



2.3 CLIMATOLOGÍA

2.3.1 Elementos del Clima

Dado que no existen registros completos de información de los fenómenos de brillo solar, nubosidad, humedad relativa, recorrido del viento, evaporación y evapotranspiración y en otros casos no existe dicha información para el área de influencia del estudio, éste se fundamenta en el análisis de la información de precipitación y temperatura.

2.3.1.1 Precipitación

En relación directa con su carácter genético, el régimen hidrológico de las corrientes superficiales tiene similitud bien definida con el régimen de precipitaciones.

Se entiende por precipitación, el agua proveniente del vapor de agua de la atmósfera, depositada en la superficie de la tierra de cualquier forma, como son lluvia, granizo, rocío y nieve. Dado que en Colombia la contribución de las superficies cubiertas de nieves en el potencial hídrico total es insignificante, se considera que el régimen de la escorrentía superficial depende directamente del régimen de precipitaciones. Para nuestro caso tienen validez la lluvia y el granizo, ya que el rocío y la niebla son casi imposibles de medir y la nieve no se presenta en nuestro medio.

Para la caracterización de la Cuenca Mayor del Río Totare se determinaron doce (12) estaciones climatológicas, pluviométricas e hidrométricas instaladas por el IDEAM en la cuenca y aledañas a la misma. En la Tabla 2.24, se estipulan sus principales características (nombre de la estación, código, coordenadas, elevación y jurisdicción municipal entre otras), y con ellas se elaboraron los Polígonos de Thiessen como se indica en la Figura 2.8., donde se determina la influencia de cada una de las estaciones en la cuenca.

De acuerdo a la información suministrada por el IDEAM, se seleccionó el período comprendido entre el año 1987 y 2002. Como dicha información se encontraba incompleta y en climatología se trabaja con series continuas, los datos faltantes se completaron mediante el programa de Datfam, que utiliza regresión y correlación lineal. La complementación de la información de precipitación se realizó a partir de datos existentes en estaciones de apoyo cercanas con un rango racional de altura sobre el nivel del mar respecto a la estación con información de datos faltantes.



Tabla N° 2.24 - Estaciones Hidroclimatológicas

ESTACIONES HIDROCLIMATOLOGICAS DE LA CUENCA MAYOR DEL RIO TOTARE							
N° IDENTIF.	ESTACION	TIPO DE ESTACION	CODIGO	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION (MTS)	MUNICIPIO
1	LA LAGUNA	CO	2613514	4°46´	75°24´	3960	PEREIRA
2	LA ERMITA	ME	2124509	4°43´	75°15´	3250	SANTA ISABEL
3	ALTO DEL OSO	PM	2125005	4°51´	75°15´	3150	MURILLO
4	LA BODEGA	ME	2124513	4°43´	75°09´	2750	SANTA ISABEL
5	SANTA ISABEL	CO	2125511	4°42´	75°08´	2091	SANTA ISABEL
6	SAN JUAN DE LA CHINA	PM	2124003	4°33´	75°05´	1980	IBAGUE
7	ANZOATEGUI	PM	2124007	4°38´	75°06´	1814	ANZOATEGUI
8	APTO PERALES	SS	2124504	4°26´	75°09´	928	IBAGUE
9	PERALES HATO OPIA	CO	2124501	4°26´	75°04´	750	IBAGUE
10	PIEDRAS	PM	2122004	4°33´	74°53´	540	PIEDRAS
11	ALVARADO	PM	2124008	4°34´	74°57´	439	ALVARADO
12	VENADILLO	PM	2125046	4°41´	74°55´	430	VENADILLO

CO =

Estación
Completa

PM=Estación
Pluviométrica

ME = Estación
Meteorológica

SS = Estación Sinóptica Secundaria

Una vez calculados los datos faltantes, se procedió a calcular y graficar las siguientes variables:

- **Medias Mensuales Interanuales** : Calculadas para cada mes con base a los años de la serie en estudio.
- **Máximas** : Corresponden a las máximas precipitaciones observadas para cada mes en particular.
- **Mínimas** : Se refiere a las mínimas precipitaciones observadas para cada mes en particular.
- **Media Anual de la Serie** : Indica la media de los valores totales anuales de precipitación con base en los años de la serie en estudio.
- **Media Anual Ponderada** : Corresponde a la media de los totales anuales de precipitación con base en los años de la serie en estudio de acuerdo a las áreas de influencia de cada estación climática.

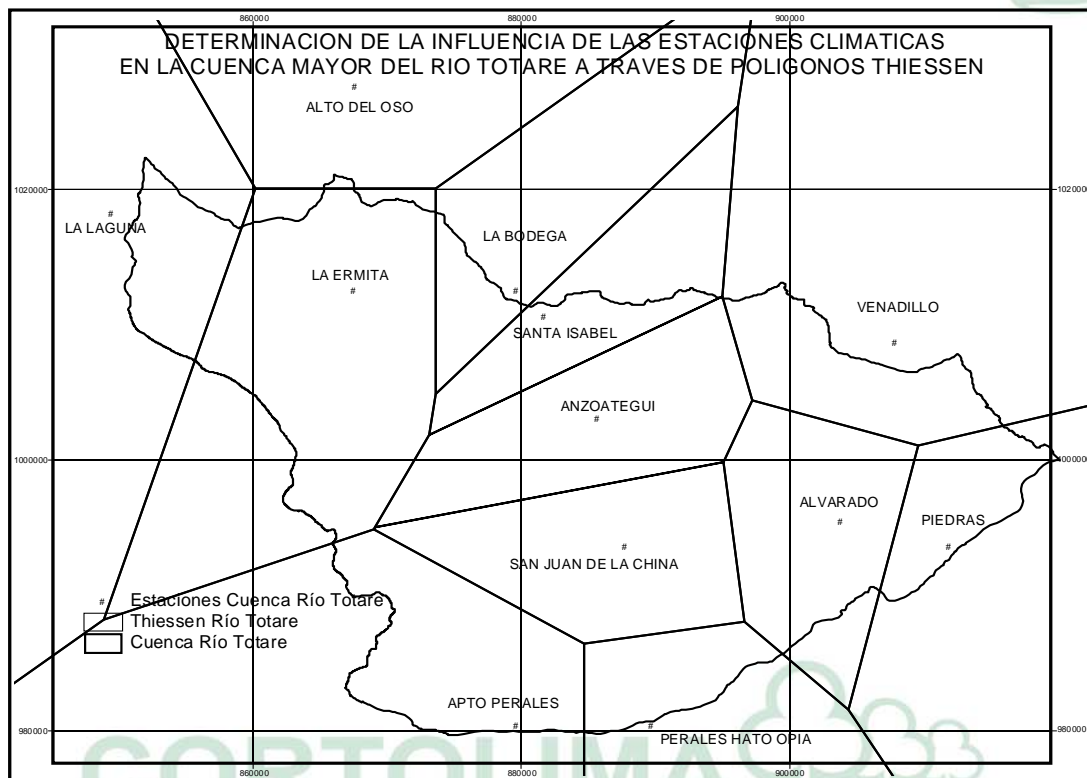


Figura 2.8 Influencia Climática sobre las diferentes unidades hidrograficas Cuenca Mayor Río Totare– Polígono de Thiessen

- **Media Mensual General** : Es la relación entre la media anual y el número de meses del año (12).
- **Desvíos respecto a la Media Mensual General** : Estos desvíos están dados en milímetros y porcentajes. Los desvíos positivos corresponden a meses húmedos y los negativos y a meses secos.
- **Histograma de Lluvias Mensuales**

En las Tablas 1 al 12 del Apéndice 2.2, se pueden observar los valores totales mensuales de precipitación de cada una de las estaciones seleccionadas correspondientes al período 1987 – 2002.

