

TABLA DE CONTENIDO

5	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	6
5.1	MEDIO ABIÓTICO	6
5.1.8	Atmósfera	6
5.1.8.1	Climatología.....	6
5.1.8.2	Inventario de Emisiones COR 15	52
5.1.8.3	Calidad del Aire	67
5.1.8.4	Ruido	78
	Indicador Acumulativo LD – Escenario 1 – Línea Base	84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 5-1 PARÁMETROS CLIMÁTICOS	7
TABLA 5-2 ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE REFERENCIA	9
TABLA 5-3 ESTACIONES SELECCIONADAS Y PERIODO COMÚN DE ANÁLISIS (1996-2004)	10
TABLA 5-4 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN DUITAMA	13
TABLA 5-5 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN SURBATA BONZA	15
TABLA 5-6 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN NIMICIA ESC RURAL	16
TABLA 5-7 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN MONGUA	17
TABLA 5-8 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN MONGUI	19
TABLA 5-9 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN NOBSA	20
TABLA 5-10 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN BELENCITO	21
TABLA 5-11 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN SANTA ROSA DE VITERBO	23
TABLA 5-12 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN SANTA ROSITA	24
TABLA 5-13 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN APOSENTOS	25
TABLA 5-14 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN CURITAL	26
TABLA 5-15 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS SENA	28
TABLA 5-16 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN TASCO	29
TABLA 5-17 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN TIBASOSA	30
TABLA 5-18 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN TUTASA	31
TABLA 5-19 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN LA CAPILLA	33
TABLA 5-20 VALORES PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL MULTIANUAL ESTACIONES (MM)	35
TABLA 5-21 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MEDIA VS ELEVACIÓN ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS	37
TABLA 5-22 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (°C)	38
TABLA 5-23 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE HUMEDAD RELATIVA	40
TABLA 5-24 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL EVAPORACIÓN	41
TABLA 5-25 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL BRILLO SOLAR	42
TABLA 5-26 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL NUBOSIDAD	43
TABLA 5-27 MATRIZ DE PORCENTAJES DE DIRECCIONES Y RANGOS DE VELOCIDAD DE VIENTO	47
TABLA 5-28 PRESIÓN ATMOSFÉRICA CALCULADA DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN KPA	49
TABLA 5-29 BALANCE HÍDRICO ÁREA DE ESTUDIO	51
TABLA 5-30 RELACIÓN ESTACIONES Y PARÁMETROS EVALUADOS	69
TABLA 5-31 CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 1541 DE 2017	70
TABLA 5-32 RESULTADOS REPORTADOS EN LA ESTACIÓN 1	71
TABLA 5-33 RESULTADOS REPORTADOS EN LA ESTACIÓN 2	72
TABLA 5-34 RESULTADOS REPORTADOS EN LA ESTACIÓN 3	73
TABLA 5-35 RESULTADOS REPORTADOS EN LA ESTACIÓN 4	74
TABLA 5-36 RESULTADOS REPORTADOS EN LA ESTACIÓN 5	75
TABLA 5-37 RESULTADOS REPORTADOS EN LA ESTACIÓN 5	76
TABLA 5-38 DATOS GENERALES DE LA MEDICIÓN	78
TABLA 5-39 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	80
TABLA 5-40 AFORO VEHICULAR VÍA LÍNEA BASE	82

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 5-1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL ESTACIONES CLIMATOLÓGICA.....	11
FIGURA 5-2 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN BELENCITO	12
FIGURA 5-3 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN DUITAMA	13
FIGURA 5-4 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN SURBATA BONZA	15
FIGURA 5-5 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN NIMICIA ESC RURAL	16
FIGURA 5-6 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN MONGUA	17
FIGURA 5-7 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN MONGUI	19
FIGURA 5-8 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN NOBSA	20
FIGURA 5-9 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN BELENCITO	21
FIGURA 5-10 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN SANTA ROSA DE VITERBO	22
FIGURA 5-11 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN SANTA ROSITA.....	24
FIGURA 5-12 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN APOSENTO	25
FIGURA 5-13 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN CURITAL	26
FIGURA 5-14 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN SENA.....	27
FIGURA 5-15 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN TASCO.....	29
FIGURA 5-16 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN TIBASOSA	30
FIGURA 5-17 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN TUTASA	31
FIGURA 5-18 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS ESTACIÓN LA CAPILLA.....	33
FIGURA 5-19 VALORES PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL MULTIANUAL ESTACIONES(MM)	35
FIGURA 5-20 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PRECIPITACIONES - ISOYETAS	36
FIGURA 5-21 CORRELACIÓN DE TEMPERATURA MEDIA VS ELEVACIÓN ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS.....	37
FIGURA 5-22 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (°C)	38
FIGURA 5-23 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE TEMPERATURAS - ISOTERMAS.....	39
FIGURA 5-24 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE HUMEDAD RELATIVA.....	40
FIGURA 5-25 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL EVAPORACIÓN	41
FIGURA 5-26 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL BRILLO SOLAR	42
FIGURA 5-27 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL NUBOSIDAD	43
FIGURA 5-28 ROSA DE VIENTOS ESTACIÓN BELENCITO ENERO-JUNIO (1974-2012).....	45
FIGURA 5-29 ROSA DE VIENTOS ESTACIÓN BELENCITO JULIO-DICIEMBRE (1974-2012)	46
FIGURA 5-30 ROSA DE VIENTOS ESTACIÓN BELENCITO MULTIANUAL (1974-2012).....	47
FIGURA 5-31 FRECUENCIA DE DISTRIBUCIÓN DE CLASES DE VIENTO ESTACIÓN BELENCITO (1974-2012) 48	
FIGURA 5-32 PRESIÓN ATMOSFÉRICA CALCULADA PARA LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS	50
FIGURA 5-33 BALANCE HÍDRICO ÁREA DE ESTUDIO	51
FIGURA 5-34 UBICACIÓN GENERAL DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	80
FIGURA 5-35 VARIACIÓN HORARIA VEHÍCULOS LIGEROS.....	83
FIGURA 5-36 VARIACIÓN HORARIA VEHÍCULOS PESADOS.....	83
FIGURA 5-37 MAPA DE RUIDO LD – LÍNEA BASE	84
FIGURA 5-38 MAPA DE RUIDO LN - LÍNEA BASE	85

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 5-1 CAMPAMENTO VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	53
FOTOGRAFÍA 5-2 ESTUFA A LEÑA VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	53
FOTOGRAFÍA 5-3 CAMPAMENTO VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	53
FOTOGRAFÍA 5-4 CAMPAMENTO VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	53
FOTOGRAFÍA 5-5 CAMPAMENTO VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	54
FOTOGRAFÍA 5-6 ESTUFA A LEÑA VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	54
FOTOGRAFÍA 5-7 HORNO VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	54
FOTOGRAFÍA 5-8 CAMPAMENTO VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO	55
FOTOGRAFÍA 5-9 HORNO VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO	55
FOTOGRAFÍA 5-10 VIVIENDA VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO.....	55
FOTOGRAFÍA 5-11 ESTUFA A LEÑA VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO.....	55
FOTOGRAFÍA 5-12 CAMPAMENTO VEREDA CENTRO, BETEITIVA.....	56
FOTOGRAFÍA 5-13 VIVIENDA CASCO URBANO, BUSBANZA	56
FOTOGRAFÍA 5-14 ESTUFA A LEÑA CASCO URBANO, BUSBANZA	56
FOTOGRAFÍA 5-15 TRITURADORA DE CARBÓN VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	57
FOTOGRAFÍA 5-16 TRITURADORA DE CARBÓN VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	57
FOTOGRAFÍA 5-17 ACOPIO DE CARBÓN VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	57
FOTOGRAFÍA 5-18 ACOPIO DE CARBÓN VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	57
FOTOGRAFÍA 5-19 ARENERA VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	58
FOTOGRAFÍA 5-20 TAMIZADORA DE ARENA VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	58
FOTOGRAFÍA 5-21 HORNO VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	58
FOTOGRAFÍA 5-22 EMPACADO DE ARENA VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	58
FOTOGRAFÍA 5-23 LADRILLERA LA SAUSA VEREDA PEDREGAL, TASCO.....	59
FOTOGRAFÍA 5-24 LADRILLERA VEREDA PEDREGAL, TASCO	59
FOTOGRAFÍA 5-25 SIKA COLOMBIA S.A.S. VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	59
FOTOGRAFÍA 5-26 SIKA COLOMBIA S.A.S. VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	59
FOTOGRAFÍA 5-27 INVERNADERO DE TOMATE VEREDA TONEMÍ, BUSBANZA	60
FOTOGRAFÍA 5-28 GANADERÍA VEREDA TONEMÍ, BUSBANZA.....	60
FOTOGRAFÍA 5-29 GALPÓN VEREDA TONEMÍ, BUSBANZA.....	60
FOTOGRAFÍA 5-30 GALPÓN VEREDA TONEMÍ, BUSBANZA.....	60
FOTOGRAFÍA 5-31 HORNO VEREDA DIDAMÓN, CORRALES	60
FOTOGRAFÍA 5-32 HORNO VEREDA DIDAMÓN, CORRALES	60
FOTOGRAFÍA 5-33 VÍA TERCIARIA VEREDA CENTRO, BETEITIVA.....	61
FOTOGRAFÍA 5-34 VÍA TERCIARIA VEREDA OTENGA, BETEITIVA.....	61
FOTOGRAFÍA 5-35 VÍA TERCIARIA VEREDA CUSAGOTA, BUSBANZA.....	61
FOTOGRAFÍA 5-36 VÍA TERCIARIA TONEMI, BUSBANZA.....	61
FOTOGRAFÍA 5-37 VÍA TERCIARIA VEREDA PEDREGAL, TASCO	62
FOTOGRAFÍA 5-38 VÍA TERCIARIA VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO	62
FOTOGRAFÍA 5-39 VEHÍCULO DE CARGA PESADA, CORRALES	63
FOTOGRAFÍA 5-40 MAQUINARIA, CORRALES	63
FOTOGRAFÍA 5-41 TRÁNSITO VEHICULAR, CORRALES.....	63
FOTOGRAFÍA 5-42 TRÁNSITO VEHICULAR, CORRALES.....	63
FOTOGRAFÍA 5-43 TRÁNSITO MAQUINARIA, TASCO	63
FOTOGRAFÍA 5-44 TRÁNSITO VEHICULAR, TASCO.....	63
FOTOGRAFÍA 5-45 VEHÍCULO DE CARGA PESADA, TASCO	64
FOTOGRAFÍA 5-46 TRÁNSITO VEHICULAR, TASCO.....	64
FOTOGRAFÍA 5-47 VEHÍCULO DE CARGA PESADA, TASCO	64
FOTOGRAFÍA 5-48 TRÁNSITO VEHICULAR, TASCO.....	65
FOTOGRAFÍA 5-49 TRÁNSITO VEHICULAR, TASCO.....	65

FOTOGRAFÍA 5-50 TRANSPORTE FERROVIARIO SECTOR VADO CASTERO, SOGAMOSO	65
FOTOGRAFÍA 5-51 TRÁNSITO VEHICULAR, BETEITIVA	66
FOTOGRAFÍA 5-52 TRÁNSITO VEHICULAR, BETEITIVA	66
FOTOGRAFÍA 5-53 ESCUELA SECTOR LA MESITA VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	66
FOTOGRAFÍA 5-54 VIVIENDA ALEDAÑA A MINERÍA DE CARBÓN VEREDA REYES PATRIA, CORRALES.....	67
FOTOGRAFÍA 5-55 VIVIENDA ALEDAÑA A HORNOS DE CAL VEREDA DIDAMÓN, CORRALES.....	67
FOTOGRAFÍA 5-56 VIVIENDA ALEDAÑA A ARENERA VEREDA CANELAS, TASCO.....	67
FOTOGRAFÍA 5-57 CASERÍO PEÑA BLANCA VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO.....	67
FOTOGRAFÍA 5-58 MAQUINARIA, CORRALES	87
FOTOGRAFÍA 5-59 VEHÍCULO CARGA PESADA Y MAQUINARIA, VÍA TASCO.....	87
FOTOGRAFÍA 5-60 TRITURADORA DE CARBÓN VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	87
FOTOGRAFÍA 5-61 TAMIZADORA DE ARENA VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO	87
FOTOGRAFÍA 5-62 TALLER DE SOLDADURA, BUSBANZA.....	88
FOTOGRAFÍA 5-63 ACTIVIDADES DE SOLDADURA, TASCO.....	88
FOTOGRAFÍA 5-64 SISTEMA DE VENTILACIÓN MINERÍA VEREDA PEDREGAL, TASCO	88
FOTOGRAFÍA 5-65 SISTEMA DE VENTILACIÓN MINERÍA VEREDA PEDREGAL, TASCO	88
FOTOGRAFÍA 5-66 MALACATE MINA DE CARBÓN VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO	88
FOTOGRAFÍA 5-67 MALACATE MINA DE CARBÓN VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO	88
FOTOGRAFÍA 5-68 GANADERÍA VEREDA TONEMI, BUSBANZA.....	89
FOTOGRAFÍA 5-69 GALPONES VEREDA TONEMI, BUSBANZA.....	89
FOTOGRAFÍA 5-70 CENTRO URBANO CORRALES	89
FOTOGRAFÍA 5-71 CENTRO URBANO BETEITIVA	90
FOTOGRAFÍA 5-72 CENTRO URBANO BUSBANZA.....	90
FOTOGRAFÍA 5-73 CASERÍO LA MESITA VEREDA REYES PATRIA, CORRALES	91
FOTOGRAFÍA 5-74 CASERÍO LAS TOCUAS VEREDA TONEMI, BUSBANZA.....	91
FOTOGRAFÍA 5-75 CASERÍO VEREDA TOBO, BUSBANZA.....	91
FOTOGRAFÍA 5-76 CENTRO POBLADO DE OTENGA, BETEITIVA	91
FOTOGRAFÍA 5-77 CASERÍO PEÑA BLANCA VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO.....	91
FOTOGRAFÍA 5-78 CASERÍO LABRANZA VEREDA PEDREGAL, TASCO	91
FOTOGRAFÍA 5-79 CENTRO EDUCATIVO JUANA ESCOBAR VEREDA BUENA VISTA, CORRALES	92
FOTOGRAFÍA 5-80 INSTITUCIÓN EDUCATIVA CUSAGOTA VEREDA CUSAGOTA, BUSBANZA.....	92
FOTOGRAFÍA 5-81 CENTRO EDUCATIVO VEREDA VILLA FRANCA, BETEITIVA	92
FOTOGRAFÍA 5-82 CENTRO EDUCATIVO BOLÍVAR VEREDA SANTA BÁRBARA, TASCO	92
FOTOGRAFÍA 5-83 CENTRO EDUCATIVO VEREDA SOIQUIA, BETEITIVA.....	92
FOTOGRAFÍA 5-84 CENTRO EDUCATIVO VEREDA PEDREGAL, TASCO.....	92
FOTOGRAFÍA 5-85 CENTRO EDUCATIVO VEREDA DIVAQUÍA, BETEITIVA.....	93
FOTOGRAFÍA 5-86 CENTRO EDUCATIVO – SECTOR EL BUJIO.....	93
FOTOGRAFÍA 5-87 CENTRO EDUCATIVO – SECTOR COSTA RICA	93
FOTOGRAFÍA 5-88 CENTRO EDUCATIVO VEREDA BUNTIA, BETEITIVA	93

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.8 Atmósfera

5.1.8.1 Climatología

5.1.8.1.1 Introducción

El presente aparte presenta la caracterización climatológica de la cuenca media baja del río Chicamocha, particularmente en los municipios de Busbanzá, Corrales, Betétiva y Tasco. El estudio comprendió un período de análisis entre 1980 y 2016, y se hizo uso de estaciones climatológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM circundantes a la zona de estudio ya que no se contó con estaciones dentro del área del proyecto que cumplieran con los estándares de calidad referidos a homogeneidad de los datos, así como a la disponibilidad de registros para el período de análisis y un máximo de datos faltantes del 20%.

Se evaluaron datos mensuales de precipitación (mm), temperaturas medias del aire (°C), humedad relativa del aire (%), brillo solar (horas), nubosidad (octas), evaporación (mm), velocidad (m/s) y dirección del viento. Adicionalmente se hizo la caracterización de la precipitación total diaria y la temperatura media diaria.

La metodología de análisis comprendió una fase de depuración y procesamiento de datos, cálculo de estadísticos básicos, determinación de la distribución media anual multianual y mensual multianual de cada una de las variables y especialización de la información. Así mismo fueron elaboradas las rosas de viento.

Finalmente se interpretó la información resultante con base en los procesos meteorológicos reinantes en la zona y los factores modulantes del clima en la región, tales como el relieve, en función de las laderas de barlovento y sotavento.

Los resultados obtenidos, demostraron que la zona de estudio está altamente influenciada por la dinámica de la Zona de Convergencia Intertropical, definida como una banda nubosa que se desplaza durante el año de sur a norte y de norte a sur, en donde para el área de estudio transita durante los meses de abril a mayo y de octubre a noviembre, constituyendo las épocas de máximas precipitaciones en la región y por ende lo que se conoce como un régimen bimodal.

En cuanto a la temperatura media del aire, no se observaron grandes variaciones a lo largo del año, esto en razón que la zona de estudio presenta alturas sobre el nivel del mar similares, hacen parte de lo que se conoce como el Altiplano Cundiboyacense.

En una tercera línea de información se recopila y evalúa lo correspondiente a la distribución de las lluvias máximas en 24 horas y precipitación media anual e información perteneciente a la aceleración sísmica como unidad de medida dentro del reglamento colombiano de Construcción sismo resistente, NRS-10.

5.1.8.1.2 Antecedentes

El área de estudio, se ubica al centro-oriente del departamento de Boyacá, en la cuenca media del río Chicamocha, de acuerdo con el más reciente atlas climatológico (IDEAM, 2017), la zona se caracteriza por presentar volúmenes de lluvia deficitarios, entre 500 y 1000 mm/ año presentando dos estaciones lluviosas intercaladas por dos épocas secas. En cuanto a la temperatura media del aire, esta oscila entre los 8°C y 16°C. Teniendo en cuenta lo anterior, y de acuerdo a la clasificación climática de Caldas Lang, se ha determinado que el clima predominante de la región es frío semiárido.

Otros estudios climáticos a escala regional y local, han igualmente caracterizado la zona no sólo en función de los regímenes de temperatura y precipitación sino también incluyen una descripción de otras variables meteorológicas, tal es el caso del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental – POMCA para la cuenca media del río Sogamoso (2010), en donde se ordenan ambientalmente los territorios de los municipios de Corrales, Busbanza, Betétiva y Tasco. El documento, realizado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la Corporación Autónoma y Regional de Boyacá en el año 2007, presenta el análisis de variación media de la temperatura, precipitación, humedad relativa, brillo solar, y evaporación, reflejando los siguientes valores en que oscilan cada uno de estos parámetros; ver **Tabla 5-1**.

Tabla 5-1 Parámetros Climáticos

PARÁMETRO	VALORES OSCILANTES
Temperatura media anual	6,1 y 25,8 °C
Temperatura máxima anual	18,2 y 39,6 °C
Temperatura mínima anual	-8,4 y 10,4 °C
Precipitación anual	664 y 3004 mm
Humedad relativa media mensual	57% y 98%
Humedad relativa media multianual	62,5% y 93,4%
Brillo solar medio mensual multianual	91 y 249 horas
Evaporación total anual	712 y 1929 mm
Velocidad del viento media mensual multianual	0,6 y 4,8 m/s

Fuente: POMCA CMRCH

En cuanto a la temperatura y el brillo solar se establece una relación con la altura en que se encuentran ubicadas las estaciones usadas para el análisis de estas variables, en donde se refleja un comportamiento inversamente proporcional puesto que, al reducirse la altura, la temperatura y brillo solar aumentan.

La precipitación tiene un régimen bimodal, que se caracteriza por dos periodos de máximas lluvias que van desde marzo hasta abril y de septiembre a noviembre; los periodos secos se presentan entre junio a agosto y diciembre a febrero. Dicha variable se relaciona con la humedad relativa ya que coinciden los picos de ésta y los periodos de máximas lluvias.

En cuanto a la evaporación los valores máximos aparecen en los meses de diciembre, enero y agosto, presentando además una relación inversamente proporcional con la altura de las estaciones analizadas para dicho parámetro.

Otro documento relacionado con la climatología para el área de estudio es el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Corrales (E.O.T. Corrales, 2004) en donde se describe un clima frío, correspondiendo a la zona de vida de Holdridge de bs-MB (Bosque seco- Montano bajo) con una extensión de 59 km², presenta una precipitación media anual de 726.6 mm, los

meses más lluviosos son abril, mayo, junio, octubre y noviembre y los más secos los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. La temperatura promedio es de 14 °C, registrando los valores más altos hacia las riberas del río Chicamocha y los valores más bajos hacia los 2800 m.s.n.m.

El Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Busbanza (E.O.T. Busbanza, 2000), muestra un comportamiento característico del clima del municipio en donde se presentan dos unidades climáticas: Unidad de clima frío seco (f-s) y Unidad de clima frío semihúmedo. De acuerdo a la clasificación de Holdridge L.R. (1962) el municipio pertenece a una zona de clima frío seco.

En general la temperatura presenta variaciones muy ligeras, registrándose temperaturas medias de 14,5°C con valores máximos de 28,6 °C y mínimos de -3 °C. La precipitación tiene variaciones notables, una época con periodos secos definidos en los meses de diciembre a febrero y junio a septiembre; la época invernal comprende los meses de marzo a mayo y las mayores precipitaciones de octubre a noviembre.

Así mismo, en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Tasco (E.O.T. Tasco, 2000), se encuentra una caracterización climática respecto al análisis de las variables de precipitación, humedad, brillo solar, vientos y temperatura. En donde se determina un comportamiento bimodal de la precipitación, el primer periodo de lluvias se presenta en los meses de marzo, abril y mayo con precipitaciones de hasta 327 mm; el segundo periodo corresponde a los meses de octubre y noviembre con valores de precipitación de 240.2 mm. Mientras, observaron bajas variaciones a nivel mensual de la temperatura del aire, con diferencias de un mes a otro del orden de 1,6 °C lo cual no refleja una gran variabilidad. La humedad relativa tiene un valor promedio de 83% y el porcentaje de evaporación de 31.2% en donde los promedios más bajos de esta última se presentan en los meses de febrero, junio y julio.

5.1.8.1.3 Caracterización Climatológica COR-15

➤ Metodología

El análisis climatológico se realiza con base en los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Este análisis está orientado a conocer la dinámica general de los parámetros climáticos de la zona en estudio, con el fin de suministrar criterios que permitan evaluar los efectos sobre el área del proyecto.

- Selección de las estaciones meteorológicas

La selección de las estaciones obedece principalmente a la relación de entorno fisiográfico e hidrográfico, proximidad respecto al área de estudio y disponibilidad de datos del operador. Los registros fueron obtenidos de la red del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2015) y que cumple con lo dispuesto por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior, se preseleccionaron 90 estaciones meteorológicas del IDEAM potenciales a utilizar en el análisis. Sin embargo, se escogieron las estaciones que como máximo presentaran un faltante de datos del 20%, y adicionalmente que se encontraran en un radio máximo, medido desde el centro del área de estudio, de 30 km. Esto dado que dentro del área no se contó con estaciones meteorológicas que cumplieran con el primer requerimiento.

La **Tabla 5-2** Estaciones Meteorológicas de Referencia relaciona las estaciones meteorológicas utilizadas para el presente estudio las cuales fueron seleccionadas de acuerdo con la metodología previamente expuesta.

Tabla 5-2 Estaciones Meteorológicas de Referencia

CÓDIGO	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	VARIABLES								
					Pt ¹	Ta ²	HR ³	E ⁴	Br ⁵	N ⁶	VvDv ⁷	P ⁸	
24030350	Duitama	583,431	-730,357	2540	x								x
24035120	Surbata_bonza	580,244	-730,745	2485	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24030640	Nimicia_esc_rural	581,569	-727,698	3200	x								x
24030560	Mongua	575,994	-727,925	2900	x								x
24030190	Mongui	572,456	-728,498	2970	x								x
24030790	Nobsa	577,342	-729,403	2500	x								x
24035150	Belencito	577,869	-728,908	2530	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24030400	Sta_rosa_viterbo	586,872	-729,858	2690	x								x
24030670	Sta_rosita	613,964	-727,710	3240	x								x
24030570	Aposentos	606,208	-726,353	2328	x								x
24030690	Curital	598,858	-726,441	3052	x								x
24030940	Sena	575,606	-729,079	2500	x								x
24030160	Tasco	590,772	-727,835	2486	x								x
24030410	Tibasosa	574,383	-730,049	2500	x								x
24030650	Tutasa	603,361	-728,556	2833	x								x
24030860	La_capilla	610,072	-728,667	2800	x								x
24035320	Sativanorte	613,000	-727,000	2594		x	x				x		x
24035170	Tunguavita	575,000	-731,200	2470		x	x	x	x	x	x		x
24035330	Boavita	632,619	-725,787	2150				x	x				x

(1. Precipitación, 2. Temperatura Media, 3. Humedad Relativa, 4. Evaporación, 5. Brillo Solar, 6. Nubosidad, 7. Velocidad y dirección del viento, 8. Presión Atmosférica)

Fuente: IDEAM, 2019

- Definición del periodo de análisis

Una vez seleccionadas las estaciones, se procedió a determinar el periodo de análisis, ya que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda escoger un espacio de tiempo común mayor a diez años para evaluar las variables que determinan el clima en un área dada (OMM, UNESCO, 2005). Es por esto que se estableció un periodo de para el período de 1980 a 2016 (Ver **Tabla 5-3**) para todos los parámetros, con el fin de realizar el modelamiento espacial y temporal de las condiciones atmosféricas promedio del área de estudio.

