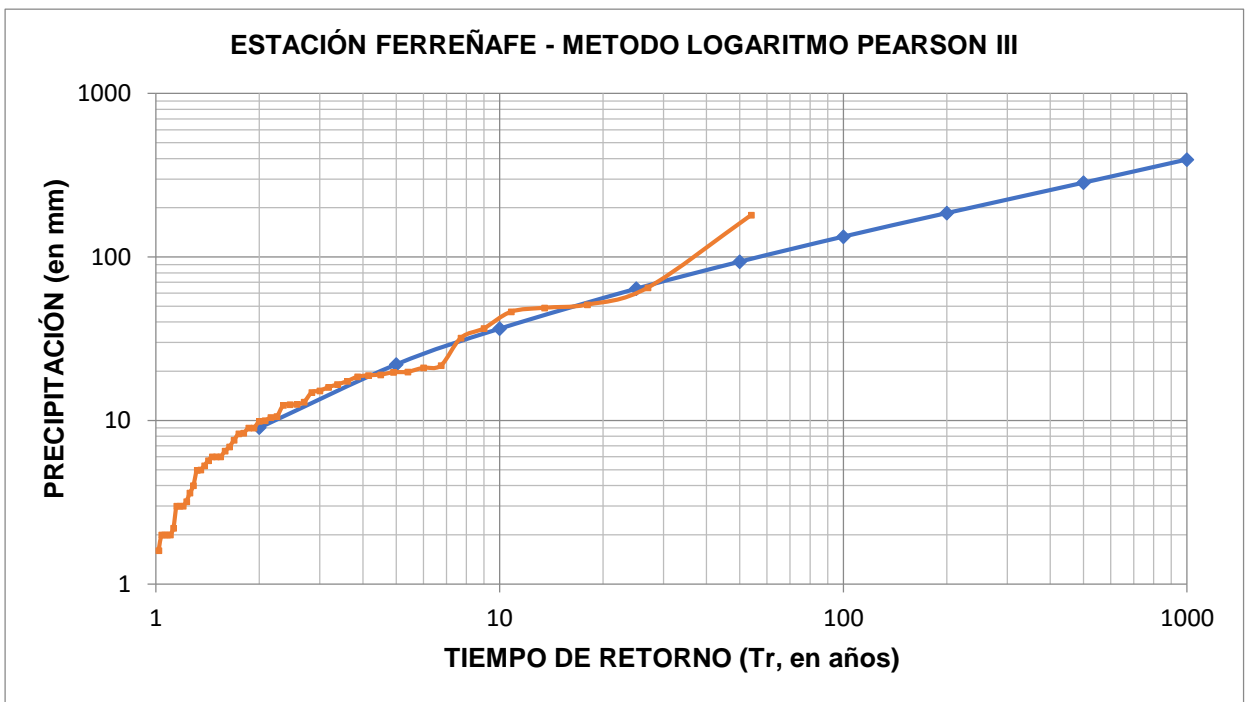
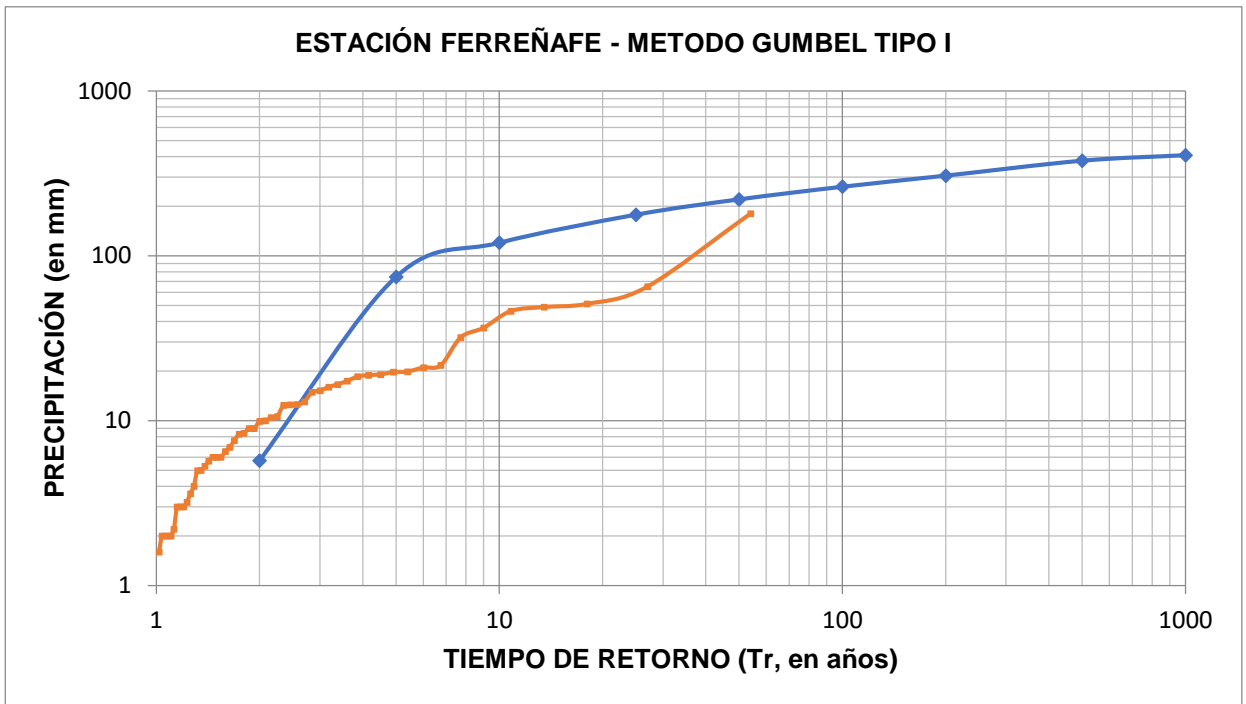
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

Entonces : **Log Y = 0.98 + 0.440 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.369)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.061	0.956	9.03
5	20.00	80.00	0.818	1.343	22.03
10	10.00	90.00	1.315	1.562	36.44
25	4.00	96.00	1.870	1.806	64.03
50	2.00	98.00	2.245	1.971	93.64
100	1.00	99.00	2.593	2.125	133.22
200	0.50	99.50	2.920	2.269	185.67
500	0.20	99.80	3.342	2.455	284.80
1000	0.10	99.90	3.664	2.596	394.78

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION FERREÑAFE



ESTACION FERREÑAFE		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	5.73	9.03
5	74.55	22.03
10	120.03	36.44
25	177.57	64.03
50	220.08	93.64
100	262.52	133.22
200	306.48	185.67
500	377.55	284.80
1000	408.05	394.78

**ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA
FERREÑAFE**

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	9.03	9.03	9.03
90	6.02	6.02	3.01
120	4.52	4.52	1.51
150	3.61	3.61	0.90
180	3.01	3.01	0.60
210	2.58	2.58	0.43
240	2.26	2.26	0.32
270	2.01	2.01	0.25
300	1.81	1.81	0.20
330	1.64	1.64	0.16
360	1.51	1.51	0.14

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	22.03	22.03	22.03
90	14.68	14.68	7.34
120	11.01	11.01	3.67
150	8.81	8.81	2.20
180	7.34	7.34	1.47
210	6.29	6.29	1.05
240	5.51	5.51	0.79
270	4.89	4.89	0.61
300	4.41	4.41	0.49
330	4.00	4.00	0.40
360	3.67	3.67	0.33

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	36.44	36.44	36.44
90	24.29	24.29	12.15

120	18.22	18.22	6.07
150	14.58	14.58	3.64
180	12.15	12.15	2.43
210	10.41	10.41	1.74
240	9.11	9.11	1.30
270	8.10	8.10	1.01
300	7.29	7.29	0.81
330	6.63	6.63	0.66
360	6.07	6.07	0.55

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	64.03	64.03	64.03
90	42.69	42.69	21.34
120	32.02	32.02	10.67
150	25.61	25.61	6.40
180	21.34	21.34	4.27
210	18.29	18.29	3.05
240	16.01	16.01	2.29
270	14.23	14.23	1.78
300	12.81	12.81	1.42
330	11.64	11.64	1.16
360	10.67	10.67	0.97

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	93.64	93.64	93.64
90	62.43	62.43	31.21
120	46.82	46.82	15.61
150	37.46	37.46	9.36
180	31.21	31.21	6.24
210	26.75	26.75	4.46
240	23.41	23.41	3.34
270	20.81	20.81	2.60
300	18.73	18.73	2.08
330	17.03	17.03	1.70
360	15.61	15.61	1.42

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	133.22	133.22	133.22
90	88.82	88.82	44.41
120	66.61	66.61	22.20
150	53.29	53.29	13.32
180	44.41	44.41	8.88
210	38.06	38.06	6.34
240	33.31	33.31	4.76
270	29.61	29.61	3.70
300	26.64	26.64	2.96
330	24.22	24.22	2.42
360	22.20	22.20	2.02

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	185.67	185.67	185.67
90	123.78	123.78	61.89
120	92.84	92.84	30.95
150	74.27	74.27	18.57
180	61.89	61.89	12.38
210	53.05	53.05	8.84
240	46.42	46.42	6.63
270	41.26	41.26	5.16
300	37.13	37.13	4.13
330	33.76	33.76	3.38
360	30.95	30.95	2.81

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	284.80	284.80	284.80
90	189.87	189.87	94.93
120	142.40	142.40	47.47
150	113.92	113.92	28.48
180	94.93	94.93	18.99
210	81.37	81.37	13.56
240	71.20	71.20	10.17

270	63.29	63.29	7.91
300	56.96	56.96	6.33
330	51.78	51.78	5.18
360	47.47	47.47	4.32

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	394.78	394.78	394.78
90	263.19	263.19	131.59
120	197.39	197.39	65.80
150	157.91	157.91	39.48
180	131.59	131.59	26.32
210	112.80	112.80	18.80
240	98.70	98.70	14.10
270	87.73	87.73	10.97
300	78.96	78.96	8.77
330	71.78	71.78	7.18
360	65.80	65.80	5.98

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 9
 SUB ZONA= 9₃
 UBICACIÓN: 6°38' S 79°47' W

$$22.5 * E_g^{-0.85}$$

Entonces : Kg =
 Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) Dm ≤ 110

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

Dm = 22 km

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)$$

$$Eg = 10.8$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

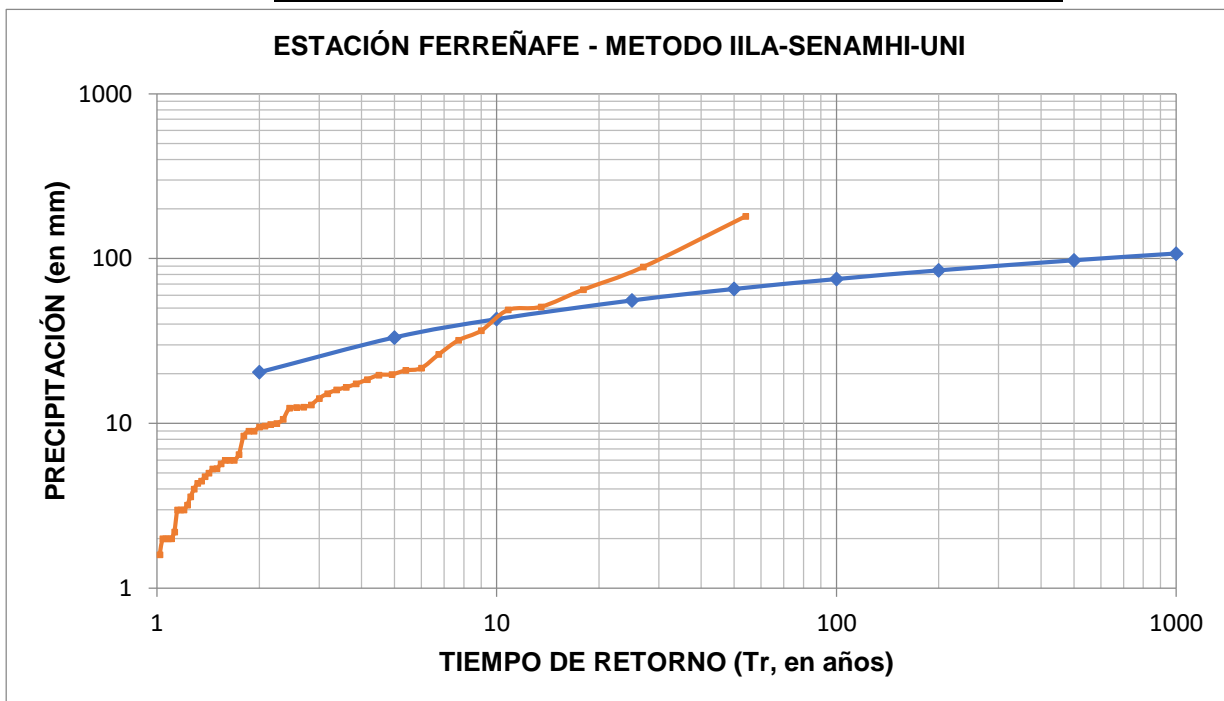
$$Kg = 2.976955385$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	10.80	2.98	0.3010	20.48
5	10.80	2.98	0.6990	33.27
10	10.80	2.98	1.0000	42.95
25	10.80	2.98	1.3979	55.75
50	10.80	2.98	1.6990	65.42
100	10.80	2.98	2.0000	75.10
200	10.80	2.98	2.3010	84.78
500	10.80	2.98	2.6990	97.57
1000	10.80	2.98	3.0000	107.25

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
PRECIPITACIONES MÁXIMAS DE LA ESTACION FERREÑAFE**



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION FERREÑAFE	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	20.48
5	33.27
10	42.95
25	55.75
50	65.42
100	75.10
200	84.78
500	97.57
1000	107.25

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA FERREÑAFE

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n"y el parametro de intensidad "a" en

funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

$$\text{SUB ZONA} = 9_3$$

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

$$\text{SUB ZONA} = 5a_{10}$$

$$n = 0.434$$

$$a = 5.80 + 0.0009Y$$

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

$$Y = 67.00$$

$$a = 5.80 + 0.0009Y$$

$$a = 5.8603$$

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

$$b = 0.2 \text{ horas} \quad (\text{costa, norte y selva})$$

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	0.3010	1.2237	13.5978
60	5.8603	2.9770	0.3010	0.9020	10.0225
90	5.8603	2.9770	0.3010	0.7406	8.2292
120	5.8603	2.9770	0.3010	0.6400	7.1118
150	5.8603	2.9770	0.3010	0.5700	6.3335
180	5.8603	2.9770	0.3010	0.5177	5.7528
210	5.8603	2.9770	0.3010	0.4921	5.4683
240	5.8603	2.9770	0.3010	0.4563	5.0702
270	5.8603	2.9770	0.3010	0.4269	4.7432
300	5.8603	2.9770	0.3010	0.4021	4.4686
330	5.8603	2.9770	0.3010	0.3810	4.2340
360	5.8603	2.9770	0.3010	0.3627	4.0305

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	0.6990	1.2237	22.0932

60	5.8603	2.9770	0.6990	0.9020	16.2842
90	5.8603	2.9770	0.6990	0.7406	13.3706
120	5.8603	2.9770	0.6990	0.6400	11.5551
150	5.8603	2.9770	0.6990	0.5700	10.2904
180	5.8603	2.9770	0.6990	0.5177	9.3469
210	5.8603	2.9770	0.6990	0.4921	8.8847
240	5.8603	2.9770	0.6990	0.4563	8.2379
270	5.8603	2.9770	0.6990	0.4269	7.7066
300	5.8603	2.9770	0.6990	0.4021	7.2605
330	5.8603	2.9770	0.6990	0.3810	6.8792
360	5.8603	2.9770	0.6990	0.3627	6.5486

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	1.0000	1.2237	28.5197
60	5.8603	2.9770	1.0000	0.9020	21.0210
90	5.8603	2.9770	1.0000	0.7406	17.2598
120	5.8603	2.9770	1.0000	0.6400	14.9162
150	5.8603	2.9770	1.0000	0.5700	13.2837
180	5.8603	2.9770	1.0000	0.5177	12.0658
210	5.8603	2.9770	1.0000	0.4921	11.4691
240	5.8603	2.9770	1.0000	0.4563	10.6342
270	5.8603	2.9770	1.0000	0.4269	9.9484
300	5.8603	2.9770	1.0000	0.4021	9.3725
330	5.8603	2.9770	1.0000	0.3810	8.8803
360	5.8603	2.9770	1.0000	0.3627	8.4535

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	1.3979	1.2237	37.0151
60	5.8603	2.9770	1.3979	0.9020	27.2827
90	5.8603	2.9770	1.3979	0.7406	22.4012
120	5.8603	2.9770	1.3979	0.6400	19.3595
150	5.8603	2.9770	1.3979	0.5700	17.2406
180	5.8603	2.9770	1.3979	0.5177	15.6599
210	5.8603	2.9770	1.3979	0.4921	14.8855
240	5.8603	2.9770	1.3979	0.4563	13.8019
270	5.8603	2.9770	1.3979	0.4269	12.9118
300	5.8603	2.9770	1.3979	0.4021	12.1643
330	5.8603	2.9770	1.3979	0.3810	11.5255
360	5.8603	2.9770	1.3979	0.3627	10.9716