Para el análisis de los valores totales anuales, en la Tabla 2.25 se indican la precipitación media total multianual y la precipitación media total ponderada de cada



una de las estaciones y de la cuenca. De acuerdo a ello, se tiene que la precipitación promedio en la Cuenca Mayor del Río Totare es de 1475.6 mm. y su precipitación promedio ponderada de 1466.92 mm., encontrándose que tres (3) estaciones presentan valores mayores a 1700 mm. (Alto del Oso, Anzoátegui y San Juan de la China). El mayor valor se registra en esta última estación que presenta 1835.4 m.m y tiene amplia influencia sobre cuenca del Río La China así: Las microcuencas de las quebradas El Cocuy, La Palmera, La Leona y Buenavista; la quebrada Las Palomas y la parte baja de la subcuenca del Río San Romualdo; las quebradas Los Micos, La Perdiz, La Vela, Santa Bárbara y El Venado en la subcuenca de la Quebrada Santa Elena; las quebradas San José y La Arenosa integrantes de la subcuenca de la Quebrada La Pitala; las quebradas Las Cabras, La Chumba, La Elena y La Caima en la subcuenca del Río Alvarado. Las demás estaciones oscilan entre una precipitación de 990 y 1700 mm.

Tabla No 2.25 Precipitación Total

RECIPITACION TOTAL CUENCA MAYOR RIO TOTARE 1987-2002								
Nº	ESTACION	X	Y	PreMe.Total	Areas (Hect.)	PreMe.Pond.	Desvio (mm)	Desvio (%)
1	LA LAGUNA	853646	1018676	1119,5	6796,52	53,25	-345,8	-23,6
2	LA ERMITA	870282	1013115	992,0	28064,81	194,86	-473,3	-32,3
3	ALTO DEL OSO	870307	1027863	1742,2	135,25	1,65	276,9	18,9
4	LA BODEGA	881379	1013098	1325,8	3828,16	35,52	-139,5	-9,5
5	SANTA ISABEL	883226	1011251	1540,6	7006,38	75,55	75,3	5,1
6	SAN JUAN DE LA CHINA	888751	994653	1835,4	19918,64	255,88	370,1	25,3
7	ANZOATEGUI	886914	1003873	1792,6	20277,78	254,42	327,3	22,3
8	APTO PERALES	881332	981761	1651,7	15818,61	182,87	186,4	12,7
9	PERALES HATO OPIA	890583	981748	1398,5	6808,83	66,65	-66,8	-4,6
10	PIEDRAS	910949	994626	1337,5	7411,99	69,39	-127,8	-8,7
11	ALVARADO	903552	996477	1439,7	16312,16	164,37	-25,6	-1,7
12	VENADILLO	907266	1009376	1531,6	10495,40	112,51	66,3	4,5
Valor Promedio de la Serie 1987 - 2002				1475,6	142874,5	1466,92		

La menor precipitación total multianual se registra en la Estación La Ermita, (992.0 mm), con influencia sobre las quebradas El Bosque, La Argelia, Las Colonias y las partes alta y media de la subcuenca del Río San Romualdo; las quebradas Lorena, El Bosque y la parte alta de la subcuenca de río Frío, integrantes de la cuenca del Río La China. Igualmente, la estación La Ermita posee influencia sobre la cuenca del Río Totare así: La parte baja de la subcuenca de la quebrada Agua Blanca; las quebradas El Queso, La Noria y La Estrella en la subcuenca del mismo nombre; la subcuenca de la quebrada Las Pavas;; La quebradas El Istmo, El Placer, la parte baja de la quebrada Pan de Azúcar y del río Totarito, la parte alta del río Totare, las quebradas



El Cebollal, Los Cazadores, Hoyo Frío y La Cabrera. De conformidad con la Tabla 2.26 de precipitación media multianual, la Cuenca Mayor del Río Totare presenta un régimen de lluvias bimodal, que se caracteriza por dos épocas trimestrales de lluvias que se presentan en el primer semestre en los meses de Marzo, Abril y Mayo, y en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre para el segundo semestre, alternados con dos épocas de baja precipitación que se presenta en los meses de Diciembre, Enero y Febrero en el primer semestre y Junio, Julio y Agosto, durante el segundo semestre.

Las Figuras 1, 2 y el Mapa 1 del Apéndice 2.2, presentan el histograma de las precipitaciones medias totales multianuales, el desvío y las isolíneas de cada una de las estaciones. Las Tablas 13 al 24, los Mapas 2 al 13 y Figuras 3 al 26 del mismo apéndice, presentan las precipitaciones medias mensuales multianuales, los histograma, los desvíos y las isolíneas de cada una de las doce (12) estaciones climáticas, valores que se consideran importantes para el análisis de lluvias y permiten distinguir las estaciones lluviosas, secas y de transición y a la vez reflejan los valores relativos de humedad y de sequía.

La mayor precipitación promedio total en el primer semestre corresponde al mes de Abril (191.7 mm), que equivale al 12.99% de ella, donde las estaciones Aeropuerto Perales, Santa Isabel, Anzoátegui y San Juan de la China registran precipitación superior a 200 mm; las demás estaciones entre 120 y 200 mm., siendo la estación La Laguna la de menor registro con 122.5 mm.

Octubre corresponde al mes más lluvioso para el segundo semestre con una precipitación promedio total de 167.5 mm. equivalentes al 11.35%, donde las estaciones Aeropuerto Perales, Alto del Oso y San Juan de la China registran una precipitación superior a 200 mm. y las demás a excepción de la estación La Ermita que registra 97.3 mm., fluctúan entre 100 y 200 mm.

La menor precipitación corresponde al mes de Enero (65.9 mm), donde todas las estaciones registran menos de 100 mm.

2.3.1.2. Temperatura

Teniendo en cuenta la poca información existente de temperatura en las estaciones de apoyo para el período de estudio (1987–2002), mediante la ecuación de Defina y Sabella, se generaron los datos de temperatura para cada una de ellas a partir de su altura sobre el nivel del mar y la constante establecida para cada mes.

La Tabla 2.27 registra la temperatura media total multianual de la Cuenca Mayor del Río Totare y las temperaturas medias totales de cada una de las estaciones climáticas seleccionadas para el período de estudio.

Tabla No 2.26 - Precipitación Media Mensual

PRECIPITACION MEDIA ESTACIONES CUENCA MAYOR RIO TOTARE																
EST. N°	ESTACION	X	Y	PreMe. Ene.	PreMe. Feb.	PreMe. Mar.	PreMe. Abr.	PreMe. May.	PreMe. Jun.	PreMe. Jul.	PreMe. Agt.	PreMe. Sept.	PreMe. Oct.	PreMe. Nov.	PreMe. Dic.	PreMe. Tot.
1	LA LAGUNA	853646	1018676	75,2	80,7	107,0	122,5	120,7	96,7	64,1	61,8	93,0	125,5	102,4	69,8	1119,5
2	LA ERMITA	870282	1013115	25,2	48,6	77,3	137,0	147,0	90,0	72,4	70,0	102,6	97,3	76,4	48,3	992,0
3	ALTO DEL OSO	870307	1027863	71,5	87,1	126,1	197,8	231,4	161,5	133,2	108,5	162,9	205,0	149,4	107,7	1742,2
4	LA BODEGA	881379	1013098	54,9	85,0	136,6	190,9	166,1	100,6	77,7	71,6	145,3	116,9	116,1	64,2	1325,8
5	SANTA ISABEL	883226	1011251	67,2	94,8	153,2	212,4	185,0	102,8	86,5	86,2	169,2	162,3	134,1	86,9	1540,6
6	SAN JUAN DE LA CHINA	888751	994653	82,4	98,6	156,1	254,6	203,4	109,3	110,2	76,1	197,3	229,0	194,7	123,5	1835,4
7	ANZOATEGUI	886914	1003873	96,7	137,0	178,4	228,9	175,1	95,1	83,3	107,2	190,1	196,1	181,0	123,9	1792,6
8	APTO PERALES	881332	981761	81,2	116,3	140,4	211,9	203,8	112,5	86,1	77,1	161,6	203,5	158,5	98,6	1651,7
9	PERALES HATO OPIA	890583	981748	65,8	68,5	117,4	192,1	200,8	100,0	77,7	63,8	157,7	159,3	118,0	77,6	1398,5
10	PIEDRAS	910949	994626	48,0	84,5	124,4	174,7	200,9	106,5	52,2	56,6	147,4	163,8	111,9	66,6	1337,5
11	ALVARADO	903552	996477	45,8	87,6	114,2	178,2	200,8	120,4	82,6	100,4	164,5	163,3	112,7	69,4	1439,7
12	VENADILLO	907266	1009376	77,4	91,1	116,6	199,1	207,4	108,0	92,2	104,3	172,3	187,4	110,7	65,2	1531,6
Valor Promedio de la Serie 1987 - 2002				65,9	90,0	129,0	191,7	186,9	108,6	84,9	82,0	155,3	167,5	130,5	83,5	1475,6

