

DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO MUNICIPIO DE COYAIMA”

**ELABORADO PARA:
CORTOLIMA**



Jonh Eduer Socadagui Gonzalez
Ingeniero Civil
Especialista en Aguas y Saneamiento Ambiental
M.P. 70202097656 TLM

FEBRERO DE 2026

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

TABLA DE CONTENIDO

1. CONSIDERACIONES GENERALES	5
2. OBJETIVOS Y ALCANCES.....	6
2.1. Objetivo general.....	6
2.1. Objetivos específicos	6
3. ESTUDIOS HIDROLOGICOS	7
3.1. Localización del proyecto.....	7
3.2. Recopilación y Análisis de Información Existente.	7
3.3. Información IDEAM	8
3.4 Caracterización Climática Regional	14
3.4.1 Precipitación Total Anual (mm)	14
3.4.2 Número de Días con Lluvia.....	15
3.4.3 Temperatura Media Anual (°C)	17
3.4.4 Clasificación Climática.....	18
3.5. HIDROLOGIA.....	18
3.5.1. Precipitaciones.....	20
3.6. TIEMPO DE CONCENTRACION.....	20
3.6.1. Tiempo de entrada.....	20
3.6.2. Tiempo de flujo.	21
3.7. Curvas Intensidad Duración Frecuencia	24
3.8. Análisis de la información Hidrológica del área de estudio	26
3.8.1 Análisis Estadístico de Datos de Precipitación	26
3.8.2 Precipitaciones de Corta Duración.....	32
4. DISEÑO DEL SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS.....	37
4.1. Polígonos de Thiessen.....	37
4.2. Análisis de Caudales.....	37
4.2.1 Método Racional.	38
4.3. Calculo de la estructura de salida	40
4.4. Geología	43
5. CARTA DE RESPONSABILIDAD	48
6. ANEXOS	49

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio de COYAIMA.	7
Figura 2. Ubicación estaciones IDEAM.	8
Figura 3. Precipitación Total Anual (mm) Departamento del Tolima.	15
Figura 4. Días de lluvia. Departamento del Tolima. Fuente IDEAM.	16
Figura 5. Temperatura Media Anual (°C) Departamento del Tolima. Fuente IDEAM.	17
Figura 6. Clasificación Climática Departamento del Tolima. Fuente IDEAM.	18
Figura 7. Ciclo Hidrológico del Agua	19
Figura 8. Representación gráfica del tiempo de concentración.	21
Figura 9. Representación gráfica del recorrido del flujo.	22
Figura 10. Representación gráfica de la tardanza del flujo en llegar a la captación.	23
Figura 11. Representación gráfica de la tardanza del flujo en llegar a la captación.	23
Figura 12. IDF HACIENDA COLACHE.	24
Figura 13. Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios – COPNIA.	49
Figura 14. Certificado de especialista.	50
Figura 15. Tarjeta profesional – Consultor.	51
Figura 16. Cedula Especialista.	51

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de Influencia Zona del Proyecto. Fuente Propia.	8
Tabla 2. Estación Hacienda Colache	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Información Existente en las Estación Seleccionada.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Valores de los Coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas de Intensidad, duración, frecuencia, IDF, para Colombia. Fuente: INVIAS 2009	33
Tabla 5. Valores de M para estaciones de estudio.....	34
Tabla 6. Resultados obtenidos para las curvas IDF INTENSIDAD – DURACION – FRECUENCIA para la Estación HACIENDA COLACHE (Valores en mm/h).	35
Tabla 7. Periodos de Retorno para las diferentes obras hidráulicas.	38
Tabla 8. Coeficiente de escorrentía.....	39

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

1. CONSIDERACIONES GENERALES

El gobierno nacional creó la Ley 41 del 25 de FEBRERO de 1993 dando legitimidad al aprovechamiento del agua lluvia mediante su almacenamiento en reservorios, siendo una práctica ambiental y económica, que permite al ganadero y al productor agropecuario un suministro de agua en las épocas secas del año.

Mediante la adecuada gestión del agua en las cuencas, es posible racionalizar el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, almacenar agua en reservorios naturales o artificiales para mitigar eventos de sequía, limitar obras de infraestructura que afecten el comportamiento hidráulico de los ríos y por consiguiente causen potencial daño como lo son las crecidas.

La construcción y mantenimiento de jagüeyes es una de las actividades desarrolladas por Cortolima dentro de su Plan de Acción Cuatrienal 2024-2027, enmarcado en la Línea 1: Innovación en la Gestión Integral del Recurso Hídrico. En particular, esta acción se encuentra dentro del Programa 1.1: Gestión Integral del Recurso Hídrico y el Proyecto 1.1.1: Conocimiento, Planificación, Administración, Seguimiento y Monitoreo del Recurso Hídrico en el Departamento del Tolima.

Dentro de este proyecto, los reservorios juegan un papel clave en el abastecimiento de agua, especialmente para las comunidades indígenas, donde han contribuido a suplir necesidades hídricas fundamentales. Como parte de las actividades estratégicas, se han priorizado para el saneamiento básico y el fortalecimiento del sistema de monitoreo del recurso hídrico, incluyendo la construcción y/o mantenimiento de once (11) reservorios de agua lluvia.

La captación de aguas lluvias es una buena práctica, ya que disminuye la presión sobre fuentes naturales y permite un manejo más sostenible del agua. Al mismo tiempo, priorizar tecnologías de bajo impacto evita alteraciones significativas en el paisaje y la biodiversidad. Esta estrategia, al implementarse en zonas rurales o con población vulnerable, contribuye a contrarrestar los efectos del cambio climático y la variabilidad estacional del recurso hídrico.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

2. OBJETIVOS Y ALCANCES

2.1. Objetivo general

El objetivo general del presente informe, es el de realizar los estudios necesarios para realizar el diseño del reservorio Lomas de Guaguarco en el municipio de COYAIMA

2.1. Objetivos específicos

- Caracterizar el área de estudio en los aspectos meteorológicos e hidrológicos que permitan establecer la línea base para el estudio ambiental.
- Establecer las variables hidrológicas que permitan estimar valores de caudales de diseño con ayuda de la información primaria y secundaria recopilada.
- Establecer el volumen de agua superficial y sub-superficial en el área de influencia del proyecto.
- Definir los criterios técnicos para establecer el dimensionamiento del área, excavación y relleno como también la estructura de salida del reservorio.

2.2. Alcances

Los estudios hidrológicos e hidráulicos se realizaron dentro de los alcances establecidos para el presente estudio, así:

- Obtener datos técnicos y realizar análisis de información y estimativos de: precipitación media multianual, intensidad de precipitaciones, características morfométricas y caudales máximos de las cuencas ubicadas en el área de estudio.
- Determinar la localización de la estructura de disipación, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas, de diseño geométrico, cobertura vegetal, uso del suelo y por condiciones antrópicas.

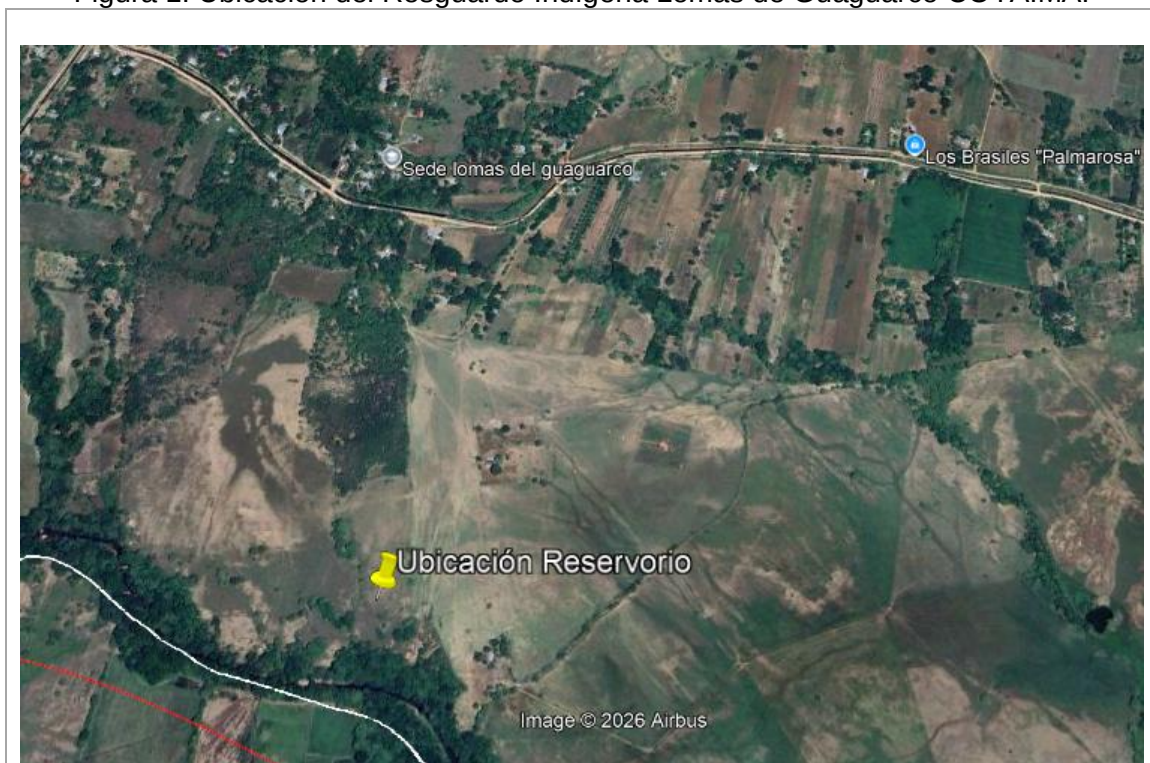
	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

3. ESTUDIOS HIDROLOGICOS

3.1. Localización del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Tolima, municipio de COYAIMA, en la Figura 1 se muestra la ubicación detallada de la zona del proyecto.

Figura 1. Ubicación del Resguardo Indígena Lomas de Guaguarco COYAIMA.



Fuente: Google Earth 2026

3.2. Recopilación y Análisis de Información Existente.

A partir de la información a la cual se puede acceder en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, se determinan las estaciones hidrometeorológicas en la zona del estudio y se procede a recopilar en la totalidad la información de dichas estaciones, las cuales debido a su proximidad con el área de estudio tienen mediciones que pueden ser representativa para llevar a cabo un

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

análisis hidrológico. Del análisis de tal información se puede determinar que los datos de dichas estaciones se encuentran completos y cuentan con unas adecuadas series temporales, lo cual hace que se tenga un mejor ajuste de los datos. Sin embargo, también es útil la información secundaria de la zona como un complemento para la descripción del régimen espacial y temporal de las variables hidrometeorológicas que definen el clima en la zona de estudio.

3.3. Información IDEAM

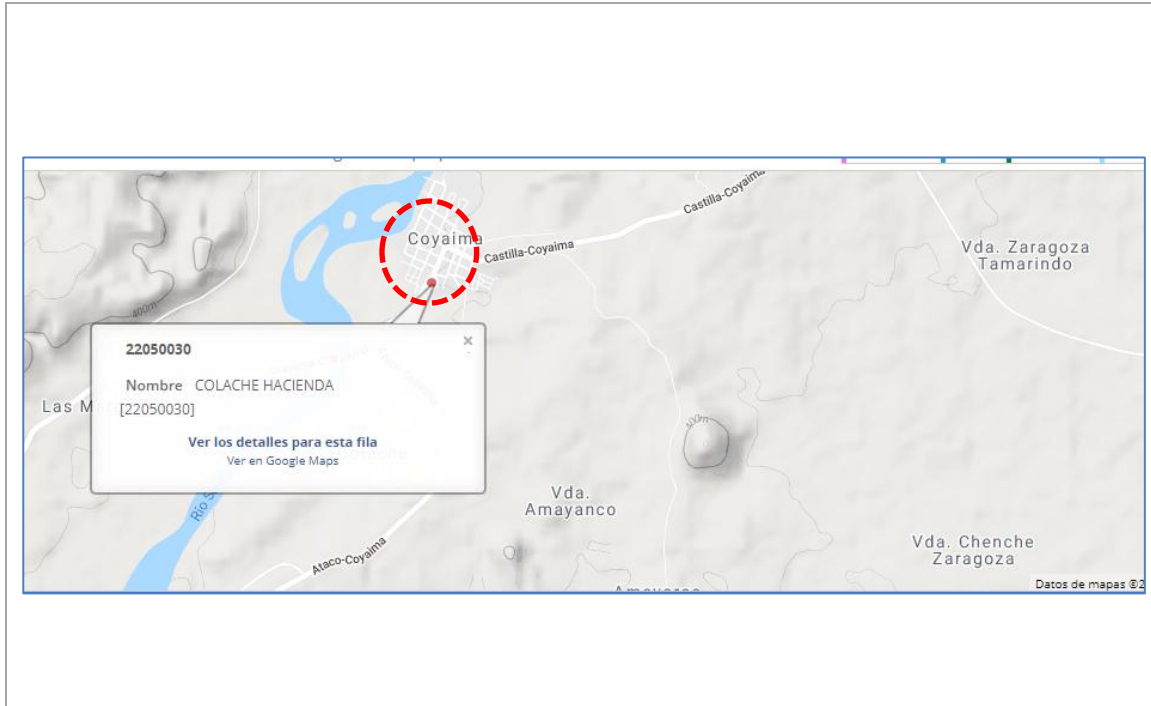
Las estaciones hidrometereológicas cercanas a la zona de influencia del proyecto se seleccionaron a partir del catálogo de estaciones del IDEAM, estas se presentan en la Tabla 1 y su ubicación se muestra en la Figura 2, adicionalmente en la Tabla 1 se muestra la información que se obtuvo para cada una de las estaciones que se seleccionaron para el análisis.

Tabla 1. Estaciones de Influencia Zona del Proyecto. Fuente Propia.

