

ANEXO IV

350

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA DEL MANGO

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO,
UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO
CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS



UBICADA EN EL SECTOR DE LLANO GRANDE ARRIBA, CORREGIMIENTO
DE LAS LOMAS, DISTRITO DE DAVID, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

Solicitado por
PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A.

Presentado por:
LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.


Ing. Eberto Anguizola M.
Representante Legal
LANDSTAR DEVELOPMENT CORP




RODOLFO NAVAS LASSO
Ingeniero Civil
2014-006-219



MARZO 2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S. A
---	---	--

351

Indice General

	Pág.
1.0 Introducción.....	2
1.1 Generalidades del Proyecto Centro Logístico y Acopio Las Lomas.....	3
2.0 Ubicación Geográfica de la Quebrada del Mango.....	4
3.0 Topografía.....	7
4.0 Característica de la Cuenca N°108.....	8
4.1 Demarcación de la Cuenca N°108 en la República de Panamá.....	9
4.1.1 Característica de la Microcuenca de la Qda del Mango.....	10
5.0 Climatología.....	11
5.0.1 Clasificación del Clima (Según Köppen y Mckay)	11
5.0.1.1 Clasificación del Clima Según Köppen.....	12
5.0.1.2 Clasificación del Clima Según Mckay.....	13
5.0.1.3 Cambio Climático.....	14
5.1 Temperatura.....	15
5.2 Humedad Relativa.....	17
5.3 Brillo Solar.....	18
5.4 Calculo de Evapotranspiración.....	19
5.5 Análisis de los Vientos	22
6.0 Precipitación	26
6.1 Determinación de las Tormentas para Diseño.....	28
7.0 Caudales.....	42
7.1 Simulación Hidrológica e Hidráulica.....	47
8.0 Calculo e Niveles de Terracería.....	58
9.0 Conclusiones y Recomendaciones	62
10.0 Bibliografía	64

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S. A
---	---	--

352

Índice de Mapas

	Pág.
Mapa N°1 Ubicación Geográfica del proyecto.....	4
Mapa N°2 Área de Drenaje hasta el área de Influencia del Proyecto.....	5
Mapa N°3 Cuencas de la República de Panamá.....	9
Mapa N°4 Área de Drenaje de la Subcuenca Qda del Mango.....	10
Mapa N°5 Clasificación del Clima Según Köppen.....	12
Mapa N°6 Clasificación del Clima Según Mckay.....	13

Índice de Cuadro

Cuadro N°1 Humedad relativa Estación David	18
Cuadro N°2 Porcentaje de Brillo Solar.....	19
Cuadro N°3 Velocidades de los Vientos (Calculada).....	23
Cuadro N°4 Velocidad Media del Viento según su Dirección.....	23
Cuadro N°5 Información Estación 108-03-02.....	42
Cuadro N°6 Caudales Máximos Mínimo y Promedio (Base).....	43
Cuadro N°7 Caudales Máx., Min, Prom (Qda del Mango) m³/s.....	44
Cuadro N°8 Recomendamos para el Coeficiente “c”	45

Índice de Fotos

Foto N°1 Sitio 0K+000 Punto Inicio Quebrada del Mango.....	6
Foto N°2 Quebrada del Mango Aguas Arriba del Proyecto.....	6

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S. A
---	---	--

353

Índice de Gráficos

	Pág.
Gráfico N°1 Temperaturas Promedios Estación David.....	15
Gráfico N°2 Temperaturas (Max, Min, Prom) Estación David.....	16
Gráfico N°3 Veces que rebasa Umbral Estación David.....	16
Gráfico N°4 Temperatura Mes Actual-108-023.....	17
Gráfico N°5 Evapotranspiración Potencial.....	23
Gráfico N°6 Vientos a 2 Metros.....	25
Gráfico N°7 Vientos a 10 Metros.....	25
Gráfico N°8 Precipitación Estación David.....	27
Gráfico N°9 Precipitación Máxima David.....	27
Gráfico N°10 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Enero (1-15)	30
Gráfico N°11 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Enero (16-31)	31
Gráfico N°12 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Febrero (1-15)	31
Gráfico N°13 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Febrero (16-28)	32
Gráfico N°14 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Marzo (1-15)	32
Gráfico N°15 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Marzo (16-31)	33
Gráfico N°16 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Abril (1-15)	33
Gráfico N°17 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Abril (16-30)	34
Gráfico N°18 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Mayo (1-15)	34
Gráfico N°19 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Mayo (16-31)	35
Gráfico N°20 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Junio (1-15)	35
Gráfico N°21 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Junio (16-30)	36
Gráfico N°22 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Julio (1-15)	36
Gráfico N°23 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Julio (16-31)	37
Gráfico N°24 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Agosto (1-15)	37
Gráfico N°25 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Agosto (16-31)	38
Gráfico N°26 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Septiembre (1-15)	38
Gráfico N°27 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Enero (16-30)	39
Gráfico N°28 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Octubre (1-15)	39

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S. A
---	---	--

354

Continuación--- Índice de Gráficos

	Pág.
Gráfico N°29 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Octubre (16-31)	40
Gráfico N°30 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Noviembre (1-15)	40
Gráfico N°31 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Noviembre (16-31)	41
Gráfico N°32 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Diciembre (1-15)	41
Gráfico N°33 Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Diciembre (16-31)	42

Indice de Planos

Plano N°1 Área de Construcción del proyecto.....	3
Plano N°2 Poligono total y Area de Cosntruccion del Proyecto.....	7
Plano N°3 Topografía y área de Construcción del Proyecto.....	7

Índice de Ilustraciones

Ilustración N°1 Rosa de los Vientos (Seca).....	24
Ilustración N°2 Rosa de los Vientos (Lluviosa).....	24

Índice de Imágenes

Imagen N°1 Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango.....	48
Imagen N°2 Sección 0K+000.....	48
Imagen N°3 Sección 0K+020.....	49
Imagen N°4 Sección 0K+040.....	49
Imagen N°5 Sección 0K+060.....	50
Imagen N°6 Sección 0K+080.....	50
Imagen N°7 Sección 0K+100.....	51
Imagen N°8 Sección 0K+120.....	51
Imagen N°9 Sección 0K+140.....	52

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S. A
---	---	--

355

Continuación--- Índice de Gráficos

	Pág.
Imagen N°10 Sección 0K+160.....	52
Imagen N°11 Sección 0K+180.....	53
Imagen N°12 Sección 0K+200.....	53
Imagen N°13 Sección 0K+220.....	54
Imagen N°14 Sección 0K+240.....	54
Imagen N°15 Sección 0K+260.....	55
Imagen N°16 Sección 0K+280.....	55
Imagen N°17 Sección 0K+300.....	56
Imagen N°18 Sección 0K+320.....	56
Imagen N°19 Sección 0K+340.....	57
Imagen N°20 Sección 0K+360.....	57
Imagen N°21 Sección 0K+380.....	58

Siglas Utilizadas Primaras

CRRH	Comité Regional de Recursos Hídricos
imhpa	Instituto Meteorológico e Hidrológico de Panama
ETP	Evapotranspiración Potencial
ETR	Evapotranspiración Real
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GTZ	Cooperación Técnica Alemana.
PARCA	Plan Ambiental de la Región Centroamericana
PASOLAC	Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central
PRRD	Plan Regional de Reducción de Desastres
SIG	Sistemas de Información Geográfica

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S. A
---	---	--

356

Definición de Términos

Aforo (de caudales): medición del caudal de un río o corriente.

Área (cuenca) de drenaje (hidrográfica): área que tiene una salida única para su escurrimiento superficial.

Caudal: volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río en la unidad de tiempo.

Acuífero. Material permeable a través del cual se mueve el agua del subsuelo.

Agua freática. Agua subterránea dentro de la zona de saturación.

Agua del subsuelo Agua que está bajo la superficie del terreno; también se conoce como agua subterránea.

Caudal máximo instantáneo: valor máximo de caudal registrado instantáneamente en un período determinado. Este período puede ser un mes, un año o todo el registro.

Caudal mínimo diario: caudal promedio diario más bajo registrado en un mes, un año o todo el registro.

Caudal promedio diario: volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río durante el día dividido por el número de segundos del día.

Código de la estación: número regional de las estaciones hidrológicas establecido a través del Proyecto Hidrológico Centroamericano (PHCA) de las Naciones Unidas (1968-1972)

Cuenca hidrográfica: superficie de la tierra en la que confluyen los distintos ríos y corrientes de agua en un río principal y que está limitada por un parteaguas o divisoria que coincide generalmente con la línea más alta de las montañas.

Elevación: distancia vertical entre un nivel, punto u objeto y una referencia especificada.

Escorrentía: volumen de agua que pasa por una sección de un río o corriente durante un período de tiempo. El período de tiempo generalmente usado es de un mes o un año.

Estación fluviográfica: estación para la determinación de caudales por medio del registro continuo de los niveles de agua de un río en forma digital y gráfica.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S. A
---	---	--

357

Estación hidrométrica: estación en la cual se obtienen datos del agua, en los ríos, lagos o embalses, de uno o varios de los elementos siguientes: niveles, flujos de las corrientes, transporte y depósito de sedimentos, temperatura del agua y otras propiedades físicas y químicas del agua.

Estación limnigráfica: estación que registra continuamente los niveles de agua de un lago o embalse en forma digital y gráfica.

Estación meteorológica: Lugar en el que se efectúan observaciones meteorológicas con la aprobación del miembro o miembros interesados de la Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Estación meteorológica principal (Tipo A): mide lluvia (cantidad, duración e intensidad), temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, vientos (velocidad y dirección), radiación solar, evaporación y temperaturas del suelo.

Estación meteorológica secundaria (Tipo B): mide lluvia (cantidad, duración e intensidad), temperaturas extremas, humedad relativa (07:00, 13:00 y 18:00 hrs)

Estación pluviográfica: estación en la que sólo se realizan observaciones continuas acerca de las precipitaciones.

Hidrograma: gráfica que muestra la variación del nivel, caudal, velocidad o de otras características de las corrientes de agua, con respecto al tiempo.

Nivel del agua: distancia de la superficie del agua de una corriente, lago o embalse con relación a un nivel de referencia determinado.

Red de estaciones hidrometeorológicas: conjunto de estaciones hidrológicas, meteorológicas y de puntos de observación situada en determinada zona (cuenca o región administrativa) que permiten estudiar el régimen hidrológico y meteorológico, en el espacio y en el tiempo.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

358

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

Solicitado por:

PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A.

UBICADA EN EL SECTOR DE LLANO GRANDE ARRIBA,
CORREGIMIENTO DE LAS LOMAS, DISTRITO DE DAVID,
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

MARZO 2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

359

1.0 Introducción

La República de Panamá, al igual que los países centroamericanos, de manera recurrente y con periodicidad inexacta, se ve afectada por anomalías climáticas de carácter inter-anual, originadas, tanto por condiciones locales, como por señales climáticas de alcance mundial, las cuales ejercen gran influencia en todas nuestras cuencas Hidrográficas. Estas condiciones climáticas inciden en el ciclo hidrológico en áreas específicas de la República de Panamá.

En este Estudio Hidrológico e Hidráulico de la Quebrada del Mango, la cual se ubica en el extremo Noreste de la finca con código de ubicación 4606, Folio Real N°46497, propiedad de la Empresa Proveedora Agroindustrial S.A., analizamos todos los componentes climáticos por medio de datos históricos en estaciones meteorológica e hidrológicas representativa del área. Presentamos de manera categórica los escenarios ambientales dentro de la cuenca, los cuales están en directa relación con el factor hídrico, haciendo énfasis en los períodos de alta intensidad de lluvia, con el fin de verificar los niveles seguros de la propiedad respecto a los caudales de la Quebrada el Mango.

Los resultados de este Estudio Hidrológico e Hidráulico, servirá para la determinación de niveles de protección y diseño del Proyecto Centro Logístico y Acopio las Lomas, el cual se encuentra dentro del área de influencia directa del afluente hídrico.

Se ha considerado además de los análisis anteriores, un componente de Cambio Climático, el cual presenta una posible variabilidad climática en los próximos 30 años.

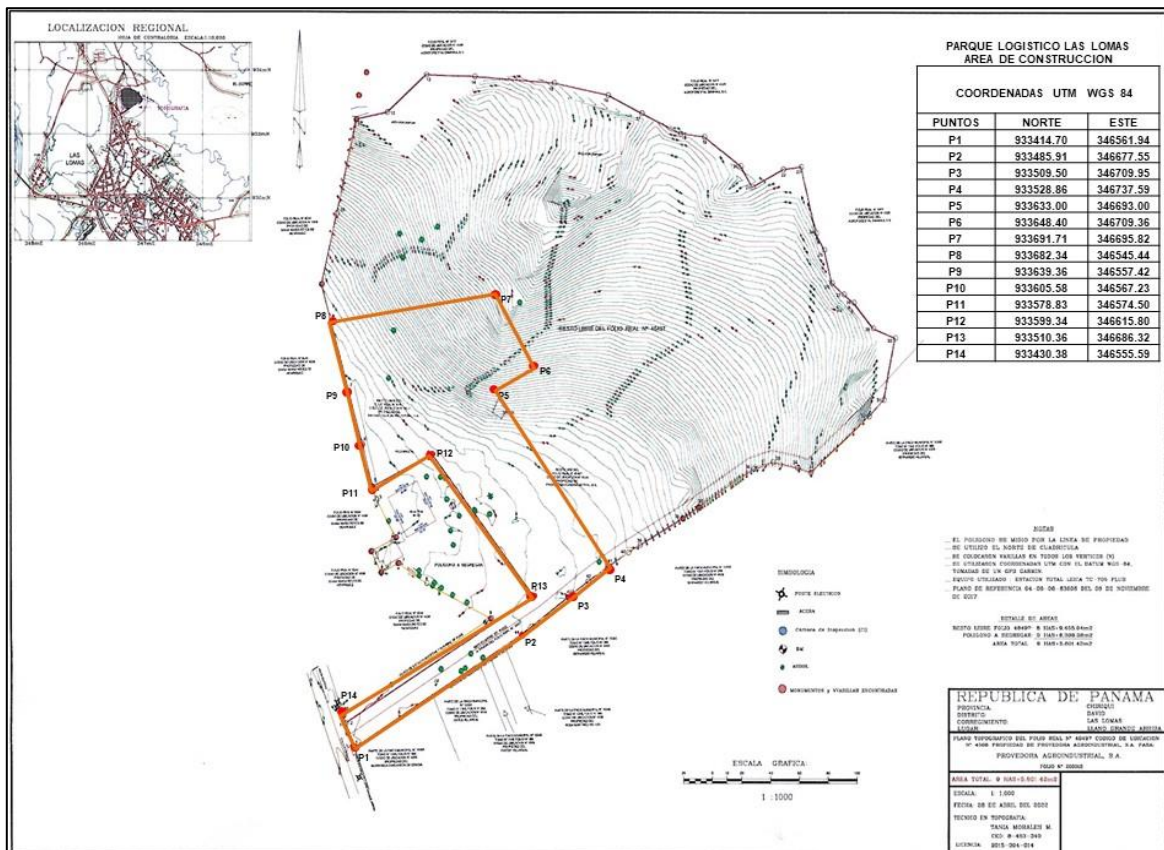
Al finalizar este estudio, presentamos nuestras conclusiones y recomendaciones con el fin de garantizar los niveles seguros para el desarrollo del Proyecto y salvaguardar el bosque de protección del afluente hídrico.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

360

1.1 Generalidades del Proyecto Centro Logístico y Acopio las Lomas

El proyecto consiste en establecer un Centro Logístico y Acopio Las Lomas de uso privado, en un área de construcción de **22,296.01m²**, dentro de un globo de terreno de **8 Has + 9287m² + 34 dm²**, propiedad de la Empresa **Proveedora Agroindustrial S.A.**, el cual permitirá centralizar todas las operaciones de almacenamiento de productos y empacado de cárnicos, vegetales, almacenaje de mercancía seca entre otras actividades y contará con una panificadora.



Plano N°1 : Area de Cosntruccon del Proyecto Centro Logistico y Acopio Las Lomas -2023

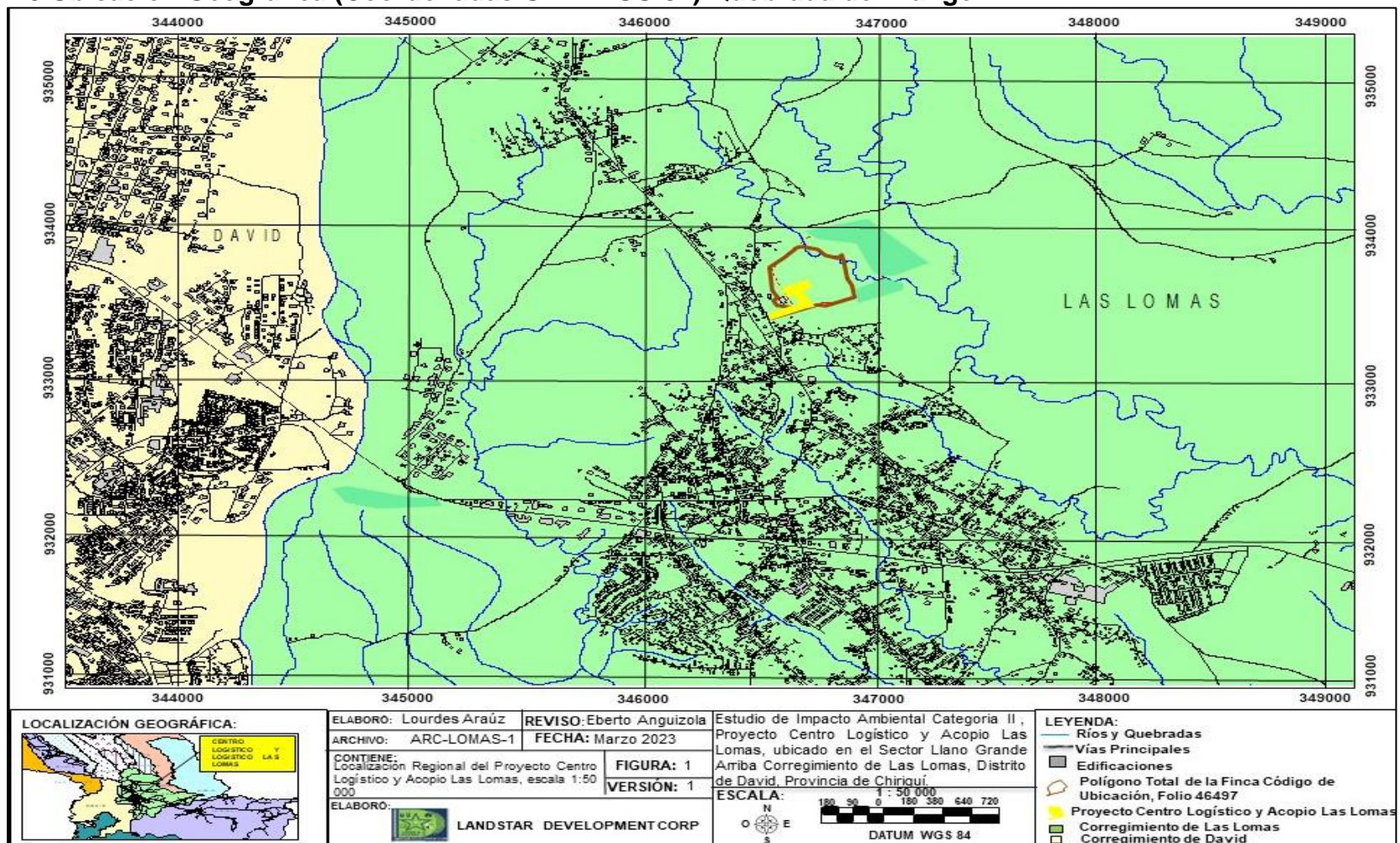
REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

361

2.0 Ubicación Geografica (Coordenadas UTM-WGS-84) Quebrada del Mango



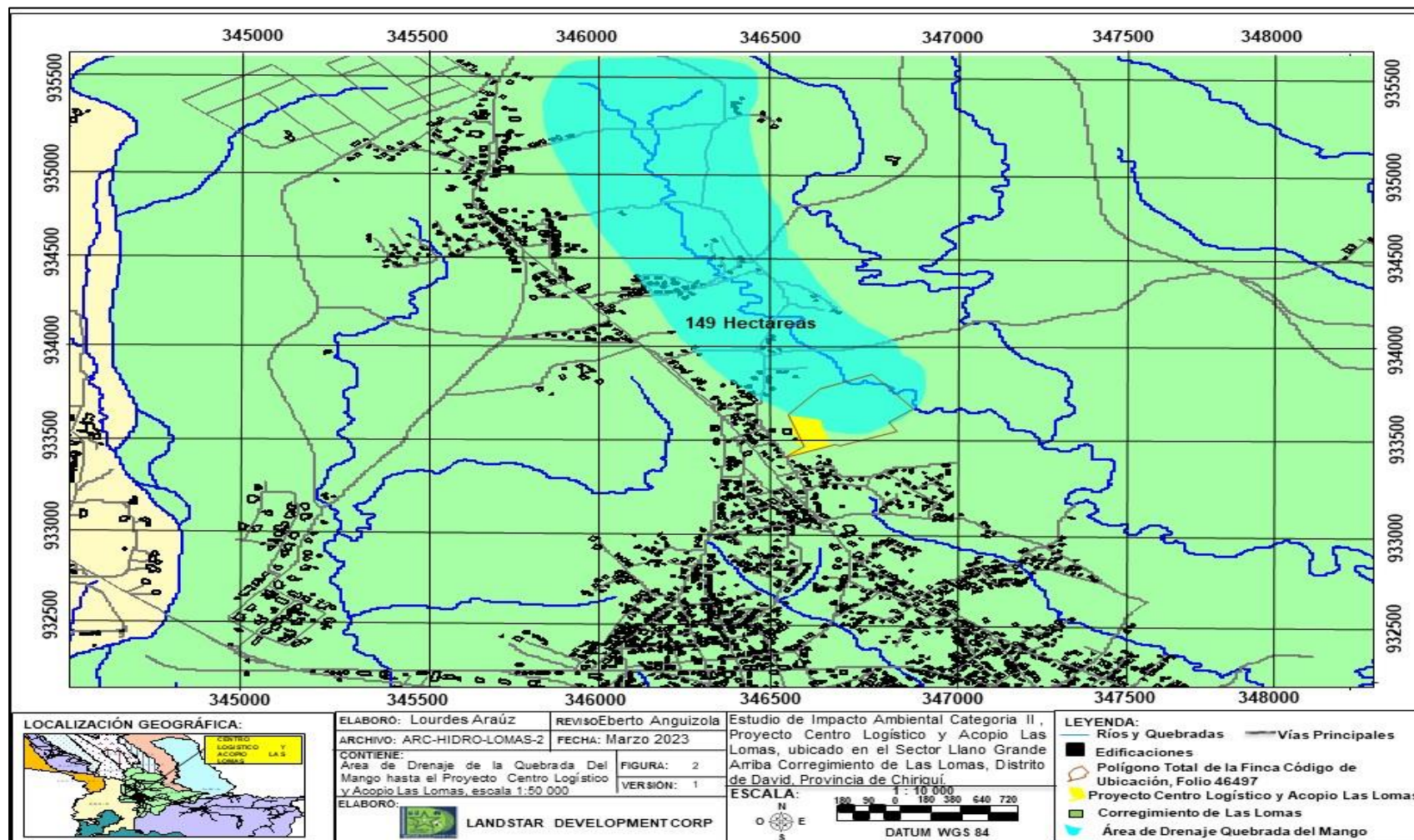
Mapa N°1: Ubicación del Proyecto Centro Logístico y Acopio Las Lomas -Quebrada del Mango. Escala 1:50 000 -2023

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

362



Mapa N°2: Área de Drenaje de la Quebrada del Mango hasta el Sitio del Proyecto Centro Logístico y Acopio Las Lomas
Escala 1:10 000 - 2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

363



Foto N°1: Quebrada del Mango estación 0K +000

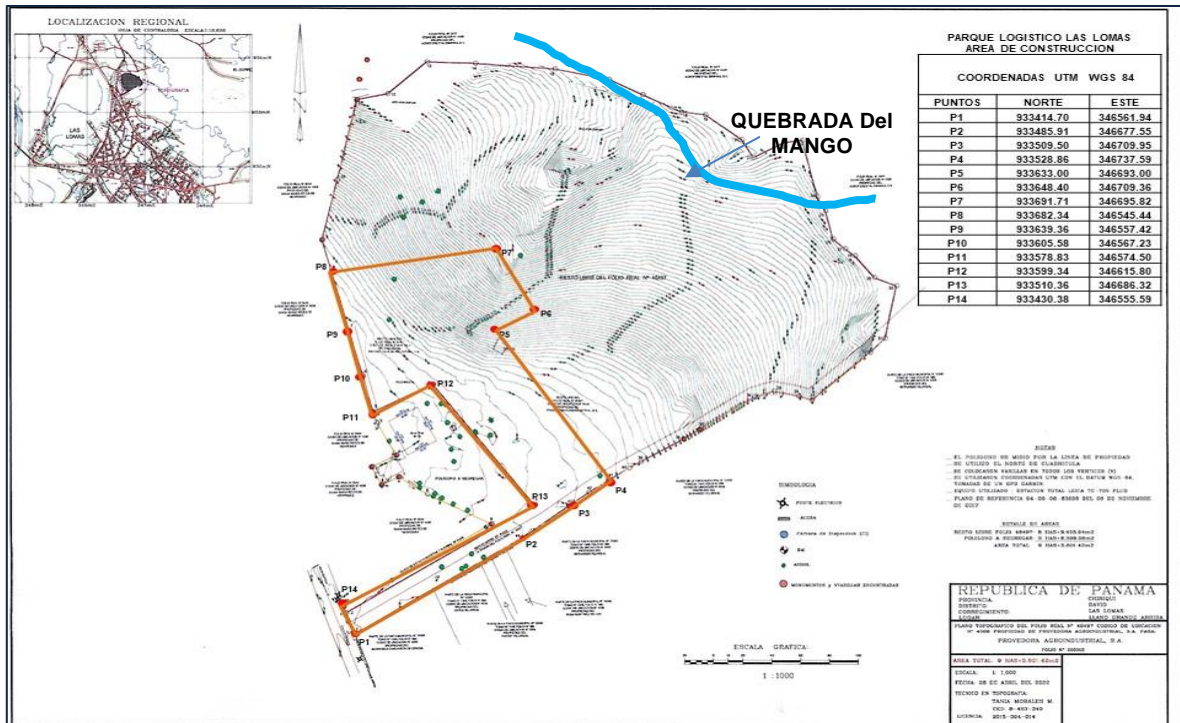


Foto N°2: Quebrada del Mango sección aguas arriba del Proyecto Centro logístico y acopio Las Lomas

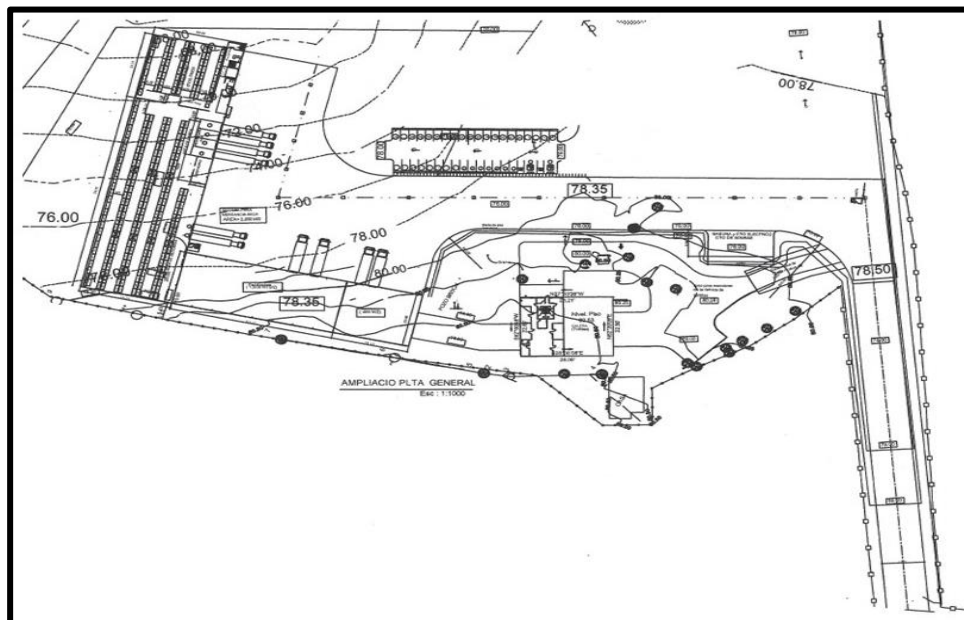
REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

364

3.0 Topografía del Poligono donde se Encuentra la Quebrada del Mango y La Ubicación del proyecto “Centro Logistico y Acopio Las Lomas”



Plano N°2: Poligono total y Area de Cosntruccion del Proyecto Centro Logistico y AcopioLas Lomas - 2023



Plano N°3: Topografía del Area de Construcción del Proyecto Centro Logistico y Acopio Las Lomas

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

365

4.0 Característica de la Cuenca N°108

La cordillera chiricana constituye un eje de antiguos conos volcánicos, cuya línea de cresta oscila entre los 3,300 y los 2,000 metros de altura (sector occidental) y entre los 2,800 y los 201.00 metros (sector oriental), y en la parte Sur la cual corresponde a la Subcuenca del río David de 500.0 – 0.0 metros al nivel medio del mar.

