

1. ASPECTOS FISICOS

El medio físico es un ente activo dentro de la organización de la naturaleza, pero en algunas ocasiones es considerado como carente de movimiento. Aunque su dinámica no es perceptible a la escala de nuestros ojos, si constituye el principal medio para identificar y separar cartográficamente las diversas variables que corresponden a aquellos componentes involucrados con el medio natural y que afectan otras dimensiones, tales como la económica, social y cultural, formadoras de nuestro cotidiano vivir.

1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA

El Municipio de Carcasí se encuentra ubicado en la parte sur – oriental del departamento de Santander, sobre la cordillera oriental y cubre parte de la cuenca media del río Chicamocha.

Las coordenadas geográficas de sus puntos extremos son:

X = 1.239.500 – 1.217.800

Y = 1.155.000 - 1.176.000

Su cabecera municipal está localizada a los 06° 37´ 48” de Latitud Norte y 72° 37´ 46” de longitud Oeste a una altura de 2.080 m.s.n.m, una precipitación media de 1540 mm al año. Su extensión aproximada es de 261,88 Km², el casco urbano se encuentra a 2.080 m.s.n.m, la temperatura promedio es de 17°C.



1.2 LIMITES

El Municipio de CARCASÍ Geográficamente está limitado por el norte por el municipio de Concepción; por el este con el municipio de Chiscas (Boyacá); por el sur con los municipios de Chiscas (Boyacá), Macaravita y San Miguel; por el oeste con los municipios de Enciso y Concepción.

La conformación Político administrativa está compuesta por las siguientes Veredas y un Corregimiento:

- Corregimiento de El Tobal
- Vereda Centro
- Vereda Victarigua
- Vereda Bavega
- Vereda Páramo
- Vereda Sirguaza
- Vereda Petaquera
- Vereda San Luis
- Vereda Ropejo
- Vereda San Jacinto
- Vereda Quebrada Honda
- Vereda Saucará
- Vereda Buena Vista

1.3 VIAS DE ACCESO

El principal acceso desde la capital del departamento de Santander se realiza por la vía Bucaramanga – Málaga – San José de Miranda - Enciso - Carcasí. El trayecto Bucaramanga – Málaga (más exactamente los Curos – Málaga) son 140 Kms de carretera destapada con gran cantidad de derrumbes, consecuencia de la falta de mantenimiento, abandono y la exposición a fenómenos naturales tales como: lluvias, clima y geología.

2. CLIMA

2.1 ASPECTOS HIDROCLIMÁTICOS

El clima de una región, se puede denominar al conjunto y frecuencia de las condiciones del estado del tiempo con sus variaciones estacionales. Entendiendo por estado del tiempo como el estado de la capa inferior de la atmósfera en un punto geográfico y en un momento dado, caracterizado por los valores de los elementos meteorológicos, entre ellos: temperatura del aire, dirección y velocidad del viento, cantidad y forma de las nubes, cantidad y forma de la precipitación, la presión atmosférica, humedad del aire, estado del suelo, brillo solar, etc. Entre ellos sobresalen la precipitación y la temperatura, por cuanto nos permiten clasificar y zonificar el clima para un territorio dado.

Los factores asociados al relieve, como la altitud sobre el nivel del mar, formas del relieve y su orientación pueden generar variaciones del clima localmente, mientras que la cobertura vegetal es causa y efecto del clima que sirve además como base de clasificación del mismo.

Desde el punto de vista físico biótico el clima es determinante en la evolución de los suelos y paisaje. Además nos da el grado de amenaza natural que pueda tener una región y desde el punto de vista socioeconómico induce a tomar las decisiones sobre el uso de la tierra.

Para el análisis climático del municipio de Carcasí se tomó la información meteorológica suministrada por el IDEAM, de las estaciones allí ubicadas, como de las más cercanas a su área de influencia. En la Tabla No.1 se muestran las estaciones analizadas. En el caso de la temperatura se aplicó el gradiente de la atmósfera estándar para inducir los valores correspondientes a las elevaciones que se encuentran en el área municipal, que van desde los 1500 a los 4000 m.s.n.m.

Tabla N° 1. Estaciones del IDEAM en el área de estudio

ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	COORDENADAS			VARIABLE	PERÍODO DE LA SERIE
			LATTUD	LONGITUD	ALTIUD	TIPO	PROMEDIO
Capitanejo	2403526	CO	06°32'	72°41'	1060	PRECIPITACIÓN, MM	1973 – 2003
						TEMPERATURA, °C	1973 – 2003
Tinagá	2403527	CO	06°51'	72°42'	2698	PRECIPITACIÓN, MM	1973 – 2003
						TEMPERATURA, °C	1973 – 2003
Málaga	2403095	PG	06°42'	72°44'	2237	PRECIPITACIÓN, MM	1973 – 2003
Páramo	2403068	PG	06°39'	72°35'	2310	PRECIPITACIÓN, MM	1974 – 2003
Macaravita	2403029	PM	06°30'	72°36'	1856	PRECIPITACIÓN, MM	1958 – 2003

Fuente de datos: IDEAM

PM – Estación pluviométrica.

CO - Estación Climatológica Ordinaria

PG _ Estación pluviográfica

2.1.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.

Para tal efecto se tendrá en cuenta el análisis de los siguientes factores:

Análisis de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) como factor determinante del clima en el Trópico, así como la ubicación geográfica del territorio y sus accidentes naturales, como factores asociados a la variación espacial de las distintas variables meteorológicas. Determinación de los índices de humedad, aridez e hídrico según la metodología de C. W. Thornthwaite.

2.1.1.1 Distribución espacial de la precipitación. Tres factores determinan principalmente el régimen de la precipitación, según la escala de afectación o influencia. El primero de carácter global o de macroclima, un segundo de carácter regional y el tercero del orden local o de microclima.

El primer factor se origina o tiene que ver con la circulación general de la atmósfera en los trópicos que da lugar a la llamada Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). La convergencia se produce en gran escala, cuando los vientos alisios de los dos hemisferios se encuentran en una estrecha zona. En general, los alisios de los dos hemisferios están separados por una ancha banda de calmas ecuatoriales, pero en ciertas regiones los alisios del nordeste y del sudeste circulan próximos unos a otros.