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	1.6990	1.2237	43.4416
60	5.8603	2.9770	1.6990	0.9020	32.0195
90	5.8603	2.9770	1.6990	0.7406	26.2904
120	5.8603	2.9770	1.6990	0.6400	22.7206
150	5.8603	2.9770	1.6990	0.5700	20.2339
180	5.8603	2.9770	1.6990	0.5177	18.3788
210	5.8603	2.9770	1.6990	0.4921	17.4699
240	5.8603	2.9770	1.6990	0.4563	16.1982
270	5.8603	2.9770	1.6990	0.4269	15.1535
300	5.8603	2.9770	1.6990	0.4021	14.2763
330	5.8603	2.9770	1.6990	0.3810	13.5265
360	5.8603	2.9770	1.6990	0.3627	12.8765

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	2.0000	1.2237	49.8682
60	5.8603	2.9770	2.0000	0.9020	36.7563
90	5.8603	2.9770	2.0000	0.7406	30.1797
120	5.8603	2.9770	2.0000	0.6400	26.0818
150	5.8603	2.9770	2.0000	0.5700	23.2272
180	5.8603	2.9770	2.0000	0.5177	21.0976
210	5.8603	2.9770	2.0000	0.4921	20.0543
240	5.8603	2.9770	2.0000	0.4563	18.5944
270	5.8603	2.9770	2.0000	0.4269	17.3953
300	5.8603	2.9770	2.0000	0.4021	16.3882
330	5.8603	2.9770	2.0000	0.3810	15.5276
360	5.8603	2.9770	2.0000	0.3627	14.7814

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	2.3010	1.2237	56.2947
60	5.8603	2.9770	2.3010	0.9020	41.4932
90	5.8603	2.9770	2.3010	0.7406	34.0690
120	5.8603	2.9770	2.3010	0.6400	29.4430
150	5.8603	2.9770	2.3010	0.5700	26.2205
180	5.8603	2.9770	2.3010	0.5177	23.8165
210	5.8603	2.9770	2.3010	0.4921	22.6386
240	5.8603	2.9770	2.3010	0.4563	20.9907
270	5.8603	2.9770	2.3010	0.4269	19.6370
300	5.8603	2.9770	2.3010	0.4021	18.5002

330	5.8603	2.9770	2.3010	0.3810	17.5286
360	5.8603	2.9770	2.3010	0.3627	16.6863

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	2.6990	1.2237	64.7901
60	5.8603	2.9770	2.6990	0.9020	47.7549
90	5.8603	2.9770	2.6990	0.7406	39.2103
120	5.8603	2.9770	2.6990	0.6400	33.8862
150	5.8603	2.9770	2.6990	0.5700	30.1774
180	5.8603	2.9770	2.6990	0.5177	27.4107
210	5.8603	2.9770	2.6990	0.4921	26.0550
240	5.8603	2.9770	2.6990	0.4563	24.1584
270	5.8603	2.9770	2.6990	0.4269	22.6004
300	5.8603	2.9770	2.6990	0.4021	21.2920
330	5.8603	2.9770	2.6990	0.3810	20.1739
360	5.8603	2.9770	2.6990	0.3627	19.2044

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	5.8603	2.9770	3.0000	1.2237	71.2166
60	5.8603	2.9770	3.0000	0.9020	52.4917
90	5.8603	2.9770	3.0000	0.7406	43.0996
120	5.8603	2.9770	3.0000	0.6400	37.2474
150	5.8603	2.9770	3.0000	0.5700	33.1707
180	5.8603	2.9770	3.0000	0.5177	30.1295
210	5.8603	2.9770	3.0000	0.4921	28.6394
240	5.8603	2.9770	3.0000	0.4563	26.5547
270	5.8603	2.9770	3.0000	0.4269	24.8421
300	5.8603	2.9770	3.0000	0.4021	23.4040
330	5.8603	2.9770	3.0000	0.3810	22.1749
360	5.8603	2.9770	3.0000	0.3627	21.1093

3.1.2.2.6.3. Estación Puchaca

ANÁLISIS DE MÁXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCHACA

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	150.50	2.178	0.665	0.294	54.000
2.00	150.00	2.176	0.663	0.292	27.000
3.00	147.00	2.167	0.655	0.280	18.000
4.00	124.40	2.095	0.582	0.197	13.500
5.00	119.10	2.076	0.563	0.179	10.800
6.00	101.50	2.006	0.494	0.120	9.000

7.00	96.20	1.983	0.470	0.104	7.714
8.00	95.40	1.980	0.467	0.102	6.750
9.00	70.30	1.847	0.334	0.037	6.000
10.00	65.30	1.815	0.302	0.028	5.400
11.00	62.70	1.797	0.284	0.023	4.909
12.00	60.90	1.785	0.272	0.020	4.500
13.00	60.30	1.780	0.268	0.019	4.154
14.00	60.20	1.780	0.267	0.019	3.857
15.00	60.00	1.778	0.265	0.019	3.600
16.00	59.00	1.771	0.258	0.017	3.375
17.00	58.70	1.769	0.256	0.017	3.176
18.00	56.30	1.751	0.238	0.013	3.000
19.00	54.40	1.736	0.223	0.011	2.842
20.00	51.50	1.712	0.199	0.008	2.700
21.00	50.20	1.701	0.188	0.007	2.571
22.00	47.50	1.677	0.164	0.004	2.455
23.00	42.57	1.629	0.116	0.002	2.348
24.00	40.30	1.605	0.093	0.001	2.250
25.00	40.10	1.603	0.090	0.001	2.160
26.00	40.00	1.602	0.089	0.001	2.077
27.00	35.20	1.547	0.034	0.000	2.000
28.00	31.50	1.498	-0.014	0.000	1.929
29.00	30.55	1.485	-0.028	0.000	1.862
30.00	30.30	1.481	-0.031	0.000	1.800
31.00	30.20	1.480	-0.033	0.000	1.742
32.00	30.00	1.477	-0.036	0.000	1.688
33.00	27.50	1.439	-0.073	0.000	1.636
34.00	24.30	1.386	-0.127	-0.002	1.588
35.00	23.20	1.365	-0.147	-0.003	1.543
36.00	22.40	1.350	-0.163	-0.004	1.500
37.00	20.80	1.318	-0.195	-0.007	1.459
38.00	20.54	1.313	-0.200	-0.008	1.421
39.00	20.50	1.312	-0.201	-0.008	1.385
40.00	20.32	1.308	-0.205	-0.009	1.350
41.00	20.30	1.307	-0.205	-0.009	1.317
42.00	14.30	1.155	-0.357	-0.046	1.286
43.00	12.90	1.111	-0.402	-0.065	1.256
44.00	11.10	1.045	-0.467	-0.102	1.227
45.00	10.50	1.021	-0.492	-0.119	1.200
46.00	9.70	0.987	-0.526	-0.146	1.174
47.00	9.60	0.982	-0.531	-0.149	1.149
48.00	8.80	0.944	-0.568	-0.184	1.125
49.00	8.50	0.929	-0.583	-0.199	1.102
50.00	8.20	0.914	-0.599	-0.215	1.080
51.00	6.55	0.816	-0.697	-0.338	1.059
52.00	6.10	0.785	-0.727	-0.385	1.038
53.00	4.20	0.623	-0.890	-0.704	1.019
				-0.887	

$$\sum x = 2462.43$$

$$Xx =$$

$$\sigma x =$$

$$\sum Y = 80.18$$

$$Yy =$$

$$\sigma y =$$

	46.46	1.51
	38.48	0.393
N =	53.00	

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 2462.43 \\ Xx &= 46.46 \\ \sigma x &= 38.48 \end{aligned}$$

1.- Del cuadro N° 34, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces : } Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión: $\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$

$$1 / \alpha = 98.03$$

3.- Se calcula la moda : $u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$

$$u = -7.43$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -7.43 + 98.03 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.500	0.365	28.35
5	20.00	80.00	0.800	1.500	139.62

10	10.00	90.00	0.900	2.250	213.15
25	4.00	96.00	0.960	3.199	306.18
50	2.00	98.00	0.980	3.900	374.90
100	1.00	99.00	0.990	4.600	443.52
200	0.50	99.50	0.995	5.325	514.59
500	0.20	99.80	0.998	6.497	629.49
1000	0.10	99.90	0.999	7.000	678.80

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 80.18$$

$$Y_y = 1.51$$

$$\sigma_y = 0.393$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = -0.2933**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.2595**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

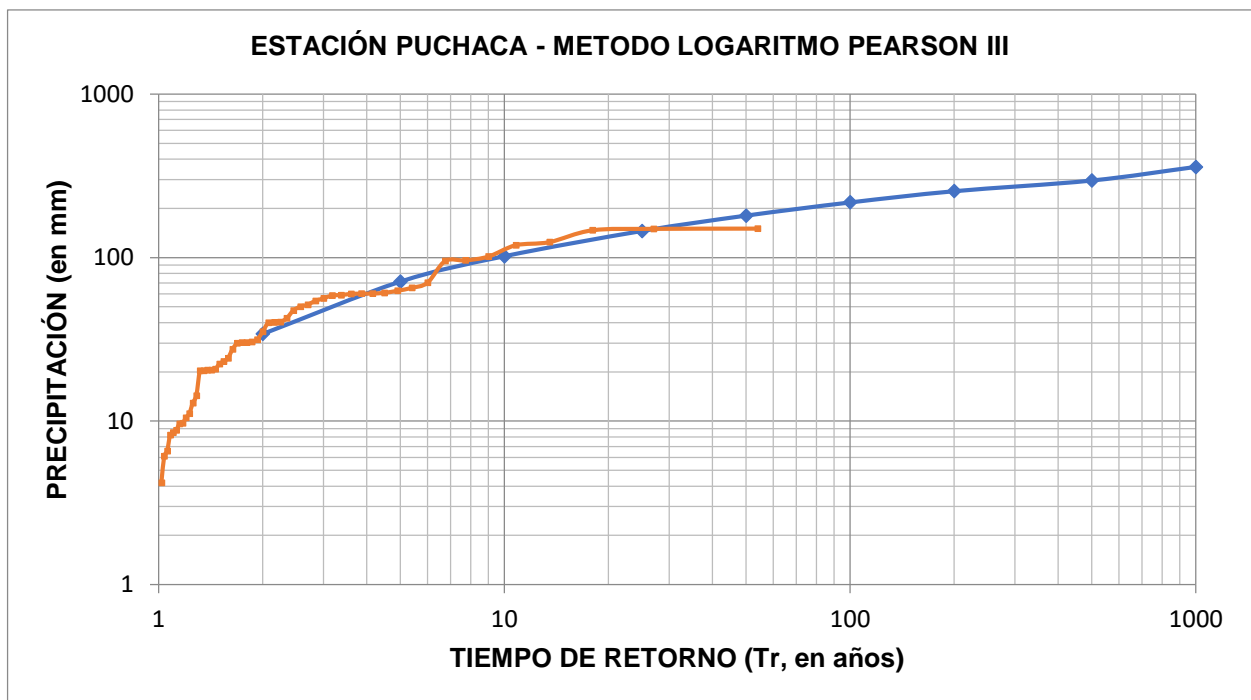
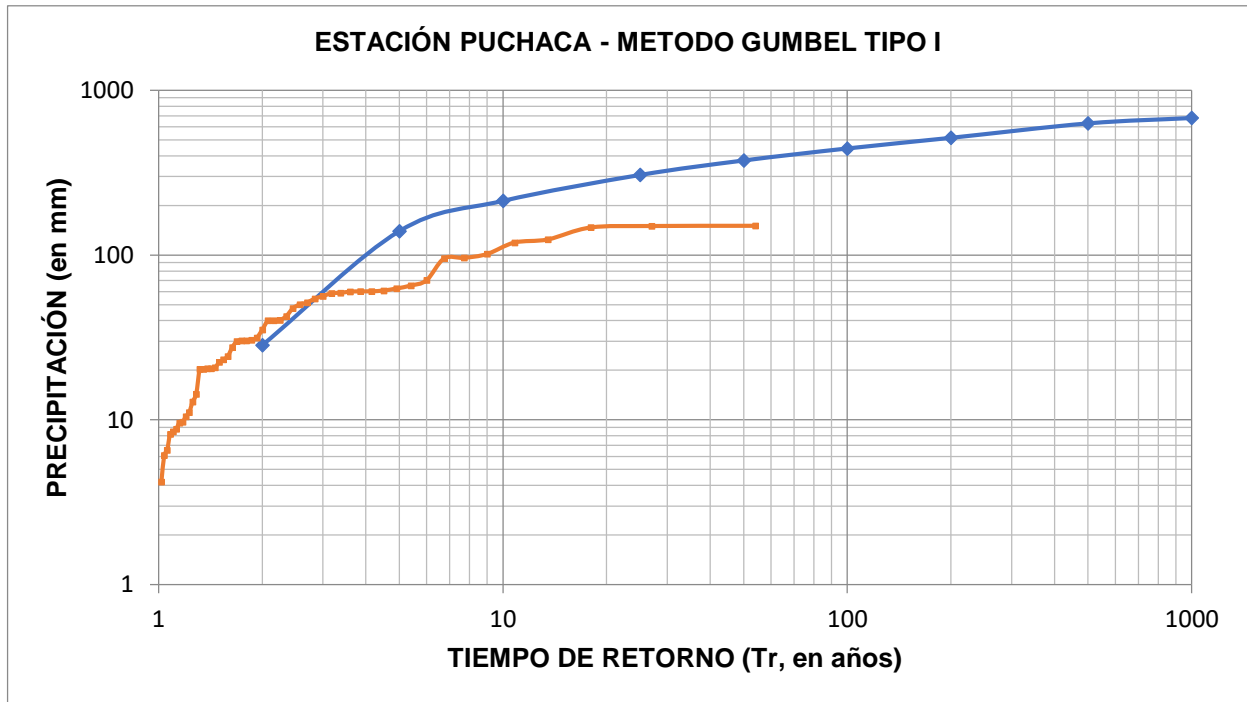
Entonces : **Log Y = 1.51 + 0.393 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.293)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.051	1.533	34.10
5	20.00	80.00	0.866	1.853	71.25
10	10.00	90.00	1.262	2.008	101.92
25	4.00	96.00	1.656	2.163	145.46
50	2.00	98.00	1.895	2.257	180.55
100	1.00	99.00	2.101	2.337	217.42
200	0.50	99.50	2.276	2.406	254.67

500	0.20	99.80	2.442	2.471	296.01
1000	0.10	99.90	2.654	2.555	358.52

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION PUCHACA



ESTACION PUCHACA		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	28.35	34.10
5	139.62	71.25
10	213.15	101.92
25	306.18	145.46
50	374.90	180.55
100	443.52	217.42
200	514.59	254.67
500	629.49	296.01
1000	678.80	358.52

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCHACA

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	34.10	34.10	34.10
90	22.73	22.73	11.37
120	17.05	17.05	5.68
150	13.64	13.64	3.41
180	11.37	11.37	2.27
210	9.74	9.74	1.62
240	8.53	8.53	1.22
270	7.58	7.58	0.95
300	6.82	6.82	0.76
330	6.20	6.20	0.62
360	5.68	5.68	0.52

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	71.25	71.25	71.25
90	47.50	47.50	23.75
120	35.62	35.62	11.87
150	28.50	28.50	7.12
180	23.75	23.75	4.75

210	20.36	20.36	3.39
240	17.81	17.81	2.54
270	15.83	15.83	1.98
300	14.25	14.25	1.58
330	12.95	12.95	1.30
360	11.87	11.87	1.08

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	101.92	101.92	101.92
90	67.95	67.95	33.97
120	50.96	50.96	16.99
150	40.77	40.77	10.19
180	33.97	33.97	6.79
210	29.12	29.12	4.85
240	25.48	25.48	3.64
270	22.65	22.65	2.83
300	20.38	20.38	2.26
330	18.53	18.53	1.85
360	16.99	16.99	1.54

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	145.46	145.46	145.46
90	96.97	96.97	48.49
120	72.73	72.73	24.24
150	58.18	58.18	14.55
180	48.49	48.49	9.70
210	41.56	41.56	6.93
240	36.36	36.36	5.19
270	32.32	32.32	4.04
300	29.09	29.09	3.23
330	26.45	26.45	2.64
360	24.24	24.24	2.20

(Tr = 50 años)			
-----------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	180.55	180.55	180.55
90	120.37	120.37	60.18
120	90.28	90.28	30.09
150	72.22	72.22	18.06
180	60.18	60.18	12.04
210	51.59	51.59	8.60
240	45.14	45.14	6.45
270	40.12	40.12	5.02
300	36.11	36.11	4.01
330	32.83	32.83	3.28
360	30.09	30.09	2.74

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	217.42	217.42	217.42
90	144.94	144.94	72.47
120	108.71	108.71	36.24
150	86.97	86.97	21.74
180	72.47	72.47	14.49
210	62.12	62.12	10.35
240	54.35	54.35	7.76
270	48.31	48.31	6.04
300	43.48	43.48	4.83
330	39.53	39.53	3.95
360	36.24	36.24	3.29

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	254.67	254.67	254.67
90	169.78	169.78	84.89
120	127.33	127.33	42.44
150	101.87	101.87	25.47
180	84.89	84.89	16.98
210	72.76	72.76	12.13
240	63.67	63.67	9.10
270	56.59	56.59	7.07
300	50.93	50.93	5.66

330	46.30	46.30	4.63
360	42.44	42.44	3.86

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	296.01	296.01	296.01
90	197.34	197.34	98.67
120	148.01	148.01	49.34
150	118.40	118.40	29.60
180	98.67	98.67	19.73
210	84.57	84.57	14.10
240	74.00	74.00	10.57
270	65.78	65.78	8.22
300	59.20	59.20	6.58
330	53.82	53.82	5.38
360	49.34	49.34	4.49