Esta cordillera presenta una morfología muy quebrada, crestas redondeadas, vertientes con fuertes declives y valles profundamente escarpados. Esta estructura demuestra rocas recientes y de bastante resistencia, como lo reflejan los numerosos rápidos y saltos de agua

El relieve general de la región está conformado por las alturas de las cordilleras Central y de Talamanca, que en este sector alcanzan su mayor desarrollo, constituyendo una línea de altas cumbres que sobrepasan con frecuencia los 2,000 metros: Cerro Pando, Totuma, Picacho, Horqueta, Pata de Macho y otros más. Antepuesto a este sistema montañoso se levanta el Volcán Barú, que lo sobrepasa en más de 3,000 metros.

La cuenca No. 108 está formada por los ríos Chiriquí, Caldera, Cochea, David, Majagua y Gualaca; siendo el río Chiriquí el principal. Ha sido identificada como una de las diez cuencas prioritarias del país. Se ubica en la provincia de Chiriquí entre las coordenadas 8° 15' y 8° 50' de latitud norte y 82° 10' y 82° 30' de longitud oeste. Limita en la parte oriental con la cuenca del río Fonseca (110) y con los accidentes montañosos que separan las escorrentías de los ríos Chorrcha y Chiriquí

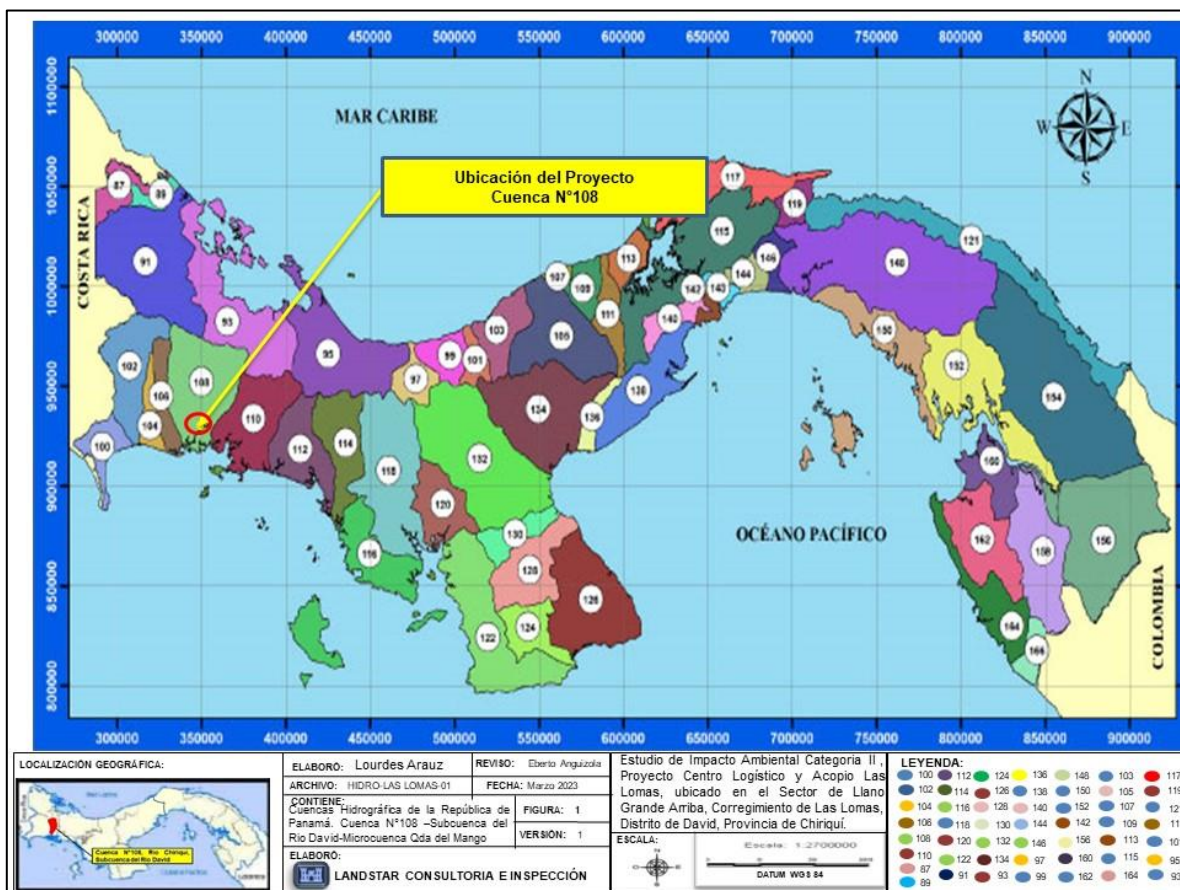
El área de drenaje total de la cuenca es de **1,905 Km²** hasta la desembocadura al mar y la longitud de su río principal es de 130 Km. El caudal mensual promedio registrado cerca a la desembocadura del río es de **132 m³/s**. La cuenca registra una precipitación media anual de **3,800 mm**, oscila entre 2,500 mm cerca de las costas y 4,500 mm en la cuenca alta del área de estudio. El 90% de las lluvias ocurre entre los meses de **mayo a noviembre**.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

366

recurso a pesar de que durante la temporada seca experimenta algunos valores bajos en cuanto a la oferta para suministrar la demanda (**ANAM, 2009 -ahora MIAMBIENTE**). La elevación media de la cuenca es de **270 msnm** y la elevación máxima se ubica en el Volcán Barú, al noroeste de la cuenca con una altitud de **3,474 msnm**. El clima de la cuenca es variado, registrándose un clima templado seco en un **10%** de la cuenca, clima tropical muy húmedo en **20%** de la superficie y clima tropical húmedo en el **60%**, quedando un **10%** de la superficie con un clima seco.

4.1 Demarcación de la Cuenca N°108 en la República de Panamá.



Mapa N°3 Demarcación de la Cuenca N°108 -2023 imhpa 2023- Ver en Anexo II Mapas

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

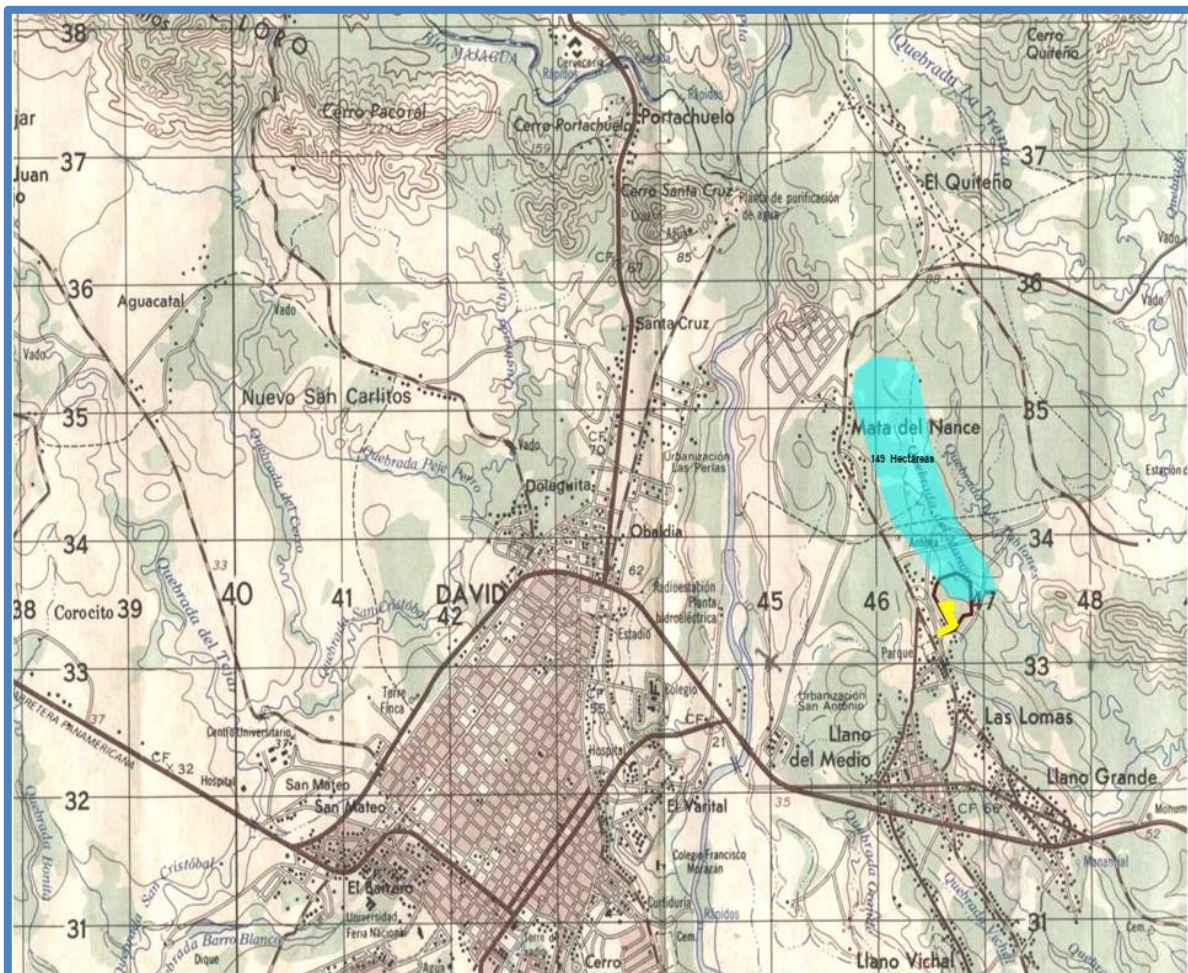
367

4.1.1 Características de la Subcuenca de la Quebrada Del Mango

Microcuenca de la Quebrada Del Mango

Esta microcuenca nace 900 metros aguas arriba del punto que intercepta finca con Código de Ubicación 4506, folio real N°46497, Propiedad de la **Empresa Proveedora Agroindustrial S.A.** y donde se construirá el Centro Logístico y Acopio Las Lomas.

El Área de Drenaje que posee la Quebrada del mango hasta su punto más bajo analizado un área de **A=149.00 hectáreas**, lo cual fue medido tomando como referencias el mosaico topográfico del IGNTG #3741 ii, y por el ArcMap-



Mapa N°4: Area de Drenaje- Escala 1:50 000- Cooedenadas Cartograficas ANATI -TOMY GUARDIA – 2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

368

5.0 Climatología

Panamá está ubicada en la zona intertropical próxima al Ecuador. Es una franja angosta orientada de Este a Oeste y bañada sus costas por los océanos Atlántico y Pacífico. Uno de los aspectos básicos en la definición del clima es la orografía del lugar, ya que el relieve no sólo afecta el régimen térmico, produciendo disminución de la temperatura del aire con la altura, sino que afecta la circulación atmosférica de la región y modifica el régimen pluviométrico general.

El rasgo climatológico central de la región de Panamá es la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Este rasgo tiene su influencia en el área del Distrito de David, Principalmente en el Corregimiento de las Lomas, cuando alcanza el mayor desplazamiento septentrional, entre 8° - 10° N de Julio a septiembre donde las quebradas y ríos reciben más lluvia con la mayor descarga fluvial en octubre---noviembre. Cuando esta Zona se encuentra en su posición Sur (Sur de Colombia hasta Perú), impera la estación seca (Diciembre hasta Abril), en el área descrita en este estudio. En su traslado hacia el Norte, la ZCI llega a Panamá a finales de abril o principio de mayo. A su posición Norte (sobre México) corresponde el receso de julio y agosto. A los meses de septiembre a noviembre le corresponde la época más lluviosa del año mencionada anteriormente y es cuando la ZCI se traslada hacia el Sur del sistema.

En los años hidrológicos mayormente, esta zona (ZCI) se desplaza meridionalmente, activando los vientos alisios del NE proveniente del pacifico los cuales soplan a través del istmo de Panamá, siendo predominantes desde diciembre hasta mayo. Durante esta estación la descarga fluvial se reduce a la mitad. Sin embargo, la presencia de fuertes vientos predomina durante estos meses.

5.0.1 Clasificación del Clima (Köppen y Mckay)

Para este Estudio utilizamos dos criterios de Clasificación, debido al Cambio Climático que estamos enfrentando en esta década. Los Criterios utilizados fueron los de **KÖPPEN y MACKAY**.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

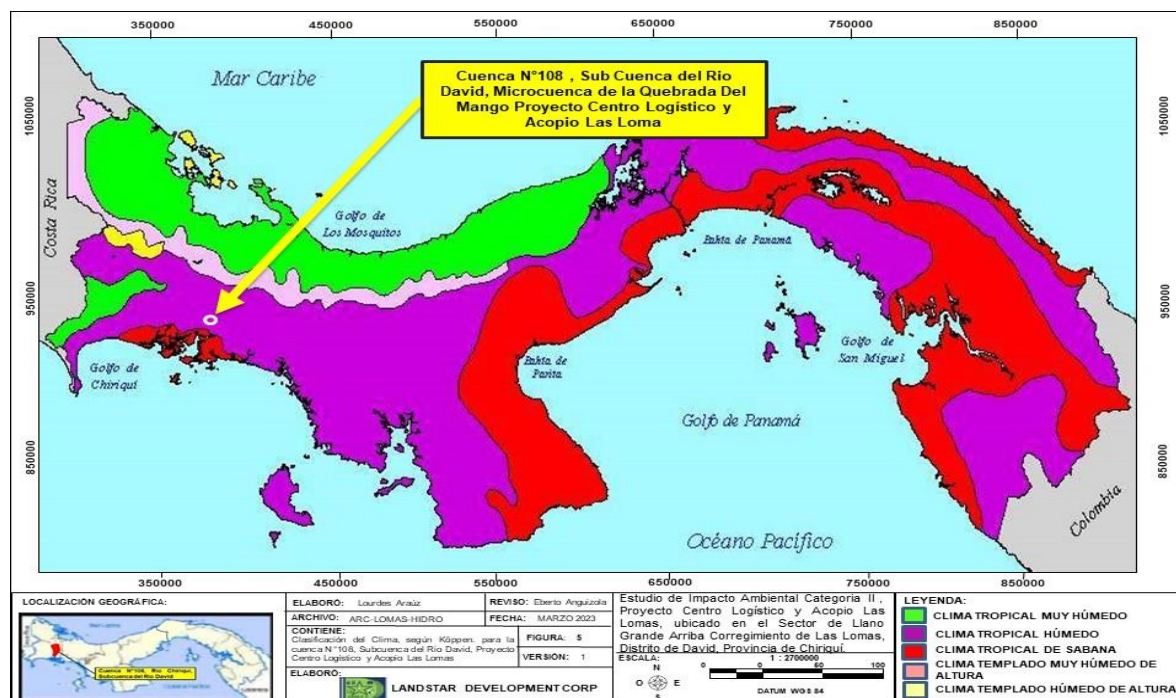
369

5.0.1.1 Clasificación del Clima según Köppen (Microcuenca de la Quebrada Del Mango)

Los índices que dan los límites entre los diferentes climas en el sistema de clasificación climática de Köppen coinciden con los grandes grupos de vegetación y se basan en datos de temperaturas media mensual, temperatura media anual, precipitaciones medias mensuales y precipitación media anual.

Este tipo de sistema o clasificaciones distingue zonas climáticas y, dentro de ellas, tipos de clima, de tal manera que resultan varios tipos fundamentales de climas.

Utilizando el Patrón Köppen, el clima en la cuenca N°108, Microcuenca de la Quebrada El Mango, es el Tropical lluvioso con variantes de **Tropical Húmedo variedad monzónica** (Ami). En el curso medio de la **cuenca N°108**, se presenta el subtipo de clima (Afi), con lluvias copiosas durante todo el año, y caracterizado por tener una precipitación anual mayor que **2,500 mm**; uno o más meses con precipitación menor que **60 mm** y, la temperatura media del mes más fresco es mayor que **18° C**, con diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más fresco es menor que **5° C**.



Mapa N°5: Clima según la Clasificación Köppen – 2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

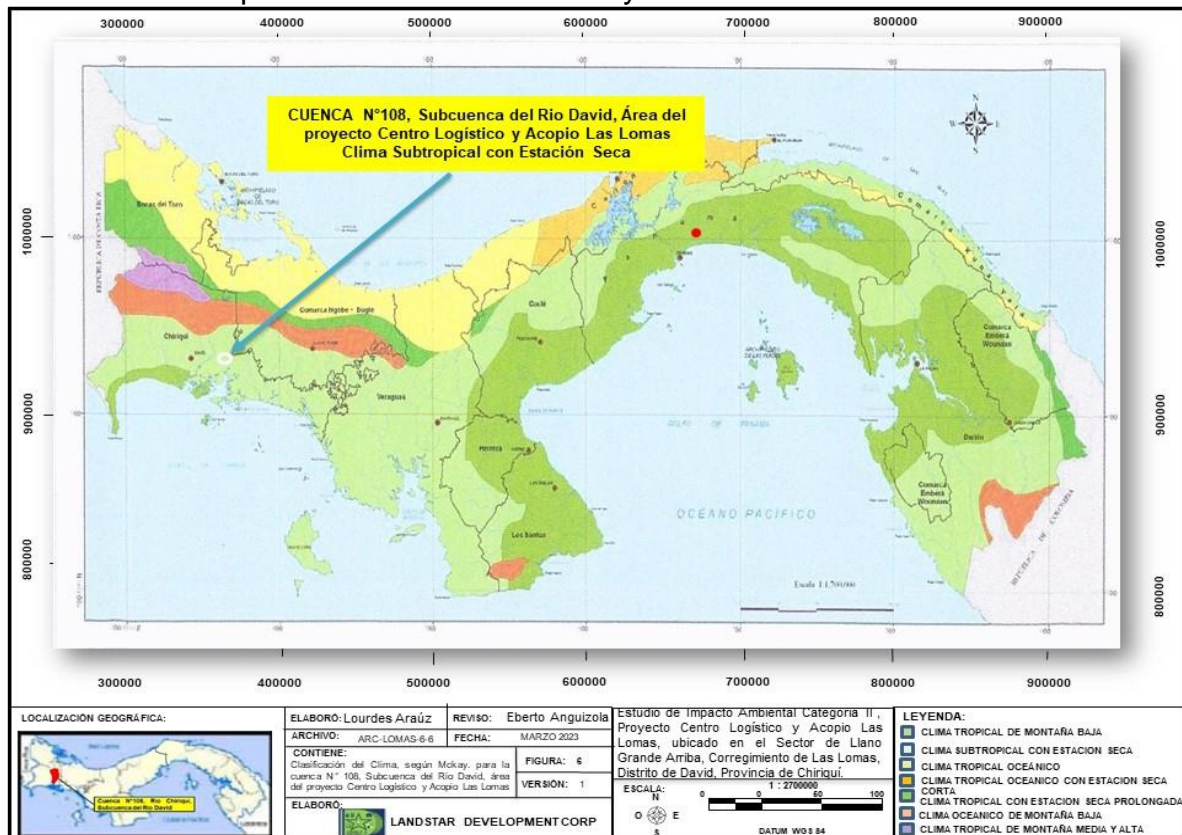
370

5.0.1.2 Clasificación climática según A. McKay (2000)

El geógrafo historiador Dr. Alberto McKay (q.e.p.d), después de una serie de extensas investigaciones de todas las tipologías climáticas propuestas para Panamá desde **1920**, logró identificar que existían serias inconsistencias en los diferentes tipos de climas asignados al país, y logró una adaptación corregida con las condiciones ambientales reales de Panamá.

El resultado de estas investigaciones fue una nueva clasificación de los climas de Panamá, en el año 2000, quedando compuesta por siete tipos de clima, a saber:

- ✓ Clima Tropical de Montaña baja
- ✓ **Clima Subecuatorial con estación seca** ******(Área de Influencia Qda del Mango))
- ✓ Clima Tropical Oceánico
- ✓ Clima Tropical Oceánico con estación seca corta
- ✓ Clima Tropical con estación seca prolongada
- ✓ Clima Oceánico de Montaña Baja
- ✓ Clima Tropicales de Montaña Media y Alta



Mapa N°6: Clasificación del Clima Según McKay Cuenca N°108-2023. Según la clasificación de McKay (2000)

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

371

El área de Influencia de este Estudio Hidrológico e Hidráulico, se ubica en la categoría de **“Clima Subecuatorial con estación seca”** Este tipo de clima es cálido, con temperaturas medias de **27°C a 28°C**. Los totales pluviométricos anuales, siempre inferiores a **2,500 mm**, son los más bajos de todo el país.

5.0.1.3 Cambio Climático

La importancia del cambio climático tanto para el mundo como para la región donde se realizó este Estudio Hidrológico e Hidráulico de la Quebrada del Mango, varía según los diferentes escenarios, en parte debido a las diferencias en las pautas de precipitación previstas (y especialmente su intensidad), y en parte debido a las diferencias en la evaporación proyectada.

Presentación de Escenarios Climáticos en este estudio, con el fin de comprobar la variación de las temperaturas y precipitaciones en el área de influencia de la Quebrada del Mango

En las evaluaciones para el cálculo hidrológico se han empleados tres tipos distintos de escenarios climáticos: escenarios incrementales, escenarios analógicos, y escenarios del clima basados en modelos. Los escenarios incrementales son simples ajustes del clima de referencia con arreglo a cambios futuros previstos que pueda ofrecer una asistencia valiosa para ensayar la sensibilidad del sistema al clima. La representación analógica de un clima que ha cambiado a partir de registros anteriores o de otras regiones. Usaremos este último como herramienta científica para modelar y representar gráficamente el cambio climático dentro del área de influencia de la Quebrada Del Mango. Se ha utilizado este concepto de cambio climático para los parámetros de **Temperatura y Precipitación solamente**.

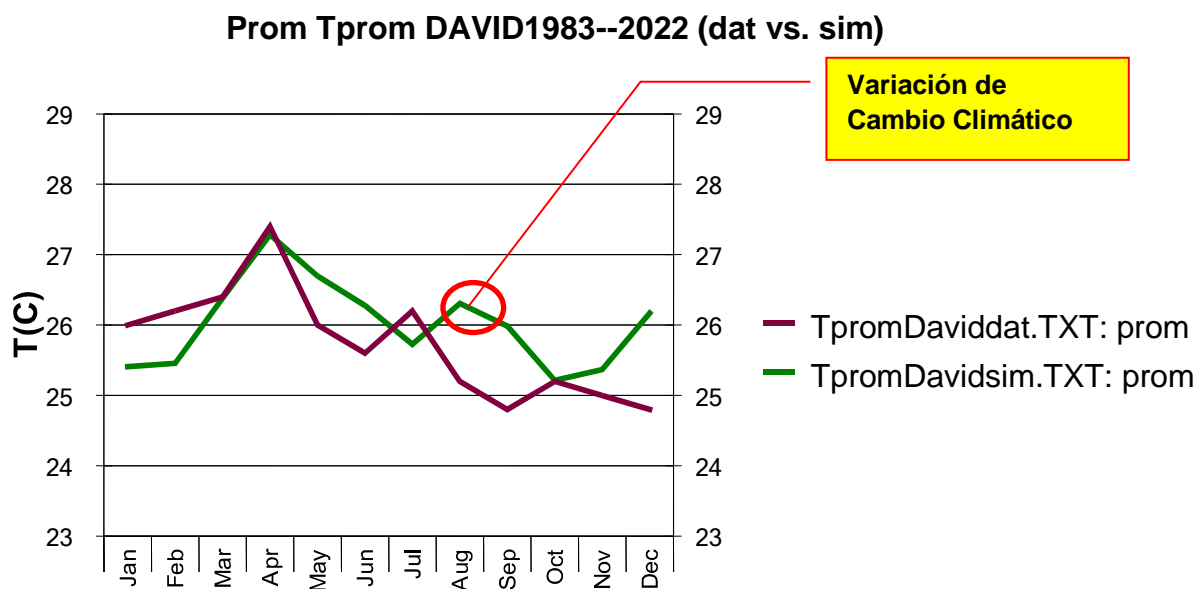
REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACÓPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

372

5.1 Temperaturas

Para este estudio se ha utilizado un criterio científico para determinar la variación en la temperatura en el área de influencia donde escurre la Quebrada del Mango. La temperatura es un factor importante para este Estudio.