Tabla N° 2.27 - Temperatura Media Mensual

ALTURA - ESTACIONES CUENCA MAYOR RIO TOTARE					Temperatura Media												
N°	ESTACION	X	Y	A.S.N.M.	Enero	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1	LA LAGUNA	853646	1018676	3960	2,8	3,4	3,7	3,7	4,1	3,5	2,8	2,3	1,2	3,2	3,7	3,2	3,3
2	LA ERMITA	870282	1013115	3250	7,8	8,4	8,5	8,4	8,7	8,5	8,1	7,6	6,6	7,9	8,3	8,0	8,2
3	ALTO DEL OSO	870307	1027863	3150	8,5	9,1	9,2	9,0	9,3	9,0	8,8	8,3	7,4	8,5	8,9	8,7	8,9
4	LA BODEGA	881379	1013098	2750	11,4	11,9	11,9	11,7	11,9	11,7	11,8	11,3	10,4	11,2	11,5	11,4	11,6
5	SANTA ISABEL	883226	1011251	2091	16,1	16,5	16,4	16,0	16,2	16,2	16,6	16,1	15,4	15,5	15,8	15,9	16,2
6	SAN JUAN DE LA CHINA	888751	994653	1980	16,8	17,2	17,1	16,7	16,9	16,9	17,4	16,9	16,3	16,2	16,5	16,6	16,9
7	ANZOATEGUI	886914	1003873	1814	18,0	18,4	18,3	17,8	18,0	18,1	18,7	18,2	17,5	17,3	17,6	17,8	18,1
8	APTO PERALES	881332	981761	928	24,3	24,6	24,3	23,7	23,8	24,1	25,2	24,7	24,2	23,2	23,4	23,8	24,2
9	PERALES HATO OPIA	890583	981748	750	25,6	25,9	25,5	24,9	24,9	25,3	26,6	26,1	25,6	24,4	24,5	25,0	25,4
10	PIEDRAS	910949	994626	540	27,1	27,3	26,9	26,2	26,3	26,7	28,1	27,6	27,2	25,7	25,9	26,4	26,9
11	ALVARADO	903552	996477	439	27,8	28,0	27,6	26,9	26,9	27,4	28,9	28,4	28,0	26,4	26,5	27,1	27,6
12	VENADILLO	907266	1009376	430	27,8	28,1	27,7	27,0	27,0	27,5	28,9	28,4	28,0	26,5	26,6	27,2	27,6
					17,8	18,2	18,1	17,7	17,8	17,9	18,5	18,0	17,3	17,2	17,4	17,6	17,9



En la determinación de las Isotermas para la Cuenca Mayor del Río Totare se obtuvo una temperatura promedio de 17.9 °C, siendo las estaciones de Alvarado y Venadillo las que presentan la más alta temperatura (27.6 °C) y la estación La Laguna la que registra menor temperatura promedio (3.3 °C).

En la misma Tabla 2.27, se puede observar que las mayores temperaturas se presentan en el primer semestre en el mes de Febrero (18.2°C) y en el segundo semestre en el mes de Julio (18.5 °C). La menor temperatura en el primer semestre, se presenta en el mes de Abril que registra 17.7°C y en el segundo semestre el mes de Octubre es el menos cálido con temperatura de 17.2°C.

Para cada una de las doce (12) estaciones climáticas se presenta una gráfica correspondiente al histograma de las temperaturas medias totales, mensuales multianuales, que indican los datos generados por el método de Defina y Sabella, a partir de su altura sobre el nivel del mar y la constante establecida para cada mes. Las Tablas 25 al 37, Figuras 27 al 39, y Mapas 14 al 26 del Apéndice 2.3 señalan las temperaturas medias mensuales multianuales para la serie e indican la relación existente entre la temperatura y la altura sobre el nivel del mar, así como su distribución con el comportamiento de las épocas de lluvia.

2.3.1.3 Evapotranspiración

Se entiende por evapotranspiración, la combinación de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación o sea la evaporación biológica.

En el estudio climático de la Cuenca Mayor del Río Totare, la evapotranspiración se determinó a partir de las ecuaciones de Thornthwaite, donde el elemento fundamental son la temperatura media mensual interanual, los índices térmicos mensuales, índice térmico anual, evapotranspiración potencial teórica, factor de corrección de Thornthwaite y la evapotranspiración potencial corregida dada en centímetros.

La evapotranspiración real es la cantidad real que se evapotranspira, la cual cuando existe el suficiente suministro de agua es igual a la evapotranspiración potencial y cuando este suministro no es suficiente, la evapotranspiración real es inferior a la evapotranspiración potencial.

En las Tablas 38 al 49 del Apéndice 2.4, se presenta la evaporación potencial calculada para cada una de las doce (12) estaciones climáticas seleccionadas para el estudio de la Cuenca Mayor del Río Totare. Se puede determinar que la mayor evapotranspiración potencial ocurre en la estación Venadillo, donde se evapotranspiran 273.34 mm.; siendo el mes de Julio en la estación Alvarado el de



mayor ocurrencia con 27.35 mm., La menor evapotranspiración ocurre en la estación La Laguna donde se presentan 42.81 mm. y en ella, el mes de mayor volumen corresponde a Mayo con 4.39 mm.

2.3.2. Clasificación Climática

La clasificación climática para la Cuenca Mayor del Río Totare se determinó mediante el método de Caldas-Lang.

La clasificación establecida por Caldas y aplicada al trópico americano, se basa solo en los valores de temperatura pero con respecto a su variación altitudinal (Altura sobre el nivel del mar). Por su parte, Lang fijó los límites de su clasificación teniendo en cuenta una sencilla relación entre la precipitación y la temperatura.

Ninguno de los dos sistemas por sí solos, tienen aplicabilidad o funcionalidad aceptable. En 1962, Shaufelberger propuso su unificación e implemento el sistema de Clasificación Climática de Caldas-Lang, que por lo mismo utiliza la variación altitudinal de la temperatura e indica los pisos térmicos y la efectividad de la precipitación que muestra la humedad.

2.3.2.1 Índice de Lang

Con base en la información de precipitación suministrada por el IDEAM y la información de temperatura obtenida por el método de Defina y Sabella, se procedió a calcular el índice de efectividad de la precipitación conocido como factor o coeficiente de Lang (Relación P/T), teniendo en cuenta la siguiente clasificación Climática según LANG:

Coeficiente P/T	Clases de Clima
0 a 20,0	Desértico
20,1 a 40,0	Árido
40,1 a 60,0	Semiárido
60,1 a 100,0	Semihúmedo
100,1 a 160,0	Húmedo
Mayor a 160,0	Superhúmedo

2.3.2.2 Relación de Caldas

Para definir el clima según CALDAS, se tiene en cuenta la altura (m) y temperatura (°C) de acuerdo con la siguiente clasificación:



Piso Térmico	Rango de Altura (m)	Temperatura (°C)
Cálido	0 - 1000	$T > 24$
Templado	1001 - 2000	$24 > T > 17,5$
Frío	2001 - 3000	$17,5 > T > 12$
Páramo Bajo	3200 - 3700	$12 > T > 7$
Páramo Alto	3701 - 4200	$T < 7$

Con el método mencionado se determinaron los diferentes climas para las Estaciones con influencia en la Cuenca Mayor del Río Totare. La Tabla 2.28 muestra la clasificación climática encontrada así:

Páramo Alto Super Húmedo (PASH) : Comprende alturas mayores a 3701 m.s.n.m., temperatura menor a los 7 °C y una relación P/T mayor a 160. Se ubica sobre la estación La Laguna.