CODIGO	nombre	CATEGORIA	TECNOLOGIA	ESTADO	FECHA INSTALACION	altitud
22050100	GUAYABOS LOS [22050100]	Pluviométrica	Convencional	Activa	1986-11-15	330
22057100	BOCATOMA 2 [22057100]	Limnimétrica	Convencional	Suspendida	1985-01-15	530
21137080	SAN AGUSTIN [21137080]	Limnimétrica	Convencional	Suspendida	1979-11-15	370
21135040	MEDIA LUNA [21135040]	Climática Ordinaria	Convencional	Suspendida	1964-12-15	485
22057070	PUENTE COLACHE [22057070]	Limnigráfica	Convencional	Activa	1976-10-15	372
22050030	COLACHE HACIENDA [22050030]	Pluviométrica	Convencional	Activa	1959-10-15	384
22057080	PUENTE CARRETERA [22057080]	Limnimétrica	Convencional	Suspendida	1984-10-15	450

Figura 2. Ubicación estaciones IDEAM.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026



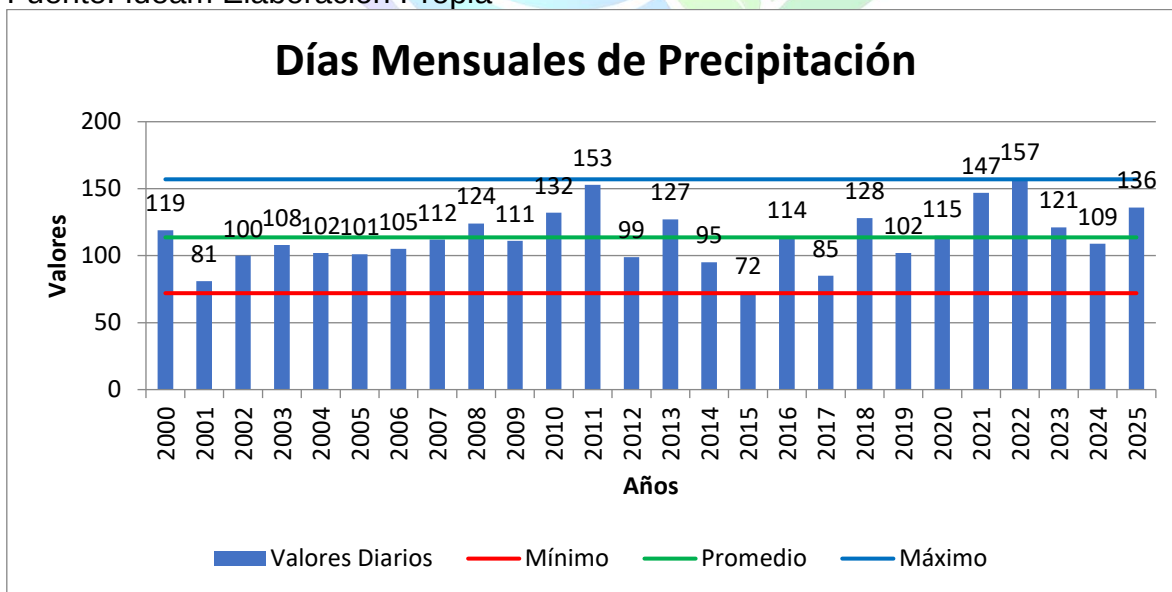
Fuente: IDEAM.

	DISEÑO RESERVOIRIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

Tabla 2. Valores número de días mensuales de precipitación

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
2000	5	12	10	11	16	11	7	4	13	13	9	8		119
2001	5	6	11	5	12	1	2	0	7	8	12	12		81
2002	3	3	13	14	11	7	2	4	7	9	12	15		100
2003	5	8	13	10	12	15	7	4	7	13	7	7		108
2004	0	11	5	12	11	3	8	1	5	20	18	8		102
2005	9	10	10	8	13	2	4	3	4	15	9	14		101
2006	13	10	16	13	5	0	4	1	11	0	17	15		105
2007	7	4	10	18	13	4	8	6	0	17	12	13		112
2008	9	6	14	16	12	6	7	11	9	10	18	6		124
2009	15	10	19	5	10	5	1	8	7	4	12	15		111
2010	5	6	9	22	13	11	11	1	8	12	21	13		132
2011	9	15	15	22	11	11	4	8	7	13	19	19		153
2012	10	8	14	16	3	1	2	3	2	17	14	9		99
2013	7	12	15	12	19	2	7	3	5	9	18	18		127
2014	6	14	8	11	13	6	1	3	8	6	10	9		95
2015	11	11	11	11	7	3	3	1	6	8	0	0		72
2016	3	7	11	11	8	5	9	4	7	17	15	17		114
2017	12	4	18	9	18	9	1	9	5	0	0	0		85
2018	14	12	14	15	21	5	6	2	6	16	13	4		128
2019	9	11	13	10	14	5	2	0	5	9	15	9		102
2020	2	8	14	10	9	12	10	11	8	4	13	14		115
2021	7	10	21	15	13	16	4	13	10	17	13	8		147
2022	12	14	18	21	14	12	8	5	11	16	15	11		157
2023	13	8	18	14	10	4	5	8	8	12	10	11		121
2024	5	4	8	17	15	9	4	4	6	9	17	11		109
2025	7	19	17	21	16	11	3	3	8	13	11	7		136
	203	243	345	349	319	176	130	120	180	287	330	273	Promedio	113.65

Fuente: Ideam Elaboración Propia

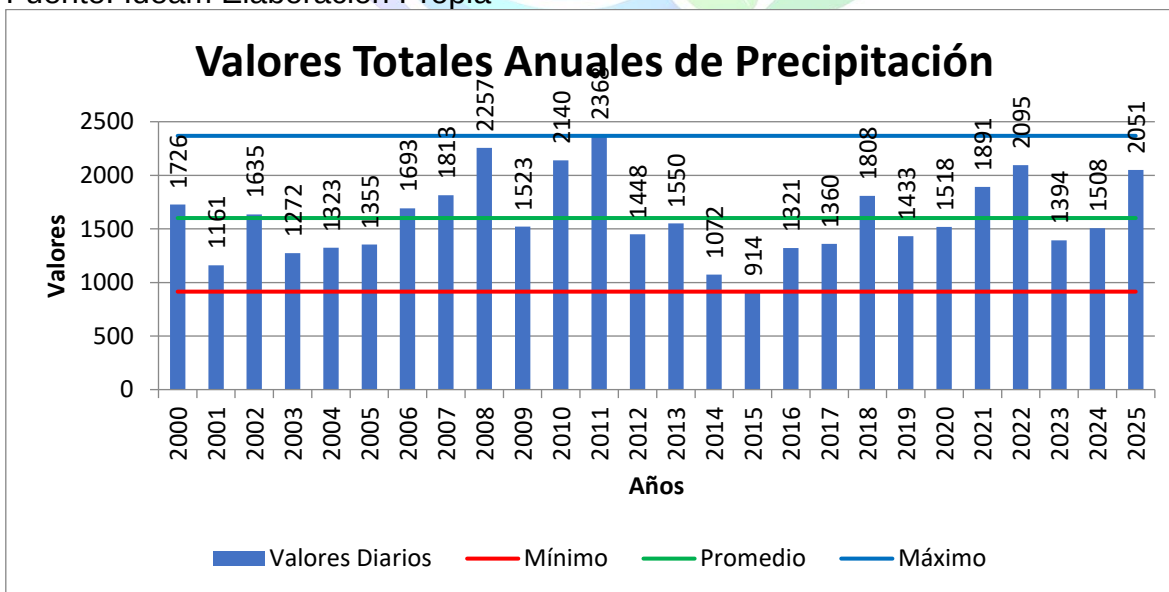


	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

Tabla 3. Valores totales mensuales de precipitación (mms)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
2000	43	106.6	168.6	165.5	154.6	75.4	102.2	11.8	282	429.9	144.7	42		1726.3
2001	125	113.3	112.2	74.1	154.8	20	11.6	0	85.6	64.9	184.4	215.2		1161.1
2002	17.4	62.4	272.4	307.6	140.4	43.6	41.6	46.7	69.5	219	218.5	196.3		1635.4
2003	16.8	153.9	130.9	117.3	178.1	68.2	36.2	28.1	71.1	178.3	237.5	56		1272.4
2004	0	126	65.2	171.9	44.7	6.5	148.6	0.1	30.2	264.8	296.7	168.4		1323.1
2005	52.5	133.1	228.5	105.3	180	28.4	20.2	1.1	57.6	254.4	100.3	193.7		1355.1
2006	114.2	43.7	106.8	412	133.4	0	35.4	12	65.1	0	468.4	301.8		1692.8
2007	119.5	84	102.8	419.9	193.4	48.2	88.9	53.6	0	230.9	197.7	274.5		1813.4
2008	163.4	117.1	150.9	224.3	232.1	51.4	163	189.1	266.4	241.2	361.8	96.4		2257.1
2009	297.8	63.7	345.1	62.3	129.1	81	0.5	30.4	38.6	87.7	173.1	213.2		1522.5
2010	62.1	39.9	145.9	512.9	116.2	118.7	300.9	5.1	200.7	128.6	304.1	204.4		2139.5
2011	134.6	284.3	196.4	533.6	186	229.7	38.5	27.8	65	120.2	300.1	252.1		2368.3
2012	137.6	144.5	151.3	171.3	14.3	3.4	72	27.6	22.1	326.2	160.4	217.7		1448.4
2013	63.6	143.7	204.8	176.8	171.6	2.7	33.9	6.1	27.3	184	283.9	251.6		1550
2014	37.4	90.9	57.2	279	228.3	16	0.3	6.6	100.6	100.7	66.3	88.6		1071.9
2015	119.7	33.1	155.6	124	98	73.6	17.3	0.4	52.7	240	0	0		914.4
2016	25.7	84.8	151.4	199.6	181.9	30.4	40.9	33.3	36.3	169.2	243.8	123.4		1320.7
2017	114.7	32.5	251.6	204.4	520.7	149.8	13.2	52.1	20.5	0	0	0		1359.5
2018	217	98.8	182.1	395.4	267.3	23.3	30.1	11.8	61	294.9	211.5	14.5		1807.7
2019	70.7	158.3	203.8	219.5	227	16.1	16.3	0	71.6	159.7	181.3	108.2		1432.5
2020	8.2	62.7	276.2	226.6	112.3	144.8	60.5	175.8	122.8	24.8	234	69.7		1518.4
2021	20.4	101	309	186.4	132.7	262.1	13	185.4	78	327.8	197.4	77.5		1890.7
2022	76.3	228.1	301.5	275.2	211.3	196.2	169.5	61.2	124.2	166.8	167.4	117.6		2095.3
2023	129.4	42.5	247	110.6	177.1	25.2	31.6	158.3	44.6	76.8	222.6	128.7		1394.4
2024	76.8	19.8	124.8	332.4	197.6	121.6	14.6	18.2	64.3	114.2	293.8	129.5		1507.6
2025	188.3	214.3	189.8	416.3	230.7	88.6	13.8	29.6	136.9	237.8	138.5	166.8		2051.4
	2432.1	2783	4831.8	6424.2	4613.6	1924.9	1514.6	1172.2	2194.7	4642.8	5388.2	3707.8	Promedio	1601.2

Fuente: Ideam Elaboración Propia



	DISEÑO RESERVOIRIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

Tabla 4. Valores máximos mensuales de precipitación (mms)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
2000	21	27	46.7	73.8	28.1	30	53	6.4	130	107	39	13		130
2001	52	50.9	34	55.5	30	20	10.7	0	40.3	30.3	40.3	33		55.5
2002	10.9	41.5	70.6	80.8	54	19	37.1	33.1	36.1	56.5	60	54.3		80.8
2003	5.2	58.5	30.6	30	61	20.7	27	17.8	53.8	78	82.3	29		82.3
2004	0	57.6	24.7	40.7	14.5	5	60.4	0.1	17.3	65.7	128.8	54.8		128.8
2005	26.2	45.3	77.5	52.9	49.2	26.6	13.6	0.8	54.1	48	30.3	37		77.5
2006	26	11.1	33	105	75.8	0	23.3	12	28.1	0	83	68		105
2007	56	60.6	21.3	69.8	57.2	23	31.5	22.5	0	45	55.4	95		95
2008	69.5	55	42	56	57	23	68	52.5	80	111	93.5	51.7		111
2009	67.5	17.5	80.5	36.4	50.3	51.5	0.5	13.5	22	60.5	56.7	68		80.5
2010	50	16.3	60	77.3	22	62.9	110	5.1	76	33	60	85.5		110
2011	53.8	48.5	81.2	111.3	78.7	60.5	15.5	8.3	26.5	28.5	68.5	38.9		111.3
2012	58.1	58.7	43.6	50.2	7.1	3.4	70	15.4	20	55	34	64		70
2013	22	32.4	61	55	31.5	2.5	22.4	5.5	19.2	66.2	109.4	52.2		109.4
2014	25.2	20.5	20.4	80.8	73.6	5.2	0.3	3.5	35.4	39	14.2	40.5		80.8
2015	49.3	9.1	43.1	27.5	48.3	64.3	8.6	0.4	19.5	95	0	0		95
2016	15.2	37.5	46.5	41.5	54.3	14.3	17.3	25.2	15.3	48.2	74.2	18.2		74.2
2017	36.5	27.3	45.3	88.3	125.3	73.2	13.2	18.2	9	0	0	0		125.3
2018	68.7	29.3	43.8	92.4	58.3	8.3	9.7	9.5	21.2	61.5	58	8		92.4
2019	32.1	42.1	70.4	64.3	89.3	6.1	13.1	0	48.2	54.2	41.3	49.4		89.3
2020	5.2	25.2	72.3	43.2	32	53.2	17.1	53.2	87.2	15.2	75.2	15.5		87.2
2021	10.2	37.4	77.4	45.3	33.2	73.2	10.3	41.2	34.5	82.5	56.2	35.2		82.5
2022	16.4	65.8	135.2	55.2	41.2	48.3	55.4	43.2	42	42.3	36.4	63.2		135.2
2023	28.7	17	38.5	24.3	62.5	19.1	20.3	43.4	22.3	23.2	63.7	45.4		63.7
2024	46.2	8.4	50.4	55	32.4	64.2	6.5	9.6	43	30.4	53.2	51.3		64.2
2025	66.4	81	41.4	94.3	52.1	45	11.3	12.3	51.1	56.1	36.7	82.7		94.3
	69.5	81	135.2	111.3	125.3	73.2	110	53.2	130	111	128.8	95	Promedio	93.51