La ZCIT se caracteriza por un mal estado del tiempo que se manifiesta en una gran superficie. El desarrollo vertical de las nubes se extiende a todo el espesor de la troposfera en los trópicos alcanzando altitudes de 17 kilómetros o más. La base de las nubes puede descender a algunas centenas de metros, e incluso a nivel de la superficie del suelo. En general, se producen fuertes lluvias, tormentas y vientos locales de alguna magnitud.

Durante el mes de enero la ZCIT se encuentra en su posición más meridional o sur. Durante el mes de abril se halla sobre el centro del territorio nacional avanzando hacia el norte, de tal suerte que el área comienza a sentir los efectos del primer período lluvioso del año, extendiéndose durante el mes de mayo y parte del mes de junio.

Durante el mes de julio y agosto la zona de convergencia se localiza en su posición más septentrional, fuera del territorio nacional, generando la época seca de mitad de año. A partir de esos meses avanza nuevamente hacia el sur, originando un segundo período de lluvias sobre el territorio municipal durante los meses de septiembre, octubre y noviembre. De esta manera, se originan dos períodos de lluvia, con uno seco intermedio durante los meses de julio y agosto y un segundo más seco que el anterior, durante los meses de diciembre, enero, febrero y parte de marzo. Las condiciones anotadas corresponden a unos valores medios históricos que pueden ser alterados por comportamientos muy particulares de la atmósfera, durante el desarrollo de los eventos cálidos o fríos sobre el océano Pacífico tropical que dan origen a los fenómenos climáticos conocidos como El Niño y La Niña, respectivamente.

Un segundo factor de tipo regional obedece a la circulación de vientos regionales en interacción con el carácter montañoso del relieve, dando lugar a la circulación valle montaña, que transporta humedad desde la parte oriental del país descargándola sobre la cordillera oriental. Sin embargo, la mayor parte de la humedad se queda en el flanco oriental pasando al costado occidental solo un bajo porcentaje de la misma.

El tercer factor, de origen local es causado por el carácter particular del relieve, en especial la orientación de los valles y vertientes que generan precipitaciones muy localizadas o sectorizadas.

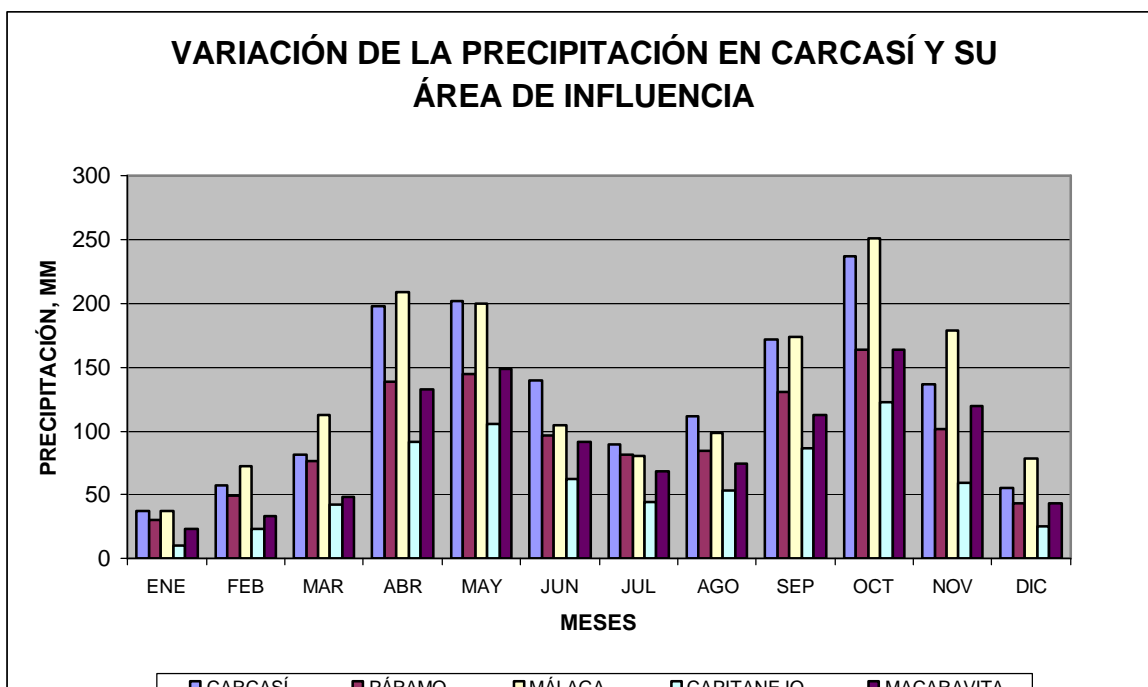
De esta manera, a nivel espacial, tenemos un régimen muy típico del carácter orográfico de la precipitación asociado a la variación interanual de la Zona de Convergencia Intertropical.

Para el área municipal de Carcasí se construyó el mapa de isoyetas con base en los registros de las estaciones PM Carcasí y PG Páramo, así como de la más cercanas, observándose la siguiente situación. El área está enclavada en el sector oriental de Santander, con un máximo de 1517 milímetros en el municipio de Carcasí, disminuyendo tanto hacia la parte alta, como hacia la baja, donde, en Capitanejo, se observa uno de los mínimos de precipitación en Santander.

2.1.1.2 Distribución temporal de la precipitación. Como se anotó anteriormente, la ZCIT explica también el carácter temporal del régimen de lluvias. Con base en las estaciones situadas en el área de influencia municipal se observa la siguiente variación temporal. Un máximo en los meses de abril, mayo y junio, y, un segundo máximo para los meses de septiembre, octubre y noviembre. En la figura No.1 se muestran los valores medios de la precipitación de acuerdo con los registros de las estaciones allí localizadas, como de las circunvecinas tomadas como referencia.