Se ha utilizado la estación David (**N°108-023**) con una elevación de **27 msnm**, registra parámetros climatológicos tales como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, etc. Esta estación, por su ubicación, orientación y elevación es la que mejor representa las condiciones climáticas en el área de este Estudio. En la **Gráfica N°1** se presenta la posible variación de la temperatura en un periodo recurrente de **30 años**



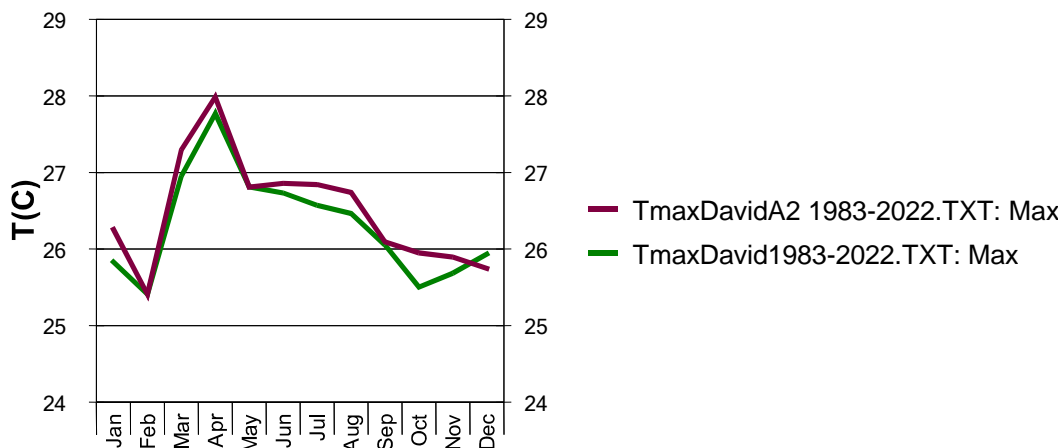
Grafica N°1: Temperaturas Promedio -Estación 108-023 -imhpa-2023

El promedio anual de las temperaturas medias mensuales es de **27.8 °C**. Se observa que la variación mensual de las temperaturas es muy poca, con una desviación máxima de sólo **2.5 grados**. El rango de variación diurna media presenta un mínimo en el mes de noviembre con unos **7.3 °C** y un máximo en Febrero de **11.1 °**

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

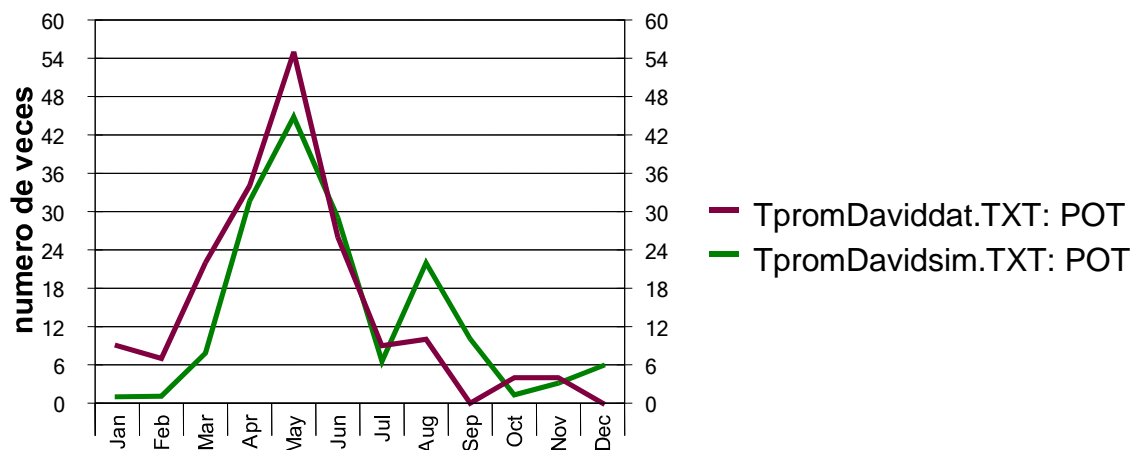
373

Temperaturas Máximas Estación DAVID (dat vs. sim)
Max Tmax 1983-2022 (A2 vs. B2)



Grafica N°2: Temperaturas Máximas -Estación 108-023 - imhpa-2023

Veces que rebasa umbral 22°C 2022-2051 (dat vs. sim)



Grafica N°3: Veces que rebasa el umbral de 22°centígrados -Estación 108-023 - imhpa-2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

374

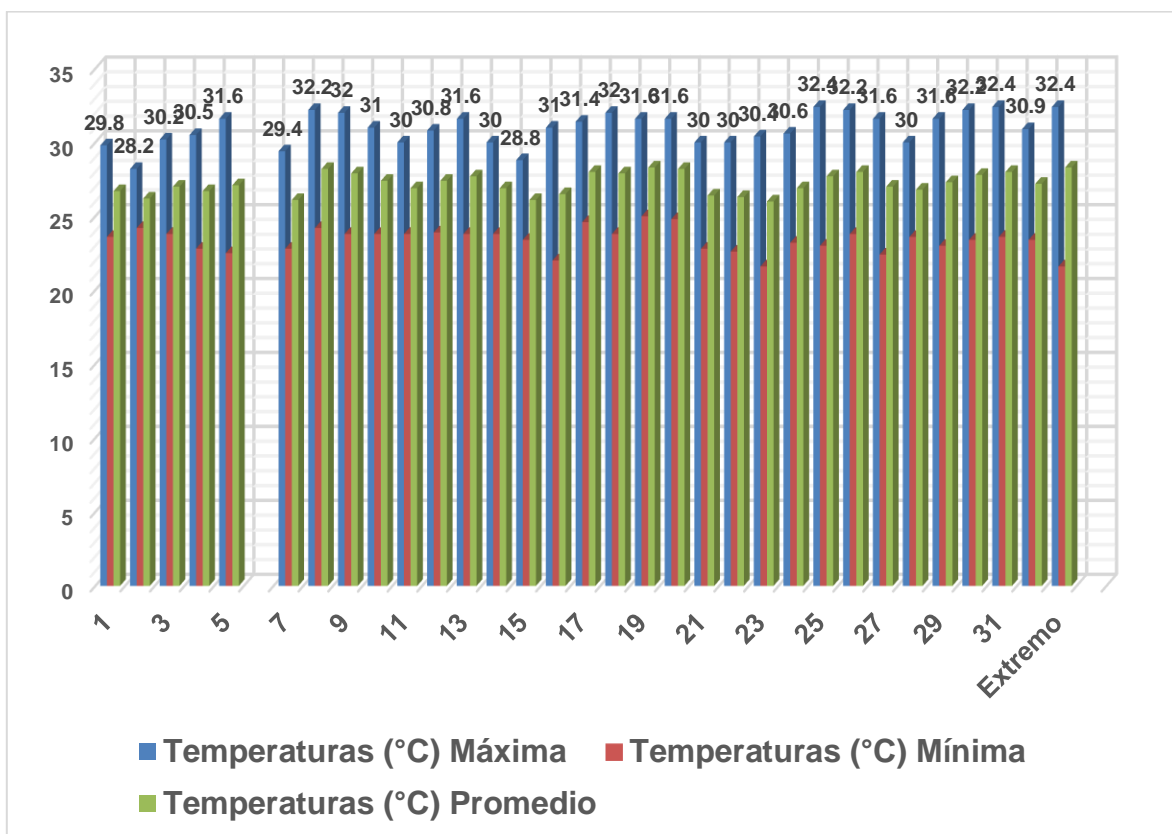


Gráfico N°4: Temperaturas (Máximas, mínimas, Promedios) Estación 108-023 imhpa-2023 -Mes actual

5.2 Humedad Relativa

La humedad relativa se encuentra muy relacionada con la precipitación, siendo en términos generales directamente proporcional; es decir, a mayor precipitación corresponde una mayor humedad relativa y viceversa.

Esta relación se puede apreciar en los datos de la Estación David, donde se muestra que la menor humedad relativa se registró durante los primeros meses, o sea, en la temporada seca y estuvieron entre **83.1 %** y **85.6%**. En tanto que los valores más elevados de humedad relativa fueron documentados en los meses de la estación lluviosa, encontrándose entre **89.5%** y **99.3%**.

A continuación, presentamos el **% (Porcentaje)** de humedad Relativa de estaciones en la parte Media -Baja de la Cuenca N°108 Rio Chiriquí.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

375

Mes	David	Paja de Sombrero	Planta Caldera
Enero	68	67	68
Febrero	64	63	67
Marzo	65	63	67
Abril	72	68	72
Mayo	82	79	82
Junio	84	83	87
Julio	84	82	84
Agosto	85	83	86
Septiembre	86	85	88
Octubre	87	86	88
Noviembre	86	84	84
Diciembre	78	75	75

Cuadro N°1: Humedad relativa Promedio Mensual de Tres Estaciones Situadas en la Cuenca N°108-(en %) 1983-2023-- imhpa-2023

Del Cuadro N°1 se desprende que el valor mínimo promedio en las tres estaciones ocurre en **Marzo** y el máximo en **Octubre**. Como ejemplo se puede mencionar que la estación David presenta el mínimo en el mes de **Marzo** con un promedio mensual de **65 %** y un máximo en octubre con un valor promedio de **87 %**.

5.3 Brillo Solar

El brillo solar manifiesta el patrón de las precipitaciones en el área. Es así como entre diciembre y abril es mayor el brillo solar, al existir una menor nubosidad. En el **Cuadro N°2** presenta el porcentaje promedio mensual de brillo solar para la Estación de David, única estación que registra este parámetro

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

376

Mes	%	Mes	%
Enero	76	Julio	37
Febrero	78	Agosto	40
Marzo	73	Septiembre	39
Abril	60	Octubre	38
Mayo	45	Noviembre	48
Junio	34	Diciembre	62

Cuadro N°2: Porcentaje promedio mensual de brillo solar en la Estación de David (1983-2022)-Información imhpa-2023

5.4 Evapotranspiración Potencial

En este estudio se utilizó el método semiempírico de Penman para estimar la evapotranspiración potencial. Este método posee una base **físico-teórica** y su uso requiere varios elementos de los que no siempre se dispone en todas las estaciones meteorológicas. Da buenos resultados en regiones húmedas y semi-húmedas. La fórmula que se utilizó para el cálculo de la ETP es la siguiente¹:

$$ETP = \frac{(Po/P * \Delta/r) \{ 0.75R_A(0.26 + 0.39n/N) - \sigma T_k^4(0.56 - 0.079\sqrt{ed})(0.10 + 0.90n/N) \} + 0.26(ea - ed)(1.00 + 0.54U)}{(Po/P * \Delta/r) + 1}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en mm/día

¹ Carlos A. Ortiz Solorio, Elementos de Agrometeorología Cuantitativa con aplicaciones en la república mexicana, 1984.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

377

Po = Presión atmosférica media expresada en milibares al nivel del mar

P = Presión atmosférica media expresada en milibares en función de la altitud de la estación.

Δ = gradiente de la presión de vapor saturante con respecto a la temperatura, expresada en milibares por grado centígrado.

r = Coeficiente psicrométrico, para el psicrómetro con ventilación forzada = 0.66.

0.75 = Factor de reducción de la radiación total de onda corta, que corresponde a un albedo **de 0.25**.

R_A = Radiación de onda corta recibida en el límite de la atmósfera expresada en mm de agua evaporable (1 mm = 59 calorías) o tablas de valores de Angot.

n = Duración de la insolación durante el periodo que se estudia, expresada en horas y décimas de hora.

N = Duración de la insolación astronómica.

σT_k^4 = Radiación del cuerpo negro expresada en mm de agua evaporable para la temperatura prevaleciente del aire.

ea = Presión del vapor saturante, expresada en milibares.

ed = Presión del vapor durante el periodo que se estudia, expresada en milibares

U = Velocidad media del viento a una altura de 2 metros de la superficie, durante el periodo que se estudia y expresada en m/s.

El valor de $(Po/P * \Delta/r)$ fue tabulado por Frere y Popov (1980) como una función de la temperatura media y la altura sobre el nivel del mar.

R_A es la tabla de los valores de Angot . El producto de $R_A(0.26 + 0.39n/N)$ es la estimación de Rg, la radiación global. Aquí es necesario aclarar que las constantes 0.26 y 0.39 fueron derivadas para Panamá por ETESA con datos provenientes del antiguo IRHE.

ea, presión del vapor saturante, se obtiene de la tabla Smithsonian obtenida en 1966, como una función de la temperatura.

ed, presión del vapor durante el periodo estudiado, es un dato que se obtiene directamente de la estación o se estima a partir de:

ed = Hr X ea

Donde:

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

378

Hr = humedad relativa, expresada en forma decimal, no en porcentaje, y

U = velocidad del viento, que es un dato directo de la estación.

Es importante hacer notar que el coeficiente de **U**, **0.54U**, puede modificarse en función de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima medias, como sigue:

Temperatura mínima
Coeficiente
Mensual media

Diferencia entre la
temperatura máxima y de **U**
Mínima mensual media

	TM – Tm ≤ 12 °C	0.54
> 5°C	12°C ≤ TM – Tm ≤ 13 °C	0.61
> 5°C	13°C ≤ TM – Tm ≤ 14 °C	0.68
> 5°C	14°C ≤ TM – Tm ≤ 15 °C	0.75
> 5°C	15°C ≤ TM – Tm ≤ 16 °C	0.82
> 5°C	16°C ≤ TM – Tm	0.89

Una de las limitaciones del método de Penman es que no se cuenta con suficientes estaciones que midan la gran diversidad de parámetros que el método requiere.

Para pasar de la evapotranspiración potencial a la real se utilizó el diagrama de Holdridge² de movimiento de agua en asociaciones climáticas, la que nos permite encontrar la relación entre la Evapotranspiración real y la potencial, que depende fundamentalmente de la precipitación media de la cuenca.

² CRICA, UNESCO, Hidrología con información limitada, Caudales mínimos, San José Costa Rica, 1983.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

379

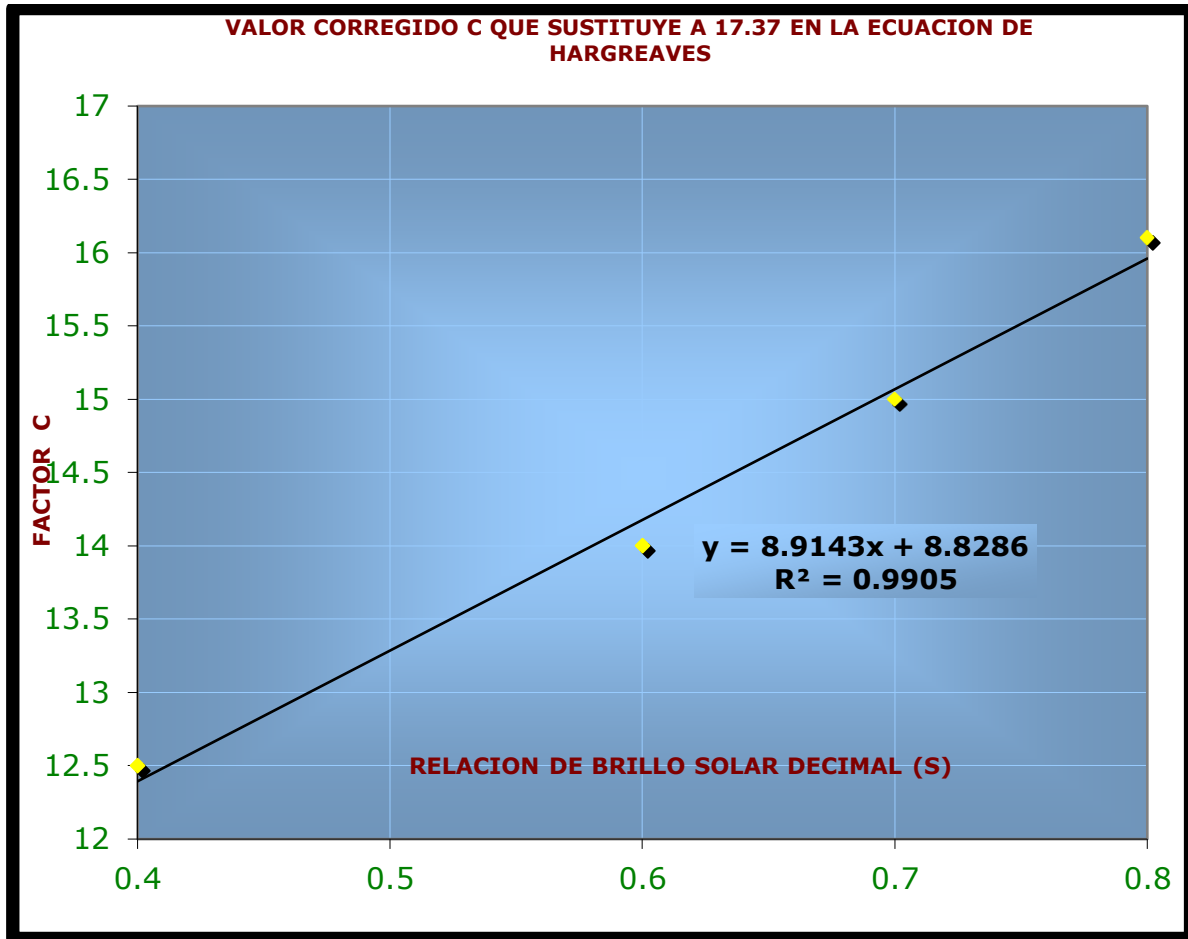


Gráfico N°5: Evapotranspiración Potencial con el Método de Hargreaves
Estación David N°108-023. Calculado por: **LANDSTAR DEVELOPMENT CORP. 2023**

5.5 Vientos

Los vientos predominantes del área son el Norte y el Sur, presentándose mayores velocidades durante la temporada seca, en que predominan los vientos del Norte. En abril, la ocurrencia de los vientos es tanto norte como sur, lo que indica la transición de la temporada seca a la lluviosa.

En el **Cuadro N°3** se presenta la velocidad promedio de los vientos, tomados en la estación Meteorológica de David y en el **Cuadro N°4**, las velocidades medias mensuales del viento, según su dirección.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

380

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Prom	2.7	3.1	2.9	2.5	1.9	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.9	2.1
Máx.	3.4	4.0	3.8	3.3	2.1	1.9	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.7	2.6
Mín.	2.0	2.2	2.4	2.0	1.8	1.6	1.2	1.4	1.5	1.6	1.4	1.7	1.7

Cuadro N°3: Velocidad media, máxima y mínima mensual de los vientos en la estación David medidos a 10 m de altura (en m/s) (1983-2022) Fuente: Elaboración propia con Información imhpa-2023

DIR.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
N	4.4	4.6	4.2	3.0	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	2.4	2.4
NE	3.1	3.4	2.9	2.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.9	1.9
E	1.4	1.7	1.5	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3
SE	2.1	2.0	2.1	2.0	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.6	1.6
S	2.6	2.8	2.8	2.7	2.3	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	2.2	2.2	2.2
SW	2.4	2.4	2.5	2.2	2.2	2.1	2.0	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
W	2.0	1.8	1.8	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.7
NW	2.1	2.1	2.2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.4	1.6	1.6

Cuadro N°4: Velocidad Media del Viento Según su Dirección (Estación David m/s) (1983-2022) Fuente: Elaboración propia con Información imhpa-2023

En el **Cuadro N°4** Se desprende que los vientos de mayor velocidad provienen del norte y ocurren entre enero y abril. Los vientos transiciones entre norte y sur presentan las velocidades menores.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

381

Dirección de los Vientos (Estación Seca)—1983-2022

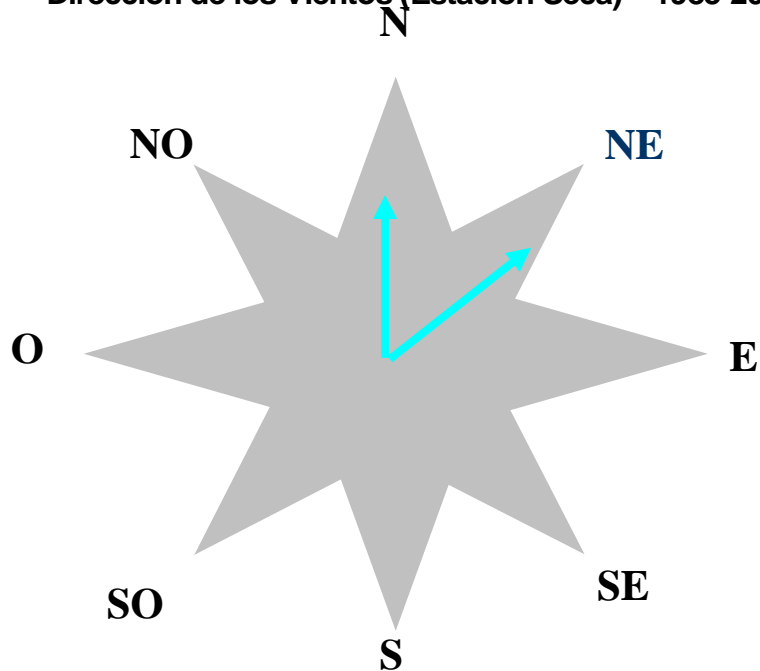


Ilustración N°1: Rosa de Los Vientos (Estación David) Dirección de los Vientos (Estación Seca)—1983-2022 Fuente: Elaboración propia con Información imhpa-2023

Dirección de los Vientos (Estación Lluviosa)—1983-2021

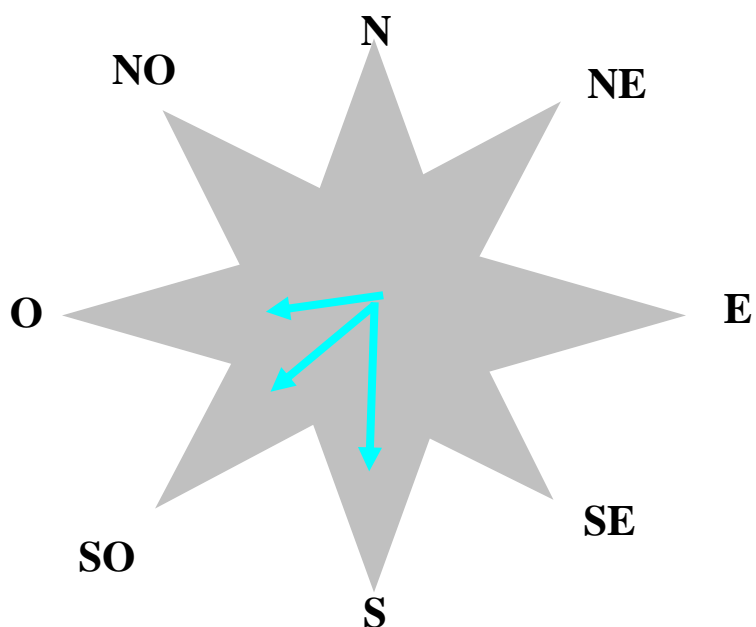


Ilustración N°2: Rosa de Los Vientos (Estación David) Dirección de los Vientos (Estación Lluviosa)—1983-2022 Fuente: Elaboración propia con Información imhpa-2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

382



Gráfico N° 6: Vientos 2 metros (Máximos, Promedio y Mínimos) Estación David
Fuente: Elaboración propia con Información imhpa-2023

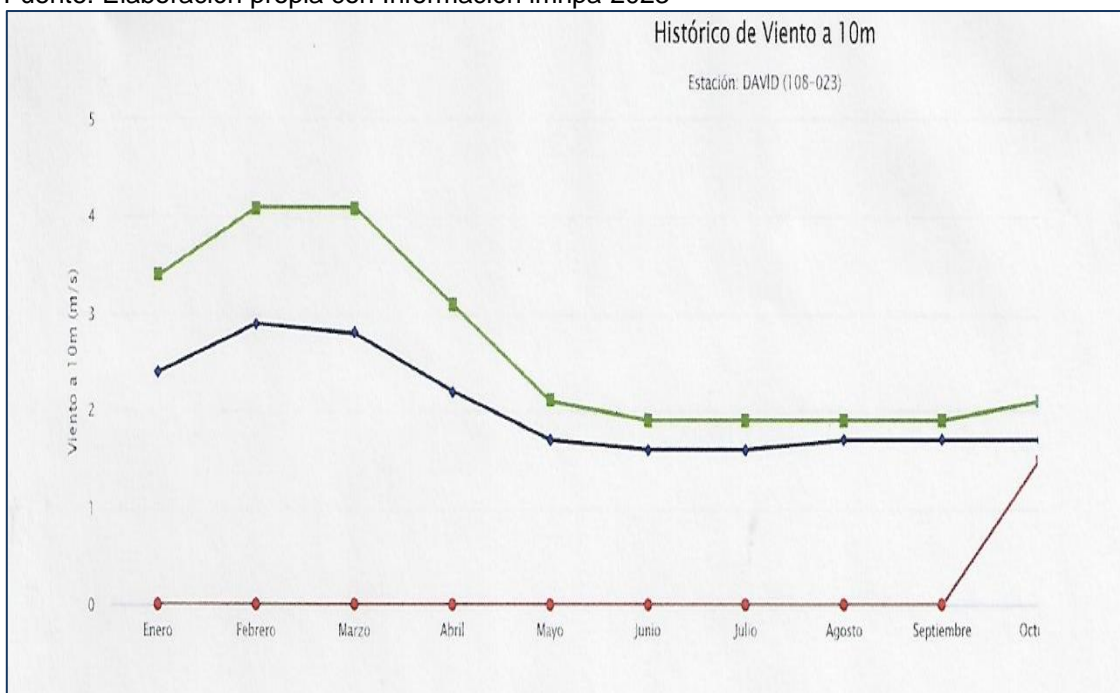


Gráfico N° 7: Vientos 10 metros (Máximos, Promedio y Mínimos) Estación David
Fuente: Elaboración propia con Información imhpa-2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

383

6.0 Precipitación

Los datos de precipitación se verificaron, corrigieron y los faltantes, se estimaron antes de ser utilizados en la elaboración del mapa de isoyetas anuales. En algunas estaciones la serie fue extendida hasta completar el período base de análisis, que en este caso fue de 30 años, período 1983-2022 .

En aquellos casos en donde faltaban algunos valores mensuales intermedios, con el fin de no desecharlos, se estimaron utilizando el método de Proporción Normal. En este método se ponderan las precipitaciones de las estaciones bases con las relaciones entre la precipitación anual normal de la estación en estudio con cada una de las estaciones utilizadas como referencia, lo que queda expresado en la fórmula siguiente:

$$Px = 1/n (Nx/N1 * P1 + Nx/N2 * P2 +... Nx/Nn * Pn)$$

Donde:

Px = dato faltante de precipitación que se desea obtener

N1, N2,... Nn = la precipitación media multianual (promedio de los totales anuales del periodo de registro) de la estación base o índice.

P1, P2,... Pn = la precipitación en las estaciones bases durante el mismo período del tiempo del dato faltante.

Nx = precipitación anual normal de la estación en estudio.

n = número de estaciones base o índice.

La serie de 30 años completada en la Estación David y Estaciones dentro de la Cuenca N°108, se procedió con la verificación de su consistencia mediante el método de Análisis Doblemente Acumulativo.

El Análisis de Doble Acumulación es una metodología que nos permite:

- ✓ Identificar la inconsistencia de las observaciones,
- ✓ Corregir datos malos,
- ✓ Interpolan datos faltantes,
- ✓ Extender la serie de datos

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

384

Simulación de Escenario de Cambio Climático PCP David 1983-2022 (dat vs. sim)

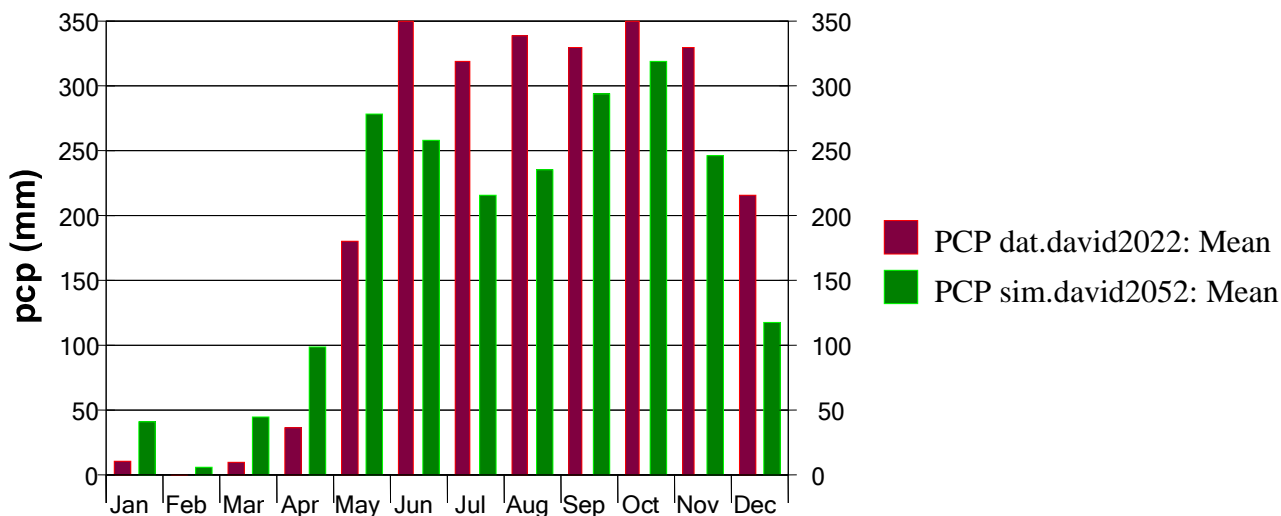


Gráfico N°8: Precipitaciones Estación David N°108-023-Informacion Fuente: Elaboración propia con Información imhpa-2023

Comparación de Lluvias utilizando la Simulación de Escenario de Cambio Climático (Variación de precipitación hasta 2052)

PCP DavidA2Had3 (1983-2021 vs. 2021-2051)

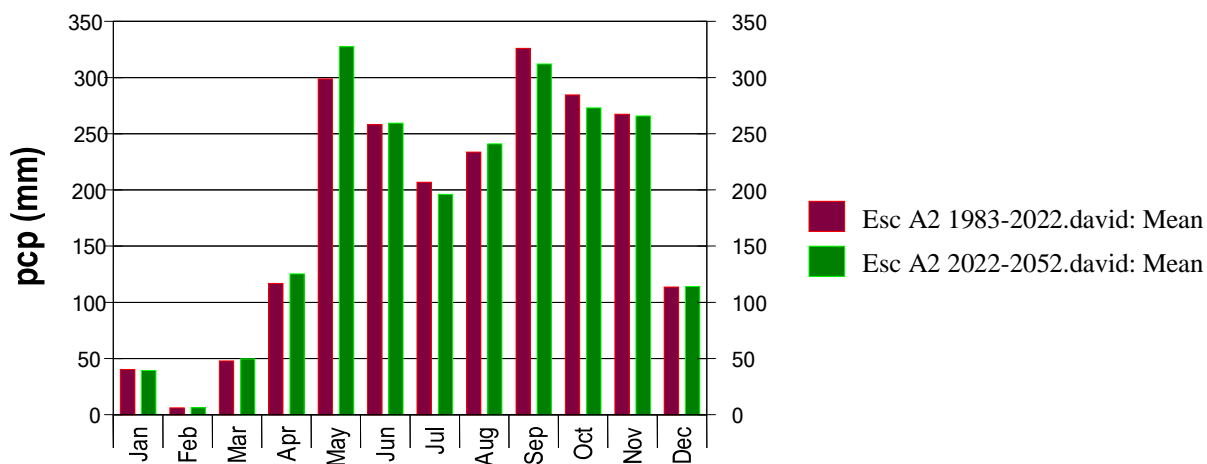


Gráfico N°9: Precipitaciones Estación David N°108-023-Simulación. Fuente: Elaboración propia con Información imhpa-2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

385

6.1 Determinación de las Tormentas para Diseño de Infraestructura pluvial del Centro Logístico y Acopio Las Lomas, La Cual tiene drenaje natural hacia la Quebrada Del Mango.