Fuente: Ideam Elaboración Propia

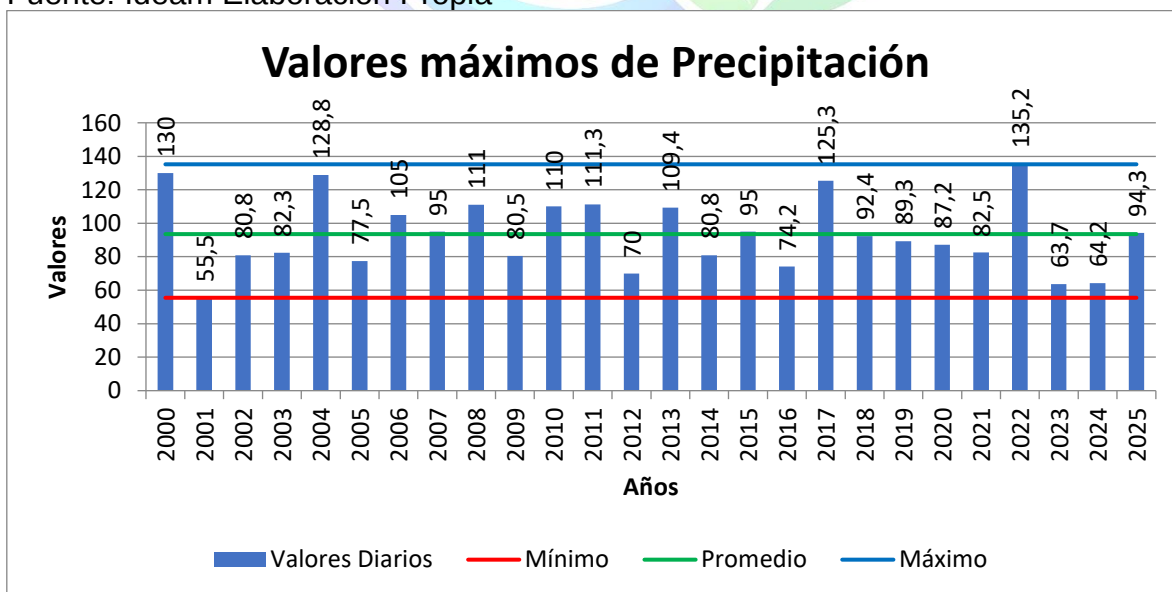
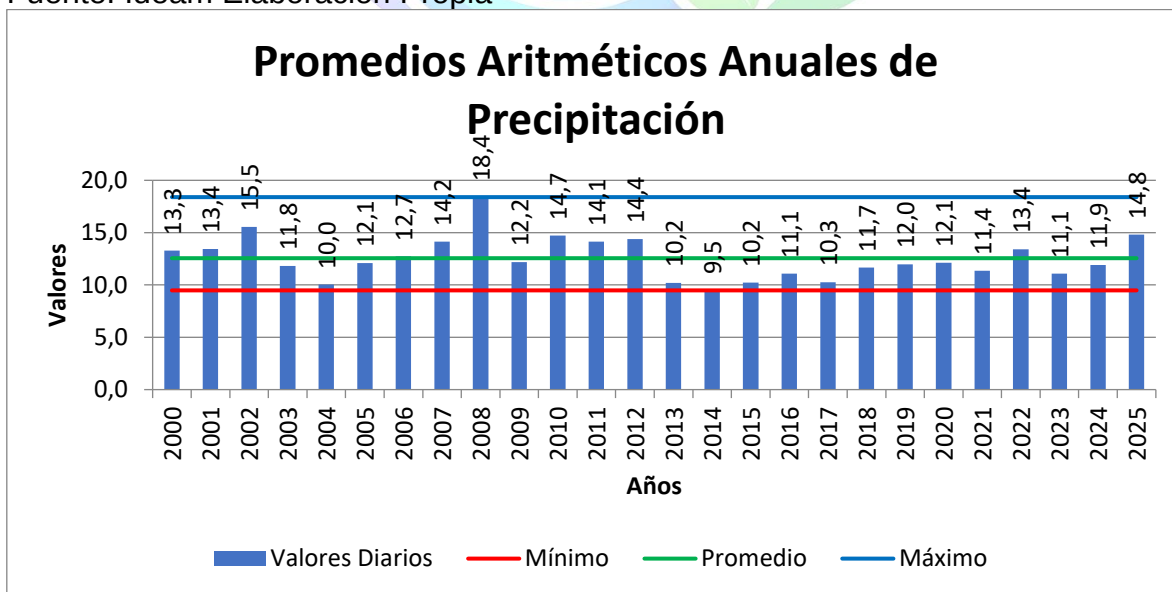


Tabla 5. Valores promedios aritméticos de precipitación

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
2000	8.6	8.9	16.9	15.0	9.7	6.9	14.6	3.0	21.7	33.1	16.1	5.3		13.3
2001	25.0	18.9	10.2	14.8	12.9	20.0	5.8	0.0	12.2	8.1	15.4	17.9		13.4
2002	5.8	20.8	21.0	22.0	12.8	6.2	20.8	11.7	9.9	24.3	18.2	13.1		15.5
2003	3.4	19.2	10.1	11.7	14.8	4.5	5.2	7.0	10.2	13.7	33.9	8.0		11.8
2004	0.0	11.5	13.0	14.3	4.1	2.2	18.6	0.1	6.0	13.2	16.5	21.1		10.0
2005	5.8	13.3	22.9	13.2	13.8	14.2	5.1	0.4	14.4	17.0	11.1	13.8		12.1
2006	8.8	4.4	6.7	31.7	26.7	0.0	8.9	12.0	5.9	0.0	27.6	20.1		12.7
2007	17.1	21.0	10.3	23.3	14.9	12.1	11.1	8.9	0.0	13.6	16.5	21.1		14.2
2008	18.2	19.5	10.8	14.0	19.3	8.6	23.3	17.2	29.6	24.1	20.1	16.1		18.4
2009	19.9	6.4	18.2	12.5	12.9	16.2	0.5	3.8	5.5	21.9	14.4	14.2		12.2
2010	12.4	6.7	16.2	23.3	8.9	10.8	27.4	5.1	25.1	10.7	14.5	15.7		14.7
2011	15.0	19.0	13.1	24.3	16.9	20.9	9.6	3.5	9.3	9.2	15.8	13.3		14.1
2012	13.8	18.1	10.8	10.7	4.8	3.4	36.0	9.2	11.1	19.2	11.5	24.2		14.4
2013	9.1	12.0	13.7	14.7	9.0	1.4	4.8	2.0	5.5	20.4	15.8	14.0		10.2
2014	6.2	6.5	7.2	25.4	17.6	2.7	0.3	2.2	12.6	16.8	6.6	9.8		9.5
2015	10.9	3.0	14.1	11.3	14.0	24.5	5.8	0.4	8.8	30.0	0.0	0.0		10.2
2016	8.6	12.1	13.8	18.1	22.7	6.1	4.5	8.3	5.2	10.0	16.3	7.3		11.1
2017	9.6	8.1	14.0	22.7	28.9	16.6	13.2	5.8	4.1	0.0	0.0	0.0		10.3
2018	15.5	8.2	13.0	26.4	12.7	4.7	5.0	5.9	10.2	18.4	16.3	3.6		11.7
2019	7.9	14.4	15.7	22.0	16.2	3.2	8.2	0.0	14.3	17.7	12.1	12.0		12.0
2020	4.1	7.8	19.7	22.7	12.5	12.1	6.1	16.0	15.4	6.2	18.0	5.0		12.1
2021	2.9	10.1	14.7	12.4	10.2	16.4	3.3	14.3	7.8	19.3	15.2	9.7		11.4
2022	6.4	16.3	16.8	13.1	15.1	16.4	21.2	12.2	11.3	10.4	11.2	10.7		13.4
2023	10.0	5.3	13.7	7.9	17.7	6.3	6.3	19.8	5.6	6.4	22.3	11.7		11.1
2024	15.4	5.0	15.6	19.6	13.2	13.5	3.7	4.6	10.7	12.7	17.3	11.8		11.9
2025	26.9	11.3	11.2	19.8	14.4	8.1	4.6	9.9	17.1	18.3	12.6	23.8		14.8
	11.0	11.8	14.0	18.0	14.5	9.9	10.5	7.0	11.1	15.2	15.2	12.4	Promedio	12.56

Fuente: Ideam Elaboración Propia

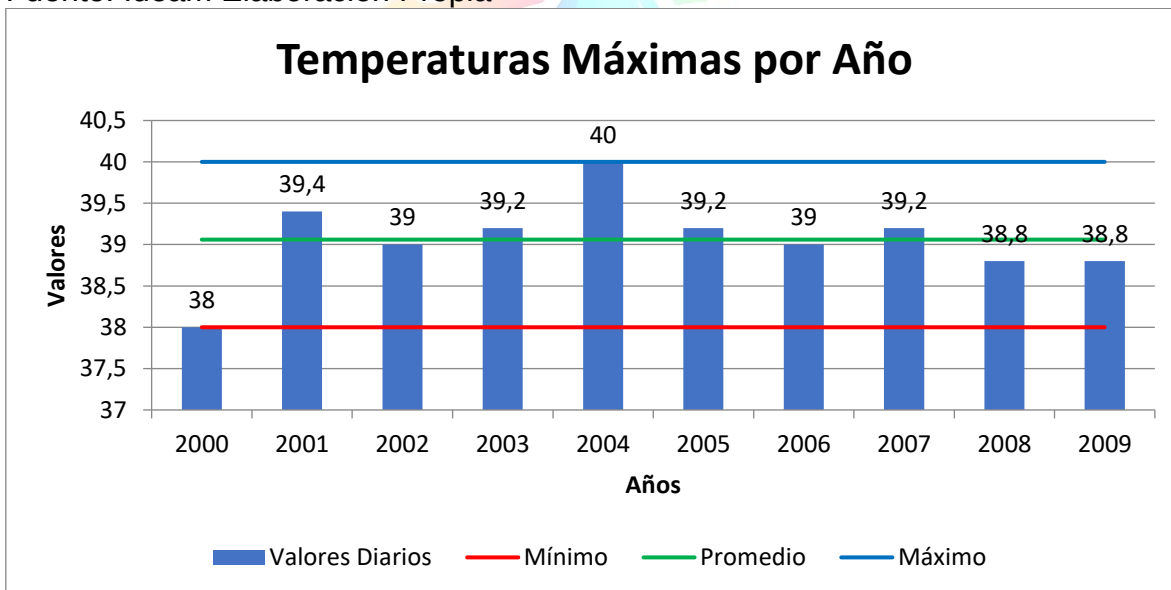


	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

Tabla 6. Temperaturas máximas por año

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
2000	36.2	35.2	34	35.2	33.6	35.8	37	38	36.4	37.8	33.2	35.4		38
2001	35.8	37.2	37	36.8	36.6	37.8	38.8	39.4	38.4	39.2	34.4	34.2		39.4
2002	36.4	38	35.4	35.8	36	34.8	37.2	38.6	39	39	35.6	35.8		39
2003	39	37.8	36.4	36.8	36.8	36	37.8	39.2	38.6	36.8	34.2	36.4		39.2
2004	36.4	38.4	38	38	37.8	37.8	37.2	39	40	38.2	39.4	36		40
2005	35.4	35.2	36.4	38.4	36	38	37.2	37.8	39.2	35.8	36	33.4		39.2
2006	36.4	36	37.4	35.2	37	38	37.4	39	38	39	36	34.8		39
2007	36.2	39	38	34.4	34.8	38.8	37.4	37.4	39.2	38.8	34.8	36.8		39.2
2008	33.8	38.8	35.2	35.2	35.8	36.4	35.8	35.4	36	34.2	32.2	33.8		38.8
2009	33.6	34.8	33.8		36.2	37.8	37.8	38.8	38.8					38.8
	39	39	38	38.4	37.8	38.8	38.8	39.4	40	39.2	39.4	36.8		

Fuente: Ideam Elaboración Propia



3.4 Caracterización Climática Regional

A continuación, se hace una descripción de los elementos meteorológicos: precipitación. También se describe la clasificación climática, con base en el atlas del IDEAM (2005).

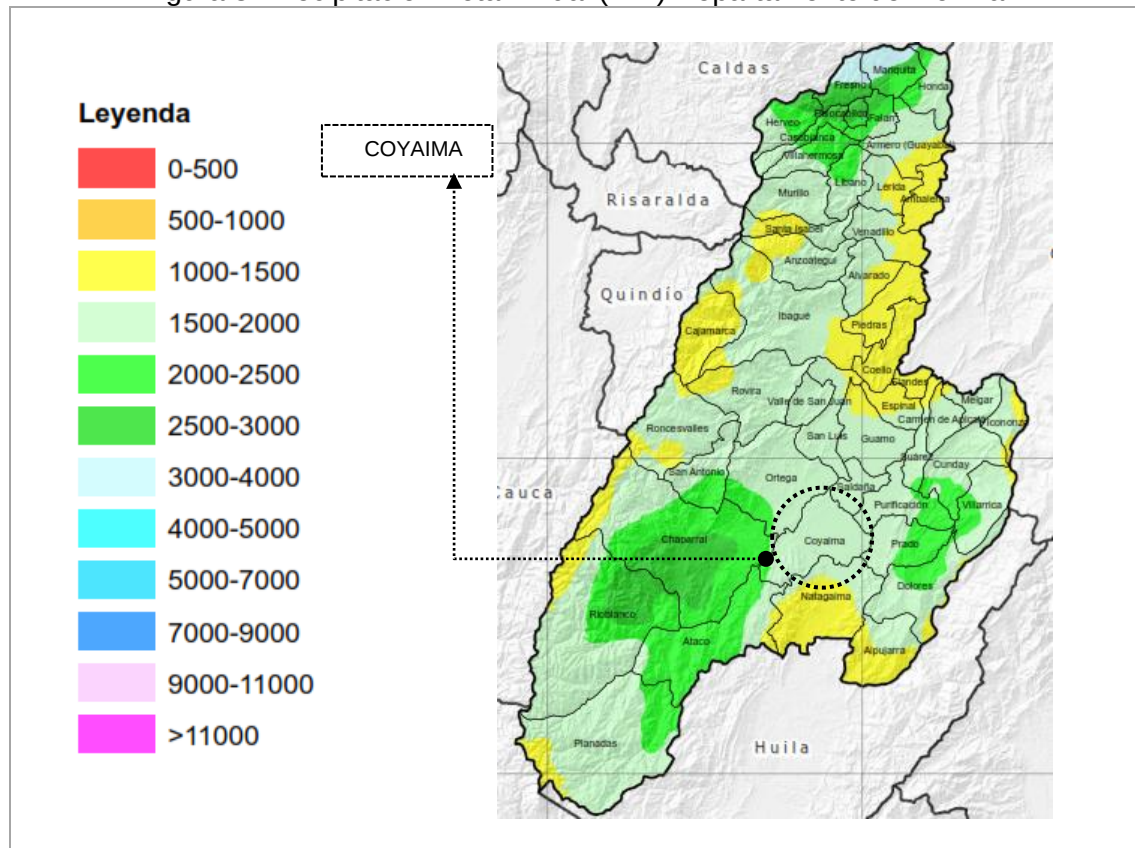
3.4.1 Precipitación Total Anual (mm)

En la Figura 3 Se presenta el mapa del Departamento del Tolima, con las precipitaciones que se tienen a lo largo del departamento, donde se puede observar que las máximos valores de precipitación se tienen en el sur y norte del departamento, con precipitaciones que van desde los 1000 hasta casi los 4000 mm

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

e precipitación anual, para el municipio de COYAIMA se tiene que en gran parte de la extensión del municipio la precipitación oscila entre 1500 y 2000 mm de precipitación anual. Para los datos analizados de la estación de la Hacienda Colache se obtuvieron 1601 mm de Precipitación anual.

Figura 3. Precipitación Total Anual (mm) Departamento del Tolima.