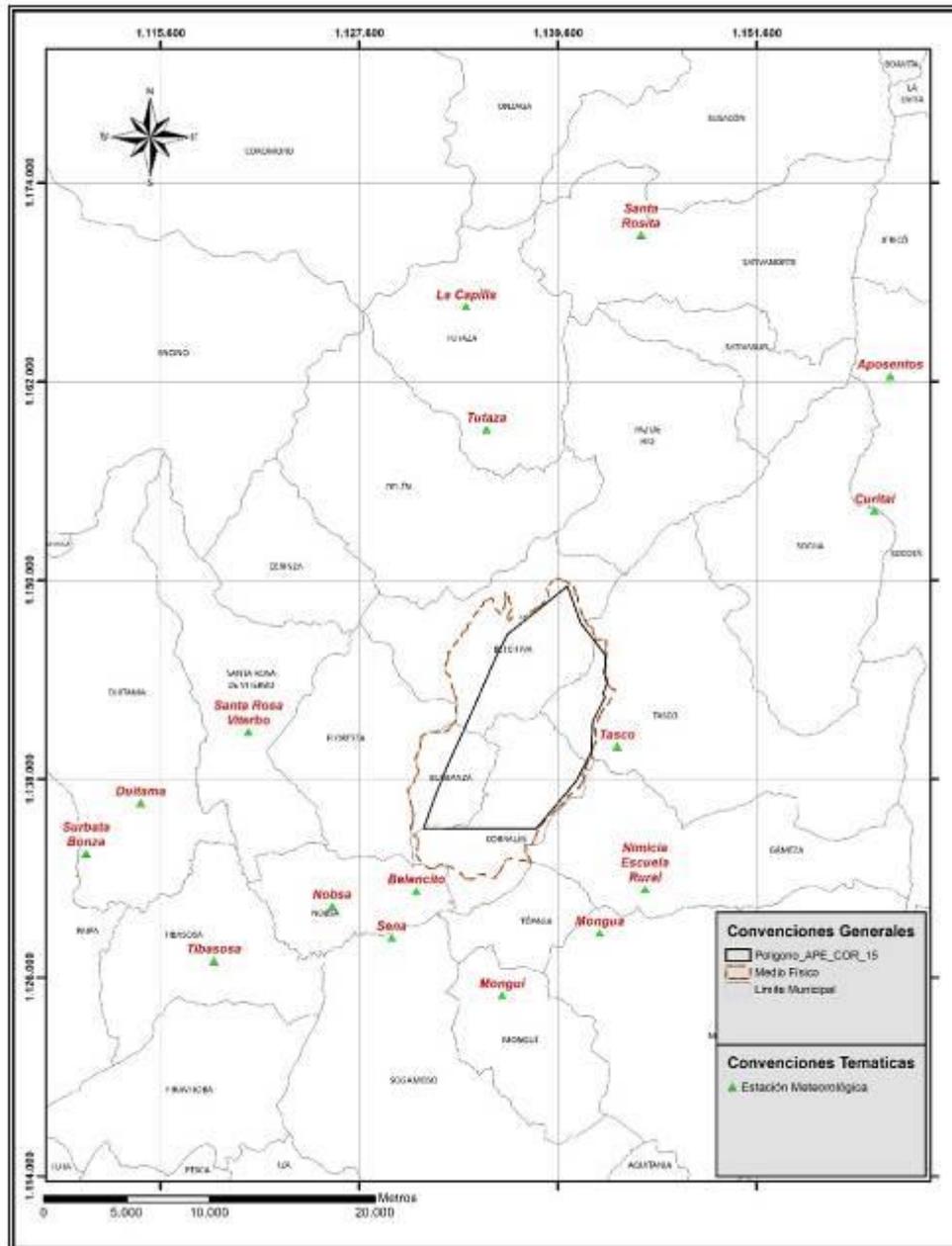


Figura 5-1 Distribución Espacial Estaciones Climatológica

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

- Análisis de consistencia de datos

Para las investigaciones y análisis climáticos, es muy importante que los datos sean intercomparables en la totalidad de los registros. Esta consideración concierne particularmente los datos obtenidos en una misma ubicación en fechas y momentos diferentes. A lo largo de un registro prolongado, pueden aparecer problemas vinculados a las modificaciones de las prácticas

de observación y en particular de los instrumentos. Tales cambios pueden dar lugar a graves problemas y la utilidad de una serie histórica (Martínez, 2005)¹.

Se utilizó el método del Water Resources Council para la realización de ajustes de series dudosas de variables anuales de precipitación, que se alejan significativamente de la tendencia de la información, proceso recomendado para detectar los puntos que se separan de la tendencia de los valores máximos (por encima o por debajo) y facilitar la toma de decisiones de retención o eliminación de datos que puedan afectar significativamente la magnitud de los parámetros estadísticos (Chow, 1994)² con un nivel de significancia del 10%.

Utilizando la relación de frecuencia se puede hallar los datos dudosos altos o bajos, mediante la siguiente expresión:

$$Y_H = Y + K_n + S_y$$

Donde Y_H es el umbral dudoso alto en unidades logarítmicas Y y S_y son variables estadísticas para un tamaño de la muestra.

Utilizando los valores K_n que contienen los valores para la prueba de datos dudosos de la tabla de U.S del Water Resources para la distribución normal. Los picos de crecientes considerados como bajos o altos se eliminan del registro.

A continuación, en la hasta la **Figura 5-2** hasta la **Figura 5-18** y **Tabla 5-4** hasta la **Tabla 5-19**, se representan gráficamente la consistencia de datos de las estaciones climatológicas. Los resultados de este análisis indican que no existen puntos fuera de tendencia en las estaciones, lo que indica que se encuentran dentro del rango de aceptación para el análisis del componente atmosférico de la zona de interés.

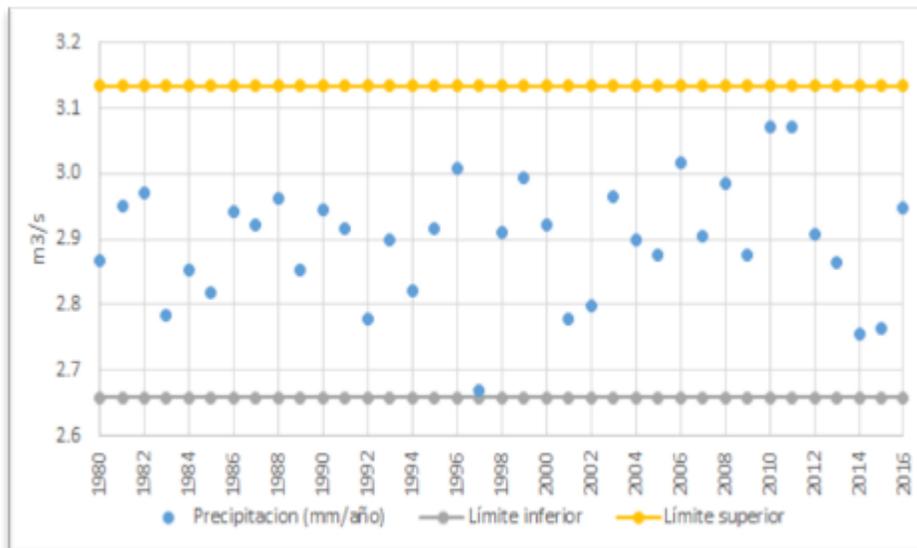


Figura 5-2 Análisis de Consistencia de Datos Estación Belencito

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

¹ Martínez, A. (2005). Fundamentos de Hidrogeología. Madrid.

² CHow, V. T. (1994). Hidrología Aplicada. Bogotá: Mac Graw Hill.

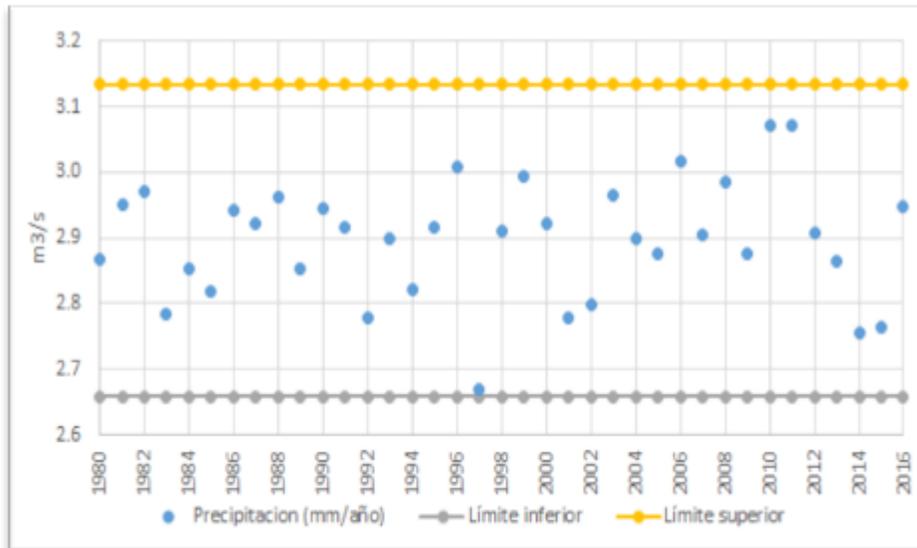


Figura 5-9 Análisis de Consistencia de Datos Estación Belencito
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

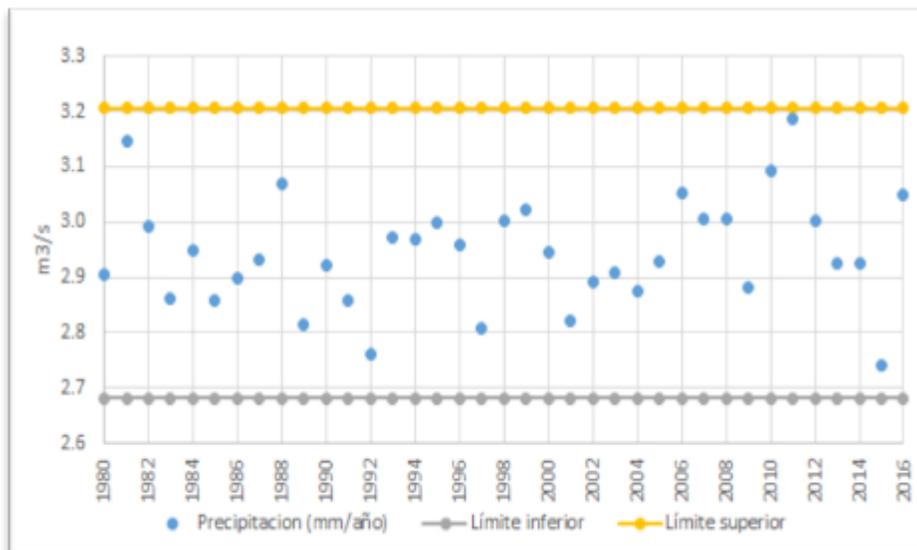


Figura 5-3 Análisis de Consistencia de Datos Estación Duitama
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-4 Análisis de Consistencia de Datos Estación Duitama

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	801.70	2.90	2.68	3.21
1981	1404.10	3.15	2.68	3.21
1982	981.80	2.99	2.68	3.21
1983	725.80	2.86	2.68	3.21
1984	888.50	2.95	2.68	3.21
1985	724.40	2.86	2.68	3.21
1986	790.00	2.90	2.68	3.21

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1987	853.40	2.93	2.68	3.21	
1988	1175.60	3.07	2.68	3.21	
1989	651.30	2.81	2.68	3.21	
1990	838.50	2.92	2.68	3.21	
1991	720.60	2.86	2.68	3.21	
1992	578.40	2.76	2.68	3.21	
1993	937.70	2.97	2.68	3.21	
1994	930.30	2.97	2.68	3.21	
1995	999.70	3.00	2.68	3.21	
1996	911.80	2.96	2.68	3.21	
1997	644.60	2.81	2.68	3.21	
1998	1008.30	3.00	2.68	3.21	
1999	1056.70	3.02	2.68	3.21	
2000	879.70	2.94	2.68	3.21	
2001	663.40	2.82	2.68	3.21	
2002	778.30	2.89	2.68	3.21	
2003	812.90	2.91	2.68	3.21	
2004	747.80	2.87	2.68	3.21	
2005	847.00	2.93	2.68	3.21	
2006	1129.20	3.05	2.68	3.21	
2007	1012.10	3.01	2.68	3.21	
2008	1010.80	3.00	2.68	3.21	
2009	763.20	2.88	2.68	3.21	
2010	1237.40	3.09	2.68	3.21	
2011	1541.20	3.19	2.68	3.21	
2012	1006.90	3.00	2.68	3.21	
2013	841.60	2.93	2.68	3.21	
2014	844.60	2.93	2.68	3.21	
2015	552.70	2.74	2.68	3.21	
2016	1118.40	3.05	2.68	3.21	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.68226424	3.20675628	37	2.65	2.94	0.09896076

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

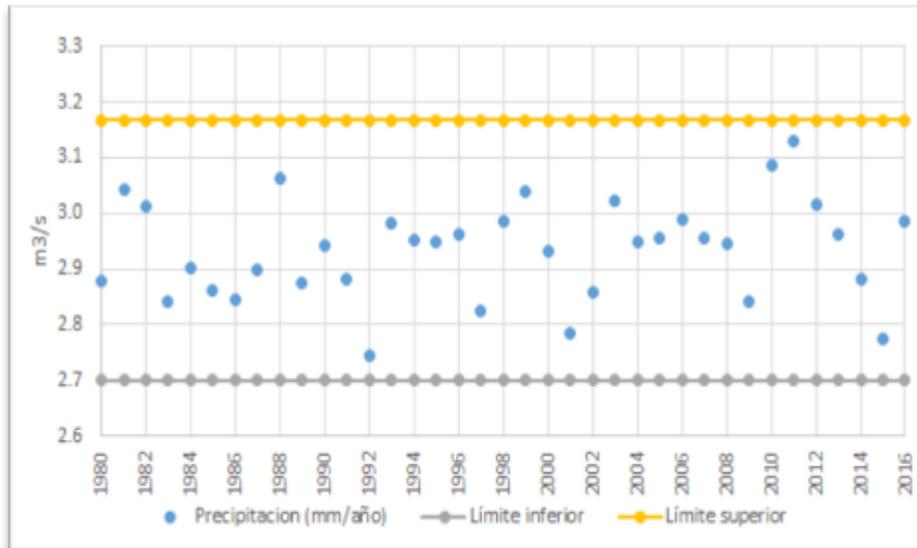


Figura 5-4 Análisis de Consistencia de Datos Estación Surbata Bonza
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-5 Análisis de Consistencia de Datos Estación Surbata Bonza

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	756.30	2.88	2.70	3.17
1981	1099.60	3.04	2.70	3.17
1982	1032.40	3.01	2.70	3.17
1983	695.50	2.84	2.70	3.17
1984	800.00	2.90	2.70	3.17
1985	728.80	2.86	2.70	3.17
1986	701.60	2.85	2.70	3.17
1987	790.20	2.90	2.70	3.17
1988	1157.70	3.06	2.70	3.17
1989	747.80	2.87	2.70	3.17
1990	872.20	2.94	2.70	3.17
1991	760.30	2.88	2.70	3.17
1992	556.20	2.75	2.70	3.17
1993	960.70	2.98	2.70	3.17
1994	894.80	2.95	2.70	3.17
1995	886.70	2.95	2.70	3.17
1996	917.70	2.96	2.70	3.17
1997	669.00	2.83	2.70	3.17
1998	964.40	2.98	2.70	3.17
1999	1090.90	3.04	2.70	3.17
2000	856.10	2.93	2.70	3.17
2001	611.10	2.79	2.70	3.17
2002	719.10	2.86	2.70	3.17
2003	1052.90	3.02	2.70	3.17
2004	886.60	2.95	2.70	3.17
2005	903.60	2.96	2.70	3.17
2006	978.70	2.99	2.70	3.17
2007	902.60	2.96	2.70	3.17
2008	881.90	2.95	2.70	3.17
2009	691.90	2.84	2.70	3.17
2010	1219.10	3.09	2.70	3.17

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
2011	1347.40	3.13	2.70	3.17	
2012	1038.30	3.02	2.70	3.17	
2013	917.80	2.96	2.70	3.17	
2014	760.80	2.88	2.70	3.17	
2015	593.90	2.77	2.70	3.17	
2016	964.70	2.98	2.70	3.17	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.69962953	3.16789368	37	2.65	2.93	0.08835173

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

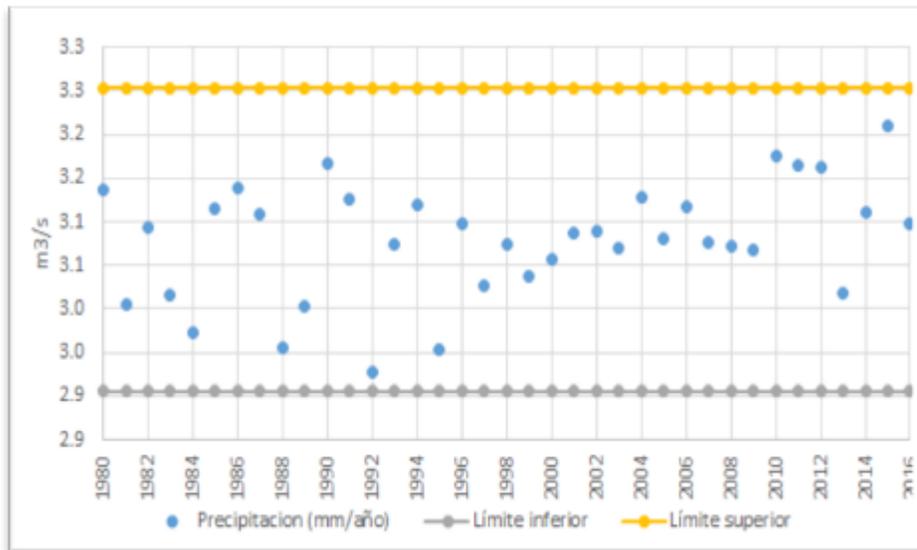


Figura 5-5 Análisis de Consistencia de Datos Estación Nimicia Esc Rural

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-6 Análisis de Consistencia de Datos Estación Nimicia Esc Rural

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	1371.00	3.14	2.91	3.25
1981	1013.00	3.01	2.91	3.25
1982	1242.00	3.09	2.91	3.25
1983	1036.80	3.02	2.91	3.25
1984	942.10	2.97	2.91	3.25
1985	1304.30	3.12	2.91	3.25
1986	1378.00	3.14	2.91	3.25
1987	1287.30	3.11	2.91	3.25
1988	904.50	2.96	2.91	3.25
1989	1005.10	3.00	2.91	3.25
1990	1465.70	3.17	2.91	3.25
1991	1339.10	3.13	2.91	3.25
1992	848.20	2.93	2.91	3.25
1993	1186.50	3.07	2.91	3.25
1994	1320.10	3.12	2.91	3.25
1995	900.80	2.95	2.91	3.25
1996	1254.10	3.10	2.91	3.25
1997	1065.50	3.03	2.91	3.25

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1998	1188.70	3.08	2.91	3.25	
1999	1088.70	3.04	2.91	3.25	
2000	1140.50	3.06	2.91	3.25	
2001	1223.60	3.09	2.91	3.25	
2002	1231.10	3.09	2.91	3.25	
2003	1174.90	3.07	2.91	3.25	
2004	1343.50	3.13	2.91	3.25	
2005	1207.30	3.08	2.91	3.25	
2006	1312.10	3.12	2.91	3.25	
2007	1194.90	3.08	2.91	3.25	
2008	1181.80	3.07	2.91	3.25	
2009	1167.20	3.07	2.91	3.25	
2010	1496.20	3.17	2.91	3.25	
2011	1461.20	3.16	2.91	3.25	
2012	1451.10	3.16	2.91	3.25	
2013	1043.80	3.02	2.91	3.25	
2014	1294.00	3.11	2.91	3.25	
2015	1618.80	3.21	2.91	3.25	
2016	1252.60	3.10	2.91	3.25	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.90539229	3.25391764	37	2.65	3.08	0.0657595

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

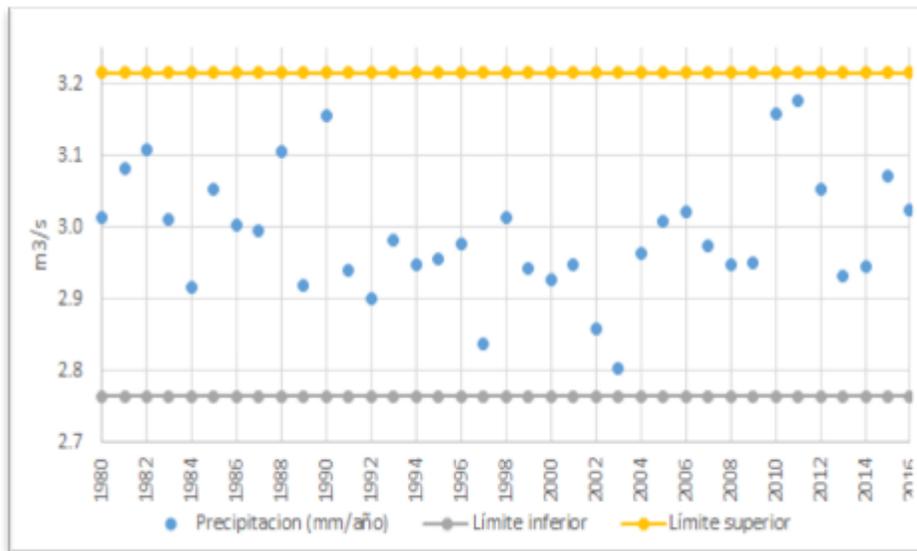


Figura 5-6 Análisis de Consistencia de Datos Estación Mongua

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-7 Análisis de Consistencia de Datos Estación Mongua

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	922.30	2.96	2.71	3.17
1981	1074.00	3.03	2.71	3.17
1982	1141.00	3.06	2.71	3.17
1983	912.70	2.96	2.71	3.17
1984	734.00	2.87	2.71	3.17
1985	1006.20	3.00	2.71	3.17

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1986	899.90	2.95	2.71	3.17	
1987	883.60	2.95	2.71	3.17	
1988	1138.90	3.06	2.71	3.17	
1989	739.70	2.87	2.71	3.17	
1990	1274.60	3.11	2.71	3.17	
1991	777.10	2.89	2.71	3.17	
1992	706.80	2.85	2.71	3.17	
1993	854.00	2.93	2.71	3.17	
1994	790.60	2.90	2.71	3.17	
1995	806.80	2.91	2.71	3.17	
1996	845.20	2.93	2.71	3.17	
1997	613.70	2.79	2.71	3.17	
1998	917.70	2.96	2.71	3.17	
1999	779.50	2.89	2.71	3.17	
2000	753.40	2.88	2.71	3.17	
2001	790.10	2.90	2.71	3.17	
2002	644.00	2.81	2.71	3.17	
2003	565.70	2.75	2.71	3.17	
2004	821.60	2.91	2.71	3.17	
2005	905.90	2.96	2.71	3.17	
2006	936.30	2.97	2.71	3.17	
2007	839.40	2.92	2.71	3.17	
2008	792.50	2.90	2.71	3.17	
2009	794.80	2.90	2.71	3.17	
2010	1285.30	3.11	2.71	3.17	
2011	1341.20	3.13	2.71	3.17	
2012	1005.40	3.00	2.71	3.17	
2013	764.30	2.88	2.71	3.17	
2014	786.80	2.90	2.71	3.17	
2015	1050.80	3.02	2.71	3.17	
2016	940.30	2.97	2.71	3.17	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.71355334	3.16611884	37	2.65	2.94	0.08538972

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

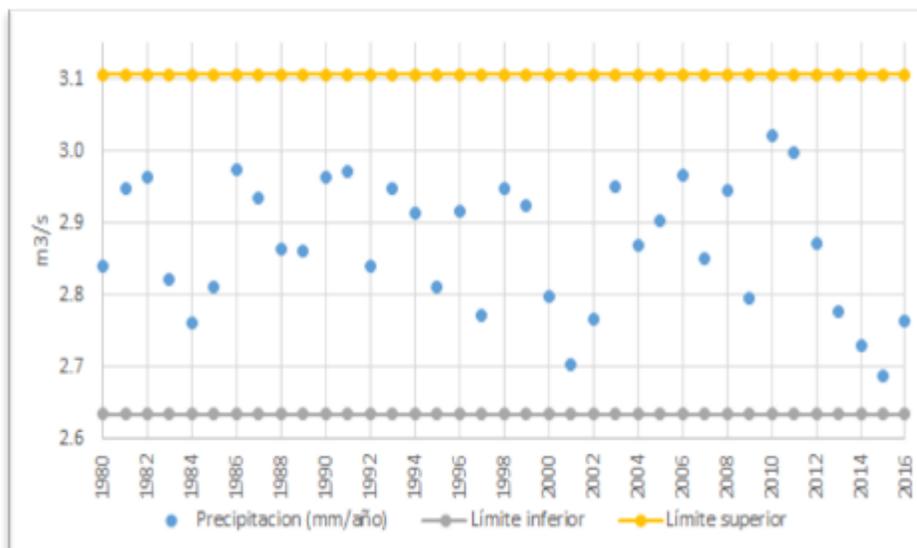


Figura 5-7 Análisis de Consistencia de Datos Estación Mongui
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-8 Análisis de Consistencia de Datos Estación Mongui

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	691.00	2.84	2.63	3.11
1981	885.80	2.95	2.63	3.11
1982	920.70	2.96	2.63	3.11
1983	663.40	2.82	2.63	3.11
1984	577.10	2.76	2.63	3.11
1985	646.30	2.81	2.63	3.11
1986	940.10	2.97	2.63	3.11
1987	862.10	2.94	2.63	3.11
1988	730.90	2.86	2.63	3.11
1989	725.40	2.86	2.63	3.11
1990	919.70	2.96	2.63	3.11
1991	937.20	2.97	2.63	3.11
1992	692.40	2.84	2.63	3.11
1993	888.20	2.95	2.63	3.11
1994	820.90	2.91	2.63	3.11
1995	646.50	2.81	2.63	3.11
1996	823.70	2.92	2.63	3.11
1997	589.60	2.77	2.63	3.11
1998	888.60	2.95	2.63	3.11
1999	839.20	2.92	2.63	3.11
2000	629.30	2.80	2.63	3.11
2001	504.00	2.70	2.63	3.11
2002	583.40	2.77	2.63	3.11
2003	894.90	2.95	2.63	3.11
2004	738.20	2.87	2.63	3.11
2005	799.40	2.90	2.63	3.11
2006	926.80	2.97	2.63	3.11
2007	707.20	2.85	2.63	3.11
2008	881.40	2.95	2.63	3.11
2009	622.70	2.79	2.63	3.11
2010	1048.40	3.02	2.63	3.11

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
2011	993.40	3.00	2.63	3.11	
2012	745.80	2.87	2.63	3.11	
2013	597.10	2.78	2.63	3.11	
2014	535.40	2.73	2.63	3.11	
2015	487.00	2.69	2.63	3.11	
2016	579.50	2.76	2.63	3.11	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.63321316	3.10609452	37	2.65	2.87	0.0892229

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

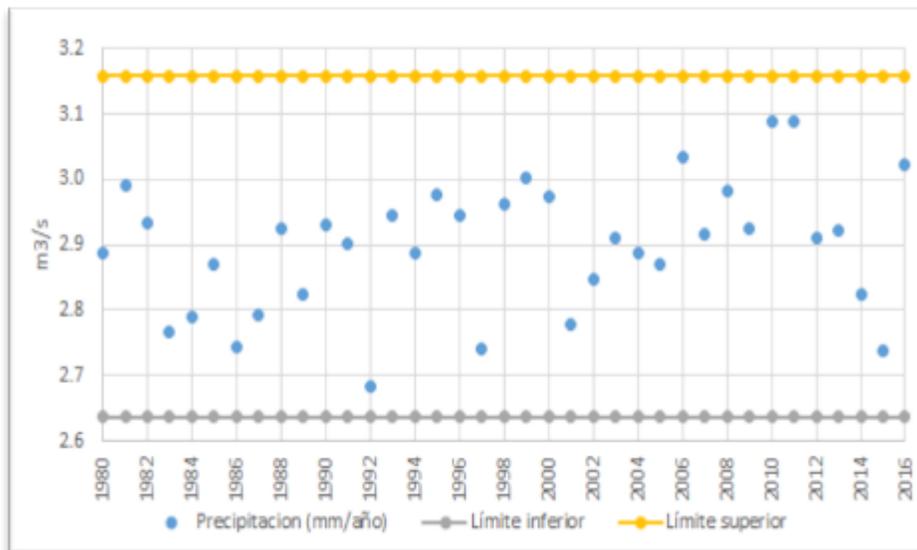


Figura 5-8 Análisis de Consistencia de Datos Estación Nobsa

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-9 Análisis de Consistencia de Datos Estación Nobsa

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	770.00	2.89	2.64	3.16
1981	981.80	2.99	2.64	3.16
1982	857.90	2.93	2.64	3.16
1983	585.10	2.77	2.64	3.16
1984	616.10	2.79	2.64	3.16
1985	739.50	2.87	2.64	3.16
1986	555.70	2.74	2.64	3.16
1987	620.60	2.79	2.64	3.16
1988	842.10	2.93	2.64	3.16
1989	666.10	2.82	2.64	3.16
1990	852.50	2.93	2.64	3.16
1991	800.30	2.90	2.64	3.16
1992	483.20	2.68	2.64	3.16
1993	881.30	2.95	2.64	3.16
1994	772.60	2.89	2.64	3.16
1995	950.40	2.98	2.64	3.16
1996	881.50	2.95	2.64	3.16
1997	550.90	2.74	2.64	3.16
1998	914.20	2.96	2.64	3.16
1999	1007.70	3.00	2.64	3.16