Páramo Bajo Húmedo (PBH): Se relaciona con alturas entre los 3200 y 3700 m.s.n.m., temperatura entre los 7 y 12°C y una relación P/T entre 101 y 160. Se encuentra en la estación La Ermita.

Páramo Bajo Super Húmedo (PBSH) : Al igual que el anterior, pertenece a alturas entre los 3200 y 3700 m.s.n.m., temperatura entre los 7 y 12°C pero con una relación P/T mayor a 160. Se ubica sobre la estación Alto del Oso.

Frío Húmedo (FH) : Corresponde a alturas entre los 2.001 y 3.000 m.s.n.m., y temperatura entre 12 y 17.5 °C y una Relación P/T entre 101 y 160. Se localiza en la estación La Bodega.

Frío Semihúmedo (Fsh) : Comprende alturas entre los 2.001 y 3.000 m.s.n.m., y temperatura entre 12 y 17.5 °C con una Relación P/T entre 60.1 y 100. Se encuentra en la estación Santa Isabel.

Templado Húmedo (TH) : Se relaciona con alturas entre los 1.001 y 2.000 m.s.n.m., y temperatura entre 17.5 y 24 °C con una Relación P/T entre 100.1 y 160. Se ubica en la estación San Juan de la China.

Templado Semihúmedo (Tsh) : Lo mismo que el anterior, pertenece a alturas entre los 1.001 y 2.000 m.s.n.m., y temperatura entre 17.5 y 24 °C, pero con una Relación P/T entre 60.1 y 100. Se localiza en la estación Anzoátegui.

Cálido Semihúmedo (Csh) : Comprende alturas entre los 0 y 1.000 m.s.n.m., y temperatura mayores a 24 °C con una Relación P/T entre 60.1 y 100. Se encuentra en la estación Aeropuerto Perales.

Tabla N° 2.28 - Clasificación Climática

INDICE DE CALDAS - LANG (P/T) ESTACIONES CUENCA MAYOR RIO TOTARE									
InNo	ESTACION	X	Y	Altitud	PreMe.Tot	Temp.Tot	P/T	Clasificación Climática	Símbolo
1	LA LAGUNA	853646	1018676	3960	1119,5	3,3	339,2	Páramo Alto Super Húmedo	PASH
2	LA ERMITA	870282	1013115	3250	992,0	8,2	121,0	Páramo Bajo Húmedo	PBH
3	ALTO DEL OSO	870307	1027863	3150	1742,2	8,9	195,8	Páramo Bajo Super Húmedo	PBSH
4	LA BODEGA	881379	1013098	2750	1325,8	11,6	114,3	Frío Húmedo	FH
5	SANTA ISABEL	883226	1011251	2091	1540,6	16,2	95,1	Frío Semi Húmedo	Fsh
6	SAN JUAN DE LA CHINA	888751	994653	1980	1835,4	16,9	108,6	Templado Húmedo	TH
7	ANZOATEGUI	886914	1003873	1814	1792,6	18,1	99,0	Templado Semihumedo	Tsh
8	APTO PERALES	881332	981761	928	1651,7	24,2	68,3	Cálido Semihumedo	Csh
9	PERALES HATO OPIA	890583	981748	750	1398,5	25,4	55,1	Cálido Semiárido	Csa
10	PIEDRAS	910949	994626	540	1337,5	26,9	49,7	Cálido Semiárido	Csa
11	ALVARADO	903552	996477	439	1439,7	27,6	52,2	Cálido Semiárido	Csa
12	VENADILLO	907266	1009376	430	1531,6	27,6	55,5	Calido Semiárido	Csa



Cálido Semiárido (Csa) : Corresponde a alturas entre los 0 y 1.000 m.s.n.m., con temperaturas mayores a 24 °C y una Relación P/T entre 40.1 y 60. Se localiza en las estaciones Perales – Hato Opia, Piedras, Alvarado y Venadillo.

2.3.2.3 Provincias Climáticas

Para cada una de las estaciones seleccionadas y con la ayuda del programa ArcView se crearon las curvas correspondientes a la relación P/T. De acuerdo a la determinación de la influencia de las estaciones climáticas en la cuenca a través de Polígonos de Thiessen, se definieron las provincias climáticas de la Cuenca Mayor del Río Totare así. (ver figura No 2.9 mapa de Provincias Climáticas).

Páramo Alto Super Húmedo (PASH) : Se Determina dentro del área de influencia de las estaciones Alto del Oso, La Ermita y La Laguna, en una extensión 8565,05 hectáreas. Dentro de la cobertura vegetal existen nieves perpetuas, lagunas y se reporta vegetación de páramo (frailejón, pajonales, colchones de agua), con presencia de tierras eriales y afloramientos rocosos; además existen pastos naturales dedicados a la ganadería extensiva de las razas Normando y Hosltein.

Páramo Alto Húmedo (PAH) : Establecido en el área de influencia de la estación La Ermita, en un área de 5569,21 hectáreas. Su cobertura está constituida por vegetación de páramo con presencia de tierras eriales y afloramientos rocosos; además existen bosques y pastos naturales dedicados a la ganadería.

Páramo Alto Semihúmedo (PAsh) : Comprende un área de 967.30 hectáreas determinadas dentro de la influencia de la Estación La Ermita. En su cobertura vegetal existen lagunas, vegetación de páramo y pastos naturales.

Páramo Bajo Semihúmedo (PBsh): Se presenta en un área de 14638,89 hectáreas en su mayor parte influenciadas por la estación La Ermita, además de las estaciones Santa Isabel, Anzoátegui y La Bodega. Su cobertura se encuentra constituida por vegetación de páramo, existen bosque naturales y secundarios, pastos naturales y en menor extensión pastos manejados dedicados a la ganadería. Existen lagos y pequeñas parcelas de hortalizas.

Páramo Bajo Semihúmedo (PBsh): Se presenta en un área de 14638,89 hectáreas en su mayor parte influenciadas por la estación La Ermita, además de las estaciones Santa Isabel, Anzoátegui y La Bodega. Su cobertura se encuentra constituida por vegetación de páramo, existen bosque naturales y secundarios, pastos naturales y en menor extensión pastos manejados dedicados a la ganadería. Existen lagos y pequeñas parcelas de hortalizas.