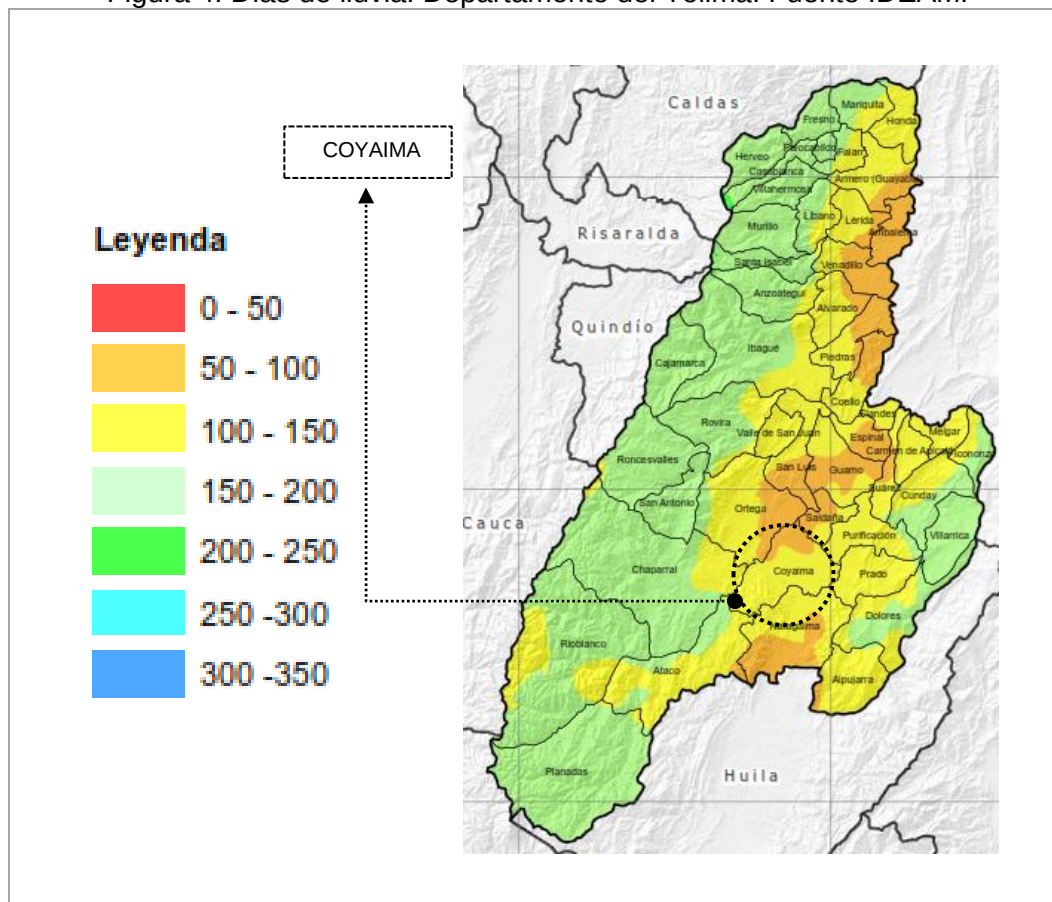
Fuente: IDEAM.

3.4.2 Número de Días con Lluvia

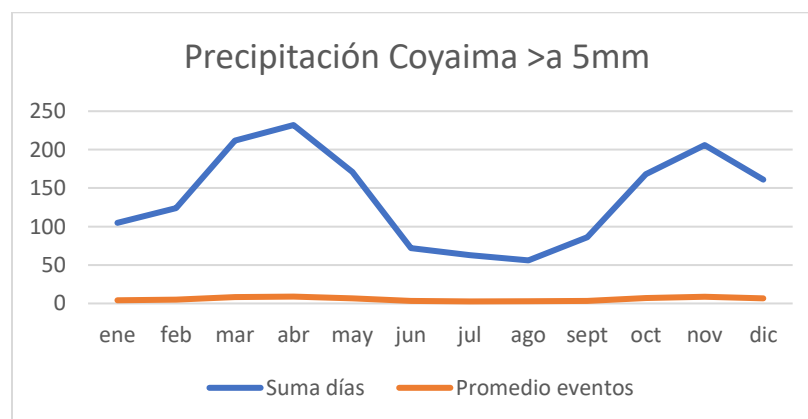
En la Figura 4 se presentan los días con lluvia para el departamento del Tolima, gran parte del departamento oscila entre 50 y 200 días con lluvia, para el municipio de COYAIMA, en gran parte, casi la totalidad del municipio, se tienen entre 50 y 150 días con lluvia. Para los datos analizados de la estación de la Hacienda Colache se obtuvieron 114 días de Lluvia de promedio anual. Donde el mes donde se presentan lluvias diarias es abril, marzo y noviembre.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

Figura 4. Días de lluvia. Departamento del Tolima. Fuente IDEAM.



Fuente: IDEAM.

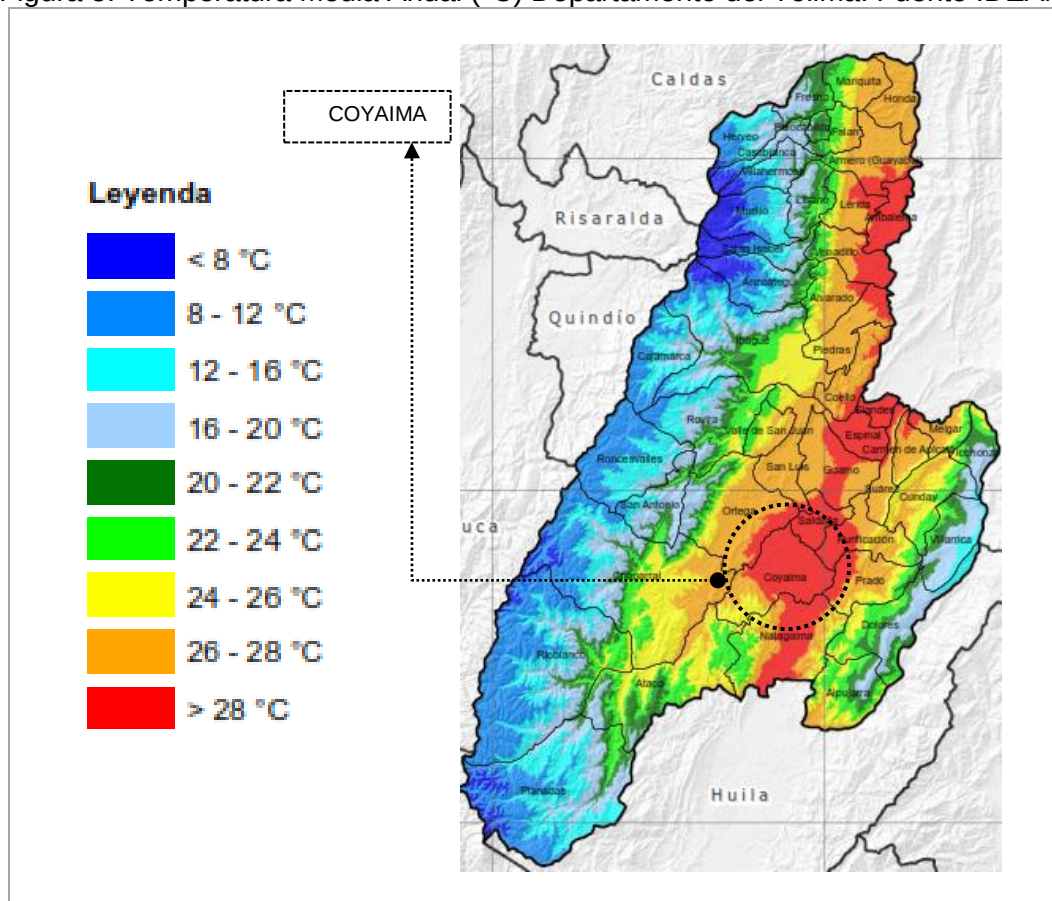


	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

3.4.3 Temperatura Media Anual (°C)

El mapa de temperatura media anual para el departamento del Tolima se muestra en la Figura 5, se puede observar que el departamento tiene una temperatura que va aumentando desde el oriente del departamento donde se alcanzan temperaturas al punto que se consideran Niveles, hacia el centro del departamento donde se tienen zonas cálidas (Temperaturas mayores a 24°C) y adicionalmente en la parte más occidental del departamento se vuelven a presentar zonas de climas templados y fríos. Para el municipio de COYAIMA se presenta la misma dinámica departamental de temperaturas partiendo en la zona oriental del departamento con temperaturas mayores a 26°C.

Figura 5. Temperatura Media Anual (°C) Departamento del Tolima. Fuente IDEAM.



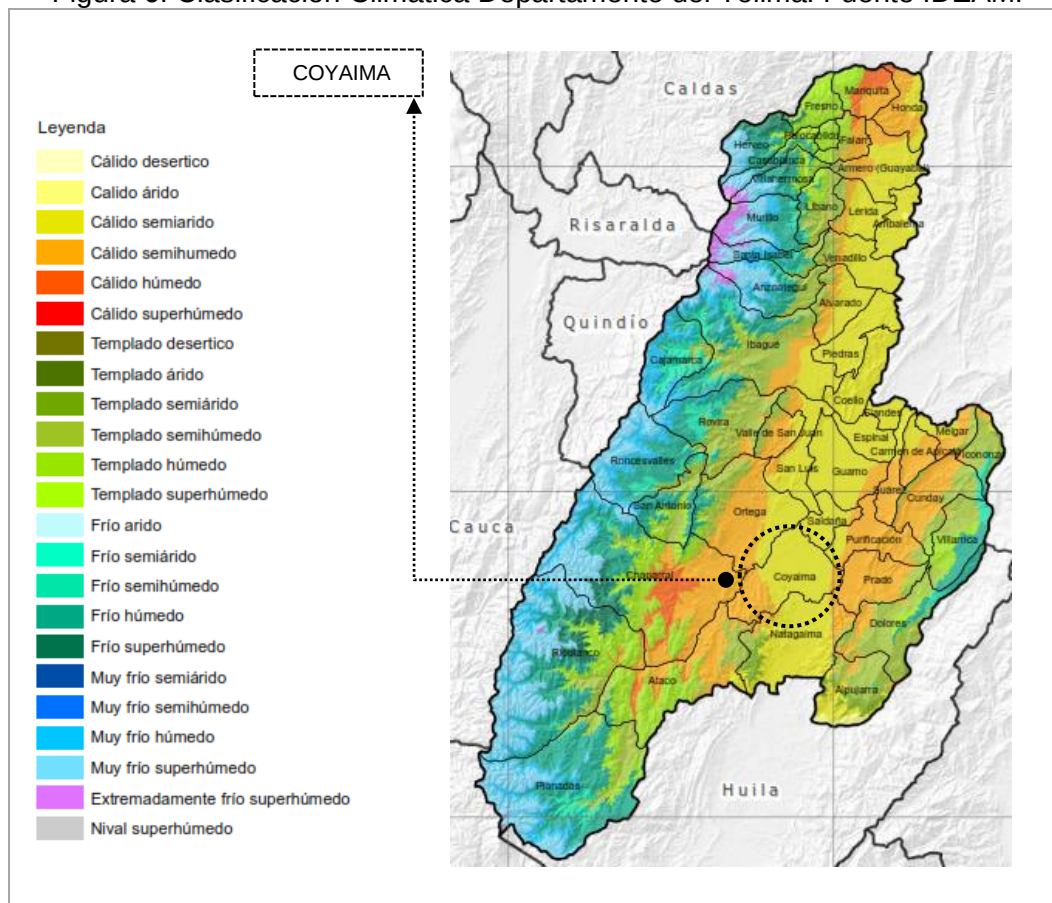
Fuente: IDEAM.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

3.4.4 Clasificación Climática

En la Figura 6 Se presenta el mapa de tipos de clima que se presentan en el departamento del Tolima, para el municipio de COYAIMA, interés de estudio el clima que se presenta es cálido seco de la zona del municipio.

Figura 6. Clasificación Climática Departamento del Tolima. Fuente IDEAM.



Fuente: IDEAM.

3.5. HIDROLOGIA.

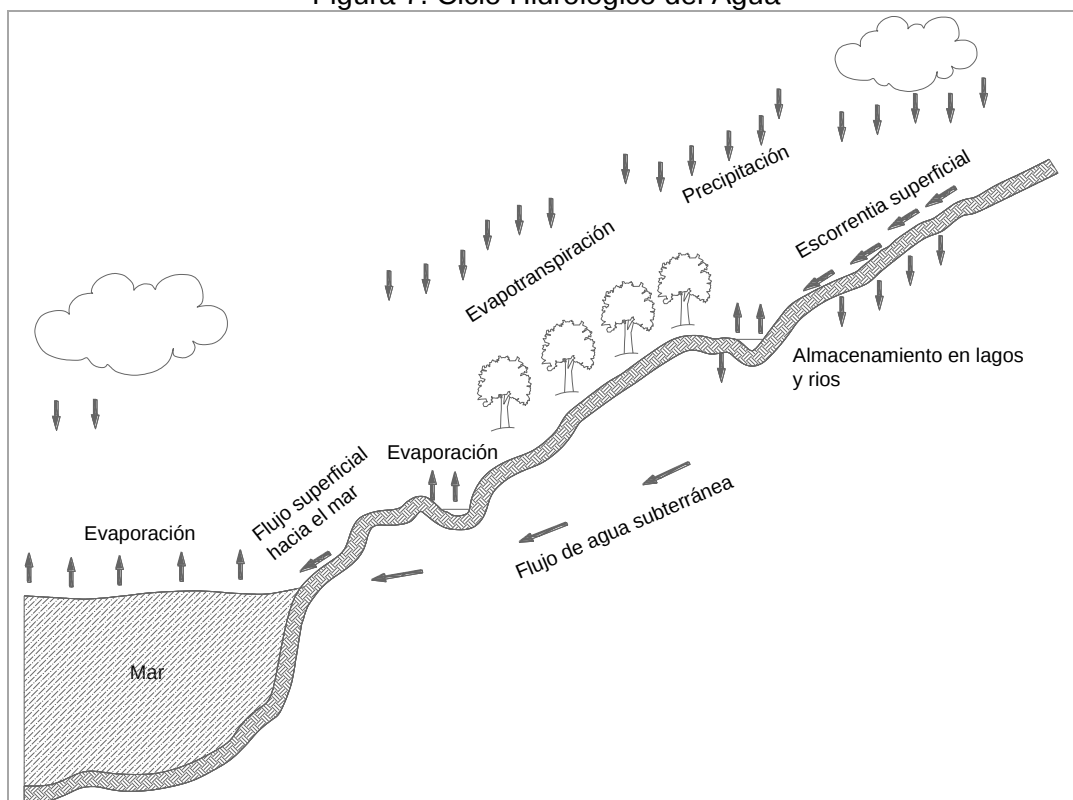
El ciclo hidrológico es el fenómeno por el cual el agua permanece en movimiento en los diferentes estados. Este ciclo, que puede empezar por ejemplo con la

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

precipitación, consiste en una parte retenida por el terreno, otra que se evapora y la última que penetra en la superficie, formando parte del agua de escorrentía. El agua que se evapora es transportada por intermedio del aire que está en movimiento; son procesos que ocurren en la naturaleza en forma continua y permanentemente, cuyo resultado es que el ciclo no presente ni principio ni fin.