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	358.52	358.52	358.52
90	239.02	239.02	119.51
120	179.26	179.26	59.75
150	143.41	143.41	35.85
180	119.51	119.51	23.90
210	102.44	102.44	17.07
240	89.63	89.63	12.80
270	79.67	79.67	9.96
300	71.70	71.70	7.97
330	65.19	65.19	6.52
360	59.75	59.75	5.43

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determnar P₂₄ εg en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5b₄
 UBICACIÓN: 6°21' S 79°28' W

$$130 * E_g^{-1.4}$$

Entonces : Kg =
 Eg = 32.4+0.004Y Y=altitud

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

Dm = 500.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

Eg = 32.4+0.004Y
 Eg = 34.4

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

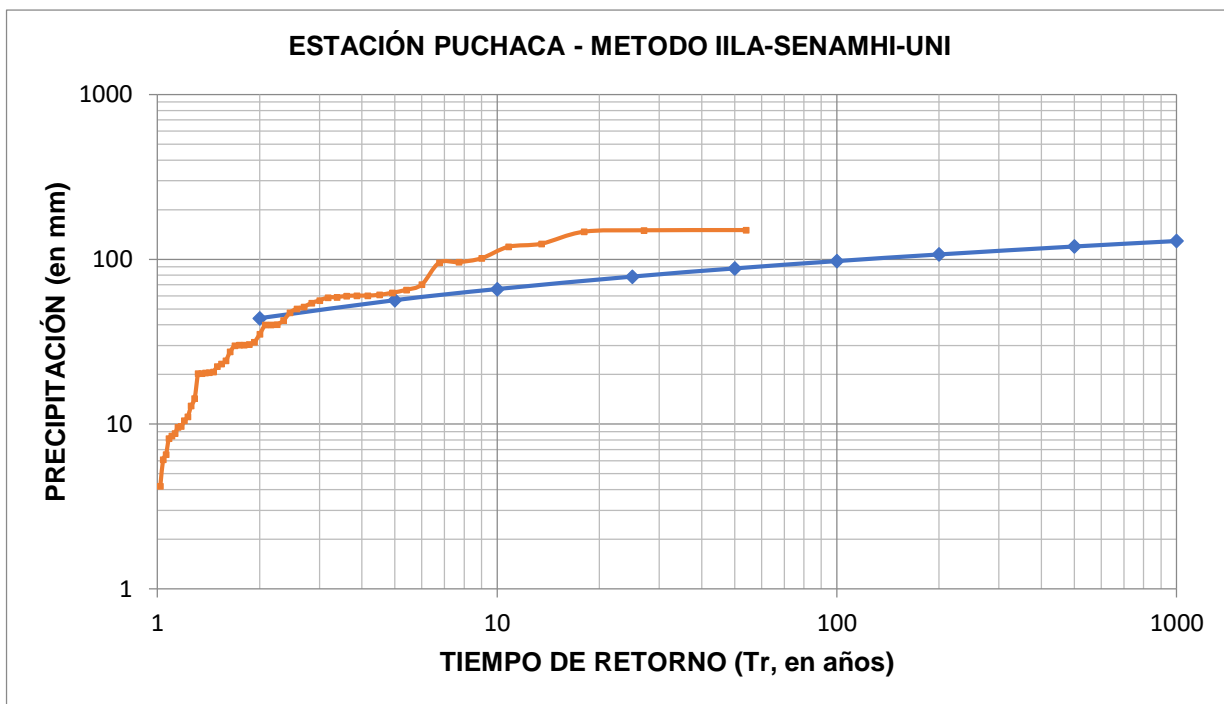
$130 * E_g^{-1.4}$
 Kg =
 Kg = 0.917828487

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	34.40	0.92	0.3010	43.90
5	34.40	0.92	0.6990	56.47
10	34.40	0.92	1.0000	65.97
25	34.40	0.92	1.3979	78.54
50	34.40	0.92	1.6990	88.04
100	34.40	0.92	2.0000	97.55
200	34.40	0.92	2.3010	107.05
500	34.40	0.92	2.6990	119.62
1000	34.40	0.92	3.0000	129.12

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION PUCHACA



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION PUCHACA	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	43.90
5	56.47
10	65.97
25	78.54
50	88.04
100	97.55
200	107.05
500	119.62
1000	129.12

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA PUCHACA

Para t ≤ 3 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca la mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 500.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 6.25

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	0.3010	1.2237	9.7612
60	6.25	0.9178	0.3010	0.9020	7.1947
90	6.25	0.9178	0.3010	0.7406	5.9074
120	6.25	0.9178	0.3010	0.6400	5.1053
150	6.25	0.9178	0.3010	0.5700	4.5465
180	6.25	0.9178	0.3010	0.5177	4.1297

210	6.25	0.9178	0.3010	0.4921	3.9254
240	6.25	0.9178	0.3010	0.4563	3.6397
270	6.25	0.9178	0.3010	0.4269	3.4050
300	6.25	0.9178	0.3010	0.4021	3.2078
330	6.25	0.9178	0.3010	0.3810	3.0394
360	6.25	0.9178	0.3010	0.3627	2.8933

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	0.6990	1.2237	12.5546
60	6.25	0.9178	0.6990	0.9020	9.2537
90	6.25	0.9178	0.6990	0.7406	7.5979
120	6.25	0.9178	0.6990	0.6400	6.5663
150	6.25	0.9178	0.6990	0.5700	5.8476
180	6.25	0.9178	0.6990	0.5177	5.3115
210	6.25	0.9178	0.6990	0.4921	5.0488
240	6.25	0.9178	0.6990	0.4563	4.6813
270	6.25	0.9178	0.6990	0.4269	4.3794
300	6.25	0.9178	0.6990	0.4021	4.1258
330	6.25	0.9178	0.6990	0.3810	3.9092
360	6.25	0.9178	0.6990	0.3627	3.7213

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	1.0000	1.2237	14.6678
60	6.25	0.9178	1.0000	0.9020	10.8112
90	6.25	0.9178	1.0000	0.7406	8.8768
120	6.25	0.9178	1.0000	0.6400	7.6715
150	6.25	0.9178	1.0000	0.5700	6.8318
180	6.25	0.9178	1.0000	0.5177	6.2055
210	6.25	0.9178	1.0000	0.4921	5.8986
240	6.25	0.9178	1.0000	0.4563	5.4692
270	6.25	0.9178	1.0000	0.4269	5.1165
300	6.25	0.9178	1.0000	0.4021	4.8203
330	6.25	0.9178	1.0000	0.3810	4.5671
360	6.25	0.9178	1.0000	0.3627	4.3477

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	1.3979	1.2237	17.4612

60	6.25	0.9178	1.3979	0.9020	12.8701
90	6.25	0.9178	1.3979	0.7406	10.5673
120	6.25	0.9178	1.3979	0.6400	9.1325
150	6.25	0.9178	1.3979	0.5700	8.1329
180	6.25	0.9178	1.3979	0.5177	7.3873
210	6.25	0.9178	1.3979	0.4921	7.0219
240	6.25	0.9178	1.3979	0.4563	6.5108
270	6.25	0.9178	1.3979	0.4269	6.0909
300	6.25	0.9178	1.3979	0.4021	5.7383
330	6.25	0.9178	1.3979	0.3810	5.4369
360	6.25	0.9178	1.3979	0.3627	5.1757

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	1.6990	1.2237	19.5743
60	6.25	0.9178	1.6990	0.9020	14.4276
90	6.25	0.9178	1.6990	0.7406	11.8462
120	6.25	0.9178	1.6990	0.6400	10.2377
150	6.25	0.9178	1.6990	0.5700	9.1172
180	6.25	0.9178	1.6990	0.5177	8.2813
210	6.25	0.9178	1.6990	0.4921	7.8717
240	6.25	0.9178	1.6990	0.4563	7.2987
270	6.25	0.9178	1.6990	0.4269	6.8280
300	6.25	0.9178	1.6990	0.4021	6.4327
330	6.25	0.9178	1.6990	0.3810	6.0949
360	6.25	0.9178	1.6990	0.3627	5.8020

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	2.0000	1.2237	21.6874
60	6.25	0.9178	2.0000	0.9020	15.9852
90	6.25	0.9178	2.0000	0.7406	13.1250
120	6.25	0.9178	2.0000	0.6400	11.3429
150	6.25	0.9178	2.0000	0.5700	10.1014
180	6.25	0.9178	2.0000	0.5177	9.1753
210	6.25	0.9178	2.0000	0.4921	8.7215
240	6.25	0.9178	2.0000	0.4563	8.0866
270	6.25	0.9178	2.0000	0.4269	7.5651
300	6.25	0.9178	2.0000	0.4021	7.1272
330	6.25	0.9178	2.0000	0.3810	6.7529
360	6.25	0.9178	2.0000	0.3627	6.4284

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	2.3010	1.2237	23.8006
60	6.25	0.9178	2.3010	0.9020	17.5427
90	6.25	0.9178	2.3010	0.7406	14.4039
120	6.25	0.9178	2.3010	0.6400	12.4481
150	6.25	0.9178	2.3010	0.5700	11.0856
180	6.25	0.9178	2.3010	0.5177	10.0693
210	6.25	0.9178	2.3010	0.4921	9.5713
240	6.25	0.9178	2.3010	0.4563	8.8746
270	6.25	0.9178	2.3010	0.4269	8.3022
300	6.25	0.9178	2.3010	0.4021	7.8216
330	6.25	0.9178	2.3010	0.3810	7.4108
360	6.25	0.9178	2.3010	0.3627	7.0547

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	2.6990	1.2237	26.5940
60	6.25	0.9178	2.6990	0.9020	19.6016
90	6.25	0.9178	2.6990	0.7406	16.0944
120	6.25	0.9178	2.6990	0.6400	13.9090
150	6.25	0.9178	2.6990	0.5700	12.3867
180	6.25	0.9178	2.6990	0.5177	11.2511
210	6.25	0.9178	2.6990	0.4921	10.6946
240	6.25	0.9178	2.6990	0.4563	9.9161
270	6.25	0.9178	2.6990	0.4269	9.2766
300	6.25	0.9178	2.6990	0.4021	8.7396
330	6.25	0.9178	2.6990	0.3810	8.2806
360	6.25	0.9178	2.6990	0.3627	7.8827

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.25	0.9178	3.0000	1.2237	28.7071
60	6.25	0.9178	3.0000	0.9020	21.1591
90	6.25	0.9178	3.0000	0.7406	17.3732
120	6.25	0.9178	3.0000	0.6400	15.0142
150	6.25	0.9178	3.0000	0.5700	13.3710
180	6.25	0.9178	3.0000	0.5177	12.1451
210	6.25	0.9178	3.0000	0.4921	11.5444
240	6.25	0.9178	3.0000	0.4563	10.7041
270	6.25	0.9178	3.0000	0.4269	10.0137
300	6.25	0.9178	3.0000	0.4021	9.4340

330	6.25	0.9178	3.0000	0.3810	8.9386
360	6.25	0.9178	3.0000	0.3627	8.5091

3.1.2.2.6.4. Estación Incahuasi

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA INCAHUASI

m	X (mm)	Y = Log X	Y -Yy	(Y -Yy)^3	Tr (en años)
1.00	81.00	1.908	0.431	0.080	54.000
2.00	62.00	1.792	0.315	0.031	27.000
3.00	60.70	1.783	0.306	0.029	18.000
4.00	55.00	1.740	0.263	0.018	13.500
5.00	53.00	1.724	0.247	0.015	10.800
6.00	48.50	1.686	0.209	0.009	9.000
7.00	45.00	1.653	0.176	0.005	7.714
8.00	43.50	1.638	0.161	0.004	6.750
9.00	40.50	1.607	0.130	0.002	6.000
10.00	39.00	1.591	0.114	0.001	5.400
11.00	37.00	1.568	0.091	0.001	4.909
12.00	36.60	1.563	0.086	0.001	4.500
13.00	36.00	1.556	0.079	0.000	4.154
14.00	34.50	1.538	0.061	0.000	3.857
15.00	34.50	1.538	0.061	0.000	3.600
16.00	34.00	1.531	0.054	0.000	3.375
17.00	33.50	1.525	0.048	0.000	3.176
18.00	33.50	1.525	0.048	0.000	3.000
19.00	33.40	1.524	0.047	0.000	2.842
20.00	33.00	1.519	0.041	0.000	2.700
21.00	32.30	1.509	0.032	0.000	2.571
22.00	31.50	1.498	0.021	0.000	2.455
23.00	30.70	1.487	0.010	0.000	2.348
24.00	30.50	1.484	0.007	0.000	2.250
25.00	30.44	1.483	0.006	0.000	2.160
26.00	29.80	1.474	-0.003	0.000	2.077
27.00	28.80	1.459	-0.018	0.000	2.000
28.00	28.00	1.447	-0.030	0.000	1.929
29.00	28.00	1.447	-0.030	0.000	1.862
30.00	26.63	1.425	-0.052	0.000	1.800
31.00	26.50	1.423	-0.054	0.000	1.742
32.00	26.50	1.423	-0.054	0.000	1.688
33.00	26.20	1.418	-0.059	0.000	1.636
34.00	25.85	1.412	-0.065	0.000	1.588
35.00	25.69	1.410	-0.067	0.000	1.543
36.00	25.50	1.407	-0.071	0.000	1.500
37.00	25.06	1.399	-0.078	0.000	1.459
38.00	24.44	1.388	-0.089	-0.001	1.421
39.00	24.33	1.386	-0.091	-0.001	1.385
40.00	24.00	1.380	-0.097	-0.001	1.350
41.00	22.30	1.348	-0.129	-0.002	1.317
42.00	22.00	1.342	-0.135	-0.002	1.286
43.00	21.70	1.336	-0.141	-0.003	1.256

44.00	21.60	1.334	-0.143	-0.003	1.227
45.00	21.50	1.332	-0.145	-0.003	1.200
46.00	21.50	1.332	-0.145	-0.003	1.174
47.00	21.25	1.327	-0.150	-0.003	1.149
48.00	21.00	1.322	-0.155	-0.004	1.125
49.00	20.60	1.314	-0.163	-0.004	1.102
50.00	20.50	1.312	-0.165	-0.005	1.080
51.00	20.00	1.301	-0.176	-0.005	1.059
52.00	17.00	1.230	-0.247	-0.015	1.038
53.00	15.00	1.176	-0.301	-0.027	1.019
				0.115	

$$\begin{aligned} \sum x &= 1690.88 \\ Xx &= 31.90 \\ \sigma x &= 12.55 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 78.28 \\ Yy &= 1.48 \\ \sigma y &= 0.148 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 1690.88 \\ Xx &= 31.90 \\ \sigma x &= 12.55 \end{aligned}$$

1.- Del cuadro N° 34, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces : } Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión: $\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$

$$1 / \alpha = 84.67$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -14.64$$

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$\text{Luego: } y = -14.64 + 84.67 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.500	0.365	16.26
5	20.00	80.00	0.800	1.500	112.37
10	10.00	90.00	0.900	2.250	175.88
25	4.00	96.00	0.960	3.199	256.23
50	2.00	98.00	0.980	3.900	315.59
100	1.00	99.00	0.990	4.600	374.86
200	0.50	99.50	0.995	5.325	436.25
500	0.20	99.80	0.998	6.497	535.49
1000	0.10	99.90	0.999	7.000	578.08

METODO DE LOG PEARSON III

$$\begin{aligned} \sum Y &= 78.28 \\ Y_y &= 1.48 \\ \sigma_y &= 0.148 \end{aligned}$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = 0.7046**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.100**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

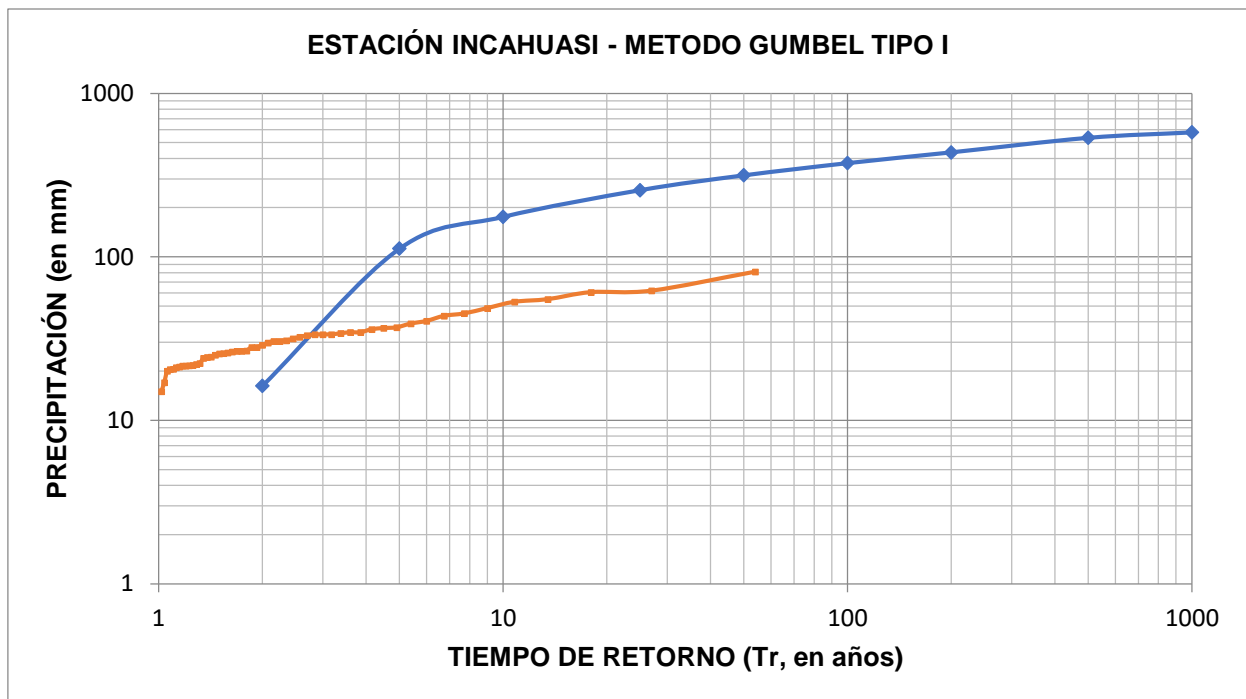
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