La mayoría de los procesos climatológicos e hidrológicos son muy complejos y requieren por lo tanto ser explicados en términos probabilísticos. Son el resultado de eventos naturales e involucran muchas incertidumbres y responden con componentes estocásticos, que pueden ser investigados en registros de observaciones hidrológicas. Por otro lado, los datos históricos pueden ser observados solamente una vez y en este sentido nunca volverán a ocurrir.

En este estudio, se procedió a interpretar el registro histórico de un evento hidrológico en términos de una probabilidad futura de ocurrencia, no solamente a través de un análisis de frecuencia puntual, sino también a través de un análisis regional, considerando una región homogénea en términos de sus características. Además, se han aplicado los conceptos de probabilidad y estadística para predecir eventos futuros en relación con los objetivos de prevenir acontecimientos generados por la intervención humana.

Por experiencia obtenida a través de estaciones climatológicas de largo periodo de registro y por estar expresamente especificado en el alcance de este estudio, se establece que las Precipitaciones Máximas en **24 horas** se ajustan mejor a una distribución de probabilidades **Gumbel Tipo I**.

6.1.1 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

Para el diseño de las obras de infraestructura pluvial como son sistemas de Alcantarillas pluviales, canales abiertos y otras obras civiles, fue necesario conocer la variación de la lluvia en el tiempo. Siempre esta información es registrada a través de estaciones de medición que permiten conocer la intensidad de la lluvia. Para este caso utilizamos las estaciones **David (108-023)**, **El Valle (108-002)** y **Potrерillo Arriba (108-006)**

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

386

Aplicando las relaciones referidas, el método usado en el presente estudio se resume en los siguientes puntos:

- ✓ Se realiza la curva de frecuencia puntual para la estación escogida.
- ✓ Se evalúa la curva Intensidad - Duración - Frecuencia considerando que las relaciones entre las intensidades de lluvia registradas en pluviógrafo para diferentes duraciones menores de una hora y la intensidad horaria son iguales a las obtenidas en otras latitudes y confirmando la característica universal de dichas relaciones. El anterior en la referencia N°1 se puede observar que en los Estados Unidos se utilizan las siguientes relaciones, respecto a la altura de lluvia para una hora de duración.

Duración (min)	Relación
5	0,29
10	0,45
15	0,57
30	0,79

En la referencia mencionada, Bell ha extrapolado estas relaciones a efectos de incluir la altura de la lluvia correspondiente a dos horas de duración, estableciendo una relación de **1,25** con respecto a la altura de lluvia de una hora.

De acuerdo con información registrada en las estaciones meteorológicas **David (108-023), El Valle (108-002) y Potrerillo Arriba (108-006)** se estableció una relación de **1,20** con respecto de una hora de duración, la cual se escogió para ser aplicada para la Microcuenca de la Quebrada Del Mango.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

387

Tal como se podrá observar, el primer paso es conocer la altura de lluvia durante una hora de duración; y en este sentido, de acuerdo con Bell se establece una relación de **0.435** entre las intensidades correspondientes a **1 y 24 horas**. Este valor fue verificado, asimismo, en otros cálculos de cuencas vecinas.

Para duraciones mayores a dos horas, (referencia N°2) se presentan relaciones para **6 y 12 horas** correspondientes a períodos de retorno de **5, 10 y 25 años**, con respecto a la altura de lluvia de **24 horas** de duración. Es importante anotar que fue necesario realizar extrapolaciones, a efectos de obtener las relaciones para los otros períodos de retorno usados en el presente estudio, concretamente para **100 años**. Finalmente, estas relaciones fueron aplicadas a la curva de frecuencia de precipitaciones máximas en 24 horas, calculada para las estaciones consideradas a fin de obtener las gráficas de Intensidad - Duración - Frecuencia

A continuación, presentamos la Probabilidad de lluvia Gumbel Tipo I, se utilizó la Estación **David (108-023)**, por ser la más representativa en el área de Estudio:

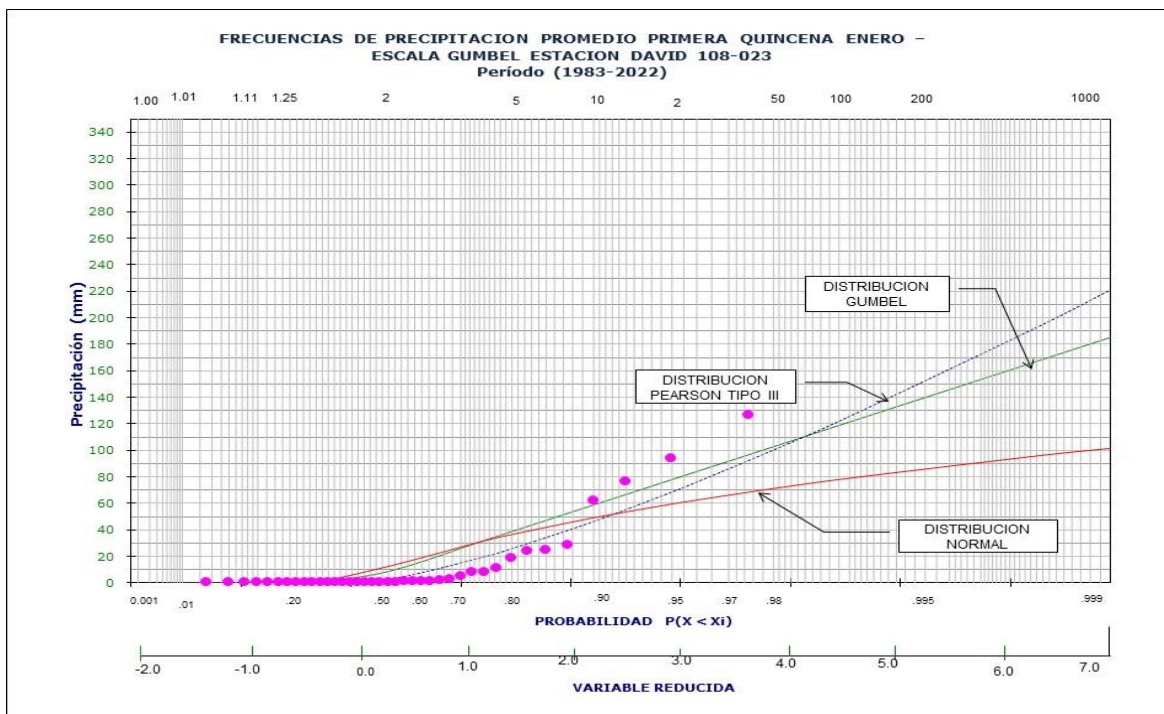


Gráfico N°10: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Enero (1-15) Estación 108-023 -

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

388

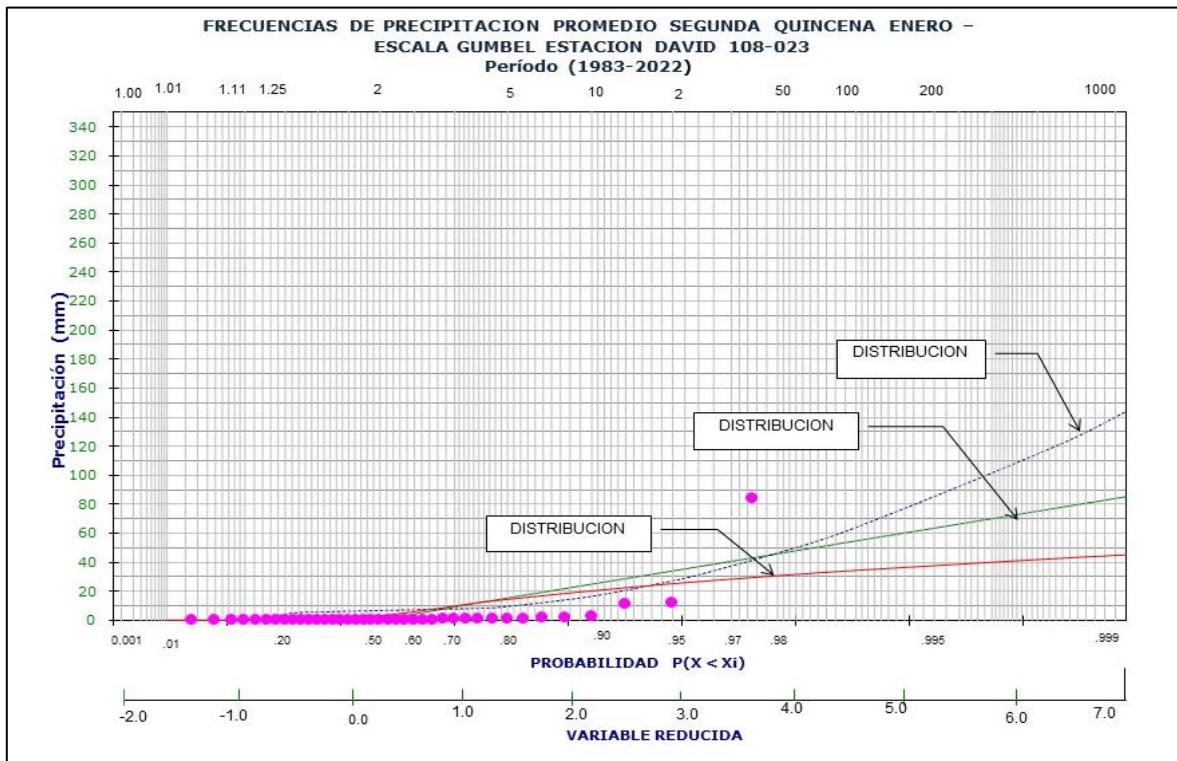


Gráfico N°11: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Enero (16-31) Estación 108-023 -

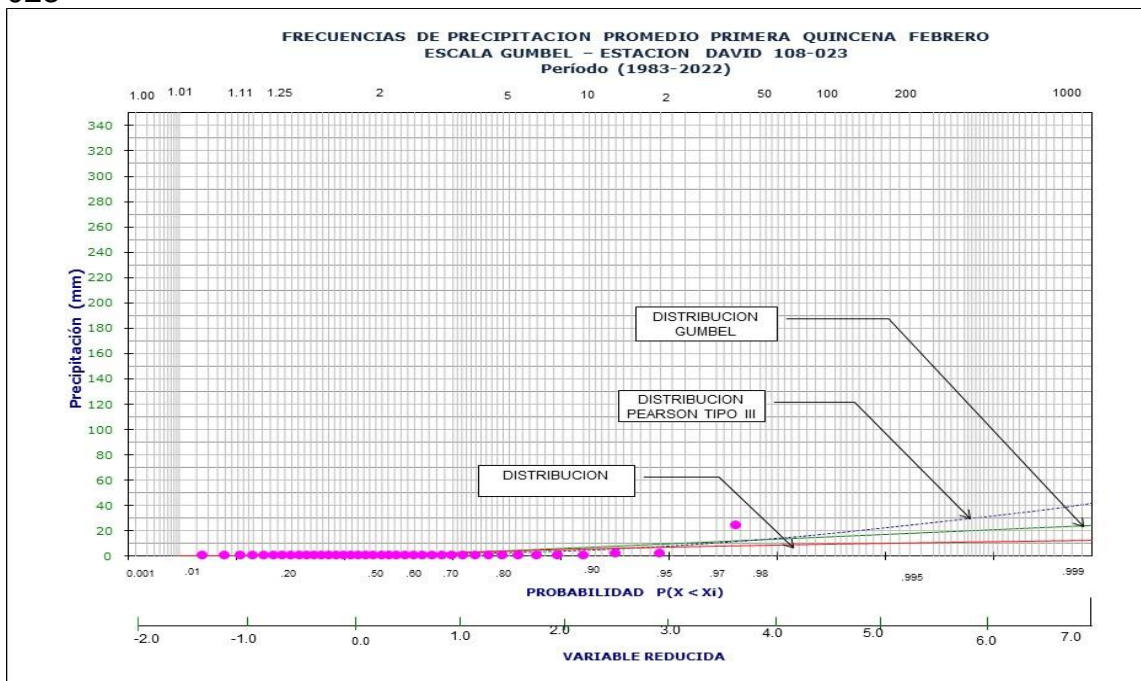


Gráfico N°12: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Febrero (1-15) Estación 108-023 -

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

389

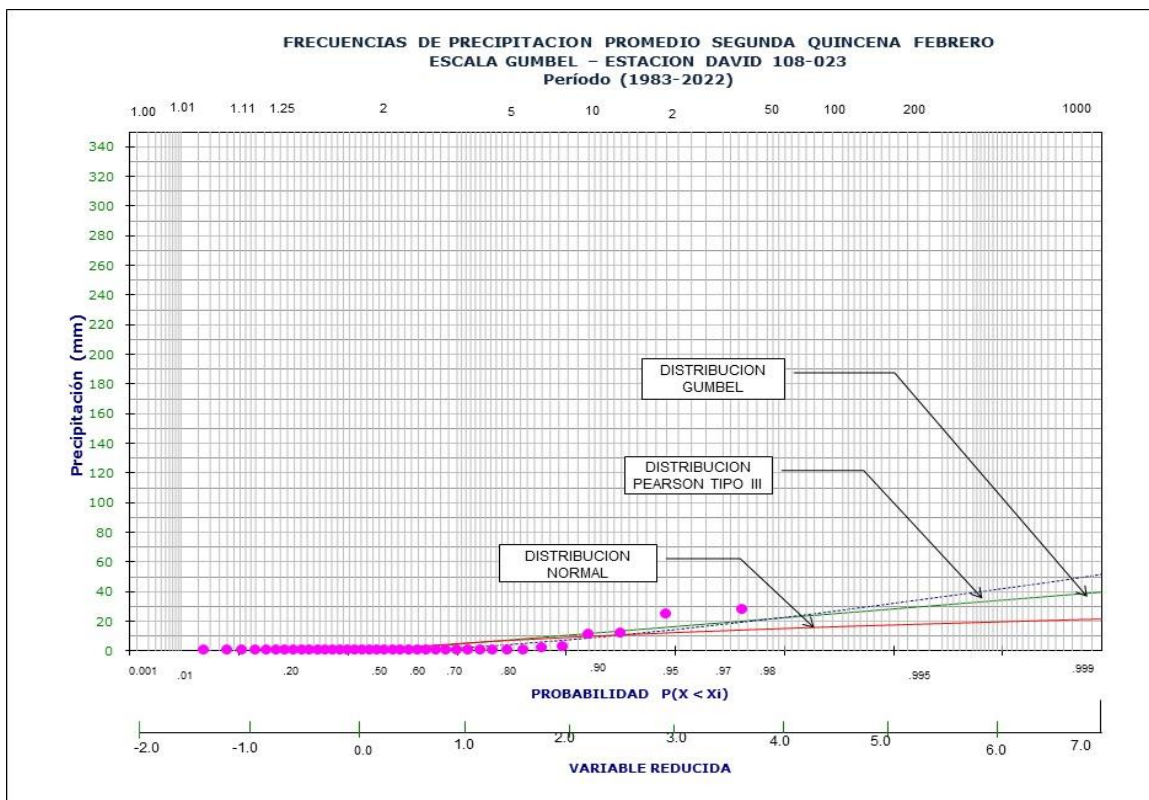


Gráfico N°13: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Febrero (15 - 28) Estación 108-023 -

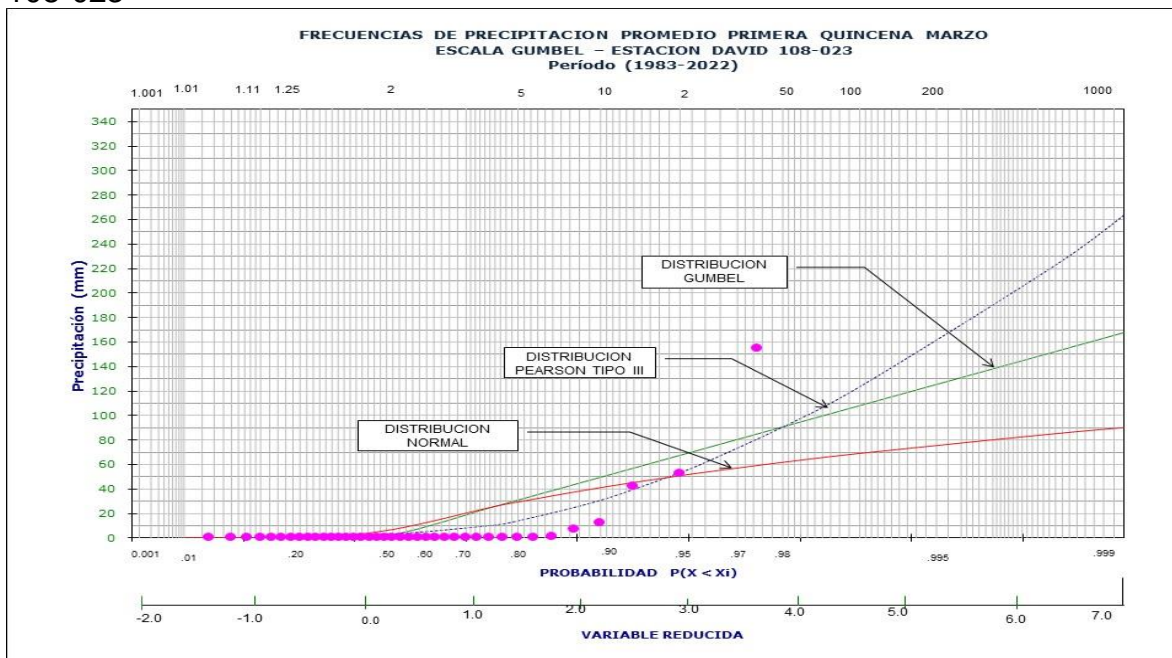


Gráfico N°14: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Marzo (1-15) Estación 108-023 -

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

390

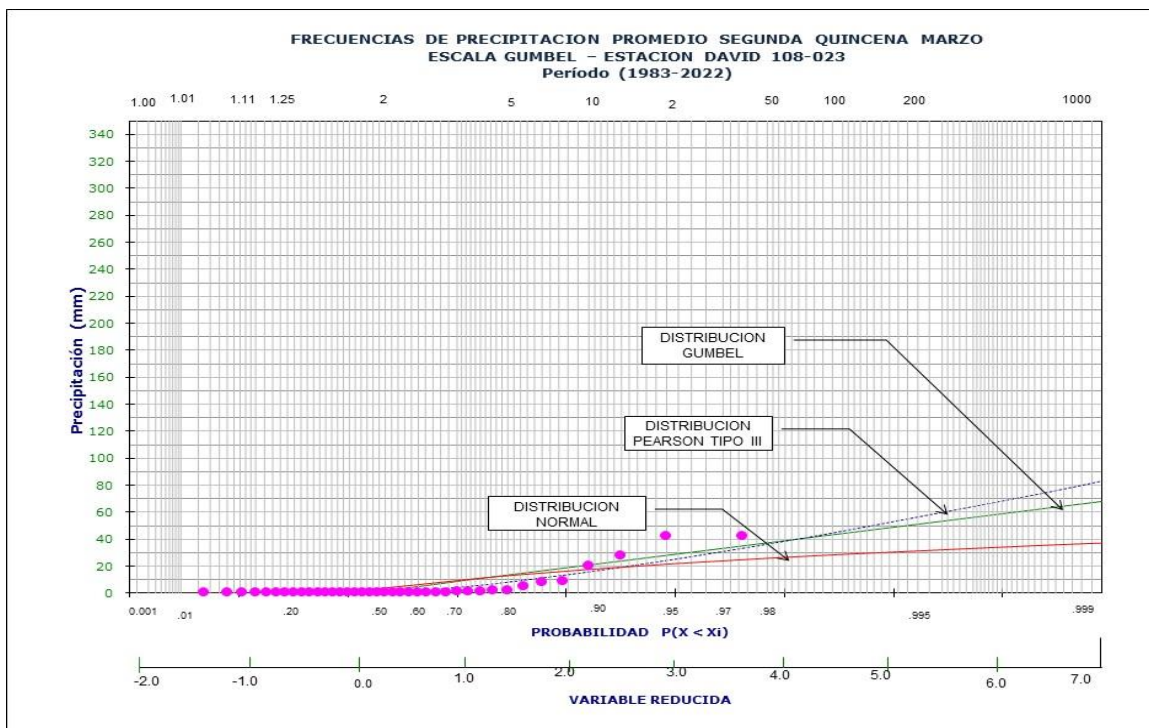


Gráfico N°15: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Marzo (16-31) Estación 108-023 -

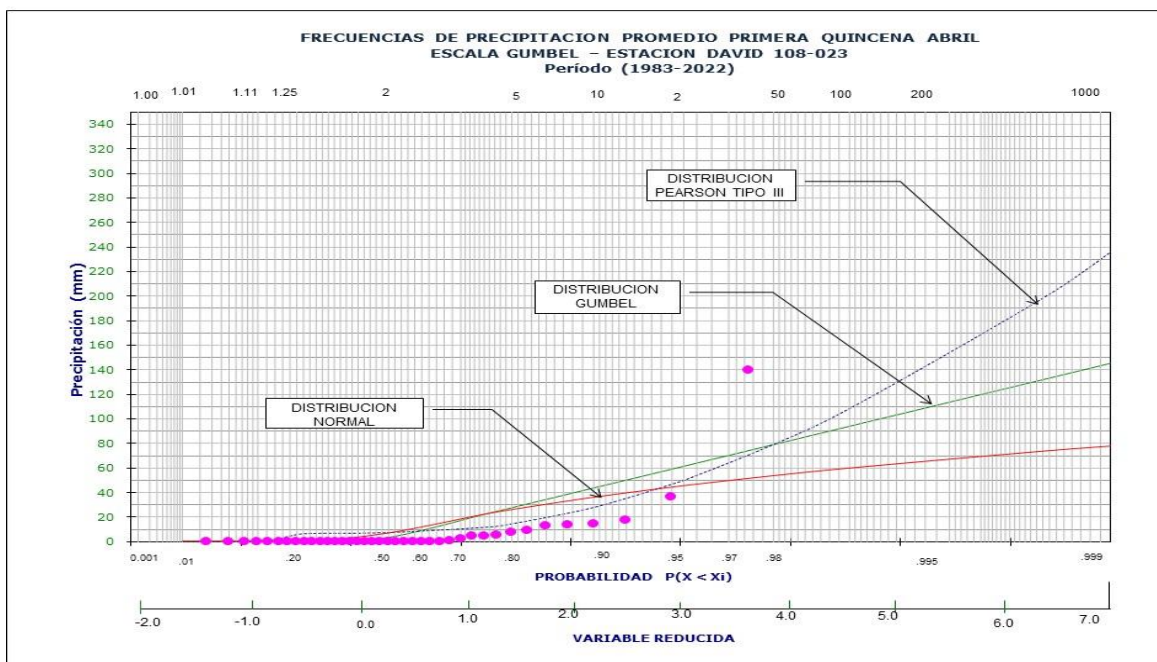


Gráfico N°16: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Abril (1-15) Estación 108-023

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

391

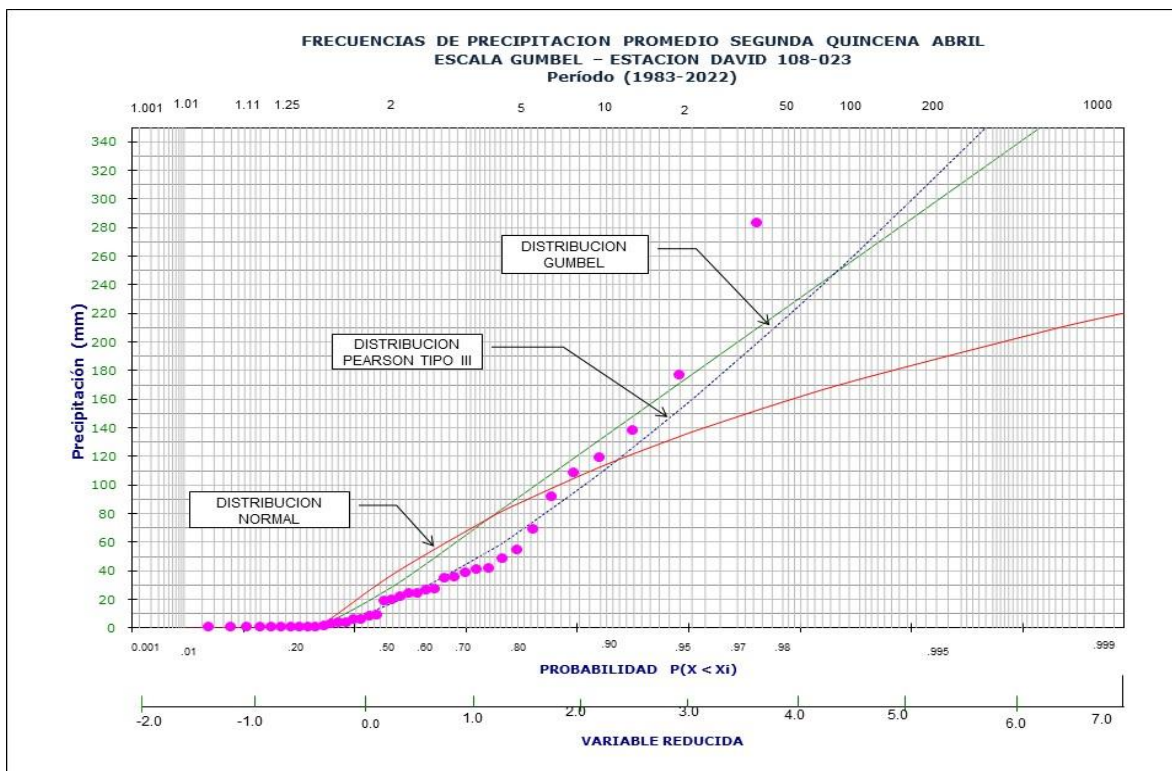


Gráfico N°17: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Abril (16-30) Estación 108-023