Una buena proporción del agua retenida por almacenamiento de lagos y ríos, así como por las plantas es devuelta a la atmosfera mediante los procesos de evaporación y transpiración. Igualmente, buena parte del agua lluvia proviene del fenómeno de evaporación sobre el agua del mar; el agua que logra penetrar la superficie terrestre forma parte de la necesaria para conservar la humedad del suelo y mantiene los almacenamientos subterráneos, donde puede continuar su flujo hacia los lagos, ríos y océanos.

Figura 7. Ciclo Hidrológico del Agua



Fuente: Recolección de Aguas residuales, Zambrano

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

El agua que se ha evaporado, en ciertas condiciones, se condensa para formar nubes que luego forman las precipitaciones, las cuales se dan al producirse la condensación del vapor debido al enfriamiento de una parte de la masa de aire contenida en la atmosfera.

Para el respectivo análisis del clima a partir de la información suministrada por el IDEAM, se toman las estaciones cuya característica es la Climatológica Ordinaria, las cuales poseen información de Temperatura, Humedad Relativa y Tensión de Vapor, por esta razón se escoge para el análisis la estación HACIENDA COLACHE.

3.5.1. Precipitaciones

El análisis de la precipitación tanto temporal como especial se realizó con los valores totales mensuales medios de la serie histórica de las estaciones nombradas en el capítulo anterior, para la estación HACIENDA COLACHE, se considera la serie comprendida entre los años 2000-2025. La precipitación está marcada a lo largo del año por el movimiento de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) sobre la zona ecuatorial.

3.6. TIEMPO DE CONCENTRACION

Es común definir el tiempo de concentración como el tiempo necesario de la partícula más alejada hidráulicamente para llegar al punto donde está la salida del área o donde se efectúa la captación para su posterior disposición final. En un sistema de captación de aguas lluvias, el tiempo de concentración está formado por dos tiempos parciales, así:

3.6.1. Tiempo de entrada

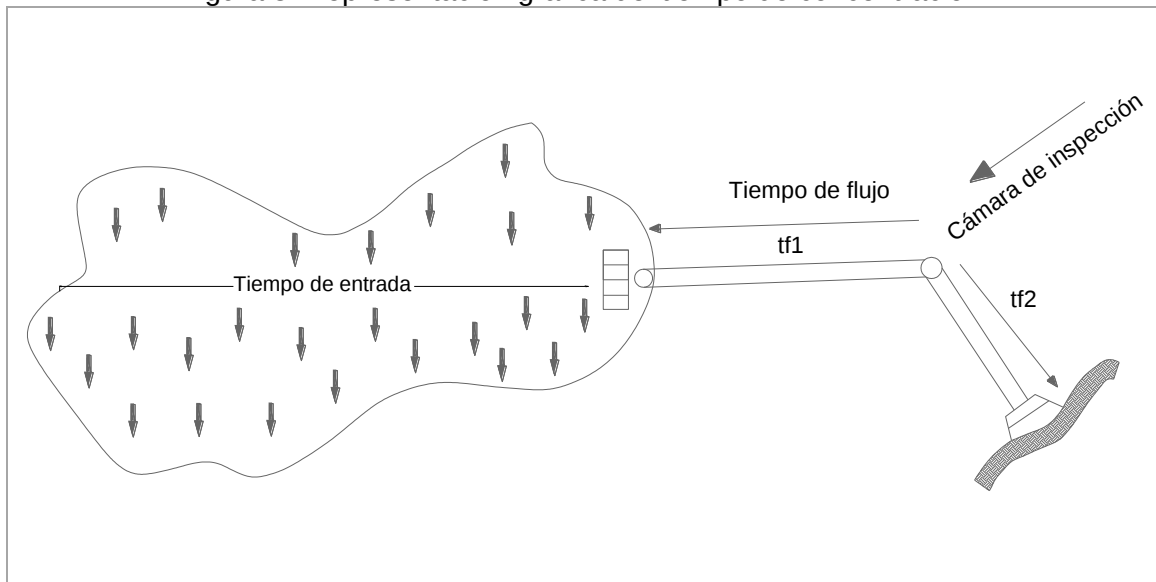
Es el tiempo necesario para que la partícula más alejada hidráulicamente llegue al punto de captación. Este tiempo es función de las características del suelo, como tipo de superficie, referente a las dificultades u obstáculos que pueda tener el agua para fluir, la pendiente del terreno, longitud recorrida y grado de saturación del suelo y plantas.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

3.6.2. Tiempo de flujo.

El tiempo de flujo es aquel que demora la partícula en recorrer el conducto hasta el punto de disposición final o punto de control.

Figura 8. Representación gráfica del tiempo de concentración.



Fuente: Recolección de Aguas residuales, Zambrano

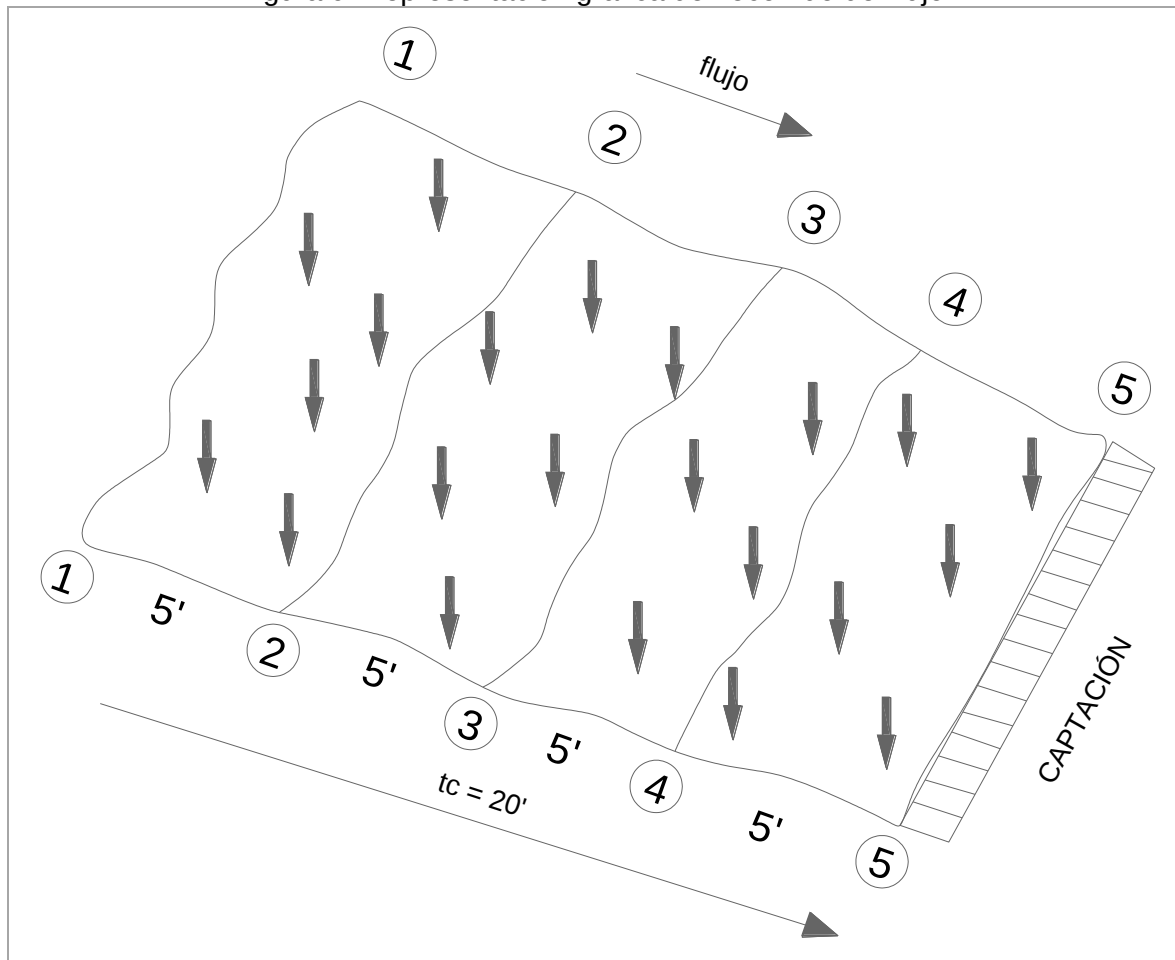
En la figura, puede verse representado el tiempo de concentración en sus dos expresiones, tanto el tiempo de entrada como el tiempo de flujo.

Para una mejor comprensión del termino tiempo de concentración y su importancia dentro del análisis de un sistema hídrico, se puede hacer un análisis tomando una determinada área de influencia teniendo en cuenta la dirección del flujo desde el punto de recolección o de control.

Lo mencionado anteriormente se puede evidenciar en la siguiente figura, ya que se dividió en áreas parciales, donde el tiempo de recorrido del agua en cada una de ellas es igual a t , para un tiempo total de concentración de t_c .

	DISEÑO RESERVOIRIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

Figura 9. Representación gráfica del recorrido del flujo.

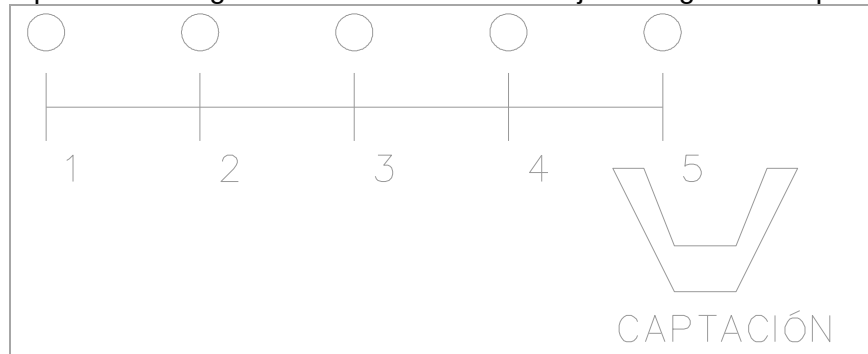


Fuente: Recolección de Aguas residuales, Zambrano

En la figura, se puede evidenciar las partículas de agua que caen directamente a la captación, en donde al inicio, donde el tiempo es $t=0$, no hay agua en el lugar de captación, y por consiguiente su caudal es $Q=0$.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

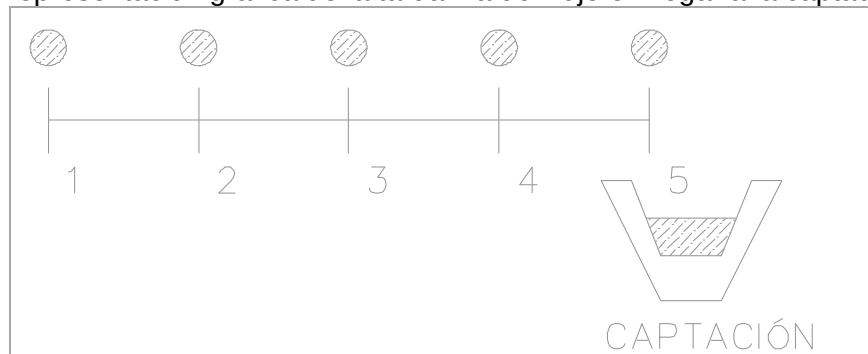
Figura 10. Representación gráfica de la tardanza del flujo en llegar a la captación.



Fuente: Recolección de Aguas residuales, Zambrano

En la figura, se puede evidenciar que con el paso del tiempo van llegando las gotas de lluvia intermedias a las líneas 4 y 5, es así como el caudal de captación va aumentando debido a que cada vez más llegan partículas de agua.

Figura 11. Representación gráfica de la tardanza del flujo en llegar a la captación.



Fuente: Recolección de Aguas residuales, Zambrano

De las dos figuras anteriores se puede observar que el caudal máximo ocurre cuando la primera partícula precipitada sobre la línea 1 llega al lugar de recolección o línea 5.

En conclusión, se puede afirmar que el caudal máximo se presenta cuando el tiempo de duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

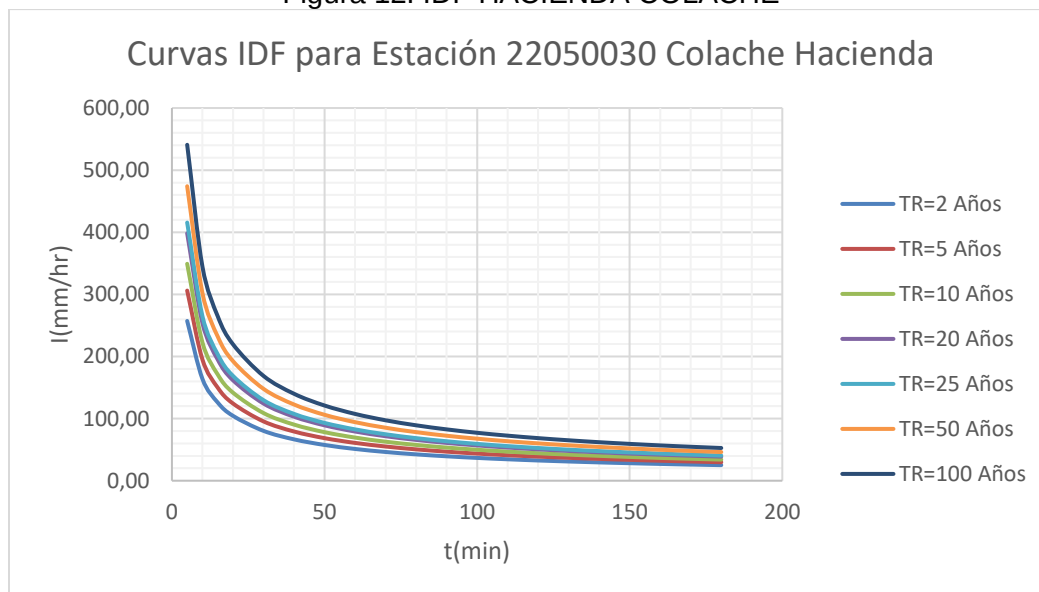
3.7. Curvas Intensidad Duración Frecuencia

De acuerdo a la información solicitada al instituto de Hidrología, meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), se recibió, realizando un procesamiento de la información recibida en cuanto a datos de pluviometría, se determinaron las curvas IDF.

Las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF), son una técnica que permite obtener información de las lluvias esperadas en una región, teniendo en cuenta tres de sus variables más importantes: su intensidad, duración y frecuencia o tiempo de retorno. Esta técnica, aunque antigua en su concepto, es muy vigente y de amplio uso en ingeniería, sobre todo para el diseño de obras hidráulicas y de gestión de recursos hídricos.