Los valores mínimos, por su parte, corresponden a los meses de enero, febrero, marzo, julio, agosto y diciembre.

Figura N° 1. Precipitación media anual



FUENTE: Estaciones del IDEAM, según tabla N° 1

2.1.2 Distribución espacial y temporal de la temperatura. En las regiones tropicales, la variación de la temperatura a lo largo del año es menor que en las regiones templadas. Esto proviene, principalmente, de que el sol no se aleja mucho del cenit. Adicionalmente, los océanos ocupan la mayor parte de las regiones tropicales. Las variaciones de temperatura de los océanos son muy pequeñas, menores a tres grados centígrados, en casi todas las regiones tropicales. Incluso, sobre los continentes, la amplitud de la variación de la temperatura media mensual es inferior a 10 grados centígrados.

El comportamiento de la temperatura está influido básicamente por la variación diurna y los cambios en altitud debido a la orografía.

Por cuanto en el área municipal no se cuenta con estaciones medidoras de la temperatura, se asumió el gradiente medio de disminución de la temperatura en la troposfera igual a $-0.7^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, para calcular los valores medios a distintas elevaciones; y, tomando como base los datos aportados por estaciones vecinas fijadas como apoyo, en particular las estaciones meteorológicas de Capitanejo y Granja Tinagá, en el municipio de El Cerrito, teniendo en cuenta su ubicación latitudinal y altitudinal próximos a la zona.

Tabla N° 2. Temperatura media

TEMPERATURA MEDIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Capitanejo 1060 msnm	26.2	26.2	26.4	25.9	25.3	25.2	25.3	25.2	25.0	24.4	25.1	25.6
Granja Tinagá 2698 msnm	13.8	13.9	13.8	13.8	13.7	13.4	13.1	13.1	13.1	13.1	13.4	13.6

FUENTE: IDEAM. El promedio corresponde a los años señalados en la tabla N° 1

El gradiente de temperatura se obtiene mayor al observado para la atmósfera estándar ($-0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) debido a las características climáticas de la zona donde se halla ubicado el municipio de Capitanejo.

Teniendo en cuenta que el área municipal tiene elevaciones comprendidas entre los 1500 msnm, en la parte baja, se puede dar una fórmula para el cálculo de la temperatura media mensual con base en los datos de la estación de la Granja Tinagá de la siguiente forma: $T_2 = T_1 + 0.007^{\circ}\text{C}/\text{m}*(Z_1 - Z_2)\text{m}$; dónde: T_2 ,

temperatura a determinar; T_1 , temperatura en la estación Granja Tinagá, en °C; Z_1 y Z_2 , sus alturas correspondientes en metros.

Se deducen, por consiguiente, los siguientes valores para el área municipal de Carcasí:

Tabla Nº 3. Temperatura media para diferentes elevaciones, municipio de Carcasí.

TEMPERATURA MEDIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
a 1500 msnm	22.2	22.3	22.2	22.2	22.1	21.8	21.5	21.5	21.5	21.5	21.8	22.0
a 2000 msnm	18.7	18.8	18.7	18.7	18.6	18.3	18.0	18.0	18.0	18.0	18.3	18.5
a 2500 msnm	15.2	15.3	15.2	15.2	15.1	14.8	14.5	14.5	14.5	14.5	14.8	15.0
a 3000 msnm	11.7	11.8	11.7	11.7	11.6	11.3	11.0	11.0	11.0	11.0	11.3	11.5
a 3500 msnm	8.2	8.3	8.2	8.2	8.1	7.8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.8	8.0
a 4000 msnm	4.7	4.8	4.7	4.7	4.6	4.3	4.0	4.0	4.0	4.0	4.3	4.5

De acuerdo al mapa de isotermas construido se observa una variación de la temperatura media de 22.0 grados centígrados en la parte baja a 4.5 grados centígrados en la parte alta. Es decir, una diferencia de 17.5 grados entre las dos zonas. Para el cálculo de las temperaturas máximas y mínimas podemos asumir una oscilación de 10.0 °C alrededor de la media, de acuerdo al comportamiento de la temperatura en la zona Andina Colombiana.

2.1.3 Evapotranspiración potencial. La evapotranspiración potencial se define como las pérdidas máximas de agua que puede tener un suelo cubierto de vegetación si tuviera en todo momento la humedad suficiente para suplir esta demanda. Se calcula mediante fórmulas que involucran los diferentes elementos meteorológicos. Para nuestro caso se utilizó la fórmula de Thornthwaite, una de las recomendadas por la FAO.

Tabla N° 4. Valores de evapotranspiración potencial fórmula de Thornthwaite, para las elevaciones señaladas.

ELEVACION, MSNM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	71.3	65.0	71.3	69.0	70.5	66.2	66.3	66.3	64.2	66.3	66.2	70.2
3000	54.0	49.2	54.0	52.2	53.5	50.2	50.3	50.3	48.7	50.3	50.2	52.9
4000	46.2	42.3	46.2	44.7	45.5	42.2	41.5	41.5	40.2	41.5	42.2	44.9

Para un total anual de 812.6, 615.8 y 518.8 milímetros a 2000, 3000 y 4000 msnm, respectivamente.

2.1.4 BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico de una región es importante por cuanto nos permite evaluar como es su régimen de humedad y cual es la disponibilidad de la misma durante el año y por consiguiente estimar los excesos y déficits de agua, tanto espacial como temporalmente. De acuerdo con estos balances se puede hacer la planeación de cultivos teniendo en cuenta su demanda de humedad.

2.1.4.1 BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO.

Este balance nos muestra las condiciones medias de humedad en una zona y se utiliza para la clasificación climática. Para el presente caso se utilizarán como datos de precipitación los valores medios mensuales deducidos a partir de la información registrada en las estaciones dadas en la tabla N° 1 y de acuerdo a la metodología de Thornthwaite se hará la clasificación climática respectiva.