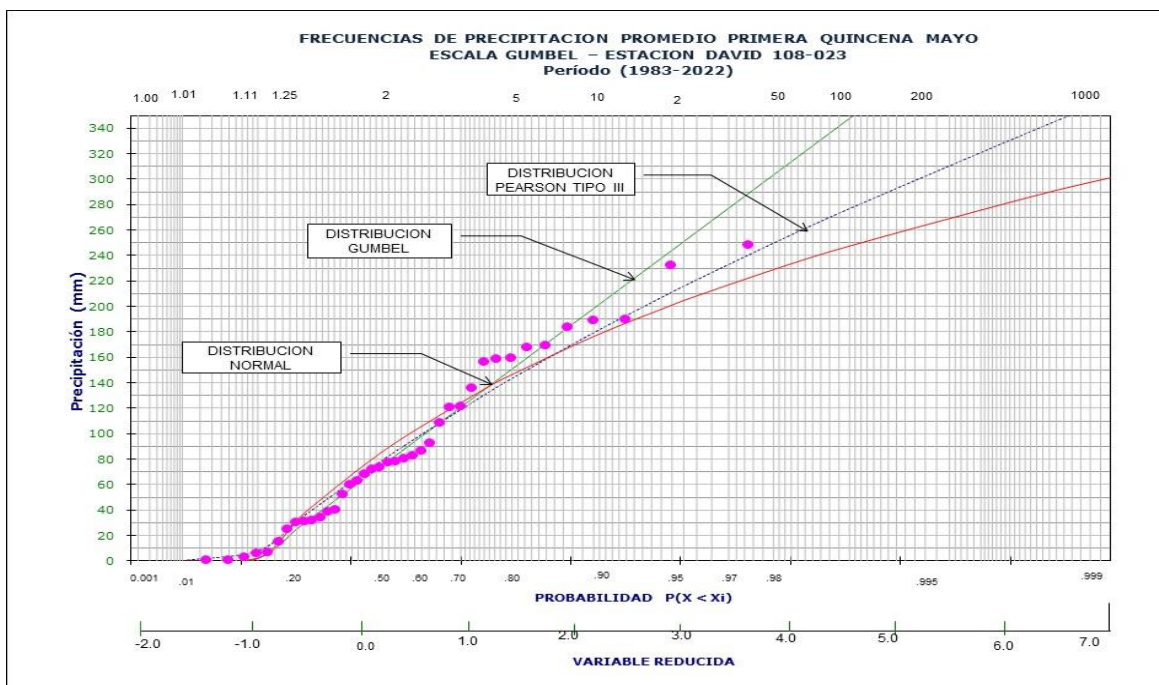


Gráfico N°18: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Mayo (1-15) Estación 108-023

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

392

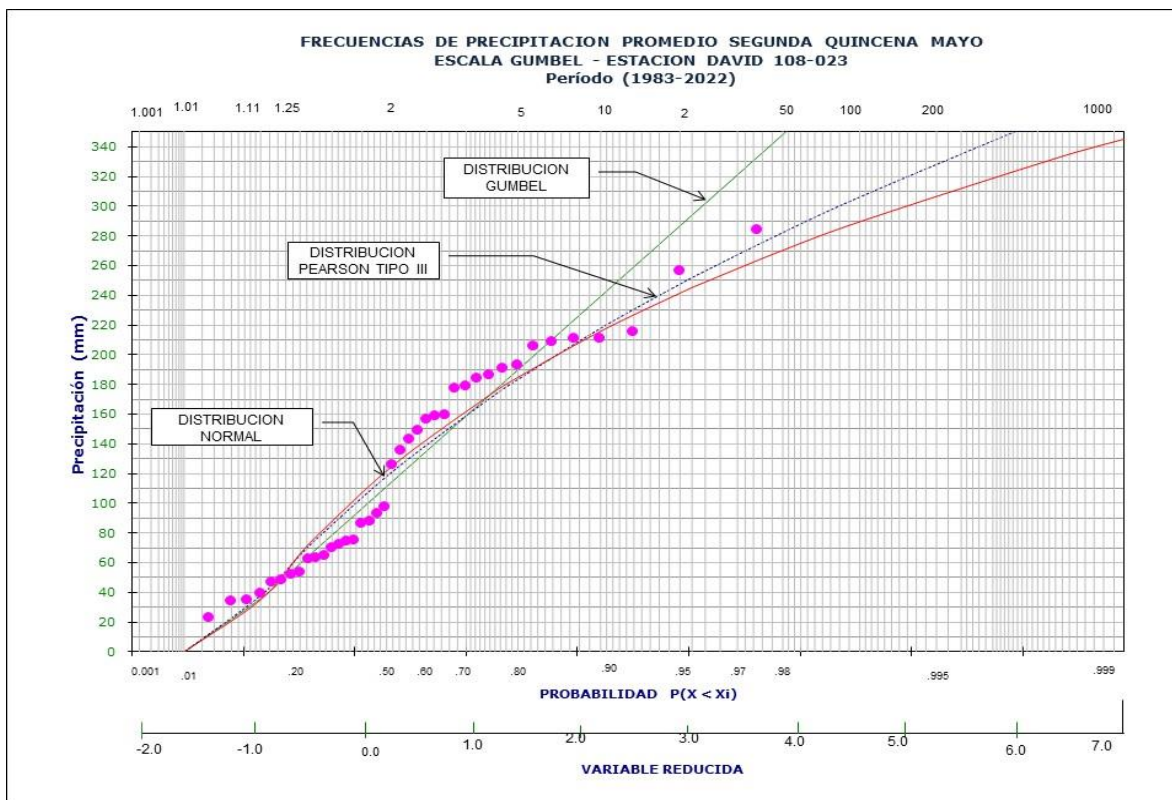


Gráfico N°19: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Mayo (16-31) Estación 108-023

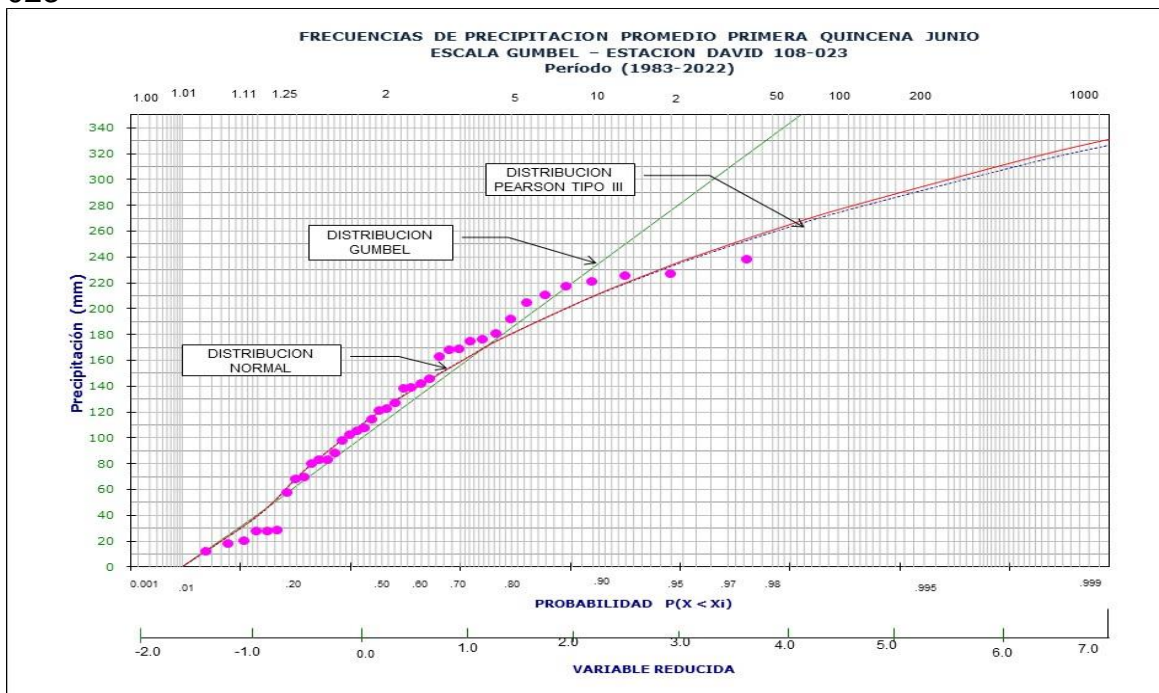


Gráfico N°20: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Junio (1-15) Estación 108-023

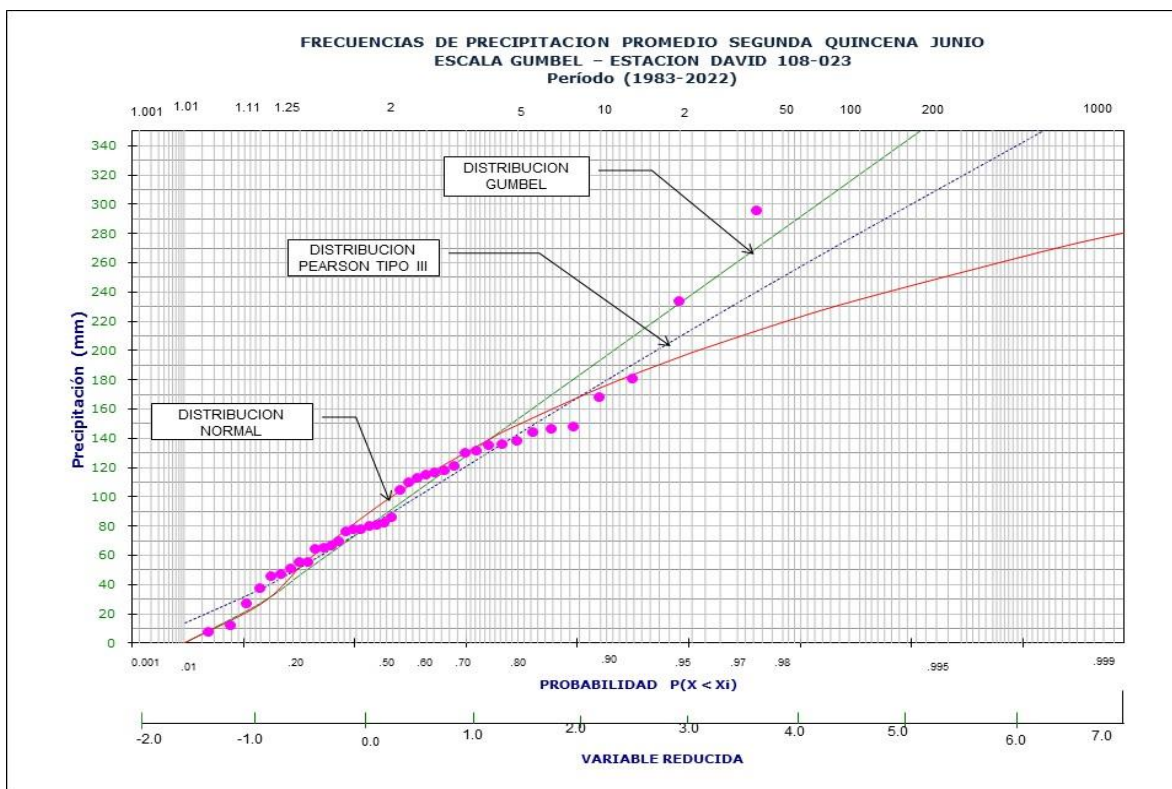


Gráfico N°21: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Junio (16-30) Estación 108-023

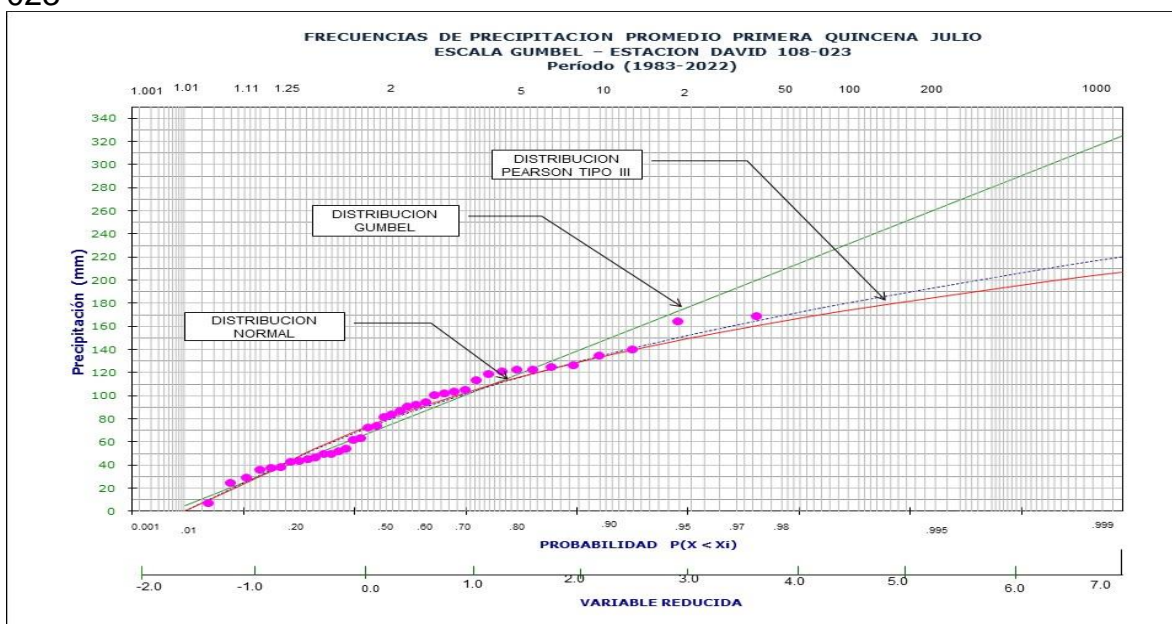


Gráfico N°22: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Julio (1-15) Estación 108-023

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

394

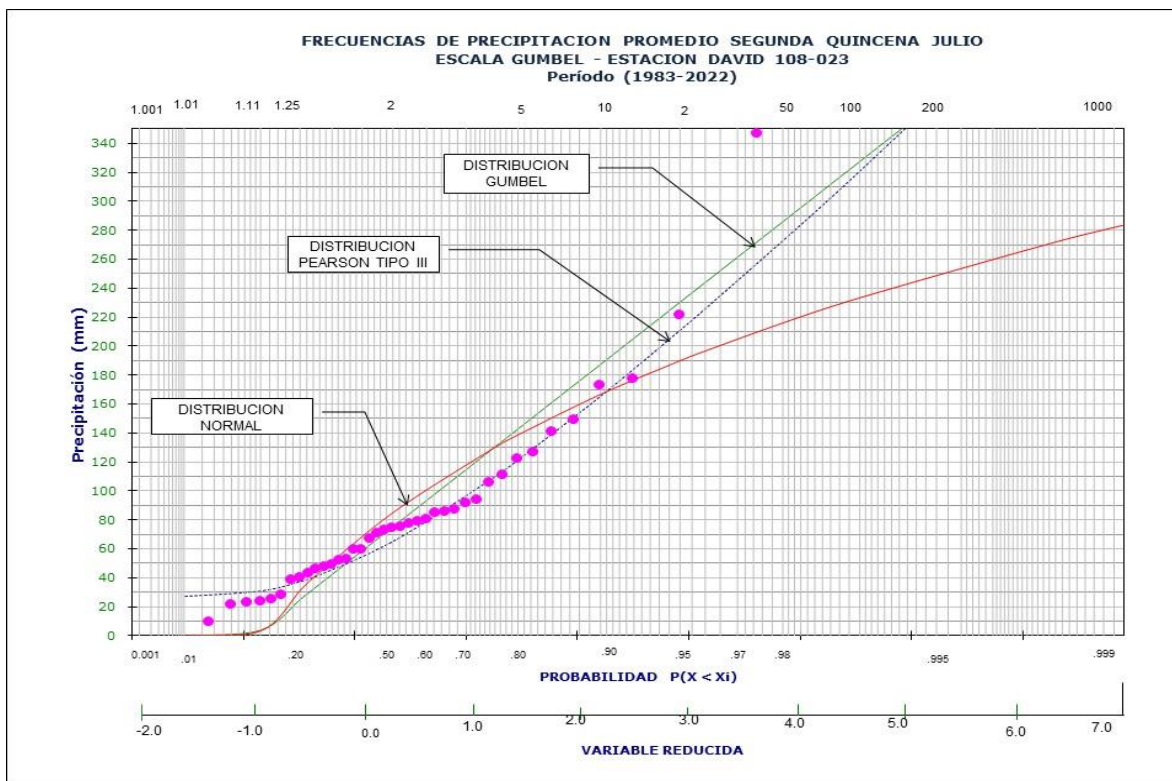


Gráfico N°23: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Julio (16-31) Estación 108-023

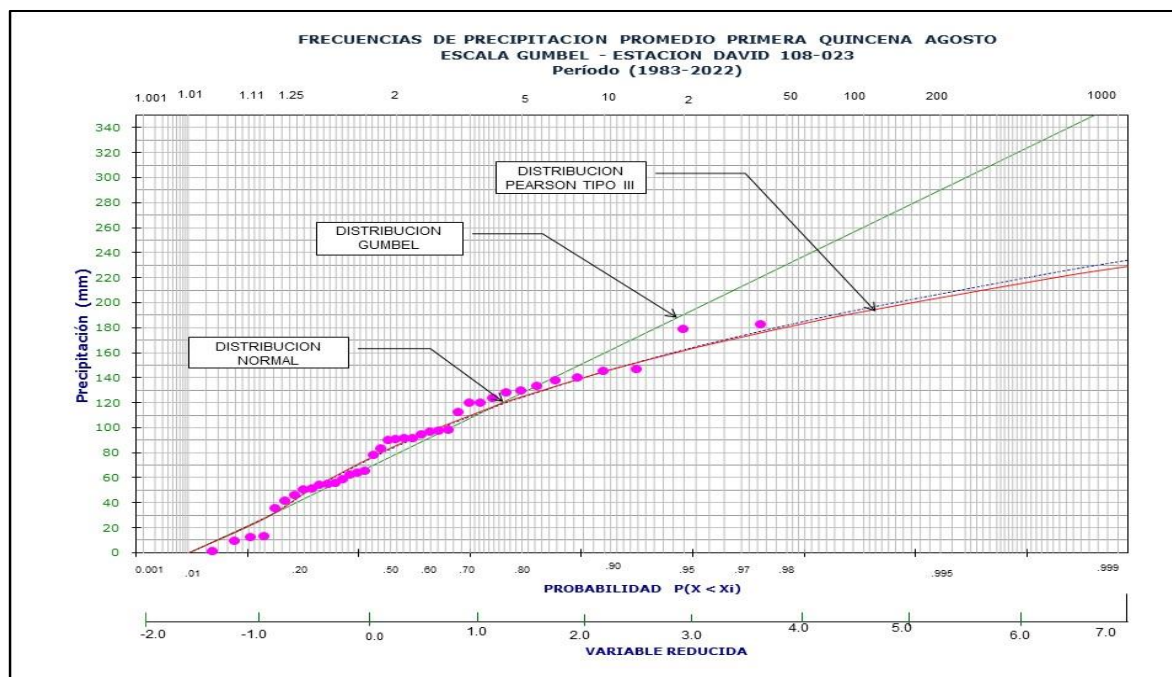


Gráfico N°24: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Agosto (1-15) Estación 108-023

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

395

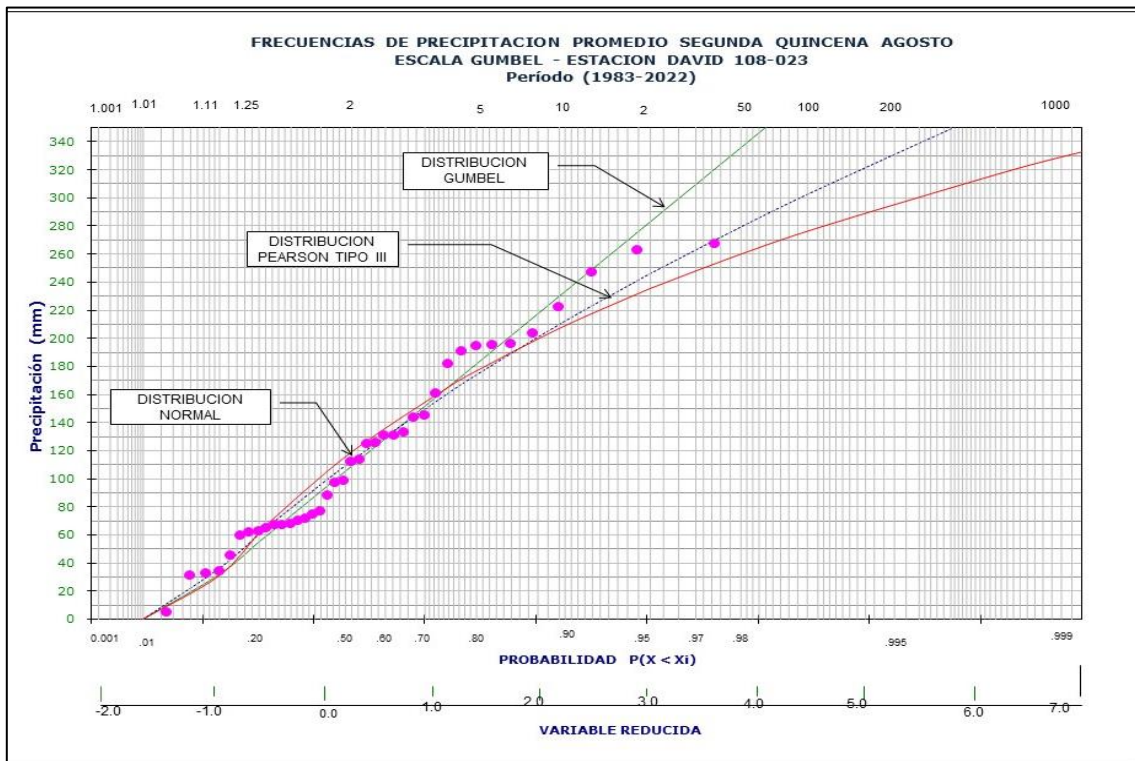


Gráfico N°25: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Agosto (16-31) Estación 108-023

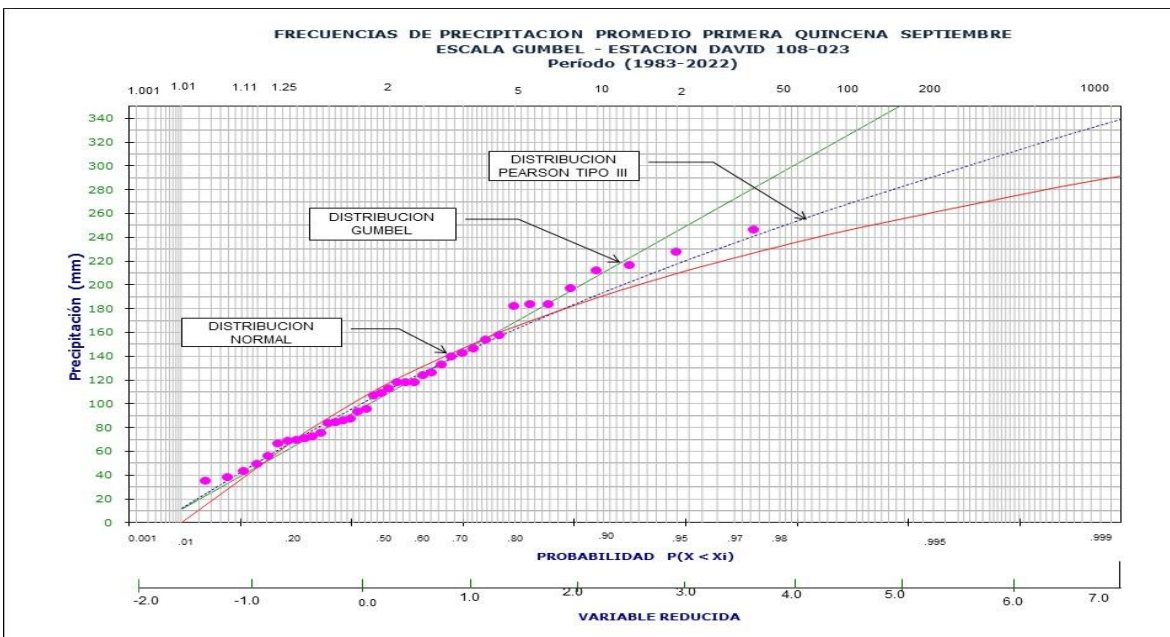


Gráfico N°26: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Septiembre (1-15) Estación 108-023

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

396

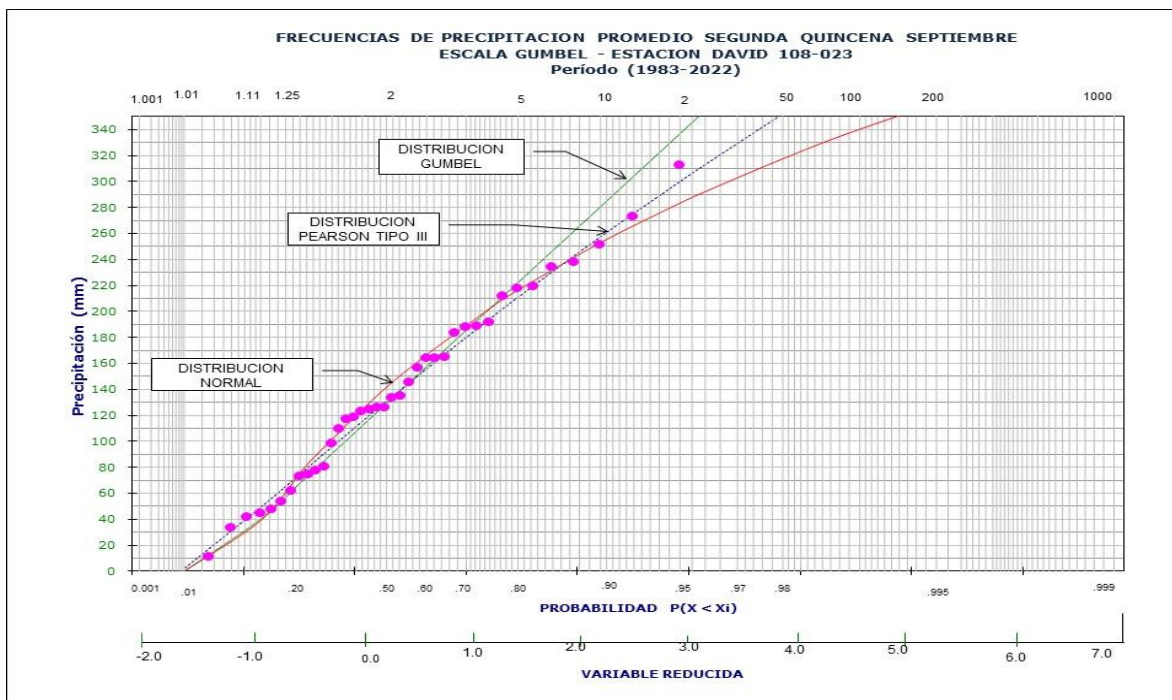


Gráfico N°27: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Septiembre (16-30) Estación 108-023

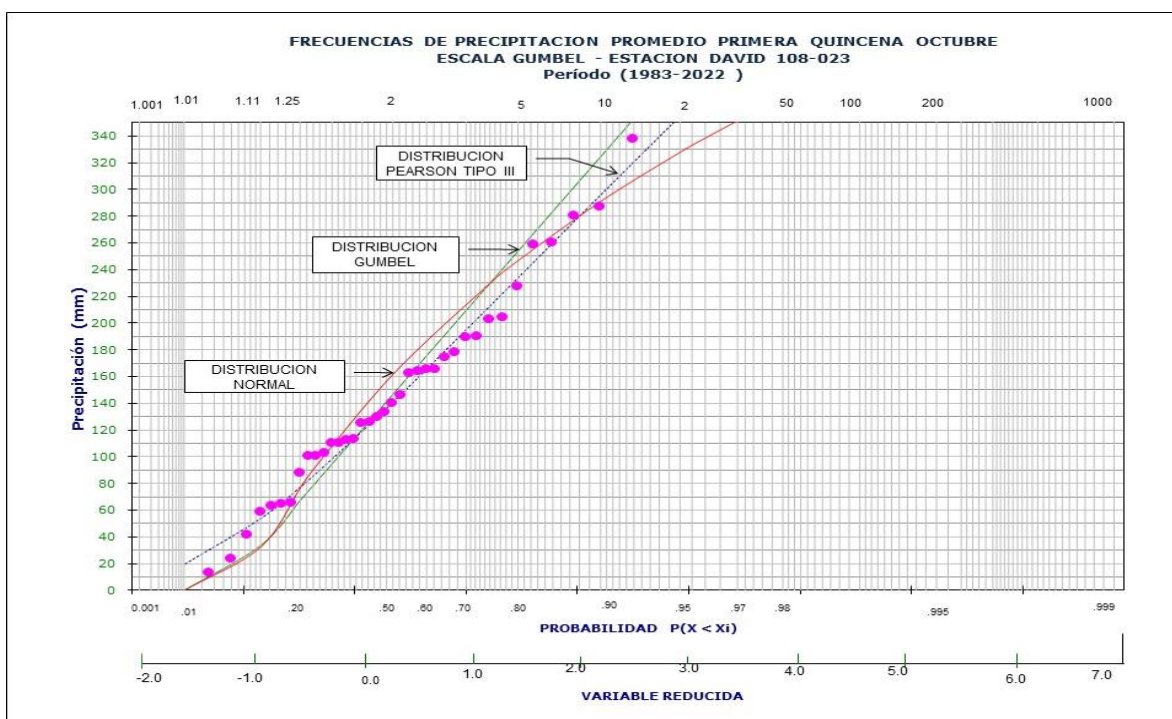


Gráfico N°28: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Octubre (1-15) Estación 108-023