Las curvas IDF, se presentan generalmente como un grupo de curvas, cada una de las cuales representa un período de retorno dado. En el eje X se tiene la duración del evento (lluvia) y en el eje Y, la Intensidad del mismo. Se debe hacer claridad que para poder utilizar esta técnica, se debe contar con una estación meteorológica cercana, la cual debe contar con mediciones hidrológicas de un periodo largo, ojala 25 años, necesariamente obtenidas con pluviógrafo, dado que lo que se analiza es el pluviograma, en este caso se obtuvo la información de la estación HACIENDA COLACHE.

Figura 12. IDF HACIENDA COLACHE



Estación: 22050030 HACIENDA COLACHE

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

INFORMACIÓN BASE DESDE 2000 A 2025

En la figura mostrada anteriormente se puede visualizar el comportamiento de la magnitud de la lluvia en cuanto a la duración de la misma, toda representada a lo largo de diferentes periodos de retorno.

En términos generales para la construcción de una curva IDF, se siguieron los siguientes pasos.

1. Se determina el periodo de registro con que se cuenta ([años]), en este caso el periodo de registro entre más rango tenga será mucho mejor.
2. Para cada año se seleccionaron las 5 mayores lluvias (magnitud [mm]).
3. Para cada año, del pluviograma de las 5 lluvias seleccionadas, se determinó la intensidad [mm/min], para los siguientes periodos de tiempo: 5, 10, 20, 30, 60, 120 y 360 minutos.
4. Para cada año y tiempo de observación, se escogió la mayor intensidad de las mediciones de las 5 lluvias.
5. Se convirtieron las intensidades encontradas en el paso anterior de [mm/min] a [mm/hora].
6. Se construyó una Tabla donde se colocó en la primera columna los años de medición, seguido de columnas donde se colocan los valores de Intensidad, conservando una columna para cada uno de los periodos de tiempo seleccionados.
7. Teniendo la tabla donde se relacionan los años de medición con los valores de la intensidad variando los periodos de tiempo se calculó la probabilidad de estas intensidades usando la distribución de valores extremos o de Gumbel.
8. Con las ecuaciones de las rectas, para cada duración, obtener los valores de intensidad máxima para 2, 5, 10, 20, 50, 100 y 200 años.
9. Con estos datos, se construye la curva IDF.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

3.8. Análisis de la información Hidrológica del área de estudio

El análisis hidrológico se realizó teniendo en cuenta las estaciones que se muestran en la Tabla 1. Se eligen estas estaciones pues poseen información completa de las series anuales hasta el año más reciente y son estaciones que se encuentran actualmente en operación.

3.8.1 Análisis Estadístico de Datos de Precipitación

Con las estaciones presentadas en la Tabla 1, se procede a realizar el respectivo análisis estadístico de los datos de precipitación máxima en 24 horas mensual multianual, partiendo de la eliminación de datos dudosos que harán que los modelos presenten mayores errores al momento de su ejecución y posteriormente se realiza el análisis de las distribuciones de probabilidad para determinar la de mejor ajuste de los datos, y poder trabajar con los resultados de las precipitaciones mediante la aplicación de la metodología de Curvas IDF, ajustadas a los periodos de retorno de la distribución que mejor se ajuste a los datos.

3.8.1.1 Análisis de Datos Dudosos

Los datos dudosos (outliers) son puntos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante (Chow, 1994) y que afectan de una manera considerable la magnitud de los parámetros estadísticos de la serie, especialmente en muestras pequeñas. Para detectar los datos dudosos, se calcularon umbrales superiores e inferiores para cada serie de datos de precipitaciones de la estación analizada de acuerdo a las siguientes ecuaciones de frecuencia, recomendadas por Ven Te Chow:

$$Y_H = \bar{y} + K_n S_y$$

$$Y_L = \bar{y} - K_n S_y$$

Donde:

- Y_H = Umbral superior para datos dudosos en Unidades logarítmicas.
- Y_L = Umbral inferior para datos dudosos en unidades logarítmicas.
- $\bar{y}$ = Media de los logaritmos de los caudales.
- S_y = Desviación estándar de los logaritmos de los caudales.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

K_n = Valor tabulado para una muestra de tamaño n.

Se presenta en la Tabla 6, el análisis de datos dudosos para las estaciones seleccionadas, considerando dudosos los datos que estén por fuera del intervalo determinado por Y_H y Y_L .

- Estación HACIENDA COLACHE

Para la Estación HACIENDA COLACHE se presentan en la Tabla 6 los resultados del análisis de datos dudosos:

Tabla 6. Análisis de Datos dudosos Estación HACIENDA COLACHE.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Vr Máximo Anual (mm)	Log10	Limites dentro Intervalo		Dato Aceptado
		Superior	Inferior	
130	2.1139	0.1006	0.4095	Si
55.50	1.7443	0.4702	0.0399	Si
80.8	1.9074	0.3071	0.2030	Si
82.3	1.9154	0.2991	0.2110	Si
128.8	2.1099	0.1046	0.4055	Si
77.5	1.8893	0.3252	0.1849	Si
105	2.0212	0.1933	0.3168	Si
95	1.9777	0.2368	0.2733	Si
111	2.0453	0.1692	0.3409	Si
80.5	1.9058	0.3087	0.2014	Si
110	2.0414	0.1731	0.3370	Si
111.3	2.0465	0.1680	0.3421	Si
70	1.8451	0.3694	0.1407	Si
109.4	2.0390	0.1755	0.3346	Si
80.8	1.9074	0.3071	0.2030	Si
95	1.9777	0.2368	0.2733	Si
74.2	1.8704	0.3441	0.1660	Si
125.3	2.0980	0.1166	0.3935	Si
92.4	1.9657	0.2489	0.2612	Si
89.3	1.9509	0.2637	0.2464	Si
87.2	1.9405	0.2740	0.2361	Si
82.5	1.9165	0.2981	0.2120	Si
135.2	2.1310	0.0836	0.4265	Si
63.7	1.8041	0.4104	0.0997	Si
64.2	1.8075	0.4070	0.1031	Si
94.3	1.9745	0.2400	0.2701	Si

Los respectivos resultados de los análisis estadísticos de los datos de la estación HACIENDA COLACHE se presentan a continuación:

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

n	26
Promedio	1.9595
Desv Est	0.101938919
Kn (Tabla)	2.502
YH (Sup)	2.214529896
YL (inf)	1.704427544

El valor Kn para los análisis de datos dudosos se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Valores Kn para prueba de datos dudosos.

TABLA 12.5.3 Valores K_n para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: U. S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de K_n de un lado con un nivel de significancia del 10% para la distribución normal.

3.8.1.2 Análisis de Frecuencias de Precipitaciones Máximas Extremas.

El análisis de frecuencia es una herramienta utilizada para predecir el comportamiento futuro de eventos en un sitio de interés, a partir de la información histórica.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

- Distribución Gumbel

La distribución de Gumbel es una de las distribuciones más adecuadas para analizar la frecuencia de eventos hidrológicos extremos máximos. Supóngase que se tienen N muestras, cada una de las cuales contiene N eventos. Si se selecciona el máximo x de los N eventos, es posible demostrar que, a medida que N aumenta, la función de distribución de probabilidad de x tiende a: (Mijares, 1992).

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

La función de densidad de la probabilidad es entonces:

$$f(x) = \alpha e^{[-\alpha(x-\beta) - e^{-\alpha(x-\beta)}]}$$

Donde α y β son los parámetros de la función:

Los parámetros α y β se estiman como:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S}$$

$$\beta = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

Para el caso de esta distribución de probabilidad de Gumbel, para calcular la recta de mejor ajuste de los datos históricos, en el método de momentos se utilizan las características estadísticas de la muestra, como media y desviación típica, y se relacionan con la variable original y la variable reducida (INVIAS 2009).

Para el caso de esta distribución Gumbel, y el método de momentos, se tiene de la ecuación:

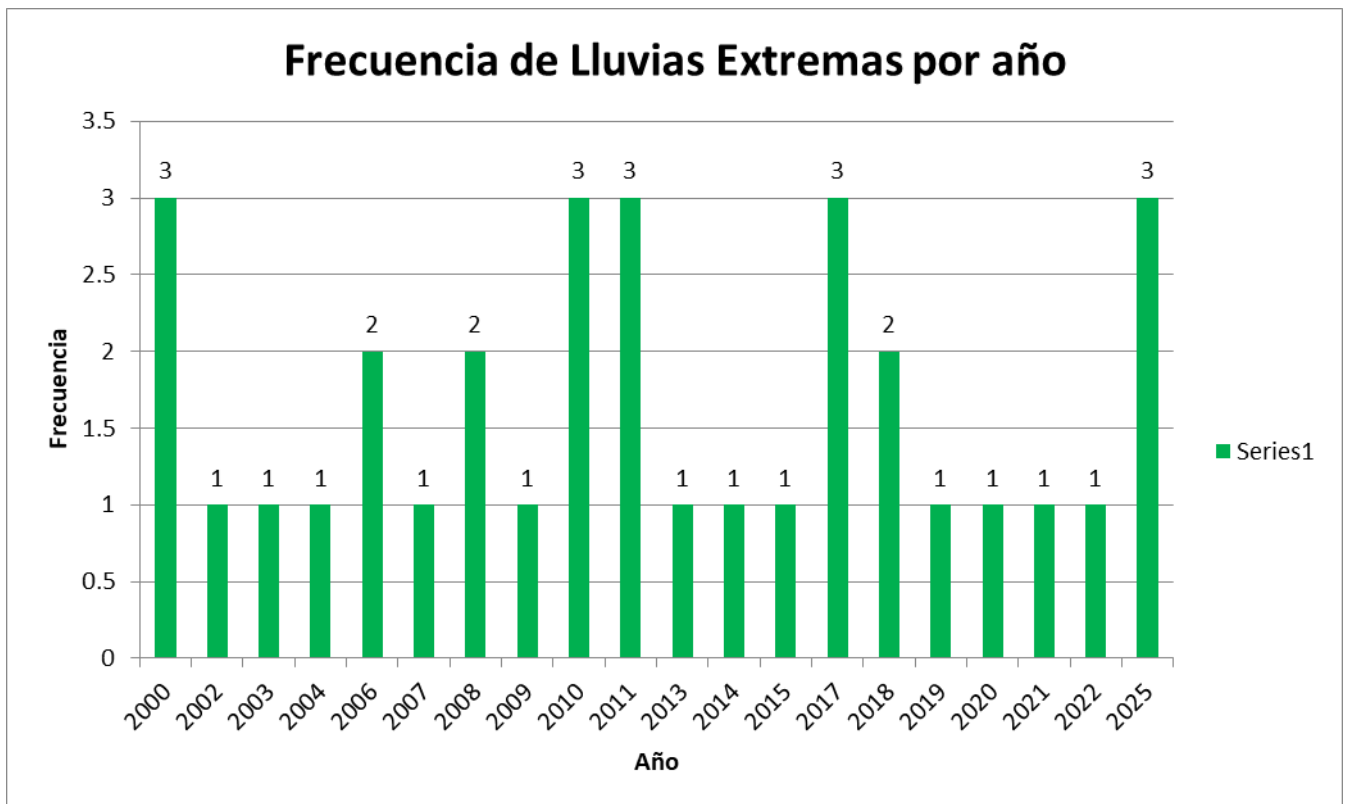
$$P(mm) = \beta - \frac{1}{\alpha} \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Con los datos de las estaciones que se trabajara para la estimación de las curvas IDF y los caudales se obtiene:

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Tabla 8. Prueba Gumbel Estación HACIENDA COLACHE.

No. Datos	26
Media $\bar{x}$	93.5076923
Desviación típica (S)	21.7088355
$\mu y(Tabla)$	0.53196
$\sigma y(Tabla)$	1.0956
α	0.05046793
β	82.9671372



n	μ_y	σ_y
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.5600	1.2065

TR (Años)	Precipitación (mm)
2	90.23
5	112.69
10	127.56
20	141.82
25	146.34
50	160.28
100	174.12

3.8.2 Precipitaciones de Corta Duración.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

La determinación de las características de la precipitación de corta duración, en el análisis de estabilidad o en el diseño de obras hidráulicas de control y manejo de la escorrentía superficial, inicia con el uso de una tormenta o evento extremo, que involucra una relación entre su intensidad, en un delta de tiempo, su duración y las frecuencias o periodos de retorno. En este sentido, las curvas IDF son representaciones de las características de un evento máximo para un sitio o localidad; con ellas el diseñador, apoyado en criterios técnicos y económicos, establece las obras requeridas para el control y manejo del drenaje.

La variación espacial de la lluvia de corta duración se construyó a partir de las precipitaciones máximas diarias, ya que no se contó con información de precipitación horaria en la zona de estudio. El método que se usó fue el de las

La ecuación general para obtener las intensidades está dada por:

$$i = \frac{a * T_r^b * M^d * N^e * PT^f}{\left(\frac{t}{60}\right)^c}$$

Donde:

I	=	Intensidad en mm/h.
Tr	=	Periodo de retorno en años.
M	=	Precipitación máxima diaria promedio en mm.
PT	=	Precipitación media anual.
N	=	Número de días con lluvia al año.
T	=	Tiempo de lluvia en minutos.
a, b, c, d, e, f	=	Parámetros de ajuste.

Para el caso concreto de la zona del estudio el proyecto se ubica dentro de la clasificación del INVIAS en la Región R1 (Región Andina) y los parámetros de ajuste se presentan en la Tabla 7.

Tabla 9. Valores de los Coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas de Intensidad, duración, frecuencia, IDF, para Colombia. Fuente: INVIAS 2009

REGION	a	b	c	d	e	f
Andina (R1)	1.61	0.19	0.65	0.75	-0.15	0.08
Caribe (R2)	8.51	0.21	0.50	-0.01	-0.08	0.28
Pacífico (R3)	2.31	0.19	0.58	-0.20	0.12	0.40

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Orinoquía (R4)	1.3 E-26	0.19	0.58	1.19	-1.46	8.28
----------------	----------	------	------	------	-------	------

Para el cálculo del parámetro M, se realiza el promedio de los valores máximos de precipitación en 24 horas para cada uno de los años, a partir de los registros obtenidos de la estación de la Tabla 3, es importante señalar que para el análisis se consideraron, por la cantidad de datos y los años de toma de información, únicamente las estaciones dadas en la Tabla 4, en cuanto a N, hace referencia al número de días con lluvia al año, que se toma de la tabla de valores No. De días mensuales de precipitación, por lo cual la precipitación media anual será calculada de la tabla de valores totales mensuales de precipitación (mms).

Tabla 10. Valores de M para estaciones de estudio.

Estación	M	N	PT
HACIENDA COLACHE	93.5	114	1601

Fuente: Consultor.

Al aplicar la fórmula regionalizada de las curvas IDF para Colombia, y cambiar sus parámetros para la región Andina se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \frac{1.61 * T_r^{0.19} * M^{0.75} * N^{-0.15} * PT^{0.08}}{\left(\frac{t}{60}\right)^{0.65}}$$

Al reemplazar los valores del tiempo de retorno (T_r), y la duración (t) se obtiene los valores de intensidad para las estaciones de estudio.