Siendo el clima un condicionante del desarrollo de las plantas, una explotación técnica exige una agrupación de las tierras que presenten condiciones climáticas similares y en lo posible que ella proporcione indicativos sobre la humedad disponible para el uso de los cultivos. La clasificación de Thornthwaite es independiente de índices deducidos de la fisionomía vegetal, constituyendo una orientación nueva ya que los índices que necesita se establecen con valores de elementos del clima mismo y presenta grandes ventajas sobre casi todos los demás sistemas de clasificación climática.

Con esta clasificación, el autor propone un nuevo elemento climatológico: la evapotranspiración potencial, definida como la cantidad de agua que se podría evaporar de la superficie del suelo y la que transpirarían las plantas si el suelo estuviera a capacidad de campo, es decir, si tuviera un contenido máximo (óptimo) de humedad. Thornthwaite hace notar que la importancia de la precipitación sobre la vegetación depende no solamente de su cantidad sino también del valor de la evaporación; si la evaporación es grande será utilizable una cantidad mayor de precipitación que en el caso en que la evaporación sea pequeña.

Thornthwaite estableció un método de clasificación climática que introduce el concepto de evapotranspiración potencial, como el elemento principal para definir sus clases climáticas considerando además la transpiración de las plantas. Es

decir, que el esquema del ciclo hidrológico es más completo y por ende, una vez realizado, puede definirse con más certeza si una región es húmeda o seca.

Thornthwaite estableció una fórmula para el cálculo de la evapotranspiración potencial mensual en milímetros que depende de la temperatura media mensual, en °C, del índice calórico anual, I, y de la latitud del lugar.

$$Et = 16 \left(\frac{10}{I} \right)^a$$

En donde:

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 179 \times 10^{-4} I + 0.49239$$

Para calcularla es necesario, por lo tanto, definir primero el índice calórico anual que está dado por la expresión:

$$I = \sum i_j, \text{ desde } j=1 \text{ hasta } j=12,$$

i : es el índice calórico mensual, obtenido de la expresión:

$$i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

Ep se calcula multiplicando Et por un factor de corrección F que depende de la latitud del lugar.

$$Ep = Et \times F$$

Los términos involucrados en el balance hídrico y en la clasificación climática se exponen a continuación:

Almacenamiento de agua útil (A): Existe cuando la precipitación (P) es mayor que E_p , quedando una reserva de humedad que se acumula mes a mes y no puede ser superior a la capacidad de campo.

Exceso (E): Existe si la precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial y hay un sobrante de agua una vez completado el almacenamiento en el suelo. A la suma de los excesos producidos mes a mes durante todo el año se denomina exceso anual (E).

Deficiencia (D): Cuando la precipitación es menor a la evapotranspiración potencial, se evapora y transpira toda el agua precipitada; la cantidad que hace falta para completar el total de E_p , se toma del almacenamiento y, si aún así no se completa el valor de E_p , el faltante se considera como deficiencia anual (D).

Evapotranspiración real (E_r): Es la evapotranspiración que realmente, según el método, ocurre en función del agua disponible (precipitación más almacenamiento); máximo puede ser igual a la potencial.

Relación de humedad (RH): Está dada por la siguiente expresión:

$$RH = \frac{P - E_p}{E_p}$$

Índice de humedad (Ih): Está dado por la relación entre el exceso anual y la evapotranspiración potencial anual; expresado en porcentaje:

$$Ih = \frac{E}{E_p} \times 100$$

Índice de aridez (Ia): Está dado por la relación entre la deficiencia anual y la evapotranspiración potencial anual, expresado en porcentaje:

$$Ia = \frac{D}{Ep} \times 100$$

Estos índices son consecuencia del dominio de elementos durante cierta época del año, que nos determinan la variación estacional de la humedad efectiva.

Factor de humedad (Fh): En ésta expresión, se hace una consideración anual del comportamiento de los elementos climáticos, utilizando para ello el 100% del índice de humedad y el 60% del índice de aridez:

$$Fh = Ih - 0.6Ia$$
$$Fh = \frac{100E - 60D}{Ep}$$

Sí, $Fh \geq 0 \Rightarrow$ clima húmedo

Sí, $Fh < 0 \Rightarrow$ clima seco

El factor de humedad es el criterio fundamental para determinar los nueve tipos climáticos mayores que aparecen en la tabla N° 5 (A, B₄, B₃, B₂, B₁, C₂, C₁, D y E). Puesto que el factor adimensional puede oscilar entre -60 y más de 100, Thornthwaite fijó como climas secos aquellos con un $Fh < 0$, climas húmedos aquellos que tienen factores de humedad que oscilan entre 0 y 100, y todos aquellos que sobrepasan el valor de 100 se han denominado climas súper húmedos.

Tabla N° 5. Factor de humedad para definir los tipos de clima.

FACTOR DE HUMEDAD (Fh)	SÍMBOLO	TIPO CLIMÁTICO
100.1 y más	A	Superhúmedo
80.1 a 100.0	B ₄	Muy húmedo
60.1 a 80.0	B ₃	Húmedo
40.1 a 60.0	B ₂	Moderadamente húmedo
20.1 a 40.0	B ₁	Ligeramente húmedo
0.1 a 20.0	C ₂	Semihúmedo
-20.0 a 0.0	C ₁	Semiseco
-40.0 a -20.1	D	Semiárido
-60.0 a -40.1	E	Árido

La segunda letra de la clasificación se otorga considerando la variación estacional de la humedad efectiva y son los índices de humedad o aridez los utilizados para tal efecto. Para los climas A, B, en todos sus rangos y C₂, la variación estacional de la humedad la determina el Ia, y para los climas C₁, D y E se utiliza el Ih (tabla N° 6).