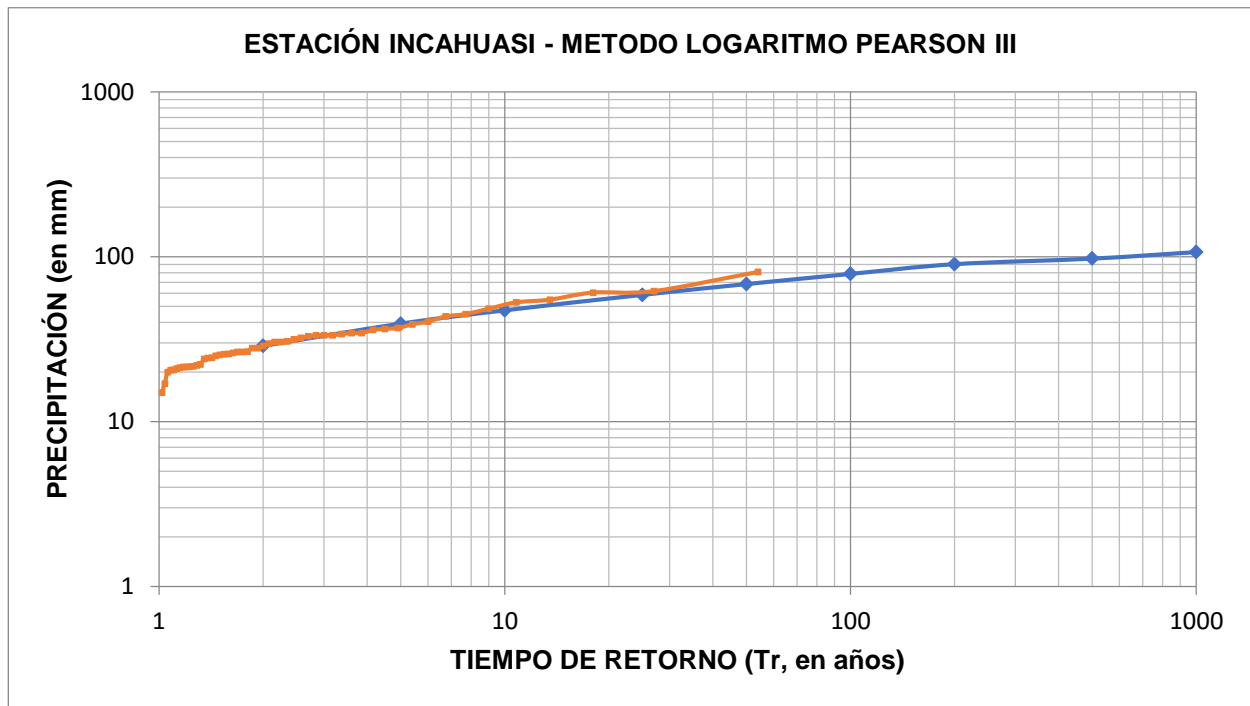
Entonces : **Log Y = 1.48 + 0.148 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = 0.704)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	-0.116	1.460	28.83
5	20.00	80.00	0.795	1.595	39.34
10	10.00	90.00	1.341	1.676	47.40
25	4.00	96.00	1.974	1.770	58.83
50	2.00	98.00	2.416	1.835	68.40
100	1.00	99.00	2.832	1.897	78.84
200	0.50	99.50	3.232	1.956	90.35
500	0.20	99.80	3.458	1.989	97.60
1000	0.10	99.90	3.725	2.029	106.91

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION INCAHUASI





ESTACION INCAHUASI		
$Tr = (N+1) / m$	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	16.26	28.83
5	112.37	39.34
10	175.88	47.40
25	256.23	58.83
50	315.59	68.40
100	374.86	78.84
200	436.25	90.35
500	535.49	97.60
1000	578.08	106.91

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA INCAHUASI

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	28.83	28.83	28.83
90	19.22	19.22	9.61
120	14.41	14.41	4.80
150	11.53	11.53	2.88
180	9.61	9.61	1.92
210	8.24	8.24	1.37
240	7.21	7.21	1.03
270	6.41	6.41	0.80
300	5.77	5.77	0.64
330	5.24	5.24	0.52

360	4.80	4.80	0.44
-----	------	------	------

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	39.34	39.34	39.34
90	26.23	26.23	13.11
120	19.67	19.67	6.56
150	15.74	15.74	3.93
180	13.11	13.11	2.62
210	11.24	11.24	1.87
240	9.83	9.83	1.40
270	8.74	8.74	1.09
300	7.87	7.87	0.87
330	7.15	7.15	0.72
360	6.56	6.56	0.60

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	47.40	47.40	47.40
90	31.60	31.60	15.80
120	23.70	23.70	7.90
150	18.96	18.96	4.74
180	15.80	15.80	3.16
210	13.54	13.54	2.26
240	11.85	11.85	1.69
270	10.53	10.53	1.32
300	9.48	9.48	1.05
330	8.62	8.62	0.86
360	7.90	7.90	0.72

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	58.83	58.83	58.83
90	39.22	39.22	19.61
120	29.41	29.41	9.80
150	23.53	23.53	5.88

180	19.61	19.61	3.92
210	16.81	16.81	2.80
240	14.71	14.71	2.10
270	13.07	13.07	1.63
300	11.77	11.77	1.31
330	10.70	10.70	1.07
360	9.80	9.80	0.89

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	68.40	68.40	68.40
90	45.60	45.60	22.80
120	34.20	34.20	11.40
150	27.36	27.36	6.84
180	22.80	22.80	4.56
210	19.54	19.54	3.26
240	17.10	17.10	2.44
270	15.20	15.20	1.90
300	13.68	13.68	1.52
330	12.44	12.44	1.24
360	11.40	11.40	1.04

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	78.84	78.84	78.84
90	52.56	52.56	26.28
120	39.42	39.42	13.14
150	31.54	31.54	7.88
180	26.28	26.28	5.26
210	22.53	22.53	3.75
240	19.71	19.71	2.82
270	17.52	17.52	2.19
300	15.77	15.77	1.75
330	14.33	14.33	1.43
360	13.14	13.14	1.19

(Tr = 200 años)			
------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	90.35	90.35	90.35
90	60.23	60.23	30.12
120	45.17	45.17	15.06
150	36.14	36.14	9.03
180	30.12	30.12	6.02
210	25.81	25.81	4.30
240	22.59	22.59	3.23
270	20.08	20.08	2.51
300	18.07	18.07	2.01
330	16.43	16.43	1.64
360	15.06	15.06	1.37

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	97.60	97.60	97.60
90	65.07	65.07	32.53
120	48.80	48.80	16.27
150	39.04	39.04	9.76
180	32.53	32.53	6.51
210	27.89	27.89	4.65
240	24.40	24.40	3.49
270	21.69	21.69	2.71
300	19.52	19.52	2.17
330	17.75	17.75	1.77
360	16.27	16.27	1.48

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	106.91	106.91	106.91
90	71.27	71.27	35.64
120	53.45	53.45	17.82
150	42.76	42.76	10.69
180	35.64	35.64	7.13
210	30.54	30.54	5.09
240	26.73	26.73	3.82
270	23.76	23.76	2.97
300	21.38	21.38	2.38
330	19.44	19.44	1.94

360	17.82	17.82	1.62
-----	-------	-------	------

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determinar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5a₁₁
 UBICACIÓN: 6°14' S 78°19' W

Entonces :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

$$Eg = 32.4 + 0.004Y \quad Y = \text{altitud}$$

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

$$Dm = 3100.00 \text{ mts.}$$

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

$$Eg = 32.4 + 0.004Y$$

$$Eg = 44.8$$

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 22.5 * Eg^{-0.85}$$

$$Kg = 0.88837475$$

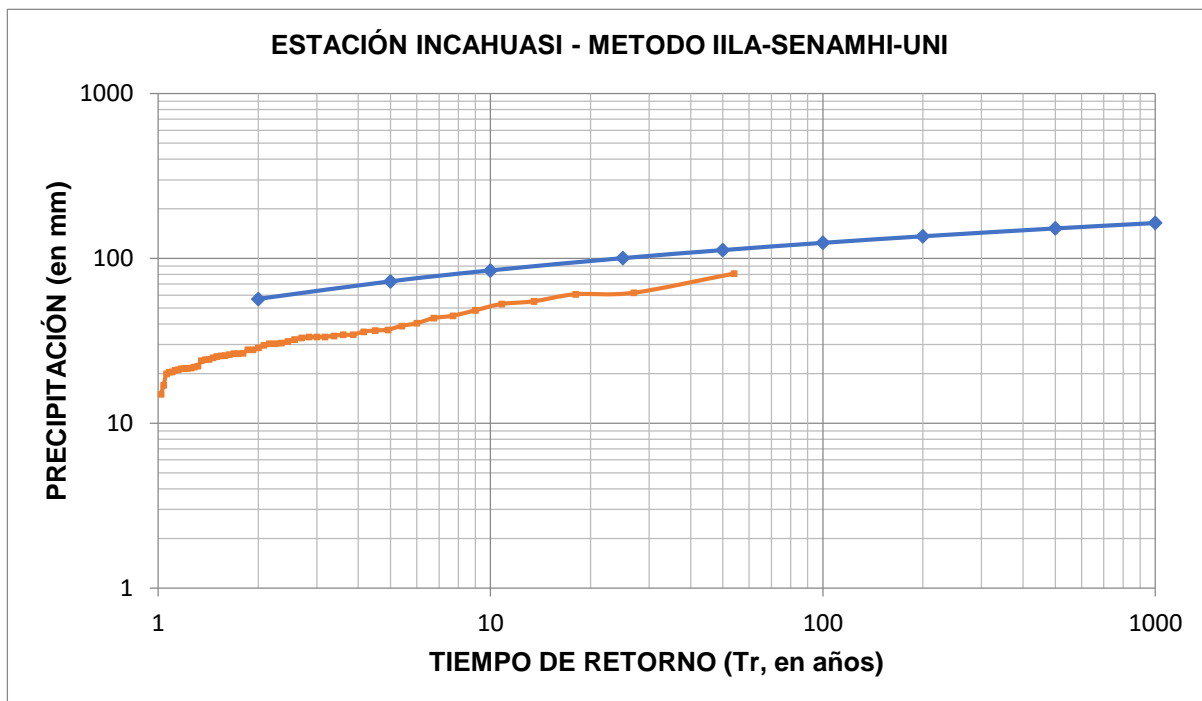
5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	44.80	0.89	0.3010	56.78
5	44.80	0.89	0.6990	72.62
10	44.80	0.89	1.0000	84.60

25	44.80	0.89	1.3979	100.44
50	44.80	0.89	1.6990	112.42
100	44.80	0.89	2.0000	124.40
200	44.80	0.89	2.3010	136.38
500	44.80	0.89	2.6990	152.22
1000	44.80	0.89	3.0000	164.20

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION INCAHUASI



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION INCAHUASI	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	56.78
5	72.62
10	84.60

25	100.44
50	112.42
100	124.40
200	136.38
500	152.22
1000	164.20

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA
INCAHUASI

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 3100.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 8.59

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	0.3010	1.2237	13.3227
60	8.59	0.8884	0.3010	0.9020	9.8197
90	8.59	0.8884	0.3010	0.7406	8.0627
120	8.59	0.8884	0.3010	0.6400	6.9680
150	8.59	0.8884	0.3010	0.5700	6.2053
180	8.59	0.8884	0.3010	0.5177	5.6364
210	8.59	0.8884	0.3010	0.4921	5.3576
240	8.59	0.8884	0.3010	0.4563	4.9676
270	8.59	0.8884	0.3010	0.4269	4.6473
300	8.59	0.8884	0.3010	0.4021	4.3782
330	8.59	0.8884	0.3010	0.3810	4.1483
360	8.59	0.8884	0.3010	0.3627	3.9490

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	0.6990	1.2237	17.0387
60	8.59	0.8884	0.6990	0.9020	12.5587
90	8.59	0.8884	0.6990	0.7406	10.3116
120	8.59	0.8884	0.6990	0.6400	8.9115
150	8.59	0.8884	0.6990	0.5700	7.9362
180	8.59	0.8884	0.6990	0.5177	7.2085
210	8.59	0.8884	0.6990	0.4921	6.8520
240	8.59	0.8884	0.6990	0.4563	6.3533
270	8.59	0.8884	0.6990	0.4269	5.9435
300	8.59	0.8884	0.6990	0.4021	5.5994
330	8.59	0.8884	0.6990	0.3810	5.3054
360	8.59	0.8884	0.6990	0.3627	5.0504

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	1.0000	1.2237	19.8498
60	8.59	0.8884	1.0000	0.9020	14.6307
90	8.59	0.8884	1.0000	0.7406	12.0129
120	8.59	0.8884	1.0000	0.6400	10.3817

150	8.59	0.8884	1.0000	0.5700	9.2455
180	8.59	0.8884	1.0000	0.5177	8.3978
210	8.59	0.8884	1.0000	0.4921	7.9825
240	8.59	0.8884	1.0000	0.4563	7.4014
270	8.59	0.8884	1.0000	0.4269	6.9241
300	8.59	0.8884	1.0000	0.4021	6.5233
330	8.59	0.8884	1.0000	0.3810	6.1807
360	8.59	0.8884	1.0000	0.3627	5.8837

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	1.3979	1.2237	23.5658
60	8.59	0.8884	1.3979	0.9020	17.3697
90	8.59	0.8884	1.3979	0.7406	14.2618
120	8.59	0.8884	1.3979	0.6400	12.3253
150	8.59	0.8884	1.3979	0.5700	10.9763
180	8.59	0.8884	1.3979	0.5177	9.9700
210	8.59	0.8884	1.3979	0.4921	9.4769
240	8.59	0.8884	1.3979	0.4563	8.7870
270	8.59	0.8884	1.3979	0.4269	8.2203
300	8.59	0.8884	1.3979	0.4021	7.7445
330	8.59	0.8884	1.3979	0.3810	7.3378
360	8.59	0.8884	1.3979	0.3627	6.9851

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	1.6990	1.2237	26.3769
60	8.59	0.8884	1.6990	0.9020	19.4416
90	8.59	0.8884	1.6990	0.7406	15.9630
120	8.59	0.8884	1.6990	0.6400	13.7955
150	8.59	0.8884	1.6990	0.5700	12.2856
180	8.59	0.8884	1.6990	0.5177	11.1592
210	8.59	0.8884	1.6990	0.4921	10.6074
240	8.59	0.8884	1.6990	0.4563	9.8352
270	8.59	0.8884	1.6990	0.4269	9.2009
300	8.59	0.8884	1.6990	0.4021	8.6683
330	8.59	0.8884	1.6990	0.3810	8.2130
360	8.59	0.8884	1.6990	0.3627	7.8184

(Tr = 100 años)					
-----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	2.0000	1.2237	29.1880
60	8.59	0.8884	2.0000	0.9020	21.5136
90	8.59	0.8884	2.0000	0.7406	17.6643
120	8.59	0.8884	2.0000	0.6400	15.2658
150	8.59	0.8884	2.0000	0.5700	13.5950
180	8.59	0.8884	2.0000	0.5177	12.3485
210	8.59	0.8884	2.0000	0.4921	11.7378
240	8.59	0.8884	2.0000	0.4563	10.8834
270	8.59	0.8884	2.0000	0.4269	10.1815
300	8.59	0.8884	2.0000	0.4021	9.5921
330	8.59	0.8884	2.0000	0.3810	9.0883
360	8.59	0.8884	2.0000	0.3627	8.6516

(Tr = 200 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	2.3010	1.2237	31.9991
60	8.59	0.8884	2.3010	0.9020	23.5856
90	8.59	0.8884	2.3010	0.7406	19.3655
120	8.59	0.8884	2.3010	0.6400	16.7360
150	8.59	0.8884	2.3010	0.5700	14.9043
180	8.59	0.8884	2.3010	0.5177	13.5378
210	8.59	0.8884	2.3010	0.4921	12.8683
240	8.59	0.8884	2.3010	0.4563	11.9316
270	8.59	0.8884	2.3010	0.4269	11.1621
300	8.59	0.8884	2.3010	0.4021	10.5159
330	8.59	0.8884	2.3010	0.3810	9.9636
360	8.59	0.8884	2.3010	0.3627	9.4848

(Tr = 500 años)

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	2.6990	1.2237	35.7151
60	8.59	0.8884	2.6990	0.9020	26.3246
90	8.59	0.8884	2.6990	0.7406	21.6144
120	8.59	0.8884	2.6990	0.6400	18.6796
150	8.59	0.8884	2.6990	0.5700	16.6351
180	8.59	0.8884	2.6990	0.5177	15.1099
210	8.59	0.8884	2.6990	0.4921	14.3627
240	8.59	0.8884	2.6990	0.4563	13.3172