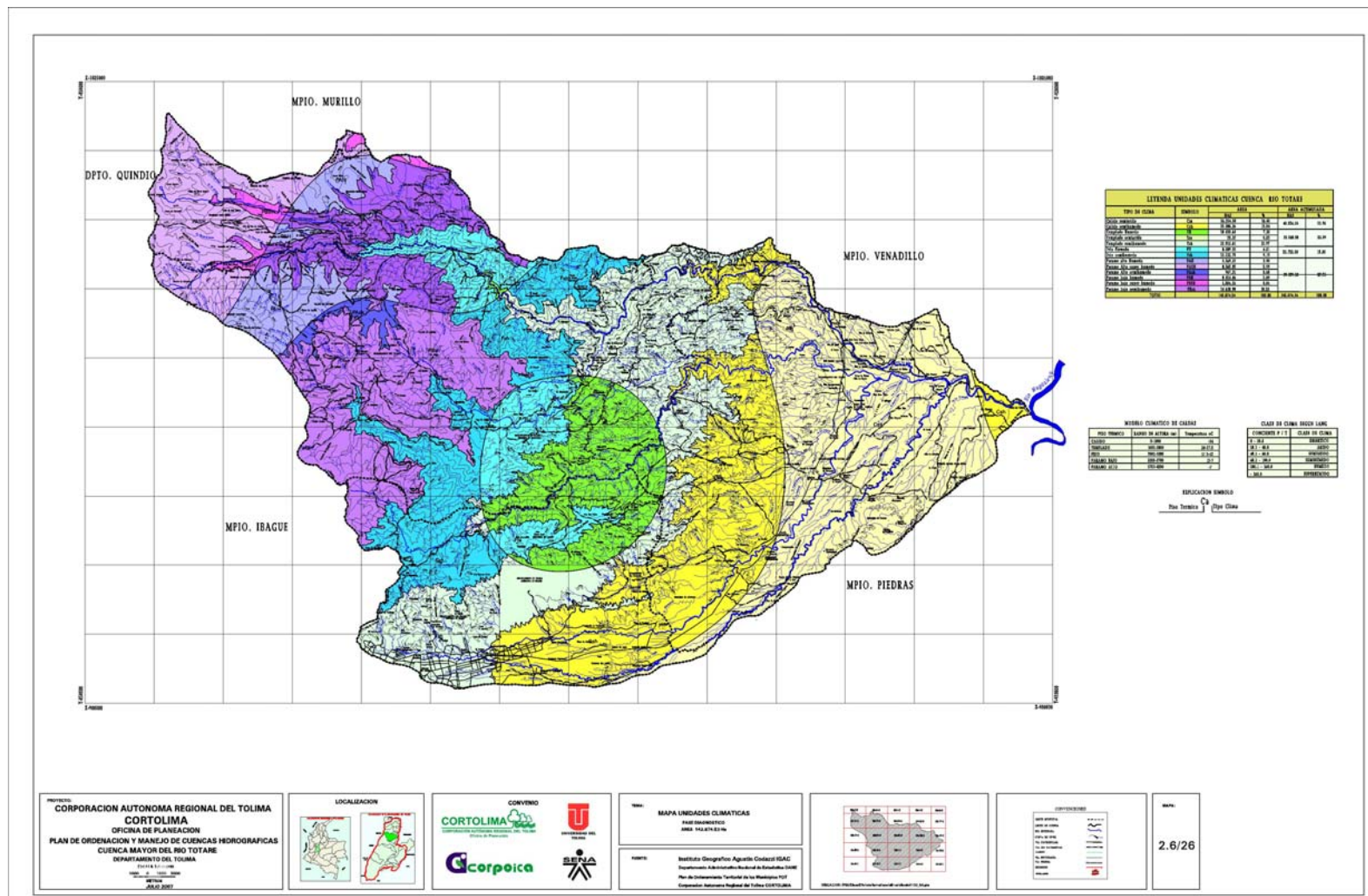


Figura No 2.9 Mapa de Provincias climáticas según Índice de Caldas – Lang.



Frío Húmedo (FH): Se ubica sobre las estaciones La Ermita y la Bodega en la parte alta de la cuenca y las estaciones Anzoátegui y San Juan de la China en la parte media de la misma, en un área de 8589.54 hectáreas. Se caracteriza por ser una zona con presencia de bosques naturales y poseer una actividad económica basada en la ganadería de doble propósito (leche y carne) establecida en pastos naturales y pastos manejados en menor escala, con pequeños cultivos de arveja y hortalizas.

Frío Semihúmedo (Fsh): Comprende un área de 13132.75 hectáreas determinadas dentro de la influencia de las estaciones Santa Isabel, Anzoátegui y San Juan de la China en la parte media de la cuenca. Corresponde a una zona con bosques naturales y secundarios, donde los cultivos más predominantes son: pastos naturales y mejorados dedicados a la ganadería Normando, Hosltein y Criollo, arveja, hortalizas y papa.

Templado Húmedo (TH) : Se encuentra en el área de influencia de las estaciones Anzoátegui y San Juan de la China, en una extensión de 10430.64 hectáreas. Presenta bosques secundarios, pastos naturales y pastos mejorados dedicados a la ganadería, existen cultivos de caña panelera, café cultivado de manera tradicional y tecnificado, hortalizas. 13

Templado Semihúmedo (Tsh) : Se halla determinado por las estaciones Santa Isabel, Anzoátegui, San Juan de la China y Aeropuerto Perales en un área de 22812.61 hectáreas. Su cobertura se encuentra constituida por pastos naturales y manejados dedicados a la ganadería, cultivos de café tradicional y tecnificado, caña panelera y pequeños cultivos de hortalizas y frutales.

Templado Semiárido (Tsa) : Se constituye en la provincia climática de menor extensión, con un área de 25.32 hectáreas influenciadas por la estación Venadillo. Su cobertura vegetal está constituida por pastos naturales y pastos manejados, pequeños cultivos de caña panelera, plátano y café.

Cálido Semihúmedo (Csh) : Se halla determinado por las estaciones San Juan de la China y Aeropuerto Perales en un área de 22200.35 hectáreas. Su cobertura se encuentra constituida en su mayor extensión por pastos naturales, reductos de bosques secundarios, pequeños cultivos de café tradicional, caña panelera, maíz, frutales (aguacate).

Cálido Semiárido (Csa): Se constituye en la provincia climática de mayor extensión, con un área de 26324.20 hectáreas influenciadas por las estaciones Perales-Hato Opia, Piedras, Alvarado y Venadillo. Su cobertura vegetal está constituida principalmente por cultivos de arroz bajo riego, que se constituyen en la principal actividad económica, pastos naturales y pastos manejados dedicados a la ganadería.



En la Tabla 2.29 se muestran las provincias climáticas determinadas para los diferentes climas:

Tabla N° 2.29 Provincias Climáticas

PROVINCIAS CLIMATICAS CUENCA MAYOR RIO TOTARE SEGÚN CLASIFICACION DE CALDAS - LANG		
PROVINCIA	SIMBOLO	AREA (Has)
Páramo Alto Super Húmedo	PASH	8565,0502
Páramo Alto Húmedo	PAH	5569,2186
Páramo Alto Semihúmedo	PAsh	967,3078
Páramo Bajo Superhúmedo	PBSH	1204,1592
Páramo Bajo Húmedo	PBH	8414,4634
Páramo Bajo Semihúmedo	Pbs.	14638,8969
Frío Húmedo	FH	8589,5489
Frío Semihúmedo	Fsh	13132,7517
Templado Húmedo	TH	10430,6445
Templado Semihúmedo	Tsh	22812,6102
Templado Semiárido	Tsa	25,3229
Cálido Semihúmedo	Csh	22200,3589
Cálido Semiárido	Csa	26324,2043
AREA TOTAL DE LA CUENCA		142874,5375

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA

2.3.3 Balances Hídricos

El balance hídrico se calculó de acuerdo a la metodología de Thornthwaite con los valores de precipitación (P), evapotranspiración potencial (ETP) mensual y la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (FVAA).

Los conceptos y los términos involucrados en el balance hídrico se exponen a continuación:

- *Almacenamiento de Agua Útil (A)*

Existe cuando la precipitación es mayor que la ETP, 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 del suelo. El exceso anual



es la suma de los excesos producidos mes a mes durante todo el año.

- *Déficit (D)*

Ocurre 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 ETP se toma del almacenamiento y, si aún no se completa el valor de ETP el faltante se considera como déficit. La suma de los valores mensuales se conoce como déficit anual.

- *Evapotranspiración Real (ETr)*

Según el método de Thornthwaite, es la Evapotranspiración que realmente ocurre en función del agua disponible (Precipitación más almacenamiento). Máximo puede ser igual a la Evapotranspiración potencial.