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

397

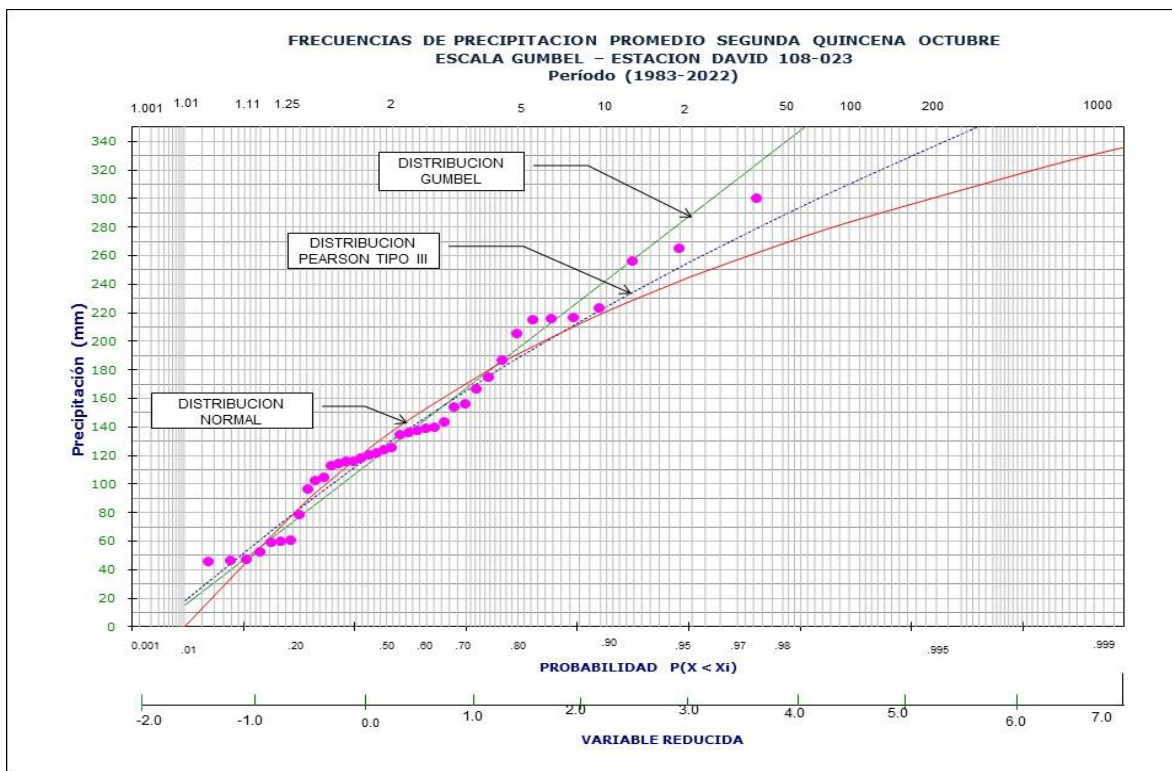


Gráfico N°29: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Octubre (16-31) Estación 108-023

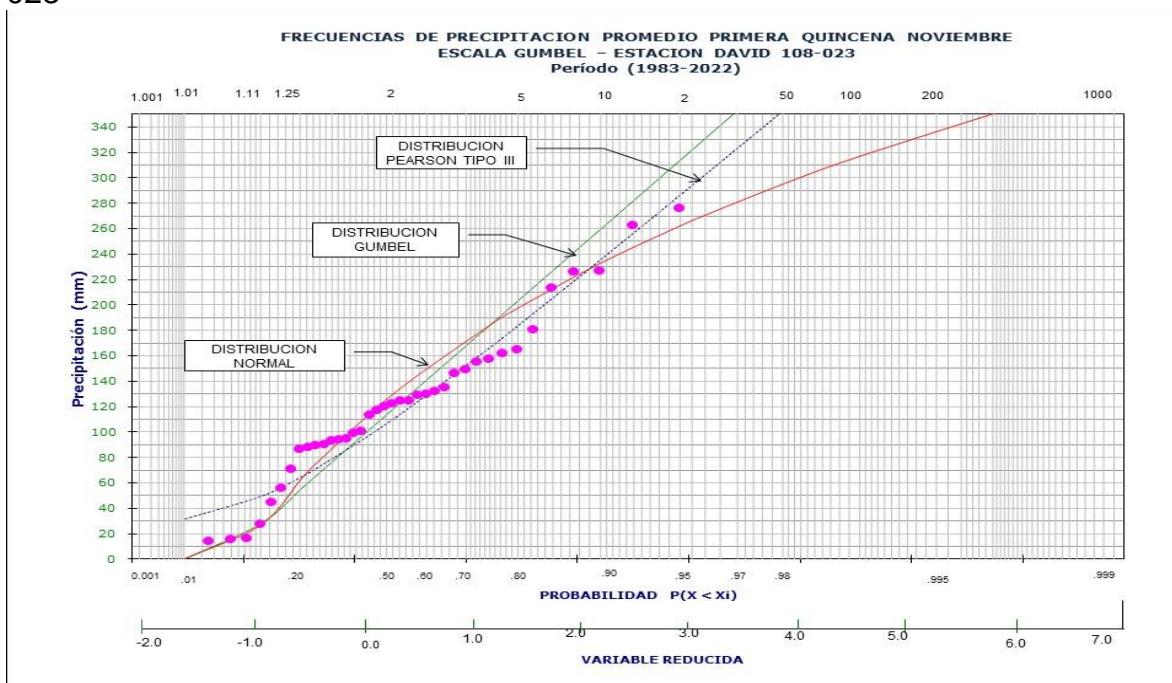


Gráfico N°30: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Noviembre (1-15) Estación 108-023

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

398

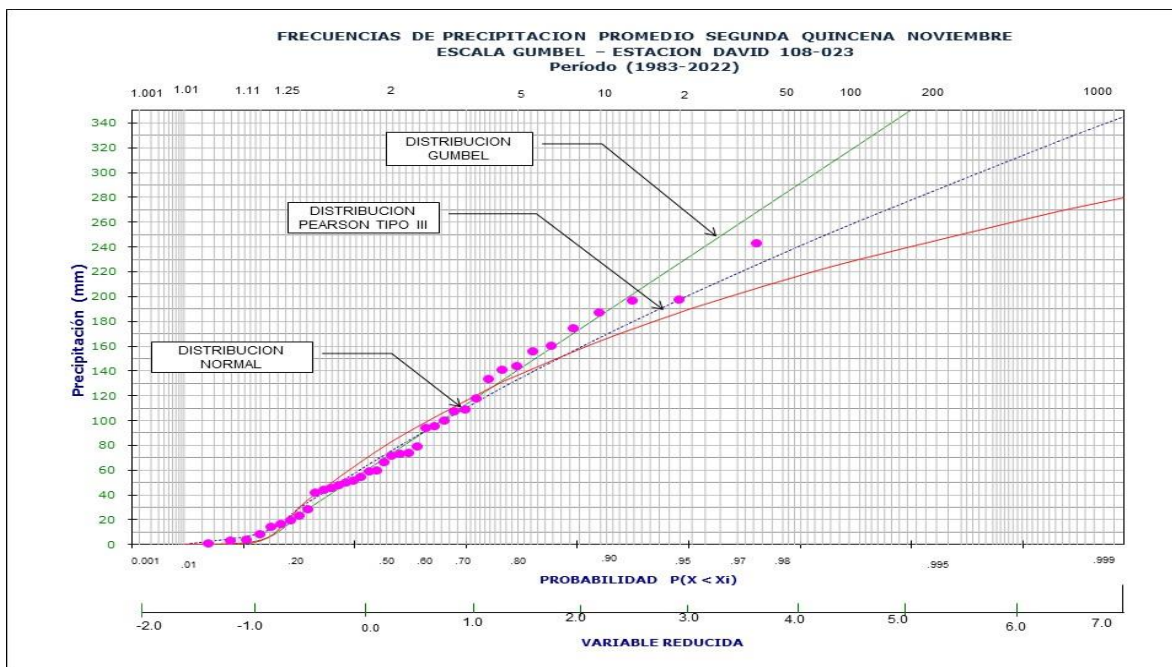


Gráfico N°31: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Noviembre (16-30) Estación 108-023

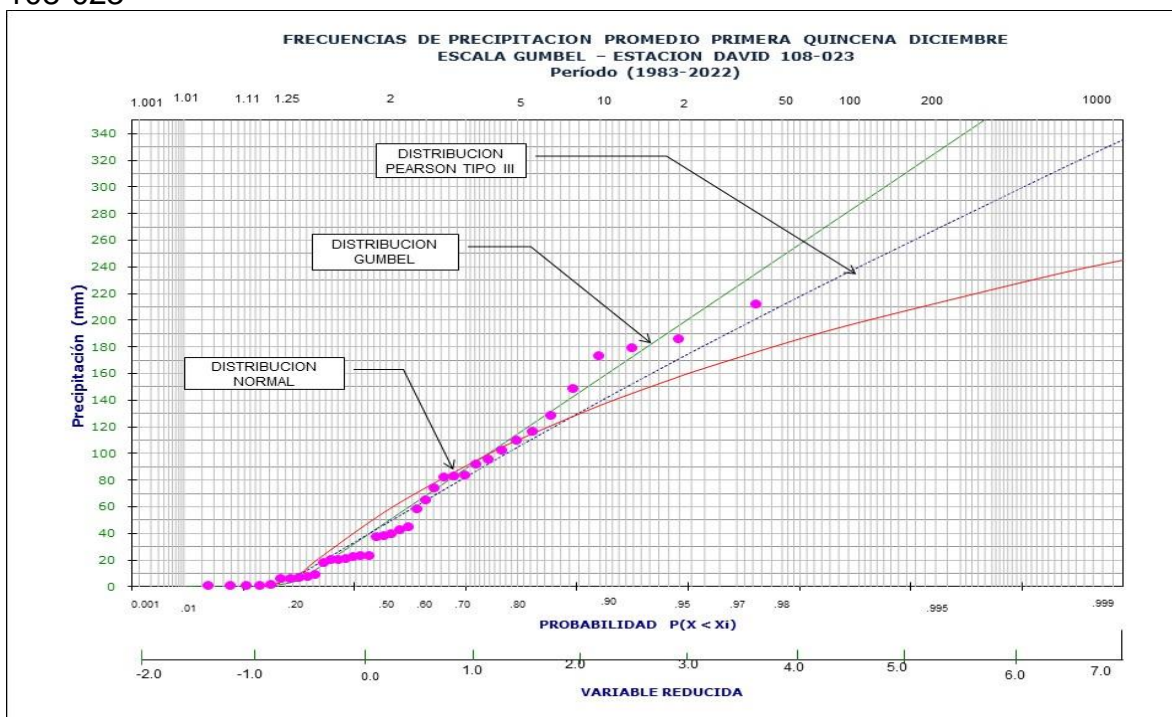


Gráfico N°32: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Diciembre (1-15) Estación 108-023

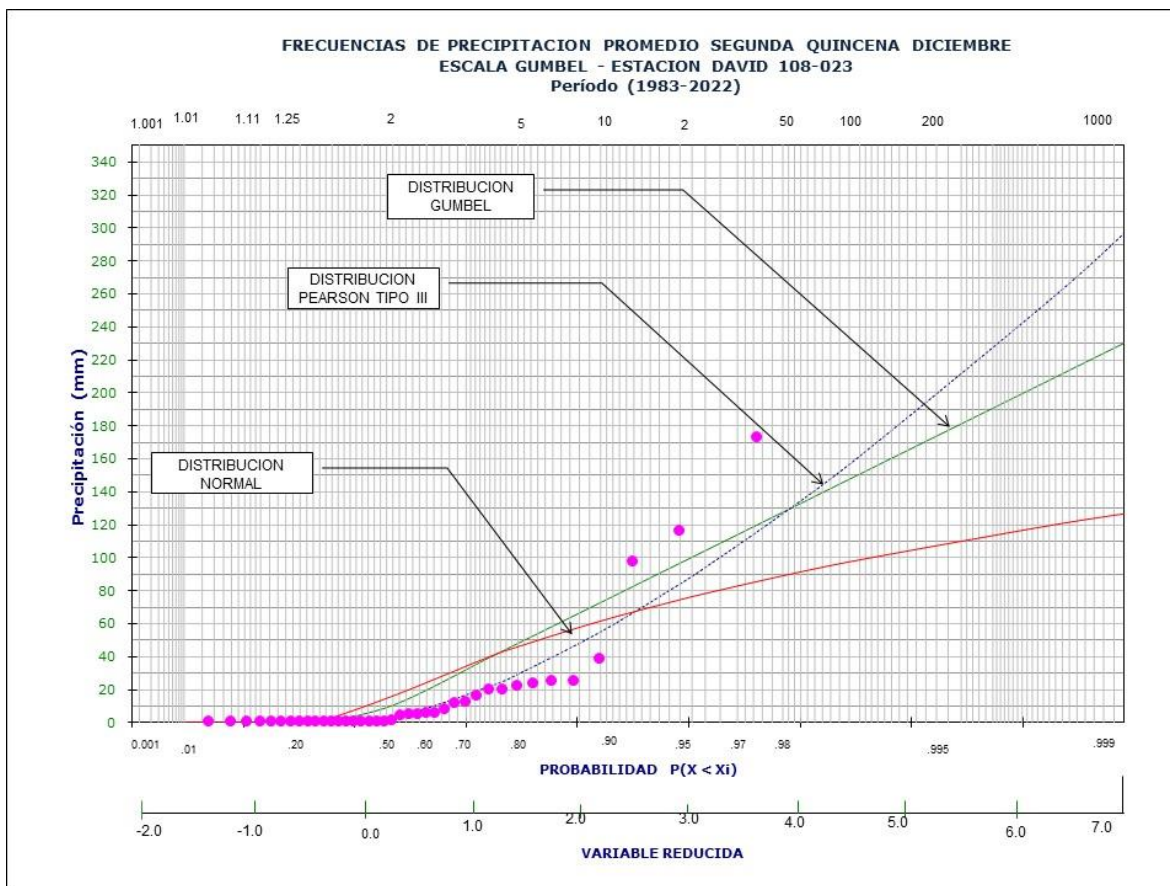


Gráfico N°33: Precipitación Promedio Gumbel Tipo I Diciembre (16-30) Estación 108-0231

7.0 Caudales

Para el análisis de los caudales en la Quebrada de Del Mango, la cual está ubicada en la Subcuenca del Río David, se utilizó la **Estación 108-03-02**, la cual se localiza sobre el río David. A continuación, presentamos la información y ubicación de la estación utilizada en este estudio para el traslado de los caudales.

Número	Rio	Lugar	Provincia	Tipo de Estacion	Elevacion	Latitud	Longitud	A/D
108-03-02	DAVID	DAVID	CHIRIQUI	At	8 mnm	8°27'39"	82°24'47"	265 Km2

Cuadro N°5 Información de la Estación de Referencia Utilizada en este Estudio- Información Suministrada por el imhpa -2023

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

400

✓ **Metodología para el cálculo de Caudales (Máximos, Mínimos y Promedios) para la Quebrada Del Mango.**

El Método de transposición de caudales consiste en estimar el caudal desconocido de una cuenca (Subcuenca o Microcuenca) a partir del caudal conocido de otra, suponiendo que las condiciones hidrológicas de ambas son semejantes a gran escala, por lo que su producción hídrica sería proporcionalmente la misma teniendo en cuenta los parámetros mencionados. Por eso se implementa un factor para el caudal que es la relación entre los parámetros utilizados así:

Transposición por áreas:

$$\text{Caudal transpuesto} = \frac{(\text{Área de cuenca a transponer})}{(\text{Área de cuenca conocida})} * \text{Caudal conocido}$$

Transposición por áreas y precipitación:

$$\text{Caudal Transpuesto} = \frac{\text{Área de la cuenca a Transponer}}{\text{Área de la cuenca Conocida}} * \text{Caudal Conocido}$$

Transposición por áreas, precipitación y evapotranspiración

Caudal transpuesto

$$= \frac{\text{Área} * (\text{Pptn.} - \text{Evap.}) \text{ de cuenca a transponer}}{\text{Área} * (\text{Pptn.} - \text{Evap.}) \text{ de cuenca conocida}} * \text{Caudal conocido}$$

108-03-02	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Maximo	5.60	2.60	2.40	2.20	23.10	44.90	29.50	29.10	41.50	34.80	36.90	10.50	44.90
Minimo	1.60	1.30	1.00	0.90	2.20	4.30	4.60	10.00	14.90	16.60	12.40	4.10	0.90
Promedio	2.80	1.70	1.40	1.50	7.20	18.10	15.80	16.80	21.40	22.50	20.90	6.50	11.38

Cuadro N°6: Caudales (Máximos Mínimos, Promedio) (m³/s) de la estación Base N°108-03-02

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

401

✓ **Cálculos de Caudales Máximos Mínimos y Promedios de las (Quebrada Del Mango)**

Caudales de la Quebrada Del Mango

$$QF = \frac{1.49 * (1908.20 - 1322.20)}{265 * (3302.80 - 1322.20)} = \frac{(1.49) * (586.00)}{(265) * (1980.60)} = \frac{873.14}{524,859.0}$$

Coeficiente de Traslado: 0.00166357

QDA EL MAGO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Maximo	0.0093	0.0043	0.0040	0.0037	0.0384	0.0747	0.0491	0.0484	0.0690	0.0579	0.0614	0.0175	0.0747
Minimo	0.0027	0.0022	0.0017	0.0015	0.0037	0.0072	0.0077	0.0166	0.0248	0.0276	0.0206	0.0068	0.0015
Promedio	0.0047	0.0028	0.0023	0.0025	0.0120	0.0301	0.0263	0.0279	0.0356	0.0374	0.0348	0.0108	0.0189

Cuadro N°7: Caudales (Máximos Mínimos, Promedio) m³/s (Metros Cúbicos por Segundo) Quebrada Del Mango

Cálculo de Caudales Máximos para La Quebrada Del Mango

Método Racional

Para el cálculo de los caudales de la Quebrada Del Mango utilizaremos el Método Racional debido a que se trata de una cuenca pequeña. Menos de 250 hectáreas.

$$Q = CiA/360$$

En donde:

Q = Caudal máximo en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía

i = Intensidad de lluvia en mm/hora

A = Área de drenaje de la cuenca en Ha.

RH= Area / Pm

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

402

A. Las suposiciones incluidas en la Fórmula Racional son:

1. El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad particular de lluvia ocurre si la duración de misma es igual o mayor que el tiempo de concentración.
2. El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad específica de lluvia con duración igual o mayor que el tiempo de concentración es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia.
3. La frecuencia de ocurrencia del escurrimiento máximo es la misma que la de la intensidad de la lluvia con la cual se calculó.
4. El escurrimiento máximo por área unitaria disminuye conforme aumenta el área de drenaje y la intensidad de la lluvia disminuye conforme aumenta su duración.
5. El coeficiente de escorrentía permanece constante para todas las tormentas en una cuenca.

TIPO DE SUELO	"C"
Techos y Pavimento	0.75-1.00
Pavimento de concreto hidráulico	0.70-0.90
Suelos impermeables	0.40-0.65
Suelos ligeramente permeables	0.15-0.40
Suelos moderadamente permeables	0.05-0.20

Cuadro N°8: Recomendamos para el Coeficiente "c" utilizados en el Método Racional.

Según el manual de aprobación de planos del Ministerio de Obras Públicas de la República de Panamá, la intensidad de la lluvia para un periodo de retorno de **1:50** años, medido en pulgada/hora está dado por:

$$I = \frac{370}{33 + T_c}$$

✓ **I = Intensidad de lluvia (pulg/hora)**

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

403

Se define como el tiempo requerido para que escurra el agua desde el punto más distante de una cuenca hasta el punto de medición de flujo o caudal. Existen varias fórmulas para calcular el tiempo de concentración. Utilizaremos la de Kirpich.

$$t_c = 3.7688 \left(\frac{L}{\sqrt{p}} \right)^{0.77}$$

En donde:

t_c = Tiempo de concentración en minutos

L = Longitud de la cuenca en Kilómetros

P = Pendiente de la cuenca en m/m

✓ **Tiempo de Concentración para la Quebrada Del Mango**

$L_c = 900$ m (longitud de la cuenca)

$\Delta h = 30 - 18 = 12$ m (desnivel de la cuenca)

$p = 12/900 = 0.0133$ m/m (pendiente de la cuenca)

$$t_c = 3.7688 \left(\frac{0.90}{\sqrt{0.0133}} \right)^{0.77}$$

$t_c = 18.34$ minutos

$$i = \frac{370}{18.34 + 33} \times 25.40 = 183.05 \text{ mm/Hora}$$

✓ **Cálculo de Caudal con tiempo de retorno de 50 años para la Quebrada Del Mango**

Quebrada Del Mango

$AD = 149$ Ha. (Quebradas Del Mango)

$I_{50} = 183.05$ mm/hora

$Q_{50} = 0.85 \times 183.05 \times 149 / 360 = \underline{64.40 \text{ m}^3/\text{s}}$ Quebrada Del Mango

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

404

7.1 Simulación Hidrológico e Hidráulica de la Quebrada Del Mango en Secciones determinadas con Periodos de Retornos de 1:50 y Se realizo 1:100 años-de referencia.

SIMULACIÓN HIDRÁULICA UTILIZANDO EL PROGRAMA HEC-RAS

El Programa HEC-RAS (Utilizado para esta Simulación)

El HEC-RAS es un modelo hidráulico que permite calcular los niveles de superficie del agua bajo condiciones de flujo permanente y para este caso especial de flujo continuo de la Quebrada Del Mango. Este programa tiene la capacidad de calcular las condiciones de flujo para regímenes fluyentes subcríticos, y supercríticos, y cuando se presente una mezcla de ambos. Igualmente, el programa presenta también opciones de cálculos para la simulación de diferentes estructuras hidráulicas como puentes, Box Culvert, canales abiertos y cerrados.

Este programa se fundamenta en la solución de la ecuación de energía, en la cual la perdida de energía por fricción se calcula por la ecuación de manning y las perdidas locales por contracción y expansión del flujo, se calculan como una fracción del cambio en la cabeza de velocidad entre dos secciones. Para resolver lo anterior, se requiere como datos básicos de entrada la geometría del rio, el caudal, los valores de coeficiente de pérdidas y las condiciones de fronteras para el cálculo de acuerdo con el régimen de flujo y los controles existente en el tramo analizado. Para este caso la geometría del Cauce de la Quebrada Del Mango, en las secciones determinadas (condiciones existentes) se define por las secciones transversales actuales tomadas en forma perpendicular a la dirección de línea de flujo, y por la separación longitudinal entre secciones adyacentes.

Este programa fue ejecutado por: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

405

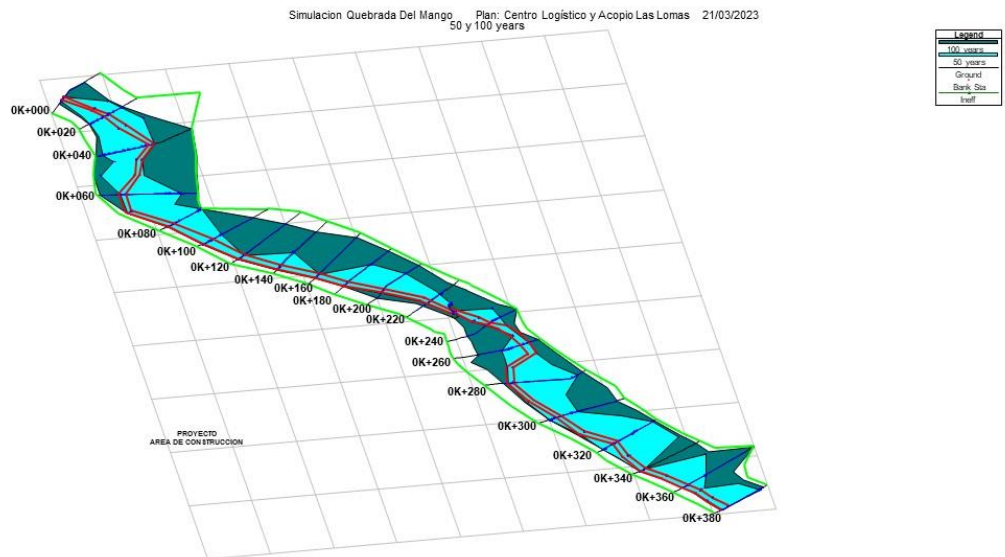


Imagen N°1: Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

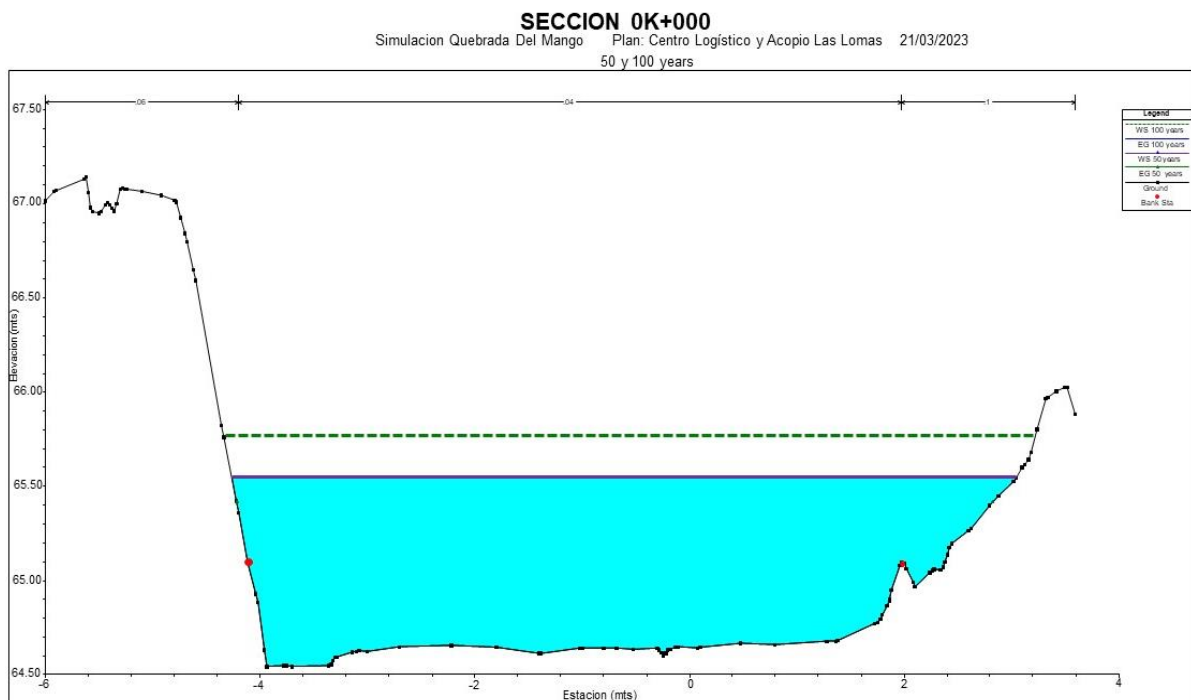


Imagen N°2: Sección 0K+000. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

406

SECCION 0K+020

Simulacion Quebrada Del Mango Plan: Centro Logístico y Acopio Las Lomas 21/03/2023
50 y 100 years