270	8.59	0.8884	2.6990	0.4269	12.4583
300	8.59	0.8884	2.6990	0.4021	11.7371
330	8.59	0.8884	2.6990	0.3810	11.1207
360	8.59	0.8884	2.6990	0.3627	10.5863

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	8.59	0.8884	3.0000	1.2237	38.5262
60	8.59	0.8884	3.0000	0.9020	28.3965
90	8.59	0.8884	3.0000	0.7406	23.3157
120	8.59	0.8884	3.0000	0.6400	20.1498
150	8.59	0.8884	3.0000	0.5700	17.9444
180	8.59	0.8884	3.0000	0.5177	16.2992
210	8.59	0.8884	3.0000	0.4921	15.4931
240	8.59	0.8884	3.0000	0.4563	14.3653
270	8.59	0.8884	3.0000	0.4269	13.4389
300	8.59	0.8884	3.0000	0.4021	12.6609
330	8.59	0.8884	3.0000	0.3810	11.9960
360	8.59	0.8884	3.0000	0.3627	11.4195

3.1.2.2.6.5. Estación Tocmoche

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TOCMOCHE

m	X (mm)	Y = Log X	Y -Yy	(Y -Yy) ³	Tr (en años)
1.00	118.00	2.072	0.494	0.121	54.000
2.00	116.20	2.065	0.487	0.116	27.000
3.00	108.60	2.036	0.458	0.096	18.000
4.00	106.00	2.025	0.448	0.090	13.500
5.00	100.40	2.002	0.424	0.076	10.800
6.00	98.40	1.993	0.415	0.072	9.000
7.00	94.00	1.973	0.395	0.062	7.714
8.00	85.00	1.929	0.352	0.043	6.750
9.00	83.60	1.922	0.344	0.041	6.000
10.00	76.00	1.881	0.303	0.028	5.400
11.00	74.40	1.872	0.294	0.025	4.909
12.00	73.60	1.867	0.289	0.024	4.500
13.00	70.00	1.845	0.267	0.019	4.154
14.00	64.50	1.810	0.232	0.012	3.857
15.00	64.00	1.806	0.228	0.012	3.600
16.00	61.00	1.785	0.208	0.009	3.375
17.00	60.00	1.778	0.200	0.008	3.176
18.00	60.00	1.778	0.200	0.008	3.000
19.00	55.00	1.740	0.163	0.004	2.842
20.00	55.00	1.740	0.163	0.004	2.700
21.00	53.90	1.732	0.154	0.004	2.571

22.00	52.20	1.718	0.140	0.003	2.455
23.00	50.50	1.703	0.125	0.002	2.348
24.00	48.00	1.681	0.103	0.001	2.250
25.00	47.00	1.672	0.094	0.001	2.160
26.00	45.80	1.661	0.083	0.001	2.077
27.00	45.00	1.653	0.075	0.000	2.000
28.00	45.00	1.653	0.075	0.000	1.929
29.00	44.00	1.643	0.066	0.000	1.862
30.00	40.00	1.602	0.024	0.000	1.800
31.00	40.00	1.602	0.024	0.000	1.742
32.00	36.90	1.567	-0.011	0.000	1.688
33.00	36.00	1.556	-0.021	0.000	1.636
34.00	35.00	1.544	-0.034	0.000	1.588
35.00	35.00	1.544	-0.034	0.000	1.543
36.00	33.00	1.519	-0.059	0.000	1.500
37.00	32.00	1.505	-0.073	0.000	1.459
38.00	30.00	1.477	-0.101	-0.001	1.421
39.00	28.00	1.447	-0.131	-0.002	1.385
40.00	25.00	1.398	-0.180	-0.006	1.350
41.00	25.00	1.398	-0.180	-0.006	1.317
42.00	23.60	1.373	-0.205	-0.009	1.286
43.00	20.00	1.301	-0.277	-0.021	1.256
44.00	20.00	1.301	-0.277	-0.021	1.227
45.00	20.00	1.301	-0.277	-0.021	1.200
46.00	15.40	1.188	-0.390	-0.059	1.174
47.00	15.00	1.176	-0.402	-0.065	1.149
48.00	12.00	1.079	-0.499	-0.124	1.125
49.00	12.00	1.079	-0.499	-0.124	1.102
50.00	7.00	0.845	-0.733	-0.393	1.080
51.00	5.20	0.716	-0.862	-0.640	1.059
52.00	4.50	0.653	-0.925	-0.790	1.038
53.00	2.60	0.415	-1.163	-1.572	1.019
				-2.974	

$$\begin{aligned} \sum x &= 2608.30 \\ Xx &= 49.21 \\ \sigma x &= 30.54 \\ N &= 53.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= 83.62 \\ Yy &= 1.58 \\ \sigma y &= 0.368 \end{aligned}$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 2608.30 \\ Xx &= 49.21 \\ \sigma x &= 30.54 \end{aligned}$$

1.- Del cuadro N° 34, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces :} \quad Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 83.05$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = Xx - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = 3.56$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = 3.56 + 83.05 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.500	0.365	33.87
5	20.00	80.00	0.800	1.500	128.13
10	10.00	90.00	0.900	2.250	190.42
25	4.00	96.00	0.960	3.199	269.23
50	2.00	98.00	0.980	3.900	327.45
100	1.00	99.00	0.990	4.600	385.58
200	0.50	99.50	0.995	5.325	445.79
500	0.20	99.80	0.998	6.497	543.12
1000	0.10	99.90	0.999	7.000	584.89

METODO DE LOG PEARSON III

$$\begin{aligned} \sum Y &= 83.62 \\ Y_y &= 1.58 \end{aligned}$$

$$\sigma_y = 0.368$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = -1.195**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.233**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

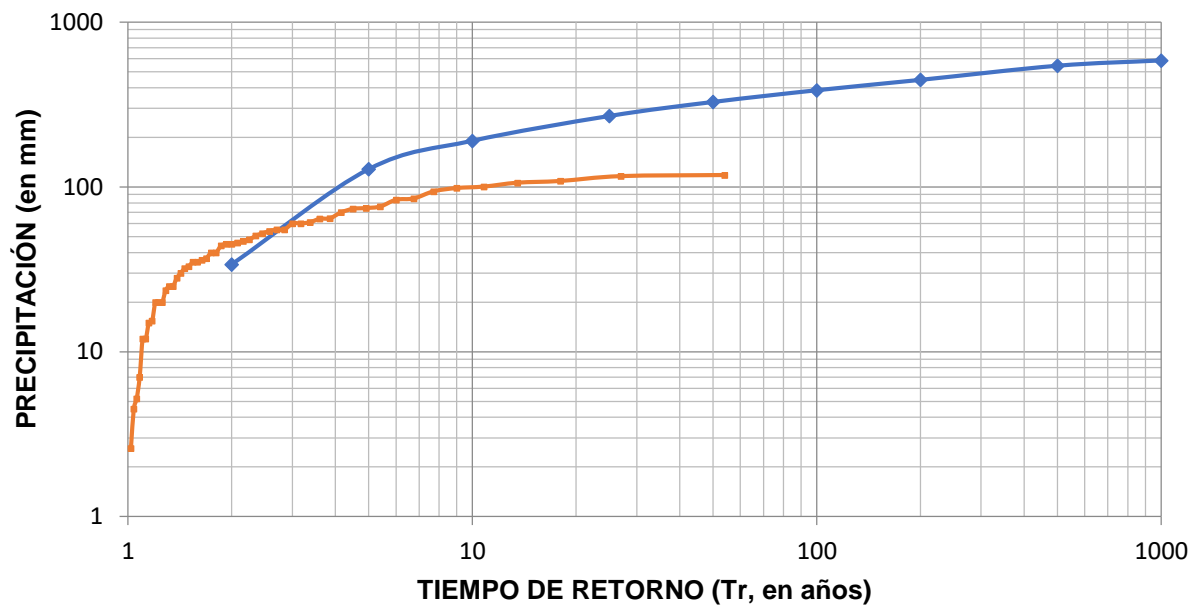
Entonces : **Log Y = 1.58 + 0.368 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

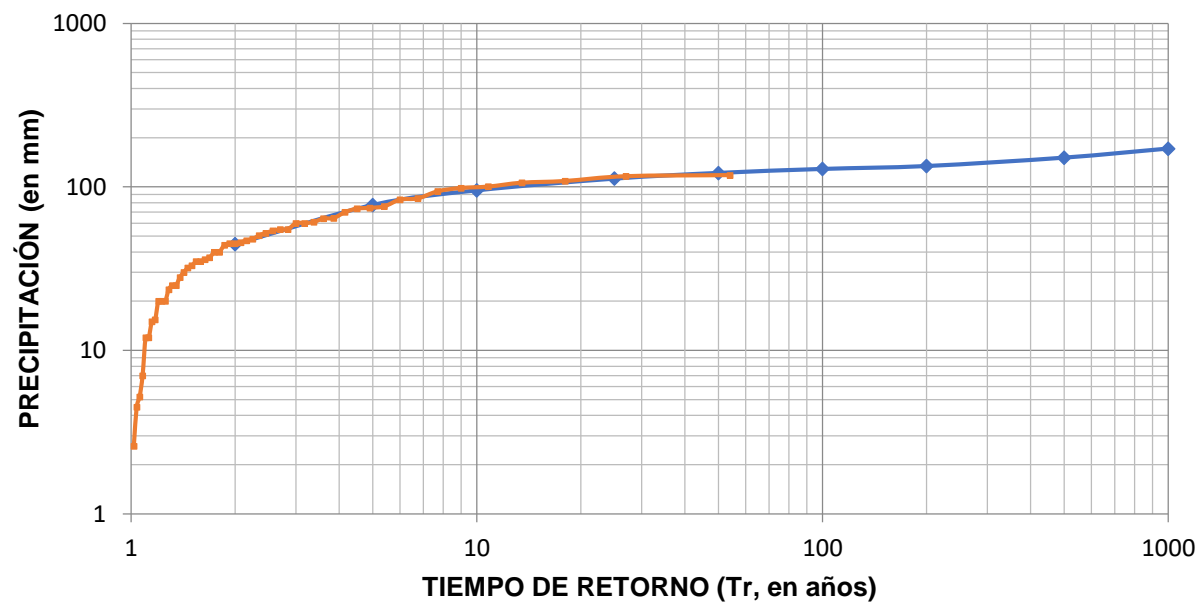
Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -1.195)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.195	1.650	44.63
5	20.00	80.00	0.848	1.890	77.57
10	10.00	90.00	1.091	1.979	95.28
25	4.00	96.00	1.286	2.051	112.40
50	2.00	98.00	1.381	2.086	121.79
100	1.00	99.00	1.447	2.110	128.77
200	0.50	99.50	1.495	2.128	134.19
500	0.20	99.80	1.635	2.179	151.04
1000	0.10	99.90	1.786	2.235	171.64

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION TOCMOCHE**

ESTACIÓN TOCMOCHE - METODO GUMBEL TIPO I



ESTACIÓN TOCMOCHE - METODO LOGARITMO PEARSON III



ESTACION TOCMOCHE		
Tr = (N+1) / m	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	33.87	44.63
5	128.13	77.57
10	190.42	95.28
25	269.23	112.40
50	327.45	121.79
100	385.58	128.77
200	445.79	134.19
500	543.12	151.04
1000	584.89	171.64

**ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA
TOCMOCHE**

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	44.63	44.63	44.63
90	29.75	29.75	14.88
120	22.31	22.31	7.44
150	17.85	17.85	4.46
180	14.88	14.88	2.98
210	12.75	12.75	2.13
240	11.16	11.16	1.59
270	9.92	9.92	1.24
300	8.93	8.93	0.99
330	8.11	8.11	0.81
360	7.44	7.44	0.68

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	77.57	77.57	77.57
90	51.71	51.71	25.86
120	38.79	38.79	12.93
150	31.03	31.03	7.76
180	25.86	25.86	5.17
210	22.16	22.16	3.69
240	19.39	19.39	2.77
270	17.24	17.24	2.15
300	15.51	15.51	1.72
330	14.10	14.10	1.41
360	12.93	12.93	1.18

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	95.28	95.28	95.28
90	63.52	63.52	31.76
120	47.64	47.64	15.88
150	38.11	38.11	9.53

180	31.76	31.76	6.35
210	27.22	27.22	4.54
240	23.82	23.82	3.40
270	21.17	21.17	2.65
300	19.06	19.06	2.12
330	17.32	17.32	1.73
360	15.88	15.88	1.44

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	112.40	112.40	112.40
90	74.93	74.93	37.47
120	56.20	56.20	18.73
150	44.96	44.96	11.24
180	37.47	37.47	7.49
210	32.11	32.11	5.35
240	28.10	28.10	4.01
270	24.98	24.98	3.12
300	22.48	22.48	2.50
330	20.44	20.44	2.04
360	18.73	18.73	1.70

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	121.79	121.79	121.79
90	81.19	81.19	40.60
120	60.90	60.90	20.30
150	48.72	48.72	12.18
180	40.60	40.60	8.12
210	34.80	34.80	5.80
240	30.45	30.45	4.35
270	27.06	27.06	3.38
300	24.36	24.36	2.71
330	22.14	22.14	2.21
360	20.30	20.30	1.85

(Tr = 100 años)			
------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	128.77	128.77	128.77
90	85.85	85.85	42.92
120	64.38	64.38	21.46
150	51.51	51.51	12.88
180	42.92	42.92	8.58
210	36.79	36.79	6.13
240	32.19	32.19	4.60
270	28.62	28.62	3.58
300	25.75	25.75	2.86
330	23.41	23.41	2.34
360	21.46	21.46	1.95

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	134.19	134.19	134.19
90	89.46	89.46	44.73
120	67.09	67.09	22.36
150	53.68	53.68	13.42
180	44.73	44.73	8.95
210	38.34	38.34	6.39
240	33.55	33.55	4.79
270	29.82	29.82	3.73
300	26.84	26.84	2.98
330	24.40	24.40	2.44
360	22.36	22.36	2.03

(Tr = 500 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	151.04	151.04	151.04
90	100.69	100.69	50.35
120	75.52	75.52	25.17
150	60.41	60.41	15.10
180	50.35	50.35	10.07
210	43.15	43.15	7.19
240	37.76	37.76	5.39
270	33.56	33.56	4.20
300	30.21	30.21	3.36

330	27.46	27.46	2.75
360	25.17	25.17	2.29

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	171.64	171.64	171.64
90	114.43	114.43	57.21
120	85.82	85.82	28.61
150	68.66	68.66	17.16
180	57.21	57.21	11.44
210	49.04	49.04	8.17
240	42.91	42.91	6.13
270	38.14	38.14	4.77
300	34.33	34.33	3.81
330	31.21	31.21	3.12
360	28.61	28.61	2.60

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para deternnar P_{24} ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas puvliometricas:

ZONA= 5
 SUB ZONA= 5b₄
 UBICACIÓN: 6°25' S 79°22' W

Entonces : $130 * \varepsilon_g^{-1.4}$
 Kg =
 Eg = 32.4+0.004Y Y=altitud

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

altitud= 1250.00 mts.

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P_{24} :

Eg = 32.4+0.004Y
 Eg = 37.4

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$Kg = 130 * Eg^{-1.4}$$

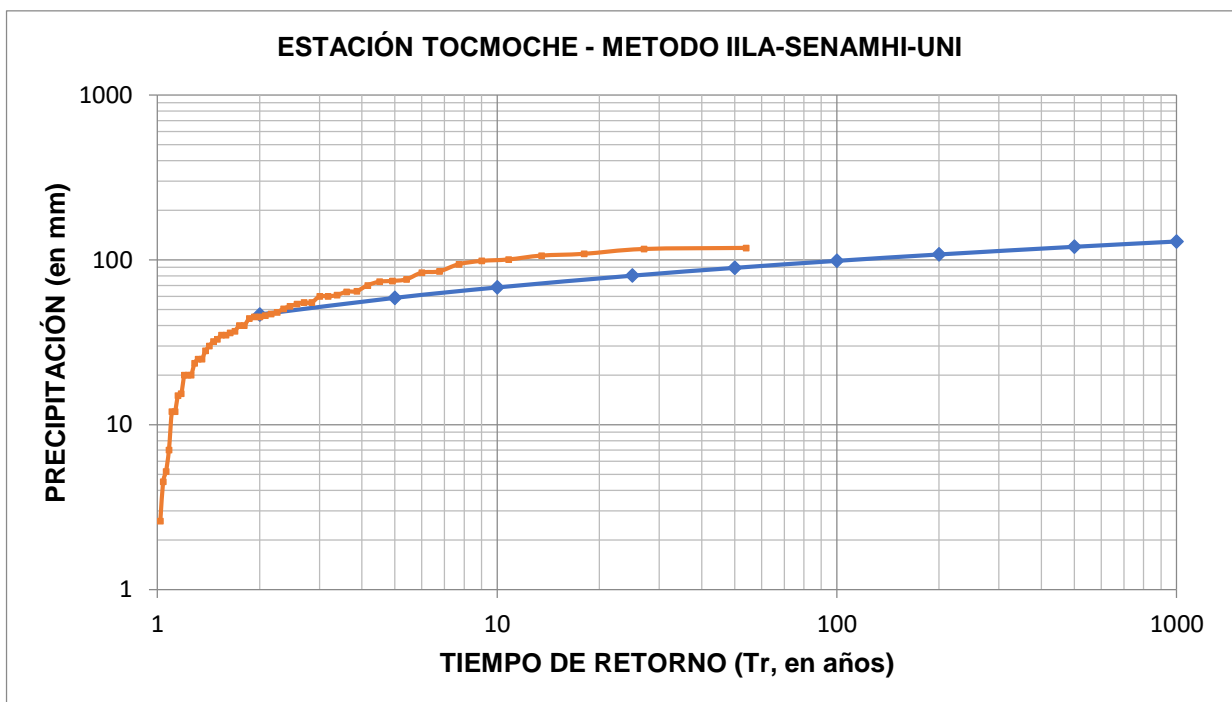
$$Kg = 0.81643781$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \epsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	37.40	0.82	0.3010	46.59
5	37.40	0.82	0.6990	58.74
10	37.40	0.82	1.0000	67.93
25	37.40	0.82	1.3979	80.09
50	37.40	0.82	1.6990	89.28
100	37.40	0.82	2.0000	98.47
200	37.40	0.82	2.3010	107.66
500	37.40	0.82	2.6990	119.81
1000	37.40	0.82	3.0000	129.00