Tabla N° 6. Índice de aridez (Ia) e hídrico (Ih) para definir los subtipos climáticos según Thornthwaite

ÍNDICE EN % (Ia)	SÍMBOLO	DEFICIENCIA DE AGUA
0.0 a 16.7	r	Poco o nada
16.7 a 33.3	s	Moderado en verano
16.7 a 33.3	w	Moderado en invierno
Mayor a 33.3	s ₂	Grande en verano
Mayor a 33.3	w ₂	Grande en invierno
=====		
ÍNDICE EN % (Ih)	SÍMBOLO	SUPERÁVIT DE AGUA
=====		
0.0 a 10	d	Poco o nada
10 a 20	s'	Moderado en verano
10 a 20	w'	Moderado en invierno
Mayor a 20	s' ₂	Grande en verano
Mayor a 20	w' ₂	Grande en invierno

La tercera letra está dada por el carácter térmico expresado en la evapotranspiración potencial, la cual se calcula en función de la temperatura media mensual, para Thornthwaite esto constituye un índice de eficiencia termal, según se muestra en la tabla N° 7.

Tomando como base una temperatura de 23.0 °C sin producirse variaciones importantes durante el año en la zona ecuatorial, la evapotranspiración potencial anual (Ep) es de 1140 mm, índice utilizado para separar las regiones mesotermales de las megatermales. Las regiones que siguen de la mesotermal son deducidas por medio de una progresión aritmética descendente a partir del valor 1140 mm.

Tabla N° 7. Índice de eficiencia termal que define la tercera letra.

Ep (mm)	Símbolo	Clima
----- 142	E'	Hielos
----- 285	D'	Tundra
----- 427	C' ₁	Microtermal
----- 570	C' ₂	
----- 712	B' ₁	Mesotermal
----- 855	B' ₂	
----- 997	B' ₃	
----- 1140	B' ₄	
-----	A'	Megatermal

La cuarta y última letra de la clasificación, se define por medio de la denominada concentración estival de la eficiencia termal (CE). Esta es una expresión en porcentaje de la suma de la evapotranspiración potencial de tres meses consecutivos con temperatura media mensual más alta (E_{pi}), respecto a la evapotranspiración potencial total anual (E_p).

$$CE = \sum \frac{E_{pi}}{E_p} \times 100 \quad \text{donde } i, \text{ va de } 1 \text{ a } 3$$

La concentración estival se define teniendo en cuenta, que en el Ecuador la temperatura media no presenta grandes variaciones a través del año y por lo tanto

se considera constante. Luego, cualquier agrupación de tres meses representa más o menos un 25% del valor total anual. A medida que nos acercamos a los polos, tal concentración va aumentando gradualmente hasta llegar a 100 %, tabla N° 8.

Tabla N° 8. Concentración estival para definir la cuarta letra del tipo Climático según Thornthwaite

Porcentaje (CE)	Símbolo
48.0	a'
51.9	b' ₄
56.3	b' ₃
61.6	b' ₂
68.0	b' ₁
76.3	c' ₂
88.0	c' ₁
	d'

Para un sitio determinado el tipo de clima se denomina de acuerdo a los cuatro tipos de letras encontrados aplicando la metodología anteriormente expuesta.

Para el municipio de Carcasí se realizaron tres balances. Zonas baja, media y alta, como se muestra a continuación en las tablas 9, 10 y 11.

Parte baja (2000msnm):

Tabla N° 9. Balance hídrico Zona baja, 2000 msnm.

BALANCE HÍDRICO MUNICIPIO DE CARCASÍ

ALMACENAMIENTO 100.0 MM

ZONA BAJA MUNICIPAL

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PR. MEDIA, mm	29.3	45.1	64.6	156.5	159.9	110.3	71.0	88.3	135.8	187.2	108.2	43.8	1200.0
ETP, mm	71.3	65.0	71.3	69.0	70.5	66.2	66.3	66.3	64.2	66.3	66.2	70.2	812.8
PER. ALMAC	30.9	8.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.4	68.1
ALMACENAM	42.7	34.2	31.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	73.6	
ETR, mm	60.2	53.6	66.9	69.0	70.5	66.2	66.3	66.3	64.2	66.3	66.2	70.2	785.9
DÉFICITS	11.1	11.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.9
EXCESOS	0.0	0.0	0.0	19.4	89.4	44.1	4.7	22.0	71.6	120.9	42.0	0.0	414.1
R= ETR/ETP	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

PR. MEDIA: Precipitación media

ETP: Evapotranspiración potencial

PER. ALMAC: Pérdidas de almacenamiento

ETR. Evapotranspiración real

Tenemos: $F_h = \frac{100E - 60E}{ETP} = 49.0$ indicativo de un factor de humedad:

Moderadamente Húmedo (B_2)

Índice de aridez: $I_a = \frac{D}{ETP} \times 100 = 3.3$ indicativo de poca o ninguna deficiencia de

agua (r)

índice de eficiencia termal: mesotermal (B'_2)

Concentración estival: a'

De la misma manera tenemos para la zona media:

Tabla N° 10.

Balance hídrico Zona media, 3000 m.s.n.m

ALMACENAMIENTO 100.0 MM

ZONA MEDIA MUNICIPAL

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PR. MEDIA, mm	26.9	41.3	59.2	143.6	146.6	101.1	65.0	80.9	124.5	171.5	99.2	40.2	1100.0
ETP, mm	54.0	49.2	54.0	52.2	53.5	50.2	50.3	50.3	48.7	50.3	50.2	52.9	615.8
PER. ALMAC	23.7	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	41.4
ALMACENAM	63.6	58.6	63.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	87.3	
ETR, mm	50.6	46.3	54.0	52.2	53.5	50.2	50.3	50.3	48.7	50.3	50.2	52.9	609.5
DÉFICITS	3.4	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3
EXCESOS	0.0	0.0	0.0	55.2	93.1	50.9	14.7	30.6	75.8	121.2	49.0	0.0	490.5
R= ETR/ETP	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

PR. MEDIA : Precipitación media

ETP: Evapotranspiración potencial

PER. ALMAC: Pérdidas de almacenamiento

ETR. Evapotranspiración real

Fh = 79.0 indicativo de un clima húmedo (B₃); poca o ninguna deficiencia de agua (r); mesotermal (B'₁); índice de concentración estival a'.

Para la parte alta se tiene:

Tabla N° 11.

Balance hídrico Zona alta, 4000 msnm.