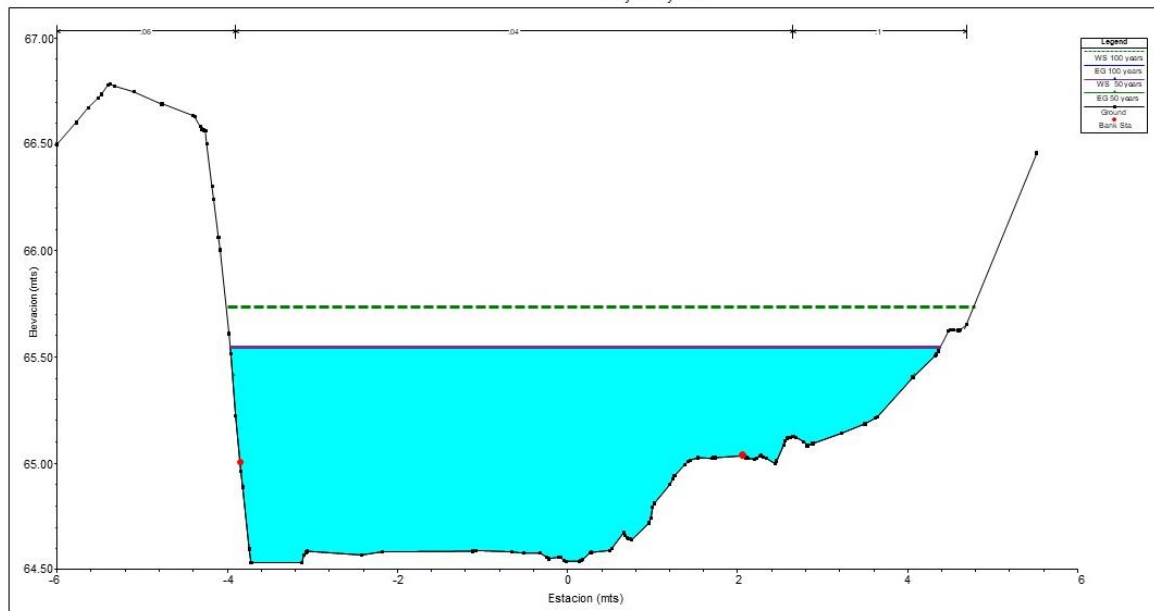


Imagen N°3: Sección 0K+020. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

SECCION 0K+040

Simulacion Quebrada Del Mango Plan: Centro Logístico y Acopio Las Lomas 21/03/2023
50 y 100 years

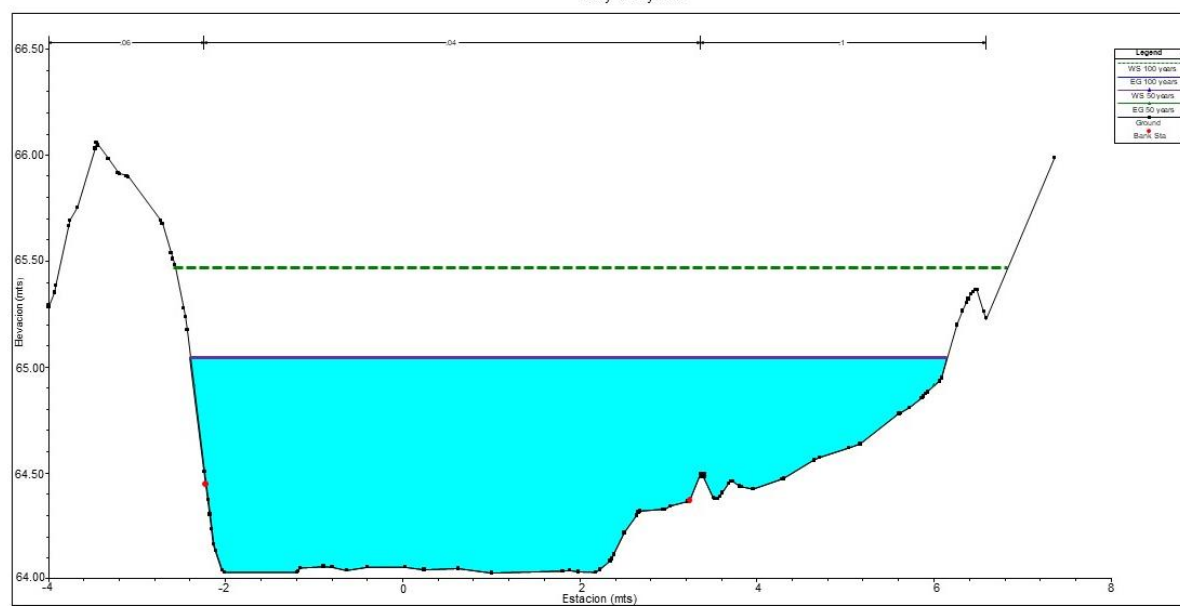


Imagen N°4: Sección 0K+040. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

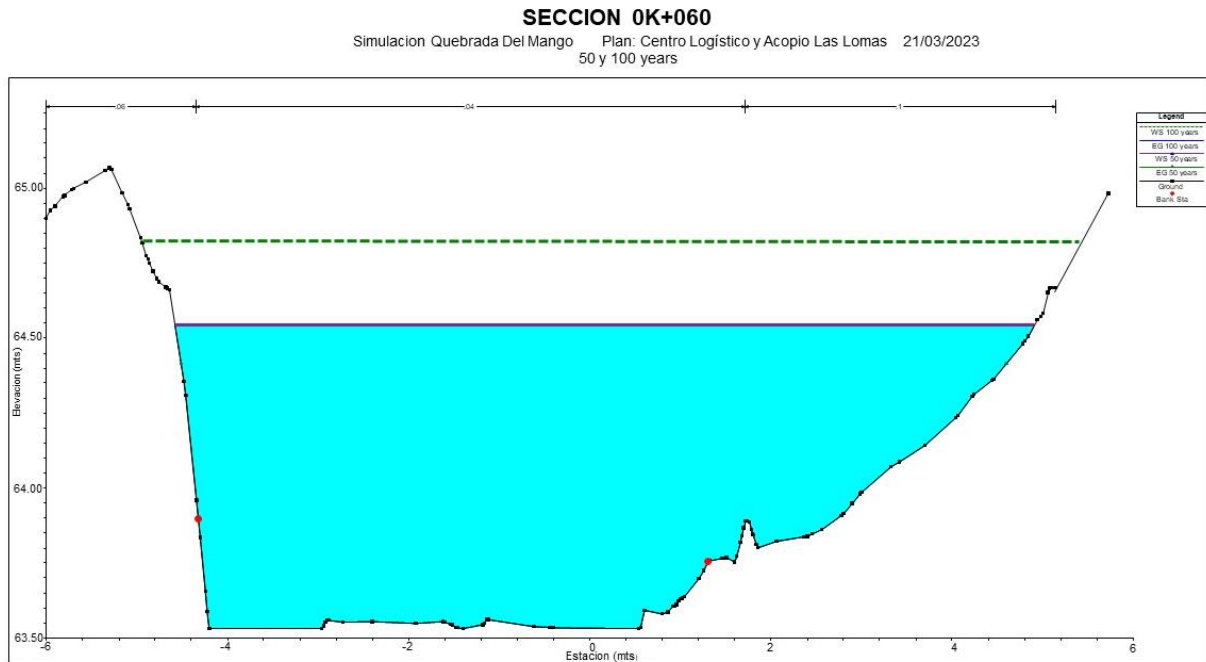


Imagen N°5: Sección 0K+060. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

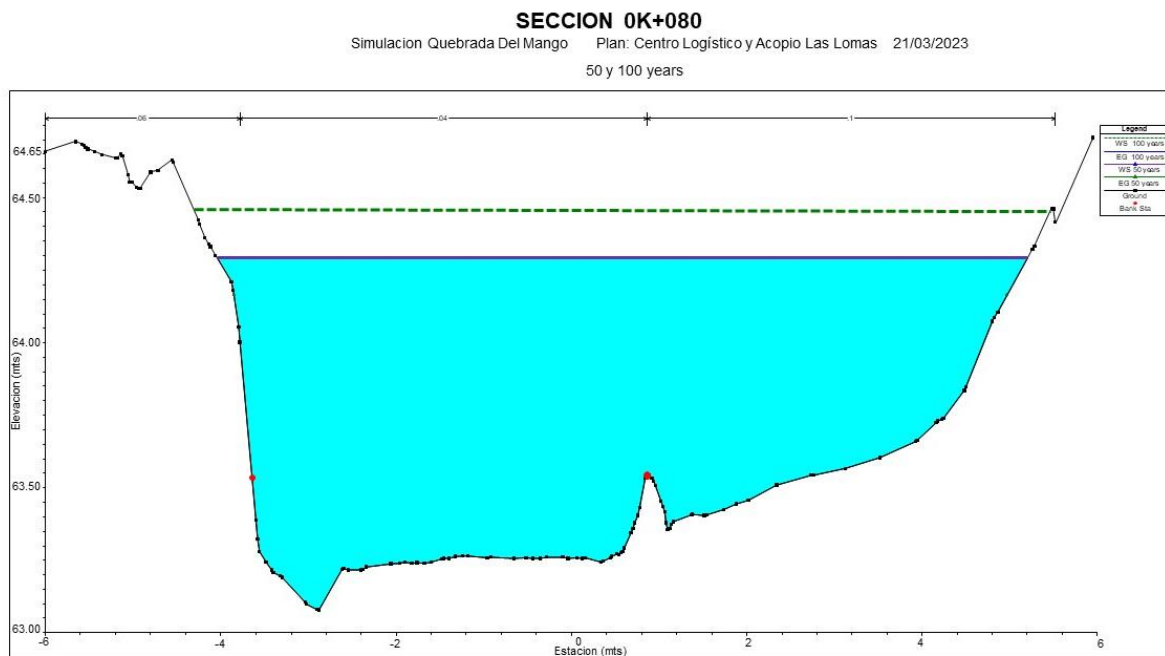


Imagen N°6: Sección 0K+080. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

408

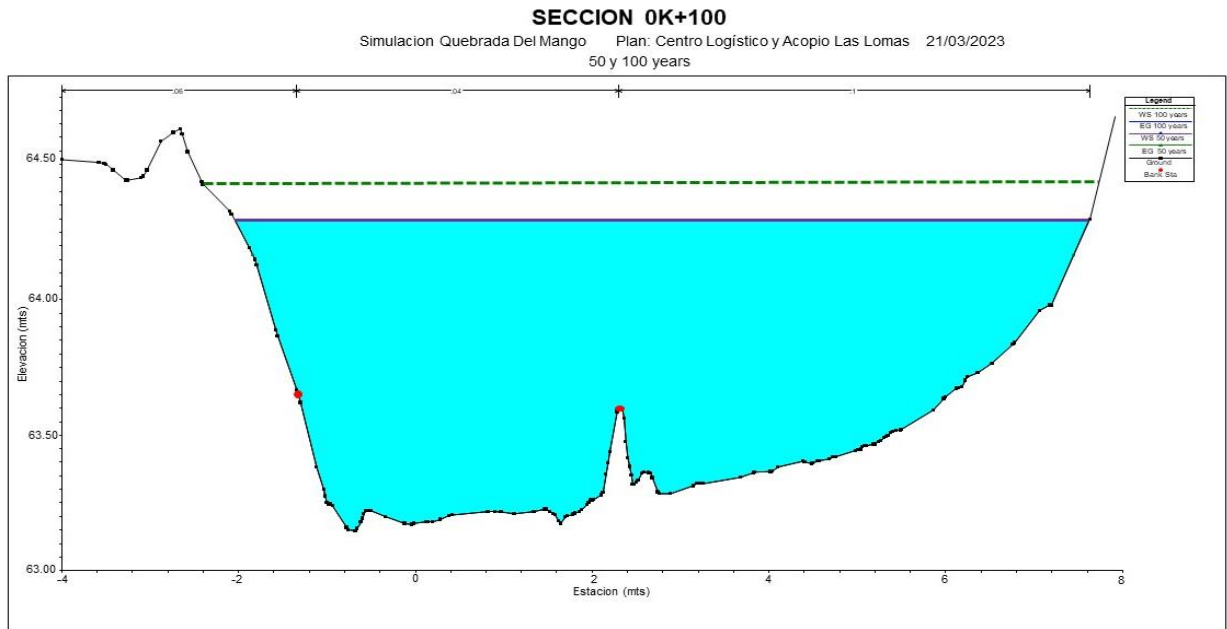


Imagen N°7: Sección 0K+100. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años.

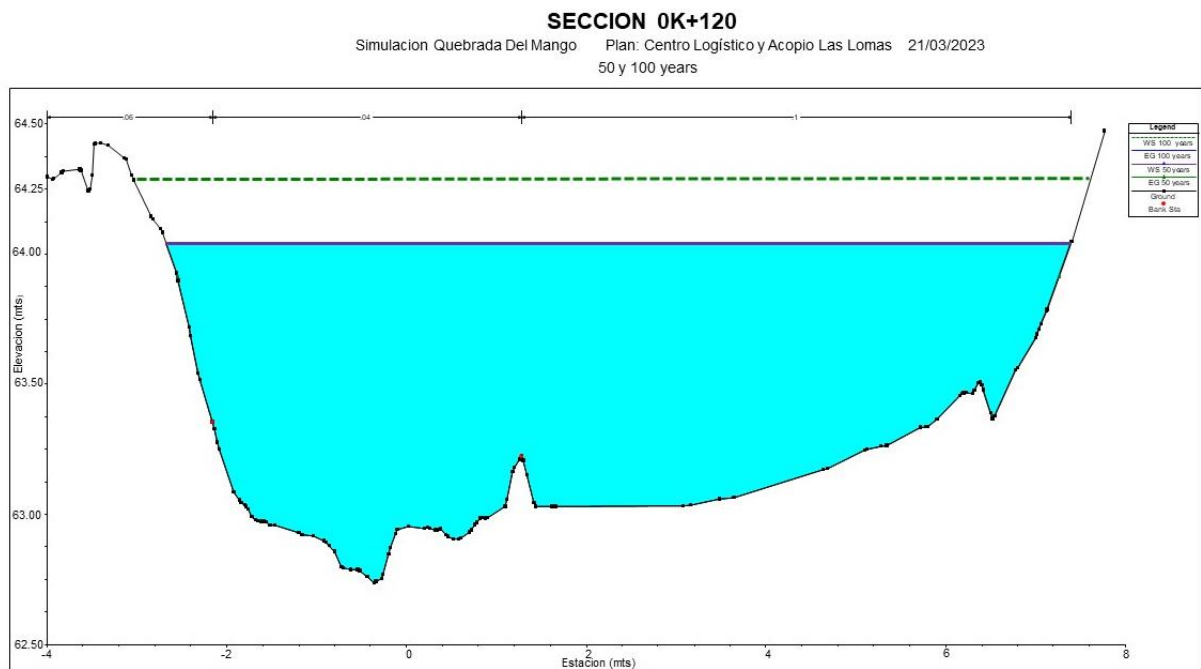


Imagen N°8: Sección 0K+120. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

409

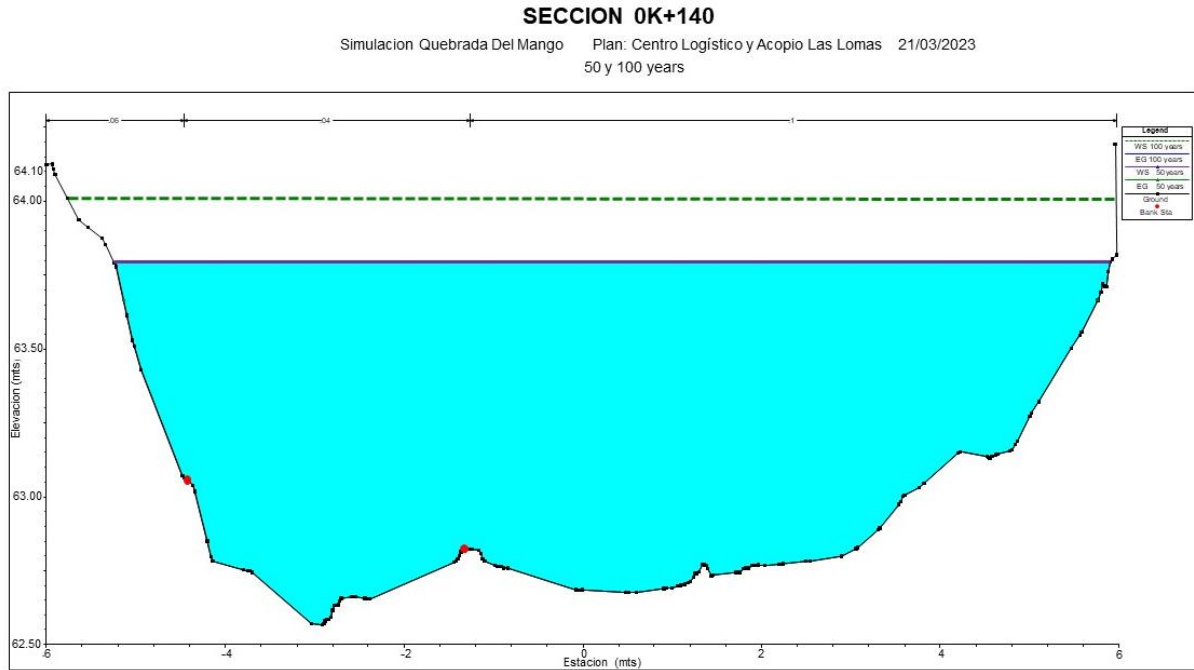


Imagen N°9: Sección 0K+140. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

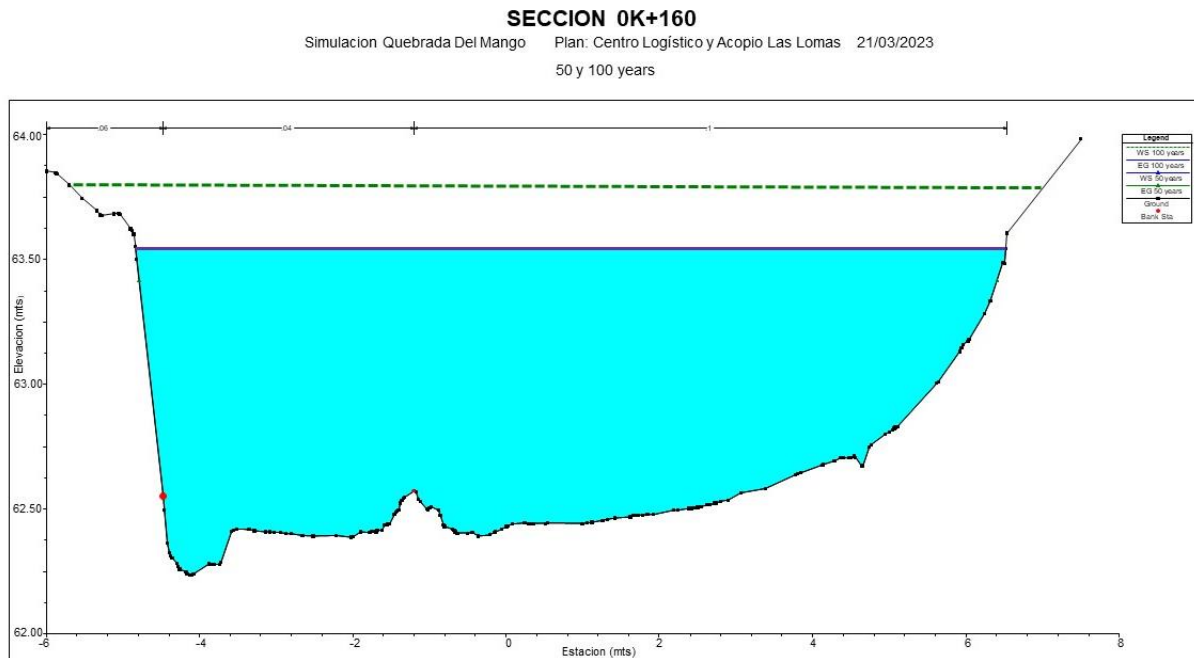


Imagen N°10: Sección 0K+160. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

410

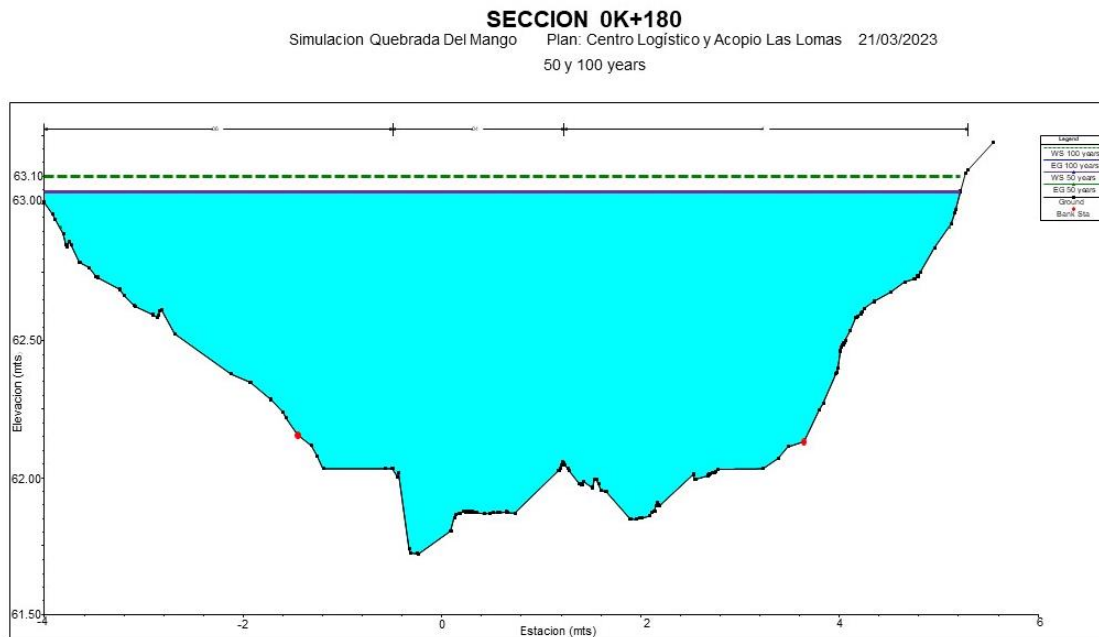


Imagen N°11: Sección 0K+180. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

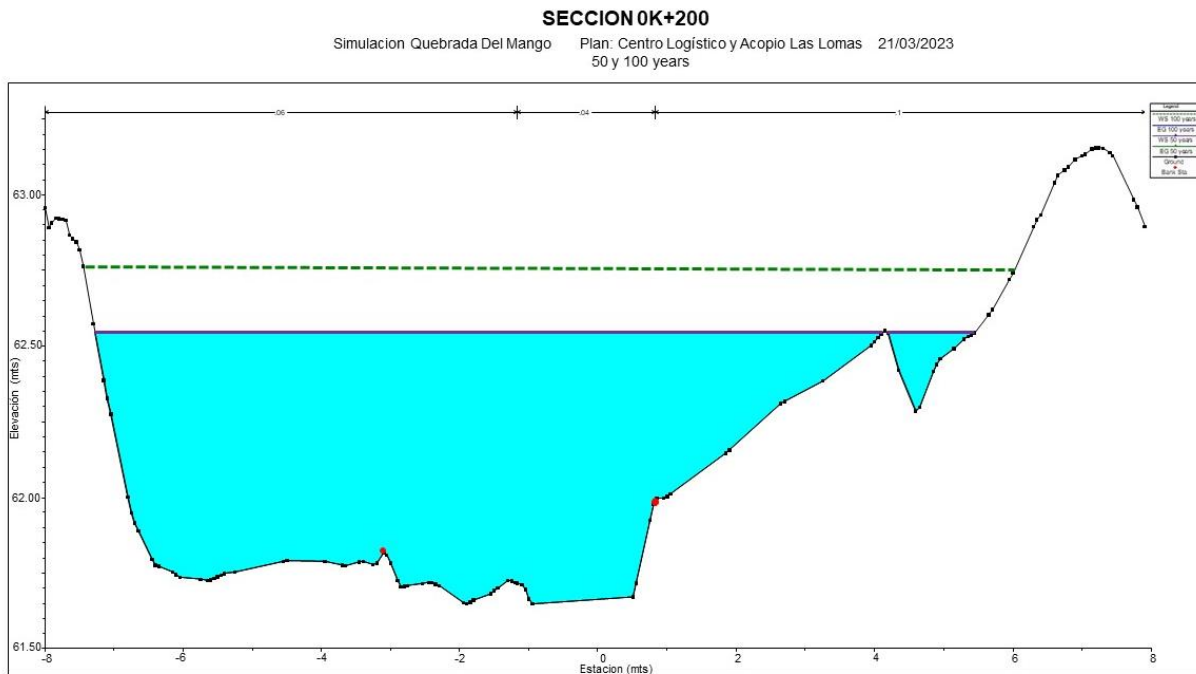


Imagen N°12: Sección 0K+200. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

411

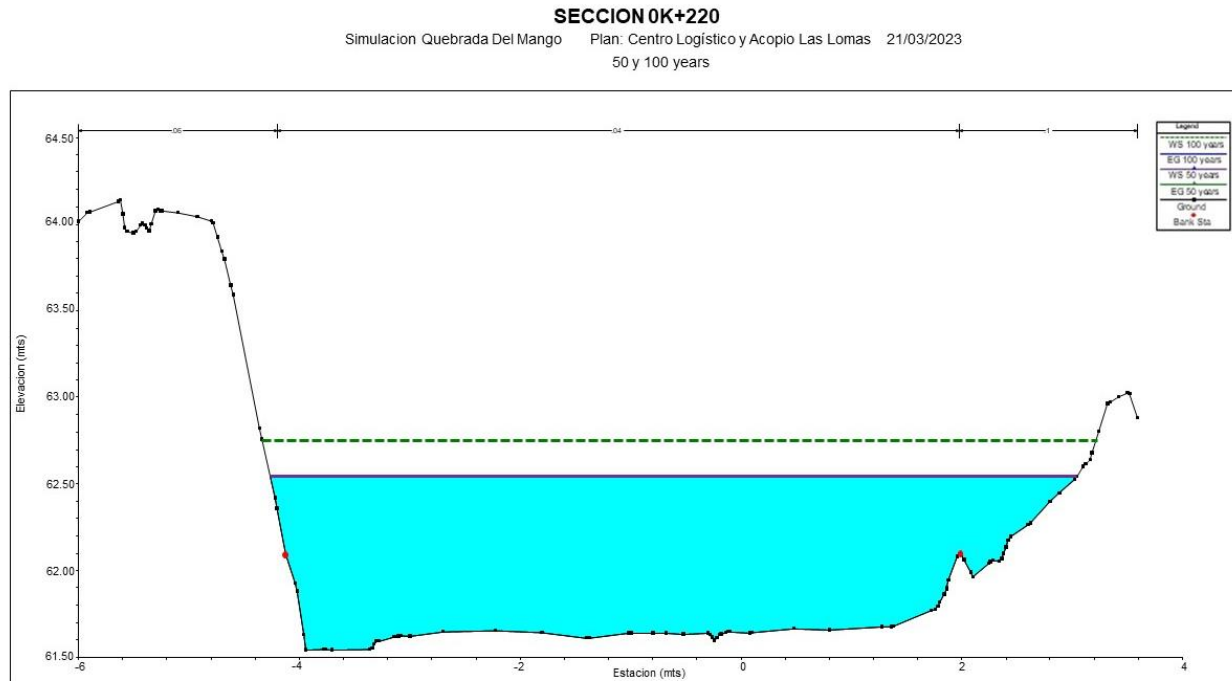


Imagen N°13: Sección 0K+220. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