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION TOCMOCHE



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION TOCMOCHE	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	46.59
5	58.74
10	67.93
25	80.09
50	89.28
100	98.47
200	107.66
500	119.81
1000	129.00

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TOCMOCHE

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n"y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas puvliometricas:

SUB ZONA= 9 3

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 1250.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 6.925

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	0.3010	1.2237	10.5568
60	6.925	0.8164	0.3010	0.9020	7.7811
90	6.925	0.8164	0.3010	0.7406	6.3889
120	6.925	0.8164	0.3010	0.6400	5.5214
150	6.925	0.8164	0.3010	0.5700	4.9171
180	6.925	0.8164	0.3010	0.5177	4.4663
210	6.925	0.8164	0.3010	0.4921	4.2454
240	6.925	0.8164	0.3010	0.4563	3.9363
270	6.925	0.8164	0.3010	0.4269	3.6825
300	6.925	0.8164	0.3010	0.4021	3.4693
330	6.925	0.8164	0.3010	0.3810	3.2871
360	6.925	0.8164	0.3010	0.3627	3.1291

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	0.6990	1.2237	13.3100
60	6.925	0.8164	0.6990	0.9020	9.8104
90	6.925	0.8164	0.6990	0.7406	8.0551
120	6.925	0.8164	0.6990	0.6400	6.9613
150	6.925	0.8164	0.6990	0.5700	6.1994

180	6.925	0.8164	0.6990	0.5177	5.6310
210	6.925	0.8164	0.6990	0.4921	5.3526
240	6.925	0.8164	0.6990	0.4563	4.9629
270	6.925	0.8164	0.6990	0.4269	4.6429
300	6.925	0.8164	0.6990	0.4021	4.3741
330	6.925	0.8164	0.6990	0.3810	4.1444
360	6.925	0.8164	0.6990	0.3627	3.9452

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	1.0000	1.2237	15.3927
60	6.925	0.8164	1.0000	0.9020	11.3455
90	6.925	0.8164	1.0000	0.7406	9.3155
120	6.925	0.8164	1.0000	0.6400	8.0506
150	6.925	0.8164	1.0000	0.5700	7.1695
180	6.925	0.8164	1.0000	0.5177	6.5122
210	6.925	0.8164	1.0000	0.4921	6.1901
240	6.925	0.8164	1.0000	0.4563	5.7395
270	6.925	0.8164	1.0000	0.4269	5.3694
300	6.925	0.8164	1.0000	0.4021	5.0585
330	6.925	0.8164	1.0000	0.3810	4.7929
360	6.925	0.8164	1.0000	0.3627	4.5625

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	1.3979	1.2237	18.1459
60	6.925	0.8164	1.3979	0.9020	13.3748
90	6.925	0.8164	1.3979	0.7406	10.9817
120	6.925	0.8164	1.3979	0.6400	9.4906
150	6.925	0.8164	1.3979	0.5700	8.4518
180	6.925	0.8164	1.3979	0.5177	7.6769
210	6.925	0.8164	1.3979	0.4921	7.2973
240	6.925	0.8164	1.3979	0.4563	6.7661
270	6.925	0.8164	1.3979	0.4269	6.3297
300	6.925	0.8164	1.3979	0.4021	5.9633
330	6.925	0.8164	1.3979	0.3810	5.6501
360	6.925	0.8164	1.3979	0.3627	5.3786

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)

30	6.925	0.8164	1.6990	1.2237	20.2286
60	6.925	0.8164	1.6990	0.9020	14.9099
90	6.925	0.8164	1.6990	0.7406	12.2421
120	6.925	0.8164	1.6990	0.6400	10.5799
150	6.925	0.8164	1.6990	0.5700	9.4219
180	6.925	0.8164	1.6990	0.5177	8.5581
210	6.925	0.8164	1.6990	0.4921	8.1348
240	6.925	0.8164	1.6990	0.4563	7.5427
270	6.925	0.8164	1.6990	0.4269	7.0562
300	6.925	0.8164	1.6990	0.4021	6.6477
330	6.925	0.8164	1.6990	0.3810	6.2986
360	6.925	0.8164	1.6990	0.3627	5.9959

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	2.0000	1.2237	22.3113
60	6.925	0.8164	2.0000	0.9020	16.4450
90	6.925	0.8164	2.0000	0.7406	13.5026
120	6.925	0.8164	2.0000	0.6400	11.6691
150	6.925	0.8164	2.0000	0.5700	10.3920
180	6.925	0.8164	2.0000	0.5177	9.4392
210	6.925	0.8164	2.0000	0.4921	8.9724
240	6.925	0.8164	2.0000	0.4563	8.3192
270	6.925	0.8164	2.0000	0.4269	7.7827
300	6.925	0.8164	2.0000	0.4021	7.3322
330	6.925	0.8164	2.0000	0.3810	6.9471
360	6.925	0.8164	2.0000	0.3627	6.6133

(Tr = 200 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	2.3010	1.2237	24.3940
60	6.925	0.8164	2.3010	0.9020	17.9801
90	6.925	0.8164	2.3010	0.7406	14.7630
120	6.925	0.8164	2.3010	0.6400	12.7584
150	6.925	0.8164	2.3010	0.5700	11.3620
180	6.925	0.8164	2.3010	0.5177	10.3203
210	6.925	0.8164	2.3010	0.4921	9.8099
240	6.925	0.8164	2.3010	0.4563	9.0958
270	6.925	0.8164	2.3010	0.4269	8.5092
300	6.925	0.8164	2.3010	0.4021	8.0166
330	6.925	0.8164	2.3010	0.3810	7.5956
360	6.925	0.8164	2.3010	0.3627	7.2306

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	2.6990	1.2237	27.1472
60	6.925	0.8164	2.6990	0.9020	20.0094
90	6.925	0.8164	2.6990	0.7406	16.4292
120	6.925	0.8164	2.6990	0.6400	14.1984
150	6.925	0.8164	2.6990	0.5700	12.6444
180	6.925	0.8164	2.6990	0.5177	11.4851
210	6.925	0.8164	2.6990	0.4921	10.9171
240	6.925	0.8164	2.6990	0.4563	10.1224
270	6.925	0.8164	2.6990	0.4269	9.4696
300	6.925	0.8164	2.6990	0.4021	8.9214
330	6.925	0.8164	2.6990	0.3810	8.4529
360	6.925	0.8164	2.6990	0.3627	8.0467

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.925	0.8164	3.0000	1.2237	29.2299
60	6.925	0.8164	3.0000	0.9020	21.5445
90	6.925	0.8164	3.0000	0.7406	17.6896
120	6.925	0.8164	3.0000	0.6400	15.2877
150	6.925	0.8164	3.0000	0.5700	13.6145
180	6.925	0.8164	3.0000	0.5177	12.3662
210	6.925	0.8164	3.0000	0.4921	11.7547
240	6.925	0.8164	3.0000	0.4563	10.8990
270	6.925	0.8164	3.0000	0.4269	10.1961
300	6.925	0.8164	3.0000	0.4021	9.6058
330	6.925	0.8164	3.0000	0.3810	9.1014
360	6.925	0.8164	3.0000	0.3627	8.6640

3.1.2.2.6.6. Estación Tinajones

ANALISIS DE MAXIMAS PRECIPITACIONES DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TINAJONES

m	X (mm)	Y = Log X	Y - Yy	(Y - Yy) ³	Tr (en años)
1.00	116.30	2.066	0.770	0.456	54.000
2.00	93.20	1.969	0.673	0.305	27.000
3.00	75.40	1.877	0.581	0.196	18.000
4.00	72.00	1.857	0.561	0.177	13.500
5.00	47.30	1.675	0.379	0.054	10.800
6.00	44.20	1.645	0.349	0.043	9.000
7.00	43.98	1.643	0.347	0.042	7.714
8.00	38.20	1.582	0.286	0.023	6.750
9.00	34.89	1.543	0.247	0.015	6.000
10.00	34.50	1.538	0.242	0.014	5.400

11.00	32.66	1.514	0.218	0.010	4.909
12.00	30.95	1.491	0.195	0.007	4.500
13.00	30.03	1.478	0.182	0.006	4.154
14.00	29.71	1.473	0.177	0.006	3.857
15.00	29.45	1.469	0.173	0.005	3.600
16.00	28.11	1.449	0.153	0.004	3.375
17.00	27.50	1.439	0.143	0.003	3.176
18.00	26.78	1.428	0.132	0.002	3.000
19.00	26.35	1.421	0.125	0.002	2.842
20.00	25.63	1.409	0.113	0.001	2.700
21.00	25.47	1.406	0.110	0.001	2.571
22.00	24.00	1.380	0.084	0.001	2.455
23.00	23.67	1.374	0.078	0.000	2.348
24.00	23.45	1.370	0.074	0.000	2.250
25.00	23.16	1.365	0.069	0.000	2.160
26.00	22.50	1.352	0.056	0.000	2.077
27.00	22.21	1.347	0.051	0.000	2.000
28.00	21.41	1.331	0.035	0.000	1.929
29.00	21.12	1.325	0.029	0.000	1.862
30.00	20.60	1.314	0.018	0.000	1.800
31.00	19.80	1.297	0.001	0.000	1.742
32.00	19.50	1.290	-0.006	0.000	1.688
33.00	18.70	1.272	-0.024	0.000	1.636
34.00	18.34	1.263	-0.033	0.000	1.588
35.00	17.40	1.241	-0.055	0.000	1.543
36.00	17.25	1.237	-0.059	0.000	1.500
37.00	16.26	1.211	-0.085	-0.001	1.459
38.00	15.20	1.182	-0.114	-0.001	1.421
39.00	14.85	1.172	-0.124	-0.002	1.385
40.00	13.56	1.132	-0.164	-0.004	1.350
41.00	12.93	1.111	-0.185	-0.006	1.317
42.00	12.55	1.099	-0.197	-0.008	1.286
43.00	12.39	1.093	-0.203	-0.008	1.256
44.00	11.82	1.073	-0.223	-0.011	1.227
45.00	11.32	1.054	-0.242	-0.014	1.200
46.00	10.75	1.031	-0.265	-0.019	1.174
47.00	9.40	0.973	-0.323	-0.034	1.149
48.00	9.10	0.959	-0.337	-0.038	1.125
49.00	7.74	0.889	-0.407	-0.068	1.102
50.00	5.00	0.699	-0.597	-0.213	1.080
51.00	2.60	0.415	-0.881	-0.684	1.059
52.00	2.10	0.322	-0.974	-0.923	1.038
53.00	1.40	0.146	-1.150	-1.520	1.019
				-2.179	

$$\begin{aligned} \sum x &= \\ Xx &= 1394.68 \\ \sigma x &= 26.31 \\ &= 21.46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y &= \\ Yy &= 68.69 \\ \sigma y &= 1.30 \\ &= 0.360 \end{aligned}$$

$$N = 53.00$$

METODO GUMBEL TIPO I

$$\begin{aligned} \sum x &= 1394.68 \\ \bar{X} &= 26.31 \\ \sigma_x &= 21.46 \end{aligned}$$

1.- Del cuadro N° 34, determinamos las variable reducida Y_n y la desviación estándar esperada en función del número de registros :

$$\begin{aligned} \text{Entonces : } Y_n &= 0.5497 \\ \sigma &= 1.1653 \end{aligned}$$

2.- Luego se calcula el parámetro de dispersión:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$1 / \alpha = 59.57$$

3.- Se calcula la moda :

$$u = \bar{X} - Y_N \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

$$u = -6.43$$

4.- Por lo tanto al ecuación de predicción es:

$$y = u + \left(\frac{1}{\alpha} \right) * w$$

$$\text{Luego: } y = -6.43 + 59.57 * w$$

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	F (y)	w	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.500	0.365	15.31
5	20.00	80.00	0.800	1.500	82.93
10	10.00	90.00	0.900	2.250	127.60
25	4.00	96.00	0.960	3.199	184.14
50	2.00	98.00	0.980	3.900	225.90
100	1.00	99.00	0.990	4.600	267.60

200	0.50	99.50	0.995	5.325	310.79
500	0.20	99.80	0.998	6.497	380.61
1000	0.10	99.90	0.999	7.000	410.57

METODO DE LOG PEARSON III

$$\sum Y = 68.69$$

$$Y_y = 1.30$$

$$\sigma_y = 0.360$$

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

Luego : **CSy = -0.931**

2.- Se calcula el coeficiente de variación : Cv = σ_y / Y_y

Por lo tanto : **Cv = 0.278**

3.- Luego la ecuación de predicción será :

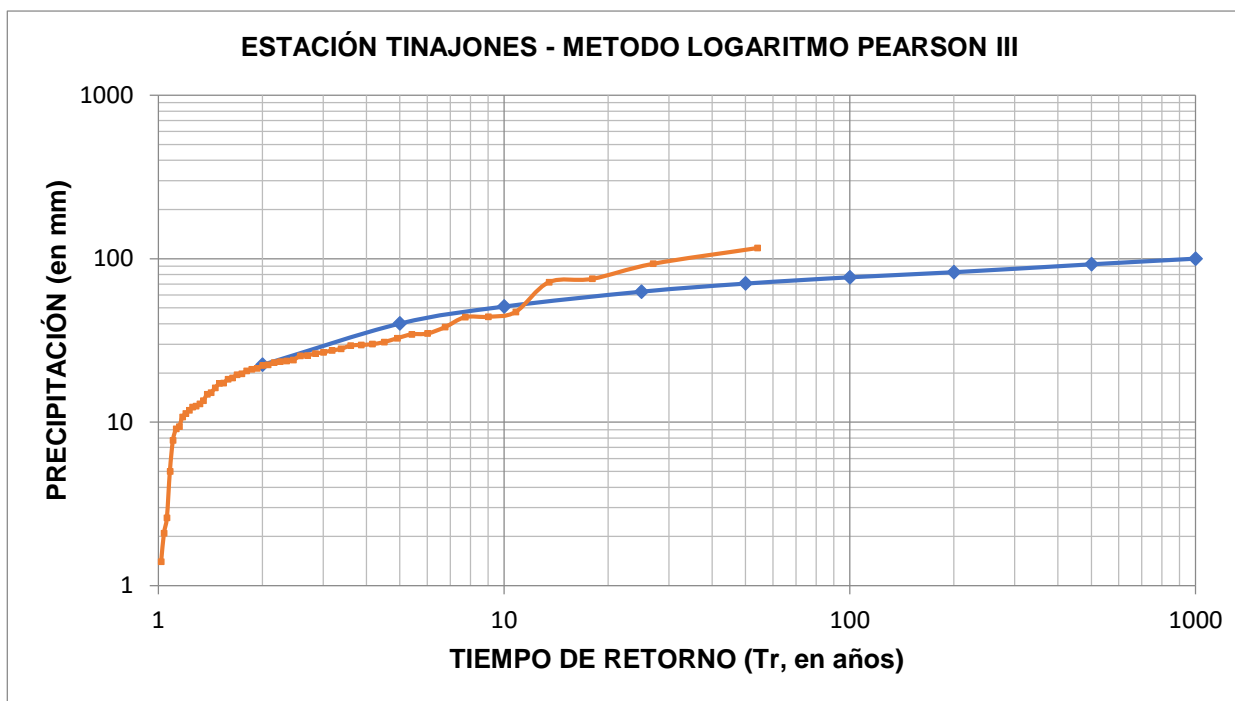
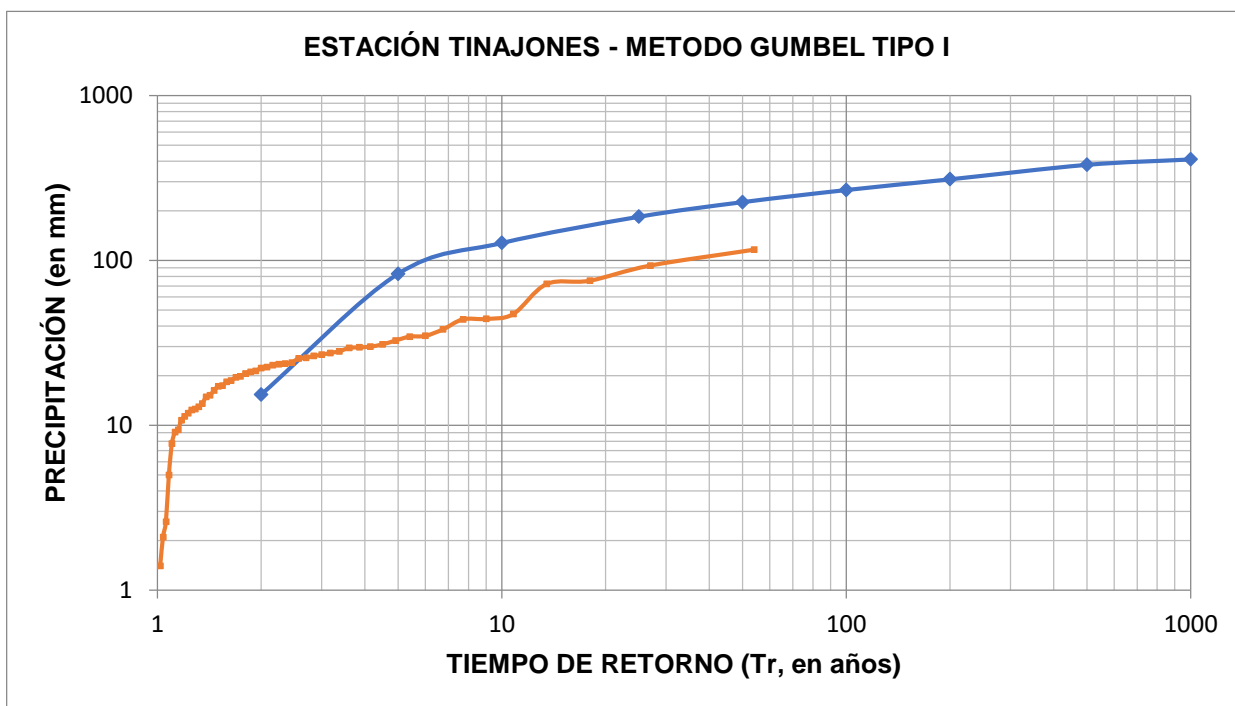
$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