BALANCE HÍDRICO MUNICIPIO DE CARCASÍ

ALMACENAMIENTO 100.0 MM

ZONA ALTA MUNICIPAL

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PR. MEDIA, mm	24.4	37.6	53.8	130.5	133.3	91.9	59.1	73.5	113.2	156.0	90.2	36.5	1000.0
ETP, mm	46.2	42.3	46.2	44.7	45.5	42.2	41.5	41.5	40.2	41.5	42.2	44.9	518.9
PER. ALMAC	20.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	31.8
ALMACENAM	71.6	68.2	75.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.6	
ETR, mm	44.4	41.0	46.2	44.7	45.5	42.2	41.5	41.5	40.2	41.5	42.2	44.9	515.8
DÉFICITS	1.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
EXCESOS	0.0	0.0	0.0	61.6	87.8	49.7	17.6	32.0	73.0	114.5	48.0	0.0	484.2
R= ETR/ETP	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

PR. MEDIA : Precipitación media

ETP: Evapotranspiración potencial

PER. ALMAC: Pérdidas de almacenamiento

ETR. Evapotranspiración real

Fh = 93.0 indicativo de un clima muy húmedo (B₄); poca o ninguna deficiencia de agua (r); microtermal (C'₂); índice de concentración estival a'.

2.1.5 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

La clasificación se hace de acuerdo con los planteamientos de varios autores como Thornthwaite, que involucra el índice o factor de humedad; Caldas Lang que utiliza la relación precipitación sobre temperatura media anual y Holdridge de acuerdo al diagrama de las zonas de vida. Estas se muestran en la tabla N° 12.

Según la tabla de clasificación climática se analiza que el cambio en la tendencia puede ocurrir de acuerdo al comportamiento anual de la precipitación, analizando años individuales. En la figura N° 2 se muestra el índice hídrico de Thornthwaite, especialmente útil para fines agroclimáticos debido a que involucra parámetros tales como la evapotranspiración potencial y la oferta hídrica y evalúa su Comportamiento temporal. El índice se calcula según la ecuación:

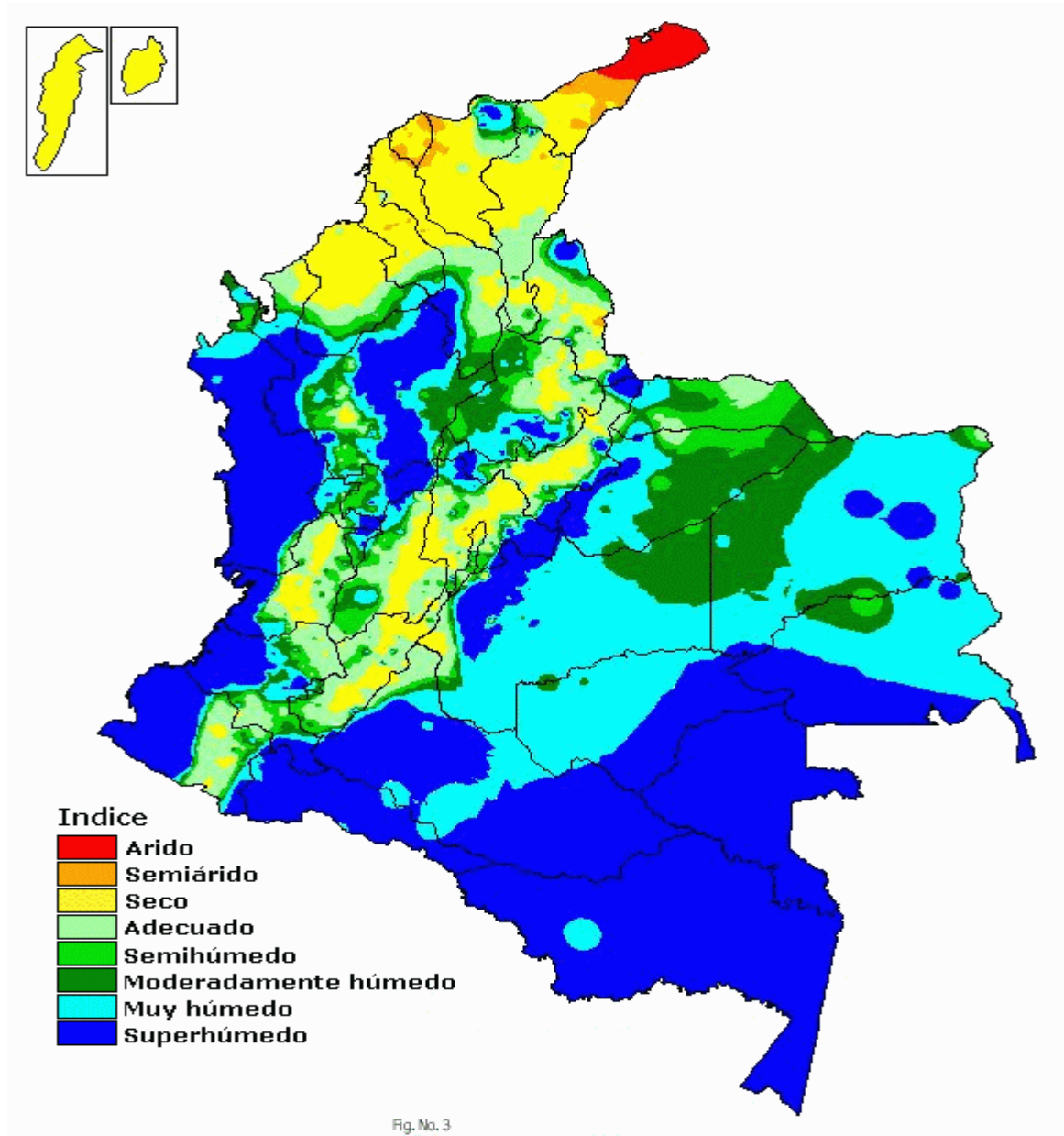
$$HI = \frac{100xE - 60xD}{ETP}, \text{ en donde,}$$

- HI - índice hídrico de Thornthwaite,
- E - exceso anual, D - déficit anual y
- ETP - evapotranspiración potencial anual.