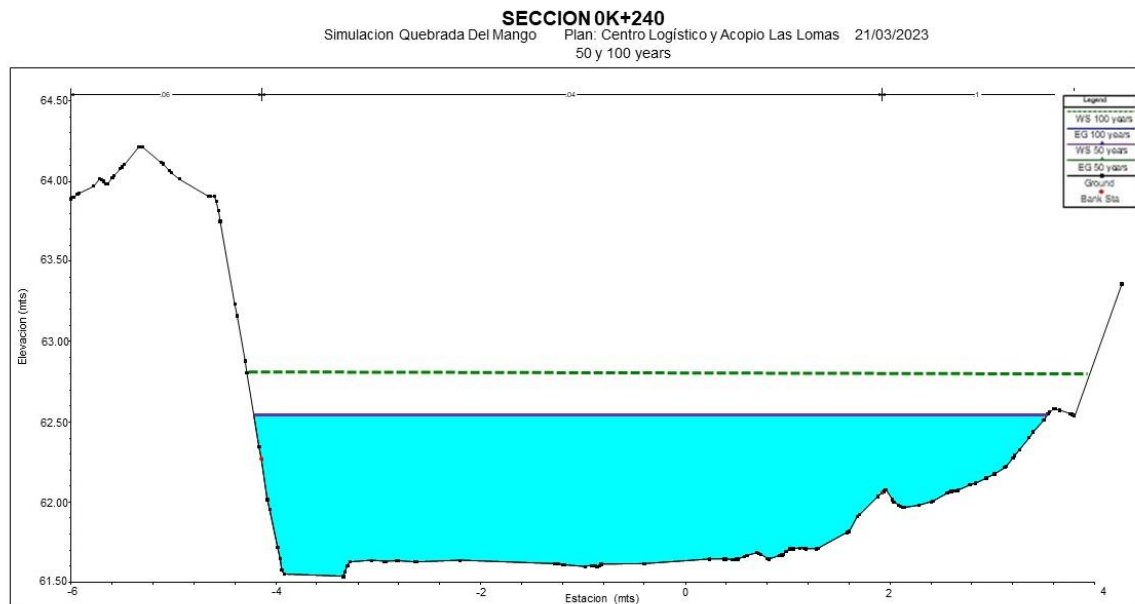


Imagen N°14: Sección 0K+240. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

412

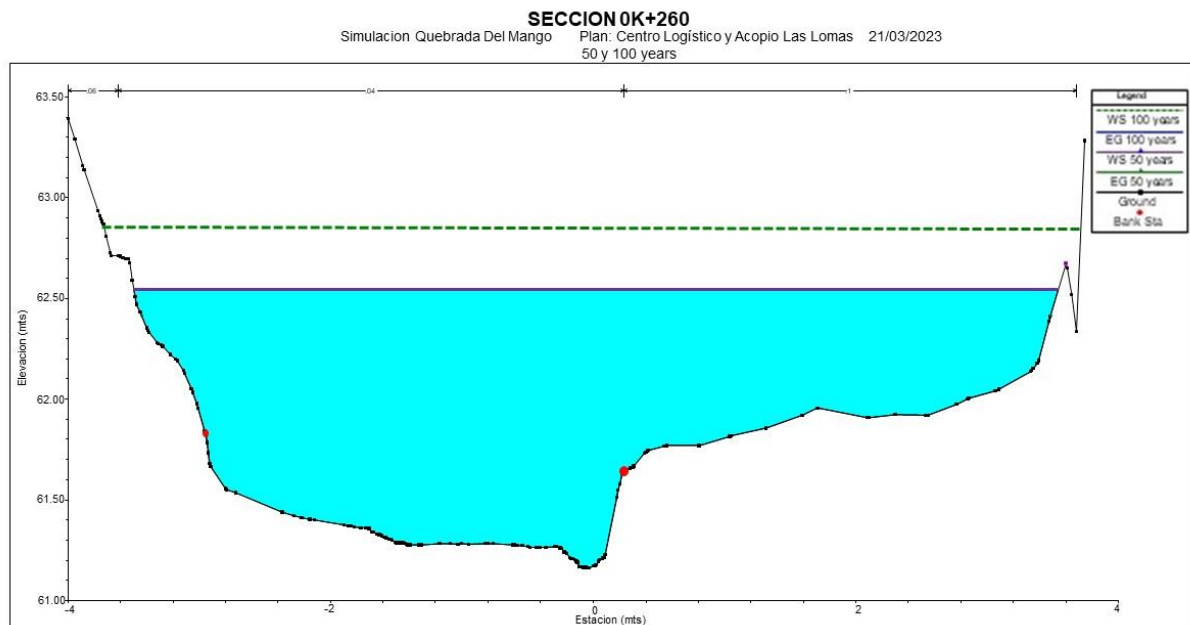


Imagen N°15: Sección 0K+260. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

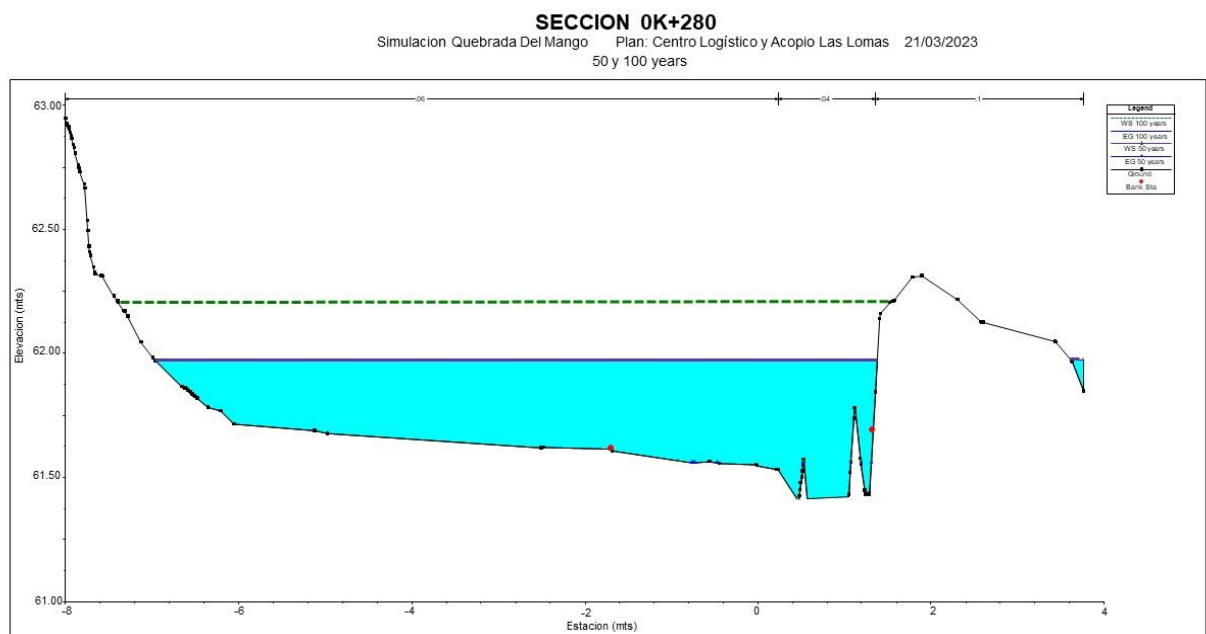


Imagen N°16: Sección 0K+280. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

413

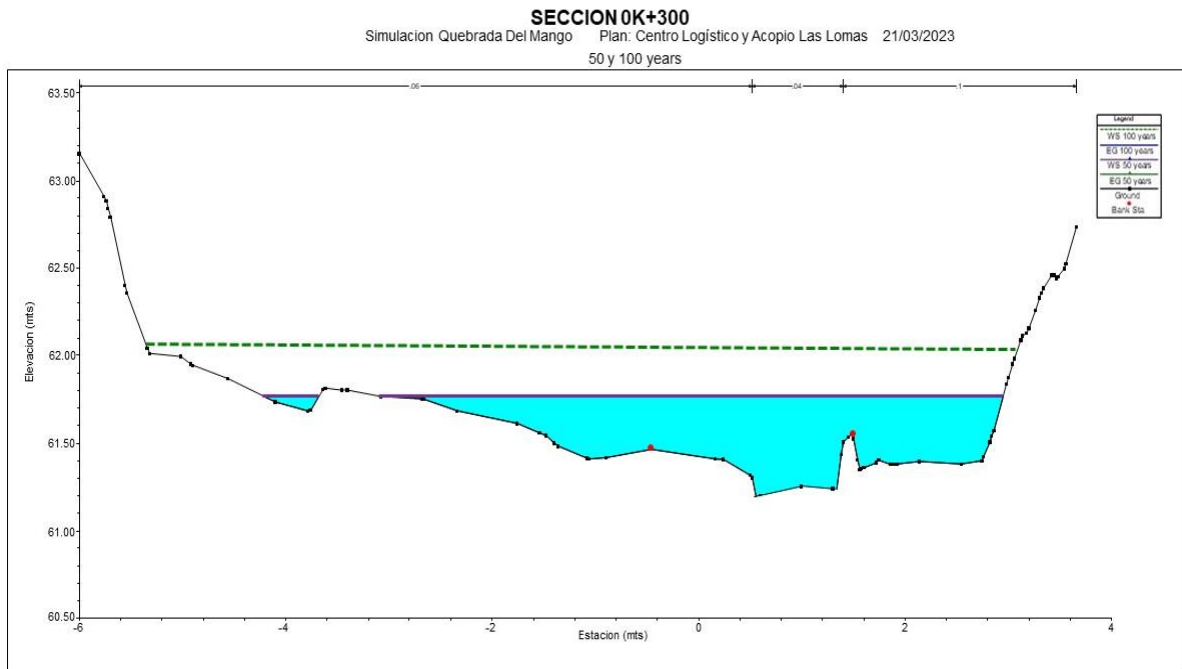


Imagen N°17: Sección 0K+300. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

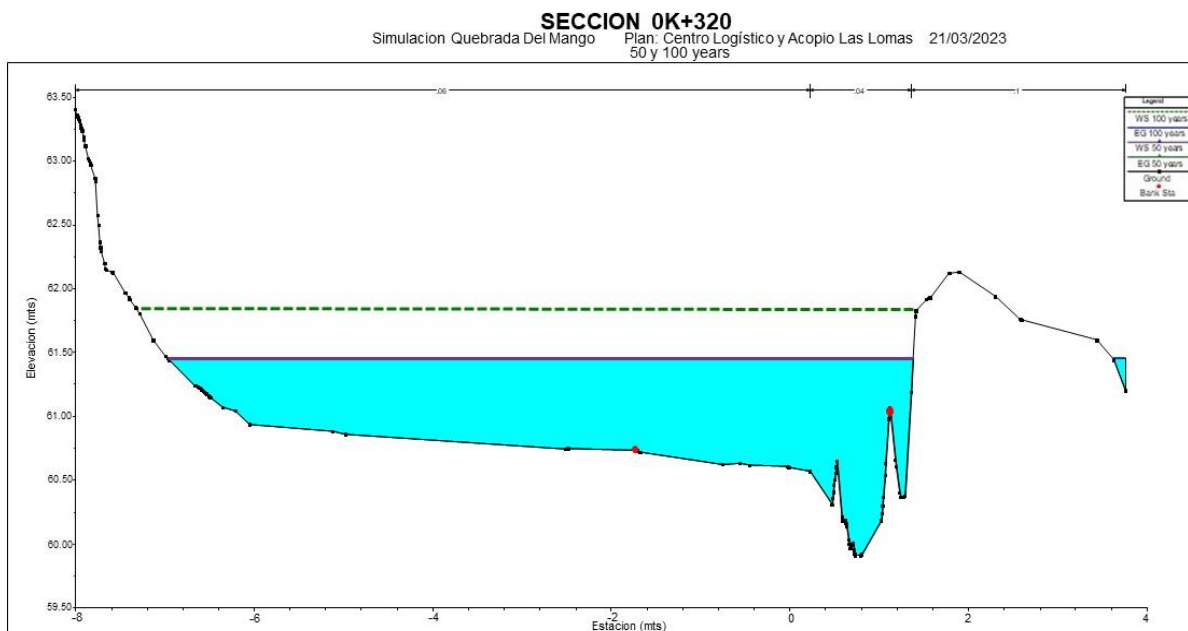


Imagen N°18: Sección 0K+320. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR:
LANDSTAR
DEVELOPMENT CORP

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA
QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA
FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL
N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y
ACOPIO LAS LOMAS

SOLICITADO POR:
PROVEEDORA
AGROINDUSTRIAL S.A

414

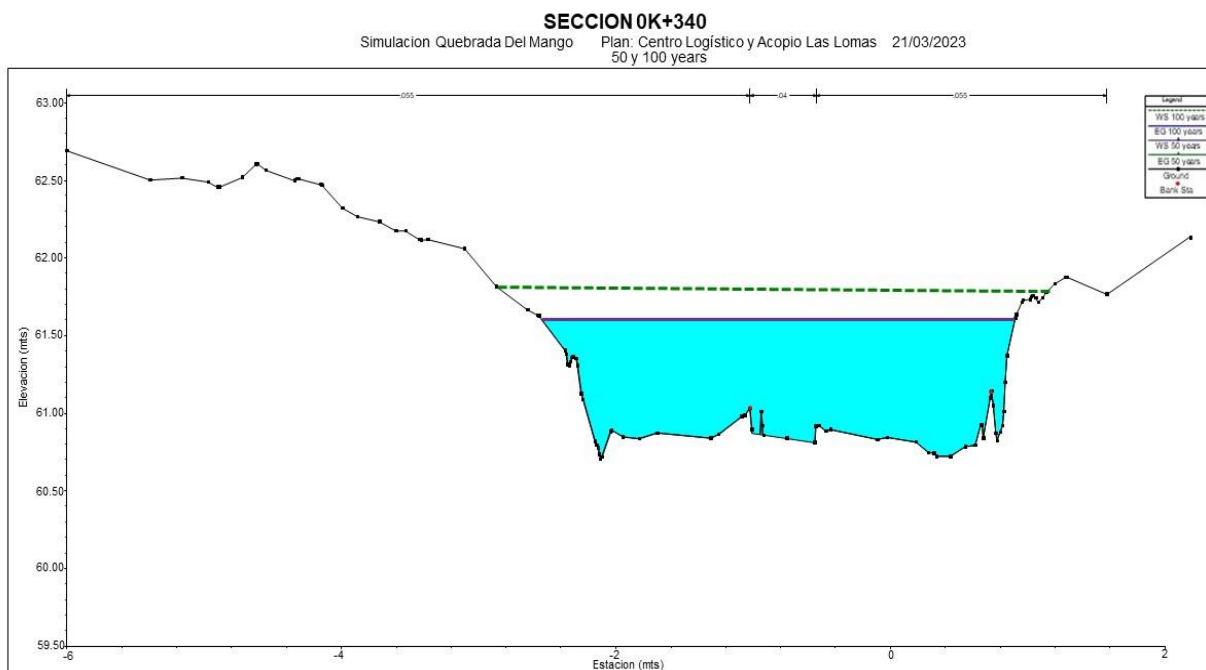


Imagen N°19: Sección 0K+340. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

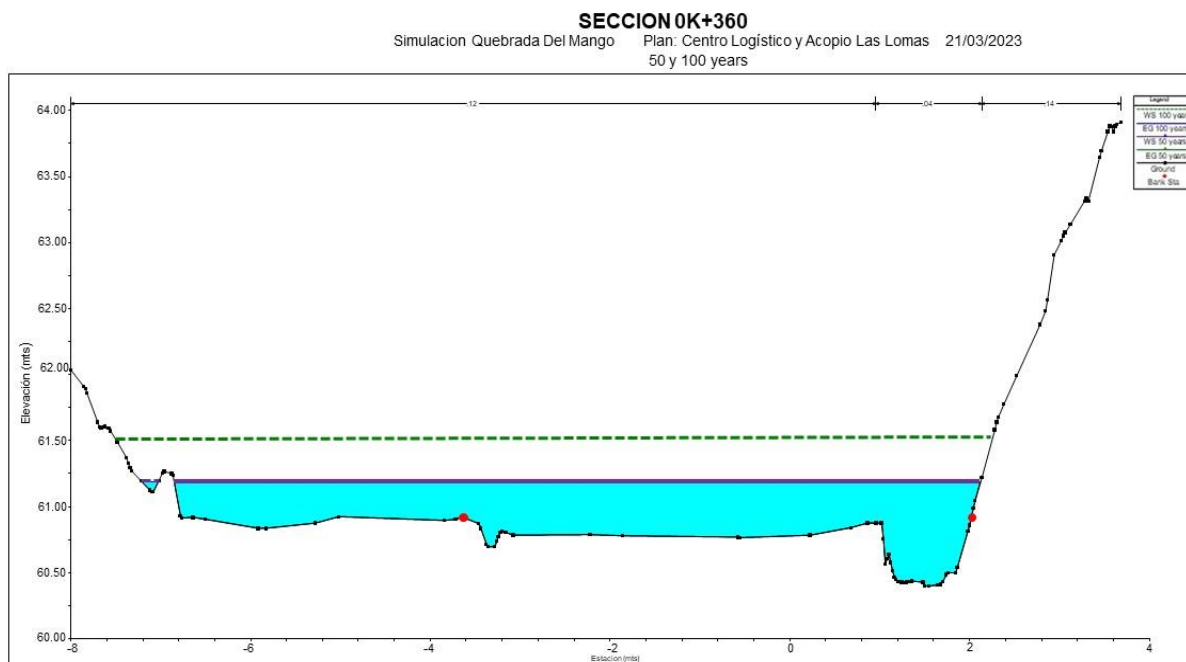


Imagen N°20: Sección 0K+360. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
---	---	--

415

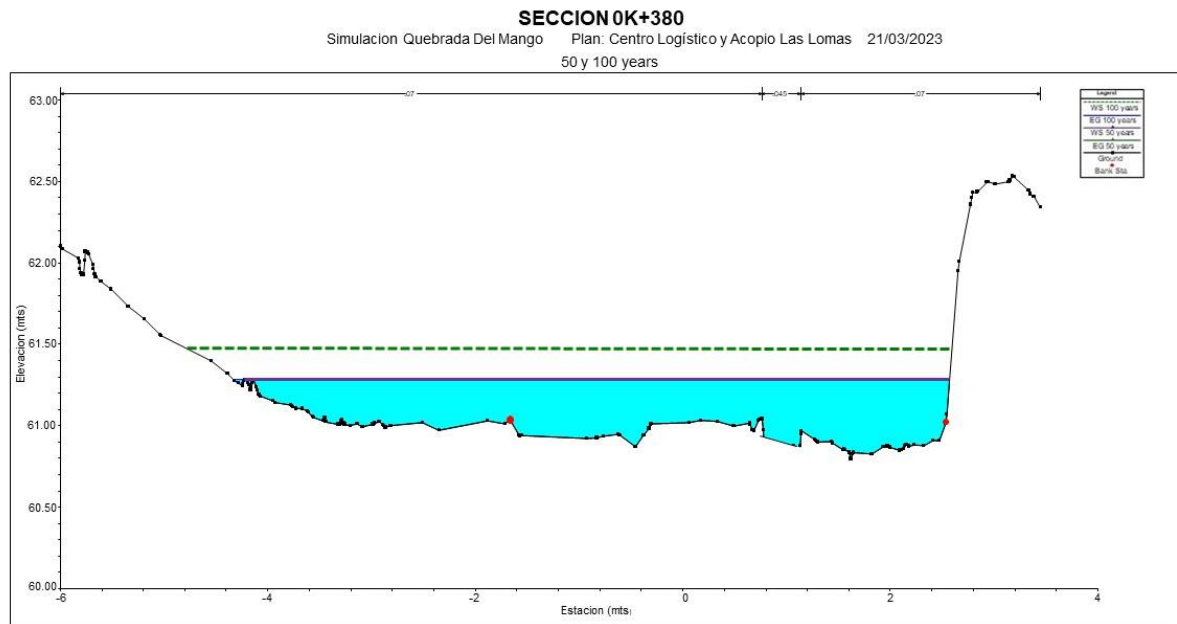


Imagen N°21: Sección 0K+380. Simulación Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada del Mango con tiempos de Retornos de 1:50 y 1:100 años

8.0 Cálculos de Niveles de Terracería Seguros (Proyecto Centro Logístico y Acopio Las Lomas respecto a la Quebrada del Mango) Se realizaron todos los cálculos el NAME para 1:50 años -Manual de especificaciones MOP-2023

$$A = 1.5Yn^2 + 7Yn$$

$$p = 2Yn\sqrt{3.25} + 7$$

$$64.40 = \frac{1}{0.025} \left(\frac{1.5Yn^2 + 7Yn}{2Yn\sqrt{3.25} + 7} \right)^{2/3} \sqrt{0.0080} (1.5Yn^2 + 7Yn)$$

Resolviendo, obtenemos el valor de $Yn = 2.06$ m.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

416

Cálculo de Niveles Seguros
Quebrada del Mango, respecto al Polígono donde se encuentra el
Proyecto Centro Logístico y Acopio Las Lomas.

Estación 0K +000.00

$$\text{NAME} = \text{E.FDO} + Y_n$$

$$\text{NAME} = 64.50 + 2.06$$

$$\text{Nivel de Terracería} = \text{NAME} + 1.50$$

$$\text{N.T} = 66.56 + 1.50 = 68.06\text{m}$$

$$\text{N.T Recomendado} = 68.06 \text{ m}$$

Estación 0K +020.00

$$\text{NAME} = \text{E.FDO} + Y_n$$

$$\text{NAME} = 64.50 + 2.06$$

$$\text{Nivel de Terracería} = \text{NAME} + 1.50$$

$$\text{N.T} = 66.56 + 1.50 = 68.06$$

$$\text{N.T Recomendado} = 68.10$$

Estación 0K +040.00

$$\text{NAME} = \text{E.FDO} + Y_n$$

$$\text{NAME} = 64.00 + 2.06$$

$$\text{Nivel de Terracería} = \text{NAME} + 1.50$$

$$\text{N.T} = 66.06 + 1.50 = 67.56$$

$$\text{N.T Recomendado} = 67.60$$

Estación 0K +060.00

$$\text{NAME} = \text{E.FDO} + Y_n$$

$$\text{NAME} = 63.50 + 2.06$$

$$\text{Nivel de Terracería} = \text{NAME} + 1.50$$

$$\text{N.T} = 65.56 + 1.50 = 67.06$$

$$\text{N.T Recomendado} = 67.10$$

Estación 0K +080.00

$$\text{NAME} = \text{E.FDO} + Y_n$$

$$\text{NAME} = 63.30 + 2.06$$

$$\text{Nivel de Terracería} = \text{NAME} + 1.50$$

$$\text{N.T} = 65.36 + 1.50 = 66.86$$

$$\text{N.T Recomendado} = 66.90$$

Estación 0K +100.00

$$\text{NAME} = \text{E.FDO} + Y_n$$

$$\text{NAME} = 63.20 + 2.06$$

$$\text{Nivel de Terracería} = \text{NAME} + 1.50$$

$$\text{N.T} = 65.26 + 1.50 = 66.76$$

$$\text{N.T Recomendado} = 66.80$$

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

417

Estación 0K +120.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 63.00+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 65.06+1.50 = 66.60

N.T Recomendado = 66.60

Estación 0K +140.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 62.80+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 64.86+1.50 = 66.36

N.T Recomendado = 66.40

Estación 0K +160.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 62.50+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 64.56 +1.50 = 66.06

N.T Recomendado = 66.10

Estación 0K +180.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 62.00+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 64.06+1.50 = 65.56

N.T Recomendado = 65.60

Estación 0K +200.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 61.80+ 2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 63.86 +1.50 = 65.36

N.T Recomendado = 65.40

Estación 0K +220.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 61.60 + 2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 63.66+1.50 = 65.16

N.T Recomendado = 65.20

Estación 0K +240.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 61.50+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 63.56 +1.50 = 65.06

N.T Recomendado = 65.10

Estación 0K +260.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 61.45+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 63.51+1.50 = 65.01

N.T Recomendado = 65.05

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

418

Estación 0K +280.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 61.40+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 63.46 +1.50 = 64.96

N.T Recomendado = 65.00

Estación 0K +300.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 61.30 + 2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 63.36+1.50 = 64.86

N.T Recomendado = 64.90

Estación 0K +320.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 60.80+ 2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 62.86+1.50 = 64.36

N.T Recomendado = 64.40

Estación 0K +340.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 60.75+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 62.81+1.50 = 64.31

N.T Recomendado = 64.35

Estación 0K +360.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 60.70+2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 62.76 +1.50 = 64.26

N.T Recomendado = 64.30

Estación 0K +380.00

NAME = E.FDO +Yn

NAME= 60.65+ 2.06

Nivel de Terracería = NAME +1.50

N.T = 62.71+1.50 = 64.21

N.T Recomendado = 64.25

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

419

9.0 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- a) El área de drenaje de la Quebrada del Mango hasta el área colindante con el Proyecto Centro Logístico y Acopio las Lomas es de **149.00 Hectáreas (1.49Km²)**, lo que representa, un área de escorrentía superficial activa en temporada lluviosa.
- b) Según el análisis Climatológico presentado en este documento, se observaron claramente las temporadas lluviosas y secas bien definidas en el área de influencia de la Quebrada del Mango. Se hizo un análisis de la climatología del área descrita en el párrafo anterior, determinando el comportamiento del clima; en particular del régimen de lluvias de la zona y los niveles de escorrentía superficial. Se analizó la Data histórica mensual y diaria de las Estaciones Meteorológicas de: **David (108-023), El Valle (108-002) y Potrerillo Arriba (108-006)**
- c) Con respectos a los Caudales Promedios, Máximos y Mínimos, se pudo observar los valores consistentes a través de los años de registro. Sin embargo, se observó un leve incremento de caudal, debido al escurrimiento en las nuevas Urbanizaciones del Área.

REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	---	---

420

Recomendaciones

1. Se debe construir el sistema pluvial del Proyecto Centro Logístico y Acopio Las lomas de acuerdo con los parámetros presentados en este estudio.
2. Se debe utilizar los niveles de terracerías calculados en este estudio, para garantizar los niveles seguros de la Urbanización Villas de Pedasí.
3. Se recomienda el fiel cumplimiento de las normas y leyes existentes, del Ministerio de Obras Publicas en cuanto a Diseño y Construcción de Sistemas Pluviales en proyectos en la República de Panamá.


RODOLFO NAVAS LASSO
 Ingeniero Civil
 2014-006-219



REALIZADO POR: LANDSTAR DEVELOPMENT CORP	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA DEL MANGO, UBICADA DENTRO DE LA FINCA CON CODIGO DE UBICACIÓN 4506, FOLIO REAL N°46497 Y COLINDANTE CON EL AREA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO CENTRO LOGISTICO Y ACOPIO LAS LOMAS	SOLICITADO POR: PROVEEDORA AGROINDUSTRIAL S.A
--	--	---

421

10. Bibliografía

- ✓ Atlas nacional de la República de Panamá (1990). publicado por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia.
- ✓ Mapa Hidrogeológico de Panamá. publicado por la empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (1999)
- ✓ Datos de la dirección de estadística y censo de la contraloría general de la República de Panamá
- ✓ Chow, V. T., D. R. Maidment y L. W. Mays, 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill Publishing Co., New York.
- ✓ Chow, V. T., 1994. Hidráulica de Canales Abiertos. McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- ✓ González, Diego A., 2008, Análisis de Crecidas Máximas en Panamá, ETESA, Panamá hoy Instituto de Meteorología e Hidrologia de Panama.
- ✓ USACE, 2008, HEC-RAS 4.0 River Analysis System User's Manual. Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
- ✓ USACE, 2008, HEC-RAS 4.0 River Analysis System Hydraulic Reference Manual. Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
- ✓ Manual de Aprobación de Planos. Ministerio de Obras Públicas, 2002. Actualizado-2013.
- ✓ Ministerio de Comercio e Industrias, Dirección General de Recursos Minerales.; Mapa Geológico de La República de Panamá. Escala 1: 250,000 y 1: 500,000.
- ✓ Struckmeier F.; Margat J.; Hydrogeological Maps a Guide and a Standard Legend; Internacional Contributions to Hydrogeology Founded by G. Castany, E. Groba, E. Romijn.
- ✓ UNESCO.; Primer Taller Sobre el Mapa Hidrogeológico del Istmo Centroamericano y México, 1988
- ✓ Weyl, R.; Geology of Central América, Berlin, Gebruder Borntraeger, 1980.