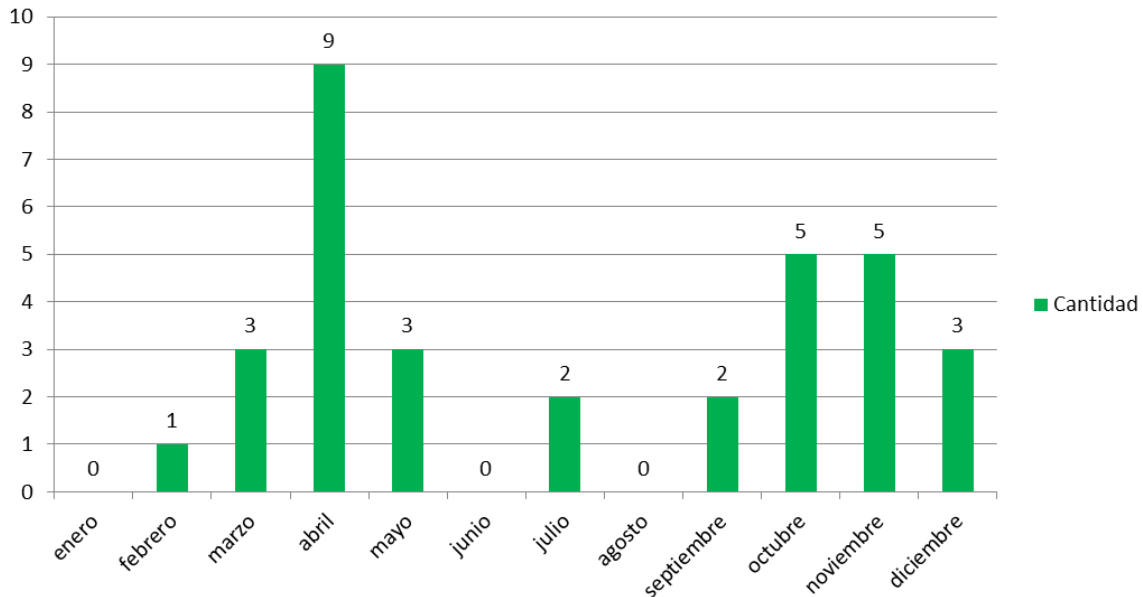
	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Tabla 11. Resultados obtenidos para las curvas IDF INTENSIDAD – DURACION – FRECUENCIA para la Estación HACIENDA COLACHE (Valores en mm/h).

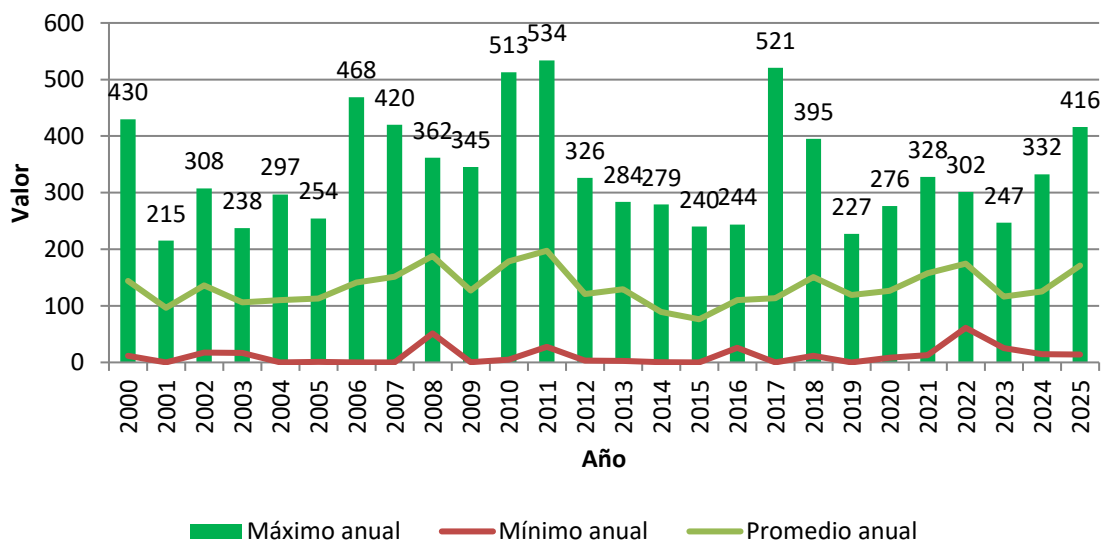
Tiempo	Periodo de Retorno (Años)						
	2	5	10	20	25	50	100
5	246.37	293.22	334.50	381.58	398.11	454.14	518.07
10	157.01	186.86	213.17	243.17	253.70	289.42	330.16
15	120.63	143.57	163.78	186.83	194.93	222.36	253.67
20	100.06	119.08	135.85	154.97	161.68	184.44	210.40
30	76.88	91.49	104.37	119.07	124.22	141.71	161.66
40	63.76	75.89	86.57	98.76	103.04	117.54	134.09
50	55.16	65.64	74.88	85.43	89.12	101.67	115.98
60	48.99	58.31	66.52	75.88	79.16	90.31	103.02
70	44.32	52.75	60.17	68.64	71.62	81.70	93.20
80	40.64	48.36	55.17	62.94	65.66	74.91	85.45
90	37.64	44.80	51.10	58.30	60.82	69.39	79.15
100	35.15	41.83	47.72	54.44	56.80	64.79	73.91
110	33.04	39.32	44.86	51.17	53.39	60.90	69.47
120	31.22	37.16	42.39	48.36	50.45	57.55	65.65
130	29.64	35.27	40.24	45.90	47.89	54.63	62.32
140	28.24	33.62	38.35	43.75	45.64	52.06	59.39
150	27.01	32.14	36.67	41.83	43.64	49.78	56.79
160	25.90	30.82	35.16	40.11	41.85	47.74	54.46
170	24.90	29.63	33.80	38.56	40.23	45.89	52.35
180	23.99	28.55	32.57	37.15	38.76	44.22	50.44

Fuente: Consultor.

Frecuencia de Lluvias Extremas por mes



Máximo, mínimo y promedio anual



	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

4 DISEÑO DEL SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS

Los criterios de diseño utilizados para el diseño del sistema de drenaje de aguas lluvias en el área en mención en el municipio de COYAIMA, son los establecidos por el RAS-2000 y sus modificaciones de acuerdo a la Resolución 330 de junio de 2017, que deben tenerse en cuenta en cada una de las estructuras del componente, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionabilidad, calidad, sostenibilidad dentro del nivel de complejidad determinado.

4.1. Polígonos de Thiessen

Como se tiene en cuenta únicamente la estación Hacienda Colache con la cual se realizó un análisis hidrológico de precipitaciones, es importante considerar que esta estación va a tener influencia en un área específica del proyecto y va a ser la que determine los regímenes de precipitaciones para cada una de las cuencas del proyecto, por esta razón se aplica la metodología de Polígonos de Thiessen.

4.2. Análisis de Caudales

Para las cuencas con áreas menores o iguales a 2.5 km² se usó el método racional y para las cuencas con áreas mayores a 2.5 km² hasta 100 km² se usó el hidrógrama unitario triangular del Soil Conservation Service SCS.

El período de retorno, se estableció dependiendo del tipo de la obra, del costo de la misma y de su importancia relativa respecto al tamaño de la cuenca (y por lo tanto asociado a la magnitud de los daños en caso de fallar la capacidad hidráulica de la obra), tal como se enuncia en el manual de drenajes para carreteras del INVIAS y se presenta en la Tabla a continuación.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Tabla 12. Periodos de Retorno para las diferentes obras hidráulicas.

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS) ¹
Cunetas	5
Zanjas de Coronación ²	10
Estructuras de Caída ²	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

4.2.1 Método Racional.

El método racional se identifica con la siguiente ecuación:

$$Q = C * i * A$$

Donde Q es el caudal pico producido por un aguacero de intensidad i, uniformemente distribuido sobre el área de la cuenca, A. El termino C se denomina “coeficiente de escorrentía” y su valor numérico, que está definido entre 0 y 1, depende de las características fisiográficas de la cuenca y la cobertura de suelo (Silva, 1987).

Si las variables A, I y Q se expresan en unidades del sistema internacional, es decir, km², mm/h y m³/s respectivamente, la ecuación del método racional se puede expresar de la siguiente forma:

$$Q = 0.278 * i * A$$

Usando la anterior ecuación se estimaron los caudales máximos para las cuencas con áreas menores o iguales a 2.5 km², para ello, se delimitaron las áreas aferentes de las cuencas que drenan en la zona de estudio. Se deben asociar dichas áreas con sus coberturas vegetales y sus usos del suelo, con el fin de determinar los respectivos coeficientes de escorrentía C, que tienen como base las características de cobertura de la zona, las condiciones edafológicas, las condiciones topográficas y las de uso del suelo. Este coeficiente se estima a partir de tablas encontradas.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Tabla 13. Coeficiente de escorrentía.

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
PASTOS			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82
Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.			

También a cada cuenca se le asignó un valor de intensidad según su ubicación en las siguientes categorías: baja, media y alta. La duración de la tormenta se tomó igual al tiempo de concentración de la cuenca que se calculó con la ecuación de Kirpich.

$$T_c = 0.06628 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Donde:

L = Longitud principal del cauce. Km
S = Pendiente del cauce principal. m/m
T_c = Tiempo de concentración. horas.

Una vez calculado el tiempo de concentración, se determinó la intensidad a partir de la curva IDF sintética regional. Los tiempos de concentración menores a 15 minutos se aproximaron a 15 minutos con el fin de evitar valores muy altos de intensidad.

Es importante mencionar que, si la cuenca tiene asignada diferentes tipos de coeficientes de escorrentía, se le asignó un solo valor usando un promedio ponderado por área para el coeficiente de escorrentía, los resultados obtenidos al aplicar las ecuaciones en las diferentes cuencas ubicadas en el área de estudio.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

4.3. Calculo de la estructura de salida

Caudal generado por la cuenca

Intensidad=	143.57	mm/h	3.98806E-05	m/s
TC=	15.00	minutos		
C=	0.50			
Area=	70000.00	m ²	7	ha
Tr=	5	años		
Qd=	1.40	m ³ /s		

Volumen de corte de terreno para conformar reservorio 6806 M3

Volumen de terraplén para conformar el reservorio 397.56 M3

Área de Reservorio 3,600 M2.

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA

Sección Canal:

$$Q = (1/n) \times A \times (R)^{2/3} \times (S)^{1/2} \quad \text{Donde}$$

Q= Caudal M3/Seg.

n= Coeficiente de Manning para cauces y canales

R= Radio Hidráulico A/P M.

A= Área Hidráulica M2. X*Y

X= 4.60 M.

Y= 0.04 M.

P= Perímetro Hidráulico M.

n= Canales o estructuras en concreto. 0.013

A= 0.16 M2.

P= 4.67 M.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

R= 0.04 M.

S= 0.500

Q= 0.96 M3./Seg.

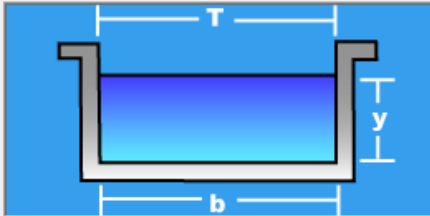
V= $(1/n) \times (R)^{2/3} \times (S)^{1/2}$

V= 5.84 M./Seg.

Lugar:	Coyaima - Tolima	Proyecto:	Reservorio de aguas lluvias
Tramo:	Lomas de Guaguarco	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.4	m3/s
Ancho de solera (b):	4.6	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.05	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0902	m	Perímetro (p):	4.7805	m
Área hidráulica (A):	0.4151	m2	Radio hidráulico (R):	0.0868	m
Espejo de agua (T):	4.6000	m	Velocidad (v):	3.3728	m/s
Número de Froude (F):	3.5848		Energía específica (E):	0.6700	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Análisis de la longitud de resalto hidráulico por el paso del agua en la rampa y el choque con una superficie plana

Usaremos las expresiones matemáticas para movimiento parabólico.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

El alcance **R**, es la distancia horizontal recorrida
 $R = V_x t_{\text{VUELO}}$

Pero: $V_x = V_{0x} = V_0 \cos \theta$ $t_{\text{VUELO}} = \frac{2 V_0 \sin \theta}{g}$

$$R = V_x t_{\text{VUELO}}$$

$$R = V_0 \cos \theta t_{\text{VUELO}}$$

$$R = V_0 \cos \theta \left(\frac{2 V_0 \sin \theta}{g} \right)$$

$$R = \frac{2 \sin \theta \cos \theta (V_0)^2}{g}$$

pero: **$2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2 \theta$**

$$R = \frac{\sin 2 \theta (V_0)^2}{g}$$

Donde

Vo: 5.84 M3./Seg.

Angulo B

B: 26.56 Grados

g: 9.81 M/Seg.^2

B: 53.12 Grados
0.93

SEN 2B: 0.80 0.80

X: Longitud de resalto M.

X: -2.78 M.

R: 2.870 m Alcance Max indica el valor de la estación amortiguadora

Sen 2φ: 0.7999

Alt Max: 0.359 m Altura Max

Tiempo Vu 0.5414 Seg Tiempo de Vuelo

Long Esta= 3 m Longitud Asumida

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

4.4. Geología

El lote de terreno analizado en el Resguardo Indígena Lomas de Guaguarco (ubicado en el Municipio de Coyaima – Tolima) de acuerdo a los parámetros establecidos por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) en su calidad de agencia especializada de la ONU por sí solo no es adecuado para la construcción de un reservorio natural (requiere una adición de geomembrana o capa de arcilla impermeabilizante), ya que dichos parámetros establecen parámetros de permeabilidad de suelo para evaluar la infiltración de los estanques diseñados.

Para nuestro caso el valor de permeabilidad en mm/h el resultado fue de 51.012 mm/h. De acuerdo a lo anterior, el suelo subyacente para la implantación del reservorio tendría una infiltración excesiva, catalogado como no apto, a menos que se reduzca la infiltración.