Entonces : **Log Y = 1.30 + 0.360 * K**

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

Tr	1/Tr	P (%)	K (Csy = -0.931)	Log Y	Y = Precip.
2	50.00	50.00	0.153	1.351	22.45
5	20.00	80.00	0.853	1.603	40.13
10	10.00	90.00	1.141	1.707	50.95
25	4.00	96.00	1.394	1.798	62.86
50	2.00	98.00	1.531	1.848	70.42
100	1.00	99.00	1.638	1.886	76.94
200	0.50	99.50	1.724	1.917	82.61
500	0.20	99.80	1.858	1.965	92.34
1000	0.10	99.90	1.954	2.000	100.00

GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION TINAJONES



ESTACION TINAJONES		
$T_r = (N+1) / m$	METODO GUMBEL	METODO LOG PEARSON III
2	15.31	22.45

5	82.93	40.13
10	127.60	50.95
25	184.14	62.86
50	225.90	70.42
100	267.60	76.94
200	310.79	82.61
500	380.61	92.34
1000	410.57	100.00

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TINAJONES

(Tr = 2 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	22.45	22.45	22.45
90	14.96	14.96	7.48
120	11.22	11.22	3.74
150	8.98	8.98	2.24
180	7.48	7.48	1.50
210	6.41	6.41	1.07
240	5.61	5.61	0.80
270	4.99	4.99	0.62
300	4.49	4.49	0.50
330	4.08	4.08	0.41
360	3.74	3.74	0.34

(Tr = 5 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	40.13	40.13	40.13
90	26.75	26.75	13.38
120	20.06	20.06	6.69
150	16.05	16.05	4.01
180	13.38	13.38	2.68
210	11.47	11.47	1.91
240	10.03	10.03	1.43
270	8.92	8.92	1.11

300	8.03	8.03	0.89
330	7.30	7.30	0.73
360	6.69	6.69	0.61

(Tr = 10 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	50.95	50.95	50.95
90	33.97	33.97	16.98
120	25.47	25.47	8.49
150	20.38	20.38	5.09
180	16.98	16.98	3.40
210	14.56	14.56	2.43
240	12.74	12.74	1.82
270	11.32	11.32	1.42
300	10.19	10.19	1.13
330	9.26	9.26	0.93
360	8.49	8.49	0.77

(Tr = 25 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	62.86	62.86	62.86
90	41.90	41.90	20.95
120	31.43	31.43	10.48
150	25.14	25.14	6.29
180	20.95	20.95	4.19
210	17.96	17.96	2.99
240	15.71	15.71	2.24
270	13.97	13.97	1.75
300	12.57	12.57	1.40
330	11.43	11.43	1.14
360	10.48	10.48	0.95

(Tr = 50 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	70.42	70.42	70.42
90	46.95	46.95	23.47

120	35.21	35.21	11.74
150	28.17	28.17	7.04
180	23.47	23.47	4.69
210	20.12	20.12	3.35
240	17.61	17.61	2.52
270	15.65	15.65	1.96
300	14.08	14.08	1.56
330	12.80	12.80	1.28
360	11.74	11.74	1.07

(Tr = 100 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	76.94	76.94	76.94
90	51.29	51.29	25.65
120	38.47	38.47	12.82
150	30.78	30.78	7.69
180	25.65	25.65	5.13
210	21.98	21.98	3.66
240	19.23	19.23	2.75
270	17.10	17.10	2.14
300	15.39	15.39	1.71
330	13.99	13.99	1.40
360	12.82	12.82	1.17

(Tr = 200 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	82.61	82.61	82.61
90	55.07	55.07	27.54
120	41.30	41.30	13.77
150	33.04	33.04	8.26
180	27.54	27.54	5.51
210	23.60	23.60	3.93
240	20.65	20.65	2.95
270	18.36	18.36	2.29
300	16.52	16.52	1.84
330	15.02	15.02	1.50
360	13.77	13.77	1.25

(Tr = 500 años)			
------------------------	--	--	--

tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	92.34	92.34	92.34
90	61.56	61.56	30.78
120	46.17	46.17	15.39
150	36.94	36.94	9.23
180	30.78	30.78	6.16
210	26.38	26.38	4.40
240	23.09	23.09	3.30
270	20.52	20.52	2.57
300	18.47	18.47	2.05
330	16.79	16.79	1.68
360	15.39	15.39	1.40

(Tr = 1000 años)			
tiempo (min)	(mm/h)	Precipi. en el momento "t" (mm)	Precipi. (mm)
60	100.00	100.00	100.00
90	66.66	66.66	33.33
120	50.00	50.00	16.67
150	40.00	40.00	10.00
180	33.33	33.33	6.67
210	28.57	28.57	4.76
240	25.00	25.00	3.57
270	22.22	22.22	2.78
300	20.00	20.00	2.22
330	18.18	18.18	1.82
360	16.67	16.67	1.52

METODO IILA-SENAMHI-UNI

$$P_{24} = \varepsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

ECUACION DE MAXIMA PRECIPITACION

1.- De la Tabla 3.a determinamos el parametro de frecuencia Kg y el parametro para determnar P₂₄ ε_g en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas puvliometricas:

ZONA= 9
SUB ZONA= 9₃
UBICACIÓN: 6°40' S 79°29' W

$$22.5 * E_g^{-0.85}$$

Entonces : Kg =

 Eg = 31 + 0.475(Dm - 110) Dm ≤ 110

2.- Luego se toma los datos de la tabla 3.d:

Dm = 55 km

3.- Se calcula Eg el parametro para determinar P₂₄ :

Eg = 31 + 0.475(Dm - 110)

Eg = 4.875

3.- Se calcula Kg el parametro de frecuencia :

$$22.5 * E_g^{-0.85}$$

Kg =

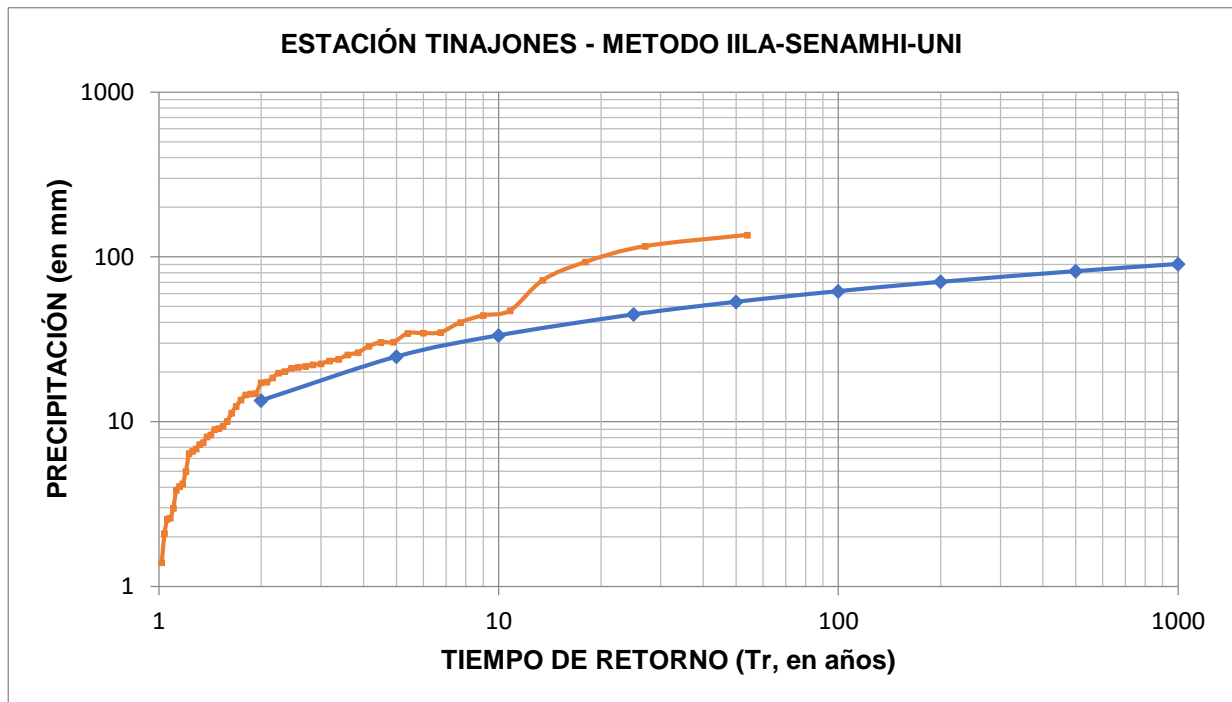
Kg = 5.853344577

5.- Precipitaciones máximas probables, con períodos de retorno y probabilidad de excedencia:

$$P_{24} = \epsilon_g x (1 + Kx \log T)$$

Tr	Eg	Kg	logT	Y = P ₂₄
2	4.88	5.85	0.3010	13.46
5	4.88	5.85	0.6990	24.82
10	4.88	5.85	1.0000	33.41
25	4.88	5.85	1.3979	44.77
50	4.88	5.85	1.6990	53.36
100	4.88	5.85	2.0000	61.95
200	4.88	5.85	2.3010	70.54
500	4.88	5.85	2.6990	81.89
1000	4.88	5.85	3.0000	90.48

**GRAFICAS DEL ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE LAS
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE LA ESTACION TINAJONES**



RESULTADO DE PRECIPITACIONES SEGÚN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS

ESTACION TINAJONES	
Tr = (N+1) / m	METODO IILA-SENAMHI-UNI
2	13.46
5	24.82
10	33.41
25	44.77
50	53.36
100	61.95
200	70.54
500	81.89
1000	90.48

ANALISIS DE INTENSIDADES CON PERIODOS DE RETORNO DE LA ESTACION PLUVIOMETRICA TINAJONES

Para $t \leq 3$ horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \text{Log} T)(t + b)^{n-1}$$

Para $3 \leq t$ (tiempo de concentración) ≤ 24 horas:

$$i_{t,T} = a (1 + K \log T) t^{n-1}$$

1.- De la Tabla 3.b determinamos el parametro de duracion "n" y el parametro de intensidad "a" en funcion de subdivisiones del territorio de las zonas y sub zonas pluviometricas:

SUB ZONA= 9₃

como no existe en la tabla la subzona se coloca las mas cercana

SUB ZONA= 5a₁₀

n = 0.434

a = 5.80 + 0.0009Y

2.- Se calcula "a" parametro de intensidad :

Y = 240.00

a = 5.80 + 0.0009Y

a = 6.016

3.- Se toma "b" el parametro por hora según la region

b = 0.2 horas (costa, norte y selva)

4.- intensidades máximas probables con intervalos de tiempo, con períodos de retorno:

(Tr = 2 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	0.3010	1.2237	20.3335
60	6.016	5.8533	0.3010	0.9020	14.9872
90	6.016	5.8533	0.3010	0.7406	12.3056
120	6.016	5.8533	0.3010	0.6400	10.6347
150	6.016	5.8533	0.3010	0.5700	9.4708
180	6.016	5.8533	0.3010	0.5177	8.6024
210	6.016	5.8533	0.3010	0.4921	8.1770
240	6.016	5.8533	0.3010	0.4563	7.5818
270	6.016	5.8533	0.3010	0.4269	7.0928

300	6.016	5.8533	0.3010	0.4021	6.6822
330	6.016	5.8533	0.3010	0.3810	6.3313
360	6.016	5.8533	0.3010	0.3627	6.0270

(Tr = 5 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	0.6990	1.2237	37.4811
60	6.016	5.8533	0.6990	0.9020	27.6262
90	6.016	5.8533	0.6990	0.7406	22.6832
120	6.016	5.8533	0.6990	0.6400	19.6032
150	6.016	5.8533	0.6990	0.5700	17.4576
180	6.016	5.8533	0.6990	0.5177	15.8571
210	6.016	5.8533	0.6990	0.4921	15.0728
240	6.016	5.8533	0.6990	0.4563	13.9756
270	6.016	5.8533	0.6990	0.4269	13.0743
300	6.016	5.8533	0.6990	0.4021	12.3174
330	6.016	5.8533	0.6990	0.3810	11.6706
360	6.016	5.8533	0.6990	0.3627	11.1097

(Tr = 10 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	1.0000	1.2237	50.4528
60	6.016	5.8533	1.0000	0.9020	37.1872
90	6.016	5.8533	1.0000	0.7406	30.5335
120	6.016	5.8533	1.0000	0.6400	26.3876
150	6.016	5.8533	1.0000	0.5700	23.4995
180	6.016	5.8533	1.0000	0.5177	21.3450
210	6.016	5.8533	1.0000	0.4921	20.2893
240	6.016	5.8533	1.0000	0.4563	18.8124
270	6.016	5.8533	1.0000	0.4269	17.5992
300	6.016	5.8533	1.0000	0.4021	16.5803
330	6.016	5.8533	1.0000	0.3810	15.7096
360	6.016	5.8533	1.0000	0.3627	14.9547

(Tr = 25 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	1.3979	1.2237	67.6004
60	6.016	5.8533	1.3979	0.9020	49.8262
90	6.016	5.8533	1.3979	0.7406	40.9110
120	6.016	5.8533	1.3979	0.6400	35.3560

150	6.016	5.8533	1.3979	0.5700	31.4864
180	6.016	5.8533	1.3979	0.5177	28.5996
210	6.016	5.8533	1.3979	0.4921	27.1852
240	6.016	5.8533	1.3979	0.4563	25.2063
270	6.016	5.8533	1.3979	0.4269	23.5807
300	6.016	5.8533	1.3979	0.4021	22.2156
330	6.016	5.8533	1.3979	0.3810	21.0489
360	6.016	5.8533	1.3979	0.3627	20.0374

(Tr = 50 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	1.6990	1.2237	80.5721
60	6.016	5.8533	1.6990	0.9020	59.3873
90	6.016	5.8533	1.6990	0.7406	48.7614
120	6.016	5.8533	1.6990	0.6400	42.1404
150	6.016	5.8533	1.6990	0.5700	37.5282
180	6.016	5.8533	1.6990	0.5177	34.0875
210	6.016	5.8533	1.6990	0.4921	32.4017
240	6.016	5.8533	1.6990	0.4563	30.0431
270	6.016	5.8533	1.6990	0.4269	28.1055
300	6.016	5.8533	1.6990	0.4021	26.4785
330	6.016	5.8533	1.6990	0.3810	25.0879
360	6.016	5.8533	1.6990	0.3627	23.8823

(Tr = 100 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	(t + b) ⁿ⁻¹ ó t ⁿ⁻¹	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	2.0000	1.2237	93.5437
60	6.016	5.8533	2.0000	0.9020	68.9483
90	6.016	5.8533	2.0000	0.7406	56.6117
120	6.016	5.8533	2.0000	0.6400	48.9248
150	6.016	5.8533	2.0000	0.5700	43.5701
180	6.016	5.8533	2.0000	0.5177	39.5754
210	6.016	5.8533	2.0000	0.4921	37.6182
240	6.016	5.8533	2.0000	0.4563	34.8798
270	6.016	5.8533	2.0000	0.4269	32.6304
300	6.016	5.8533	2.0000	0.4021	30.7414
330	6.016	5.8533	2.0000	0.3810	29.1269
360	6.016	5.8533	2.0000	0.3627	27.7272

(Tr = 200 años)					
-----------------	--	--	--	--	--

tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	2.3010	1.2237	106.5154
60	6.016	5.8533	2.3010	0.9020	78.5094
90	6.016	5.8533	2.3010	0.7406	64.4620
120	6.016	5.8533	2.3010	0.6400	55.7092
150	6.016	5.8533	2.3010	0.5700	49.6119
180	6.016	5.8533	2.3010	0.5177	45.0633
210	6.016	5.8533	2.3010	0.4921	42.8347
240	6.016	5.8533	2.3010	0.4563	39.7166
270	6.016	5.8533	2.3010	0.4269	37.1552
300	6.016	5.8533	2.3010	0.4021	35.0043
330	6.016	5.8533	2.3010	0.3810	33.1660
360	6.016	5.8533	2.3010	0.3627	31.5722