Tabla N° 12. clasificación climática. Municipio de Carcasí.

ZONA	MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN			
	THORNTHWAITE	CALDAS LANG	HOLDRIDGE	IDEAM
Zona Baja (2000 msnm)	Moderadamente húmedo, con excesos de abril a noviembre, poca o nula deficiencia de agua, mesotermal, con baja concentración estival (B2rB'2a').	Templado Semihúmedo (sh).	Bosque húmedo Subtropical (bh -ST) o Premontano	Adecuado. Con excesos de 0 a 500 mm/año.
Zona Media (3000 msnm)	Húmedo, con excesos de abril a noviembre, poco o ninguna deficiencia de agua, mesotermal, con baja concentración estival (B3rB'1a')	Páramo Bajo Semihúmedo (sh)	Bosque húmedo Templado Frío o Montano (bh-M)	Adecuado. Con excesos de 0 a 500 mm/año.
Zona Alta (4000 msnm)	Muy húmedo, con excesos de abril a noviembre, poco o ninguna deficiencia de agua, microtermal, con baja concentración estival (B4rC'2a')	Páramo Alto Superhúmedo (SH)	Páramo Subalpino (p - SA)	Adecuado. Con excesos de 0 a 500 mm/año.

Figura Nº 2. Índice hídrico de Thornthwaite



En la figura Nº 2 se muestra el índice de humedad de acuerdo a la fórmula de Thornthwaite, tomado de la página de internet del IDEAM, para todo el territorio nacional. En conclusión, se puede observar que la oferta de humedad para el área municipal es adecuada para los meses de abril a noviembre. En los meses de enero, febrero, marzo y diciembre se puede presentar déficit, y, durante julio y agosto la oferta hídrica puede estar restringida.

2.2 HIDROLOGIA

2.2.1 Generalidades

La hidrografía del municipio de Carcasí ha influido de manera importante en el relieve quebrado de su territorio, cuyas pendientes han sido moldeadas por la fuerza y velocidad de las corrientes que atraviesan el municipio.

La hidrografía del municipio comprende dos grandes cuencas, la del río Magdalena y la del río Arauca, ya que en la parte alta de la cordillera oriental se divorcian las aguas.

Siguiendo en orden descendente corresponde al río Magdalena la cuenca del río Sogamoso, la subcuenca del río Chicamocha y las microcuencas del río Servita que a su vez recibe las aguas de los ríos Tunebo Alto, Petaquero, Ollera, Tunebo Bajo y las quebradas El Colmillo y Supari.

Igualmente al río Arauca confluye la cuenca del río Margua, la subcuenca del río Valegia y la microcuenca del río Sartaneja. (Ver mapa hidrográfico).

Estas corrientes nacen en las partes altas de la cordillera oriental, y atraviesan el municipio de nororiente a suroccidente. La morfología entre las microcuencas Tunebo Alto, Petaquero y Ollera es de tipo subparalelo y tienen una longitud que oscila entre 14 y 17 Km aproximadamente; el tipo de drenaje entre los afluentes que alimentan las microcuencas son de tipo subdendritico de densidad media.

Tabla No. 13. RED HIDROGRAFICA DEL MUNICIPIO DE CARCASI

GRAN CUENCA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCAS	
Río Magdalena	Río Sogamoso	Río Chicamocha	Río Servita	R. Tunebo Alto R. Petaquero R. Ollera R. Tunebo Bajo Q. El Colmillo Q. Suparí
R. Arauca	R. Margua	R. Valegia	R. Sartaneja	

2.2.2 Descripción de las Microcuencas

2.2.2.1 Microcuenca del Río Tunebo Alto. Esta microcuenca esta ubicada al norte del municipio y comprende parte de esta las veredas Páramo, Bavega y Victarigua con sectores Garbanzal y Victarigua.

La microcuenca nace en la cuchilla de Siachoque al norte del municipio, los cauces principales son quebradas Agua Tendida y Cimarrona. La primera se forma de las quebradas Romeral y Blanquitos; a su vez la Cimarrona se forma de las quebradas Colorados y Chochal. Mas abajo recibe las quebradas Laguna Negra y el Bejuco por la margen oriental y por la margen izquierda recibe abundantes cauces de menor longitud; el tipo de drenaje es subdendritico poco denso.

En el sector del Tobal recibe las aguas de la quebrada el Rosal que a su vez se forma de la quebradas Alisal, Canillas y Palo Largo; estos afluentes presentan un tipo de drenaje subparalelo.

En general la microcuenca tiene un área aproximada de 7651,63 Has.; la longitud de su cauce principal es de 15.0 Km y la pendiente promedio es de 14.6%. La forma de la microcuenca es ovalada.

2.2.2.2 Microcuenca del Río Petaquero. El área de esta microcuenca es de 6138,11 Hectáreas. Está localizada hacia la margen oriental del municipio. En su totalidad se ubica en la provincia climática fría en las veredas Petaquera, Sirguaza y parte de Páramo. Nace en la cuchilla de Palencia situado a 4.000 m.s.n.m., mediante dos vertientes Piedrancha y Palencia; la primera esta formada por la quebradas Ventanas y Corralitos. La quebrada Palencia nace en la laguna del mismo nombre y recibe las aguas de la quebrada Chorote que nace en la Laguna Chorote.

Aguas abajo recibe las quebradas Los Reyes, La Vega, Piedrón, Los Yugos y las cañadas Pajunal, Caimitos, Judía, Copial y Monteros que en general son afluentes menores de 3.0 Km que forman un drenaje subdendritico poco denso.

El cauce principal se desplaza en una trayectoria nororiente – suroccidente, la mayor parte de su curso corren las aguas por cañones profundos hasta desembocar en el río Tunebo. Las características de esta microcuenca son longitud 15.4 Km; la pendiente promedios es de 10.4%; la forma es rectangular.