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
2000	939.20	2.97	2.64	3.16	
2001	599.10	2.78	2.64	3.16	
2002	703.50	2.85	2.64	3.16	
2003	813.40	2.91	2.64	3.16	
2004	772.30	2.89	2.64	3.16	
2005	740.10	2.87	2.64	3.16	
2006	1078.90	3.03	2.64	3.16	
2007	824.10	2.92	2.64	3.16	
2008	963.20	2.98	2.64	3.16	
2009	840.10	2.92	2.64	3.16	
2010	1222.60	3.09	2.64	3.16	
2011	1223.20	3.09	2.64	3.16	
2012	812.00	2.91	2.64	3.16	
2013	833.90	2.92	2.64	3.16	
2014	668.30	2.82	2.64	3.16	
2015	547.80	2.74	2.64	3.16	
2016	1049.90	3.02	2.64	3.16	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.63761935	3.15784853	37	2.65	2.90	0.09815645

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

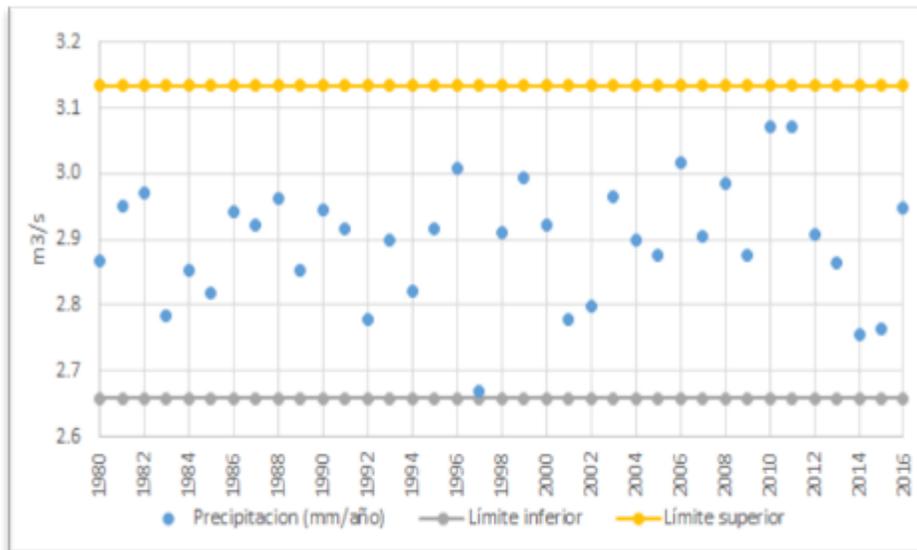


Figura 5-9 Análisis de Consistencia de Datos Estación Belencito

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-10 Análisis de Consistencia de Datos Estación Belencito

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	735.50	2.87	2.66	3.13
1981	893.30	2.95	2.66	3.13
1982	933.50	2.97	2.66	3.13
1983	610.00	2.79	2.66	3.13
1984	712.20	2.85	2.66	3.13
1985	659.00	2.82	2.66	3.13
1986	875.70	2.94	2.66	3.13
1987	835.10	2.92	2.66	3.13
1988	915.10	2.96	2.66	3.13

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1989	711.90	2.85	2.66	3.13	
1990	883.30	2.95	2.66	3.13	
1991	823.20	2.92	2.66	3.13	
1992	598.40	2.78	2.66	3.13	
1993	790.90	2.90	2.66	3.13	
1994	664.80	2.82	2.66	3.13	
1995	824.10	2.92	2.66	3.13	
1996	1018.20	3.01	2.66	3.13	
1997	466.00	2.67	2.66	3.13	
1998	811.20	2.91	2.66	3.13	
1999	986.40	2.99	2.66	3.13	
2000	837.90	2.92	2.66	3.13	
2001	599.70	2.78	2.66	3.13	
2002	629.40	2.80	2.66	3.13	
2003	922.60	2.97	2.66	3.13	
2004	792.20	2.90	2.66	3.13	
2005	751.00	2.88	2.66	3.13	
2006	1037.30	3.02	2.66	3.13	
2007	802.90	2.90	2.66	3.13	
2008	968.30	2.99	2.66	3.13	
2009	752.90	2.88	2.66	3.13	
2010	1177.90	3.07	2.66	3.13	
2011	1179.10	3.07	2.66	3.13	
2012	806.40	2.91	2.66	3.13	
2013	732.80	2.86	2.66	3.13	
2014	570.40	2.76	2.66	3.13	
2015	580.30	2.76	2.66	3.13	
2016	884.80	2.95	2.66	3.13	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.65902713	3.13454136	37	2.65	2.90	0.08971967

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

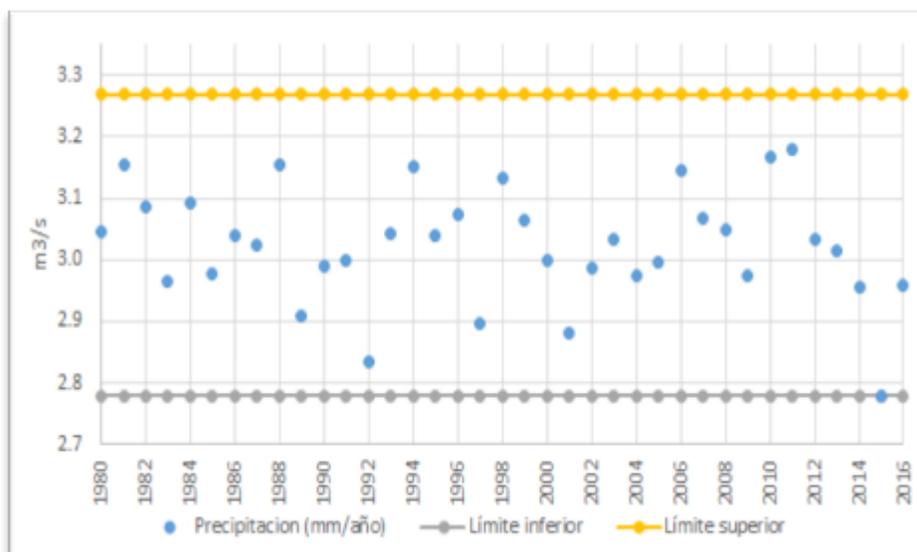


Figura 5-10 Análisis de Consistencia de Datos Estación Santa Rosa de Viterbo

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-11 Análisis de Consistencia de Datos Estación Santa Rosa de Viterbo

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1980	989.00	3.00	2.73	3.22	
1981	1273.00	3.10	2.73	3.22	
1982	1085.00	3.04	2.73	3.22	
1983	822.90	2.92	2.73	3.22	
1984	1099.00	3.04	2.73	3.22	
1985	843.40	2.93	2.73	3.22	
1986	974.80	2.99	2.73	3.22	
1987	939.00	2.97	2.73	3.22	
1988	1276.10	3.11	2.73	3.22	
1989	723.70	2.86	2.73	3.22	
1990	870.80	2.94	2.73	3.22	
1991	891.70	2.95	2.73	3.22	
1992	608.80	2.78	2.73	3.22	
1993	986.10	2.99	2.73	3.22	
1994	1262.80	3.10	2.73	3.22	
1995	974.60	2.99	2.73	3.22	
1996	1057.70	3.02	2.73	3.22	
1997	701.00	2.85	2.73	3.22	
1998	1213.80	3.08	2.73	3.22	
1999	1031.80	3.01	2.73	3.22	
2000	892.00	2.95	2.73	3.22	
2001	678.60	2.83	2.73	3.22	
2002	866.10	2.94	2.73	3.22	
2003	961.20	2.98	2.73	3.22	
2004	837.10	2.92	2.73	3.22	
2005	884.70	2.95	2.73	3.22	
2006	1248.50	3.10	2.73	3.22	
2007	1039.80	3.02	2.73	3.22	
2008	994.10	3.00	2.73	3.22	
2009	840.90	2.92	2.73	3.22	
2010	1307.30	3.12	2.73	3.22	
2011	1343.30	3.13	2.73	3.22	
2012	961.40	2.98	2.73	3.22	
2013	923.10	2.97	2.73	3.22	
2014	804.00	2.91	2.73	3.22	
2015	536.20	2.73	2.73	3.22	
2016	811.30	2.91	2.73	3.22	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.72833956	3.21843267	37	2.65	2.97	0.0924704

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

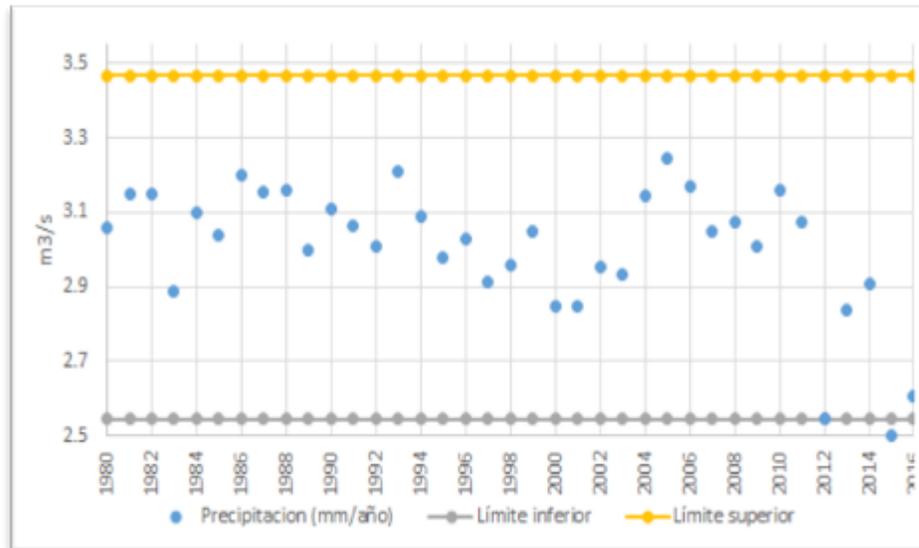


Figura 5-11 Análisis de Consistencia de Datos Estación Santa Rosita

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-12 Análisis de Consistencia de Datos Estación Santa Rosita

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	1020.00	3.01	2.50	3.42
1981	1263.00	3.10	2.50	3.42
1982	1262.00	3.10	2.50	3.42
1983	690.10	2.84	2.50	3.42
1984	1121.70	3.05	2.50	3.42
1985	971.20	2.99	2.50	3.42
1986	1409.00	3.15	2.50	3.42
1987	1276.20	3.11	2.50	3.42
1988	1292.90	3.11	2.50	3.42
1989	888.00	2.95	2.50	3.42
1990	1148.50	3.06	2.50	3.42
1991	1032.40	3.01	2.50	3.42
1992	904.40	2.96	2.50	3.42
1993	1435.40	3.16	2.50	3.42
1994	1090.30	3.04	2.50	3.42
1995	851.80	2.93	2.50	3.42
1996	956.10	2.98	2.50	3.42
1997	731.90	2.86	2.50	3.42
1998	811.70	2.91	2.50	3.42
1999	993.50	3.00	2.50	3.42
2000	625.00	2.80	2.50	3.42
2001	623.80	2.80	2.50	3.42
2002	801.10	2.90	2.50	3.42
2003	768.00	2.89	2.50	3.42
2004	1242.90	3.09	2.50	3.42
2005	1564.30	3.19	2.50	3.42
2006	1320.40	3.12	2.50	3.42
2007	996.40	3.00	2.50	3.42
2008	1050.50	3.02	2.50	3.42
2009	910.90	2.96	2.50	3.42

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
2010	1281.90	3.11	2.50	3.42	
2011	1060.90	3.03	2.50	3.42	
2012	311.80	2.49	2.50	3.42	
2013	614.90	2.79	2.50	3.42	
2014	724.20	2.86	2.50	3.42	
2015	283.80	2.45	2.50	3.42	
2016	361.00	2.56	2.50	3.42	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.49550673	3.41606113	37	2.65	2.96	0.17368951

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

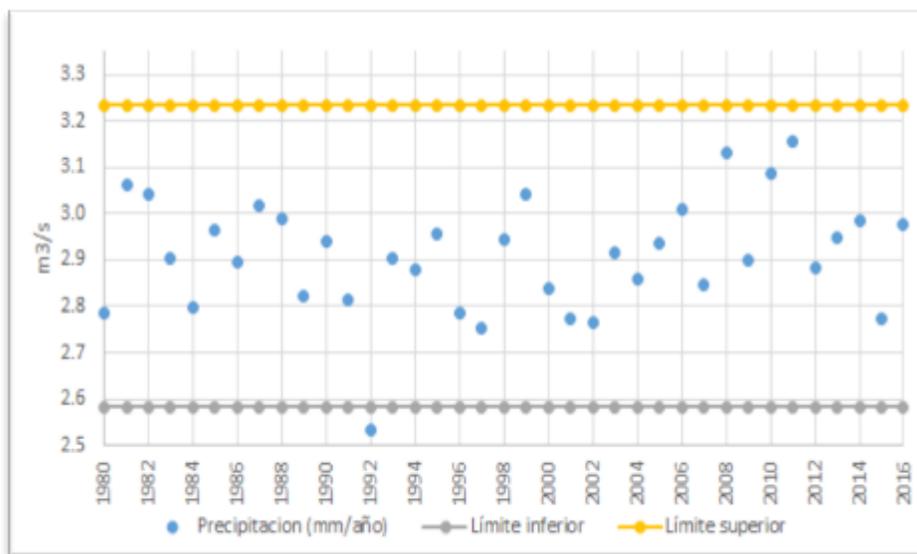


Figura 5-12 Análisis de Consistencia de Datos Estación Aposentos

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-13 Análisis de Consistencia de Datos Estación Aposentos

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	543.00	2.73	2.53	3.18
1981	1024.00	3.01	2.53	3.18
1982	983.00	2.99	2.53	3.18
1983	714.20	2.85	2.53	3.18
1984	558.30	2.75	2.53	3.18
1985	821.30	2.91	2.53	3.18
1986	699.10	2.84	2.53	3.18
1987	928.50	2.97	2.53	3.18
1988	870.40	2.94	2.53	3.18
1989	591.30	2.77	2.53	3.18
1990	773.80	2.89	2.53	3.18
1991	582.10	2.76	2.53	3.18
1992	304.00	2.48	2.53	3.18
1993	712.00	2.85	2.53	3.18
1994	674.00	2.83	2.53	3.18
1995	809.10	2.91	2.53	3.18
1996	542.80	2.73	2.53	3.18
1997	506.10	2.70	2.53	3.18

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1998	784.10	2.89	2.53	3.18	
1999	982.00	2.99	2.53	3.18	
2000	614.20	2.79	2.53	3.18	
2001	529.80	2.72	2.53	3.18	
2002	519.80	2.72	2.53	3.18	
2003	731.50	2.86	2.53	3.18	
2004	640.60	2.81	2.53	3.18	
2005	766.60	2.88	2.53	3.18	
2006	906.00	2.96	2.53	3.18	
2007	628.00	2.80	2.53	3.18	
2008	1204.10	3.08	2.53	3.18	
2009	705.40	2.85	2.53	3.18	
2010	1087.20	3.04	2.53	3.18	
2011	1270.40	3.10	2.53	3.18	
2012	677.70	2.83	2.53	3.18	
2013	790.30	2.90	2.53	3.18	
2014	856.70	2.93	2.53	3.18	
2015	529.50	2.72	2.53	3.18	
2016	841.10	2.92	2.53	3.18	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.53273125	3.18327564	37	2.65	2.86	0.12274423

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

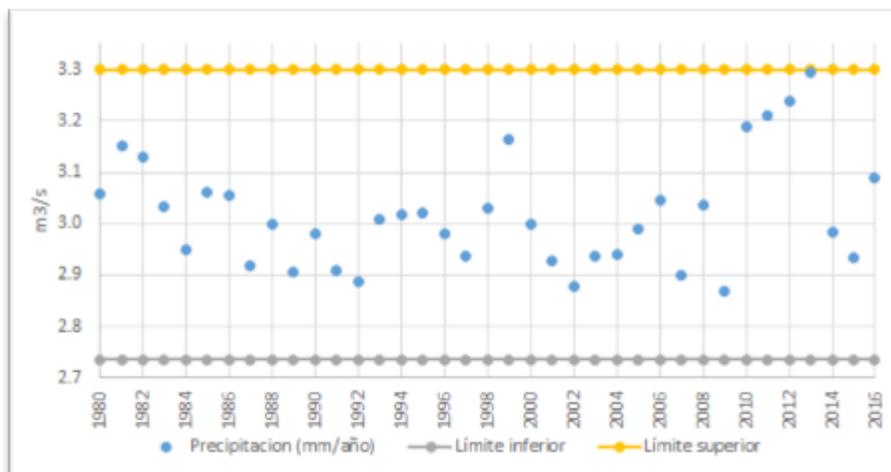


Figura 5-13 Análisis de Consistencia de Datos Estación Curital

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-14 Análisis de Consistencia de Datos Estación Curital

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	1017.00	3.01	2.69	3.25
1981	1260.00	3.10	2.69	3.25
1982	1203.00	3.08	2.69	3.25
1983	964.00	2.98	2.69	3.25
1984	791.20	2.90	2.69	3.25
1985	1025.80	3.01	2.69	3.25
1986	1013.80	3.01	2.69	3.25
1987	738.80	2.87	2.69	3.25

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1988	888.20	2.95	2.69	3.25	
1989	714.80	2.85	2.69	3.25	
1990	853.80	2.93	2.69	3.25	
1991	722.70	2.86	2.69	3.25	
1992	686.30	2.84	2.69	3.25	
1993	910.20	2.96	2.69	3.25	
1994	927.80	2.97	2.69	3.25	
1995	936.70	2.97	2.69	3.25	
1996	854.60	2.93	2.69	3.25	
1997	772.00	2.89	2.69	3.25	
1998	958.00	2.98	2.69	3.25	
1999	1301.30	3.11	2.69	3.25	
2000	887.90	2.95	2.69	3.25	
2001	755.40	2.88	2.69	3.25	
2002	672.30	2.83	2.69	3.25	
2003	772.20	2.89	2.69	3.25	
2004	778.70	2.89	2.69	3.25	
2005	873.40	2.94	2.69	3.25	
2006	986.90	2.99	2.69	3.25	
2007	708.20	2.85	2.69	3.25	
2008	969.60	2.99	2.69	3.25	
2009	656.10	2.82	2.69	3.25	
2010	1374.20	3.14	2.69	3.25	
2011	1449.80	3.16	2.69	3.25	
2012	1541.10	3.19	2.69	3.25	
2013	1755.90	3.24	2.69	3.25	
2014	856.30	2.93	2.69	3.25	
2015	764.30	2.88	2.69	3.25	
2016	1098.50	3.04	2.69	3.25	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.68604142	3.24960659	37	2.65	2.97	0.10633305

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

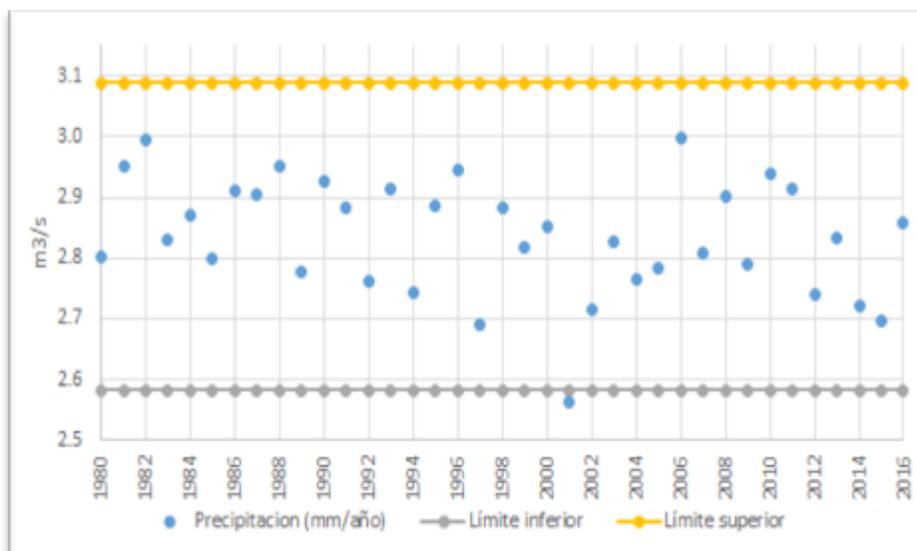


Figura 5-14 Análisis de Consistencia de Datos Estación Sena

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-15 Análisis de Consistencia de Datos Sena

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1980	632.10	2.80	2.58	3.09	
1981	891.80	2.95	2.58	3.09	
1982	987.50	2.99	2.58	3.09	
1983	674.10	2.83	2.58	3.09	
1984	740.20	2.87	2.58	3.09	
1985	629.20	2.80	2.58	3.09	
1986	816.70	2.91	2.58	3.09	
1987	800.80	2.90	2.58	3.09	
1988	894.30	2.95	2.58	3.09	
1989	597.00	2.78	2.58	3.09	
1990	844.40	2.93	2.58	3.09	
1991	761.60	2.88	2.58	3.09	
1992	576.50	2.76	2.58	3.09	
1993	822.60	2.92	2.58	3.09	
1994	554.10	2.74	2.58	3.09	
1995	770.30	2.89	2.58	3.09	
1996	880.10	2.94	2.58	3.09	
1997	489.50	2.69	2.58	3.09	
1998	766.50	2.88	2.58	3.09	
1999	656.20	2.82	2.58	3.09	
2000	710.50	2.85	2.58	3.09	
2001	364.30	2.56	2.58	3.09	
2002	518.60	2.71	2.58	3.09	
2003	673.90	2.83	2.58	3.09	
2004	582.80	2.77	2.58	3.09	
2005	609.30	2.78	2.58	3.09	
2006	997.90	3.00	2.58	3.09	
2007	642.00	2.81	2.58	3.09	
2008	797.10	2.90	2.58	3.09	
2009	615.50	2.79	2.58	3.09	
2010	870.30	2.94	2.58	3.09	
2011	820.90	2.91	2.58	3.09	
2012	549.60	2.74	2.58	3.09	
2013	680.90	2.83	2.58	3.09	
2014	526.20	2.72	2.58	3.09	
2015	495.90	2.70	2.58	3.09	
2016	724.00	2.86	2.58	3.09	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.5826259	3.08998916	37	2.65	2.84	0.09572892

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

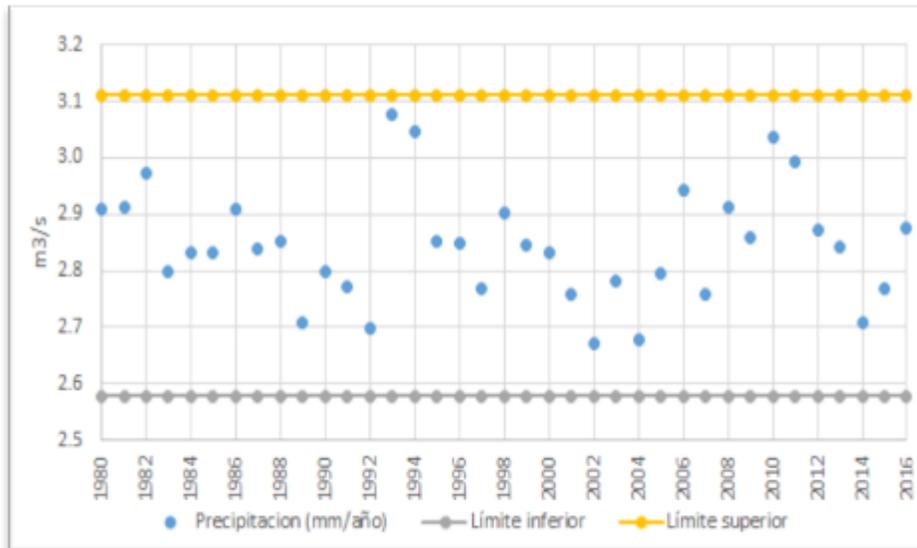


Figura 5-15 Análisis de Consistencia de Datos Estación Tasco
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-16 Análisis de Consistencia de Datos Estación Tasco

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	811.00	2.91	2.58	3.11
1981	820.70	2.91	2.58	3.11
1982	938.40	2.97	2.58	3.11
1983	629.00	2.80	2.58	3.11
1984	679.00	2.83	2.58	3.11
1985	677.60	2.83	2.58	3.11
1986	808.30	2.91	2.58	3.11
1987	687.40	2.84	2.58	3.11
1988	712.20	2.85	2.58	3.11
1989	510.40	2.71	2.58	3.11
1990	629.40	2.80	2.58	3.11
1991	590.00	2.77	2.58	3.11
1992	500.70	2.70	2.58	3.11
1993	1194.40	3.08	2.58	3.11
1994	1112.10	3.05	2.58	3.11
1995	710.20	2.85	2.58	3.11
1996	706.50	2.85	2.58	3.11
1997	586.20	2.77	2.58	3.11
1998	796.10	2.90	2.58	3.11
1999	702.10	2.85	2.58	3.11
2000	677.20	2.83	2.58	3.11
2001	573.10	2.76	2.58	3.11
2002	468.50	2.67	2.58	3.11
2003	604.20	2.78	2.58	3.11
2004	475.80	2.68	2.58	3.11
2005	623.60	2.79	2.58	3.11
2006	878.20	2.94	2.58	3.11
2007	572.40	2.76	2.58	3.11
2008	818.00	2.91	2.58	3.11
2009	720.60	2.86	2.58	3.11
2010	1089.70	3.04	2.58	3.11

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
2011	986.00	2.99	2.58	3.11	
2012	743.50	2.87	2.58	3.11	
2013	695.00	2.84	2.58	3.11	
2014	511.80	2.71	2.58	3.11	
2015	588.90	2.77	2.58	3.11	
2016	749.50	2.87	2.58	3.11	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.57883506	3.11058164	37	2.65	2.84	0.10032954

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

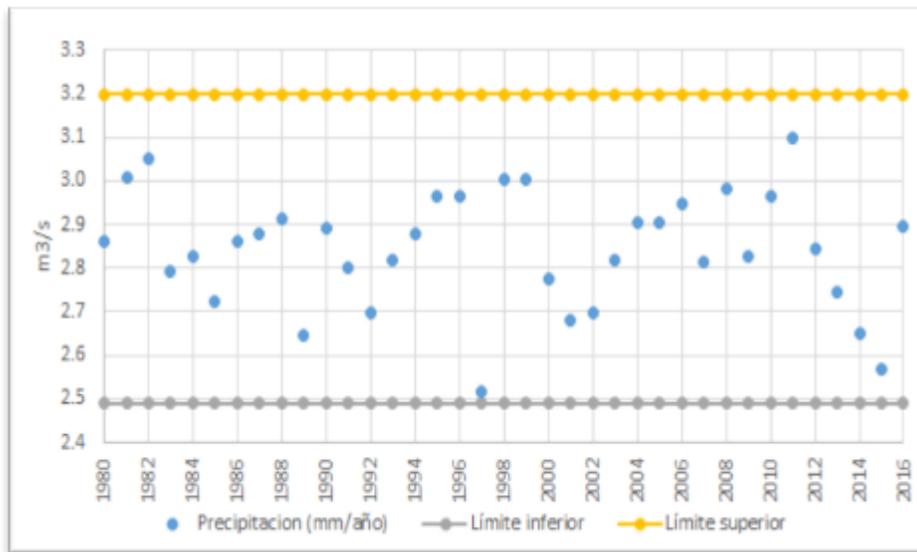


Figura 5-16 Análisis de Consistencia de Datos Estación Tibasosa

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-17 Análisis de Consistencia de Datos Estación Tibasosa