(Tr = 500 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	2.6990	1.2237	123.6630
60	6.016	5.8533	2.6990	0.9020	91.1484
90	6.016	5.8533	2.6990	0.7406	74.8396
120	6.016	5.8533	2.6990	0.6400	64.6776
150	6.016	5.8533	2.6990	0.5700	57.5988
180	6.016	5.8533	2.6990	0.5177	52.3179
210	6.016	5.8533	2.6990	0.4921	49.7305
240	6.016	5.8533	2.6990	0.4563	46.1105
270	6.016	5.8533	2.6990	0.4269	43.1367
300	6.016	5.8533	2.6990	0.4021	40.6395
330	6.016	5.8533	2.6990	0.3810	38.5053
360	6.016	5.8533	2.6990	0.3627	36.6549

(Tr = 1000 años)					
tiempo (min)	"a"	Kg	logT	$(t + b)^{n-1}$ ó t^{n-1}	Intensidad (mm/h)
30	6.016	5.8533	3.0000	1.2237	136.6347
60	6.016	5.8533	3.0000	0.9020	100.7094
90	6.016	5.8533	3.0000	0.7406	82.6899
120	6.016	5.8533	3.0000	0.6400	71.4620
150	6.016	5.8533	3.0000	0.5700	63.6407
180	6.016	5.8533	3.0000	0.5177	57.8058
210	6.016	5.8533	3.0000	0.4921	54.9470
240	6.016	5.8533	3.0000	0.4563	50.9472
270	6.016	5.8533	3.0000	0.4269	47.6616
300	6.016	5.8533	3.0000	0.4021	44.9024
330	6.016	5.8533	3.0000	0.3810	42.5443

360	6.016	5.8533	3.0000	0.3627	40.4998
-----	-------	--------	--------	--------	---------

3.1.2.2.7. Resultados Obtenidos del Análisis de Distribución de Frecuencias

ESTACION	DISTRIBUCION DE MAYOR AJUSTE	PERIODOS DE RETORNO								
		2	5	10	25	50	100	200	500	1000
JAYANCA	Log Pearson Tipo III	14.07	30.64	47.59	77.97	108.81	148.26	198.43	287.34	365.82
FERREÑAFE	Log Pearson Tipo III	9.03	22.03	36.44	64.03	93.64	133.22	185.67	284.80	394.78
PUCHACA	Log Pearson Tipo III	34.10	71.25	101.92	145.46	180.55	217.42	254.67	296.01	358.52
INCAHUASI	Log Pearson Tipo III	28.83	39.34	47.40	58.83	68.40	78.84	90.35	97.60	106.91
TOCMOCHE	Log Pearson Tipo III	44.63	77.57	95.28	112.40	121.79	128.77	134.19	151.04	171.64
TINAJONES	Log Pearson Tipo III	22.45	40.13	50.95	62.86	70.42	76.94	82.61	92.34	100.00

ESTACION	DISTRIBUCION DE MAYOR AJUSTE	PERIODOS DE RETORNO								
		2	5	10	25	50	100	200	500	1000
JAYANCA	IILA-SENAMHI-UNI	11.61	22.39	30.54	41.32	49.48	57.64	65.79	76.57	84.73
FERREÑAFE	IILA-SENAMHI-UNI	20.48	33.27	42.95	55.75	65.42	75.10	84.78	97.57	107.25
PUCHACA	IILA-SENAMHI-UNI	43.90	56.47	65.97	78.54	88.04	97.55	107.05	119.62	129.12
INCAHUASI	IILA-SENAMHI-UNI	56.78	72.62	84.60	100.44	112.42	124.40	136.38	152.22	164.20
TOCMOCHE	IILA-SENAMHI-UNI	46.59	58.74	67.93	80.09	89.28	98.47	107.66	119.81	129.00
TINAJONES	IILA-SENAMHI-UNI	13.46	24.82	33.41	44.77	53.36	61.95	70.54	81.89	90.48

3.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar y compararla metodología IILA – SENAMHI – UNI para pronosticar la ocurrencia de precipitaciones extremas de lluvia o un posible fenómeno del niño a nivel regional en la cuenca chancay y el rio la leche, con la finalidad de encontrar en periodos futuros alguna respuesta contra estos desastres naturales que pueda dejar las precipitaciones.

3.2.1. DISCUSION 1

se realizó la recolección de datos en todas las estaciones pluviométricas más cercanas a cuenca chancay y el rio la leche por medio del senamhi y la visita de algunas estaciones insitu, las cuales son Lambayeque, ferreñafe, chiclayo, pucala, tinajones, reque, Pimentel, puchaca, tocmoche, llama, huambos, santa cruz, chancay baños, chugur, quilcate, Cochabamba, jayanca e incahuasi.

Se seleccionó las precipitaciones máximas de cada año y de cada estación ya mencionada anteriormente, desde el año 1965 hasta el año 2017.

En algunas estaciones no presentan datos de precipitaciones en algunos años.

3.2.2. DISCUSIÓN 2

ya teniendo toda la información necesaria y filtrada, se comenzó a encontrar los datos faltantes de las precipitaciones máximas de cada año en las estaciones pluviométricas con el método de promedios.

Las estaciones más cercanas a la cuenca chancay, se tomó como índice las de Lambayeque, huambos y chugur por ser todas las estaciones más cercanas unas de otras y por su consistencia de datos que han registrado.

El mismo caso fue con las estaciones del rio la leche, donde se tomó como índice las de jayanca, puchaca, tocmoche e incahuasi.

3.2.3. DISCUSION 3

Se comenzó a hallar todos los datos necesarios de los métodos GUMBEL TIPO I, de LOG PEARSON III y por ultimo IILA – SENAMHI – UNI para su evaluación.

Comenzamos a ingresar la información a tablas de Excel, para luego ingresar las fórmulas de cada método ya mencionado y así poder hallar las precipitaciones máximas probables con periodos de retorno de 2 a 1000 años y así evaluar los dos primeros métodos con la metodología IILA – SENAMHI – UNI.

Se realizó la gráfica de análisis de las frecuencias de las precipitaciones máximas para evaluar los 3 métodos con las precipitaciones máximas reales que se recolecto según senamhi.

También se realizó, el hallar de las intensidades (mm/h) con las precipitaciones máximas con periodos de retorno ya obtenidas con los 3 métodos, para poder entender una lluvia máxima en su punto más fuerte.

Se hizo la evolución de los dos primeros métodos que son GUMBEL TIPO I y LOG PEARSON III, y se determinó que el método LOG PEARSON III tiene más semejanza en resultados con la información real que se obtuvo en la recolección de información siendo este método que se comparara con la metodología IILA – SENAMHI – UNI.

3.2.4. DISCUSION 4

Se realizó la comparación de los métodos LOG PEARSON III y IILA – SENAMHI – UNI se determinó que son muy parecido en sus resultados, en los primeros años de retorno y dependiendo de las estaciones, ya que el método de IILA – SENAMHI – UNI se baza mucho en tablas eso con lleva a tener resultados menos crecientes que el método anterior eso no quiere decir que se menos o más precisos para pronosticar la ocurrencia de precipitaciones extremas o un fenómeno del niño.

Esta metodología en estudio no fue usada en esta parte del Perú, específicamente en la región Lambayeque, por tal motivo estamos aprendiendo a usarla, y así poder tener más resultados y comparar estadísticamente con más métodos para las lluvias extremas vecinas.

La metodología IILA – SENAMHI – UNI trabaja mucho con las tablas, mapas, distancias, etc. Para obtener sus resultados, así poder analizarlos para dar una respuesta a lo planteado en esta tesis.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La respuesta hidrológica de una cuenca, está en función de los parámetros geomorfológicos, topológicos y precipitaciones sobre el área de la cuenca, por lo que es necesario implantar Estaciones Meteorológicas dentro de la cuenca Chancay y el río La Leche, para la estimación de resultados más precisos y consistentes.

La región de Lambayeque es altamente vulnerable para los efectos de avenidas máximas en épocas de lluvias intensas, cuyas estructuras hidráulicas de defensa no garantizan la protección urbana. Los estudios hidrológicos para la determinación de avenidas máximas, son fundamentales para garantizar la seguridad del dimensionamiento de las estructuras hidráulicas.

La ejecución progresiva de las obras planteadas, permitirá proteger directamente 4,304 Ha en total y 3,598 Ha de predios agrícolas, e indirectamente entre 25 a 30% del área total de riesgo, con la protección de bocatomas y canales. Además, de infraestructura vial y centros poblados.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda a la Administración Local de Agua de Chancay y Río de la Leche Lambayeque que emita un documento haciendo de conocer a las instituciones la existencia de esta red y su intangibilidad. Asimismo, se recomienda a la Junta de Usuarios realizar mantenimiento por lo menos dos veces al año a fin de evitar su deterioro.

Se recomienda el empleo de estos caudales para el diseño de obras de defensas ribereñas, estructuras hidráulicas (bocatoma) y de cruce (puente); así como, los demás parámetros propuestos.

Para la ejecución de estas estructuras, se recomienda realizar los estudios de pre- inversión (perfil, pre-factibilidad y factibilidad), considerando los principios y criterios detallados en este Estudio.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

- Centro de Predicciones Climáticos (2015).
EL NIÑO / OSCILACIÓN DEL SUR (ENSO POR SUS SIGLAS EN INGLÉS).http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ens_advisory/ensodisc_Sp.html
- BOLETIN CIIFEN (2015).
Pronóstico estacional para el oeste y sur de Sudamérica.
http://www.ciifen.org/images/stories/boletinciifen/Boletn_CIIFEN_Mayo_2015.pdf
- Ministerio del Ambiente Senamhi (2015).
Niveles de peligro. http://www.senamhi.gob.pe/?p=0140&tip_alert=022
- Informe de Emergencia N°061 (2015).
Precipitaciones pluviales afectan al departamento de Loreto.
<http://reliefweb.int/report/peru/informe-de-emergencia-n-061-precipitaciones-pluvialesafectan-al-departamento-de-loreto>
- Informe Técnico ENFEN N°02 (2015).
Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno el Niño. <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/informe-tecnico/02-2015.pdf>
- Gobierno Regional de Lambayeque, Gerencia Regional de Agricultura (2012-2013). <http://seguros.riesgoycambioclimatico.org/jun2012/prevencion.pdf>.
- Ministerio de Agricultura.
<http://www.ana.gob.pe/media/377411/informe%20principal%20tratamiento%20chicama.pdf>
- Villamar (2003). Incidencias del Fenómeno EL Niño en la Actividad Económica del Ecuador.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5975>
- Talento (2011). Bases para un sistema de predicción de caudales de aporte a rincón del bonete y salto grande.

- http://premat.fing.edu.uy/ingenieriamatematica/archivos/tesis_stefanie_talento.pdf
- Izaguirre (2010). Estudio de la variabilidad climática de valores extremos de oleaje.
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/37891/4de8.CILcap4.pdf?sequence=5>
 - Altuna (2014). Análisis Espacio – Temporal de las Precipitaciones y caudales durante los eventos el Niño (1982-83 y 1997-98) en la Costa Peruana.
http://www.met.igp.gob.pe/proyectos/manglares/Karen_Leon.pdf
 - Zubieta (2010). Modelado hidrológico distribuido de la cuenca amazónica peruana utilizando precipitación obtenida por satélite.
http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2013/Tesis_RZubieta.pdf
 - Desarrollo de un modelo de pronóstico de caudales semanales asociado a la variabilidad climática interanual en Colombia. Juan Arenas (2009), modelos estocásticos, polinomios de regresión multivariados y adaptivos, redes neuronales artificiales, análisis espectral.
 - Pronóstico probabilístico de caudales de avenida mediante redes bayesianas aplicadas sobre un modelo hidrológico distribuido. Luis Mediero (2007). modelo de pronóstico probabilístico de caudales con aplicación al proceso de toma de decisiones en una situación real de avenidas.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/2029/1/98668319.2010.pdf>
 - Análisis climático – sinóptico de la precipitación mediante campos meteorológicos provenientes del análisis numérico y su aplicación al pronóstico estadístico. Norma Elma Ruiz (1997).
 - Bases para un sistema de predicción de caudales de aporte a rincón del bonete y salto grande. Stefanie talento (2011). modelo de circulación general de la atmósfera.
 - http://premat.fing.edu.uy/ingenieriamatematica/archivos/tesis_stefanie_talento.pdf

ANEXOS

MARCO ADMINISTRATIVO

Cronograma de Actividades:

NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC			
Elaboración del proyecto	76 Días	30/03/2015	14/05/2015													
Presentación del proyecto	13 Días	15/05/2015	27/05/2015													
Aprobación del proyecto	1 Día	30/05/2015	30/05/2015													
Desarrollo del proyecto	90 Días	07/06/2015	22/09/2015													
Presentación del informe final	8 Días	23/09/2015	02/10/2015													
Aprobación del informe final	30 Días	05/10/2015	05/11/2015													
Sustentación del informe final	3 Días	07/12/2015	10/12/2015													

Cuadro N°27: Cronograma de Actividades.

Costos:

DETALLE DE COSTOS	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	TOTAL
RECURSOS HUMANOS				S/. 6,000.00
Investigadores	2	S/. 3,000.00	S/. 6,000.00	
DATOS HISTÓRICOS EN CAMPO				S/. 2,000.00
Datos anuales, mensuales, diarios de precipitaciones de los pluviómetros	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	
RECURSOS FÍSICOS				S/. 450.00
Papel, fólder, útiles	1	S/. 150.00	S/. 150.00	
Otros materiales	1	S/. 300.00	S/. 300.00	
SERVICIOS				S/. 1,457.00
Acceso a Internet	1	S/. 207.00	S/. 207.00	
Fotocopias	1	S/. 100.00	S/. 100.00	
Impresiones	1	S/. 150.00	S/. 150.00	
Pasajes y viáticos	2	S/. 500.00	S/. 1,000.00	
IMPREVISTOS	1	S/. 250.00	S/. 250.00	S/. 250.00
COSTO TOTAL DEL TRABAJO				S/. 10,157.00

Cuadro N°28: Costos.

Presupuesto:

DETALLE DE COSTOS	CANTIDAD	PRECIO	DUB TOTAL	TOTAL
COSTO TOTAL DEL TRABAJO EN CAMPO				S/. 10,157.00
COSTO TOTAL DEL TRABAJO EN GABINETE				S/. 665.00
Empastado	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
Anillado	3	S/. 5.00	S/. 15.00	
Impresiones	800	S/. 0.15	S/. 120.00	
Solicitudes	4	S/. 5.00	S/. 20.00	
Pasajes y viáticos	8	S/. 25.00	S/. 200.00	
Otros	1	S/. 250.00	S/. 250.00	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				S/. 10,822.00

Cuadro N°29: Presupuesto.

Financiamiento:

La tesis del presente proyecto está financiado por los alumnos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán en la compra de datos históricos de las precipitaciones, visita a campo, utilización de equipos, recursos físicos, recursos humanos y servicios que corresponde al 50%. El 50% corresponden a los equipos pluviométricos que son proporcionados por las estaciones en campo.

Fotos:

VISITA A CAMPO



FOTO: Nº1.

DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO



FOTO: Nº2.

DESCRIPCION: KILOMETRO 76+000.

VISITA A CAMPO



FOTO: Nº3.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO



FOTO: Nº4.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO



FOTO: N°5.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.
VISITA A CAMPO



FOTO: N°6.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO



FOTO: N°7.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO



FOTO: N°.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO



FOTO: N°9.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO



FOTO: N°10.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO

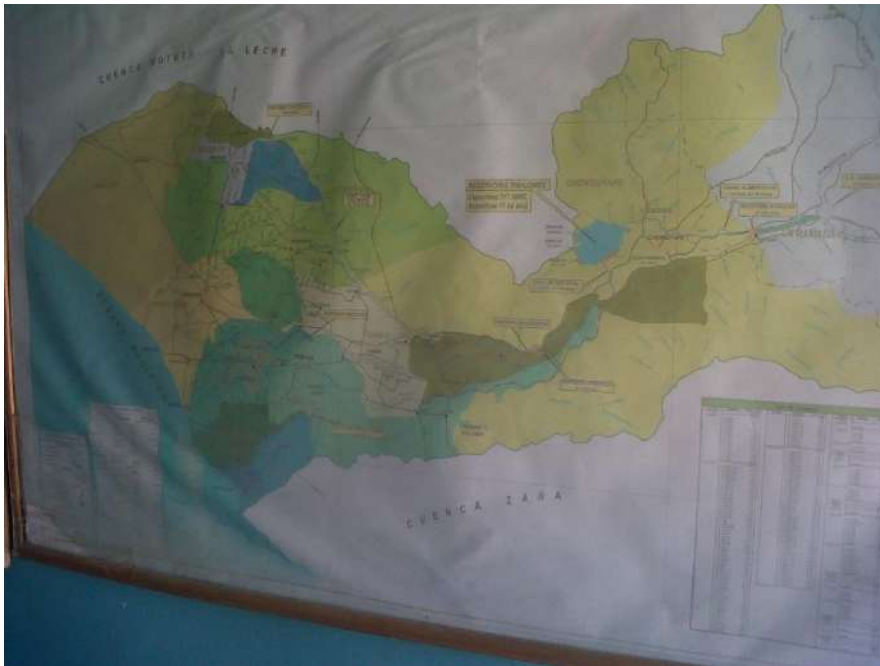


FOTO: Nº11.
DESCRIPCION: BOCATOMA-RACARUMI.

VISITA A CAMPO



FOTO: Nº12.
DESCRIPCION: ESTACION PLUVIOMETRICA.

VISITA A CAMPO



FOTO: Nº13.
DESCRIPCION: ESTACION PLUVIOMETRICA.

VISITA A CAMPO



FOTO: Nº13.
DESCRIPCION: EL ANA.