2.2.2.3 Microcuenca del Río Ollera. Esta microcuenca está localizada al Suroriente del municipio y ocupa las veredas San Luis, Petaquera en los sectores Astillal, Colorados y Los Cinchos, ocupa una extensión de 4708,54 Has.

La microcuenca nace en el filo de Las Guerras, situado a 3.800 m.s.n.m, en este sitio se desprende las quebradas Caja de Agua, en su recorrido en dirección oriente – occidente recibe los siguientes afluentes: Cascajal, Sabaneta, Palehito, Llano Grande, Hato Viejo y otros innominados de menor longitud. Desemboca en el río Tunebo.

En el sitio Astillal recibe las aguas de la quebrada Gavilán que se forma de las quebradas Los Colorados y La Palma, aguas abajo confluye la quebrada El Vallao.

El tipo de drenaje es subdendritico poco denso. Sus características están definidas por una longitud de 11.4 Km en su cauce principal y una pendiente promedio de 13.5%. Tiene una forma ovalada.

2.2.2.4 Microcuenca del Río Tunebo Bajo. Esta microcuenca agrupa una serie de drenajes que por su longitud y extensión tienen una morfometría que no permite una división específica.

Se localiza en la parte inferior del río Tunebo y está conformado por vertientes a ambos lados del río y hace parte de las veredas El Centro, San Jacinto, Saucará, Quebrada Honda y el sur de Victarigua. Ocupa una extensión de 2913,10 Hectáreas.

La microcuenca presenta un flujo de sus aguas en dirección oriente – occidente y esta compuesto por los siguientes afluentes: por el norte recibe las quebradas:

Seca, Tejar, El Rincón y las cañadas: Estancia y Agua Tendida, hacia el sur confluye las quebradas Honda y Salado.

En general, presenta una densidad media, con un patrón de drenaje subparalelo. La microcuenca tiene una longitud de 8.1 Km en su cauce principal y una pendiente de 7.4%. Presenta forma redonda.

2.2.2.5 Microcuenca de la Quebrada El Colmillo. Esta microcuenca hace parte subcuenca del Río Servitá; está localizada al sur del municipio y comprende la parte occidental de la vereda San Jacinto y el sector Ropejo Bajo. Ocupa una extensión de 1819,93 Hectáreas. Nace en el sitio denominado Peña de los Bancos, sus aguas vierten en dirección de sur a norte y está conformada por las quebradas: Espejal, Calichal, Cañaveral, Ortegal y las cañadas: San José, Ramada y Pabellones y otros cauces menores.

El tipo de drenaje que se presenta es subdendritico, poco denso. Presenta una longitud de 6.6 Km y una pendiente de 18.1%. Tiene forma rectangular.

2.2.2.6 Microcuenca de la Quebrada Supari. La microcuenca esta localizada al occidente del municipio. Su nacimiento está ubicado en el Alto del Curubito a una altitud de 3.200 m.s.n.m y ocupa parte de las veredas Buena Vista y Saucará, la extensión es de 1178,07 Hectáreas.

Su caudal presenta una orientación de norte a sur y está conformado por la quebrada Montonera y Buenavista y las cañadas Montonera y Tablón. Las anteriores vertientes se distribuyen conformando un patrón de tipo subdendritico, poco denso.

Presenta una longitud de 8.0 Km y una pendiente de 21.8%. La forma es rectangular.

2.2.2.7 Microcuenca del Río Sartaneja. Se localiza al norte del municipio en límites con el municipio de Concepción. La microcuenca está comprendida por las quebradas de Enciso, La Reserva y la Peñuela en altitudes de 3.600 m.s.n.m., estos cauces desembocan en la Laguna Sartaneja que drena hacia el norte dando origen al río Sartaneja que pertenece a la subcuenca del río Valegia.

El río Sartaneja está conformado por las quebradas Obispo, El Martiño y Yuga en la margen sur al municipio de Carcasí y otros drenajes que corresponden al municipio vecino.

Los drenajes que convergen a la laguna Sartaneja son de tipo Centrípeto y de la laguna al norte es subdendritico, poco denso.

La microcuenca tiene una longitud de 8.1 Km dentro del municipio; la pendiente es de 4.9%. La forma es rectangular; la extensión es de 1778,7 hectáreas.

Tabla No. 14. Características de las Microcuencas

MICROCUENCA	AREA (Has)	LONGITUD (Kms)	PENDIENTE %	FORMA
Colmillo	1819,93	6.6	18.1	Rectangular
Tunebo Alto	7651,63	15	14.6	Ovalada
Tunebo Bajo	2913,10	8.1	7.4	Redonda
Ollera	4708,54	11.4	13.5	Ovalada
Petaquera	6138,11	15.4	10.4	Rectangular
Suparí	1178,07	8	21.8	Rectangular
Sartaneja	1778,7	8.1	4.9	Rectangular

Es importante anotar que para determinar los factores de riesgo por avenidas fuertes en los diferentes drenajes y para monitorear la capacidad de los acueductos se debe establecer un proyecto encaminado a la medición de los caudales principales.

2.2.3 LAGUNAS

Además de los ríos ya mencionados se encuentran algunas lagunas de origen tectónico cuya formación esta asociada con el plegamiento de la cordillera oriental (IGAC, 1.984).

La morfología corresponde a paisajes glaciarios los cuales han contando con la meteorización física y por la escorrentía; estos paisajes no tienen importancia desde el punto de vista pedológico, por cuanto carecen de suelo y la cobertura vegetal es escasa.

Estas lagunas están localizadas al oriente del Municipio en altitudes superiores a los 3.500 m.s.n.m. Entre las más importantes están: El Picacho, Curubita, Negra, Sartaneja.

Estas lagunas hacen parte de los humedales de páramo que son sistemas hidrobiológicos que cumplen una función ecológica de abastecimiento de bienes y servicios ambientales.

El estado actual de las lagunas de páramo es sostenible ya que por su ubicación no tiene intervención antrópica y cumple su función como reservorio natural.

Debido a la importancia ambiental se debería establecer un proyecto que conlleve a determinar sus características físicas, su profundidad y su capacidad de almacenamiento.