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	726.00	2.86	2.49	3.20
1981	1017.20	3.01	2.49	3.20
1982	1126.30	3.05	2.49	3.20
1983	620.30	2.79	2.49	3.20
1984	670.90	2.83	2.49	3.20
1985	528.40	2.72	2.49	3.20
1986	727.60	2.86	2.49	3.20
1987	755.20	2.88	2.49	3.20
1988	821.00	2.91	2.49	3.20
1989	442.10	2.65	2.49	3.20
1990	777.30	2.89	2.49	3.20
1991	634.40	2.80	2.49	3.20
1992	499.70	2.70	2.49	3.20
1993	659.00	2.82	2.49	3.20
1994	754.10	2.88	2.49	3.20
1995	925.30	2.97	2.49	3.20
1996	923.80	2.97	2.49	3.20
1997	329.10	2.52	2.49	3.20

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1998	1010.40	3.00	2.49	3.20	
1999	1006.30	3.00	2.49	3.20	
2000	598.90	2.78	2.49	3.20	
2001	480.00	2.68	2.49	3.20	
2002	500.70	2.70	2.49	3.20	
2003	658.30	2.82	2.49	3.20	
2004	800.10	2.90	2.49	3.20	
2005	805.10	2.91	2.49	3.20	
2006	890.00	2.95	2.49	3.20	
2007	654.00	2.82	2.49	3.20	
2008	961.50	2.98	2.49	3.20	
2009	668.20	2.82	2.49	3.20	
2010	925.00	2.97	2.49	3.20	
2011	1256.10	3.10	2.49	3.20	
2012	698.80	2.84	2.49	3.20	
2013	554.70	2.74	2.49	3.20	
2014	445.90	2.65	2.49	3.20	
2015	370.20	2.57	2.49	3.20	
2016	789.30	2.90	2.49	3.20	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.48924435	3.19904376	37	2.65	2.84	0.13392442

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

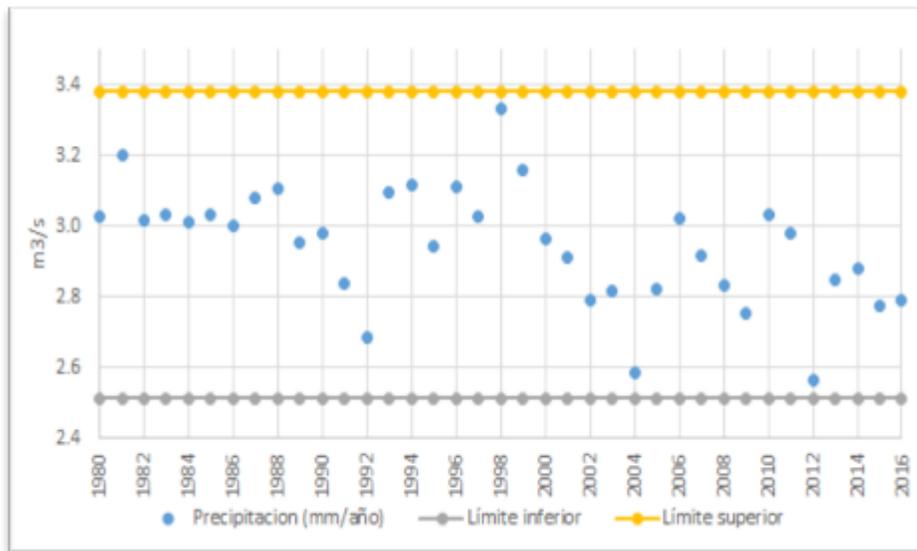


Figura 5-17 Análisis de Consistencia de Datos Estación Tutasa

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-18 Análisis de Consistencia de Datos Estación Tutasa

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	1064.00	3.03	2.51	3.38
1981	1581.00	3.20	2.51	3.38
1982	1035.00	3.01	2.51	3.38
1983	1078.40	3.03	2.51	3.38
1984	1022.30	3.01	2.51	3.38
1985	1075.90	3.03	2.51	3.38

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
1986	998.90	3.00	2.51	3.38	
1987	1203.60	3.08	2.51	3.38	
1988	1277.70	3.11	2.51	3.38	
1989	895.60	2.95	2.51	3.38	
1990	953.00	2.98	2.51	3.38	
1991	690.40	2.84	2.51	3.38	
1992	483.40	2.68	2.51	3.38	
1993	1248.80	3.10	2.51	3.38	
1994	1305.60	3.12	2.51	3.38	
1995	879.40	2.94	2.51	3.38	
1996	1291.20	3.11	2.51	3.38	
1997	1066.80	3.03	2.51	3.38	
1998	2153.00	3.33	2.51	3.38	
1999	1434.90	3.16	2.51	3.38	
2000	916.00	2.96	2.51	3.38	
2001	812.20	2.91	2.51	3.38	
2002	619.10	2.79	2.51	3.38	
2003	656.60	2.82	2.51	3.38	
2004	383.30	2.58	2.51	3.38	
2005	660.30	2.82	2.51	3.38	
2006	1049.50	3.02	2.51	3.38	
2007	828.00	2.92	2.51	3.38	
2008	680.50	2.83	2.51	3.38	
2009	569.90	2.76	2.51	3.38	
2010	1081.10	3.03	2.51	3.38	
2011	957.90	2.98	2.51	3.38	
2012	366.60	2.56	2.51	3.38	
2013	708.20	2.85	2.51	3.38	
2014	760.70	2.88	2.51	3.38	
2015	594.90	2.77	2.51	3.38	
2016	619.10	2.79	2.51	3.38	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.51230198	3.38120697	37	2.65	2.95	0.16394434

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

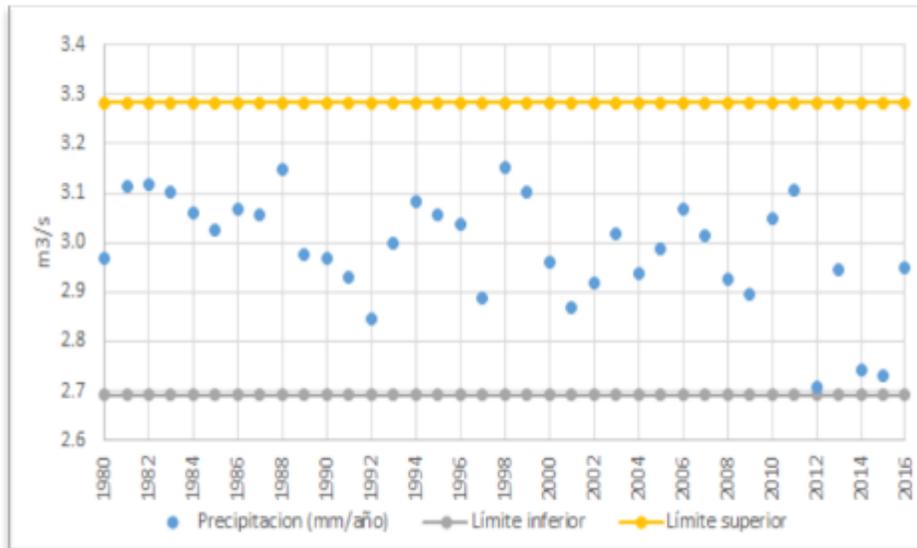


Figura 5-18 Análisis de Consistencia de Datos Estación La Capilla
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-19 Análisis de Consistencia de Datos Estación La Capilla

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior
1980	926.50	2.97	2.69	3.28
1981	1298.00	3.11	2.69	3.28
1982	1316.00	3.12	2.69	3.28
1983	1261.10	3.10	2.69	3.28
1984	1149.90	3.06	2.69	3.28
1985	1057.30	3.02	2.69	3.28
1986	1166.60	3.07	2.69	3.28
1987	1133.30	3.05	2.69	3.28
1988	1406.50	3.15	2.69	3.28
1989	942.30	2.97	2.69	3.28
1990	930.80	2.97	2.69	3.28
1991	853.40	2.93	2.69	3.28
1992	698.20	2.84	2.69	3.28
1993	1000.20	3.00	2.69	3.28
1994	1213.90	3.08	2.69	3.28
1995	1140.10	3.06	2.69	3.28
1996	1092.10	3.04	2.69	3.28
1997	773.00	2.89	2.69	3.28
1998	1420.80	3.15	2.69	3.28
1999	1264.50	3.10	2.69	3.28
2000	912.90	2.96	2.69	3.28
2001	739.20	2.87	2.69	3.28
2002	827.60	2.92	2.69	3.28
2003	1037.90	3.02	2.69	3.28
2004	862.70	2.94	2.69	3.28
2005	968.50	2.99	2.69	3.28
2006	1170.00	3.07	2.69	3.28
2007	1028.60	3.01	2.69	3.28
2008	843.20	2.93	2.69	3.28
2009	788.20	2.90	2.69	3.28
2010	1122.10	3.05	2.69	3.28

AÑO	Precipitación (mm/año)	Y= Log x	Límite inferior	Límite superior	
2011	1279.50	3.11	2.69	3.28	
2012	510.50	2.71	2.69	3.28	
2013	877.90	2.94	2.69	3.28	
2014	554.10	2.74	2.69	3.28	
2015	536.50	2.73	2.69	3.28	
2016	890.20	2.95	2.69	3.28	
YL	YH	n	Kn	Media	DESVES
2.6908588	3.28286839	37	2.65	2.99	0.11169992

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

➤ Caracterización climatológica

- Precipitación

La precipitación es uno de los elementos que condicionan el clima de manera más profunda y más rápida, y un factor controlador del ciclo hidrológico en la región, así como de la ecología y el paisaje. La precipitación se define como el agua, tanto líquida como sólida, que cae sobre la superficie de la tierra y que viene precedida en todos los casos por los fenómenos de condensación y sublimación o por una combinación de ambos³.

En el campo de la contaminación atmosférica, la precipitación causa una variación en las concentraciones de los contaminantes, pues la lluvia limpia la atmósfera y arrastra los contaminantes hacia el suelo y las aguas superficiales, provocando una disminución de estos en el aire por acción del lavado de la atmósfera⁴.

A partir de datos de precipitación registrados en 37 años en las estaciones operadas por el IDEAM, se realizó el análisis temporal de precipitación para el área de estudio, y se presenta su distribución temporal a partir de histograma presentado en la **Figura 5-19** y **Tabla 5-20**.

³ HEUVELDOP, jochen et al. Agroclimatología tropical. EUNED (Editorial Universidad estatal a distancia). Pág. 83-89. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <<http://books.google.com.co/books?id=DD05AfVeRs0C&pg=PA8&dq>>

⁴ SEOÁNEZ C. Mariano. Tratado de la contaminación atmosférica: problemas, tratamiento y gestión. Ediciones mundiprensa. México D.F. 2002. Pág. 688. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <<http://books.google.com.co/books?id=dw6rqAlrje0C&pg=PA697&dq>>

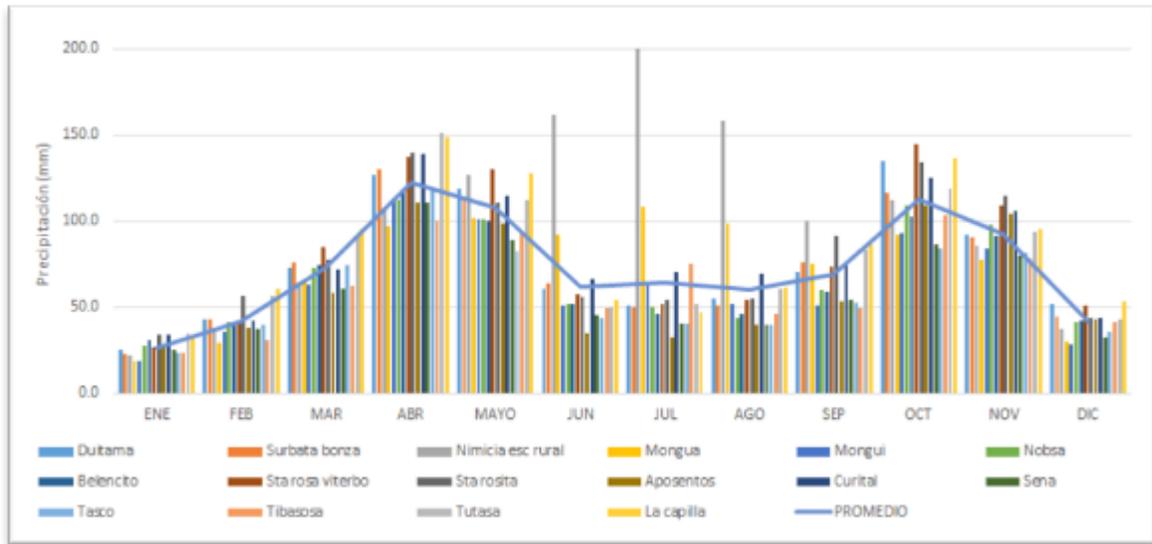


Figura 5-19 Valores Precipitación Media Mensual Multianual Estaciones(mm)

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-20 Valores Precipitación Media Mensual Multianual Estaciones (mm)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Duitama	25.0	42.9	72.5	126.6	118.7	61.0	51.0	54.9	70.7	135.2	92.5	51.9
Surbata bonza	22.6	42.8	75.7	129.7	113.8	64.1	49.9	51.0	76.1	116.7	90.5	44.4
Nimicia esc rural	22.1	36.2	65.0	107.2	126.9	161.9	200.6	158.6	100.3	112.7	85.4	37.6
Mongua	18.7	29.4	64.7	97.2	101.8	91.9	108.5	99.0	75.4	92.4	78.0	30.5
Mongui	18.6	35.5	63.6	113.1	100.8	51.4	64.9	51.9	50.7	92.8	84.5	28.2
Nobsa	27.4	41.5	73.0	112.5	100.9	52.1	50.6	43.8	59.7	108.9	98.1	41.4
Belencito	31.2	41.2	74.7	117.6	100.4	52.3	46.0	46.2	58.9	102.3	91.4	42.4
Sta rosa viterbo	26.8	40.8	84.9	137.0	130.2	57.2	51.6	54.2	73.3	144.6	108.9	51.4
Sta rosita	34.2	56.8	77.4	139.4	110.5	55.5	54.3	55.1	91.0	134.4	114.7	44.2
Aposentos	26.5	38.6	58.1	110.5	98.5	35.0	32.3	40.1	53.2	109.0	104.3	42.7
Curital	34.3	41.9	72.2	139.0	114.9	66.1	70.2	69.5	74.9	125.0	106.2	43.7
Sena	25.7	37.1	60.4	110.8	88.9	45.1	40.5	39.8	54.5	86.6	80.0	32.4
Tasco	23.4	39.4	74.6	119.9	82.7	43.5	40.5	39.5	53.1	84.1	81.5	36.1
Tibasosa	23.4	31.0	62.3	100.1	93.9	49.2	75.7	46.6	49.5	103.4	78.1	41.2
Tutasa	34.7	56.7	91.6	150.9	112.1	50.4	51.5	60.4	83.0	118.6	93.6	43.4
La capilla	33.6	60.8	95.4	148.4	127.5	54.3	46.8	61.4	86.2	136.9	95.0	53.5
PROMEDIO	26.8	42.0	72.9	122.5	107.7	61.9	64.7	60.7	69.4	112.7	92.7	41.6

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

La precipitación en general muestra una tendencia bimodal, con dos periodos de lluvias intercalados por dos periodos secos, tendencia característica de la región andina. El primer periodo de lluvia se presenta entre los meses de marzo – mayo y el segundo periodo entre septiembre – noviembre.

Respecto a los valores mínimos, estos se registran en los meses de enero y diciembre con valores medios de precipitación de 26,8 y 41,6 mm.

Para conocer la distribución espacial de precipitación en el área de estudio, se realizó la representación gráfica en un plano cartográfico de los valores, isoyetas, las cuales se presentan en la **Figura 5-20**.

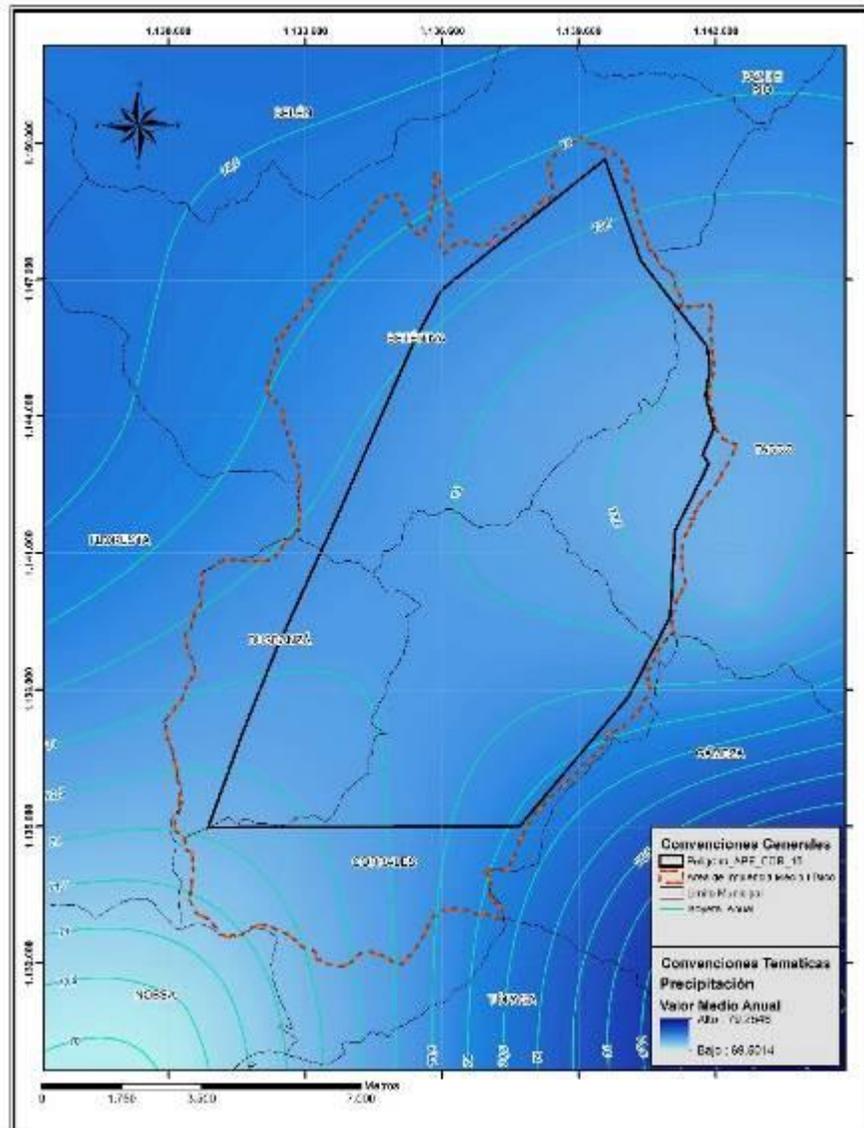


Figura 5-20 Distribución Espacial de Precipitaciones - ISOYETAS
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

- Temperatura superficial

La temperatura es el grado de calor o calentamiento del aire; ésta varía de acuerdo con la altitud y la latitud. La densidad del aire disminuye con la altura, por lo que ésta se expande con menor presión atmosférica y reduce la cantidad de vapor de agua, el gas carbónico y los componentes

más pesados, lo cual influye en forma negativa en la capacidad de absorción y retención del calor (IDEAM, 2005)⁵

La temperatura guarda una estrecha correlación con la elevación, causados por la disminución de la temperatura con el aumento de altura sobre el nivel del mar. Para verificar este concepto, se realizó una gráfica (Figura 5-21) de correlación de los valores de temperatura, de las estaciones que cuentan con esta variable, con la altura sobre el nivel del mar obteniéndose como resultado la función general para valores medios de temperatura (Tabla 5-21):

$$T(^{\circ}C) = -0.0001 H^2 - 759.83$$

Donde:

T(°C) = temperatura del aire a una altura de 0 msnm
H = Altura msnm

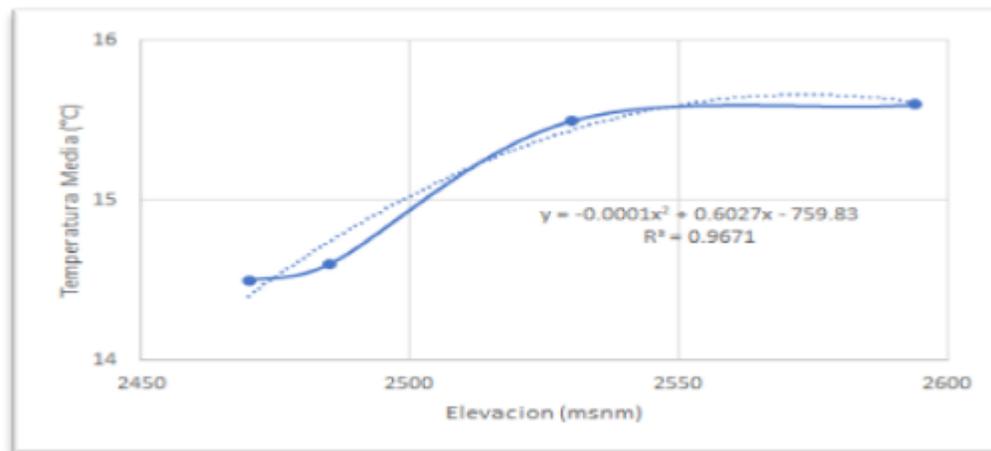


Figura 5-21 Correlación de temperatura media vs Elevación estaciones climatológicas
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-21 Correlación de Temperatura Media vs Elevación Estaciones Climatológicas

CODIGO	ESTACION	ALTURA	TEMPERATURA
24035170	Tunguavita	2470	14.5
24035120	Surbata Bonza	2485	14.6
24035150	Belencito	2530	15.5
24035320	Sativanorte	2594	15.6

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Es decir que la temperatura ambiente es la medida de la magnitud del calor ocasionada por la radiación solar sobre la atmósfera o sobre la tierra. La distribución espacial de la temperatura, es consecuencia de los gradientes verticales, que a su vez dan origen a los pisos térmicos; de esta

⁵ IDEAM. (2005). Atlas Climatológico para Colombia. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

manera, a cada nivel altimétrico corresponde una temperatura específica y una posición en un gradiente de latitud-longitud⁶.

Adicionalmente, es pertinente mencionar que la temperatura es uno de los factores más importantes en el análisis climático, pues este parámetro incide directamente en los procesos de evapotranspiración y condicionan la existencia de determinadas especies vegetales.

En general el área de influencia del proyecto presenta una temperatura media mensual que varía entre 14.5 °C y 15.6°C, con un promedio anual de 15.0 °C, el comportamiento de temperatura media a nivel grafico se muestra en la **Figura 5-22** y **Tabla 5-22**.

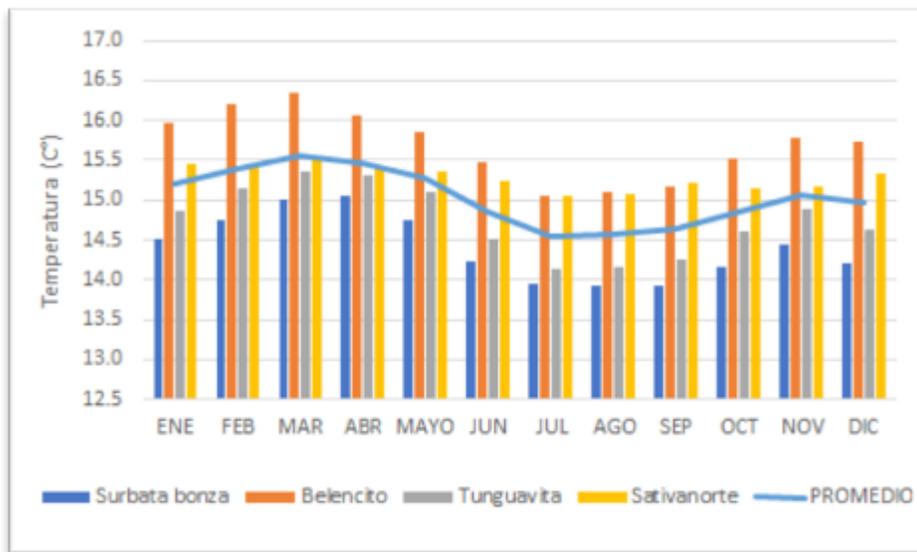


Figura 5-22 Temperatura Media Mensual Multianual (°C)

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-22 Temperatura Media Mensual Multianual (°C)

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Surbata bonza	14.5	14.7	15.0	15.1	14.8	14.2	13.9	13.9	13.9	14.2	14.4	14.2	14.4
Belencito	16.0	16.2	16.3	16.1	15.8	15.5	15.1	15.1	15.2	15.5	15.8	15.7	15.7
Tinguavita	14.9	15.1	15.4	15.3	15.1	14.5	14.1	14.2	14.3	14.6	14.9	14.6	14.8
Sativanorte	15.5	15.5	15.5	15.4	15.4	15.2	15.0	15.1	15.2	15.2	15.2	15.3	15.3
PROMEDIO	15.2	15.4	15.6	15.5	15.3	14.9	14.5	14.6	14.6	14.9	15.1	15.0	15.0

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Las temperaturas medias son relativamente estables a lo largo del año entre las diferentes estaciones analizadas, dado que sus oscilaciones no exceden de 1 °C.

Las menores temperaturas medias se presentan entre los meses de julio a diciembre, siendo el mes de julio el de menores temperaturas del año.

Los meses de temperaturas más altas corresponden a los meses de enero a junio con valores medios entre 15.2 y 15.6 °C.

⁶ HEUVELDOP, jochen et al. Agroclimatología tropical. EUNED (Editorial Universidad estatal a distancia). Pág. 83-89. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <<http://books.google.com.co/books?id=DD05AfVeRs0C&pg=PA8&dq>>

El parámetro de temperatura influye directamente en la calidad de aire del área de influencia del proyecto, puesto que cuando las condiciones de temperatura son altas y las precipitaciones bajas, hay mayor probabilidad de que los contaminantes atmosféricos generados por el tránsito de vehículos a través de las vías contiguas permanezcan mayor tiempo en la atmósfera y si adicionalmente se presentan velocidades del viento bajas, la dispersión de los contaminantes en la atmósfera será menor.

En la **Figura 5-23** se presentan las temperaturas medias mensuales multianuales representadas por isotermas realizadas a lo largo de cada uno de los meses del año para todos los años del presente estudio.