- *Evapotranspiración Potencial (ETP)*

Es la cantidad de agua que se puede evaporar de la superficie del suelo y que transpirarían las plantas si el suelo estuviera a capacidad de campo, es decir, si tuviera un contenido máximo (óptimo) de humedad.

- *Humedad (RH) o Índice de Thornthwaite*

Está dada por la siguiente expresión:

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

- *Índice de Aridez (Ia)*

Es la relación entre la deficiencia anual y la Evapotranspiración potencial anual, expresado en porcentaje:

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



- *Índice de Humedad (Ih)*

Está dado por la relación entre el exceso anual de agua y la Evapotranspiración potencial anual, expresado en porcentaje:

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

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

- *Factor de Humedad (Fh)*

En esta 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:

$$Fh = Ih - 0.6 Ia$$

2.3.3.1 Capacidad de Almacenamiento del Suelo

La capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (FVAA), se obtuvo a través del diagrama de fracción volumétrica de agua aprovechable en el suelo según la textura, la que se multiplicó por la profundidad efectiva de los suelos (PS) de acuerdo a la clase de ellos existentes en la zona de estudio.

FVAA = fvaA X PS donde:

FVAA = Fracción volumétrica de agua aprovechable en el perfil (mm).

PS = Profundidad efectiva del suelo (cm).

fvaA = Fracción volumétrica de agua aprovechable unitaria (mm agua / cm suelo) y se determina con base en la textura mediante la aplicación del diagrama de fracción volumétrica.

En las Tablas 50 al 61 del Apéndice 2.5 se indican la fracción volumétrica y capacidad de almacenamiento ponderado en el suelo calculado de acuerdo al área de influencia de cada una de las estaciones seleccionada en la Cuenca Mayor del Río Totare.



2.3.3.2 Índice de Aridez

El índice de aridez es una característica cualitativa del clima, que muestra en mayor o menor grado la insuficiencia de los volúmenes precipitados para mantener la vegetación; por esta circunstancia también suele llamarse “déficit de agua”.

Según Thornthwaite, como producto de la interrelación de las variables hidrológicas analizadas en el balance hídrico y según los indicadores del índice de aridez se establecen tres condiciones cualitativas o categorías que muestran el grado de disponibilidad de agua en las diferentes unidades de producción.

INDICE DE ARIDEZ SEGÚN THORNTHWAITE	
Índice en % (la)	Deficiencia de Agua
0.00 a 16.70	Poco o nada
16.70 a 33.3	Moderada
Mayor a 33.3	Grande

La Tabla 2.30 muestra los índices de aridez calculados en el balance hídrico, para cada una de las estaciones seleccionadas dentro del área de influencia de la Cuenca Mayor del Río Totare. En la Figura 2.10 se indican las isolíneas de aridez para la misma y presentan las diferentes zonas establecidas según el déficit de agua registrado.

En la Cuenca Mayor del Río Totare, las estaciones Perales-Hato Opia, Piedras, Alvarado y Venadillo que tienen influencia en las subcuencas de las quebradas Anunday, Guarapo 1 y 2 y la Arenosa ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Totare; la parte baja de la subcuenca del río Alvarado, perteneciente a la cuenca del río La China y las subcuencas de las quebradas Doyare, Agublanca y Aguasucia (parte baja), pertenecientes a la cuenca del río Chipalo, se presentan los mayores índices de aridez (38.10, 47.69, 47.03 y 43.96% respectivamente), registrando gran deficiencia de agua.

Las estaciones La Laguna, La Ermita, Alto del Oso, La Bodega, Santa Isabel, San Juan de la China y Anzoátegui con índice de aridez 0.0%, tienen influencia en la cuenca del río Totalito al igual que las subcuencas de las quebradas Agua Blanca, La Estrella, Las Pavas, La Negra Gumina y El Fierro que conforman la parte alta y media de la cuenca del río Totare, como las subcuencas río San Romualdo, quebradas Santa Elena, La Pitala, río Frío y parte media del río Alvarado, integrantes de la cuenca del río La China, presentan poca o ninguna deficiencia de agua y registran los mayores excedentes.



La estación Aeropuerto Perales con influencia en la subcuenca río Alvarado perteneciente a la cuenca del río La China y las subcuencas quebradas Agua Sucia, Ambalá y Las Panelas de la cuenca del río Chipalo, presenta un índice de aridez de 20.31% que indica una moderada deficiencia de agua.

Tabla No 2.30 Índice de Aridez

INDICE DE ARIDEZ - ESTACIONES CUENCA MAYOR RIO TOTARE				
No IDENTIF.	ESTACION	X	Y	Aridez (%)
1	LA LAGUNA	853646	1018676	0,00
2	LA ERMITA	870282	1013115	0,00
3	ALTO DEL OSO	870307	1027863	0,00
4	LA BODEGA	881379	1013098	0,00
5	SANTA ISABEL	883226	1011251	0,00
6	SAN JUAN DE LA CHINA	888751	994653	0,00
7	ANZOATEGUI	886914	1003873	0,00
8	APTO PERALES	881332	981761	20,31
9	PERALES HATO OPIA	890583	981748	38,10
10	PIEDRAS	910949	994626	47,69
11	ALVARADO	903552	996477	47,03
12	VENADILLO	907266	1009376	43,96

2.3.3.3 Índice de Humedad o Índice Hídrico

Según Thornthwaite, se establecen tres categorías que muestran el grado de disponibilidad de agua en las diferentes unidades de producción así:

INDICE DE HUMEDAD SEGÚN Thornthwaite	
Índice en % (Ih)	Superávit de Agua
0.00 a 10.00	Poco o nada
10.00 a 20.00	Moderado
Mayor a 20.00	Grande

En la Tabla 2.31, se presentan los índices de humedad calculados en el balance hídrico, para cada una de las estaciones seleccionadas dentro del área de influencia de la Cuenca Mayor del Río Totare.