Se recomienda soportar el fondo del reservorio sobre terreno natural siempre y cuando este se profundice mínimo hasta -3,00m de profundidad, estrato de transición entre arenas limosas y una capa de arena arcillosa apta para dicho desplante (capacidad portante media mayor a 15.98 Kg/cm²)

Atendiendo a los resultados del estudio de suelos, los cuales evidencian una tasa de infiltración que supera los límites permisibles para el almacenamiento eficiente de recurso hídrico, se establece como solución técnica mandatoria la impermeabilización del vaso del reservorio mediante la implementación de una geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE). Esta medida compensará la permeabilidad natural del terreno, garantizando la estanqueidad necesaria para mitigar la escasez de agua en el Resguardo Indígena Lomas de Guaguarco. La instalación de este revestimiento sintético se ejecutará tras el desplante a la cota de -3.00 m, asegurando así un soporte estructural estable sobre el estrato de arena arcillosa identificado, lo que permitirá no solo el confinamiento seguro del agua sino también la sostenibilidad del proyecto frente a las condiciones climáticas críticas de la zona de Coyaima

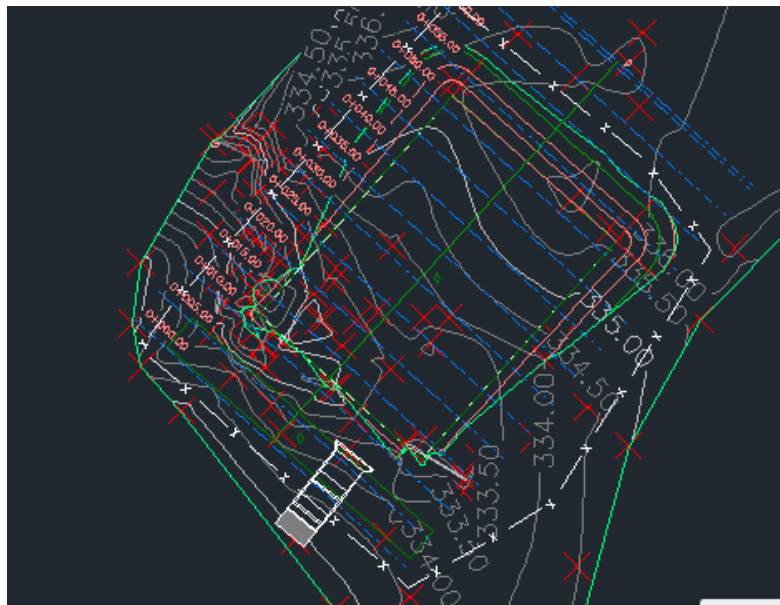
	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Punto	Este	Norte	Cota	Distancia	Talud
1	884839.656	900382.97	332.5		2:1
2	884869.576	900409.517	332	40.00	2:1
3	884849.665	900431.957	332	30.00	2:1
4	884819.745	900405.41	332.5	40.00	2:1
1	884839.656	900382.97	332.5	30.00	2:1

Coordenadas del vaso

Coordenadas del Jarillon					
Punto	Este	Norte		Distancia	Talud
1	884835.274	900370.547	335.5		2:1
2	884806.362	900403.715	335.5	44.00	2:1
3	884810.131	900407	335.5	5.00	2:1
4	884839.043	900373.832	335.5	44.00	2:1
1	884835.274	900370.547	335.5	5.00	2:1

Coordenadas del Jarillón



Plano Reservorio LOMAS DE GUAGUARCO

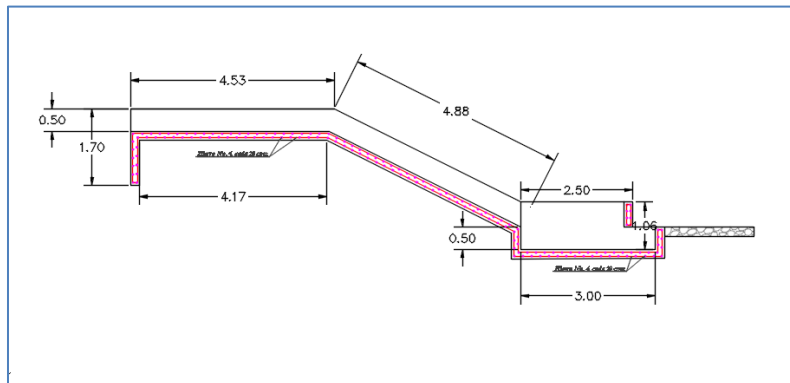
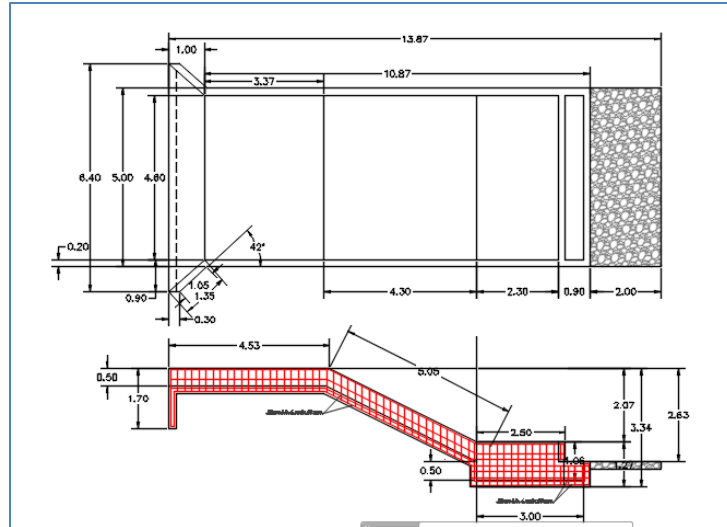


Corporación Autónoma
Regional del Tolima

DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

Documento: V 001

Fecha: marzo 2026

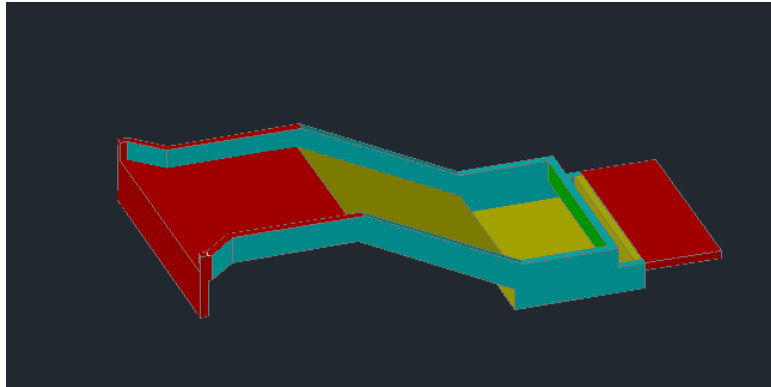


Estructura de Salida

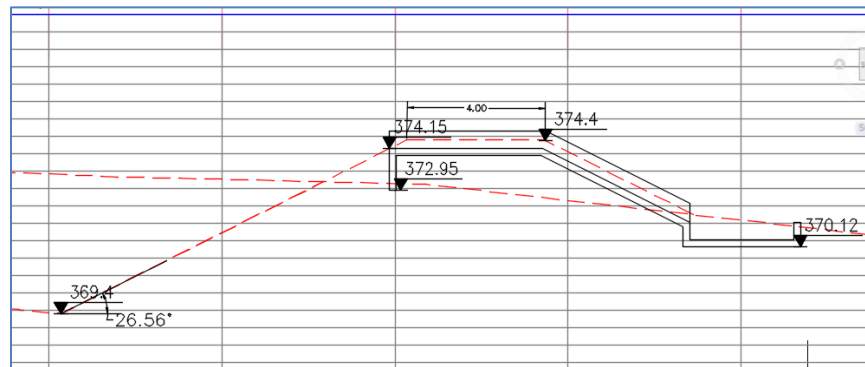
P.K.	Elevación (real)	Longitud	Pendiente hacia atrás	Pendiente hacia delante
0+000.00	332.500m	40.000m		-1.25%
0+040.00	332.000m	30.000m	1.25%	0.00%
0+070.00	332.000m	40.000m	0.00%	1.25%
0+110.00	332.500m	30.000m	-1.25%	0.00%
0+140.00	332.500m		0.00%	

Cotas del Vaso Reservorio

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026



Isométrico de la estructura de Salida



Cotas estructura de salida

Material(s) at Station D+070.62			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
Corte	0.00	0.00	26.46
Relleno	0.00	0.00	3069.46

Volumen de Corte del reservorio

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Material(s) at Station 0+053.68			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
Corte	0.00	15.92	568.30
Relleno	0.00	0.00	45.99

Volumen de Relleno del Jarillón

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

5. CARTA DE RESPONSABILIDAD

Ibagué, 12 de MARZO del 2026

Señores
Cortolima
Ibagué

Referencia: DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

Yo, **Jonh Eduer Socadagui Gonzalez**, identificado con cedula de ciudadanía **No. 93'392540** de Ibagué, Ingeniero civil, especialista en aguas y saneamiento ambiental de la universidad Manuela Beltrán, con matrícula profesional No. 70202097656 TLM, certifico que, he realizado el informe "DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA". Tal labor se realizó empleando las normas de agua y saneamiento básico vigentes.

Así entonces se garantiza que no existe inconveniente alguno con los trabajos realizados respecto al tema hidráulico y que se exonera a Cortolima de cualquier inconveniente que se pueda presentar.

Atentamente,



JONH EDUER SOCADAGUI GONZALEZ

Ingeniero Civil

Especialista en Agua y saneamiento Ambiental

M.P. 70202097656 TLM

	DISEÑO RESERVARIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

6. ANEXOS

Figura 13. Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios – COPNIA.



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4392611

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JONH EDUER SOCADAGUI GONZALEZ, identificado(a) con CÉDULA DE CIUDADANÍA 93392540, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERÍA CIVIL con MATRÍCULA PROFESIONAL 70202-097656 desde el 20 de Marzo de 2003, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 3375.
2. Que el(la) MATRÍCULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRÍCULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los cinco (05) días del mes de Abril del año dos mil veintiséis (2026).



Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firmado del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas, la falta de firma del titular no invalida el Certificado.

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato pdf.

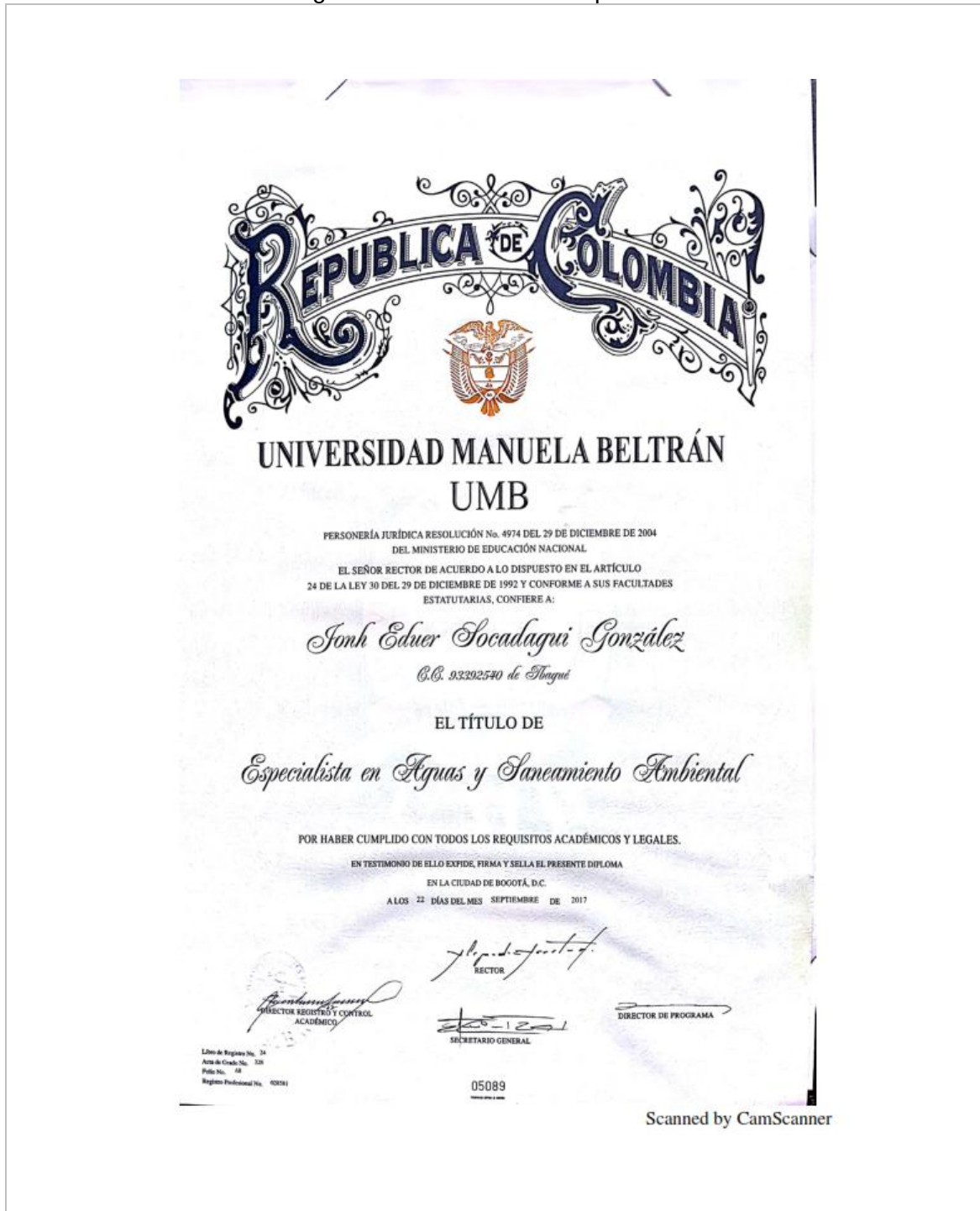
Para verificar la integridad y autenticidad del presente documento consulte en el sitio web: http://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Micrositio/Certificaci%C3%B3n%20de%20Vigencia%20de%20Ingenier%C3%ADa indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA – COPNIA
Calle 78 N° 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

Fuente: Consultor.

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
Documento: V 001	Fecha: marzo 2026	

Figura 14. Certificado de especialista.



Fuente: Consultor.

JONH EDUER SOCADAGUI G
Ingeniero Civil
Especialista en Aguas y Saneamiento



E-mail: jesocadagui@gmail.com
Calle 78ª # 11B-56 Paseo San Francisco Etapa 2

	DISEÑO RESERVORIO LOMAS DE GUAGUARCO EN EL MUNICIPIO DE COYAIMA - DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	
	Documento: V 001	Fecha: marzo 2026

Figura 15. Tarjeta profesional – Consultor.

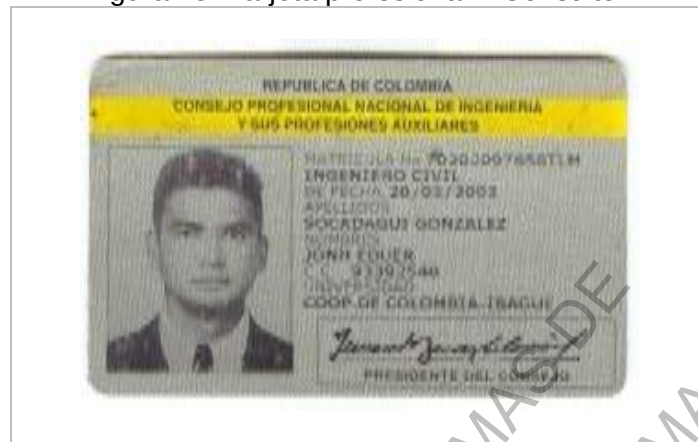


Figura 16. Cedula Especialista.