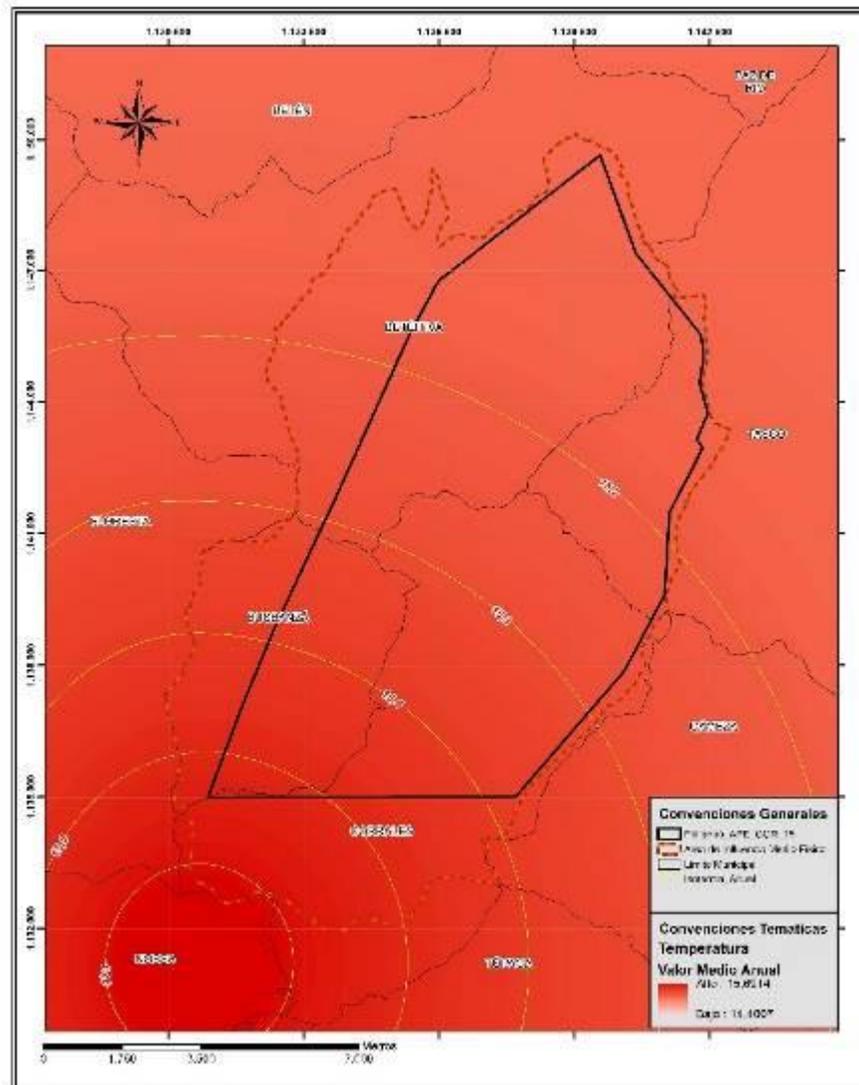


Figura 5-23 Distribución Espacial de Temperaturas - ISOTERMAS
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

- Humedad relativa del aire

Es la relación expresada en porcentaje, entre la tensión real del vapor de agua y la tensión de saturación a la misma temperatura. La relación humedad relativa y temperatura es inversa: cuando la temperatura aumenta, la capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta y la humedad relativa disminuye, mientras que cuando la temperatura disminuye, la capacidad de retención decrece y la humedad relativa aumenta; adicionalmente la relación humedad relativa y precipitación es directa, dado que en los meses de mayores precipitaciones se presentan las mayores humedades relativas dependiendo del régimen pluviométrico de las lluvias.

Adicionalmente, la humedad relativa y la temperatura permiten que la vegetación y la fauna adquieran diferencias fisiológicas de una zona a otra.

Acorde con los registros de las estaciones analizadas para caracterizar el área estudio, la humedad relativa media mensual varía entre 70 % y 76 % con un valor medio anual 73 % coincidiendo los períodos de menor humedad con la temporada seca, y el período de mayor humedad con la temporada de lluvias.

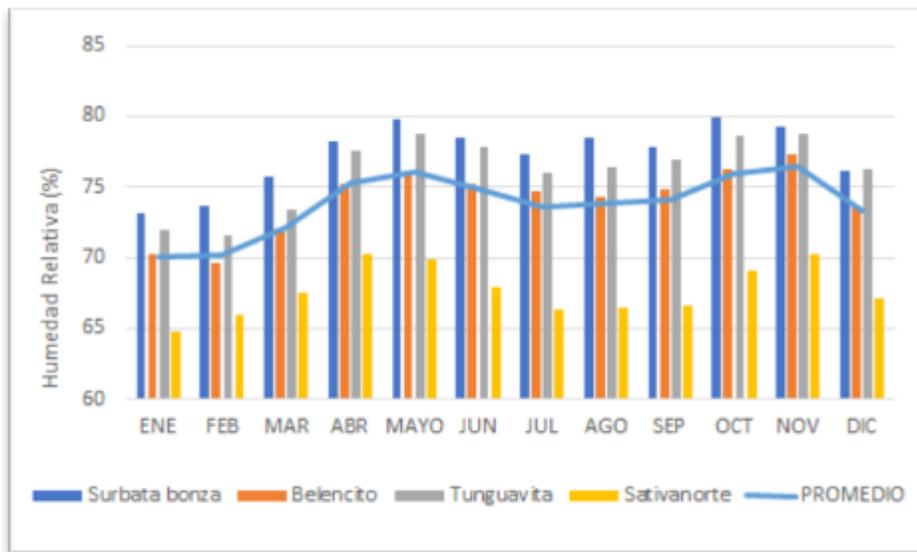


Figura 5-24 Distribución Temporal de Humedad Relativa

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-23 Distribución Temporal de Humedad Relativa

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Surbata bonza	73	74	76	78	80	79	77	78	78	80	79	76	77
Belencito	70	70	72	75	76	75	75	74	75	76	77	74	74
Tinguavita	72	72	73	78	79	78	76	76	77	79	79	76	76
Sativanorte	65	66	68	70	70	68	66	66	67	69	70	67	68
PROMEDIO	70	70	72	75	76	75	74	74	74	76	76	73	74

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

En promedio, las mayores humedades relativas se registran durante las temporadas de lluvia, en los meses de abril a junio primera temporada, septiembre a noviembre segunda temporada, con valores medios mensuales del orden del 75%, siendo mayo, octubre y noviembre en promedio los meses en los que se presenta el valor máximo de humedad relativa de 76%. Las menores

humedades relativas en promedio se registran durante el estiaje, en el mes de diciembre a marzo con un valor del 70%.

En general, la humedad relativa muestra un comportamiento coherente con los registros de precipitación y temperatura, debido a que cuando los registros de temperatura disminuyen y aumentan los de precipitación la humedad relativa tiende a incrementarse, este comportamiento puede estar dado porque a medida que exista mayor cantidad de vapor de agua en la atmósfera y este llegue a su punto de saturación, se presenta la condensación, donde pequeñas gotas de agua se unen formando las nubes, para posteriormente presentarse la precipitación en el momento en que las gotas de agua son lo suficientemente pesadas para caer⁷.

- Evaporación

Hay dos (2) factores principales que hacen posible la evaporación de agua desde una superficie abierta: el suministro de energía para proveer el calor latente de vaporización del agua y la habilidad para transportar el vapor fuera de la superficie de evaporación. La radiación solar es la mayor fuente de energía calórica, mientras que la habilidad de transporte del vapor fuera de la superficie, depende de la velocidad del viento sobre la superficie y del gradiente de humedad específica en el aire por encima de ella⁸.

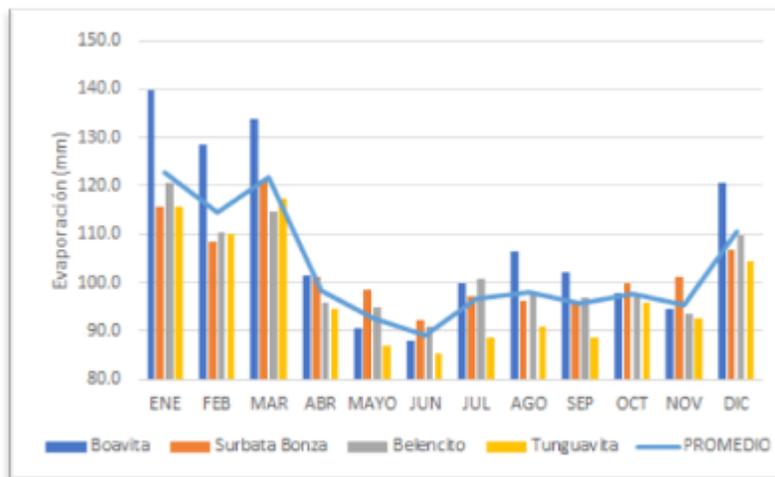


Figura 5-25 Distribución Temporal Evaporación

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-24 Distribución Temporal Evaporación

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Boavita	139.9	128.6	134.0	101.4	90.5	88.1	99.8	106.5	102.0	98.0	94.4	120.6	108.7
Surbata Bonza	115.6	108.5	121.5	101.3	98.4	92.3	97.1	96.3	95.7	100.0	101.1	106.9	102.9
Belencito	120.6	110.5	114.7	95.7	94.8	90.8	100.7	97.9	96.9	97.4	93.6	109.7	101.9
Tinguavita	115.7	110.0	117.2	94.5	87.1	85.3	88.6	90.8	88.5	95.8	92.5	104.6	97.5
PROMEDIO	123.0	114.4	121.8	98.2	92.7	89.1	96.6	97.9	95.8	97.8	95.4	110.5	102.8

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

⁷ GLIESSMAN, Stephen R. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. 1998. Pág. 74. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <<http://books.google.com.co/books?id=rnqan8BOVNAC&pg=PA73&dq>>

⁸ HEUVELDOP, Jochen et al. Agroclimatología tropical. EUNED (Editorial Universidad estatal a distancia). Pág. 123. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <<http://books.google.com.co/books?id=DD05AfVeRs0C&pg=PA8&dq>>

El comportamiento general presenta una tendencia constante en donde se puede observar que el periodo de mayor evaporación se registra en los meses de enero y marzo con valores medios de 123 y 121,8 mm respectivamente; así mismo el mes con menor registro de dicho parámetro es junio con un valor medio de 89.1 mm.

○ Brillo Solar

El parámetro brillo solar representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer. Para medir la duración del brillo solar se usa el heliógrafo Campbell-Stokes, el cual ha sido tomado como instrumento patrón de referencia para todos los otros tipos de heliógrafos⁹.

Este parámetro climático resulta de utilidad a la hora de establecer posibles contaminantes secundarios en la atmósfera debido a que la luz en sus diferentes longitudes de onda es un catalizador de diferentes reacciones químicas entre distintos contaminantes presentes en el aire.

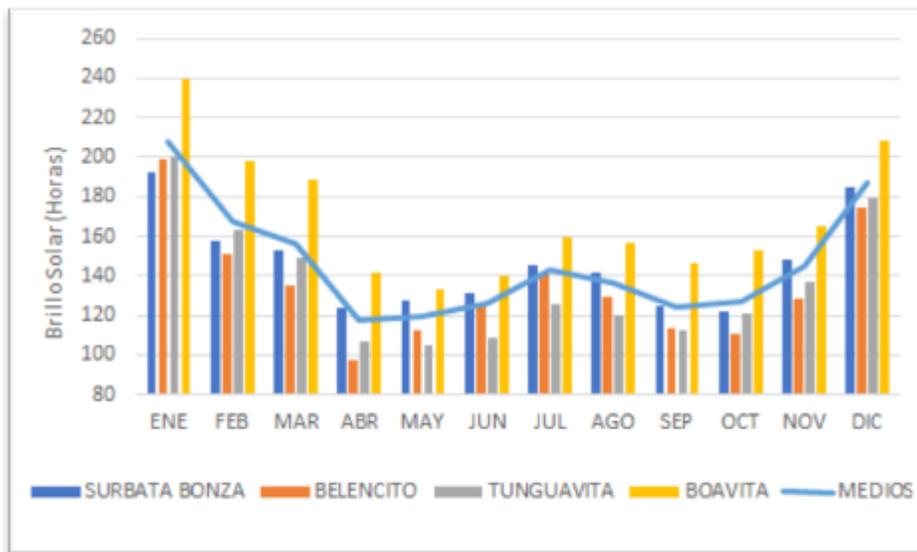


Figura 5-26 Distribución Temporal Brillo Solar

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-25 Distribución Temporal Brillo Solar

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
Surbata bonza	192.6	158.1	152.6	123.7	127.3	131.3	145.8	141.6	124.8	122.3	147.9	184.9	1752.9
Belencito	198.9	151	135.3	97.5	112.2	125	140.6	129.2	113.6	110.5	128.7	174.8	1617.3
Tunguavita	199.5	162.9	148.8	107.3	104.6	109	125.7	119.9	112.5	121.1	136.8	179.5	1627.6
Boavita	239.3	197.8	188.4	141.7	132.8	140.1	159.2	157	146.2	153.1	165	208.4	2029
MEDIOS	207.6	167.5	156.3	117.6	119.2	126.4	142.8	136.9	124.3	126.8	144.6	186.9	1756.9

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

La variable climática de brillo solar presentado en la zona, denota un comportamiento donde los menores registros se presentan en los meses de abril – mayo y septiembre – octubre con valores

⁹ Brillo Solar - Hidrometeorología de ETESA. (2019). Disponible en: http://www.hidromet.com.pa/brillo_solar.php

medios oscilantes entre 117,6 y 126,8 horas y los mayores valores se alcanzan en los meses de enero y diciembre con valores medios de 207,6 y 186,9 horas respectivamente.

- Nubosidad

La nubosidad es el estado de la atmósfera en el que el cielo aparece cubierto de nubes, en mayor o menor grado. Se mide mediante la observación de la porción de cielo cubierto y el tipo de nubes y se expresa en octas o en octavos de cielo cubierto¹⁰.

Este parámetro climático está relacionado con la humedad relativa y la precipitación pues los reportes de esos parámetros aumentan cuando aumenta la nubosidad, además la nubosidad está relacionada de forma inversa con la temperatura y la radiación solar pues los registros de esos parámetros disminuyen cuando aumenta la nubosidad.

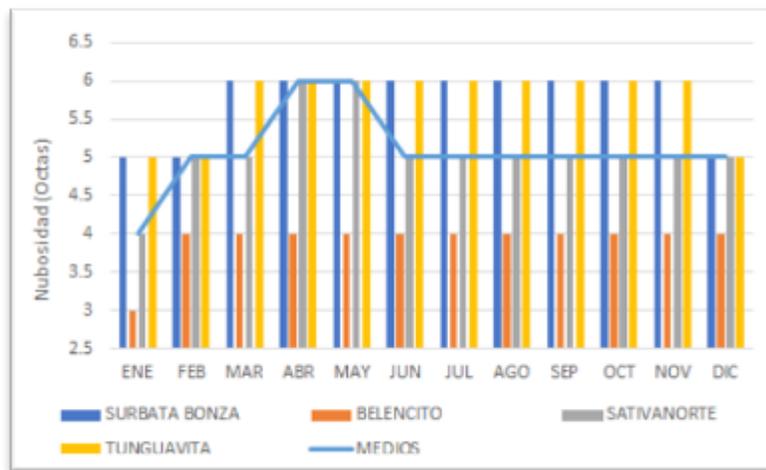


Figura 5-27 Distribución Temporal Nubosidad

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 5-26 Distribución Temporal Nubosidad

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
Surbata bonza	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6
Belencito	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sativanorte	4	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
Tunguavita	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6
MEDIOS	4	5	5	6	6	5							

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Los valores de nubosidad fluctúan entre 4 y 6 octas durante todo el año de manera constante. Sin embargo, se registra el mes de enero con el menor valor medio correspondiente a 4 octas.

¹⁰ Fortin, J. (2004). Meteorología y Climatología (p. 108). Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

- Velocidad y dirección del viento

El viento es la circulación del aire de un lugar a otro, con más o menos fuerza. Su principal efecto es el de mezclar distintas capas o bolsas de aire¹¹.

La velocidad del viento en superficie se refiere a la velocidad que alcanza esta variable meteorológica a 10 metros de altura, que es la norma internacional establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como estándar para la medición y seguimiento del viento¹².

Siendo el movimiento natural de aire en la dirección de donde sopla, se expresa en grados a partir del norte geográfico, en el sentido de las manecillas del reloj. Las distintas direcciones del viento están referidas a la rosa de los vientos que señala los puntos cardinales. La dirección del viento es producida por diferencias de presión y temperatura por lo cual el análisis del régimen del viento es de vital importancia ya que actúa como medio de transporte y propagación de los agentes contaminantes del medio ambiente como partículas suspendidas, gases, ruido, malos olores, entre otros.

Cuando se presentan velocidades del viento bajas estas permiten la acumulación de los precursores gaseosos de contaminación y la subsiguiente formación de altas concentraciones de distintos contaminantes¹³, por el contrario altas velocidades permitirán una dilución de las emisiones, disminuyendo la posibilidad de desarrollo de episodios de contaminación¹⁴; sin embargo, la acción del viento y la posible susceptibilidad de la zona a erosionarse con la ayuda de factores climáticos y la rugosidad de la superficie, podría generar emisiones de material particulado¹⁵.

Para este estudio se analizaron las características más representativas del viento, así como su comportamiento, que se ilustra en las rosas de vientos para la estación Belencito ubicada en el municipio de Nobsa, Boyacá, obtenidas a partir de los datos suministrados por el IDEAM durante el periodo comprendido de 1974-2012 los cuales fueron procesados con el programa WRPLOT VIEW FREEWARE¹⁶.

La estación Belencito (24035150) se encuentra a una altitud de 2.530 m.s.n.m. con una corriente de vientos del Chicamocha. Es una estación de tipo climática principal por lo cual presenta gran cantidad de parámetros medibles como se puede evidenciar en la tabla 2. Esta estación fue escogida como la de mayor representatividad, debido a que dentro del área del proyecto o el área de influencia no se cuenta con estaciones meteorológicas por lo cual se identificó la más cercana en un radio no mayor a 30 km que cumpliera con la mayor cantidad de datos para poder hacer realizar el análisis.

La rosa de vientos de la estación Belencito indica la frecuencia de ocurrencia de los vientos en los ocho sectores de dirección (E, NE, W, NW, SE, S, N, SW) y en clases de velocidad, en donde se representa gráficamente la dirección de transporte dominante. En la **Figura 5-28** y **Figura 5-29**, se puede observar el comportamiento para el periodo analizado (1974-2012) mes a mes.

¹¹ El tiempo y el clima: *Vientos y precipitaciones*. [Artículo de internet en línea 2 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.astromia.com/tierraluna/vientolluvia.htm>. Pág. 4.

¹² UPME e IDEAM. (2006). Atlas de viento y energía eólica de Colombia. Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética y el Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales.

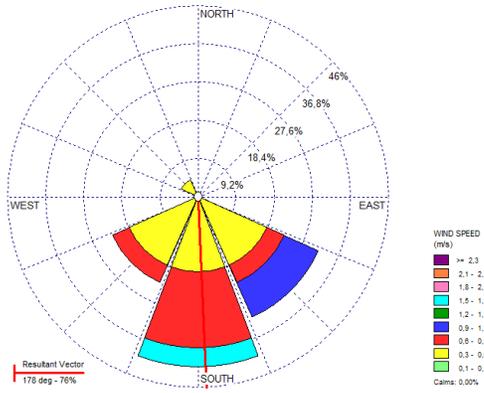
¹³ MORALES, Raúl. *Contaminación atmosférica urbana*. 1ed. Editorial Universitaria S.A. Santiago de Chile. 2006. Pág. 197.

¹⁴ *Ibid.* Pág. 197.

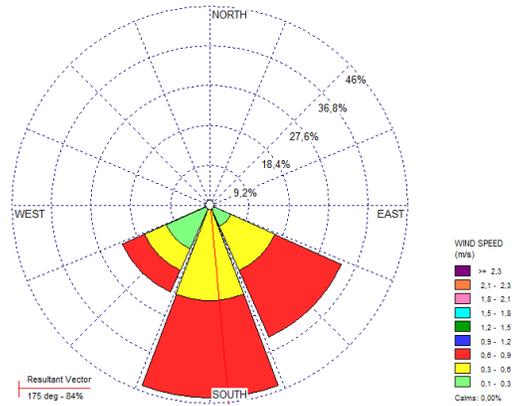
¹⁵ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Hoy MADS). *Manual de inventario de fuentes naturales*. Emisiones causadas por erosión eólica. Colombia. Pág. 15.

¹⁶ Environmental Lakes: WRPLOT View –Freeware Version 7. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <http://weblakes.com/products/wrplot/index.html>.

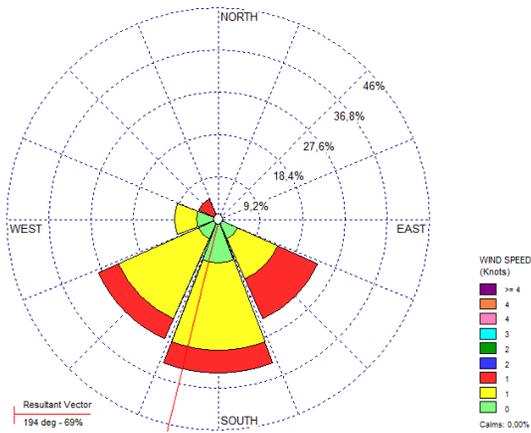
ENERO



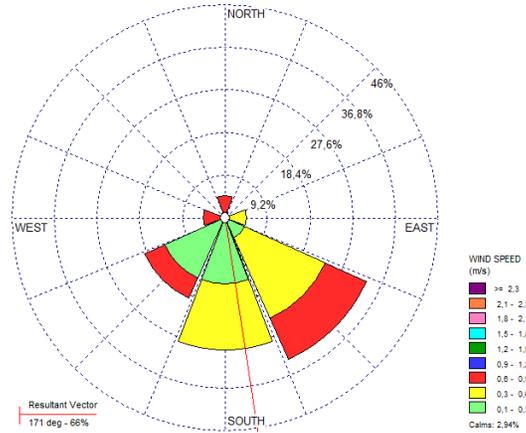
FEBERO



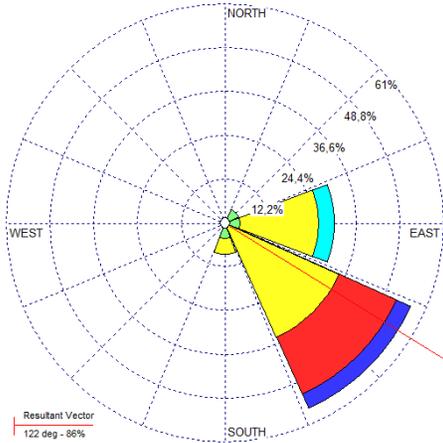
MARZO



ABRIL



MAYO



JUNIO

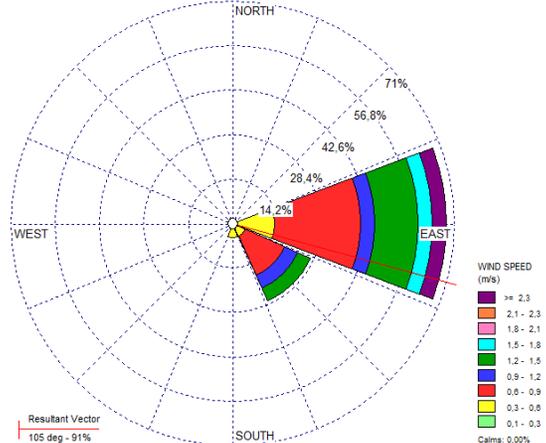
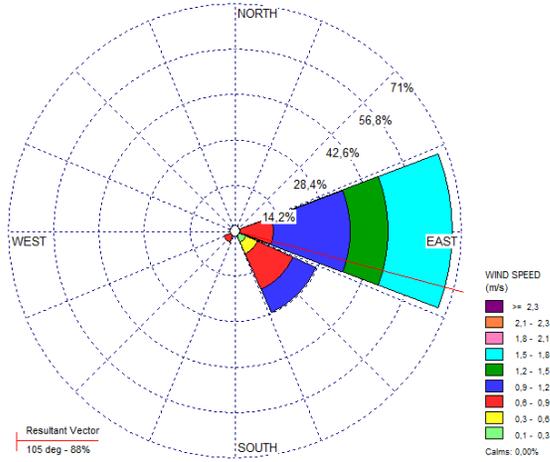
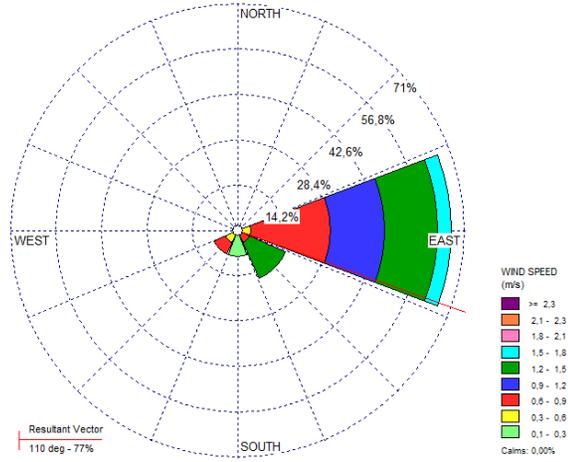


Figura 5-28 Rosa de Vientos Estación Belencito Enero-Junio (1974-2012)
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

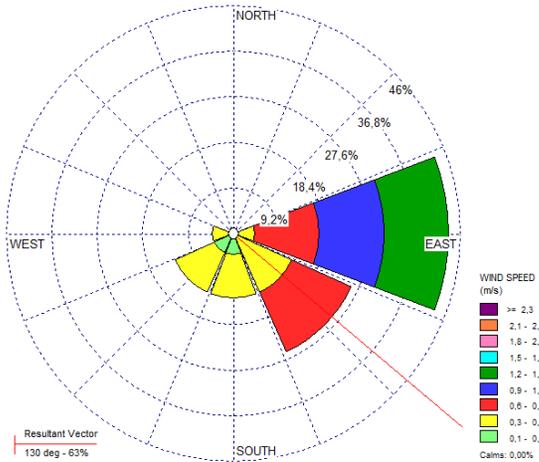
JULIO



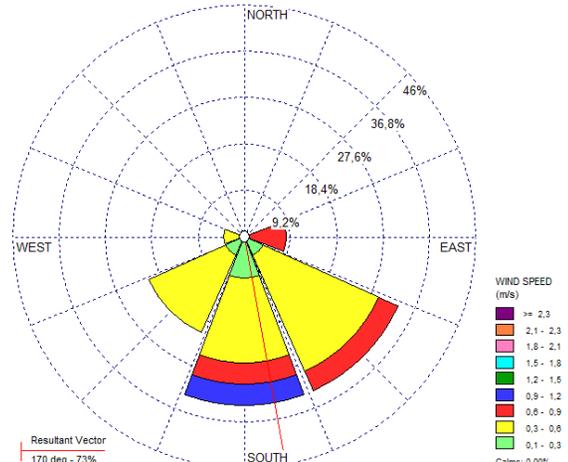
AGOSTO



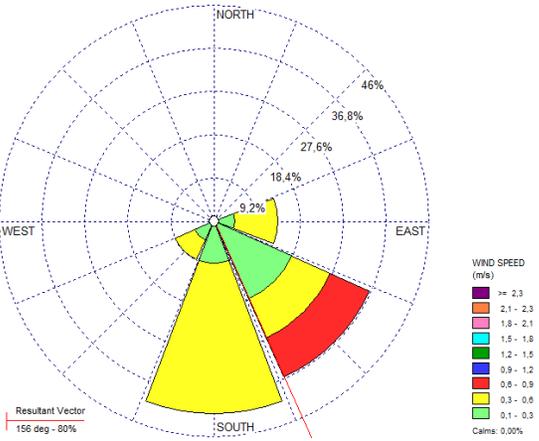
SEPTIEMBRE



OCTUBRE



NOVIEMBRE



DICIEMBRE

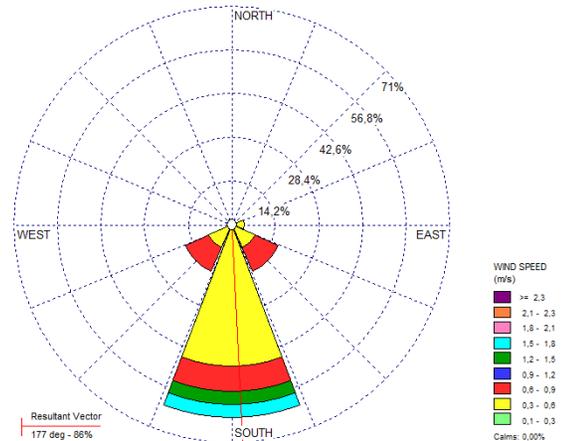


Figura 5-29 Rosa de Vientos Estación Belencito Julio-Diciembre (1974-2012)
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

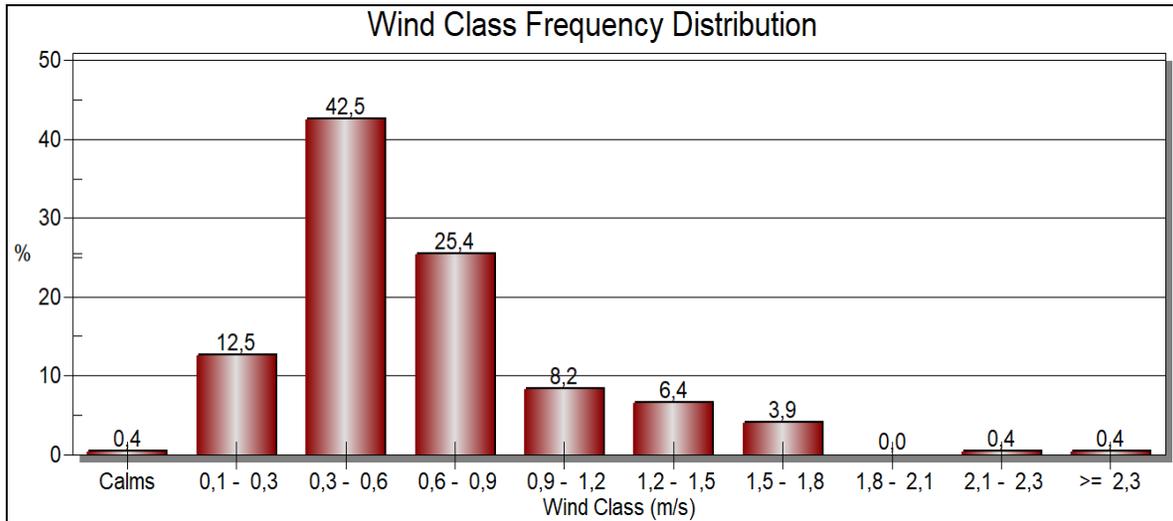


Figura 5-31 Frecuencia de Distribución de Clases de Viento Estación Belencito (1974-2012)
Fuente: IDEAM, 2019. WRPLOT VIEW FREEWARE 7.0

En la **Figura 5-31**, se puede observar el comportamiento multianual para la estación Belencito en donde la velocidad media del viento es de 0,6 m/s provenientes de las direcciones sureste, este y sur con el 20,59%, 18,38% y 17,89% respectivamente del total de presencia de estos, registrándose velocidades desde 0,3 m/s a 2,3 m/s; adicionalmente, existen registros en las direcciones suroeste (9,31%) y oeste (1,23%), con velocidades de hasta 0,9 m/s. Por otro lado, la tendencia del viento en la zona a permanecer en calma es de 0,25%.

De acuerdo con la **Figura 5-31**, se puede evidenciar que la clase con mayor predominancia corresponde a la que se encuentra entre las velocidades de 0,3 m/s - 0,6 m/s seguida de la 0,6 m/s - 0,9 m/s. Según la escala Beaufort las velocidades entre 0,3- 0,9 m/s representa una ventolina en la que la dirección se muestra por la dirección del humo. Por otro lado, la velocidad media máxima correspondiente a 2,3 m/s corresponde a una brisa muy débil en la que las hojas de los árboles se mueven. Estos sistemas de vientos locales se desarrollan como resultado del calentamiento desigual de la tierra, se observan circulaciones bastante definidas en el transcurso del año y están directamente influenciados por los vientos Alisios¹⁷.

Lo anterior coincide con el análisis de la distribución espacio-temporal del viento realizado por el IDEAM en el Atlas Climático de Colombia donde la zona de estudio presenta en promedio magnitudes bajas con promedios mensuales de velocidades de viento que rara vez superan los 3 m/s¹⁸.

- Presión Atmosférica

Se analiza la presión atmosférica como otro parámetro que influye en las características climáticas y en la dispersión de los contaminantes. Dicho parámetro está relacionado con diferentes variables como lo son la temperatura, la humedad del aire y la elevación del lugar o área de estudio. En cuanto a la relación de la presión con la temperatura y la humedad, está dada debido a que el aire

¹⁷ Documentacion.ideam.gov.co. (2019). Medición, procesamiento de la información y red de estaciones que miden viento en Colombia. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019813/Anexo2.pdf> [En Línea 2 Jun. 2019].

¹⁸ IDEAM, 2017. Atlas Climatológico de Colombia. Pág 77.

caliente pesa menos que el aire frío y el aire húmedo menos que el aire seco, condiciones que se relacionan con la variación de la presión atmosférica¹⁹.

La presión atmosférica es la presión que ejerce la atmósfera en un punto específico como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad sobre la columna de aire que se encuentra por encima de este punto²⁰, por lo cual la presión atmosférica disminuye con la altitud y al mismo tiempo disminuye la cantidad de aire presente en la atmósfera.

En la zona no existen estaciones que registren este parámetro, sin embargo, esta fue calculada de acuerdo a lo expuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)²¹, a partir de la siguiente ecuación:

$$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.006 z}{293} \right)^{5.26}$$

Dónde:

P = Presión atmosférica [kPa]

z = Elevación sobre el nivel del mar [m.s.n.m]

En la **Tabla 5-28**, se calculan las presiones atmosféricas para cada una de las estaciones meteorológicas de referencia al área de estudio en el análisis climático a partir de los datos de elevación.

Tabla 5-28 Presión Atmosférica Calculada de las Estaciones de Referencia en kPa

CÓDIGO	NOMBRE	ALTURA m.s.n.m.	PRESIÓN ATM kPa
24030350	DUITAMA	2540	76,49
24035120	SURBATA_BONZA	2485	76,97
24030640	NIMICIA_ESC_RURAL	3200	70,92
24030560	MONGUA	2900	73,41
24030190	MONGUI	2970	72,82
24030790	NOBSA	2500	76,84
24035150	BELENCITO	2530	76,57
24030400	STA_ROSA_VITERBO	2690	75,19
24030670	STA_ROSITA	3240	70,60
24030570	APOSENTOS	2328	78,35
24030690	CURITAL	3052	72,14
24030940	SENA	2500	76,84
24030160	TASCO	2486	76,96
24030410	TIBASOSA	2500	76,84
24030650	TUTASA	2833	73,97
24030860	LA_CAPILLA	2800	74,25
24035320	SATIVANORTE	2594	76,02
24035170	TUNGUAVITA	2470	77,10
24035330	BOAVITA	2150	79,94
MEDIOS			75,38

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

¹⁹ CAMPOS, A. Daniel F. *Procesos del ciclo hidrológico*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de ingeniería. México. 1988. Pág. 3-20. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <<http://books.google.com.co/books?id=mW89MHwce-wC&pg=PA135&lpg=PA135&dq=presion>>

²⁰ Google Books. (2019). *Los cambios del clima*. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=aoaPcdlzhY4C&printsec=frontcover&dq=isbn:8493583804&hl=es&sa=X&ved=0ahUK EwiQ5vr4pMviAhUix1kKHScHCuEQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>.

²¹ Fao.org. (2019). *Evapotranspiración del Cultivo*. [En línea: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf>

En la **Figura 5-32**, se presentan los datos de presión atmosférica calculada con base en la anterior metodología para cada una de las estaciones meteorológicas de referencia usadas en el presente análisis de clima para el área de estudio comparada con la altura de cada una.

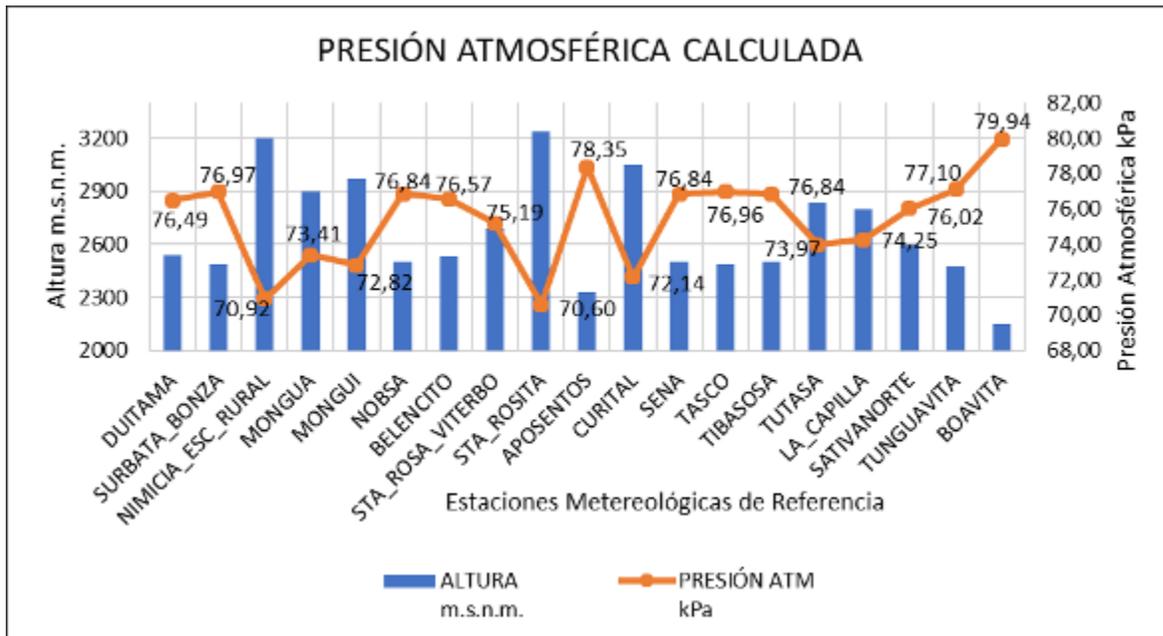


Figura 5-32 Presión Atmosférica Calculada para las Estaciones Meteorológicas

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Figura 5-32**, se muestra el comportamiento de la presión atmosférica a medida que aumenta la altitud, mientras más alta es la elevación con respecto al nivel del mar, más baja es la presión atmosférica. La presión atmosférica calculada en las estaciones meteorológicas para en el área de estudio, oscila entre 72,14Kpa y 76,84Kpa, siendo estos valores promedio entre si ya que la altura de las estaciones es similar oscilando sobre los 2450 m.s.n.m. dando como resultado la homogeneidad de la presión atmosférica en la zona.

- Zonificación Climática

Teniendo en cuenta que la clasificación climática de Caldas Lang, se determinó que el área de estudio se ubica dentro de la clasificación de clima Frío Semiárido, esto debido a la homogeneidad que reflejan los valores registrados las variables de temperatura y precipitación de las estaciones cercanas al área de estudio, así como las altitudes allí presentes. Lo anterior son condiciones características del altiplano cundiboyacense en donde los regímenes de lluvia y temperatura no tienen variación significativa.

Lo anteriormente descrito coincide con la clasificación climática realizada por el Ideam en donde se aprecia que para la zona el régimen de lluvias anuales (relativamente escasas), en adición a la temperatura media anual, ésta última variable función directa de la altitud, dan como resultado un clima frío semiárido típico de la región.

Debe tenerse en cuenta adicionalmente, que las clasificaciones climáticas sintetizan conjuntos de variables meteorológicas en rangos relativamente grandes, es así como, las variaciones de clima, en su función de la altura abarca en general intervalos promedios de 1000 m, y diferencias de

precipitaciones anuales totales de más de 500 mm, diferencias que no se tienen en la zona, ubicándola toda en un mismo régimen climático.

o Balance Hídrico

El balance hídrico es el análisis de los flujos de agua ocasionados por los diferentes factores atmosféricos (precipitación, evapotranspiración potencial y almacenamiento total) y naturales (textura y profundidad del suelo), que permiten establecer los periodos y magnitud de las deficiencias y excesos en un lugar durante un espacio de tiempo.

El cálculo se realiza basado en el método de Thornthwaite mediante la elaboración de una relación entre la precipitación y la evapotranspiración, conociendo de antemano la capacidad de almacenamiento del suelo, la humedad que puede retener.

El agua neta se obtiene a partir de la resta algebraica de los valores obtenidos de las deficiencias y los excesos y el resultado representa la disponibilidad hídrica del suelo en el área durante el año. A continuación, en la **Figura 5-33**, se presenta el balance hídrico generado para el área de estudio.

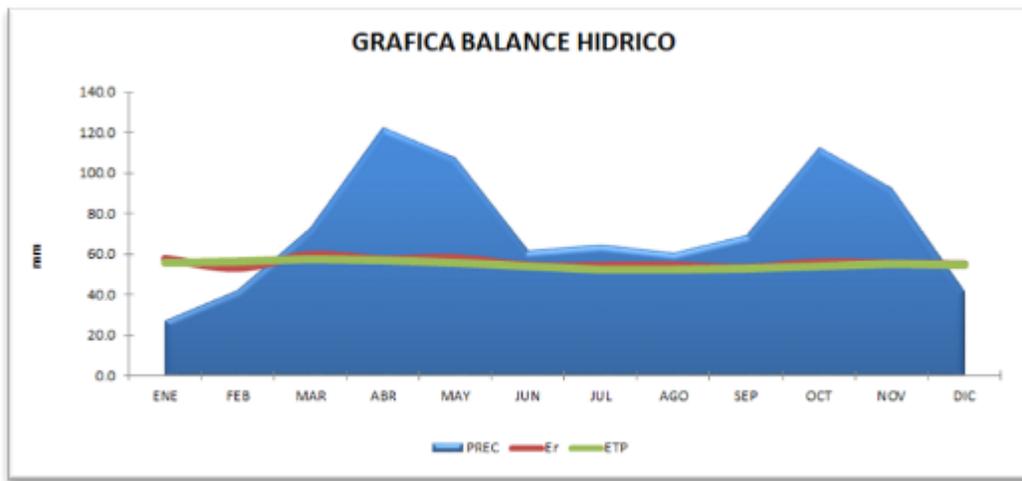


Figura 5-33 Balance hídrico área de estudio

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

Tabla 5-29 Balance Hídrico Área de Estudio

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S Anual
Temp. Media Mensual	15.2	15.4	15.6	15.5	15.3	14.9	14.5	14.6	14.6	14.9	15.1	15	180.4
Índice Calórico Mensual	5.4	5.5	5.6	5.5	5.4	5.2	5	5.1	5.1	5.2	5.3	5.3	63.5
ETP	55.6	56.6	57.5	57	56	53.9	52.2	52.4	52.7	53.9	54.9	54.4	657
ETP ajustada	57.8	53.2	59.8	57.6	58.2	54.4	54.3	54.4	53.3	56	55.5	55	669.4
Precipitación	26.8	42	72.9	122.5	107.7	61.9	64.7	60.7	69.4	112.7	92.7	41.6	875.5
Almacenamiento	55.5	44.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	86.6	1086.5
DA	-31	-11.1	55.6	0	0	0	0	0	0	0	0	-13.4	0
Exceso	0	0	-42.5	64.9	49.5	7.5	10.4	6.3	16.1	56.7	37.2	0	206.2

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S Anual
Déficit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Er	57.8	53.2	59.8	57.6	58.2	54.4	54.3	54.4	53.3	56	55.5	55	669.4
RH	-0.5	-0.2	0.2	1.1	0.9	0.1	0.2	0.1	0.3	1	0.7	-0.2	3.6

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

5.1.8.2 Inventario de Emisiones COR 15

El Decreto 948 de 1995 (emitido por el gobierno nacional de Colombia), el cual regula las acciones dirigidas a la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, así como la Resolución 610 de 2010 (del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) definen fuente de emisión como toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire; a partir de este concepto se derivan las clases de fuentes según su forma de descarga de contaminantes a la atmósfera.

A continuación, se describen los diferentes tipos de fuentes contaminantes según el Decreto 948 de 1995 expedido por el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS.

- Fuentes de emisiones fijas: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.
- Fuentes de emisiones fijas puntuales: Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.
- Fuentes de emisiones fijas dispersas o difusas: Es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales.
- Fuentes de emisiones móviles: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

De acuerdo a lo anteriormente descrito y con la información recopilada en campo, se lograron identificar las siguientes fuentes de emisiones atmosféricas presentes en el área de estudio:

➤ Fuentes de emisiones fijas puntuales

Con el trabajo realizado en campo se logró evidenciar que la gran mayoría de las viviendas ubicadas dentro del área de influencia utilizan leña y carbón como combustible principal de las estufas, esto debido a actividades domésticas. Por otra parte, se observó la existencia de campamentos relacionados con el desarrollo de la actividad minera presente en la zona, en donde se usa principalmente carbón para la elaboración de alimentos de los trabajadores. Además de hornos a base de carbón utilizados en actividades industriales para el secado de arena.

En la **Fotografía 5-1**, se observa el campamento de la mina Buga II y en la **Fotografía 5-2** se evidencia el tipo de estufa usado en labores de fabricación de alimentación para trabajadores de la mina.



Fotografía 5-1 Campamento vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-2 Estufa a leña vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-3** se observa el campamento de la mina Buga I, en la **Fotografía 5-4** el perteneciente a la mina de carbón Mineral Boy, y en la **Fotografía 5-5** se puede observar el campamento de la mina Buga III, en donde se evidencian actividades para la alimentación de los trabajadores de las mismas.



Fotografía 5-3 Campamento vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-4 Campamento vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-5 Campamento vereda Reyes
Patria, Corrales**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-6** se evidencia el tipo de estufas utilizadas en la mayoría de viviendas de la zona y en la **Fotografía 5-7** se logra observar una clase de horno usado para el secado de arena.



**Fotografía 5-6 Estufa a leña vereda Reyes
Patria, Corrales**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-7 Horno vereda Reyes Patria,
Corrales**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-8** se observa el campamento de la mina Sebastián I, en donde se cocina con carbón para la alimentación de trabajadores; y en la **Fotografía 5-9** se evidencia uno de los hornos usados para el secado de arena en el sector Peña Blanca.



Fotografía 5-8 Campamento vereda Santa Bárbara, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-9 Horno vereda Santa Bárbara, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-10** y la **Fotografía 5-11** se pueden observar algunas de las viviendas del sector Peña Blanca del municipio de Tasco en donde se generan emisiones por actividades domésticas para la elaboración de alimentos.



Fotografía 5-10 Vivienda vereda Santa Bárbara, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-11 Estufa a leña vereda Santa Bárbara, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-12** se observa un campamento minero destinado a la elaboración de alimentos para las personas de la mina Sanoha, ubicada en el municipio de Beteitiva.



Fotografía 5-12 Campamento vereda Centro, Beteitiva
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-13** y la **Fotografía 5-14** se puede evidenciar el uso de estufas a leña en viviendas del casco urbano del municipio de Busbanza.



Fotografía 5-13 Vivienda casco urbano, Busbanza
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-14 Estufa a leña casco urbano, Busbanza
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

➤ Fuentes de emisiones fijas dispersas

Dentro del área de influencia se evidenció este tipo de emisiones, las cuales están relacionadas con actividades industriales como trituradoras y acopios de carbón, así como areneras en donde se realiza acopio, tamizado, secado y empaque de la misma. Además de ladrilleras activas en el municipio de Tasco. Estas actividades generan emisiones de material particulado y gases por combustión, de una forma dispersa afectando el área circundante. Dichas labores son características de los municipios de Tasco y Corrales en sus sectores industriales como son Peña Blanca y el corredor industrial respectivamente.

Por otra parte, se identificaron actividades agropecuarias en el municipio de Busbanza como invernaderos de tomate y cultivos de papa en granjas integrales, además de galpones dedicados a la producción de huevos, criaderos de cerdos y ganadería. Estas actividades generan emisiones de gases a la atmósfera como el metano debido a los procesos bioquímicos que llevan a cabo los

animales por la digestión y degradación de sus desechos orgánicos; además de contaminantes relacionados a los fertilizantes usados en los cultivos.

Dentro del municipio de Corrales en la vereda Didamón se encuentran 2 hornos usados para la producción de cal, los cuales generan emisiones atmosféricas debido a la calcinación de piedra caliza y coque.

Adicionalmente en esta clasificación ingresan las vías sin pavimentar, las cuales corresponden en su gran mayoría a las que comunican las veredas y centros poblados de los municipios ubicados dentro de la zona de estudio.

La **Fotografía 5-15** y la **Fotografía 5-16** muestran trituradoras de carbón existentes en el corredor industrial del municipio de Corrales, pertenecientes a las empresas Carbones del Oriente y Carbones de Boyacá, respectivamente.



**Fotografía 5-15 Trituradora de carbón
vereda Reyes Patria, Corrales**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-16 Trituradora de carbón
vereda Reyes Patria, Corrales**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-17** y la **Fotografía 5-18** se pueden observar acopios de carbón pertenecientes al sector industrial del municipio de Corrales.



**Fotografía 5-17 Acopio de carbón vereda
Reyes Patria, Corrales**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-18 Acopio de carbón vereda
Reyes Patria, Corrales**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-19** y la **Fotografía 5-20** se puede evidenciar parte de la actividad industrial arenera en donde realizan tamizado y empaque de ésta.



Fotografía 5-19 Arenera vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-20 Tamizadora de arena vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

Otra de las actividades dentro de dicha industria es el secado y empackado de la arena, lo cual se puede observar en la **Fotografía 5-21** y la **Fotografía 5-22**, labores presentes dentro del corredor industrial del municipio de Corrales.



Fotografía 5-21 Horno vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-22 Empacado de arena vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

Otras actividades generadoras de emisiones que se encuentran presentes en la zona de estudio son las relacionadas con la fabricación de ladrillos, lo cual se puede evidenciar en la **Fotografía 5-23** y la **Fotografía 5-24**.



Fotografía 5-23 Ladrillera la Sausa vereda Pedregal, Tasco

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-24 Ladrillera vereda Pedregal, Tasco

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En el municipio de Corrales se encuentra ubicada SIKA Colombia S.A.S. una planta de beneficio de arena, en donde realizan procesos de secado y tamizado. En la **Fotografía 5-25** y **Fotografía 5-26** se observa las instalaciones de dicha empresa.



Fotografía 5-25 SIKA Colombia S.A.S. vereda Reyes Patria, Corrales

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-26 SIKA Colombia S.A.S. vereda Reyes Patria, Corrales

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

Las actividades agropecuarias observadas dentro del área de estudio se relacionan a continuación en la **Fotografía 5-27** hasta la **Fotografía 5-30**.



Fotografía 5-27 Invernadero de tomate
vereda Tonemí, Busbanza
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-28 Ganadería vereda Tonemí,
Busbanza
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-29 Galpón vereda Tonemí,
Busbanza
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-30 Galpón vereda Tonemí,
Busbanza
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-31** y la **Fotografía 5-32** se pueden observar los hornos usados en la fabricación de cal, actividad encontrada en el municipio de Corrales.



Fotografía 5-31 Horno vereda Didamón,
Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-32 Horno vereda Didamón,
Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

El estado de las vías contribuye a la generación de emisiones atmosféricas por material particulado, en el área de influencia del proyecto se logró evidenciar que la gran mayoría de vías interveredales se encuentran sin pavimentar, lo cual se logra evidenciar en la **Fotografía 5-33** a la **Fotografía 5-38**.



**Fotografía 5-33 Vía terciaria vereda
Centro, Beteitiva**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-34 Vía terciaria vereda
Otenga, Beteitiva**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-35 Vía terciaria vereda
Cusagota, Busbanza**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-36 Vía terciaria Tonemi,
Busbanza**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-37 Vía terciaria vereda
Pedregal, Tasco**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-38 Vía terciaria vereda
Santa Bárbara, Tasco**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

➤ Fuentes de emisiones móviles

Durante el recorrido en campo del APE COR-15, se evidenció el tránsito de vehículos de todo tipo (liviano y pesado), especialmente por la vía principal que comunica a los municipios de Corrales y Tasco. Además del tránsito de vehículos de carga y maquinaria en las áreas rurales, relacionados con la actividad minera presente en la zona.

Dentro del área de influencia se encuentra habilitada una vía férrea por lo cual otra de las fuentes móviles encontradas es el tren (ver **Fotografía 5-50**) que conduce del sector llamado Vado Castro ubicado a la salida del municipio de Sogamoso, hasta el municipio Paz del Río. Este medio de transporte es utilizado para carga y también por pasajeros de la región; por su recorrido atraviesa todo el polígono del APE COR-15 y genera emisiones por combustión de diésel.

A continuación, se muestra la evidencia fotográfica de lo anteriormente descrito. (ver **Fotografía 5-39** hasta la **Fotografía 5-52**).



**Fotografía 5-39 Vehículo de carga pesada,
Corrales**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-40 Maquinaria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-41 Tránsito vehicular,
Corrales**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-42 Tránsito vehicular,
Corrales**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-43 Tránsito Maquinaria, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-44 Tránsito vehicular, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-45 Vehículo de carga pesada,
Tasco**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-46 Tránsito vehicular, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-47 Vehículo de carga
pesada, Tasco**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-48 Tránsito vehicular, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-49 Tránsito vehicular, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-50 Transporte ferroviario sector Vado Castero, Sogamoso
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-51 Tránsito vehicular,
Beteitiva**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-52 Tránsito vehicular,
Beteitiva**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

➤ **Principales receptores de emisiones**

Dentro de los potenciales receptores en el área pueden incluirse asentamientos poblacionales como instituciones educativas, caseríos y viviendas aisladas. Estos se encuentran ubicados principalmente en los municipios de Corrales y Tasco, lugares en donde se desarrollan la mayor parte de actividades industriales.

En la **Fotografía 5-53** se logra observar la escuela ubicada dentro del caserío La Mesita, el cual se encuentra de forma cercana a una zona de actividad minera.



**Fotografía 5-53 Escuela sector la mesita vereda Reyes
Patria, Corrales**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

Las siguientes fotografías muestran viviendas cercanas a minas de carbón (**Fotografía 5-54**) y hornos usados en la fabricación de cal (**Fotografía 5-55**).



Fotografía 5-54 Vivienda aledaña a minería de carbón vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-55 Vivienda aledaña a hornos de cal vereda Didamón, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Fotografía 5-56** y la **Fotografía 5-57** se evidencia la exposición de viviendas a emisiones de material particulado por el desarrollo de actividades industriales como es el caso de areneras existentes en el sector de Peña Blanca del municipio de Tasco.



Fotografía 5-56 Vivienda aledaña a arenera vereda Canelas, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-57 Caserío Peña Blanca vereda Santa Bárbara, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

5.1.8.3 Calidad del Aire

Para el desarrollo de esta temática se tuvo como referencia la Resolución 610 de 2010 y el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire expedidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Además del análisis de los resultados del monitoreo de aire a realizar para el área de estudio.

Los resultados del monitoreo de calidad de aire realizado para el EIA del Área de Perforación Exploratoria COR-15 permiten obtener las siguientes conclusiones:

- Los resultados de las mediciones reportados de PM10 en las estaciones no superaron el límite permisible diario establecido en la Resolución 2254 del 2017 (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). La estación 3 presentó las mayores concentraciones con una media de 40,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y la estación 5 las menores con una media de 22,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se presentaron concentraciones entre 9,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 58,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la mayoría de las mediciones (19,4%) oscilaron entre 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Las concentraciones de PM2.5 evidenciaron un comportamiento similar al PM10, la estación 1 registró las mayores concentraciones y la estación 5 las menores, además, los resultados se encontraron en un rango de 2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 19,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los valores obtenidos durante el monitoreo no excedieron el límite diario (37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dando cumplimiento a lo establecido en la Resolución 2254 de 2017.
- Las concentraciones de NO2 presentan registros inferiores o muy cercanas al límite de detección del método acreditado (0,12 μg), obteniendo en las condiciones de monitoreo una concentración en su mayoría <68,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 hora, por lo que se concluye que en el área de monitoreo no se encuentran fuentes representativas para este contaminante, los valores obtenidos dan cumplimiento al límite de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 hora establecido en la Resolución 2254 del 2017.
- Las concentraciones de SO2 presentan registros inferiores o muy cercanos al límite de detección de <1,0 μg , lo que corresponde en las condiciones de monitoreo a una concentración en su mayoría <18,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor lejano al límite diario establecido en la Resolución 2254 del 2017 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), permitiendo inferir que las fuentes que emiten este tipo contaminante, no impactan la calidad el aire en la zona de monitoreo.
- Las concentraciones de CH2O presentaron registros indetectables por el método de laboratorio en todas las mediciones (<20,0 μg), que corresponde a valores <3,51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las condiciones de monitoreo para 24 horas de medición, por lo que se concluye que en el área no se encuentran fuentes representativas para este contaminante.
- En cuanto a sustancias generadoras de olores (H2S) se registraron en todas las mediciones valores inferiores al límite de cuantificación del método analítico empleado (<0,02 μg), indicando una concentración <8,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, encontrándose estas por debajo del umbral normativo establecido en la Resolución 1541 del 2014 (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Las mediciones del parámetro CO presentaron valores por debajo del límite de detección del instrumento utilizado (<1,0 ppm), lo que permite deducir que no se encuentran fuentes representativas para este contaminante en la zona de monitoreo, los valores obtenidos dan cumplimiento al límite para 1 hora establecido en la Resolución 2254 del 2017.
- Las mediciones de HCT y COV presentan concentraciones por debajo del límite de detección del método utilizado 0,008 μg para HCT y COV, indicando concentraciones <2,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; permitiendo inferir que no hay fuentes representativas para estos contaminantes en la zona de monitoreo.
- Las mediciones de BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno) presentan concentraciones por debajo del límite de detección del método utilizado para cada parámetro, permitiendo inferir que no hay fuentes representativas para estos contaminantes en la zona de monitoreo. Las mediciones de benceno cumplen con el límite establecido.
- El índice de calidad del aire para PM10 y PM2.5 fue “Bueno” y “Moderado o Aceptable”, por lo que según se establece en la tabla 35 del “Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire”, puede generar efectos sobre la salud de las personas extraordinariamente

sensitivas, por lo que se recomienda que las personas con enfermedades respiratorias como asma deben reducir la actividad física al aire libre en la zona.

- El ICA para NO₂ y SO₂, presentó una clasificación “Buena”, esto debido a que las seis estaciones reportaron concentraciones mínimas de estos parámetros, en su mayoría inferiores al límite de la técnica analítica empleada para este contaminante en todos los casos, indicando así que estos parámetros no generan riesgo a la salud de las personas.

El informe total de laboratorio realizado por MCS – Consultoría y Monitoreo Ambiental se encuentra en el anexo denominado Informe Aire del Anexo del Capítulo 5.

➤ Actualización monitoreo calidad de aire

En el presente numeral se presentan los resultados obtenidos para PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, CH₂O, O₃, H₂S, HCT, BTEX, COV y CO en 6 estaciones de muestreo. Los resultados de las muestras obtenidas en el trabajo desarrollado se comparan con las normas de calidad de aire establecidas en la Resolución 610 del 2010, 1541 del 2013 y 2254 del 2017. (ver **Tabla 5-32** y **Tabla 5-37**)

La jornada de campo se efectuó del 23 de noviembre al 28 de diciembre del 2019 en 6 puntos localizados en el área de influencia del proyecto, determinando las concentraciones de Material Particulado menor a 10 micrómetros (PM₁₀), Material Particulado menor a 2,5 micrómetros (PM_{2.5}) y Dióxido de Azufre (SO₂) con muestreos diarios de 24 horas, de Ozono (O₃), Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) y Formaldehído (CH₂O) con mediciones de 8 horas; así como, Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX) e Hidrocarburos Totales (HCT) con muestreos diarios de una hora. Las mediciones se realizaron día de por medio debido a que el monitoreo se llevó a cabo durante la época húmeda de la zona, dando cumplimiento a lo establecido en la Tabla 20 del Numeral 5.7.4 del Manual de diseño del Protocolo para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire.

Los soportes del monitoreo se presentan en el Anexo del Capítulo 5 Numeral 5.1.8, en el cual se presentan los Resultados por parámetro, el informe del laboratorio, las cadenas de custodia, los certificados de calibración de los equipos, certificados de IDEAM y el correspondiente registro fotográfico.

A continuación, se presenta la relación de las estaciones, los parámetros evaluados y los límites considerados, ver **Tabla 5-30** y **Tabla 5-31**

Tabla 5-30 Relación estaciones y parámetros evaluados

Estación	Muestras Válidas	# Exced. Límite Anual	# Exced. Límite Diario	# Exced. Límite Horario	# Exced. Límite 8 Horas	% Cumplimiento norma diaria
PM₁₀ – Material Particulado menor a 10 micras						
Estación 1. Acopio	18/18	12	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 2. Busbanzá	18/18	1	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 3. Tasco	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 4. Reyes Patria	18/18	1	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 5. Buena Vista	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 6. Beteitiva	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
PM_{2.5} – Material Particulado menor a 2,5 micras						
Estación 1. Acopio	18/18	2	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 2. Busbanzá	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 3. Tasco	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%

Estación	Muestras Válidas	# Exced. Límite Anual	# Exced. Límite Diario	# Exced. Límite Horario	# Exced. Límite 8 Horas	% Cumplimiento norma diaria
Estación 4. Reyes Patria	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 5. Buena Vista	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 6. Beteitiva	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
SO₂ – Dióxido de Azufre						
Estación 1. Acopio	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 2. Busbanzá	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 3. Tasco	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 4. Reyes Patria	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 5. Buena Vista	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 6. Beteitiva	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
NO₂ – Dióxido de Nitrógeno						
Estación 1. Acopio	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 2. Busbanzá	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 3. Tasco	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 4. Reyes Patria	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 5. Buena Vista	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 6. Beteitiva	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
O₃ – Ozono						
Estación 1. Acopio	425/425	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 2. Busbanzá	425/425	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 3. Tasco	425/425	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 4. Reyes Patria	425/425	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 5. Buena Vista	425/425	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 6. Beteitiva	425/425	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
CO – Monóxido de Carbono						
Estación 1. Acopio	432/432	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 2. Busbanzá	432/432	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 3. Tasco	432/432	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 4. Reyes Patria	432/432	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 5. Buena Vista	432/432	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 6. Beteitiva	432/432	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

Tabla 5-31 Cumplimiento de los límites establecidos en la Resolución 1541 de 2017

Estación	Muestras Válidas	# Exced. Límite Anual	# Exced. Límite Diario	# Exced. Límite Horario	# Exced. Límite 8 Horas	% Cumplimiento norma diaria
CO – Monóxido de Carbono						
Estación 1. Acopio	432/432	N.A.	0	0	N.A.	100%
Estación 2. Busbanzá	432/432	N.A.	0	0	N.A.	100%
Estación 3. Tasco	432/432	N.A.	0	0	N.A.	100%
Estación 4. Reyes Patria	432/432	N.A.	0	0	N.A.	100%
Estación 5. Buena Vista	432/432	N.A.	0	0	N.A.	100%
Estación 6. Beteitiva	432/432	N.A.	0	0	N.A.	100%

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

Tabla 5-32 Resultados reportados en la Estación 1

Estacion #1			ACOPIO												
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3										
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂	Formaldehído	Tolueno	Etilbenceno	Xileno	Benceno	COV	HCT
1	35788	7:10	2019-11-23	2019-11-24	59,1	15,4	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
2	35789	7:15	2019-11-25	2019-11-26	53,8	18,3	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
3	35790	7:05	2019-11-27	2019-11-28	69,9	20,3	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
4	35791	7:10	2019-11-29	2019-11-30	34,5	7,9	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
5	35792	7:15	2019-12-01	2019-12-02	49,9	19,5	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
6	35793	7:05	2019-12-03	2019-12-04	51,7	19,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
7	35794	7:00	2019-12-05	2019-12-06	58,9	18,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
8	35795	7:10	2019-12-07	2019-12-08	34,2	7,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
9	35796	7:10	2019-12-09	2019-12-10	52,6	14,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
10	38906	7:15	2019-12-11	2019-12-12	66,1	21,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
11	38907	7:05	2019-12-13	2019-12-14	66,3	26,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
12	38908	7:10	2019-12-15	2019-12-16	66,1	21,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
13	38909	7:15	2019-12-17	2019-12-18	55,7	33,5	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
14	38910	7:05	2019-12-19	2019-12-20	48,3	10,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
15	38911	7:00	2019-12-21	2019-12-22	36,5	9,9	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
16	38912	7:10	2019-12-23	2019-12-24	46,6	11,7	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
17	38913	7:05	2019-12-25	2019-12-26	58,9	19,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
18	38914	7:15	2019-12-27	2019-12-28	50,9	14,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
Dias de Monitoreo					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Muestras Validas					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
[] Max					69,9	33,5	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
[] Min					34,2	7,2	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	0	0					
Numero de Excedencias / LA**					12	2	-	18	0	-					
Media					53,45	17,15	19,95	66,21	3,51	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Varianza					118,71	44,82	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
Desviación Estándar					10,90	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
Desviación Estándar de la Media:					5,45	6,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coeficiente de Variacion					9,80%	2,47%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					48,03	13,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					58,87	20,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida										

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

Tabla 5-33 Resultados reportados en la Estación 2

Estacion #2			BUSBANZÁ												
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3										
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂	Formaldehído	Tolueno	Etilbenceno	Xileno	Benceno	COV	HCT
1	35798	8:30	2019-11-23	2019-11-24	44,0	16,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
2	35799	8:20	2019-11-25	2019-11-26	34,8	12,9	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
3	35800	8:10	2019-11-27	2019-11-28	35,7	11,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
4	35801	8:05	2019-11-29	2019-11-30	20,1	6,7	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
5	35802	8:15	2019-12-01	2019-12-02	31,3	12,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
6	35803	8:20	2019-12-03	2019-12-04	38,3	11,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
7	35804	8:30	2019-12-05	2019-12-06	43,7	16,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
8	35805	8:20	2019-12-07	2019-12-08	15,4	6,0	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
9	35806	8:10	2019-12-09	2019-12-10	53,6	18,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
10	38915	8:05	2019-12-11	2019-12-12	28,2	11,3	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
11	38916	8:15	2019-12-13	2019-12-14	31,7	11,4	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
12	38917	8:20	2019-12-15	2019-12-16	35,1	15,0	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
13	38918	8:15	2019-12-17	2019-12-18	39,9	11,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
14	38919	8:05	2019-12-19	2019-12-20	24,8	7,7	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
15	38920	8:10	2019-12-21	2019-12-22	17,9	7,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
16	38921	8:30	2019-12-23	2019-12-24	21,8	8,5	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
17	38922	8:35	2019-12-25	2019-12-26	34,4	12,4	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
18	38923	8:25	2019-12-27	2019-12-28	31,8	11,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8
Dias de Monitoreo					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Muestras Validas					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
□ Max					53,6	18,2	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
□ Min					15,4	6,0	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	0	0					
Numero de Excedencias / LA**					1	0	-	18	0	-					
Media					32,38	11,53	19,95	66,21	3,51	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Varianza					98,37	12,17	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
Desviacion Estándar					9,92	3,49	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
Desviación Estándar de la Media:					5,72	9,64	-	-	-		-	-	-	-	-
Coeficiente de Variacion					5,66%	1,20%	-	-	-		-	-	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					27,43	9,80	-	-	-		-	-	-	-	-
					37,29	13,26	-	-	-		-	-	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida										

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

Tabla 5-34 Resultados reportados en la Estación 3

Estacion #3			TASCO																
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3														
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂	Formaldehído	Tolueno	Etilbenceno	Xileno	Benceno	COV	HCT				
1	35808	9:00	2019-11-23	2019-11-24	20,9	5,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
2	35809	9:10	2019-11-25	2019-11-26	25,0	8,5	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
3	35810	9:05	2019-11-27	2019-11-28	27,5	6,9	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
4	35811	9:00	2019-11-29	2019-11-30	13,3	4,7	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
5	35812	9:10	2019-12-01	2019-12-02	27,1	6,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
6	35813	9:05	2019-12-03	2019-12-04	37,8	10,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
7	35814	9:15	2019-12-05	2019-12-06	39,6	11,9	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
8	35815	9:10	2019-12-07	2019-12-08	15,1	4,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
9	35816	9:05	2019-12-09	2019-12-10	49,9	19,5	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
10	38924	9:25	2019-12-11	2019-12-12	36,2	13,0	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
11	38925	9:00	2019-12-13	2019-12-14	25,2	9,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
12	38926	9:10	2019-12-15	2019-12-16	29,8	9,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
13	38927	9:05	2019-12-17	2019-12-18	33,0	8,3	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
14	38928	9:00	2019-12-19	2019-12-20	15,0	4,4	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
15	38929	9:10	2019-12-21	2019-12-22	11,0	4,0	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
16	38930	9:05	2019-12-23	2019-12-24	17,8	5,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
17	38931	9:15	2019-12-25	2019-12-26	32,3	12,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
18	38932	9:00	2019-12-27	2019-12-28	30,8	12,0	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8			
Dias de Monitoreo					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18			
Muestras Validas					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
[] Max					49,9	19,5	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8		
[] Min					11,0	4,0	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8		
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	0	0									
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	18	0	-									
Media					27,06	8,73	19,95	66,21	3,51	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	
Varianza					107,81	16,41	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
Desviación Estándar					10,38	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
Desviación Estándar de la Media:					5,59	8,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coeficiente de Variacion					4,84%	0,98%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					21,90	6,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					32,22	10,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida														

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Tabla 5-35 Resultados reportados en la Estación 4

		Estación #4 REYES PATRIA														
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m ³											
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂	Formaldehído	Tolueno	Etilbenceno	Xileno	Benceno	COV	HCT	
1	35818	10:00	2019-11-23	2019-11-24	49,1	12,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
2	35819	10:20	2019-11-25	2019-11-26	34,2	14,2	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
3	35820	10:05	2019-11-27	2019-11-28	53,7	13,2	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
4	35821	10:10	2019-11-29	2019-11-30	16,8	7,8	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
5	35822	10:20	2019-12-01	2019-12-02	41,4	11,3	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
6	35823	10:05	2019-12-03	2019-12-04	45,3	13,3	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
7	35824	10:00	2019-12-05	2019-12-06	34,5	10,8	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
8	35825	10:20	2019-12-07	2019-12-08	13,5	2,7	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
9	35826	10:05	2019-12-09	2019-12-10	40,0	8,8	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
10	38933	10:10	2019-12-11	2019-12-12	34,6	14,7	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
11	38934	10:20	2019-12-13	2019-12-14	25,4	18,2	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
12	38935	10:05	2019-12-15	2019-12-16	34,7	13,8	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
13	38936	10:20	2019-12-17	2019-12-18	37,1	11,3	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
14	38937	10:10	2019-12-19	2019-12-20	18,3	7,7	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
15	38938	10:00	2019-12-21	2019-12-22	10,8	9,1	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
16	38939	10:20	2019-12-23	2019-12-24	21,7	8,7	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
17	38940	10:05	2019-12-25	2019-12-26	49,8	14,7	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
18	38941	10:10	2019-12-27	2019-12-28	31,4	13,7	< 20,0	66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
Días de Monitoreo					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
Muestras Validas					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
[] Max					53,7	18,2	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
[] Min					10,8	2,7	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	0	0						
Numero de Excedencias / LA**					1	0	-	18	0	-						
Media					32,90	11,49	19,95	66,21	3,51	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	
Varianza					164,78	12,78	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	
Desviacion Estándar					12,84	3,58	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	
Desviación Estándar de la Media:					5,02	9,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coeficiente de Variacion					6,55%	1,21%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Intervalos de Confianza del 95%					26,52	9,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					39,28	13,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida											

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

Tabla 5-36 Resultados reportados en la Estación 5

		Estación #5			BUENA VISTA											
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m ³											
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂	Formaldehído	Tolueno	Etilbenceno	Xileno	Benceno	COV	HCT	
1	35828	11:00	2019-11-23	2019-11-24	26,6	9,0	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
2	35829	11:20	2019-11-25	2019-11-26	31,5	8,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
3	35830	11:05	2019-11-27	2019-11-28	23,3	14,9	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
4	35831	11:15	2019-11-29	2019-11-30	10,0	7,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
5	35832	11:25	2019-12-01	2019-12-02	24,2	8,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
6	35834	11:20	2019-12-03	2019-12-04	20,8	10,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
7	35833	11:00	2019-12-05	2019-12-06	25,9	10,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
8	35835	11:20	2019-12-07	2019-12-08	7,8	5,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
9	35836	11:05	2019-12-09	2019-12-10	18,1	8,5	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
10	38942	11:15	2019-12-11	2019-12-12	22,1	9,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
11	38943	11:25	2019-12-13	2019-12-14	24,6	7,7	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
12	38944	11:20	2019-12-15	2019-12-16	17,4	6,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
13	38945	11:10	2019-12-17	2019-12-18	22,8	6,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
14	38946	11:05	2019-12-19	2019-12-20	12,9	4,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
15	38947	11:10	2019-12-21	2019-12-22	15,4	3,7	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
16	38948	11:00	2019-12-23	2019-12-24	13,8	5,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
17	38949	11:25	2019-12-25	2019-12-26	28,3	10,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
18	38950	11:00	2019-12-27	2019-12-28	23,2	8,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	
Dias de Monitoreo					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
Muestras Validas					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
[] Max					31,5	14,9	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
[] Min					7,8	3,7	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	0	0						
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	18	0	-						
Media					20,48	8,12	19,95	66,21	3,51	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	
Varianza					42,11	6,83	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	
Desviación Estándar					6,49	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	
Desviación Estándar de la Media:					7,07	11,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coeficiente de Variacion					2,90%	0,73%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Intervalos de Confianza del 95%					17,25	6,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					23,71	9,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida											

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Tabla 5-37 Resultados reportados en la Estación 5

Estación #6 BETEITIVA																	
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3												
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂	Formaldehído	Tolueno	Etilbenceno	Xileno	Benceno	COV	HCT		
1	35838	12:00	2019-11-23	2019-11-24	29,7	7,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
2	35839	12:30	2019-11-25	2019-11-26	23,7	9,5	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
3	35840	12:25	2019-11-27	2019-11-28	22,1	10,7	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
4	35841	12:05	2019-11-29	2019-11-30	13,0	6,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
5	35842	12:10	2019-12-01	2019-12-02	19,4	6,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
6	35843	12:00	2019-12-03	2019-12-04	34,9	11,3	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
7	35844	12:00	2019-12-05	2019-12-06	33,1	5,9	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
8	35845	12:30	2019-12-07	2019-12-08	10,4	9,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
9	35846	12:25	2019-12-09	2019-12-10	19,8	9,5	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
10	38951	12:05	2019-12-11	2019-12-12	22,6	6,2	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
11	38952	12:10	2019-12-13	2019-12-14	24,6	5,9	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
12	38953	12:00	2019-12-15	2019-12-16	20,2	11,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
13	38954	12:15	2019-12-17	2019-12-18	25,7	8,3	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
14	38955	12:05	2019-12-19	2019-12-20	12,0	10,4	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
15	38956	12:30	2019-12-21	2019-12-22	8,7	11,6	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
16	38957	12:00	2019-12-23	2019-12-24	14,5	9,8	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
17	38958	12:15	2019-12-25	2019-12-26	21,9	7,7	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
18	38959	12:10	2019-12-27	2019-12-28	19,9	10,1	< 20,0	< 66,2	< 3,5	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8	< 2,8		
Dias de Monitoreo					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		
Muestras Validas					18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
[] Max					34,9	11,6	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
[] Min					8,7	5,9	20,0	66,2	3,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	0	0							
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	18	0	-							
Media					20,90	8,78	19,95	66,21	3,51	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Varianza					53,98	4,31	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Desviacion Estándar					7,35	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Desviación Estándar de la Media:					6,64	12,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coeficiente de Variacion					3,15%	0,70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					17,25	7,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					24,55	9,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual																Muestra Invalida	

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

➤ Conclusiones

Los resultados del monitoreo de calidad de aire realizado para el EIA del Área de Perforación Exploratoria COR-15 permiten obtener las siguientes conclusiones:

- Las concentraciones reportadas de PM₁₀ en las estaciones no superaron el límite permisible diario establecido en la Resolución 2254 del 2017 (75 µg/m³) con resultados entre 7,78 µg/m³ y 69,86 µg/m³. La estación 1 (Acopio) presentó los mayores valores con una media de 53,45 µg/m³ y la estación 5 (Buena Vista) los menores con una media de 20,48 µg/m³, la mayoría de las concentraciones se variaron entre 18 µg/m³ y 26 µg/m³ (25,9%).

- Las concentraciones de PM_{2.5} evidenciaron un comportamiento similar al PM₁₀, la estación 1 (Acopio) registró las mayores concentraciones con una media de 17,15 µg/m³ y la estación 5 (Buena Vista) las menores con una media de 8,12 µg/m³, los resultados se encontraron en un rango de 2,66 µg/m³ a 33,51 µg/m³. Los valores obtenidos durante el monitoreo no excedieron el límite diario (37 µg/m³) dando cumplimiento a la Resolución 2254 de 2017.
- Las concentraciones de NO₂ presentan registros inferiores al límite de detección del método acreditado (0,12 µg), obteniendo en las condiciones de monitoreo una concentración <66,21 µg/m³ para 1 hora, por lo que se concluye que en el área de monitoreo no se encuentran fuentes representativas para este contaminante, los valores obtenidos dan cumplimiento al límite de 200 µg/m³ para 1 hora establecido en la Resolución 2254 del 2017.
- Las concentraciones de SO₂ presentan registros inferiores al límite de detección de <1,0 µg, lo que corresponde en las condiciones de monitoreo a una concentración en todas las mediciones <19,95 µg/m³, valor lejano al límite diario establecido en la Resolución 2254 del 2017 (50 µg/m³), permitiendo inferir que las fuentes que emiten este tipo contaminante, no impactan la calidad del aire en la zona de monitoreo.
- Los resultados registrados de Ozono (O₃) en cada punto de monitoreo presentaron valores por debajo del límite permitido para 8 horas establecido en 100 µg/m³ en la Resolución 2254 del 2017, donde los valores oscilaron entre 22,17 µg/m³ y 88,71 µg/m³, el mayor valor se evidenció en la estación 5 (Buena Vista); asimismo, los menores resultados se obtuvieron en la estación 6 (Beteitiva) con una media de 48,34 µg/m³.
- Los resultados registrados de CO presentaron valores menores en la estación 2 (Busbanzá) con una media de 277,58 µg/m³ y los mayores en la estación 1 (Acopio) con una media de 411,90 µg/m³. De acuerdo a lo anterior no se reportan sobrepasos a los límites para 1 hora (35000 µg/m³) y 8 horas (5000 µg/m³) establecidos en la Resolución 2254 de 2017 indicando cumplimiento normativo.
- Los resultados registrados de H₂S presentaron valores entre 1,61 µg/m³ y 9,50 µg/m³ para 1 hora y de 4,04 µg/m³ a 6,99 µg/m³ para 24 horas, donde acuerdo a lo anterior, no se reportan sobrepasos a los límites para 1 (30 µg/m³) y 24 horas (7 µg/m³) establecidos en la Resolución 1541 de 2013 dando total cumplimiento normativo.
- Los resultados registrados de CH₂O presentaron valores por debajo del límite de detección del método acreditado, correspondiente a 20,0 µg de CH₂O, esto representa una concentración <3,51 µg/m³, lo cual indica baja presencia de este contaminante en la zona de monitoreo y descarta fuentes representativas para este en la zona de monitoreo, este parámetro no tiene límites establecidos, por lo que no es posible emitir un juicio normativo.
- Las mediciones de HCT y COV presentan concentraciones por debajo del límite de detección del método utilizado 0,008 µg para HCT y COV, indicando concentraciones <2,80 µg/m³; permitiendo inferir que no hay fuentes representativas para estos contaminantes en la zona de monitoreo.
- Las mediciones de BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno) presentan concentraciones por debajo del límite de detección del método utilizado, permitiendo inferir que no hay fuentes representativas para estos contaminantes en la zona de monitoreo.
- El índice de calidad del aire para PM₁₀ y PM_{2.5} fue "Bueno" y "Moderado o Aceptable", por lo que según se establece en la tabla 35 del "Manual de operación de sistemas de vigilancia de la

calidad del aire”, puede generar efectos sobre la salud de las personas extraordinariamente sensitivas, por lo que se recomienda que las personas con enfermedades respiratorias como asma deben reducir la actividad física al aire libre en la zona.

- El ICA para NO₂, SO₂, CO y O₃, presentó una clasificación “Buena”, esto debido a que las seis estaciones reportaron concentraciones mínimas de estos parámetros, en su mayoría inferiores al límite de la técnica analítica empleada para este contaminante en todos los casos, indicando así que estos parámetros no generan riesgo a la salud de las personas.

5.1.8.4 Ruido

La normatividad ambiental aplicable se encuentra estipulada en la resolución 627 de 2006 expedida por el MAVT hoy día MADS, para la evaluación de los resultados obtenidos en el monitoreo de ruido que se realizaron en el área de estudio.

Se midió ruido ambiental en 8 puntos localizados teniendo en cuenta la ubicación de los asentamientos humanos más cercanos, así como las fuentes de ruido principales, cubriendo de esta manera el área de estudio.

El monitoreo fue ejecutado durante el horario diurno y nocturno tomando mediciones en día hábil y en día no hábil, según lo recomendado en los Anexos II y III de la Resolución 627 del 7 de abril de 2006 emitida por MAVDT hoy MADS.

Las mediciones se hicieron en dirección de las 4 coordenadas geográficas (Norte, Este, Sur y Oeste) y en posición vertical distribuido uniformemente en la hora hasta obtener 15 minutos de captura de información.

Se realizó el monitoreo para día hábil y día no hábil los días 21 al 28 Abril de 2019, teniendo en cuenta las actividades cotidianas de la población. (ver **Anexo Capítulo 5 Numeral 5.1.8.3 Ruido y Modelación de Ruido**)

En la **Tabla 5-38** se muestra la información general concerniente a la evaluación de ruido ambiental para el proyecto.

Tabla 5-38 Datos generales de la medición

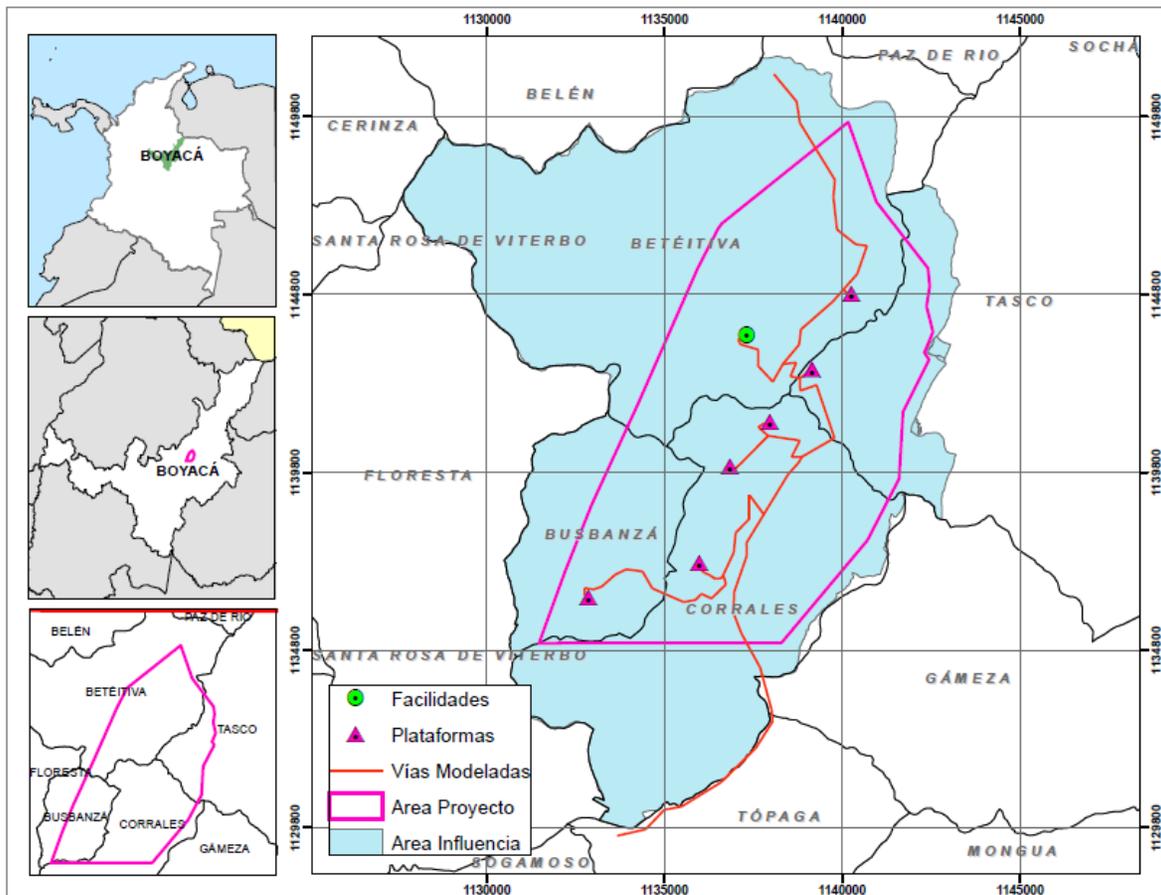
Tabla 1. Aspecto	Tabla 2. Valor
Localización.	Departamento: Boyacá, municipio: Corrales, Betétiva y Tasco.
Horario de trabajo.	Distribuido en el día y la noche. Mediciones de ruido ambiental día hábil: 23 y 24 de Abril de 2019. Mediciones de ruido ambiental día no hábil: 21 y 28 de Abril de 2019.
Responsable de la medición.	MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S. La cual cuenta acreditación en ISO/IEC 17025:2005. Se adjunta la Resolución de acreditación en el Anexo 1. Ubicada en la Cra 17 No. 166 -72. Bogotá, Colombia
Sector de restricción de ruido ambiental.	Se monitorearon 8, 3 se clasificaron en sector B , un punto en sector D y 4 clasificaron en sector C..

Tabla 1. Aspecto	Tabla 2. Valor
Condiciones meteorológicas*	Temperatura diurna: 15,2 a 17,6 °C Temperatura nocturna: 12,0 a 16,8 °C Velocidad del viento: 1,0 m/s-1,3 m/s Dirección del viento predominante: N-E/S-E/S-N
Procedimiento para la medición de la velocidad del viento	Se midió la velocidad del viento con el anemómetro, a una distancia de 0,5 metros del sonómetro, verificando que esta no fuera mayor a 3 m/s.
Naturaleza / estado del terreno entre la fuente y el receptor	Topografía montañosa, pastos bajos, presencia de vegetación arbórea y arbustiva. Vías pavimentadas, herradura y destapadas.

*De acuerdo con lo registrado en los formatos de campo

Fuente: Trabajo de campo, MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2019

La ubicación general de los puntos de monitoreo se presenta a continuación en la **Figura 5-34**:



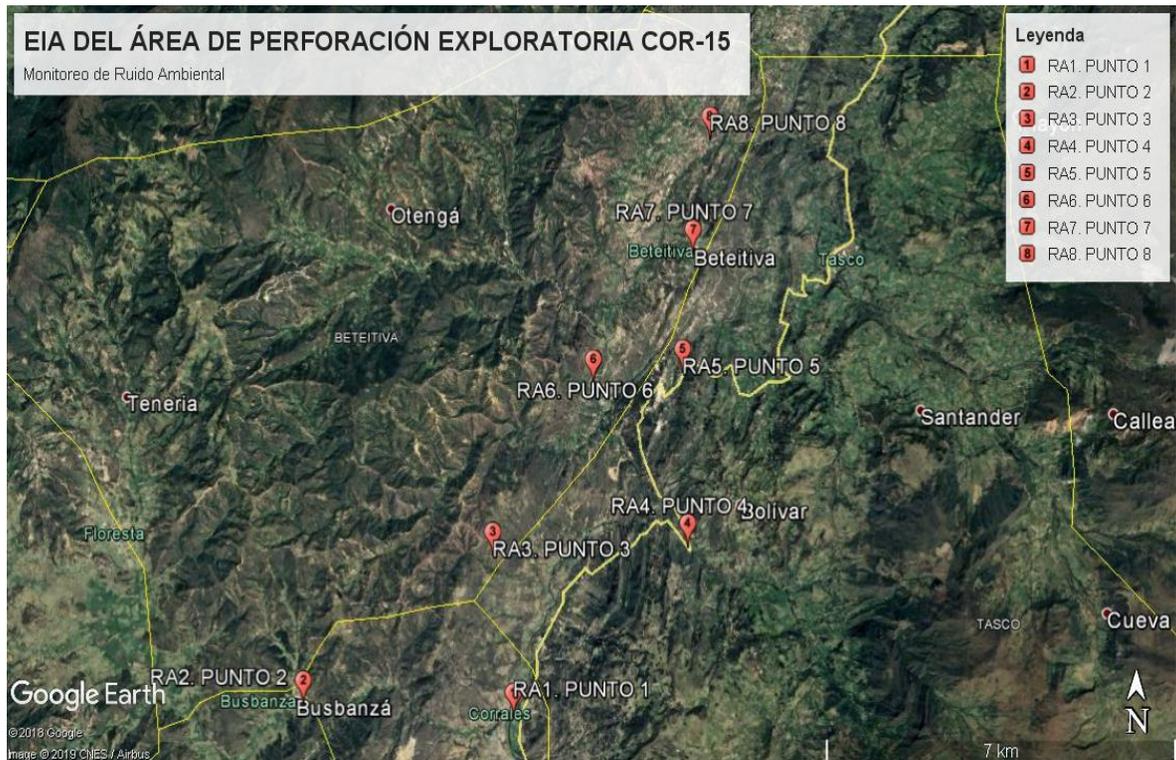


Figura 5-34 Ubicación general de los puntos de monitoreo

La localización de los puntos de muestreo (Tabla 5-39) se presenta a continuación:

Tabla 5-39 Localización de los puntos de muestreo

Punto de Monitoreo	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas Datum Magnas Sirgas Origen Bogotá		Sector de Restricción Resolución 627 de 2006
			Este	Norte	
Ruido ambiental					
RA1. PUNTO 1			1136800	1136398	B

Punto de Monitoreo	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas Datum Magnas Sirgas Origen Bogotá		Sector de Restricción Resolución 627 de 2006
			Este	Norte	
RA2. PUNTO 2			1132345	1136578	B
RA3. PUNTO 3			1136325	1139541	D
RA4. PUNTO 4			1140443	1139766	C
RA5. PUNTO 5			1140277	1143132	C

Punto de Monitoreo	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas Datum Magnas Sirgas Origen Bogotá		Sector de Restricción Resolución 627 de 2006
			Este	Norte	
RA6. PUNTO 6			1138386	1142903	C
RA7. PUNTO 7			1140447	1145446	B
RA8. PUNTO 8			1140795	1147689	C

Fuente: Trabajo de campo, MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2019

Para el escenario base se identificó en campo como fuente de emisión asociada al tránsito vehicular de la vía principal que conecta los cascos urbanos de Sogamoso y Corrales (aforo vehicular que se evidencia en el anexo 3). Vía pavimentada de aproximadamente 10 metros de ancho. Ver **Tabla 5-40**

Tabla 5-40 Aforo vehicular vía línea base

Tipo	Automóviles	Motos	Buses	Camiones Pequeño	Camiones Grandes
Vía Línea Base (Sogamoso – Corrales)	17482	5962	6381	8379	1515

La información ingresada se divide en vehículos livianos y vehículos pesados, identificando la variación horaria, tal como se muestra a continuación:

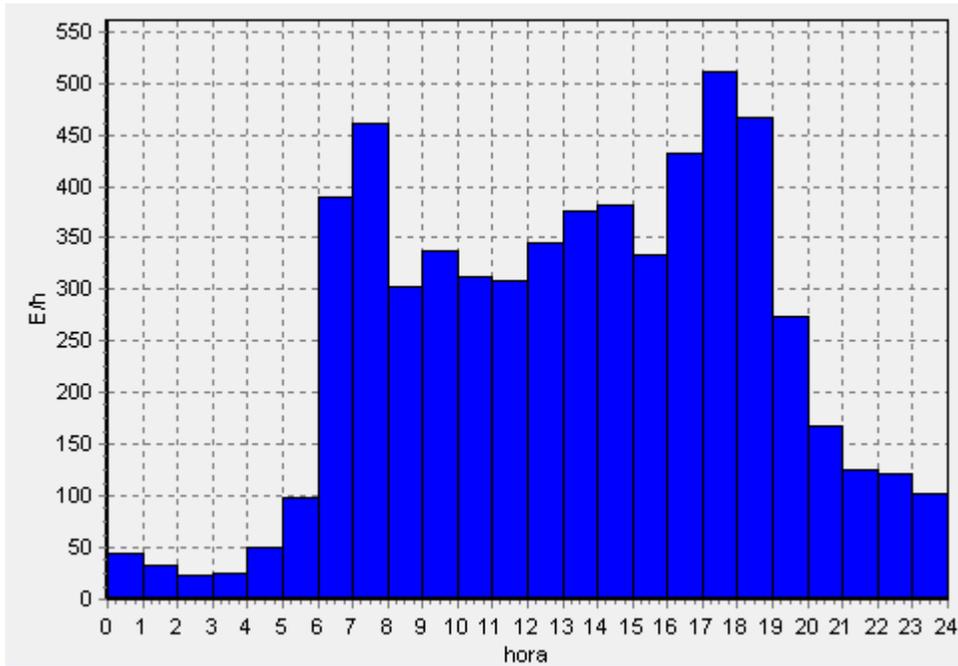


Figura 5-35 Variación horaria vehículos ligeros

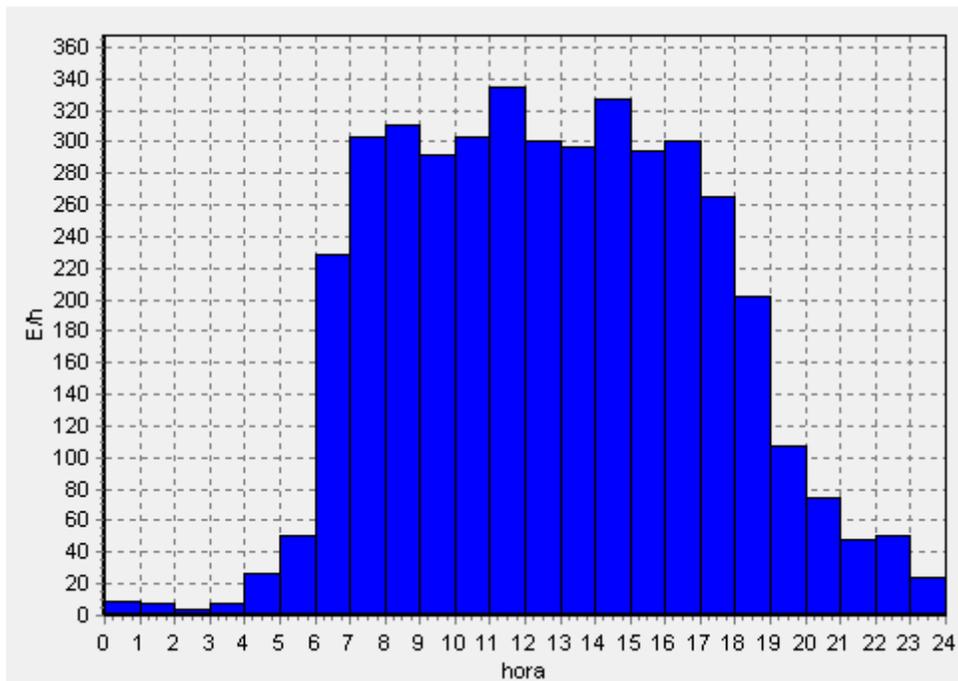


Figura 5-36 Variación horaria vehículos pesados

Vehículos
Intermitente/ Lineal (Impulsivo/ Tonal) En la zona se identificó que transitan vehículos y motos de forma esporádica, los cuales al encontrarse en movimiento generan un ruido intermitente y lineal de carácter impulsivo por ser breve y abrupto; por los componentes internos de sus motores, los vehículos son susceptibles de generar ruido de carácter tonal.
Fauna local
Intermitente/ Puntual (Impulsivo) Ruido generado por la presencia de la fauna local del área (destacan por sus hábitos diurnos), anfibios e insectos (destacan por sus hábitos nocturnos) y animales domésticos, se caracteriza por ser un ruido de tipo intermitente, puntual e impulsivo, ya que no se presenta de manera continua en el área de estudio.

Indicador Acumulativo LD – Escenario 1 – Línea Base

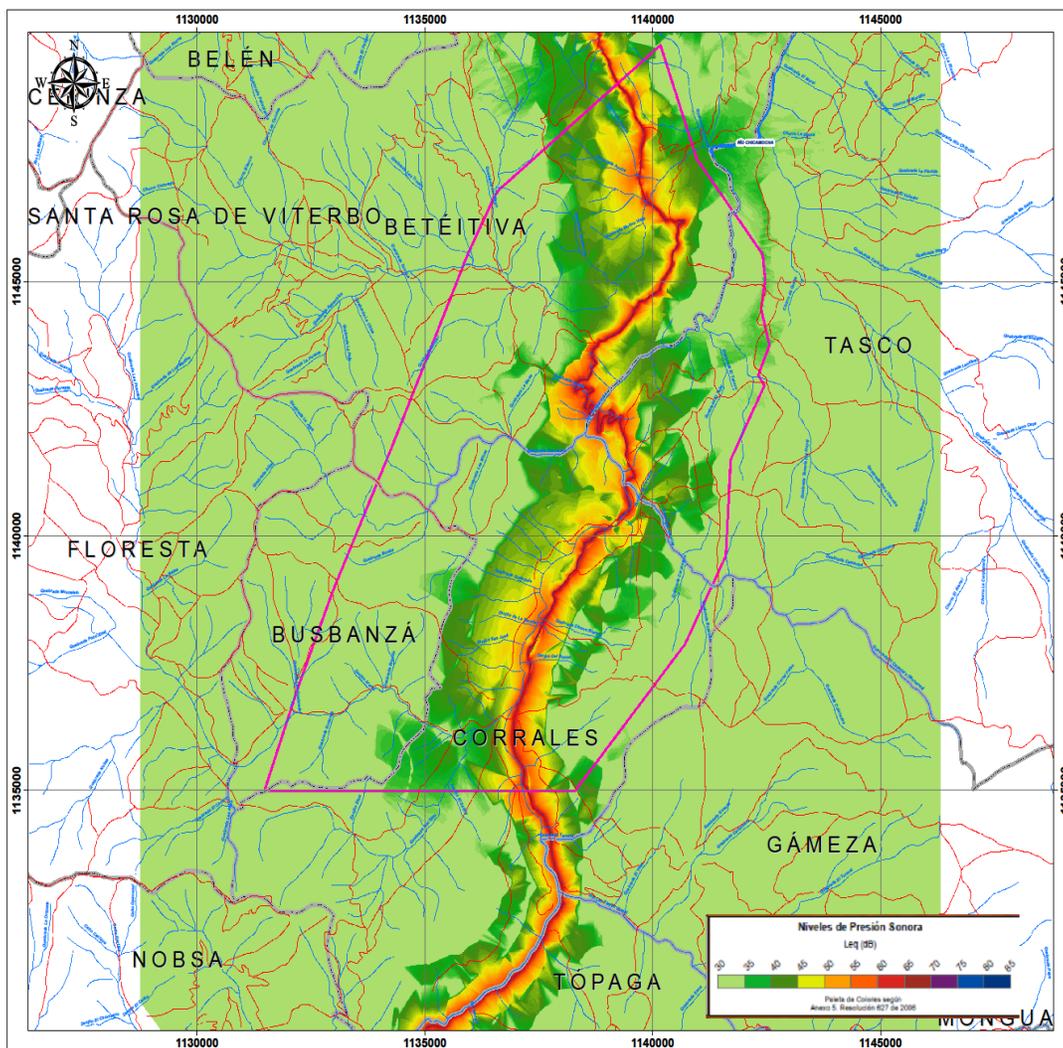


Figura 5-37 Mapa de ruido Ld – Línea Base

Indicador Acumulativo LN – Escenario 1 – Línea Base

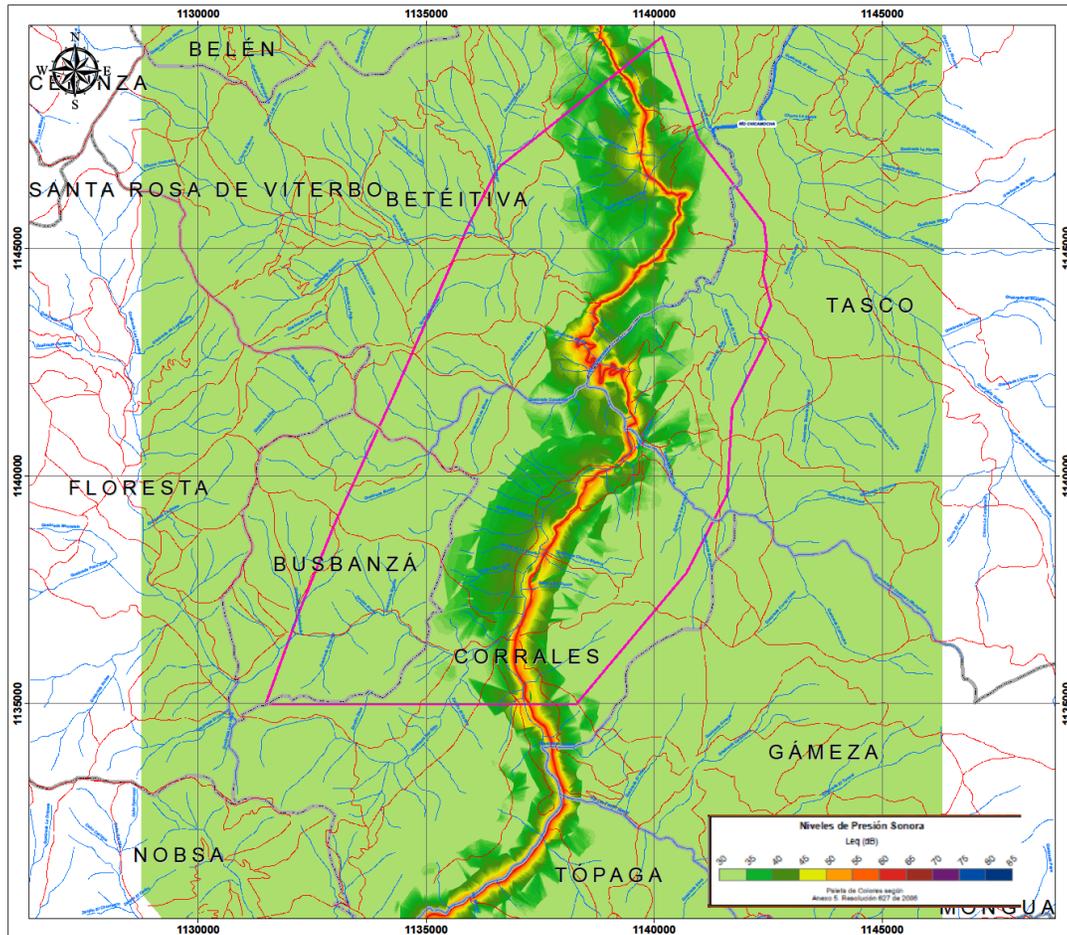


Figura 5-38 Mapa de ruido Ln - Línea Base

➤ Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos del monitoreo de ruido ambiental realizado en la zona del proyecto, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se monitorearon 8 puntos de ruido ambiental, de cuales 3 se clasificaron en sector B, 4 en sector C y un punto en sector D.
- Para los 3 puntos clasificados en sector B, en horario diurno se registraron valores por debajo del límite normativo establecido en horario diurno en 65 dB, mientras que en horario nocturno los datos sobrepasan el límite. Se identificaron fuentes como fauna local, animales domésticos (ladridos), paso de automóviles, motocicletas, camioneta y camión.

- Los 4 puntos ubicados en el sector C, presenta cumplimiento en ambos horarios, tanto en día hábil como no hábil. Durante las mediciones se percibió principalmente el paso de vehículos livianos (automóviles, motocicletas y camionetas), seguido de la fauna local y animales domésticos (ladridos).
- En relación al punto clasificado en el sector D, se reportan valores mayores al límite normativo en los dos horarios, en día hábil y no hábil. Al no percibirse fuentes permanentes, solo fuentes esporádicas se pueden deducir que los niveles de presión sonora de la zona son elevados.

Condiciones meteorológicas

- Es importante aclarar que la información climática del numeral 5.1.8.1 climatologías, es de carácter regional mensual multianual, y fue elaborada por el cruce de información suministrada por el IDEAM y metodologías de análisis propuestas por la OMM.
- La información climática para el desarrollo de los monitoreos fue tomada de una estación específica denominada meteoagro MA 3081, características que se presentan en el numeral 2.1 del informe de laboratorio anexo.
- Igualmente, la información climática para el desarrollo del monitoreo de ruido, se registra de modo insitu, por lo tanto, refleja las condiciones específicas promedio del día, conforme a los presentado en el numeral 5.1.8.1 climatología.

5.1.8.4.1 Fuentes de Generación de Ruido

- **Ruido industrial:** Es el ruido producido por actividades industriales como minería, explotación de canteras, trabajos con maquinaria. Este tipo de ruido puede ser muy variado, tanto en intensidad como en frecuencia y depende de múltiples factores, no solo del proceso productivo en sí, también aporta ruido el movimiento de materias primas, el desplazamiento de personas y el traslado de los productos.
- **Ruido debido a fuentes móviles:** Producido por fuentes móviles como vehículos de transporte de pasajeros o de carga en carretera, tales como automóviles, furgonetas, buses, busetas, camiones, camionetas y motocicletas.
- **Ruido debido a la construcción de obras:** Puede ser producido en áreas de construcción, tanto de infraestructuras como de edificación, debido a varias fuentes como el proceso de construcción, la maquinaria utilizada, los gritos y el desplazamiento del personal de construcción
- **Ruido debido a fuentes naturales:** En este grupo se pueden incluir el ruido debido a los animales domésticos, tales como son los perros, gatos e incluso el ganado o animales de granja. Además de las tormentas, por el golpe de la lluvia sobre superficies y los truenos. El viento también genera elevados niveles de ruido. Este tipo de ruidos pueden tener alta frecuencia.

De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, en el área de estudio existen algunas fuentes de emisión de ruido tales como el flujo vehicular de todo tipo, representado principalmente por vehículos de carga pesada, vehículos particulares y maquinaria, los cuales se evidencian de manera constante dentro del área de influencia del proyecto. Además del transporte ferroviario activo.

La **Fotografía 5-58** y la **Fotografía 5-59** permiten observar el tipo de vehículos encontrados en el área de estudio.



Fotografía 5-58 Maquinaria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-59 Vehículo carga pesada y maquinaria, vía Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

Otras fuentes generadoras de ruido encontradas en el recorrido del área de influencia del proyecto, son las diferentes plantas de beneficio de materias primas como el carbón, arena y caliza debido al funcionamiento de trituradoras, tamizadoras, sistemas de ventilación y actividades mineras en general. Adicionalmente se encontraron actividades antrópicas como trabajos agrícolas, talleres de soldadura y quehaceres diarios de los habitantes de la zona. Las siguientes fotografías muestran el desarrollo de algunas de estas actividades. (Ver **Fotografía 5-60** a la **Fotografía 5-69**).



Fotografía 5-60 Trituradora de carbón vereda Reyes Patria, Corrales
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-61 Tamizadora de arena vereda Santa Bárbara, Tasco
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-62 Taller de soldadura,
Busbanza**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-63 Actividades de soldadura,
Tasco**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-64 Sistema de ventilación
minería vereda Pedregal, Tasco**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-65 Sistema de ventilación
minería vereda Pedregal, Tasco**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-66 Malacate mina de carbón
vereda Santa Bárbara, Tasco**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-67 Malacate mina de carbón
vereda Santa Bárbara, Tasco**
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-68 Ganadería vereda Tonemi,
Busbanza**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-69 Galpones vereda Tonemi,
Busbanza**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

5.1.8.4.2 Receptores de ruido

El área de estudio está integrada por los municipios de Corrales, Busbanza, Beteitiva y Tasco, en donde los potenciales receptores de ruido en esta zona pueden incluir asentamientos poblacionales como centros educativos, centros urbanos, caseríos y viviendas.

En la **Fotografía 5-70** **Fotografía 5-71** y **Fotografía 5-72** se pueden observar los centros urbanos de los municipios ubicados dentro del área de influencia del proyecto.



**Fotografía 5-70 Centro urbano Corrales
Coordenadas: 1136612E – 1136577N**

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-71 Centro urbano Beteitiva
Coordenadas: 1140454E – 1145529N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-72 Centro urbano Busbanza
Coordenadas: 1132196E – 1136663N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

Los caseríos y centros educativos encontrados dentro de la zona se muestran en el siguiente registro fotográfico. (Ver **Fotografía 5-73** a la **Fotografía 5-88**).



**Fotografía 5-73 Caserío La Mesita vereda
Reyes Patria, Corrales**
Coordenadas: 1138964E – 1137198N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-74 Caserío Las Tocuas
vereda Tonemi, Busbanza**
Coordenadas: 1133186E – 1136345N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-75 Caserío vereda Tobo,
Busbanza**
Coordenadas: 1130929E – 1135074N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-76 Centro poblado de
Otenga, Beteitiva**
Coordenadas: 1134126E – 1145276N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-77 Caserío Peña Blanca
vereda Santa Bárbara, Tasco**
Coordenadas: 1139910E – 1142628N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-78 Caserío Labranza vereda
Pedregal, Tasco**
Coordenadas: 1143362E – 11477923N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-79 Centro educativo Juana Escobar vereda Buena Vista, Corrales
Coordenadas: 1137302E – 1140162N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-80 Institución educativa Cusagota vereda Cusagota, Busbanza
Coordenadas: 1133328E – 1139261N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-81 Centro educativo vereda Villa Franca, Beteitiva
Coordenadas: 1141834E – 1149065N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-82 Centro educativo Bolívar vereda Santa Bárbara, Tasco
Coordenadas: 1140670E – 1142105N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-83 Centro educativo vereda Soiquia, Beteitiva
Coordenadas: 11136267E – 1146510N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



Fotografía 5-84 Centro educativo vereda Pedregal, Tasco
Coordenadas: 1144334E – 1149203N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019



**Fotografía 5-85 Centro educativo vereda
Divaquía, Beteitiva
Coordenadas: 1139849E – 1148663N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019**



**Fotografía 5-86 Centro educativo – Sector
el Bujio
vereda Reyes Patria, Corrales
Coordenadas: 1137875E – 1134166N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019**



**Fotografía 5-87 Centro educativo – Sector
Costa Rica
vereda Santa Bárbara, Tasco
Coordenadas: 1142148E – 1144909N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019**



**Fotografía 5-88 Centro educativo vereda
Buntia, Beteitiva
Coordenadas: 1136162E – 1143093N
Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019**