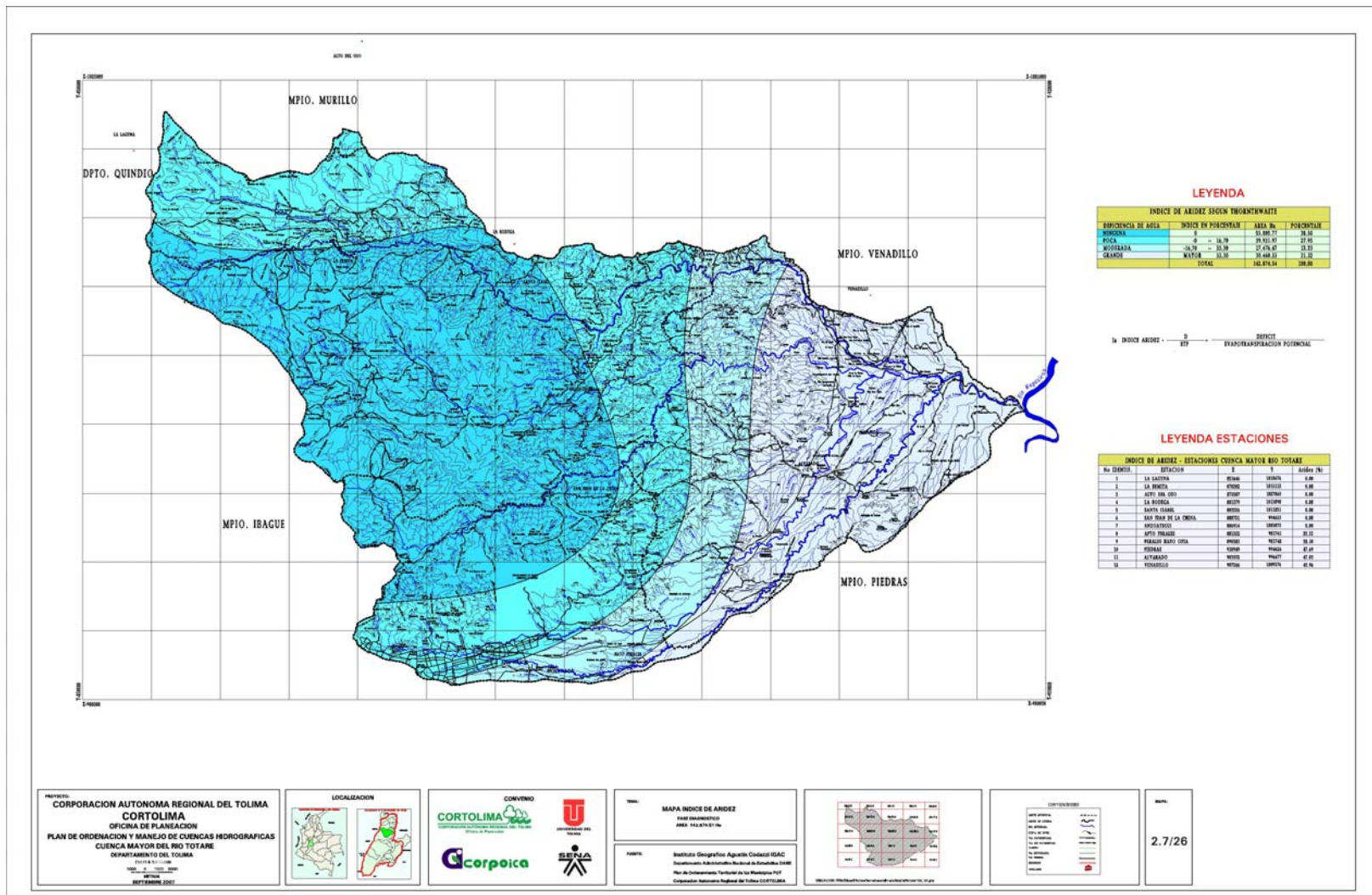


Figura No 2.10 Mapa de Isolíneas de Aridez para la Cuenca Mayor del Río Totare.



Tabla No 2.31 Índice de Humedad

INDICE DE HUMEDAD - ESTACIONES CUENCA MAYOR RIO TOTARE				
No IDENTIF.	ESTACION	X	Y	Humedad (%)
1	LA LAGUNA	853646	1018676	161,48
2	LA ERMITA	870282	1013115	84,83
3	ALTO DEL OSO	870307	1027863	210,41
4	LA BODEGA	881379	1013098	92,09
5	SANTA ISABEL	883226	1011251	53,29
6	SAN JUAN DE LA CHINA	888751	994653	71,47
7	ANZOATEGUI	886914	1003873	51,21
8	APTO PERALES	881332	981761	1,82
9	PERALES HATO OPIA	890583	981748	0,00
10	PIEDRAS	910949	994626	0,00
11	ALVARADO	903552	996477	0,00
12	VENADILLO	907266	1009376	0,00

Según los índices de humedad calculados para cada una de las estaciones climatológicas de influencia en la Cuenca Mayor del Río Totare, se puede determinar que a excepción de las estaciones Aeropuerto Perales que registra un índice de humedad de 1.82%, y de las estaciones Perales – Hato Opiá, Piedras, Alvarado y Venadillo que poseen un índice de humedad del 0.0% y tienen influencia en la parte baja de la Cuenca Mayor del Río Totare cerca de su desembocadura en el Río Magdalena, las demás estaciones presentan un elevado índice de humedad (superior al 50%), que según Thornthwaite indican que el superávit de excedentes en la zona de influencia es grande.

En la Figura 2.11, se indican las isóneas de humedad para la misma y establecen las diferentes zonas según el superávit de agua presentado.

2.3.3.4 Escorrentía

No toda la precipitación que llega a la superficie del suelo produce escorrentía, dado que una parte es interceptada por la vegetación y por las microdepresiones del terreno, otra se evapotranspira, parte se infiltra en el suelo y es retenida según su capacidad de almacenamiento y por último está la que genera la escorrentía, que se conoce también como precipitación neta o simplemente escorrentía.

Si la precipitación es mayor que la evapotranspiración y si esta variación en la reserva del suelo es mayor que la fracción que se necesita para completar el almacenamiento del suelo, entonces el sobrante de la variación producirá excedentes que forman la escorrentía.

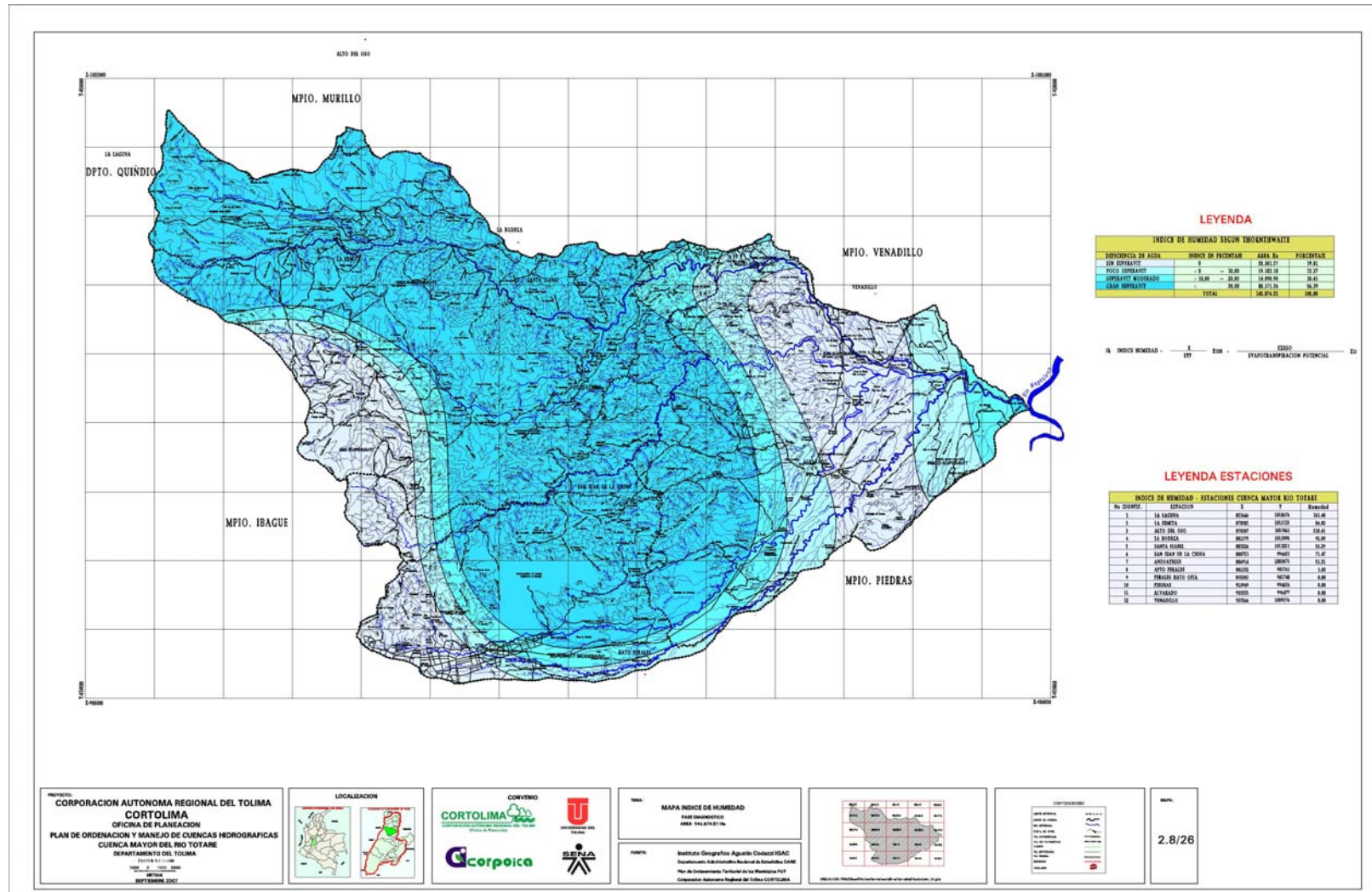


Figura 2.11 Mapa Isolíneas de Humedad para la Cuenca del Río Totare



En la Tabla 2.32, se presentan escorrentías calculadas para cada una de las estaciones seleccionadas dentro del área de influencia de la Cuenca Mayor del Río Totare.

Tabla N° 2.32 Escorrentía

ESCORRENTÍA – ESTACIONES CUENCA MAYOR RIO TOTARE				
No Identificación	ESTACION	X	Y	Esc. (mm)
1	LA LAGUNA	853646	1018676	115,21
2	LA ERMITA	870282	1013115	75,91
3	ALTO DEL OSO	870307	1027863	196,82
4	LA BODEGA	881379	1013098	105,91
5	SANTA ISABEL	883226	1011251	89,23
6	SAN JUAN DE LA CHINA	888751	994653	127,47
7	ANZOATEGUI	886914	1003873	101,21
8	APTO PERALES	881332	981761	6,12
9	PERALES HATO OPIA	890583	981748	0,00
10	PIEDRAS	910949	994626	0,00
11	ALVARADO	903552	996477	0,00
12	VENADILLO	907266	1009376	0,00

En la Figura 2.12 , se indican las isolíneas de escorrentía y las diferentes zonas de superávit de agua establecidas según el balance hídrico para cada una de las mismas estaciones.

Con base en los resultados de los balances hídricos se tiene que las estaciones La Laguna, Alto del Oso, La Bodega, San Juan de la China y Anzoátegui presentan una escorrentía mayor a 100 mm. Las estaciones La Ermita y Santa Isabel, presentan una escorrentía entre 50 y 100 mm.

La estación Aeropuerto Perales presenta escorrentía de 6.12 mm. y el valor mas bajo corresponde al de las estaciones Perales – Hato Opia, Piedras, Alvarado y Venadillo que poseen un índice de humedad del 0.0% caracterizándose su zona de influencia por presentar gran deficiencia de agua.

Para la Cuenca Mayor del Río Totare se calcularon 12 balances hídricos correspondientes a las diferentes estaciones que tienen influencia en la misma, los que se relacionan en las Tablas 62 al 73 del Apéndice 2.5.

En la Tabla 2.33 se indican los Índices de Aridez, Humedad y la Escorrentía que determinan la variación estacional de la humedad efectiva calculada con base en los resultados obtenidos en los balances hídricos calculados para las diferentes estaciones climatológicas seleccionadas.

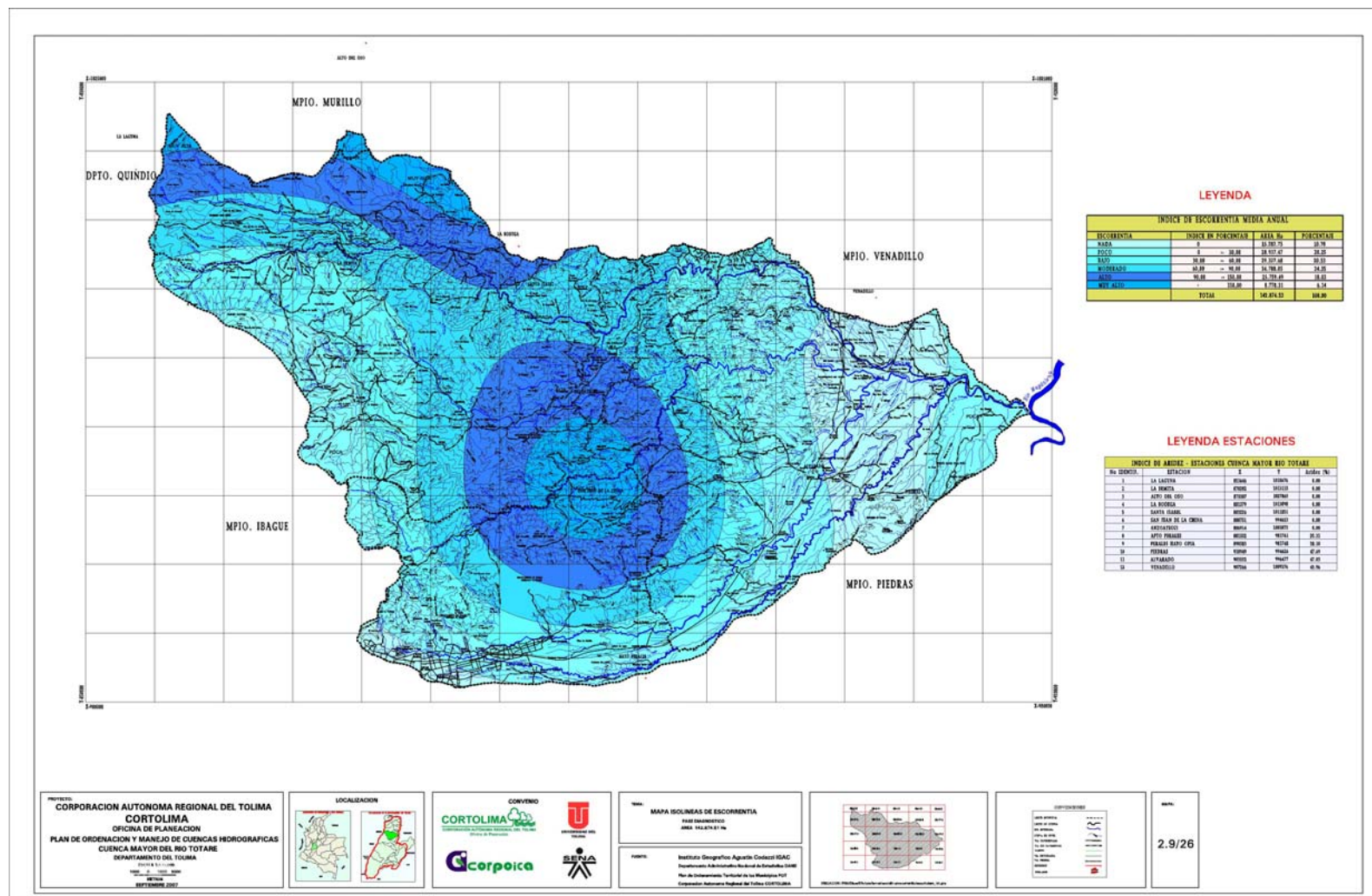


Figura 2.12 Mapa de Isolíneas de Escorrentía Para la Cuenca del Río Totare.



Tabla No 2.33 Principales índices del Balance Hídrico

INDICES - ARIDEZ Y HUMEDAD, ESCORRENTIA - ESTACIONES CUENCA MAYOR RIO TOTARE					
No Identificac.	Estación	Capacidad de almacenamiento (mm)	Índice de Aridez (%)	Índice de Humedad (%)	Escorrentía (m.m.)
1	LA LAGUNA	64,8	0,00	161,48	115,21
2	LA ERMITA	66,3	0,00	84,83	75,91
3	ALTO DEL OSO	53,3	0,00	210,41	196,82
4	LA BODEGA	41,9	0,00	92,09	105,91
5	SANTA ISABEL	82,2	0,00	53,29	89,23
6	SAN JUAN DE LA CHINA	50,0	0,00	71,47	127,47
7	ANZOATEGUI	64,9	0,00	51,21	101,21
8	APTO PERALES	53,2	20,31	1,82	6,12
9	PERALES HATO OPIA	60,8	38,10	0,00	0,00
10	PIEDRAS	67,0	47,69	0,00	0,00
11	ALVARADO	57,2	47,03	0,00	0,00
12	VENADILLO	53,3	43,96	0,00	0,00









CORTOLIMA



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA