



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV –
CABECERA URBANA MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.



**ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.**

MELLO CASTRO GONZALES
Alcalde de valledupar

RAFAEL MAESTRE TERNERA
GERENTE EMDUPA S.A- E.S.P

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, es el instrumento de planificación creado por el documento CONPES 3177 de 2002, Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales y el Decreto 3100 de 2003 Tasas Retributivas por Contaminación, y desarrollado por la Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial -MAVDT- (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Minambiente), publicada el 27 de diciembre del mismo año.



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. RESUMEN EJECUTIVO: RETOS Y ENFOQUE PSMV 2020-2030	15
3. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PSMV CABECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR.....	17
4. OBJETIVOS.	19
4.1. Objetivo general.....	19
4.2. Objetivos específicos.	19
5. DEFINICIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS	20
6. MARCO NORMATIVO VIGENTE:	21
7. METODOLOGIA DEL AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO DE VALLEDUPAR CABECERA URBANA.	24
8. ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES RESOLUCIÓN NO. 495 DEL 04 DE MAYO DE 2010.....	31
9. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS.	40
10. GENERALIDADES MUNICIPIO DE VALLEDUPAR CABECERA URBANA.....	47
10.1. Localización	47
10.2. Extensión y Territorio	48
10.3. Dinámica Poblacional.....	50
10.4. Dinámica económica.....	57
10.5. Necesidades básicas insatisfechas - NBI.....	58
11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	60
11.1. Aspectos ambientales del municipio en relación al recurso hídrico.	60
11.1.1. Corriente receptora Rio Guatapurí.....	60
11.1.2. Corriente receptora Rio Cesar.	76
11.1.3. Caracterización del área circundante al sistema de tratamiento de aguas residuales el salguero.....	87
11.2. Disposiciones relevantes del ras 2017	88
11.3. El PGAR – Plan de Gestión Ambiental Regional - 2019-2040:	92
11.4. Plan de desarrollo municipal 2019 – 2023.....	94
11.5. Plan maestro de acueducto y alcantarillado - PMAA	97
11.6. Programa de uso eficiente y ahorro del agua - pueaa	97
11.7. Resumen generalidades del municipio	98
12. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE VALLEDUPAR – EMDUPAR S.A. E.S.P	99



**ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.**

12.1.	Aspectos generales.....	99
12.2.	Situación legal.....	99
12.3.	Estructura administrativa y operativa.....	101
13.	DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.	103
13.1.	Sistema de alcantarillado existente.	103
13.2.	Problemas identificados en la red.....	116
13.3.	Sistema de tratamiento existente.	117
13.4.	Aporte por conexiones erradas.....	122
14.	VERTIMIENTOS Y CARGAS CONTAMINANTES.....	130
14.1.	Identificación y georreferenciación de los puntos de vertimientos comerciales, industriales y de servicios conectados a la red de alcantarillado de la ciudad de Valledupar.	130
14.2.	Diagnóstico Planta de Tratamiento de Agua Potable - PTAP	152
15.	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE VERTIMIENTOS Y SUS FUENTES RECEPTORAS.....	157
15.1.	Identificación y georreferenciación de cada punto de vertimiento a la corriente hídrica	157
16.	PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES.....	319
16.1.	Proyección demográfica cabecera municipal de Valledupar	319
16.2.	Proyecciones de cargas recolectadas, transportadas, tratadas y vertidas....	320
17.	PROSPECTIVAS	329
17.1.	OBJETIVOS Y METAS GENERALES DEL PSMV	329
17.2.	META GENERAL PSMV	329
17.3.	CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DE INVERSIÓN POR CADA AÑO DEL PSMV:	329
17.4.	PROSPECTIVAS.	330
18.	PROGRAMAS Y ACTIVIDADES.....	332
19.	ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DE SEGUIMIENTO.....	340
19.1.	INDICADORES BÁSICOS.....	341
19.2.	INDICADORES DE IMPACTO	342
19.3.	INDICADORES DE EFECTO	343
19.4.	INDICADORES DE PRODUCTO.....	344



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estado cumplimiento obligaciones Resolución No. 495 del 2010	31
Tabla 2. Documentos de planificación y soporte técnico	40
Tabla 3. Análisis de involucrados	45
Tabla 4. Información Poblacional 2020.....	51
Tabla 5. Reporte de Viviendas con personas presentes, hogares particulares y Lugares Especiales de Alojamiento.	52
Tabla 6. Reporte de personas.....	52
Tabla 7. Variación porcentual de viviendas, hogares y personas entre el CG2005 y CNPV 2018, de los municipios de la Provincia Norte.....	53
Tabla 8. Indicadores Demográficos CNPV 2018 y CG 2005	54
Tabla 9. Inmigración desde Venezuela hacia Valledupar y Otros Municipios del Departamento de Cesar	55
Tabla 10. Caracterización Poblacional 2020	55
Tabla 11. Vías de Comunicación Municipio de Valledupar	59
Tabla 12. Municipios que hacen parte de la Cuenca del Río Guatapurí.	62
Tabla 13. Principales centros poblados en el área de la cuenca del río Guatapurí.....	63
Tabla 14. Aspectos hidrológicos.....	73
Tabla 15. Aspectos de calidad del agua	74
Tabla 16. Aspectos cobertura y usos del suelo.....	75
Tabla 17. Clasificación y codificación de cuencas hidrográficas	77
Tabla 18. Altura promedio vs dotación neta máxima.....	91
Tabla 19. Nivel de riesgo.....	96
Tabla 20. Generalidades del municipio.....	98
Tabla 21. Reclamaciones realizadas en EMDUPAR.....	100
Tabla 22. Cuantificación de materiales – sistema de alcantarillado sanitario.	105
Tabla 23. Cuantificación de tipo de secciones sistema de alcantarillado sanitario.....	106
Tabla 24. Cuantificación del tipo de red sanitaria.	106
Tabla 25. Indicadores Alcantarillado Valledupar.	108
Tabla 26. Problemas evidenciados en los componentes del sistema de alcantarillado sanitario.....	127
Tabla 27. Problemas evidenciados en los componentes del sistema de alcantarillado pluvial.	128
Tabla 28. Resumen diagnóstico situacional.	129
Tabla 29. Identificación Clínicas y hospitales.....	130
Tabla 30. Carga Contaminantes para Clínicas y hospitales	131



Tabla 31. Identificación Restaurantes	133
Tabla 32. Carga contaminante para restaurantes.....	134
Tabla 33. Identificación Lavaderos y EDS	136
Tabla 34. Carga Contaminantes para lavaderos.....	137
Tabla 35. Identificación Lavanderías.....	139
Tabla 36. Carga Contaminantes para lavanderías	140
Tabla 37. Identificación Hoteles.....	141
Tabla 38. Carga Contaminantes para hoteles	142
Tabla 39. Identificación Almacenes y centro comerciales.....	144
Tabla 40. Carga Contaminantes para Almacenes y centros comerciales	145
Tabla 41. Identificación Industrias	146
Tabla 42. Carga Contaminantes para lácteas y otras industrias	147
Tabla 43. Identificación Otras empresas.....	148
Tabla 44. Carga Contaminantes para otras empresas.....	149
Tabla 45. Puntos de muestreo de vertimiento	160
Tabla 46. Puntos de muestreo aguas arriba y abajo cuerpo receptor	163
Tabla 47. Resultados y análisis de vertimiento entrada del STAR El Salguero municipio de Valledupar componente urbano.....	170
Tabla 48. Resultados y análisis de vertimiento salida STAR El Salguero 1. Municipio de Valledupar componente urbano (salida antigua).....	171
Tabla 49. Resultados y análisis de vertimiento salida STAR El Salguero 2. Municipio de Valledupar componente urbano (salida planta de aireación)	176
Tabla 50. Resultados aguas arribas y aguas abajo STAR El Salguero (rio Cesar).....	182
Tabla 51. Evaluación objetivos de calidad – DBO5	189
Tabla 52. Evaluación objetivos de calidad - SST	190
Tabla 53. Estaciones tramo 11 rio Cesar.....	191
Tabla 54. Estaciones tramo 11 rio Cesar.....	216
Tabla 55. resultados para oxígeno Disuelto O.D- estaciones tramo 11 rio cesar.....	217
Tabla 56. Resultados para demanda biológica de oxigeno DBO5 estaciones tramo 11 rio Cesar.....	220
Tabla 57. Resultados para solidos suspendidos totales SST estaciones tramo 11 rio Cesar.....	223
Tabla 58. Resultados para coliformes totales CTT estaciones tramo 11 rio Cesar.....	226
Tabla 59. Resultados para coliformes termotolerantes CTE estaciones tramo 11 rio Cesar.	229
Tabla 60. Estaciones tramo 11 rio Cesar.....	243
Tabla 61. Tabla de simulación - calibrada de temperatura °C.....	249
Tabla 62. Simulación - calibrada de pH.....	252



Tabla 63. Simulación - calibrada oxígeno disuelto.....	256
Tabla 64. Simulación - Calibrada Demanda Biológica De Oxígeno.	258
Tabla 65. Simulación - calibrada nitrógeno amoniacal HN4	261
Tabla 66. Resumen escenario 1	264
Tabla 67. Resumen escenario 2	266
Tabla 68. Resumen escenario 3.....	268
Tabla 69. Resultados y análisis de vertimiento salida PTAP	271
Tabla 70. Resultados aguas arriba y aguas abajo vertimiento PTAP (rio Guatapurí). ...	272
Tabla 71. Resultados históricos salida PTAP EMDUPAR S.A E.S. P	272
Tabla 72. Resultados históricos aguas arriba rio Guatapurí PTAP EMDUPAR S.A E.S. P	282
Tabla 73. Resultados históricos aguas arriba rio Guatapurí PTAP EMDUPAR S.A E.S. P	291
Tabla 74. Balances de masa para fuentes receptoras	306
Tabla 75. Variación de velocidades y profundidades usadas en las ecuaciones de re aireación.	307
Tabla 76. Parámetros, unidades y significados de las ecuaciones para la modelación...	309
Tabla 77. Datos de modelación para el efluente.....	314
Tabla 78. Datos de modelación para el rio	315
Tabla 79. Secciones	316
Tabla 80. Complejidad vs capacidad económica	320
Tabla 81. Valor sugerido según parámetro.....	320
Tabla 82. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida	321
Tabla 83. Cálculo proyecciones de carga.....	321
Tabla 84. Proyección de carga contaminante tramo 11 rio Cesar.....	324
Tabla 85. Proyección de carga contaminante tramo 20 rio Guatapurí.....	326
Tabla 86. Análisis Multicausal.....	328
Tabla 87. Programas y actividades	332
Tabla 88. Posibilidades de Financiación para ejecución del PSMV.....	339
Tabla 89. Indicadores de Seguimiento del PSMV.....	340
Tabla 90. Indicadores	348



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Entidades involucradas	43
Gráfico 2. Análisis de roles en la gestión del psmv componente urbano de Valledupar-cesar. Fuente: Findeter.....	43
Gráfico 3. Análisis institucional en gestión de saneamiento ambiental componente urbano de Valledupar -cesar.....	44
Gráfico 4. Municipio de Valledupar.....	47
Gráfico 5. Localización. Fuente: Google Earth.....	48
Gráfico 6. Sistema político - administrativo.....	49
Gráfico 7. Mapa área Metropolitana. Fuente: Departamento Nacional de Planeación – DNP año 2019.....	50
Gráfico 8. Mapa concentración de la población cabecera en Valledupar	52
Gráfico 9. Áreas construidas en el periodo 2003-2019 se encuentran con cobertura del CNPV. DANE 2018	53
Gráfico 10. Variación porcentual	54
Gráfico 11. Dinámica económica.....	57
Gráfico 12. Mapa vial municipio de Valledupar.	59
Gráfico 13. Fuente hídrica.....	60
Gráfico 14. Mapa localización de la cuenca río Guatapurí.....	62
Gráfico 15. Mapa cuenca río Guatapurí.....	63
Gráfico 16. precipitación anual	65
Gráfico 17. Temperatura Multianual.....	66
Gráfico 18. Grafico Temperatura media Mensual Multianual.....	66
Gráfico 19. Gráfico Temperatura máxima Mensual Multianual.....	67
Gráfico 20. Grafica Humedad relativa media mensual multianual.....	68
Gráfico 21. Grafico Brillo Solar media mensual multianual.....	68
Gráfico 22. Grafico Evaporación Media Mensual Multianual.	69
Gráfico 23. Velocidad del viento	69
Gráfico 24. Mapa Zonificacion Climatica.	71
Gráfico 25. Mapa indice de aridez.....	72
Gráfico 26. Zonificación y Codificación de Subcuencas Hidrográficas.	78
Gráfico 27. Precipitación media multianual.....	79
Gráfico 28. Distribución espacial de la temperatura media mensual.	81
Gráfico 29. Gráfico Promedio de humedad relativa multianual de las Estaciones Meteorológicas.	82



Gráfico 30. Grafico Promedio mensual multianual de brillo solar en las estaciones meteorológicas.	83
Gráfico 31. Grafico Velocidad del viento mensual multianual de la estación Alfonso López.	83
Gráfico 32. Grafico Evapotranspiración promedio mensual multianual de las estaciones meteorológicas.	84
Gráfico 33. Distribución predial.....	87
Gráfico 34. Planeación estratégica.....	93
Gráfico 35. Líneas estratégicas.	94
Gráfico 36. Cobertura servicio Acueducto. Fuente. PDM 2020 – 2023	95
Gráfico 37. Cobertura servicio alcantarillado. Fuente. PDM 2020 – 2023.....	96
Gráfico 38. Índice de tratamiento de aguas residuales. Fuente. PDM 2020 – 2023	97
Gráfico 39. Organigrama	102
Gráfico 40. Colectores	104
Gráfico 41. Porcentaje de longitud según el material – sistema de alcantarillado sanitario	105
Gráfico 42. Cuantificación del tipo de red sanitaria.....	107
Gráfico 43. Distribución del tipo de redes sanitarias.....	107
Gráfico 44. Conductos con diámetros menores a 8”	109
Gráfico 45. Conductos que fallan por velocidad mínima	110
Gráfico 46. Conductos que fallan por esfuerzo cortante mínimo.....	111
Gráfico 47. Pendientes en el sistema sanitario.	112
Gráfico 48. Conductos que fallan por profundidad hidráulica máxima	113
Gráfico 49. Conductos que fallan por velocidad mínima año 2043.	114
Gráfico 50. Conductos que fallan por esfuerzo cortante mínimo año 2043.....	115
Gráfico 51. Conductos que fallan por profundidad hidráulica máxima año 2043.....	116
Gráfico 52. Localización Lagunas el Salguero	118
Gráfico 53. Cribado	119
Gráfico 54. Desarenadores	120
Gráfico 55. Vertimiento STAR EL SALGUERO.....	122
Gráfico 56. Descargas de aguas residuales sobre el río Guatapurí sin tratamiento previo.	125
Gráfico 57. Descargas de aguas residuales.....	126
Gráfico 58. Plano clínicas y hospitales.....	131
Gráfico 59. Carga Contaminante DBO5 para clínica y hospitales.....	132
Gráfico 60. Carga Contaminante SST para clínica y hospitales.....	133
Gráfico 61. Plano Restaurantes.....	134
Gráfico 62. Carga Contaminante DBO5 para restaurantes.....	135



Gráfico 63. Carga Contaminante SST para restaurantes.....	135
Gráfico 64. Plano lavaderos y EDS	137
Gráfico 65. Carga Contaminante DBO5 para lavaderos	138
Gráfico 66. Carga Contaminante SST para lavaderos	139
Gráfico 67. Plano lavanderías.....	140
Gráfico 68. Carga Contaminante DBO5 para lavanderías	141
Gráfico 69. Carga Contaminante SST para lavanderías	141
Gráfico 70. Plano hoteles	142
Gráfico 71. Carga Contaminante DBO5 para hoteles.....	143
Gráfico 72. Carga Contaminante SST para hoteles	144
Gráfico 73. Plano almacenes y CC	145
Gráfico 74. Carga Contaminante DBO5 para almacenes	146
Gráfico 75. Carga Contaminante SST para almacenes	146
Gráfico 76. Plano Industrias lácteas y otros	147
Gráfico 77. Carga Contaminante DBO5 para lácteos y otros	148
Gráfico 78. Carga Contaminante SST para lácteos y otros	148
Gráfico 79. Plano otras empresas	149
Gráfico 80. Carga Contaminante DBO5 para empresas automotor.....	150
Gráfico 81. Carga Contaminante SST para empresas automotor.....	150
Gráfico 82. Plano vertimientos no domésticos al alcantarillado.....	151
Gráfico 83. Esquema sistema de acueducto.....	152
Gráfico 84. Esquema canal de aducción.	154
Gráfico 85. STAR El Salguero	157
Gráfico 86. Esquema de vertimiento componente urbano de valledupar	159
Gráfico 87. Esquema de vertimiento PTAP EMDUPAR S.A E.S. P.....	160
Gráfico 88. Entrada STAR El Salguero.....	161
Gráfico 89. Entrada – desarenadores STAR El Salguero	161
Gráfico 90. Salida vieja STAR El Salguero.....	162
Gráfico 91. Salida planta de aireación STAR El Salguero	162
Gráfico 92. Salida PTAP.....	163
Gráfico 93. Aguas arriba del vertimiento rio Cesar	164
Gráfico 94. Aguas abajo del vertimiento rio Cesar.....	164
Gráfico 95. Aguas arriba del vertimiento rio Guatapurí	165
Gráfico 96. Aguas abajo del vertimiento rio Guatapurí.....	165
Gráfico 97. SALIDA STAR 1. (SALIDA ANTIGUA) CAUDAL	172
Gráfico 98. Gráficos estadísticos descriptivos salida antigua - Temperatura.....	173
Gráfico 99. Gráficos estadísticos descriptivos salida antigua - pH.....	174



Gráfico 100. Gráfico Índice de calidad salida antigua.....	176
Gráfico 101. Gráficos estadísticos descriptivos salida planta de aireación - Caudal.....	177
Gráfico 102. Gráficos estadísticos descriptivos salida planta de aireación - Temperatura	179
Gráfico 103. Gráficos estadísticos descriptivos salida planta de aireación - pH.....	180
Gráfico 104. Gráficos salida planta de aireación.....	181
Gráfico 105. Gráfica de corridas medición de caudal aguas arriba STAR El Salguero Rio Cesar.....	183
Gráfico 106. Gráfica de corridas medición de caudal aguas abajo STAR El Salguero Rio Cesar.....	184
Gráfico 107. Grafica de valores individuales de aguas arriba y agua abajo STAR el salguero perfil microbiológico - CTT.....	186
Gráfico 108. Grafica de valores individuales de aguas arriba y agua abajo STAR el salguero perfil microbiológico - CTE.....	187
Gráfico 109. Esquema cumplimiento objetivos de calidad	188
Gráfico 110. SALIDA STAR SALGUERO SSED.....	192
Gráfico 111. SALIDA STAR SALGUERO T° C	193
Gráfico 112. SALIDA STAR SALGUERO U PH.....	195
Gráfico 113. SALIDA STAR SALGUERO DBO5 MG/L	196
Gráfico 114. SALIDA STAR SALGUERO SST MG/L	197
Gráfico 115. SALIDA STAR SALGUERO DQO MG/L.....	199
Gráfico 116. AAR STAR SALGUERO T°	200
Gráfico 117. AAR STAR SALGUERO O.D.....	201
Gráfico 118. AAR STAR SALGUERO DBO5	202
Gráfico 119. AAR STAR SALGUERO SST	204
Gráfico 120. AAR STAR SALGUERO CTT	205
Gráfico 121. AAR STAR SALGUERO CTE	206
Gráfico 122. AAB STAR SALGUERO T°C	207
Gráfico 123. AAB STAR SALGUERO O.D	209
Gráfico 124. AAB STAR SALGUERO PH.....	210
Gráfico 125. AAB STAR SALGUERO DBO5 MG/L	211
Gráfico 126. AAB STAR SALGUERO SST MG/L	213
Gráfico 127. AAB STAR SALGUERO CTT.....	214
Gráfico 128. AAB STAR SALGUERO CTE	215
Gráfico 129. intervalos de E1 O.D mg/L; E2 O.D mg/L	219
Gráfico 130. intervalos de E1 O.D mg/L; E2 O.D mg/L	220
Gráfico 131. intervalos de E1 DBO5 mg/L; E2 BBO5 mg/L	222
Gráfico 132. intervalos de E1 DBO5 mg/L; E2 BBO5 mg/L	223



Gráfico 133. intervalos de E1 SST mg/L; E2 SST mg/L.....	225
Gráfico 134. intervalos de E1 SST mg/L; E2 SST mg/L.....	226
Gráfico 135. intervalos de E1 CTT NMP/1; E2 CTT NMP/1.....	228
Gráfico 136. intervalos de E1 CTT NMP/1; E2 CTT NMP/1.....	229
Gráfico 137. intervalos de E1 CTENMP/10; E2 CTE NMP/1.....	231
Gráfico 138. intervalos de E1 CTENMP/10; E2 CTE NMP/1.....	232
Gráfico 139. Simbología constituyentes.....	236
Gráfico 140. Constituyentes (Tomado de “QUAL2K User Manual”).....	236
Gráfico 141. Diagrama de flujo.....	240
Gráfico 142. Tramo objeto de estudio.....	241
Gráfico 143. Esquema tramo.....	242
Gráfico 144. Datos iniciales del modelo.....	244
Gráfico 145. Hoja de cálculo.....	244
Gráfico 146. Datos de entrada de las estaciones tramo 11. Rio Cesar.....	245
Gráfico 147. Datos de entrada temperatura y aire.....	245
Gráfico 148. Hoja de cálculo parámetros hidráulicos de la corriente.....	246
Gráfico 149. Cálculo de constantes cinéticas.....	247
Gráfico 150. Grafica simulación de temperatura.....	248
Gráfico 151. contorno pH simulado Vs pH Máxima.....	250
Gráfico 152. Contorno temperatura simulada vs temperatura mínima.....	251
Gráfico 153. Simulación de pH.....	251
Gráfico 154. contorno pH simulado Vs pH Max.....	253
Gráfico 155. contorno pH simulado Vs pH Max.....	254
Gráfico 156. Intervalos de pH.....	255
Gráfico 157. Simulación OD.....	256
Gráfico 158. Simulación demanda biológica de oxígeno (DBO5).....	258
Gráfico 159. Simulación nitrógeno amoniacal.....	260
Gráfico 160. Escenario para DBO5.....	263
Gráfico 161. Escenario para O.D.....	264
Gráfico 162. SALIDA PTAP T°C.....	273
Gráfico 163. SALIDA PTAP O.D MG/L.....	274
Gráfico 164. SALIDA PTAP U PH.....	276
Gráfico 165. SALIDA PTAP DBO5 MG/L.....	277
Gráfico 166. SALIDA PTAP SST MG/L.....	278
Gráfico 167. SALIDA PTAP CTT NM/100.....	280
Gráfico 168. SALIDA PTAP CTE NMP/100.....	281
Gráfico 169. AAR PTAP T°C.....	282

Gráfico 170. AAR PTAP O.D MG/L	284
Gráfico 171. AAR PTAP U PH	285
Gráfico 172. AAR PTAP DBO5 MG/L	286
Gráfico 173. AAR PTAP SST MG/L	288
Gráfico 174. AAR PTAP CTT NMP/100.....	289
Gráfico 175. AAR PTAP CTE NMP/100.....	290
Gráfico 176. AAB PTAP T°C.....	292
Gráfico 177. AAB PTAP O.D MG/L	293
Gráfico 178. AAB PTAP U PH	294
Gráfico 179. AAB PTAP DBO5 MG/L.....	296
Gráfico 180. AAB PTAP SST MG/L.....	297
Gráfico 181. AAB PTAP CTT NMP/100	298
Gráfico 182. AAB PTAP CTE NMP/100.....	300
Gráfico 183. Esquema conceptual General del Modelo de Streeter&Phelps. Un algoritmo secuencial.	303
Gráfico 184. Medición de caudal por área sección transversal	313
Gráfico 185. Perfil de velocidad	313
Gráfico 186. Déficit de oxígeno disuelto	317
Gráfico 187. CRECIMIENTO POBLACIONAL CABECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR.....	319
Gráfico 188. Planificación de proyectos.....	331

1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, es el instrumento de planificación creada por el documento CONPES 3177 de 2002, Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales y el Decreto 3100 de 2003 Tasas Retributivas por Contaminación, y desarrollado por la Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial -MAVDT- (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Minambiente), publicada el 27 de diciembre del mismo año.

Teniendo en cuenta la necesidad de avanzar en el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico y el impacto generado por la aplicación simultánea de los instrumentos económicos de la política ambiental, se considera de suma importancia la actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos por parte del municipio Valledupar y la empresa de servicios Públicos EMDUPAR S.A E.S.P a fin de que se logre la recuperación y/o conservación de las fuentes, tramos o cuerpos de agua receptores de las descargas de aguas residuales (Rio Cesar y rio Guatapurí).

Es menester resalta que La formulación del PSMV, se debe realizar en atención a las obligaciones ambientales designadas por parte de la Corporación Autónoma Regional del cesar “CORPOCESAR”, como ente operador del servicio público de alcantarillado y en cumplimiento de la Resolución 1433 de 2004. El PSMV, le permitirá articular al municipio, las políticas, programas y proyectos de orden nacional y regional en el área de Agua Potable y Saneamiento Básico, manteniendo de esta manera la coherencia local, regional y nacional.

Así las cosas, el PSMV consigna los compromisos y acuerdos entre los diferentes entes involucrados en la gestión del saneamiento ambiental urbano y manejo de vertimientos líquidos, con el propósito de lograr una disminución real de la carga contaminante de origen doméstico, lo cual se verá reflejado en el pago de la tasa retributiva.

Con la Actualización y ajuste del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la cabecera urbana de Valledupar, en el Departamento del Cesar, se avanza en forma realista y concreta en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos de las aguas residuales domésticas, orientando la gestión del municipio y del operador del servicio del alcantarillado y actividades complementarias – PPSALAC, en los próximos 10 años; para que el manejo de las aguas residuales sea viable técnica y sostenible en términos sociales, económicos y ambientales; contribuyendo a la minimización de los impactos ambientales del área de vertimientos, logrando reducir los índices de afectación, indispensable para abordar aspectos de la gestión ambiental por ende la municipal.



2. RESUMEN EJECUTIVO: RETOS Y ENFOQUE PSMV 2020-2030

Un Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento enmarca actividades, programas y proyectos enfocados en la mejora continua y optimización de todo el sistema de alcantarillado, saneamiento y manejo de vertimientos, este documento es un instrumento de manejo ambiental que hace parte de los instrumentos de planificación territorial enfocado no solo en la parte social y económica, sino también en lo ambiental, apuntando con su ejecución al desarrollo sostenible de las regiones.

El PSMV 2020- 2030 de la cabecera urbana del municipio de Valledupar, contempla la proyección de lineamientos y acciones enmarcadas en lo establecido en la resolución 1433 de 2004, su formulación se basa puntualmente en lograr una articulación con el PSMV anterior y de esta manera ser consecuentes con las actividades desarrolladas con anterioridad, buscando la actualización de la información y mejora de la misma, conforme al estado actual del municipio en esta materia; Incluye modificaciones representativas fundadas en el cambio climático y todo lo relacionado con calentamiento global y variabilidad natural del clima, se enmarca dentro del concepto de resiliencia frente a la adaptación social y los sistemas físicos, resaltando de igual manera aspectos como la mitigación, la sostenibilidad y el desarrollo sostenible.

En términos generales el documento contiene la siguiente información:

- Perfil demográfico actualizado, determinante de demandas sociales y sujeto de oferta ambiental.
- Evaluación de la gestión articulada entre la formulación del PSMV y los diferentes instrumentos de planificación local y regional como estrategia de apalancamiento intersectorial e institucional en el manejo del vertimiento (POT, PDM, PGAR, PMAA entre otros).
- Incidencia de los actores en el territorio para el ejercicio de gobernanza y gestión de las políticas, programas y proyectos de saneamiento.
- Diagnóstico indicativo y parametrizado, con análisis causal.
- Perspectivas soportadas en planeación por objetivos, según el escenario diagnóstico y viabilidad de las acciones.
- Plan de acción, con metas indicativas y sistema de monitoreo, seguimiento, bajo el enfoque de autocontrol y gerencia de proyectos.



**ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.**

De igual manera se incluye la planificación de una estrategia de divulgación y comunicación política de la gestión y resultados alcanzados, concretando la ejecución de la política de transparencia y participación de la administración municipal actual. El documento también establece los proyectos, programas y actividades a corto, mediano y largo plazo, enfocadas en a la mejora continua y progresiva en el saneamiento y manejo de los vertimientos y todos los componentes de los sistemas para el tratamiento de las aguas residuales, enmarcadas en el aumento de la cobertura, mejoramiento de los sistemas de tratamiento, actividades de mantenimiento, disminución de las cargas contaminantes, mejoramiento de la calidad de los vertimientos, para con ello minimizar el impacto sobre las fuentes hídricas receptoras.

Finalmente se establece un cronograma de actividades y las inversiones requeridas para ejecutar los programas y proyectos establecidos y de esta manera lograr un adecuado manejo, recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales generadas en el municipio, articulando dichas actividades con los instrumentos de planificación territorial y las metas de calidad y reducción de cargas establecidos por la autoridad ambiental.

Al respecto cabe manifestar que el PSMV 2020- 2030 de la cabecera urbana del municipio de Valledupar incluye un análisis de varios de los instrumentos de planificación ambiental en materia de saneamiento básico, lo que le permitió establecer unos lineamientos claros y precisos enmarcados dentro de las políticas y gestión pública, logrando con esto proyectar eficacia y eficiencia en su posterior ejecución.



3. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PSMV CABECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR

Teniendo en cuenta que el municipio de Valledupar, cuenta con Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, Mediante a Resolución No. 495 del 04 de mayo de 2010 "Por medio de la cual se aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV- del Municipio de Valledupar Cesar en su componente urbano", emanada de la Dirección General de COORPOCESAR. Y las siguientes consideraciones:

- ☞ Para la vigencia 2020, se vence el plazo de cumplimiento del acto administrativo en mención (PSMV municipio de Valledupar- cesar).
- ☞ El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible profirió la nueva resolución de vertimiento 0631 de 2015, el mencionado acto administrativo deroga los valores máximos exigidos para vertimientos domésticos proferidos en el Decreto 1594 de 1984, en donde se tenían en cuenta para valorar el vertimiento los porcentajes de remoción mayor a un 80% del sistemita de tratamiento, con la entrada en vigencia de la resolución 0631, cambio a valores máximos permitidos al final del tratamiento.
- ☞ La Corporación Autónoma Regional del Cesar, profirió en el año 2018 los nuevos objetivos de calidad para fuentes hídricas superficiales mediante la resolución 1418 del 30 de octubre de 2018. En donde profiere en el Parágrafo Único del Artículo 12: Los Planes de saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), de los municipios y/o Corregimientos localizados en las cuencas de los ríos en la jurisdicción de CORPOCESAR, deben ser formulados y/o modificados de tal manera que en su ejecución se alcance los Objetivos de Calidad establecidos en el presente acto administrativo.
- ☞ El consejo Directivo de La Corporación Autónoma Regional del Cesar profirió el nuevo acuerdo de metas de cargas contaminantes quinquenio 2019-2023, mediante el acuerdo 002 de 2019.

Por las consideraciones anteriormente mencionadas se hace necesario por parte de la Alcaldía municipal de Valledupar y la Empresa de Servicios Públicos de Valledupar EMDUPAR S.A E.S.P., realizar la actualización y formulación de los PSMV, de la cabecera urbana, el cual contara con las siguientes características:

- ☞ Horizontes de planeación de ejecución de las obras bien definido.
- ☞ Orden lógico en las ejecuciones de las obras físicas.
- ☞ Tener el inventario de los puntos de vertimiento para determinar porcentaje de eliminación.



**ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.**

- ☞ Poseer información de Concentraciones y caudales máximos de diseños de PTARD.
- ☞ Claridad en las Fuentes de financiación y presupuesto.
- ☞ Que Las metas de reducción propuestas se encuentren formuladas acorde a los objetivos de calidad establecidos para la corriente, tramo o cuerpo receptor.
- ☞ Que el documento posea factibilidad en el cumplimiento de las metas de reducción propuestas a través de la ejecución de las obras, proyectos y actividades establecidas dentro del plan de cumplimiento físico.
- ☞ En general que se emplee todas las consideraciones técnicas y normativas incluidas en la Resolución 1433 de 2004.



4. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo general

Actualizar el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio del Municipio de Valledupar- Cesar en su componente urbano en cumpliendo con lo establecido por la resolución 1433 de 2004 del MAVDT, con base en la Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del MAVDT y la resolución 0631 de 2015.

4.2. Objetivos específicos.

- ☞ Realizar un diagnóstico integral del sistema de gestión de aguas residuales del municipio de Valledupar componente urbano, conforme a lo estatuido en el artículo 4 de la Resolución No. 1433 de diciembre 13 de 2004.
- ☞ Identificar y caracterizar los vertimientos(s) puntual(es) y fuente(s) receptora(s) del casco urbano, con todos los parámetros mínimos de acuerdo al nivel de complejidad definidos por la Resolución 0631 de 2015 proferida por el MADS.
- ☞ Desarrollar la proyección de caudal de aguas residuales y carga orgánica generada, recolectada, transportada, tratada y vertida en el corto, mediano y largo plazo, así como las proyecciones de mezcla.
- ☞ Formular los objetivos y metas de calidad del PSMV para un horizonte de planificación de 10 años.
- ☞ Describir el conjunto de programas, proyectos y actividades que se deban desarrollar para lograr el avance real y concreto en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos de las aguas residuales domesticas de acuerdo a los objetivos propuestos.
- ☞ Elaborar el Plan de Acción, definiendo las fuentes de financiación y el cronograma de actividades.

5. DEFINICIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS

Conforme a lo expresado en la Resolución No. 1433 de diciembre 13 de 2004, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, define al PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS (PSMV), como el conjunto de programas, actividades y proyectos con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua.

Es menester resaltar que las principales dificultades para conocer el estado del manejo y tratamiento de las aguas residuales en los centros urbanos de los municipios colombianos es la falta de consolidación de la información a nivel nacional, in embargo en los últimos años se evidencia un interés de los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible en obtener un diagnóstico representativo respecto al Manejo y Tratamiento de las Aguas Residuales, con la finalidad de orientar recursos o fortalecer la gestión institucional en aquellas zonas del país que lo requieren. Se destacan los estudios: Diagnóstico e Inventario de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales y corregéntales, Minambiente-Hidrotec, 1998., Diagnóstico del Plan Nacional de Gestión de Aguas Residuales, Minambiente-Uniandes, 2001, y el Inventario Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Mindesarrollo, 1999.

Se pretende que la actualización del PSMV sea instrumento planificador encaminado a reducir las cargas contaminantes vertidas por los sistemas de alcantarillado Al cuerpo de agua Rio Cesar, de tal forma que la alcaldía de Valledupar y EMDUPAR S.A E.S. P prestadora del servicio de alcantarillado formulen a corto, mediano y largo plazo las metas de cargas contaminantes que define el decreto 1076 de 2015 proferido por el MADS

El PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS-PSMV DE LA CABECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR, se formula teniendo en cuenta la información disponible sobre la calidad y el uso de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores, los criterios de priorización de proyectos definidos en la norma RAS 2000, lo dispuesto en Plan Maestro de Alcantarillado y el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio.



6. MARCO NORMATIVO VIGENTE:

Para el manejo de las aguas residuales municipales, Colombia cuenta con una amplia normatividad que permite regular y ordenar las actuaciones de los actores institucionales que participan en la aplicación de los mecanismos económicos como la Tasa Retributiva, y de planeación como el PSMV. De esta amplia normatividad colombiana se destacan las siguientes normas:

Constitución Política Nacional: En los artículos 78, 79 y 80 establece que el Estado tiene, entre otros deberes, los de proteger la diversidad e integridad del ambiente; fomentar la educación ambiental; prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados al ambiente. De igual forma en el artículo 49 se establece que la atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado.

Decreto - Ley 2811 de 1974: Denominado Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Contiene las acciones de prevención y control de la contaminación del recurso hídrico, para garantizar la calidad del agua para su uso posterior.

Ley 9 de 1979: Conocida como Código Sanitario Nacional. Establece los procedimientos y las medidas para llevar a cabo la regulación y control de los vertimientos.

Decreto 1594 de 1984: Norma reglamentaria del Código Nacional de los Recursos Naturales y de la ley 9 de 1979, desarrolla los aspectos relacionados con el uso del agua y los residuos líquidos. En cuanto a aguas residuales, define los límites de vertimiento de las sustancias de interés sanitario y ambiental, permisos de vertimientos, tasas retributivas, métodos de análisis de laboratorio y estudios de impacto ambiental.

Ley 99 de 1993: Reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Otorga a las autoridades ambientales Regionales, en su calidad de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, la facultad de ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental del uso del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, las cuales comprenderán el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos o gaseosos, en cualquiera de sus formas, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire, o a los suelos, así como los vertimientos que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Entre otras, encarga a los municipios la función específica de ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por los vertimientos municipales. Además, crea la tasa retributiva por vertimientos líquidos puntuales a los cuerpos de agua y establece los lineamientos para su implementación.

Ley 142 de 1994: Régimen de los servicios públicos domiciliarios. Establece la competencia de los municipios para asegurar la prestación eficiente del servicio domiciliario de

alcantarillado, que incluye el tratamiento y disposición final de las aguas residuales. Además, define que las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios deben proteger el ambiente cuando sus actividades lo afecten (cumplir con una función ecológica).

Resolución 1096 de 2000 - Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS: El RAS es el documento técnico que fija los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico. En el caso de sistemas de tratamiento de aguas residuales, el RAS título E, tratamiento de aguas residuales, tiene en cuenta los procesos involucrados en la conceptualización, diseño, construcción, supervisión técnica, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

Ley 715 de 2001: Establece el Sistema General de Participaciones constituido por los recursos que la Nación transfiere a las entidades territoriales. En el rubro Participación de propósito general se destinan recursos para agua potable y saneamiento básico, con los cuales al municipio le corresponde promover, financiar o cofinanciar proyectos de descontaminación de corrientes afectados por vertimientos, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos, entre otros programas.

Resolución 081 de 2001: Por la cual se adopta un formulario para la información relacionada con el cobro de la tasa retributiva y el estado de los recursos naturales.

CONPES 3177 de 2002 - Acciones Prioritarias y Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR): Define las acciones prioritarias y los lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR) con el fin de promover el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de la Nación.

Decreto 3100 de 2003: Reglamenta los artículos 42 y 43 de la Ley 99 de 1993, respecto a la implementación de tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a un cuerpo de agua. La tasa retributiva consiste en un cobro por la utilización directa o indirecta de las fuentes de agua como receptoras de vertimientos puntuales y por sus consecuencias nocivas para el medio ambiente. El Decreto establece el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Este fue modificado por el Decreto 3440 de 2004 y el Decreto 2570 de 2006.

Resolución 1433 de 2004: Por el cual se reglamenta el artículo 12 de Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.

Resolución 2145 de 2005: Por la cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV. Estableciendo el plazo en el que las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado deberán presentar ante la autoridad ambiental competente la información de que trata el artículo 4 de la Resolución 1433 de 2004, una vez la autoridad ambiental haya definido el objetivo de calidad de la corriente, tramo o cuerpo de agua receptor.



Ley 1176 de 2007: Por medio del cual se establece una participación con destinación específica para el sector agua potable y saneamiento básico, que se denominará participación para agua potable y saneamiento básico.

Decreto 3930 de 2010: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1076 de 2015: Mediante el cual se expide decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Señala la obligatoriedad del permiso de vertimientos, igualmente prohíbe verter sin tratamiento, residuos sólidos líquidos o gaseosos que puedan contaminar las aguas, causar daño o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna, o impedir u obstaculizar.

Resolución 0631 de 2015: Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles que deberán cumplir quienes realizan vertimientos puntuales a los cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. Así mismo, establece los parámetros objeto de análisis y reporte por parte de las actividades industriales, comerciales o de servicio.

Resolución 1418 de 2018: Por la cual se establecen los objetivos de calidad de corto, mediano y largo plazo para los cuerpos de agua superficiales de la jurisdicción de Corpocesar para el periodo 2019 -2029, para los cuerpos de agua superficiales en la jurisdicción de Corpocesar. Artículo 9. Tramo No. 10 Rio Cesar – subtramo desde antes del vertimiento cabecera urbana del municipio de La Paz hasta corregimiento Los Calabazos, Tramo No. 20 – Valledupar rio Guatapurí.

Acuerdo 002 de 2019: Por medio del cual se define la meta global, metas individuales y grupales de carga contaminante para los parámetros demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y sólidos suspendidos totales (SST), en los cuerpos de aguas o tramos de los mismos en la jurisdicción de Corpocesar, periodo 2019-2023. Anexo 1. Tramo No. 10 Rio Cesar – subtramo desde antes del vertimiento cabecera urbana del municipio de La Paz hasta corregimiento Los Calabazos (página 6) y Tramo No. 20 – Valledupar rio Guatapurí (página 7)

Circular 002 de 4 de junio de 2019: Corpocesar convoca a los prestadores de servicios de alcantarillado (ESP y/o municipios a Actualizar los PSMV, incorporando componente urbano y rural.

7. METODOLOGIA DEL AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO DE VALLEDUPAR CABECERA URBANA.

El contenido del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos serán los siguientes:

1. Presentación
2. Análisis de involucrados
3. Análisis de la situación actual
4. Actualización del diagnóstico del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.
5. Identificación y caracterización de vertimientos.
6. Diagnóstico de la fuente receptora.
7. Proyección de cargas contaminantes.
8. Alternativas localización de la PTAR, unificación de vertimientos y pre-alternativas de tratamiento.
9. Determinación de objetivos de eliminación de vertimientos.
10. Actualización del plan de acción y fuentes de financiación (plan operativo).
11. Síntesis de la empresa prestadora del servicio de alcantarillado.
12. Control y seguimiento.
13. Anexos.

De acuerdo a lo anterior es necesario que dentro de la modificación y/o ajustes del documento se tengan en cuenta las siguientes especificaciones técnicas en cumplimiento de la Resolución 1433 de 2004:

1. **PRESENTACIÓN.** Entrega del documento a través de oficio firmado por el representante legal de la Administración Municipal y de la Empresa Prestadora de Servicios Públicos Domiciliarios.
2. **RESUMEN EJECUTIVO.** Se diligenciarán los Formatos simplificados para la formulación del PSMV. (Matrices de planificación para el Plan, Programas y Proyectos).
3. **ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS.** Es importante que dentro del documento se articulen los documentos de planificación y de soporte técnico además del cumplimiento a requerimientos legales impuestos (involucrar las acciones y/o decisiones judiciales u otros aspectos legales que afecten la ejecución de las acciones de manejo y disposición final de los vertimientos); igualmente se debe tener en cuenta el contexto de los actores involucrados a nivel nacional, regional y municipal que participan en el manejo y administración del recurso hídrico. Para este análisis se consideran los siguientes documentos y organismos.

Documentos de planificación: Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial, Plan de Desarrollo. Nacional, Departamental y Municipal, Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR y Plan de Acción del PSMV vigente para la Corporación.

Documentos de soporte técnico: Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, Diseño Definitivo de Plantas de tratamiento de Aguas Residuales, estudio tarifario de la prestación

del servicio de alcantarillado en el municipio. Se debe efectuar un análisis según RAS (actualizado), evaluando el avance en materia de agua potable y saneamiento básico (aseo y alcantarillado)

Actores involucrados a nivel Nacional, Regional y Municipal.

Nivel Nacional: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y otras entidades.

Nivel Regional: Gobernación de Magdalena, Empresa Departamental de Servicios Público E.S.P - EPB, CORPOCESAR (apoyo técnico en cumplimiento de su labor de gestión y misional).

Nivel Municipal: Administración Municipal, Concejo Municipal, Empresa de Servicios Públicos.

4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL, PRIORIZACIÓN DE ACTIVIDADES, ACCIONES O VARIABLES. Se debe realizar una revisión de este capítulo con el fin de definir si la metodología utilizada en su momento para la priorización de actividades, acciones o variables se encuentra acorde con la realidad y actualidad de la situación presentada en el municipio. En caso de ser necesario ajustar, se debe utilizar una metodología que permita priorizar las actividades y acciones necesarias para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial.

5. ACTUALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL. Teniendo en cuenta la necesidad manifestada por el Municipio, se debe realizar la actualización y ajuste del PSMV en lo referente a inventario y descripción de las obras hidráulicas que se encuentran construidas y/o en construcción y/o proyectadas.

Adicional a lo anterior se realizará una revisión y validación, para la presentación del estado de los servicios públicos, demografía, aspectos físicos y socioeconómicos. Resumen del sistema de acueducto de tal forma que se establezca su relación e influencia sobre el sistema de alcantarillado a través del establecimiento de un balance hídrico (gastos del sistema, consumo domiciliario, etc.).

Se debe realizar una revisión general del estado sanitario y físico actual del sistema de recolección de aguas o descripción de infraestructura existente a partir de bases cartográficas, planos e informaciones de la persona prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado, la ejecución del trabajo de campo, y caracterización de aguas residuales teniendo en cuenta: Cobertura del servicio, tipo, material, dimensiones y sentido de flujo de colectores, funcionalidad del sistema: combinado, pluvial, sanitario, pozos de inspección, colectores secundarios, principales, emisarios finales, localización y características de vertimientos domiciliarios, comerciales, industriales y descargas finales

de cada punto de vertimiento de aguas residuales; sectorización del área (áreas de drenaje) teniendo en cuenta aspectos como clasificación y localización de redes y puntos de descarga que permita, con base en el trabajo de campo, la valoración y complementación de la información secundaria.

El Diagnóstico del sistema de alcantarillado, está referido a la identificación de las necesidades de obras y acciones con su orden de realización que permitan definir los ajustes necesarios y adecuados teniendo en cuenta la solicitud realizada la cual debe reflejar en la definición de la prospectiva, programas proyectos y actividades con sus respectivas metas físicas e indicadores para el manejo de aguas residuales y lluvias.

Dado que el PSMV involucra la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas, se hace necesario que en el componente de drenaje urbano asociado a las aguas lluvias se consideren alternativas de solución donde sea necesario, estableciendo las alternativas de solución en los componentes de planificación e infraestructura que le competen a la prestación del servicio de alcantarillado en su perímetro sanitario.

6. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VERTIMIENTOS. Se debe actualizar la identificación de la totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en el área de influencia del PSMV por el prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado y sus actividades complementarias definiendo claramente las corrientes, tramos, cuerpos de agua o sitios de descarga y realizar por lo menos una caracterización de los vertimientos representativos definidos con base en criterios técnicos que consideren aspectos de calidad y cantidad. Las caracterizaciones deberán adelantarse a partir de muestreos compuestos de 24 horas en día típico, adicionalmente a los que se consideren pertinentes por el prestador del servicio público de alcantarillado, de acuerdo con análisis ambientales y sanitarios asociados al manejo de los vertimientos. Para la ejecución de las jornadas de monitoreo se debe aplicar lo indicado en la GUÍA PARA EL MONITOREO DE VERTIMIENTOS, AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS definida por el IDEAM y ejecutar los análisis con laboratorios acreditados por el IDEAM.

NOTA: Para la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de los vertimientos a monitorear, es necesario, analizar los parámetros y valores límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente para los vertimientos. (Resolución 0631 de 2015 o quien la modifique).

7. DIAGNÓSTICO DE LA FUENTE RECEPTORA. Actualizar la documentación del estado del tramo o cuerpo de agua receptor en términos de calidad, a partir de la información disponible y la ejecución de un programa de monitoreo que contemple como mínimo una jornada de caracterización o las necesarias según los requisitos para el balance de masas o modelo matemático de simulación a utilizar para calidad del recurso hídrico en la fuente receptora, la caracterización de los puntos de calidad sobre fuentes superficiales se debe realizar por fuera de la zona de mezcla, para la definición de dicha zona se pueden emplear

metodologías reconocidas en tanto se defina la guía metodológica de modelación de aguas superficiales por parte del MADS. El tramo o cuerpo de agua a evaluar debe corresponder al definitivo, considerado para la localización de los puntos de monitoreo e identificación de los usos actuales y potenciales del recurso (para el cumplimiento de los objetivos de calidad), articulado con el punto(s) de descarga o de ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR. Es necesario el planteamiento de diferentes escenarios que permitan identificar las condiciones actuales y futuras de la fuente receptora, teniendo en cuenta las eficiencias de remoción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, según sea la pertinencia y/o viabilidad de los ajustes y actualización realizados al documento de planificación.

Se debe determinar el área de influencia en la longitud necesaria para la determinación de la línea base en términos de calidad, según características hidrográficas y de los usos del recurso, y los necesarios requeridos para el balance de masas o del modelo matemático de simulación a utilizar, determinando los factores de alteración del recurso, que incidan sobre el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos a la fuente receptora de vertimientos, con el fin de contar en el plan de inversiones con sus respectivas actividades que apunten a la viabilidad de sostenibilidad o permanencia de esta corriente como receptora de vertimientos.

Durante las jornadas de monitoreo se deben analizar como mínimo los siguientes parámetros en un laboratorio certificado por el IDEAM: DBO, OD, Coliformes Totales, y Fecales, Nitrógeno Amoniacal, Nitritos, Nitratos, DQO, Temperatura, pH, SST, Grasas y Aceites. El prestador del servicio público de alcantarillado, podrá considerar el análisis de parámetros adicionales de acuerdo con los análisis ambientales y sanitarios asociados al manejo de los vertimientos. Para la ejecución de las jornadas de monitoreo se debe aplicar lo indicado en la GUÍA PARA EL MONITOREO DE VERTIMIENTOS, AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS definida por el IDEAM y ejecutar los análisis en laboratorios acreditados por el IDEAM.

- 8. PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES.** Teniendo en cuenta la actualización de la caracterización se deben proyectar las cargas contaminantes en forma anual para los parámetros Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) generada, recolectada, transportada, tratada y vertida, para el horizonte de planificación. La proyección de cargas contaminantes que se defina debe articularse con las metas de carga contaminante vigentes o en proceso de establecimiento por parte de CORPOCESAR en el marco de la tasa retributiva, de manera que se garantice el cumplimiento de las metas globales de carga contaminante y objetivos de calidad definidos para el tramo o cuerpo de agua correspondiente.
- 9. ALTERNATIVAS LOCALIZACIÓN DE LA PTAR, UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS Y PREALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO.** Revisar y validar los componentes que involucran la definición de alternativas de tratamiento, localización de la PTAR y unificación de vertimientos de acuerdo a las condiciones de actualización del documento, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- ✓ Detallar la alternativa de tratamiento definida a nivel de pre-factibilidad e involucrar dentro del horizonte de planificación y en el marco del plan de acción propuesto, la ejecución del permiso de vertimientos, trámite que debe ser responsabilidad del prestador del servicio de alcantarillado.
- ✓ Definir la localización de la planta de tratamiento de aguas residuales de manera articulada con el ordenamiento territorial del municipio, previendo la necesidad de modificaciones a los planes de ordenamiento territorial y enmarcando éstas actividades dentro del plan de acción. Además, es necesario descartar problemáticas que impidan o dificulten la posterior adquisición de los terrenos definidos para la localización del sistema de tratamiento.

10. DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS DE ELIMINACIÓN DE VERTIMIENTOS. A partir de la identificación de la totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en el área de influencia del PSMV se debe realizar la revisión, validación y/o actualización del objetivo de eliminación de vertimientos puntuales, se debe Indicar esta eliminación en forma anual (el corto, mediano y largo plazo). Este aspecto debe ser incluido de manera específica dentro del plan de acción que se defina además de estar claramente definido como indicador que permita su seguimiento por parte de la Autoridad Ambiental dada su representatividad en el marco de la aplicación de la tasa retributiva.

11. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN (PLAN OPERATIVO). Descripción programas, proyectos y actividades para el alcantarillado y cumplimiento normas de vertimiento. Se debe realizar una revisión reestructuración y/o validación de los programas, proyectos y actividades definidos, con sus respectivos cronogramas e inversiones en las fases de corto, mediano y largo plazo, para los sistemas de alcantarillado y cronograma de cumplimiento de la norma de vertimientos.

Igualmente, se debe reflejar la articulación de los documentos de planificación para el cumplimiento de las estrategias en dichos documentos, así como los aspectos y requerimientos legales y su articulación con los involucrados teniendo en cuenta la incidencia y la utilización del recurso hídrico y afluentes en la región, garantizar la eficiencia del sistema de tratamiento definido y la calidad definida para el efluente.

Es importante que se consideren aspectos como: inversiones requeridas en otros componentes del saneamiento básico del municipio, condiciones actuales y futuras de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, la seguridad en la apropiación u obtención de recursos, programa de protección de la fuente receptora sobre todo en su oferta y la participación de la comunidad; puede llegar a requerirse acciones sobre la Gestión Empresarial (organización, modernización de la ESP), por lo tanto, se debe tener presente el estado actual de la prestación de los servicios desde el punto de vista técnico, administrativo y financiero; formulación de planes maestros, entre otros.

Actualización del plan financiero viable. Se debe realizar una revisión reestructuración y/o validación del plan aprobado teniendo en cuenta el cierre financiero que soporte la sustentabilidad al plan operativo para lo cual es pertinente remitir la siguiente información:

Definición del flujo de caja proyectado al horizonte de ejecución del PSMV, incorporando los costos y beneficios (Se debe tener en cuenta e incluir el ahorro por tasa retributiva conforme al cumplimiento de metas en el tiempo. De la siguiente manera:

- ☞ Identificación de ingresos con cargo a las transferencias de la Nación para agua potable y saneamiento básico, proyectados en el horizonte del PSMV, además de la identificación de otros Ingresos (tarifas, tasas, impuestos, etc.).
- ☞ Identificación de los recursos necesarios para la ejecución del plan. Relacionar recursos técnicos, físicos y económicos necesarios para pre-inversión, inversión y operación.
- ☞ Estrategias financieras para la ejecución del PSMV y sus respectivos fundamentos legales.
- ☞ Cuadro de costos para la implementación desagregando: Costos de inversión, costos de operación, mantenimiento y demás costos de reinversiones futuras necesarias para obtener los resultados previstos. Estos se deben clasificar de acuerdo a la categoría del gasto, que corresponda al tipo de aplicación, agrupando en actividades principales tales como:
 - Estudios
 - Obra física
 - Dotación
 - Capacitación y Asistente Técnica
 - Administración
 - Mantenimiento.

La presentación del Plan de Acción con sus respectivos programas, proyectos y actividades, soportadas en el plan financiero viable, se debe realizar a manera de cronograma/matriz en donde se identifiquen fácilmente los tiempos establecidos para su cumplimiento detallados en el corto, mediano y largo plazo, **éste debe estar debidamente avalado por los involucrados en su implementación.**

12. SÍNTESIS DE LA EMPRESA PRESTADORA DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO.

Revisar, actualizar y/o validar la información presentada referente al análisis empresarial a partir del diagnóstico de la situación actual del servicio y el análisis tarifario que lleva a identificar la sostenibilidad de la empresa o establecer los parámetros técnicos, administrativos y financieros de la misma que garanticen la sostenibilidad de los programas, proyectos y actividades encaminadas al saneamiento y tratamiento de los vertimientos del municipio.



- 13. CONTROL Y SEGUIMIENTO.** Revisar, actualizar y/o validar la información presentada frente a la formulación de indicadores de seguimiento que reflejen el avance físico de las obras programadas y el nivel de logro de los objetivos y metas de calidad propuestos, en función de los parámetros establecidos de acuerdo con la normatividad ambiental vigente. Estos deben reflejar la carga contaminante a reducir en el tiempo para cumplir con los objetivos de calidad y uso del recurso; además del diseño de matrices y fichas de control para el desarrollo de los programas, proyectos y actividades con sus respectivas, metas e indicadores para el cumplimiento de los objetivos planteados en el documento.
- 14. SOCIALIZACIÓN DEL PSMV.** Con el fin involucrar el componente social en el ejercicio de planificación (PSMV), se debe realizar su socialización con actores claves para su formulación y ejecución; de manera que se consideren las diferentes perspectivas aportadas por éstos a partir de su conocimiento del municipio y de la problemática asociada a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales y lluvias municipales.
- 15. ANEXOS.** Planos y mapas con georreferenciación de acuerdo al Sistema de Información Geográfico-SIG de la Corporación, Sistema Coordenas Magna Sirgas. Debe contener el sistema de alcantarillado actual y propuesto para el PSMV, área de influencia sobre la fuente receptora donde se manifieste la situación actual y futura a ordenar, puntos de vertimientos puntos de monitoreo, etc., alternativas de tratamiento, características hidráulicas de la corriente receptora, etc.). Reportes de análisis de muestras de agua en laboratorios acreditados por el IDEAM, Formatos de trabajo de campo, Cadena de custodia, Registro fotográfico de la jornada de monitoreo, Formatos de monitoreo, Actas de Reunión, etc.



8. ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES RESOLUCIÓN NO. 495 DEL 04 DE MAYO DE 2010.

A través Resolución No. 495 del 4 de mayo de 2010, es aprobado el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV del municipio de Valledupar Cesar en su componente urbano.

Tabla 1. Estado cumplimiento obligaciones Resolución No. 495 del 2010

NOMBRE COMPLETO DEL MUNICIPIO VALLEDUPAR		
PROYECTO	ACTIVIDADES DE CADA PROYECTO.	CUMPLE
PROGRAMA: FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL		
PROYECTO EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN ADMINISTRATIVA, TÉCNICA Y OPERATIVA DEL PERSONAL DE EMDUPAR S.A E.S.P	Actividad: Talleres de inducción, se capacitará al empleado en el reconocimiento de EMDUPAR S.A E.S.P. estudios de su misión, visión y procedimientos: La empresa EMDUPAR S.A E.S.P, ha realizado las capacitaciones técnicas, operativas y financiera como se evidencia en la documentación allegada a Corpo Cesar con radicado No. 02908 de fecha 02 de abril del 2019, donde relacionan las capacitaciones dirigidas al personal técnico y operativo de la empresa.	Si
	Dar a conocer el manual de funciones, jerarquía de la empresa y conducto regular: la empresa EMDUPAR S.A E.S.P se encuentra publicado en la página web de EMDUPAR S.A E.S.P, así mismo, es socializado a los operarios de dicha empresa.	Si
PROYECTO ORGANIZACIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA DEL PROCESO DE MANEJO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES.	Definir un grupo de técnicos y operativos que se identifiquen con el manejo integral del sistema de tratamiento de aguas residuales en EMDUPAR S.A E.S.P: EMDUPAR S.A E.S.P, cuenta con un equipo de operarios encargado del manejo del sistema de tratamiento el salguero, los cuales son capacitados.	Si
	Crear el diagrama de proceso unitarios del sistema de aguas residuales, con sus respectivo operarios, funciones, involucrados y cronograma de realización de actividades: bajo radicado No. 02908 de fecha 02 de abril del 2019 de Corpo Cesar, la empresa presentó informe de actividades correspondiente al segundo	Si

	semestre del 2018, donde manifiestan que cuentan con un sistema de gestión integral en el cual se gestiona la calidad en los procesos dentro de la empresa.	
PROGRAMA: AMPLIACIÓN DE LA COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO		
	Actualización del predial indicando la zona urbana con necesidad del alcantarillado sanitario: la empresa cuenta con plano catastral en el que indica la cobertura actual del sistema de alcantarillado en el área urbana del municipio de Valledupar.	Si
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	Construcción de redes de acueducto sanitario en el área identificada: se realizó ampliación de la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario a través del contrato No. 039 del 2018. Dentro del expediente CJA-018-03 que yace en Corpocesar, a folio 6028 – 6058, se encontró registro de informe con asunto: informe final PSMV – 2017, en el que relacionan cantidad de metros lineales de tuberías instaladas tanto para ampliación como reposición de redes de alcantarillado sanitario como pluvial desde los años 2009 al 2016, en donde indican que se amplió 29.864,34 ML de redes de alcantarillado sanitario, se han repuesto 22.254,86 ML de redes de alcantarillado sanitario; se ha ampliado 63.045 ML de redes de alcantarillado pluvial.	Si
	Puesta en funcionamiento de la red construida: La empresa de servicios públicos de Valledupar – EMDUPAR S.A. E.S.P, a la fecha tiene en funcionamiento las redes construidas	Si
PROGRAMA: ELIMINACIÓN DE VERTIMIENTOS		
PROYECTO ELIMINACIÓN DE VERTIMIENTOS	Se eliminará el sistema de tratamiento de lagunas del Tarullal con su sucesivo vertido al río Guatapuri y se conducirá el fluido por medio de un colector hacia las lagunas del Salguero: Durante las visitas de control y seguimiento ambiental practiucadas en los años anteriores (2017-2018), se evidencio la eliminación del vertimiento del STAR El Tarullal sobre el río Guatapuri, ya que a la fecha funciona el colector oriental como se indica en esta	Si



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 2020 – 2029.

	actividad el cual conduce las aguas hasta el STAR El Salguero el cual vierte las aguas residuales sobre el río Guatapuri.	
	Identificación de los vertimientos industriales a la red de alcantarillado sanitario: Revisada la documentación contenida en el expediente CJA-018-03, a folio 5400 – 5591, reposa información allegada por EMDUPAR S.A E.S.P, referente a las empresas que reportaron caracterizaciones con numero de radicado 1461 de fecha del 01 de marzo de 2016.	Si
PROGRAMA ELIMINACION DE CONEXIONES ERRADAS DEL SISTEMA SANITARIO AL PLUVIAL Y PLUVIAL AL SANITARIO		
PROYECTO ELIMINACIÓN DE CONEXIONES ERRADAS DEL SISTEMA SANITARIO AL PLUVIAL	Identificación de conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial: Durante el año 2017, se desarrolló contrato de inversión de las redes húmedas en la extensión de la calle 44 en el tramo comprendido entre La Glorieta del terminal al cruce de la calle 44 con carrera 4. Revisada la documentación contenida en el expediente CJA-018-03, a folio 6040 reposa informe final de PSMV 2017, en donde relacionan obras ejecutadas por El Sistema de Transporte de Valledupar (SIVA), a través de su plan vial, sin embargo, la empresa de servicios publicos de Valledupar EMDUPAR S.A E.S.P, a la fecha no cuenta con la identificación de las conexiones erradas como se establece en esta actividad.	No
	Realizar el mantenimiento del 20% de las conexiones erradas identificadas: En el expediente CJA-018-03, a folio 6040, reposa relacion de las conexiones erradas eliminadas, las cuales iban de las viviendas (sistemas sanitarios) al canal de panama (pluvial), además indican que EMDUPAR S.A E.S.P, desarrollo en los barrios Panana III y los milagros, la ampliación de cobertura tanto, de acueducto como de alcantarillado instalando las redes para cada servicio en diferentes diámetros	Si
	Realizar el saneamiento del 30% de las conexiones erradas identificadas: Teniendo en cuenta la información que	Si



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 2020 – 2029.

	reposa en el expediente CJA-018-03, EMDUPAR S.A E.S.P, indica que con la obra de la construcción del canal de Panamá se realizó ampliación de redes de alcantarillado y acueducto permitiendo la eliminación de conexiones erradas	
PROGRAMA OPTIMIZACION DEL SISTEAM DE ALCANTARILLADO SANITARIO STAR TARULLAL Y SALGUERO.		
	Realizar toma de muestras físico química, microbiológicas y biológicas del sistema de tratamiento: La empresa viene realizando las caracterizaciones del periodo correspondiente, realizado por el laboratorio ambiental Nancy Florez Garcia S.A.	Si
PROGRAMA RECUPERACION DE CUENCAS HIDROGRAFICAS DE VALLEDUPAR		
PROYECTO DE CONTROL Y EVALUACIÓN DEL APOORTE DE CONTAMINACIÓN DOMÉSTICA.	Realizar monitoreo de la calidad del agua, 500 metros aguas arriba del vertimiento, 500 metros aguas abajo del vertimiento y en el punto de vertimiento: La empresa viene realizando las caracterizaciones del periodo correspondiente, realizado por el laboratorio ambiental Nancy Florez Garcia S.A. aguas arriba y aguas abajo en el río Cesar y Rio Guatapurí.	Si
	Realizar monitoreo de calidad del agua a la entrada y salida del STAR Tarullal y Salguero: La empresa viene realizando las caracterizaciones fisicoquímicas de las aguas residuales del periodo correspondiente, realizado por el laboratorio ambiental Nancy Flórez Garcia S.A.	Si
OBLIGACION IMPUESTA No. 2: PRESENTAR SEMESTRALMENTE A LA CORPORACIÓN, UN INFORME DETALLADO EN CUANTO AL AVANCE FÍSICO DE LAS ACTIVIDADES E INVERSIONES PROGRAMADAS. DICHO INFORME DEBE CONTENER LOS SOPORTES RESPECTIVOS.	Los informes de las actividades correspondientes a los periodos semestrales son presentados ante la Corporación.	Si
OBLIGACION IMPUESTA NO. 3: PRESENTAR ANUALMENTE A LA CORPORACIÓN, UN INFORME DETALLADO RESPECTO A LA META INDIVIDUAL DE REDUCCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE	Es pertinente indicar que la empresa de servicios públicos de Valledupar EMDUPAR S.A E.S.P, cumplió con lo establecido en el acuerdo No. 008 del 2017, en referencia a las metas del 2018 con respecto a DBO5 y SST.	Si



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 2020 – 2029.

ESTABLECIDA. DICHO INFORME DEBE CONTENER LOS SOPORTES RESPECTIVOS.		
OBLIGACION IMPUESTA NO. 4: CUMPLIR CON EL CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE PSMV.	La Empresa de Servicios Públicos de Valledupar EMDUPAR S.A. E.S.P, a la fecha no ha dado cumplimiento en su totalidad al cronograma de ejecución del PSMV, aprobado por Corpocesar.	No
OBLIGACION IMPUESTA NO. 5: ADELANTAR CAMPAÑAS DE SOCIALIZACIÓN DE PSMV, DENTRO DE LOS DOS (2) MESES SIGUIENTES A LA EJECUTORIA DE ESTA RESOLUCIÓN; DENTRO DE LOS DOS (2) MESES ANTERIORES AL INICIO DE LA FASE DE MEDIANO PLAZO (AÑOS 3 A 5) Y DENTRO DE LOS DOS MESES ANTERIORES AL INICIO DE LA FASE LARGO PLAZO (AÑOS 6 A 10).	se puede decir que la empresa de servicios públicos de Valledupar EMDUPAR S.A E.S.P, cumplió con lo establecido en esta obligación.	Si
OBLIGACIÓN IMPUESTA NO. 6: TRAMITAR Y OBTENER ANTE CORPOCESAR LOS PERMISOS, CONCESIONES Y/O AUTORIZACIONES AMBIENTALES QUE LEGALMENTE CORRESPONDAN, EN LOS CASOS EN QUE SE REQUIERA USAR O APROVECHAR RECURSOS NATURALES RENOVABLES, PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS DEL PSMV.	A la fecha EMDUPAR S.A E.S.P, no ha requerido tramitar ante la corporación, permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales correspondientes, en los casos que se requiera usar aprovechar recursos naturales renovables, para la ejecución del P.S.M.V.	Si
OBLIGACION IMPUESTA NO. 7: CANCELAR LA TASA RETRIBUTIVA QUE LIQUIDE LA CORPORACIÓN.	EMDUPAR S.A E.S.P, se encuentran revisando los predios de manera técnico jurídica, planteados en propuesta presentada por esta empresa ante Corpocesar y de esta manera saldar la deuda por concepto de tasa retributiva, tasa por uso de agua y sanciones con vigencia hasta el 2018.	No
OBLIGACION IMPUESTA No. 8: SOLICITAR Y OBTENER APROBACIÓN DE CORPOCESAR EN EL EVENTO EN QUE SE REQUIERA MODIFICACIÓN DEL PSMV, APROBADO POR ESTA ENTIDAD.	La empresa de servicios públicos de Valledupar EMDUPAR S.A E.S.P, a través de oficio de fecha 01 de febrero del 2019, con radicado No. 01109 de fecha 08 de febrero del 2019, solicito la modificación del PSMV del municipio de Valledupar, aprobado mediante Resolución 495 del 04 de mayo del 2010.	Si



**ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.**

OBLIGACION IMPUESTA NO. 13: PRESENTAR ANUALMENTE LOS DOCUMENTOS QUE SOPORTEN LA EJECUCIÓN DE OBRAS QUE GARANTICEN LA REALIZACIÓN DE LOS PROYECTOS ESTABLECIDOS EN EL PLAN	La empresa allegó informe con radicado No. 02908 de fecha 02 de abril del 2019, en el que relacionan las inversiones realizadas con sus respectivos soportes.	Si
OBLIGACION IMPUESTA NO. 14: CARACTERIZAR SEMESTRALMENTE EL AFLUENTE Y EFLUENTE DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR EL MUNICIPIO Y LA FUENTE RECEPTORA DE AGUAS ABAJO Y AGUAS ARRIBA DEL PUNTO DE VERTIMIENTO, CON BASE EN EL COMPORTAMIENTO DE AL MENOS LOS SIGUIENTES PARÁMETROS: DB05, DQO, SST, COLIFORMES FECALIS, OXÍGENO DISUELTO, PH, Tº, GRASAS Y ACEITES, NITRATOS, FÓSFOROS TOTALES, TURBIEDAD; CON UN MÉTODO DE MUESTREO COMPUESTO Y UNA FRECUENCIA MÍNIMA DE DOCE (12) HORAS, CON ALÍCUOTAS CADA 30 MINUTOS CON MEDICIONES “IN SITU” DE CAUDAL, PH, Tº; REALIZANDO OBSERVACIONES, GEORREFERENCIACION Y REGISTRO FOTOGRÁFICO. ESTAS CARACTERIZACIONES DEBEN SER REALIZADAS EN LOS PERIODOS COMPRENDIDOS ENTRE EL 1 DE ENERO AL 30 DE MARZO Y EL 1 DE JULIO AL 30 DE SEPTIEMBRE Y DEBEN ESTAR SOPORTADOS POR UN LABORATORIO ACREDITADO ANTE EL IDEAM. EL USUARIO DEBERÁ INFORMAR A LA CORPORACIÓN CON MÍNIMO 15 DÍAS DE ANTELACIÓN A LA FECHA Y LA HORA EN LA CUAL SE REALIZARÁN LAS CARACTERIZACIONES.	La empresa viene realizando las caracterizaciones del periodo correspondiente, realizado por el laboratorio ambiental Nancy Florez Garcia S.A.	Si
OBLIGACION IMPUESTA No. 15:	La empresa de servicios públicos EMDUPAR S.A E.S.P, a través de oficio de	Si

<p>CUMPLIR CON LAS METAS DE REDUCCIÓN DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO POR LA CORPORACIÓN.</p>	<p>fecha 22 de enero del 2019 con radicado No.00789 de fecha 30 de enero del 2019, ante la ventanilla única de trámites externo de Corpocesar y la información relacionada en el acuerdo No. 008 de fecha 26 de abril de 2017; por medio de la cual se modifica parcialmente el acuerdo No. 074 del 12 de diciembre del 2014, por el cual se definen las metas globales y metas individuales de carga contaminante para los parámetros DBO5 y SST, en los cuerpos de aguas o tramos de los mismos en la jurisdicción de Corpocesar, para el periodo 2016 – 2018”, se tiene que la información aportada por el usuario y la existente en los archivos de la Corporación se puede decir que la carga meta de DBO5 y SST se encuentran por debajo de la meta de carga establecida para el año 2017, mediante acuerdo No. 008 del 2017.</p>	
<p>OBLIGACION IMPUESTA No. 16: INFORMAR A LA CORPORACIÓN CUALQUIER MODIFICACIÓN QUE SE HAGA AL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES CONTEMPLADO EN EL PLAN.</p>	<p>A la fecha la Empresa de servicios públicos EMDUPAR S.A E.S.P, no ha modificado el cronograma de ejecución del PSMV, aprobado por Corpocesar ya que no ha sido necesario.</p>	<p>Si</p>
<p>OBLIGACION IMPUESTA NO. 17: ENTREGAR A LA CORPORACIÓN ANUALMENTE UN INFORME QUE DETALLE LOS PROYECTOS CONTEMPLADOS PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE, INCLUYENDO CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES E INVERSIONES.</p>	<p>La empresa allegó informe con radicado No. 02908 de fecha 02 de abril del 2019, en el que relacionan obras ejecutadas para la ampliación en la cobertura del sistema de acueducto en el área urbana del municipio.</p>	<p>Si</p>
<p>OBLIGACION IMPUESTA No. 19: CUMPLIR A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO CON LOS SIGUIENTES PROYECTOS: A) EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN ADMINISTRATIVA, TÉCNICA Y OPERATIVA DEL PERSONAL DE EMDUPAR SA ESP EN 100%. B) ORGANIZACIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA EN LOS PROCESOS DE MANEJO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES.</p>	<p>a) La empresa EMDUPAR S.A E.SP, ha realizado las respectivas capacitaciones como se establece en esta obligación, quien allego informe con fecha de radicado No. 02908 de fecha 02 de abril del 2019, en el que relacionan capacitaciones dirigidas al personal técnico y operativo de la empresa. b) La empresa tiene definido los procesos de manejo del sistema de las aguas residuales y se dispone un grupo de operarios de manera constante en el STAR EL SALGUERO.</p>	<p>Si</p>

<p>OBLIGACION IMPUESTA NO. 20: CUMPLIR A CORTO PLAZO CON LOS SIGUIENTES PROYECTOS: A) IDENTIFICACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS DE LAS VIVIENDAS ASENTADAS EN LOS BARRIOS PESCADITO, ZAPATO EN MANO. CANTA RANA, NUEVE DE MARZO, PARAÍSO, PARTE DEL BARRIO ENEAL Y LAS DESCARGAS QUE SE REALIZAN SOBRE EL CANAL CONOCIDO COMO “CANAL DE LOS HERMANOS QUINTEROS” Y DEMÁS VERTIMIENTOS EXISTENTES POR FUERA DEL ALCANTARILLADO MUNICIPAL</p>	<p>Durante visitas practicadas se realizó un recorrido por los barrios ubicados en la margen derecha del río Guatapurí - El Paraíso. 11 de noviembre, Pescadito y 9 de marzo- donde se evidencio vertimiento de las aguas residuales de este sector de manera directa sin tratamiento previo sobré el río Guatapurí, calles, pozas sépticas y patios. Situación que puede generar contaminación al agua, suelo y alteración paisajística. Es importante manifestar que estos barrios subnormales están por fuera del perímetro sanitario de Valledupar, por lo tanto, no cuentan con el servicio de acueducto y alcantarillado sanitario, a la fecha estos sectores no son usuarios de EMDUPAR S.A E.S.P y quien debe responder por esta situación es el municipio. Por lo anterior se recomienda requerir al municipio de Valledupar la eliminación de los vertimientos de las viviendas asentadas en los barrios aquí citados.</p>	<p>No</p>
<p>OBLIGACION IMPUESTA NO. 22: CUMPLIR A LARGO PLAZO CON LOS SIGUIENTES PROYECTOS: A) AMPLIACIÓN DE COBERTURA SANITARIA. B) ELIMINACIÓN DE CONEXIONES ERRADAS DEL SISTEMA SANITARIO AL PLUVIAL (ELIMINACIÓN DEL 20% DE LAS CONEXIONES ERRADAS DEL SISTEMA SANITARIO AL PLUVIAL). C) ELIMINACIÓN DE CONEXIONES ERRADAS DEL SISTEMA PLUVIAL AL SANITARIO (ELIMINACIÓN DEL 20% DE LAS CONEXIONES ERRADAS DEL SISTEMA SANITARIO AL PLUVIAL). D) OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO. E) OPTIMIZACIÓN DEL STAR EL SALGUERO (MANTENIMIENTO AL STAR, OPTIMIZACIÓN DE ESTRUCTURAS, PURGA DE LODOS Y CARACTERIZACIONES SEMESTRALES).</p>	<p>a) A través de contrato de obra No, 039 de 2018, se realizó ampliación de la cobertura de la red de alcantarillado sanitario del área urbana de Valledupar, en la información allegada a Corpocesar con radicado No. 02908 de fecha 02 de abril del 2018, en el que relacionan las inversiones realizadas durante el 2018, en referencia a la ampliación de la cobertura del sistema. b) A través del plan vial de la empresa Sistema integrado de Transporte de Valledupar –SIVA- se instalaron nuevas tuberías de acueducto y alcantarillado al igual que las acometidas de las viviendas ubicadas frente a la vía, indicando que con esta obra se eliminaron muchas conexiones erradas que iba de las viviendas (sistema de alcantarillado sanitario) al canal de Panamá (pluvial). c) Con el plan vial de la empresa –SIVA- se desarrolló obras en la avenida Simón Bolívar, en el tramo la Glorieta de Los Músicos (Glorieta de la ceiba) a la Glorieta del Terminal, donde se instalaron nuevas</p>	<p>NO APLICA</p>



**ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.**

**F) CONTROL Y EVALUACIÓN DEL
APORTE DE CONTAMINACIÓN
DOMÉSTICA.**

redes húmedas (acueducto alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial), se instalaron más de 50 rejillas trasversales en el tramo mencionado, es decir que se hizo un nuevo colector la cual entrega las aguas lluvias al canal de Panamá.

d) Se han realizado obras de ampliación a la red de alcantarillado sanitario y se ha realizado mantenimiento preventivo y correctivo.

e) La falta de mantenimiento al sistema lagunar, situación que afecta el óptimo funcionamiento del STAR, sin embargo, una vez analizada las caracterizaciones fisicoquímicas aportada por el usuario se pudo determinar que el STAR El Salguero no cumple en su totalidad con lo establecido en la normatividad ambiental colombiana (Resolución 0631/2015). Durante el recorrido practicado se observó en funcionamiento la obra realizada mediante contrato No. 19-6-0256-0-217, suscrito entre Corpocesar y EMDUPAR S.A E.S.P. Dicha obra se ejecutó con el fin de mejorar la calidad del vertimiento sobre el río Cesar

f) EMDUPAR S.A E.S.P., realiza control y seguimiento ambiental a las empresas que viertes sus aguas residuales sobre el alcantarillado sanitario de la ciudad y relacionan un listado de dichas empresas.



9. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS.

El análisis de involucrados es identificar cuáles son las partes o actores públicos y privados que están implicados tanto en la formulación del plan como el desarrollo de éste y la responsabilidad de cada uno de los actores. Además, se deben tener en cuenta los documentos de planificación y de soporte técnico y los del cumplimiento a requerimientos legales impuestos.

Con el fin de garantizar una adecuada prestación, cobertura, control e inversiones del sector, en la gestión de los planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), existen diferentes entidades y personas involucradas, bien sea en la etapa de formulación, financiamiento, ejecución, control y vigilancia, de ámbito Nacional, Regional y Municipal.

A continuación, se presentan los documentos de planificación y soporte técnico para tener en cuenta y las principales instituciones y/o entidades públicas involucradas en la gestión de saneamiento ambiental y manejo de vertimientos para el municipio de Valledupar:

Tabla 2. Documentos de planificación y soporte técnico

Tipo de documento	Descripción
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> - Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) - Plan de Desarrollo Nacional, Departamental y Municipal - Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR - Plan de Acción del PSMV vigente para la Corporación.
Soporte técnico	<ul style="list-style-type: none"> - Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado. - Diseño de las Plantas de tratamiento de Aguas Residuales. - Estudio tarifario de la prestación del servicio de alcantarillado en el municipio. - Planes de ahorro y uso eficiente del agua - PUEAA. - RAS. - Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH y de manejo de cuencas – POMCAS.

Ámbito nacional

- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.** Es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones ambientales. Entre sus funciones están: ejercer la inspección y vigilancia sobre las Corporaciones Autónomas Regionales y realizar seguimiento a la implementación de la Política Hídrica Nacional y el plan Hídrico Nacional. Por otra



parte, este Ministerio a través de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico tiene la responsabilidad de promover el desarrollo tecnológico y empresarial del servicio y está directamente encargado de la formulación, seguimiento y control de los planes de gestión de las empresas prestadoras del servicio.

- **El Ministerio de Vivienda, Ciudad Territorio – MVCT.** Rector de la política de habitabilidad, contribuye a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía, promoviendo el desarrollo territorial y urbano planificado del país y disminuyendo el déficit en vivienda urbana, agua potable y saneamiento básico, mediante la financiación, y el desarrollo de la política pública, programas y proyectos correspondientes, con servicios de calidad y recurso humano comprometido.
- **Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA.** Ente regulador de la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico. Expide las metodologías tarifarias aplicables a los servicios públicos (Acueducto, alcantarillado y Aseo), por lo que sus funciones son la regulación tarifaria, de la calidad del servicio y de la calidad empresarial.
- **Superintendencia de Servicios Públicos – SSP.** Vigila y controla que las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios cumplan con la Ley 142 de 1.994, con sus normas reglamentarias y las que expidan las Comisiones de Regulación. Entre sus funciones están: investigar irregularidades que se presenten en las empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios, solicita documentos y practica las visitas, inspecciones y pruebas que sean necesarias para el cumplimiento de sus demás funciones y sancionar a las entidades encargadas de prestar servicios públicos domiciliarios cuando no cumplen las normas a que están obligadas.

Ámbito regional

- **Autoridad ambiental competente.** Ejecuta políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos naturales renovables, así como velar por el cumplimiento y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente. Entre sus funciones están: ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento y aprobación a los proyectos relacionados en tema ambiental, formular los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH y de manejo de cuencas – POMCAS, definir los Objetivos de Calidad para la Cuenca, tramo o cuerpo de agua y las metas global e individual de carga contaminante, financiar y/o ejecutar proyectos de inversión en descontaminación hídrica, vigilar el cumplimiento de las normas de vertimiento, del cobro de la tasa retributiva por contaminación y de la ejecución de los PSMV. La autoridad ambiental competente para el caso del municipio de Valledupar es la Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR,



- **Departamento.** El departamento del Cesar tiene fundamentalmente roles de Coordinador de las empresas prestadoras de servicios públicos y apoyador financiero, técnico y administrativo de las mismas. En donde, por medio de Aguas del Cesar S.A. E.S.P, lidera la prestación eficiente, regulada, racional y sostenible del sistema Integral de los servicios públicos domiciliarios, específicamente los relacionados con el agua y los residuos sólidos. Cabe resaltar que el municipio de Valledupar no se encuentra adscrito al Plan Departamental de Agua – PDA.

Ámbito local

- **Municipio.** El municipio de Valledupar tiene como rol fundamental asegurar o garantizar la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios a sus habitantes. Entre sus funciones están: gestionar la inversión de los recursos en programas de saneamiento y gestionar la cofinanciación de las obras, realizar control y vigilancia a las empresas prestadoras de servicios públicos y velar por las gestiones y sostenimiento de las inversiones en el tiempo.
- **Concejo Municipal.** Como control y corporación administrativa del municipio, reglamenta funciones con respecto al manejo adecuado de los servicios públicos domiciliarios del municipio; velando siempre por la planificación y ejecución de las obras de saneamiento básico en todo el municipio de Valledupar.
- **Personería Municipal.** Como defensor del pueblo el personero debe velar por el cumplimiento de la constitución, leyes, ordenanzas, acuerdos y órdenes superiores que se refieran a la organización y actividad del municipio.
- **Empresas de Servicios Públicos – ESP.** La empresa de servicio público y alcantarillado de Valledupar – **EMDUPAR S.A. E.S.P.**, presta los servicios públicos en el municipio, en zonas rurales y en áreas o zonas urbanas específicas. Entre sus funciones están: formular y ejecutar los PSMV, responder por el cumplimiento de la meta individual de reducción de carga contaminante y responsable del pago de la tasa retributiva, orientar la inversión, ampliar las coberturas y presentar los informes correspondientes a la autoridad ambiental.

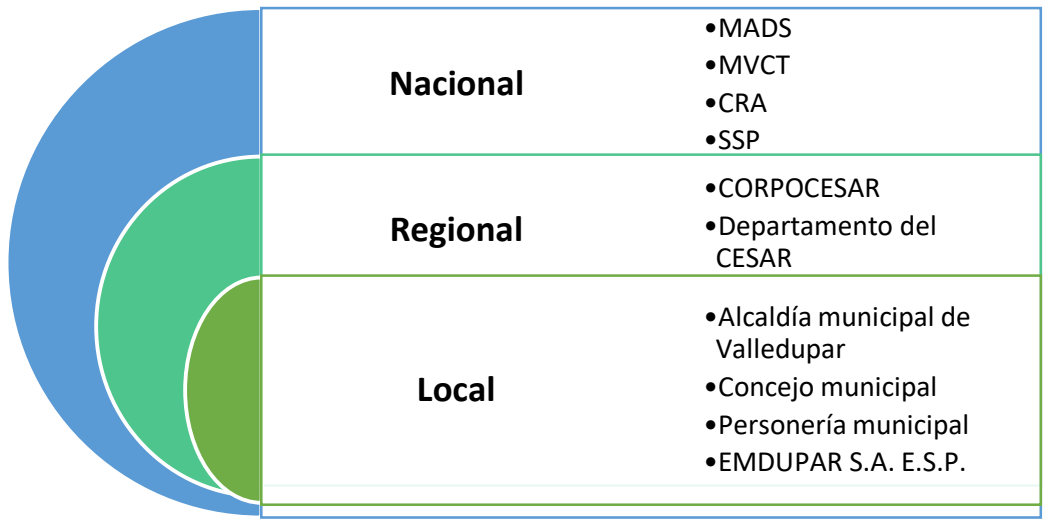


Gráfico 1. Entidades involucradas

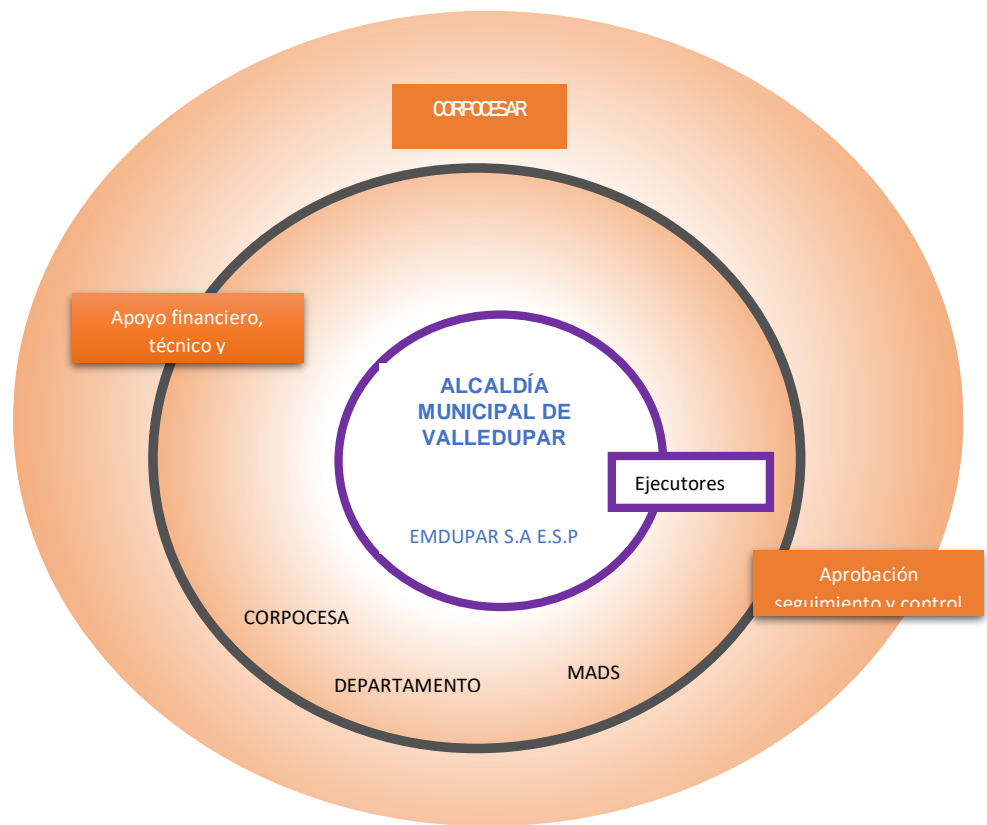


Gráfico 2. Análisis de roles en la gestión del psmv componente urbano de Valledupar- cesar. Fuente: Findeter

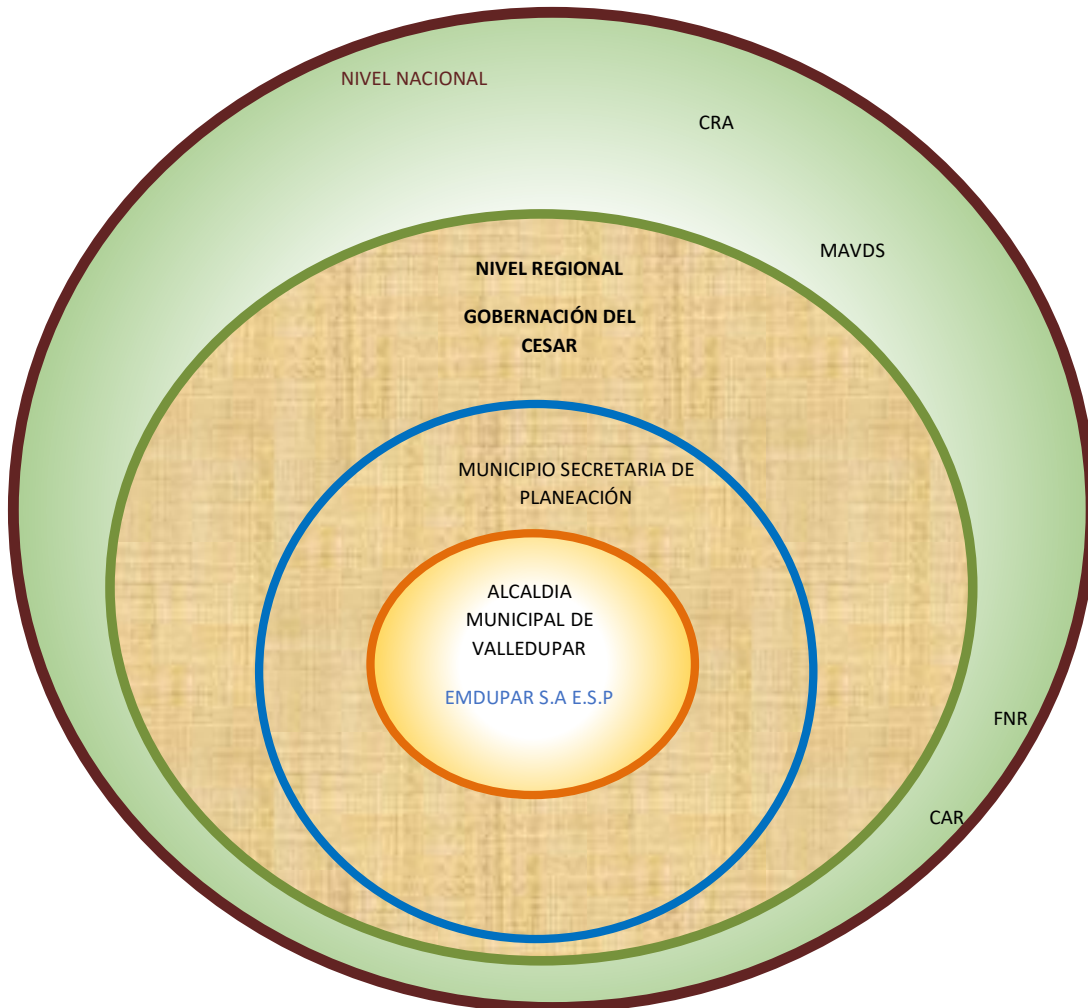


Gráfico 3. Análisis institucional en gestión de saneamiento ambiental componente urbano de Valledupar -cesar

Tabla 3. Análisis de involucrados

Ámbito	Actor	Rol			Interés	Actitud	+	-	I
		Público	Privado	ONG					
NACIONAL	MADS	x			Cooperante	Que se asegure el desarrollo sostenible y el derecho de todos los ciudadanos de Valledupar a gozar y heredar un ambiente sano.	x		
	MVCT	x			Cooperante	Mejoramiento de las condiciones habitacionales de la población (coberturas y saneamiento)	x		
	DNP	x			Planificador	Orientar el ciclo de las políticas públicas y la priorización de los recursos de inversión en el sector APSB	x		
	CRA	x			Regulador	Que el sector a nivel local sea rentable socialmente y sostenible financiera y ambientalmente. A través del cumplimiento de las regulaciones	x		
	IDEAM	x			soporte	Conocimiento de la dinámica del RH y sus impactos para el manejo adecuado,	x		
	SSPD	x			Supervisor	Que las ESP, cumplan con los indicadores de gestión y resultados reglamentados (cobertura, calidad, eficiencia laboral, recaudo, IANC, otros) para satisfacción de usuarios	x		
	FINDETER	x	x		Cofinanciador	Soportar financieramente el desarrollo del sector.	x		
	SGR	x			Cofinanciador	Reinversión de los recursos del SGR, con eficiencia en la Inversión pública (IGPR).	x		



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 2020 – 2029.

	ONGs			x	Cooperante	Apoyar el crecimiento del sector para bienestar social.	x		
REGIONAL	Corpocesar	x				Que se cumplan los objetivos de calidad de las fuentes receptoras, según Acuerdo de la Entidad.	x		
	Dpto. del Cesar	x			Cofinanciador	Crecimiento del sector y mejorar calidad de vida de los habitantes del municipio de Valledupar.	x		
	ESP dptal	x			Asistente técnico	Rentabilidad ambiental de la ESP, a través del cumplimiento de los mínimos ambientales.	x		
LOCAL	ETM – VALLEDUPAR	x			Gestor y garante	Mejoramiento de las condiciones habitacionales de la población urbana (Coberturas y saneamiento)	x		
	EMDUPAR S.A E.S.P	x			Prestador de servicios	Sostenibilidad integral de los servicios, (social, ambiental, financiera)	x		
	Concejo Municipal	x			Veedor	Vigilar que se atienda los derechos constitucionales de la población, de VALLEDUPAR. en cuanto a los SPD, a través del control político.	x		
	Personería Municipal	x			Defensor	Velar por el cumplimiento de los derechos sociales de tercera generación (ambientales)	x		
	Suscriptores			x	Usuarios	Estabilidad del sistema de tratamiento de agua Residual (cobertura, sostenibilidad, y eficiencia del servicio)	x		
	Familias en asentamientos subnormales.			x	Afectados	Gozar de salubridad, no afectarse por la contaminación, formar parte de beneficiarios del STAR. DE LA ACEBECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR.	x		

10. GENERALIDADES MUNICIPIO DE VALLEDUPAR CABECERA URBANA

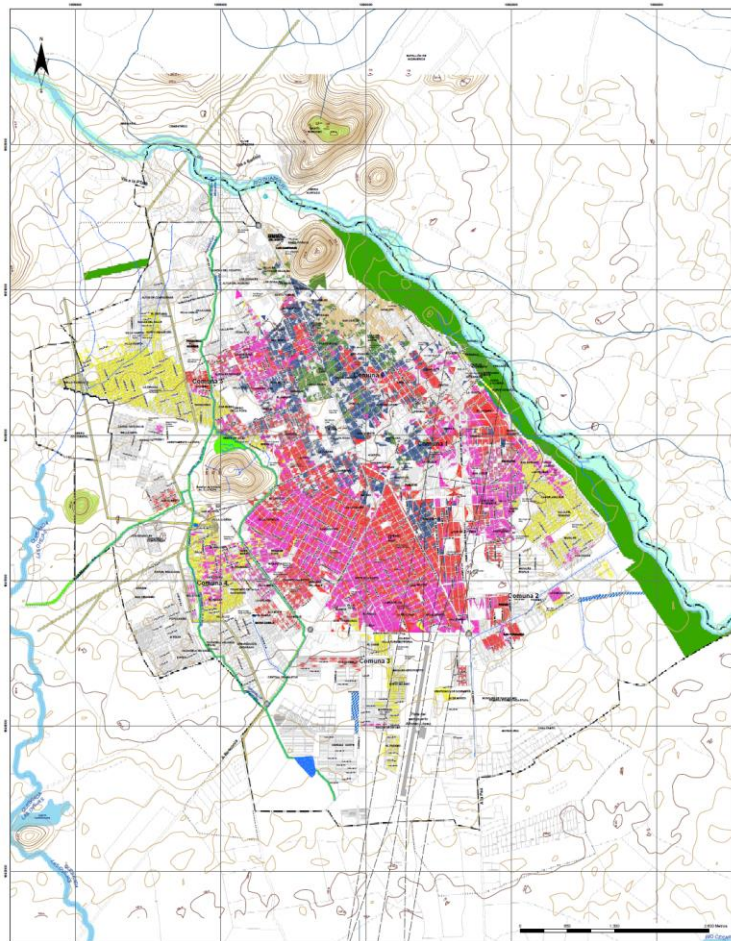


Gráfico 4. Municipio de Valledupar

10.1. Localización

El municipio de Valledupar, capital del departamento del Cesar, una ciudad intermedia al norte de Colombia, está ubicada en la margen occidental del río Guatapurí, al pie de la Sierra Nevada de Santa Marta a los $10^{\circ} 29'$ latitud norte y $73^{\circ} 15'$ de longitud al oeste de Greenwich y su temperatura promedio anual es de 28°C .

El municipio limita con: Norte: San Juan del Cesar y Dibulla, municipios de La Guajira, y Santa Marta, Magdalena. Por el costado Nororiental: La Paz, Cesar y Urumita La Guajira. Noroccidental con: Pueblo Bello, Cesar. Sur: El Paso, Cesar. Suroccidental: El Copey y Bosconia, del departamento del Cesar. Suroriental con: el municipio de La Paz, Cesar.

Valledupar, posee una extensión de 4.493 km², representando el 18,8% de la extensión total territorio del departamento del Cesar

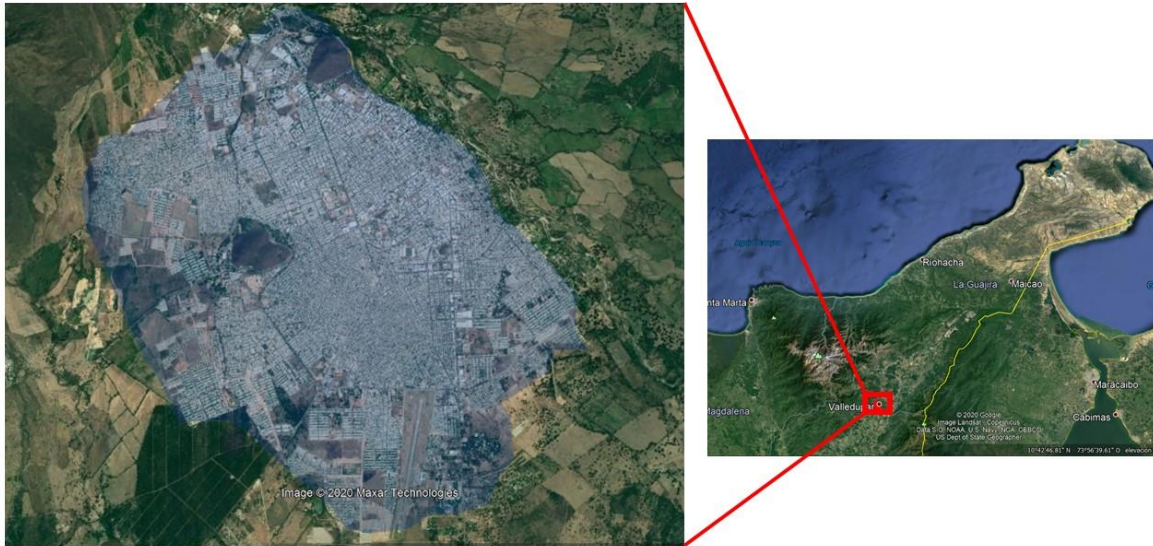


Gráfico 5. Localización. Fuente: Google Earth

10.2. Extensión y Territorio

Valledupar, posee una extensión de 4.493 km², representando el 18,8% de la extensión total territorio del departamento del Cesar. El municipio, está compuesto por 25 corregimientos, 102 veredas, 204 barrios y 15 asentamientos.

- ✍ **Zona norte:** compuesta por cinco (5) corregimientos: Atánquez, Guatapurí, Chemesquemena, La Mina y Los Haticos, estas están compuestas por 42 veredas. Atánquez es el corregimiento que posee mayor incidencia poblacional, pues registra un mayor número poblacional y cuenta con gran población indígena en el territorio.
- ✍ **Zona Nororiental:** diez (10) corregimientos: Guacoche, Guacocho, La Vega Arriba, Los Corazones, El Jabo, Las Raíces, El Alto de la Vuelta, Badillo, Patillal y Río Seco. Como también, cuenta con cuatro (4) veredas en esta zona.
- ✍ **Zona Suroriental:** dos (2) corregimientos: Valencia de Jesús y Aguas Blancas, y 13 veredas.
- ✍ **Zona Sur:** cuatro (4) corregimientos: Guaimaral, Caracolí, Los Venados y El Perro, y 15 veredas.
- ✍ **Zona Suroccidental:** dos (2) corregimientos: Mariangola y Villa Germania, y 30 veredas.
- ✍ **Zona Noroccidental:** dos (2) corregimientos: Sabana de Crespo y Azúcar Buena y 21 veredas.

Adicional, la distribución de los habitantes de Valledupar esta denominada por comunas. Tal denominación hace referencia a: —comunidad de personas que se organizan de manera autónoma. La comuna es una subdivisión administrativa que corresponde a una zona de la ciudad. En el caso de Valledupar, se tienen seis (6) comunas distribuidas así:

1. Comuna uno: con una extensión de 305 hectáreas, 21 barrios, referenciada como —El Viejo Valleduparll.

2. Comuna dos: 796 hectáreas, 21 barrios, el sector de las nuevas urbanizaciones alrededor del parque los —algarrotillosll.

3. Comuna tres: 667 hectáreas 28 barrios, la zona se referencia por lugares como: el Terminal, Zona Industrial, Aeropuerto, Feria Ganadera y el Centro Comercial Los Mayales.

4. Comuna cuatro: 730 hectáreas de terreno y 37 barrios, como referencia el tradicional barrio Dangond, entre otros.

5. Comuna cinco: la más extensa de las comunas con 825 hectáreas, 54 barrios y referenciada por el —eterno cerro de la Popa —y el barrio la Nevada.

6. Comuna seis: 332 hectáreas, 21 barrios, el norte de la ciudad representativa por su particular arquitectura y su cercanía al río Guatapurí.

Nos encontramos entonces, que Valledupar cuenta con 175 barrios que representan en términos de superficie 4,493 hectáreas.

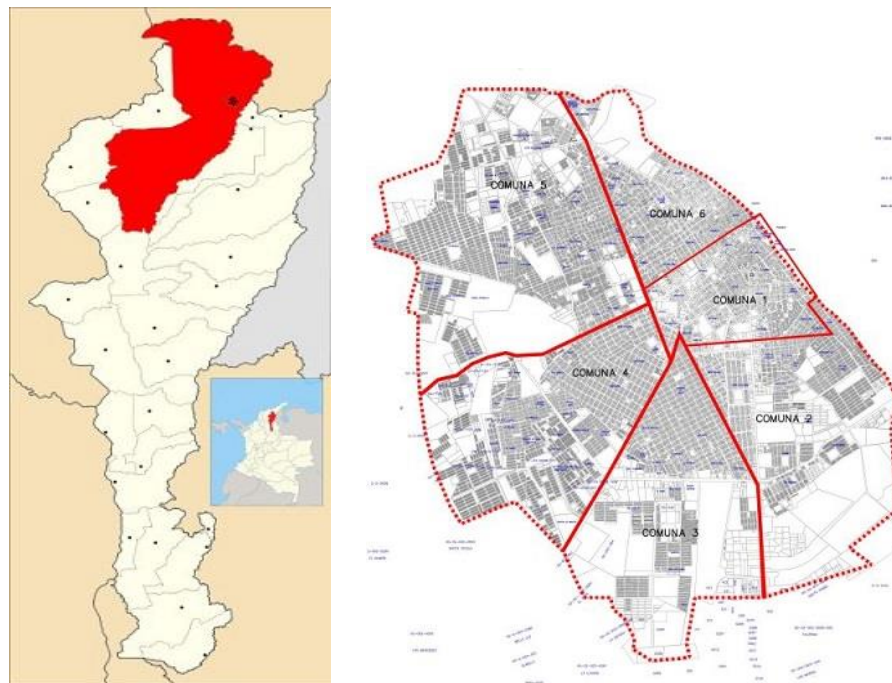


Gráfico 6. Sistema político - administrativo

Área Metropolitana

Un aspecto importante es que se ha definido a Valledupar como una ciudad uninodal, es decir una ciudad cuya área funcional se mantiene aún dentro de los límites políticos administrativos; pese a ello desde el 17 de diciembre de 2002 Valledupar hace parte de las ciudades consideradas Áreas Metropolitana en Colombia: “Área Metropolitana del Cacique Upar”, cuyo núcleo es Valledupar y sus otros miembros son Agustín Codazzi, La Paz, Manaure Balcón del Cesar y San Diego, con una población total estimada en 544.771, en una extensión de 7703 Km².

La Ley 1625 de 2013 establece que un área metropolitana es una entidad administrativa de derecho Público formada por un conjunto de dos o más municipios, integrados alrededor de un municipio núcleo, vinculados entre sí por —dinámicas e interrelaciones territoriales, ambientales, económicas, sociales, demográficas, culturales y tecnológicas, por lo que se requiere de una administración coordinada para la programación de su desarrollo sustentable, desarrollo humano, ordenamiento territorial para la racional prestación de los servicios públicos.

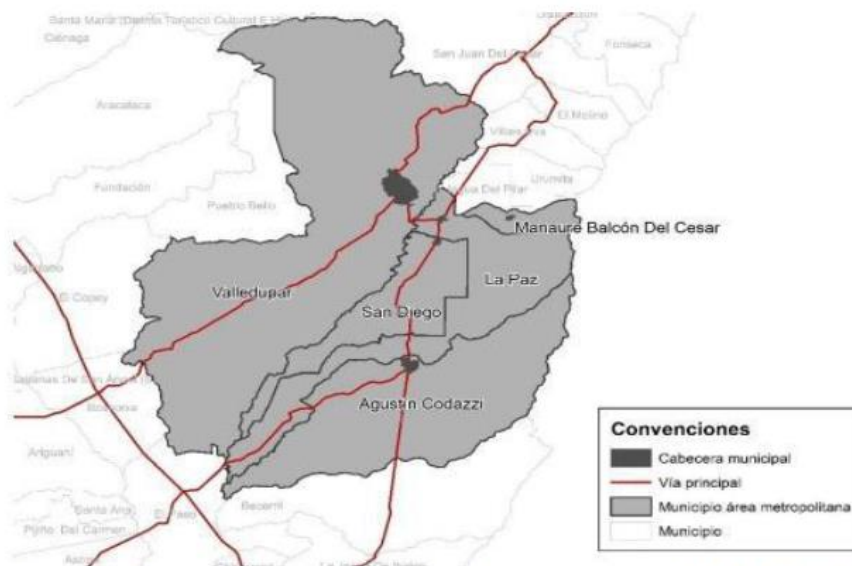


Gráfico 7. Mapa área Metropolitana. Fuente: Departamento Nacional de Planeación – DNP año 2019

10.3. Dinámica Poblacional

Teniendo como referencia los datos del último censo poblacional y de vivienda del DANE 2018, tenemos que, el índice poblacional indica que el 41.4% de la población del departamento del Cesar se concentra en el municipio de Valledupar, donde se determinó que para el 2020 somos una población de 532.956 personas, con un crecimiento del 65,4% en población. Es decir, que del 2005 al 2020, Valledupar pasó de 349.000 habitantes a 532.956. Podríamos decir, que existió un crecimiento anual de 4.3% aproximadamente,

presentando un crecimiento poblacional relativamente alto. La esperanza de vida en el departamento del Cesar si bien ha incrementado en el tiempo, llegando a 74.47 años en el periodo 2015-2020, aún se encuentra por debajo del promedio nacional de 76.15.

La población del municipio de Valledupar se encuentra distribuida así: Cabecera municipal de 468.165, centro poblado y rural disperso 64.791 habitantes.

Tabla 4. Información Poblacional 2020.

INFORMACIÓN POBLACIONAL 2020					
EDAD POBLACIONAL	TOTAL POBLACIÓ N	HOMBRE S	MUJERE S	%	%MUJER ES
				HOMBRES %	ES %
Total	532.956	259.436	273.520	100%	100%
00-04	50.660	26.009	24.651	10,0%	9,0%
05-09	49.835	25.561	24.274	9,9%	8,9%
10-14	48.435	24.769	23.666	9,5%	8,7%
15-19	48.339	24.474	23.865	9,4%	8,7%
20-24	48.511	24.191	24.320	9,3%	8,9%
25-29	47.413	23.259	24.154	9,0%	8,8%
30-34	42.969	20.805	22.164	8,0%	8,1%
35-39	38.391	18.470	19.921	7,1%	7,3%
40-44	33.428	15.842	17.586	6,1%	6,4%
45-49	28.706	13.233	15.473	5,1%	5,7%
50-54	25.349	11.462	13.887	4,4%	5,1%
55-59	21.331	9.498	11.833	3,7%	4,3%
60-64	16.579	7.227	9.352	2,8%	3,4%
65-69	12.598	5.475	7.123	2,1%	2,6%
70-74	8.777	3.916	4.861	1,5%	1,8%
75-79	5.386	2.464	2.922	0,9%	1,1%
80-84	3.095	1.419	1.676	0,5%	0,6%
85-89	1.718	776	942	0,3%	0,3%
90-94	915	402	513	0,2%	0,2%
95-99	356	141	215	0,1%	0,1%
100 Años y más	165	43	122	0,0%	0,0%

Fuente: Censo, Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE 2018.

Tabla 5. Reporte de Viviendas con personas presentes, hogares particulares y Lugares Especiales de Alojamiento.

Entidad Territorial	Total Hogares Particulares		Total Viviendas Ocupadas con personas presentes		Total Lugares Especiales de Alojamiento (LEA)		Personas por hogar (promedio)	
	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005
Colombia	14.243.223	10.570.899	13.480.729	9.742.928	9.606	7.075	3,1	3,9
Cesar	316.717	199.110	296.535	190.992	99	103	3,5	4,4
Valledupar	127.587	78.165	121.534	75.813	47	26	3,6	4,4

Fuente: Censo, Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE 2018.

Tabla 6. Reporte de personas

Entidad Territorial	Total Personas censadas		Total Personas censadas en		Total Personas censadas en LEA	
	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005
Colombia	44.164.417	41.468.384	43.835.324	41.174.853	329.093	293.531
Cesar	1.098.577	878.437	1.093.583	874.797	4.994	3.640
Valledupar	459.349	348.990	455.636	346.125	3.713	2.865

Fuente: Censo, Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE 2018.

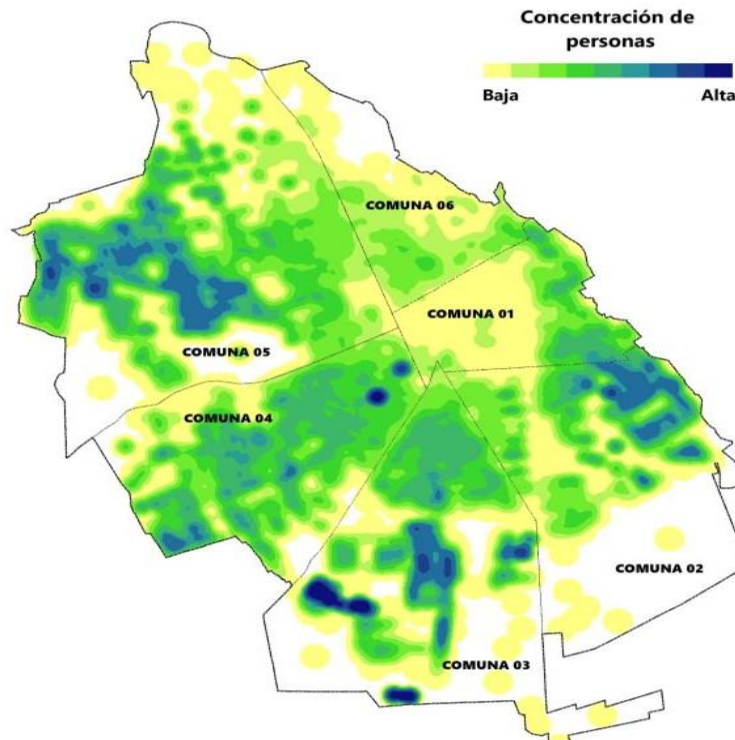


Gráfico 8. Mapa concentración de la población cabecera en Valledupar

Fuente: Censo, Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE 2018.

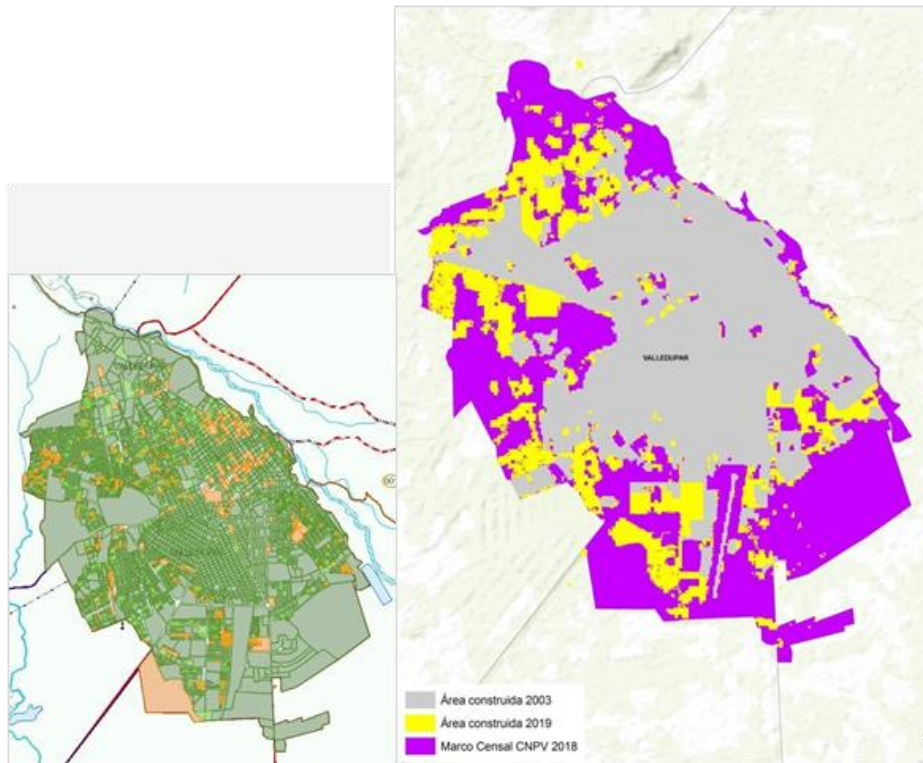


Gráfico 9. Áreas construidas en el periodo 2003-2019 se encuentran con cobertura del CNPV. DANE 2018

Tabla 7. Variación porcentual de viviendas, hogares y personas entre el CG2005 y CNPV 2018, de los municipios de la Provincia Norte

Provincia: Municipio	NORTE		
	Viviendas ocupadas con personas presentes	Hogares	Personas en Hogares particulares
20001 - Valledupar	60,30%	63,20%	300,00%
20013 - Agustín Codazzi	3600,00%	3780,00%	
20443 - Manaure Balcón del	50,70%	50,00%	3500,00%
20570 - Pueblo Bello	57,60%	59,50%	3400,00%
20621 - La Paz	52,60%	64,10%	
20750 - San Diego	61,50%	71,80%	3890,00%

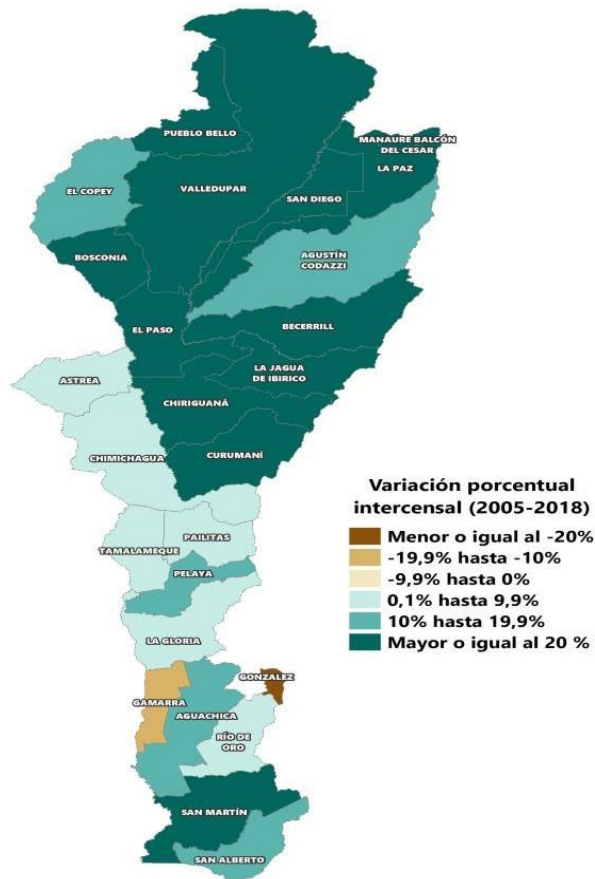


Gráfico 10. Variación porcentual

Fuente: Censo, Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE 2018.

Tabla 8. Indicadores Demográficos CNPV 2018 y CG 2005

INDICADORES DEMOGRÁFICOS	Colombia		Cesar		Valledupar	
	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005
Porcentaje de hombres	48,8%	49,0%	49,5%	49,9%	48,7%	48,3%
Porcentaje de mujeres	51,2%	51,0%	50,5%	50,1%	51,3%	51,7%
Relación de masculinidad	95,5	96,2	98,0	99,5	95,0	93,4
Índice de dependencia demográfica	46,5	58,8	56,5	71,6	51,8	63,6
Índice de envejecimiento	40,4	20,5	21,8	12,7	22,2	12,3
Relación niños mujer	25,6	36,8	35,3	49,6	32,8	42,3
Población entre 0 y 14 años (%)	22,6%	30,7%	29,6%	37,0%	27,9%	34,6%
Población entre 15 y 64 años (%)	68,3%	63,0%	63,9%	58,3%	65,9%	61,1%
Población mayor a 65 (%)	9,1%	6,3%	6,4%	4,7%	6,2%	4,3%

Fuente: Censo, Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE 2018.

- ☞ La población de sexo masculino corresponde a 48,7% del total poblacional. La razón de masculinidad es 95. Es decir, por cada 100 mujeres que residen en el municipio hay 95 hombres.
- ☞ La población de sexo masculino corresponde a 48,3% del total poblacional. La razón de masculinidad es 93,4 hombres por cada 100 mujeres.

Tabla 9. Inmigración desde Venezuela hacia Valledupar y Otros Municipios del Departamento de Cesar

Inmigrantes desde Venezuela		
Hace 12 meses	Valledupar	10.325
	Otros municipios de Cesar	9.281
	Total	19.606
Hace 5 años	Valledupar	21.164

Fuente: Censo, Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE 2018

Caracterización de la población

Tabla 10. Caracterización Poblacional 2020

POBLACIÓN TOTAL 2020 (Censo DANE 2018) 532.956 habitantes	
Hombres	48,6% -- 259.436
Mujeres	51,3 % -- 273.520
Cabecera	468.165
Centro poblado y rural disperso	64.761

Fuente: Información tomada de DANE. Año 2018.

Etnografía, pluralidad étnica e incluyente

Aunque pareciera recurrente abordar el tema de población en un Plan de Desarrollo, esto se hace importante porque es el fundamento para encontrar respuesta al Ethos, eso que nos hace únicos tanto en la parte lingüística, económica, cultural y de Desarrollo Social.

Valledupar debe su nombre al accidente geográfico donde se encuentra edificada la ciudad, el valle del río Cesar, cuyas aguas corren hacia el sur entre la sierra nevada de santa Marta y la Serranía de Perijá para desembocar en el río Magdalena, y Eupari, nombre del cacique de la etnia Chimila que gobernaba la región para la época en que arribó el capitán Francisco Salguero, conquistador español que denominó en su honor la zona.

El nombre fue posteriormente abreviado por escribanos y conquistadores como Valle de Upar, hasta que se oficializó el nombre de Valledupar. —Ciudad de los Santos Reyesll bautizada con ese apelativo por los frailes capuchinos en honor de los Reyes Magos (6 de enero día de su cumpleaños). Nuestra ciudad era la capital de la provincia de Padilla desde 1850, fue erigida como municipio del departamento del Magdalena en 1915, hasta 1967

mediante la Ley 25 se constituye como la capital del departamento del Cesar, Región del Caribe colombiano. La localización que destaca a la ciudad por su abundante y diversa fauna y flora, también la hizo acreedora de una etnografía particular, caracterizada por la diversidad de razas, rasgos y mestizajes. A continuación, daremos una breve mirada los diferentes rasgos que hacen excepcional a la ciudad, al municipio y a su población.

Antepasados indígenas

Los primeros pobladores de la zona que hoy comprende el departamento del Cesar fueron indígenas aborígenes que cultivaban la tierra y practicaban la pesca y la caza. En el departamento se encontraban dos familias los Arawak y los Caribes, la familia Arawak frente al enfrentamiento bélico con los indígenas Caribes huye hacia el norte. En esa reubicación de territorio se consolida lo que podría llamarse la etnia valduparense. Euparis: ubicados en la comarca de Valledupar, Guatapuríes establecidos en la rivera del río Guatapurí, los Zazari, riveras del río Cesar, los Kunhuac, ubicados en Atánquez y en las estibaciones de la sierra nevada de Santa Marta, los Arhuacos, en la región de formación Tairona, san Sebastián, Pueblo Bello. Es la tribu más representativa actualmente quienes mantienen aún el dominio de la Sierra Nevada. En Valledupar se localizan tres resguardos indígenas perteneciente a la etnia Arhuacos y Kankuama.

Actualmente, Valledupar cuenta con una población de origen étnico en resguardos indígenas de 29.169 habitantes, siendo esto un porcentaje de población de origen étnico en resguardos indígenas del 6,16% y cuenta con tres (3) resguardos indígenas en el territorio.

Poblamiento afro

La historia oficial nos ha narrado uno de los procesos más crueles de la humanidad después del holocausto, la práctica de la esclavitud de la raza negra que fueron trasladadas de África a las colonias españolas, portuguesas, inglesas, francesas y holandesas de América. Desde los primeros años de conquista eran traídos los esclavos especialmente para Cartagena, Santa Marta, Riohacha, Mompo, Valledupar y Ocaña. Los historiadores afirman que el paso de Hernando de Santana por estas tierras obedeció, a que tenía conocimiento de la presencia de muchos esclavos sobre la margen del río Guatapurí, que se habían fugado de las haciendas de santa marta. Se conoce que existieron muchos palenques, en la región de Guaimaral, los Venados, El Vallito, El Perro. Como dato histórico en la Hacienda de la familia Trespacios, se congregaban muchos esclavos, que recuperaron su libertad en 1851, bajo el gobierno del general José Hilario López.

Inmigrantes europeos no españoles

Lo que se conoce como el actual departamento del Cesar que formaba parte del departamento del Magdalena, llegaron muchas familias portuguesas, coronistas como don Juan de castellanos menciona algunos nombres y apellidos de ese origen que participaron en la fundación de las primeras poblaciones de esta región. Posterior a la guerra de independencia y a comienzos de la república se reportan migraciones de otras nacionalidades, francesas, italianas, y de otros apellidos europeos: Maya, Araújo, Lafaurie, Lacouture, Dangond, Pavajeau, entre otros.

Por los años 1920 a 1922 llegan huyendo de la guerra en Europa y se establecen en Valledupar y pueblo bello como la familia Teuber, Raichter, Strauch, quienes de acuerdo con las investigaciones del doctor Álvaro Castro Socarras contribuyeron al desarrollo económico de nuestra región, en oficio como la mecánica automotora, la agricultura, arquitectura, odontología.

Inmigrantes árabes.

Se conoce que también llegaron a estas tierras los árabes, no en grandes proporciones dada la dificultad de comunicación y acceso al comercio por eso su presencia es más notoria en los puertos marítimos como Barranquilla y Cartagena, sin embargo, dejan su huella apellidos como Yamin, Bendeck, Habib y Aguancha, quienes se acomodaron y se vincularon a la economía, costumbres y modo de vida de la región.

En este punto, más que presentar hechos, datos, cifras estadísticas lo que se pretende es mostrar cómo cada pueblo que se asienta en el territorio Cesarense, busca de manera natural echar mano de la realidad que encuentra. Es el caso de la mezcla de Etnias, el entramado de las relaciones que van más allá de la condición humana. Es la construcción de un modo de producción de un marco de estructuras mentales que conforman nuestro modo de ver el mundo. El fin último de un Plan de Desarrollo con perspectiva de futuro es el de proponer metas, hacer realidad los planes que se proponen y de ser críticos frente a lo bueno o malo, correcto o incorrecto de nuestras acciones.

En términos de políticas públicas y de desarrollo, nuestros marcos conforman políticas sociales, y a su vez las instituciones que creamos para llevar a cabo dichas políticas. Esto quiere decir en el mundo contemporáneo que el cambio de marco es cambio social.

10.4. Dinámica económica.

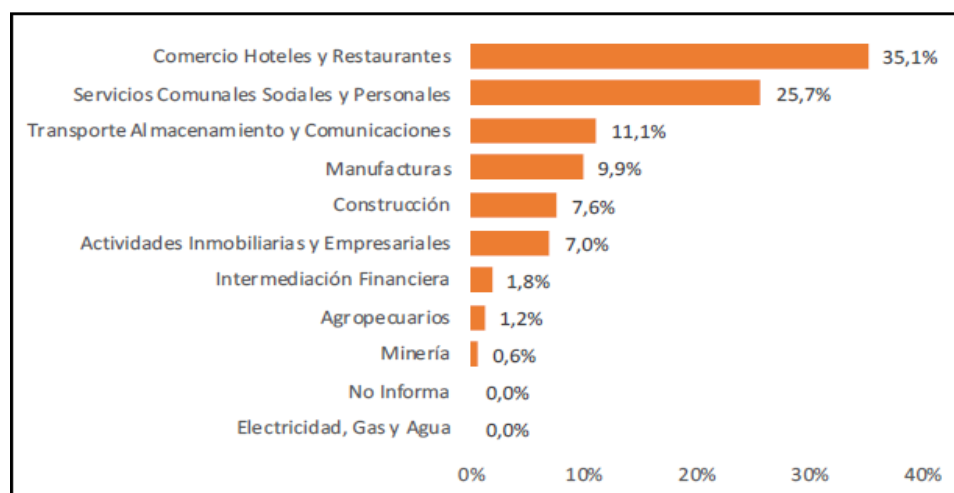


Gráfico 11. Dinámica económica

Fuente: Información Perfiles Económicos Departamentales. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo - MCIT. Enero de 2020

El municipio de Valledupar, cuenta con una estructura sólida para la actividad económica, es decir, su sistema económico corresponde a actividades la cadena productiva de un territorio.

Durante el trimestre móvil septiembre- noviembre de 2019, las actividades de comercio, hoteles y restaurantes representaron el 35 % del total de ocupados de Valledupar.

Valledupar, es una de las ciudades con mayor participación de empleadores de micronegocios¹⁸ con el 17,8%, siendo la segunda ciudad del país con mayor distribución.

de negocios y con una participación del 82,2% de trabajadores por cuenta propia. Según los resultados preliminares enero – octubre de 2019¹⁹. Las actividades más relevantes desarrolladas en la cadena de los micronegocios, corresponden a: agricultura con (1,4), industria (13,3), comercio (35,3) y servicios (50,0) 20.

El 28,9% de los micronegocios del territorio poseen Registro Único Tributario – RUT y el 71,7% de estos, no poseen RUT, como tampoco se encuentran registrados en las bases de la Cámara de Comercio de Valledupar. Lo que demuestra poca formalización de las actividades económicas en el territorio.

10.5. Necesidades básicas insatisfechas - NBI

El 17,7% es la proporción de personas con Necesidades Básicas Insatisfechas – NBI, en el municipio de Valledupar. Lo que quiere decir, que existen grupos poblacionales pobres, a los cuales no se ha logrado entregar la oferta institucional para poder mitigar el índice de NBI, algunas de las necesidades más latentes en el territorio son: viviendas inadecuadas, viviendas con hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados, viviendas con alta dependencia económica, viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela.

Seguidamente a lo anteriormente planteado, evidenciamos que los indicadores asociados a las NBI, necesitan especial atención del gobierno municipal, entre ellos podemos mencionar: la proporción de personas en miseria en la ciudad de Valledupar es del 5,3%, Componente vivienda en 6,1%, Componente Servicios 3,4%, hacinamiento en un 7,3%, inasistencia con el 3,4% y para concluir el indicador de dependencia económica en un 5,3%³³.

Para complementar esta información, revisamos los indicadores de servicios públicos domiciliarios, a lo cual entontáramos que continúan siendo indicadores relativamente alarmantes, puesto que su cobertura y universalidad no logran obtener la mayor cobertura, a lo cual obedece a la falta de inversión del recurso público, para poder brindarle acceso a la población.

Vías de Comunicación

El departamento del Cesar cuenta con una carretera troncal, que comunica las principales poblaciones con las ciudades de Santa Marta, Bucaramanga y Bogotá D.C., otra conecta a la capital con el territorio de La Guajira y la República de Venezuela; carreteras secundarias unen entre sí las poblaciones del departamento y además con las de Norte de Santander y Magdalena. Cuenta con servicio aéreo a través del aeropuerto "Alfonso López" de

Valledupar y pistas en otras poblaciones. Se utiliza la navegación fluvial en los ríos Cesar y Magdalena.

Tabla 11. Vías de Comunicación Municipio de Valledupar

LOCALIDAD	COMUNICACIÓN (terrestre/fluvial)	DISTANCIA (km)
La Paz	Terrestre	15 km
San Diego	Terrestre	20 km
Manaure	Terrestre	17km
La Guajira	Terrestre	32km (vía las aguas del pilar) 46 km (vía Villanueva)

Fuente: Instituto Nacional de Vías INVIAS

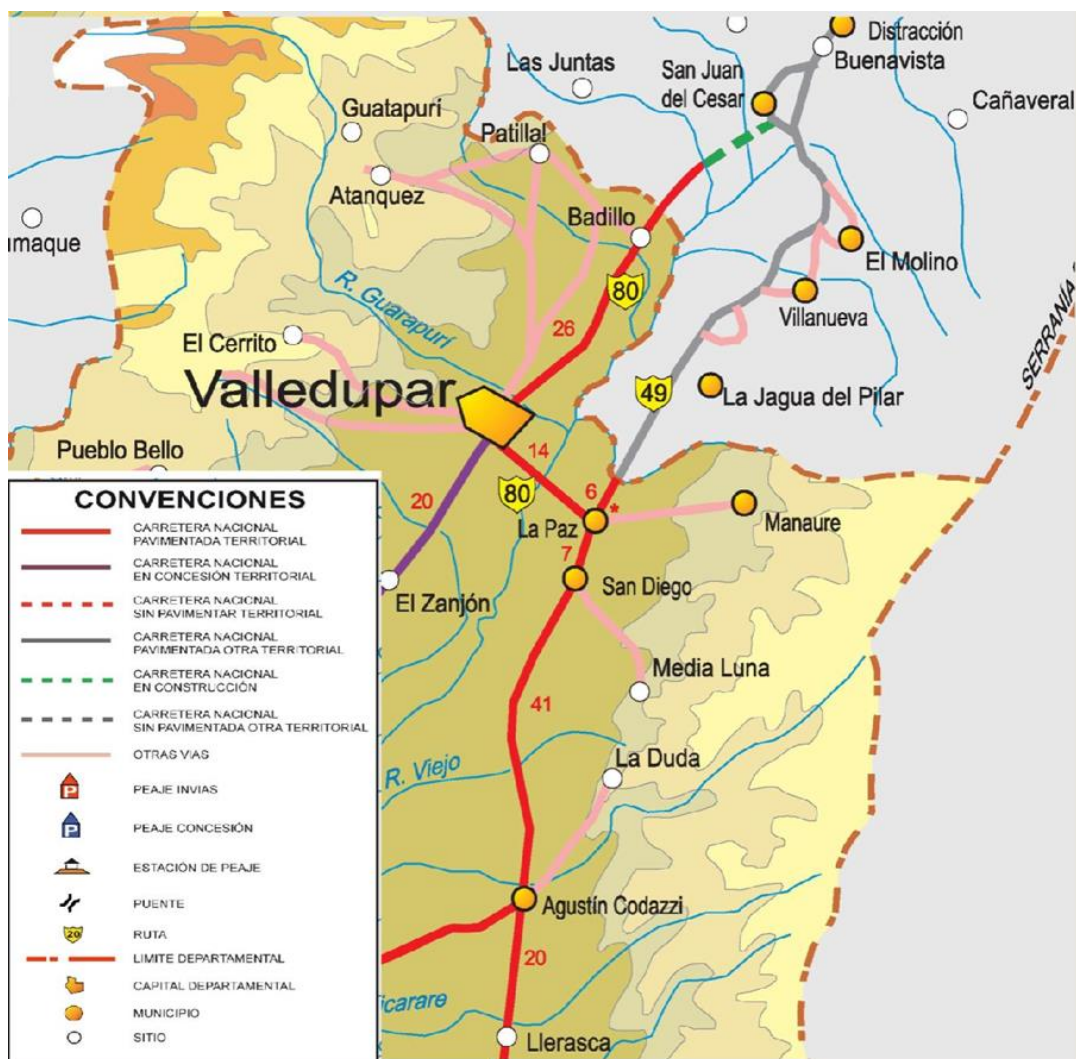


Gráfico 12. Mapa vial municipio de Valledupar.

Fuente: Instituto Nacional de Vías INVIAS

11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL



Gráfico 13. Fuente hídrica

El diagnóstico presenta los factores de mayor relevancia dentro de la formulación del PSMV, el cual permite conocer la situación actual del municipio, la calidad de las corrientes, tramos y cuerpos de aguas receptores de aguas residuales y calidad de los vertimientos, sistema de alcantarillado, sistema de tratamientos existente, los usuarios que realmente están conectados al sistema de alcantarillado (usuarios efectivos).

11.1. Aspectos ambientales del municipio en relación al recurso hídrico.

El municipio de Valledupar en su cabecera urbana, vierte sus aguas residuales a dos corrientes hídricas denominadas Río Cesar y Río Guatapurí, a través de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salguero y la Planta de Tratamiento de Agua Potable, respectivamente.

11.1.1. Corriente receptora Río Guatapurí

El departamento del Cesar está situado en la zona noreste del país, en la llanura del Caribe, entre los 07°41'16" y 10°52'14" de latitud norte y 72°53'27" y 74°08'28" de longitud oeste. Cuenta con una extensión territorial de 22.925 km², que corresponde al 2,0% del territorio nacional y el 15,1% de la región Caribe. Limita por el Norte con los departamentos de Magdalena y La Guajira, por el Este con la República de Venezuela y el departamento de

Norte de Santander, por el Sur con los departamentos de Norte de Santander y Santander, y por el Oeste con los departamentos de Bolívar y Magdalena. En sus extremos se encuentran los sistemas montañosos de la Serranía del Perijá (frontera natural con Venezuela) y la Sierra Nevada de Santa Marta. (Pomca Rio Guatapurí2017)

La cuenca cuenta con un área total de 88.988 ha, la cual equivale al 3,99% del área del departamento del Cesar, con un perímetro de 217,38 km, se ubica en la región norte del departamento sobre el flanco suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta. Nace en la vertiente suroriental de la Sierra a una altura aproximada de 5.000 m.s.n.m., en límites de los departamentos de Magdalena, Cesar y La Guajira, y desemboca en el margen derecho del río Cesar con una cota de 105 m.s.n.m., en las aguas localizadas cercanas al pico Simón Bolívar; limita al norte con las cuencas de los ríos Ancho (Guajira) y Palomino (Magdalena), al oriente con las subcuencas de los ríos Seco y Badillo, al sur con la subcuenca del río Cesarito y al occidente con las cuencas de los ríos Fundación y Aracataca (Magdalena). En su nacimiento este sistema lacustre es alimentado por el deshielo de los glaciares de la Sierra Nevada donde también se origina el río Donachi, considerado uno de los tributarios más importantes del río Guatapurí. (Pomca Rio Guatapurí2017).

En su recorrido el Guatapurí, recoge el aporte de algunos tributarios como son los ríos Cuncharamaque, Surivaquita, Mamingueca, Los Mangos y Capitanejo. Esta cuenca es la fuente abastecedora del acueducto de la ciudad de Valledupar, con una población cercana en la actualidad a 500.000 habitantes e igualmente, surte de agua a los municipios de Bosconia, Codazzi, La Paz y San Diego. (Pomca Rio Guatapurí2017)

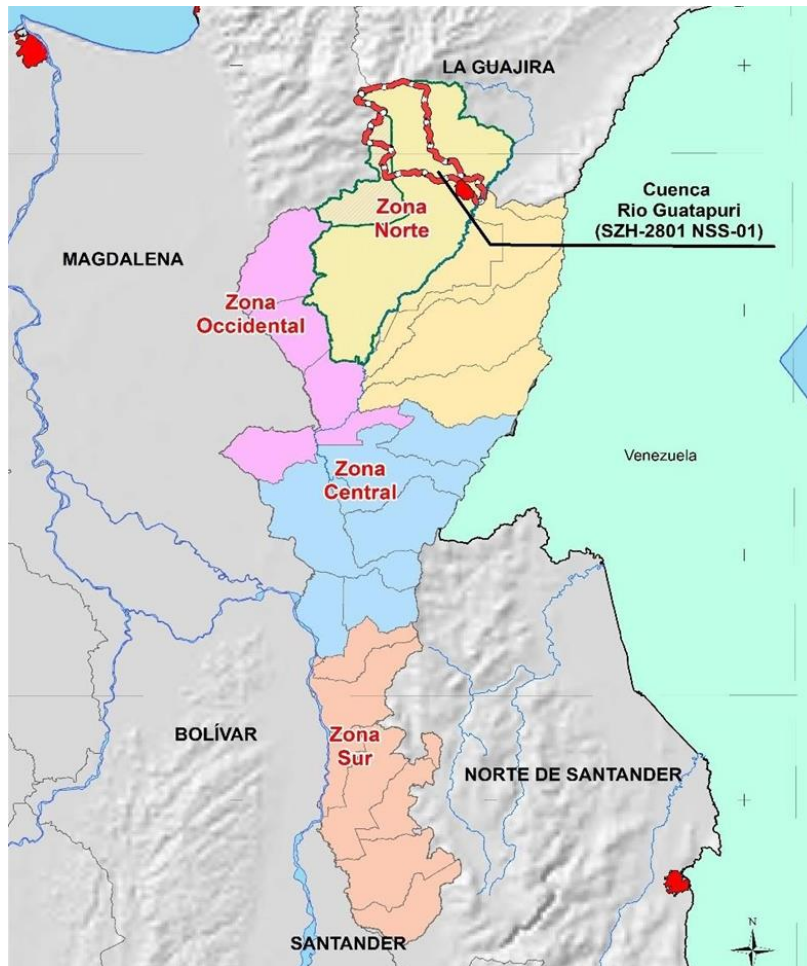


Gráfico 14. Mapa localización de la cuenca río Guatapurí.

Fuente: Pomca Río Guatapurí 2017

- División Político Administrativa

La cuenca del río Guatapurí, pertenece en su totalidad al departamento del Cesar, con una distribución de área aproximada del 86% en el municipio de Valledupar y 14% en el municipio de Pueblo Bello.

Tabla 12. Municipios que hacen parte de la Cuenca del Río Guatapurí.

MUNICIPIO	ÁREA TOTAL MUNICIPIO (HA)	ÁREA EN LA CUENCA (HA)	% DE LA CUENCA EN EL MUNICIPIO	% DEL MUNICIPIO EN LA CUENCA
VALLEDUPAR	422.234,56	76.852,53	13,64%	86,36%
PUEBLO BELLO	69.619,41	12.135,44	86,36%	13,64%

Fuente: DANE – 2015.



Gráfico 15. Mapa cuenca río Guatapuri.
Fuente: Pomca Río Guatapuri 2017

Tabla 13. Principales centros poblados en el área de la cuenca del río Guatapuri.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	NOMBRE DE POBLACIÓN	TIPO DE POBLACIÓN
CESAR	VALLEDUPAR	VALLEDUPAR	CABECERA MUNICIPAL (CM)
		CHEMESQUEMENA	CABECERA CORREGIMIENTO MUNICIPAL (C)
		GUATAPURI	CABECERA CORREGIMIENTO MUNICIPAL (C)
		SABANA CRESPO	CABECERA CORREGIMIENTO MUNICIPAL (C)

Fuente: DIVIPOLA 2015 – DANE.



Es importante manifestar que una de las características más importantes que inciden en los diferentes procesos adelantados al interior de la cuenca tiene que ver con la presencia de comunidades indígenas reconocidas por la Dirección de Consulta Previa (DCP) del Ministerio del Interior, mediante Certificación 1750 del 27 de octubre de 2014, y legalmente constituidos como Resguardo Indígena Kogui-Malayo-Arhuaco, (Resolución 0109 del 8 de octubre de 1980 emitida por el INCORA); Resguardo Indígena Kankuamo, (Resolución 0012 del 10 de abril de 2003 emitida por el INCORA), y el Resguardo Indígena Arhuaco de la Sierra Nevada, (Resolución 0113 del 14 de diciembre de 1974).

Estas comunidades ocupan aproximadamente un área de 41.719 hectáreas con carácter de áreas protegidas.

- Precipitaciones Río Guatapurí.

- ✍ Estaciones cercanas en la Cuenca del Río Guatapurí se tuvieron en cuenta 16 estaciones, como sigue: Cenizo el, Descanso el, Dibulla, Hatico D Los indios, Manaure, Palmor El, Paris De Francia, Patillal, Pueblo Bello, San Ángel, San Juan Del Cesar, San Sebastián De R, Villanueva, Apto Alfonso López, Callao El, Urumita
- ✍ La temporada más lluviosa de los años se muestra en el mes de octubre, dicha temporada presenta como valor máximo de precipitación mensual multianuales un registro de 433,25 mm en la estación El Palmor, por otra parte, el registro mínimo de precipitación en la temporada de mayores lluvias es de 100,31 mm en la estación El Descanso. Los periodos más secos en los años se presentan en los meses de enero y febrero, obteniendo incluso registros de precipitación de 0 mm en esta etapa inicial del año, como es el caso de las estaciones El Descanso y San Ángel en el mes de enero.
- ✍ La variación de la precipitación total anual presentada muestra un rango de la precipitación entre 1050 mm, para la zona baja de la cuenca, y aproximadamente

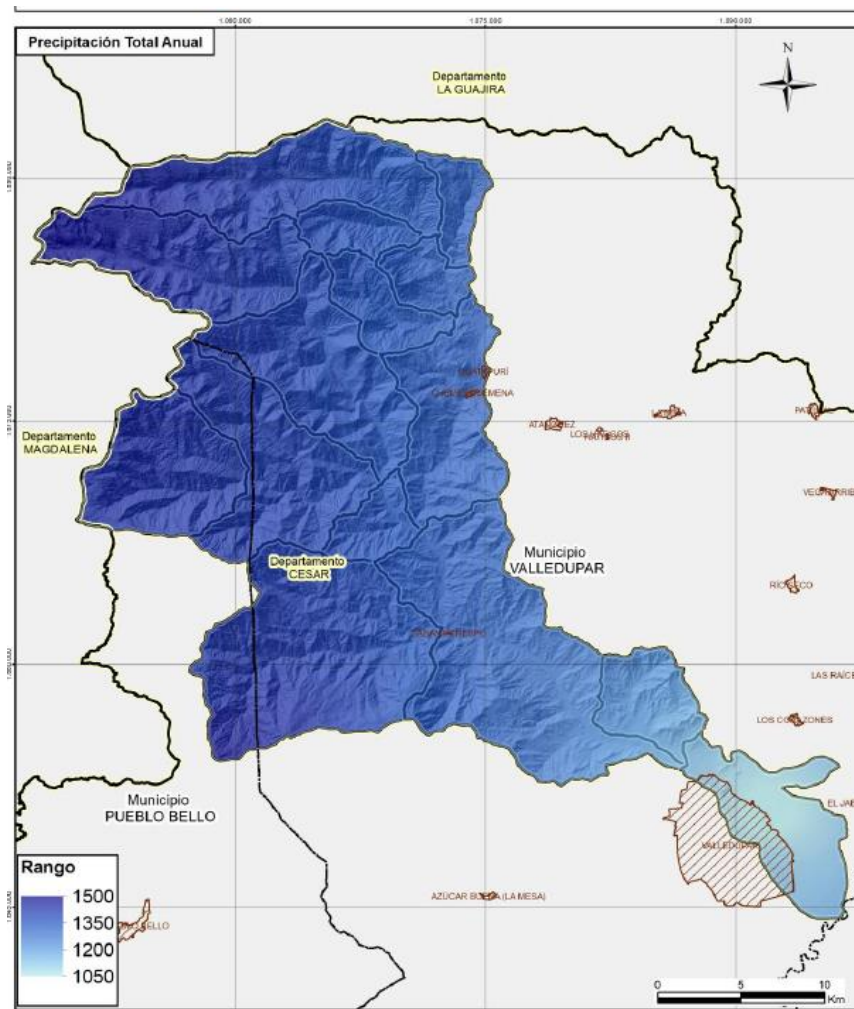


Gráfico 16. precipitación anual
Fuente: (Pomca Río Guatapurí 2017)

- ✍ En cuanto a la variación espacial de la precipitación media mensual multianual, se puede afirmar que para los primeros seis meses presenta las menores precipitaciones hacia el sur-este de la cuenca. En abril, mayo y junio se presentaron las máximas precipitación hacia la zona oeste de la cuenca, siendo mayo el mes con mayores lluvias con valores que van hasta 210 mm.
- ✍ En la segunda mitad del año se conserva la distribución espacial con respecto a las zonas de mayor y menor precipitación, oeste y sur de la cuenca, respectivamente. El valor máximo en meses de alta pluviosidad como octubre es de 247 mm y el valor mínimo de este mes 187 mm. Los periodos más secos en el año se presentan en los meses de enero y febrero indicando zonas con precipitaciones por debajo de los 10 mm. (Pomca Río Guatapurí 2017).

- Temperatura.

La temperatura mensual multianual corresponde al promedio de los valores máximos, medios y mínimos de temperatura registrada mensualmente cada año de operación de la estación, esto genera un promedio mensual de temperatura.

Temperatura mínima Mensual Multianual: En la temperatura mínima media mensual multianual la cuenca del río Guatapurí muestra un comportamiento mono modal creciente de enero-abril y decreciente de septiembre a diciembre. En general, las estaciones presentan una temperatura mínima mensual multianual alrededor de los 21°C. La temperatura mínima mensual multianual se encuentra en un rango de 19,04°C a 22,9°C,

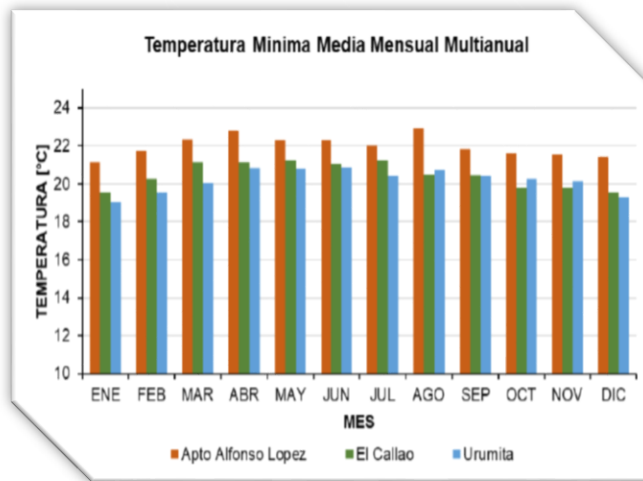


Gráfico 17. Temperatura Multianual
Fuente:(Pomca Río Guatapurí 2017)

Temperatura media Mensual Multianual: En general, el rango de la temperatura media mensual multianual oscila entre los valores de 26,6°C – 29,9°C.

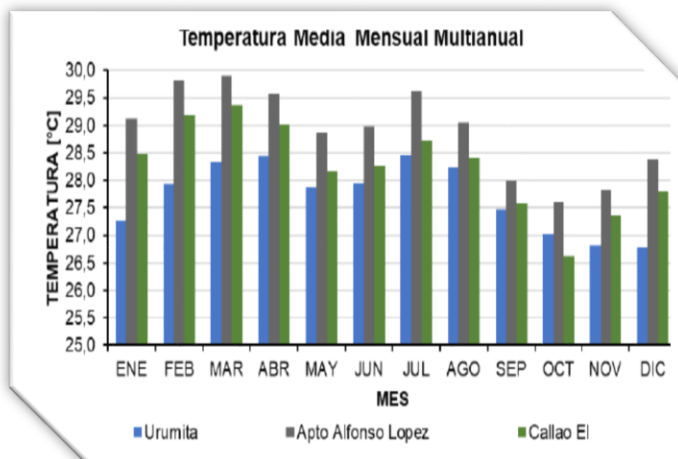


Gráfico 18. Grafico Temperatura media Mensual Multianual
Fuente: (Pomca Río Guatapurí 2017)

Temperatura máxima Mensual Multianual: La temperatura máxima mensual multianual oscila entre 35,13°C – 38,8°C.

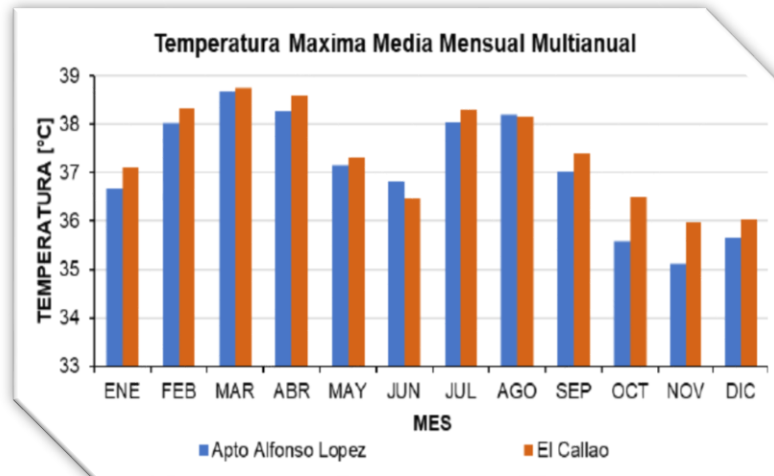


Gráfico 19. Gráfico Temperatura máxima Mensual Multianual

Fuente: (Pomca Rio Guatapurí 2017)

Resumen: La Cuenca del Río Guatapurí, al noroeste de la cuenca, correspondiente a la Sierra Nevada de Santa Marta, se presentan los menores valores de temperatura en la zona, con magnitudes por debajo de los 10°C, además al sureste en la zona de baja pendiente de la cuenca, valores máximos que van de 23,1°C a 28,4°C.

la temperatura máxima media anual de la cuenca presenta valores que van de 29,1°C a 33,4°C en la zona de baja pendiente y en la zona de mayor relieve la temperatura disminuye con valores desde 6,6°C hasta 14°C.

Humedad Relativa Media Mensual Multianual: La Humedad relativa media mensual multianual es el promedio multianual de la Humedad relativa media mensual y es dada en porcentaje (%).

Humedad relativa media mensual multianual: Los valores de Humedad Relativa tienen un comportamiento levemente ascendente de enero-mayo con una pequeña caída en el mes de julio y luego a partir de agosto presenta un comportamiento relativamente constante hasta diciembre.

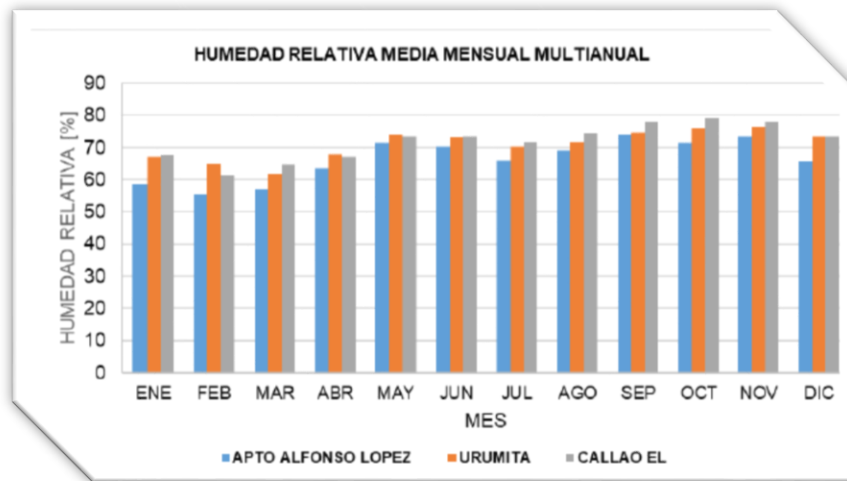


Gráfico 20. Grafica Humedad relativa media mensual multianual

Fuente: (Pomca Rio Guatapuri 2017)

- Brillo Solar.

El Brillo Solar promedio mensual multianual, es el promedio multianual (en los 15 años de estudio) del Brillo Solar promedio mensual. Este parámetro es medido en unidades de horas.

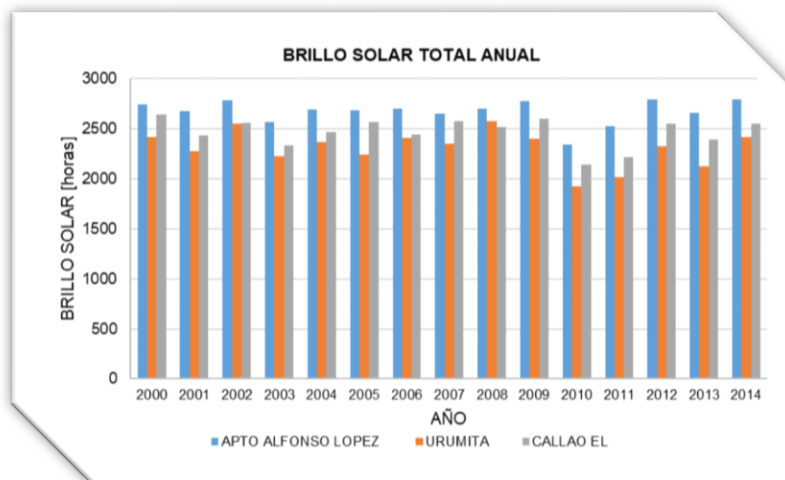


Gráfico 21. Grafico Brillo Solar media mensual multianual

Fuente: (Pomca Rio Guatapuri 2017)

- Evaporación

La Evaporación promedio mensual multianual es el promedio multianual (en los 15 años de estudio) del Evaporación promedio mensual, este parámetro es medido en milímetros evaporados (mm).

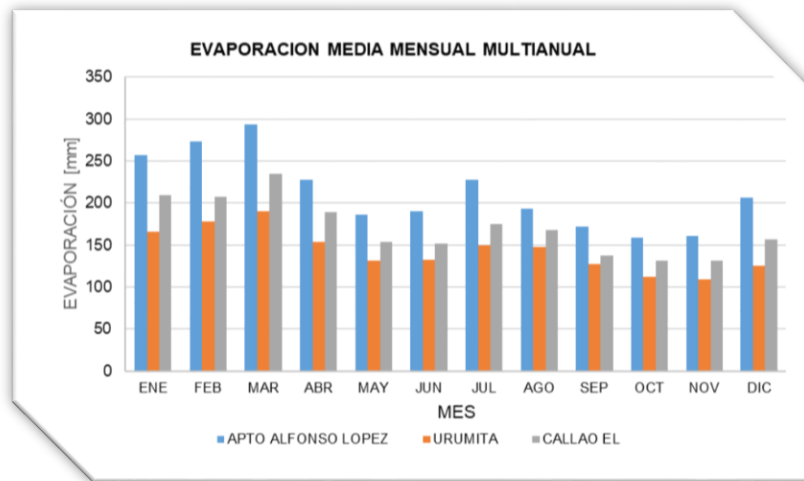


Gráfico 22. Grafico Evaporación Media Mensual Multianual.

Fuente: (Pomca Rio Guatapurí 2017)

La Evaporación media anual en la cuenca del rio Guatapurí presenta un incremento en los años 2002 y 2013, alcanzando los valores máximos de la serie 230 mm y 224,94 mm en la estación Apto. Alfonso López, esta estación registro valores por encima de las estaciones de Urumita y la Callao El a lo largo del periodo de estudio, en cuanto a los valores mínimos estos fueron registrados por la estación de Urumita en la mayor parte de la serie, los cuales mantuvieron un comportamiento casi constante, dicha estación registro su valor mínimo el año de 2006 con 119,78 mm.

- Velocidad del Viento

La velocidad del viento media mensual multianual es el promedio multianual (en los 15 años de estudio) de la velocidad del viento mensual, este parámetro es medido en metros por segundo (m/s)

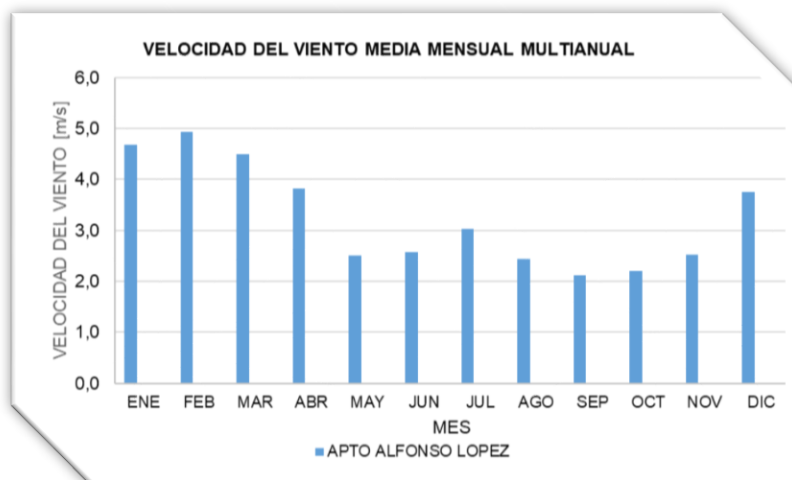


Gráfico 23. Velocidad del viento

Fuente: (Pomca Rio Guatapurí 2017)

Las velocidades oscilan entre los 4,93 m/s (mayor velocidad del viento media presentada en el mes de febrero a través de los años de estudio) y los 2,13 m/s (menor valor presente en el mes de septiembre a través de los años).

Resumen:

- ☞ La temperatura media anual presenta valores más altos en toda la zona de baja pendiente de la cuenca con valores medios entre los 23,1°C y 28,4°C, mientras que la temperatura más baja se muestra de forma decreciente hacia la zona de alta de la cuenca variando entre 12°C a - 0,2°C.
- ☞ Dentro de la cuenca se encuentran las clasificaciones de IA entre altos excedentes de agua hasta altamente deficitario de agua. Las subcuencas que presentan altos excedentes de agua se localizan al noroeste, estas son Guatapurí Alto Alto, Donachui Alto. Se encuentra una clasificación entre excedentes de agua y moderado en la zona centro y oeste de la cuenca, en las subcuencas Donachui Bajo, Timacá, Yukuinchukua, El Mangal, Mamangueka y Sibilinuia. Al noreste se encuentra el IA entre moderado y excedentes de agua y moderado, las subcuencas son Guatapurí Alto Bajo, Guatapurí Alto Medio, Utumeiyi Surivaquita y río Donachui. Las subcuencas Guatapurí Medio y Capitanejo dan los primeros indicios de déficit de agua, hallazgo que se acentúa en la subcuenca Guatapurí bajo en el extremo sur de la cuenca. La microcuenca abastecedora del municipio de Valledupar comprende zonas entre altos excedentes de agua hasta déficit de agua, ya que abarca la Cuenca del Río Guatapurí hasta la zona media baja.
- ☞ el límite oeste de la Cuenca del Río Guatapurí, se presentan menores valores de temperatura, evapotranspiración potencial, evapotranspiración real y menor Índice de Aridez. En cuanto a la zona de menor elevación topográfica se puede concluir que presenta mayores valores que en la zona de alta montaña en los parámetros mencionados.
- ☞ la Cuenca del Río Guatapurí posee una zonificación climática amplia que varía desde paramo alto súper húmedo hacia la Sierra Nevada de Santa Marta, pasando por los pisos térmicos frío - templado, hasta la clasificación cálida árida en la zona de baja pendiente.

- Zonificación Climática

La clasificación climática consiste en la división del territorio en áreas más pequeñas, homogéneas desde el punto de vista climático. Los parámetros básicos de cualquier clasificación climática son la temperatura y la precipitación y en menor grado la humedad relativa, la evaporación y el brillo solar. Existen varias metodologías para realizar la caracterización climática, estas provienen del ajuste de dos modelos: la clasificación de Caldas y el modelo climático de Lang. Caldas realizó su clasificación relacionando la altitud de la zona con la temperatura. Por otro lado, Lang basó su clasificación en la relación obtenida al dividir la precipitación anual por la temperatura media anual, llamada el índice de efectividad de la precipitación o factor de lluvia de Lang.

En la clasificación climática para la Cuenca del Río Guatapurí se obtienen 11 tipos dinámicos según la clasificación de Caldas-Lang: Templado Semiárido, Templado Semihúmedo, Templado Húmedo, Frío Húmedo, Frío Semihúmedo, Páramo Bajo Semihúmedo, Páramo Bajo Húmedo, Páramo Bajo Superhúmedo, Páramo Alto Superhúmedo, Cálido Semihúmedo, Cálido Semiárido, Cálido Árido. En la Cuenca del Río Guatapurí prevalecen los pisos térmicos Frío-Páramo, y clase de clima Húmedo.

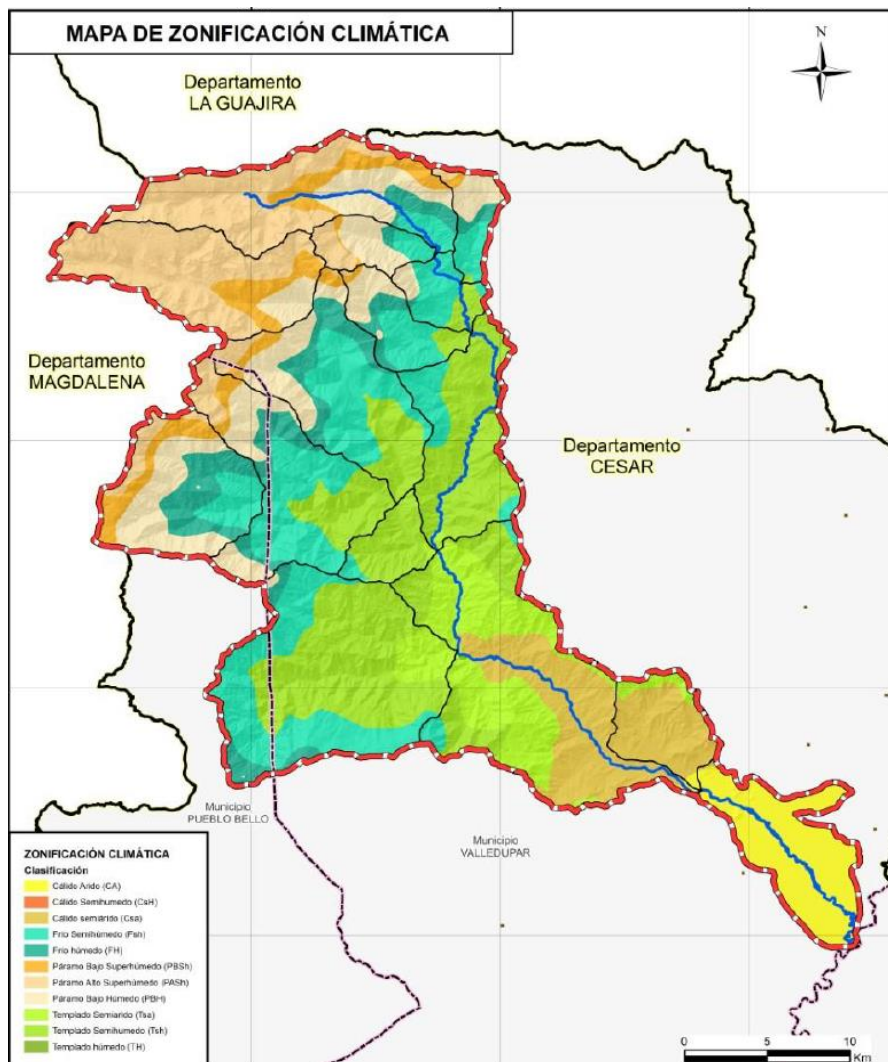


Gráfico 24. Mapa Zonificación Climática.

Fuente: (Pomca Río Guatapurí 2017)

- Índice de Aridez

Según el IDEAM, el Índice de Aridez es una relación entre la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real, lo cual indica que tanta capacidad tiene el ecosistema para mantenerse según la cantidad de precipitación en un periodo de tiempo, este es un indicador importante pues permite establecer posibles zonas de desertificación.

Dentro de la cuenca se encuentran las clasificaciones de IA entre altos excedentes de agua hasta altamente deficitario de agua. Las subcuencas que presentan altos excedentes de agua se localizan al noroeste, estas son Guatapurí Alto Alto, Donachui Alto. Se encuentra una clasificación entre excedentes de agua y moderado en la zona centro y oeste de la cuenca, en las subcuencas Donachui Bajo, Timacá, Yukuinchukua, El Mangal, Mamangueka y Sibilinúa. Al noreste se encuentra el IA entre moderado y excedentes de agua y moderado, las subcuencas son Guatapurí Alto Bajo, Guatapurí Alto Medio, Utumeiyi Surivaquita y río Donachui. Las subcuencas Guatapurí Medio y Capitanejo dan los primeros indicios de déficit de agua, hallazgo que se acentúa en la subcuenca Guatapurí bajo en el extremo sur de la cuenca. La microcuenca abastecedora del municipio de Valledupar comprende zonas entre altos excedentes de agua hasta déficit de agua, ya que abarca la Cuenca del Río Guatapurí hasta la zona media baja.

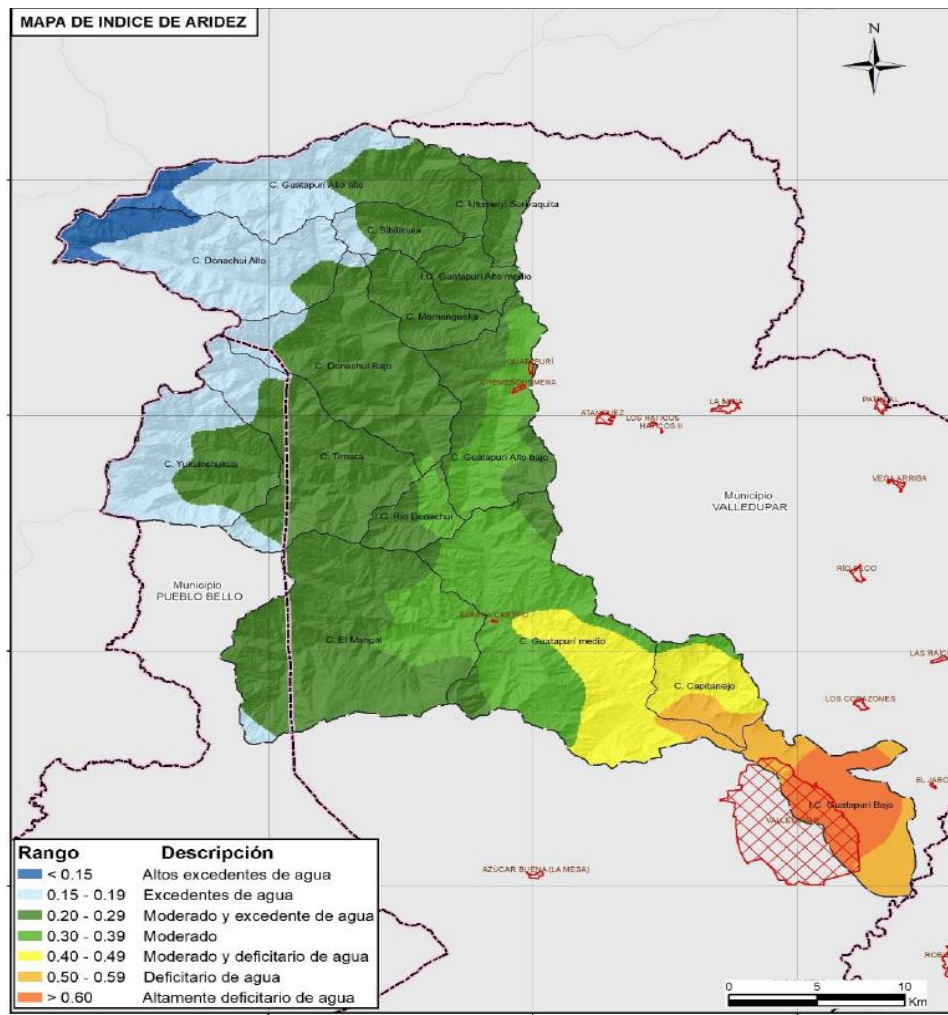


Gráfico 25. Mapa indice de aridez.
Fuente: (Pomca Rio Guatapurí 2017)

- Geología

Geología En la Cuenca del Río Guatapurí afloran unidades litológicas, cuyas edades oscilan desde el Neoproterozoico hasta el Reciente, con procesos sedimentarios que tienen lugar hoy día como las corrientes que conforman su sistema hidrográfico. Estas unidades litológicas dentro de la cuenca se distribuyen de la siguiente manera: la zona norte y noroccidental está constituida por rocas de las formaciones Batolito Central (Jc), Granulita de Los Mangos (PEm), Ignimbrita de Los Clavos (Jlc), Batolito de Atánquez (Ja), Batolitos de Pueblo Bello y Patillal (Jppb) y Depósitos cuaternarios glaciares de morrenas (Qm); la zona oriental está constituida por rocas de las formaciones Granulita de Los Mangos (PEm), Batolito de Atánquez (Ja), Lacolito de Atánquez (Ea), Corual (PTc), Riolita de Golero (Jg), Guatapurí (TJg), Facie Cuarzomonzonita del Batolito de Pueblo Bello y Patillal (Jppb-cm) y Depósitos cuaternarios de Terrazas Aluviales (Qt), Coluviales (Qco) y Aluviales (Qal); la zona más central, centro oriental y occidental de la cuenca está constituida por rocas de las formaciones Granulita de Los Mangos (PEm), Granito Porfírico (Jgp), Guatapurí (TJg), Corual (PTc), Pórfidos Keratófíricos Triásicos (TJp), Riodacita de Los Tábanos (Jt), Sedimentitas Devónicas y Carboníferas de la Cuchilla de Carbonal (DCc), Riolita de Golero (Jg) y Depósitos cuaternarios de Terrazas Aluviales (Qt), Coluviales (Qco), Aluviales (Qal) y Abanicos Aluviales (Q2ab); finalmente la zona sur del área está constituida por rocas de las formaciones Riolita de Golero (Jg), Ignimbrita de Los Clavos (Jlc), y Depósitos cuaternarios de Terrazas Aluviales (Qt), Coluviales (Qco), Aluviales (Qal) y de Llanura Aluvial (Qlla) (Pomca Rio Guatapurí 2017)

Los resultados obtenidos en la síntesis ambiental hacen mención que, en general, todos los conflictos y problemáticas ambientales de la cuenca están dados por los impactos negativos que tienen las actividades antropogénicas en su interior. Para el caso de los problemas y conflictos por uso de la tierra, por uso del recurso hídrico y por la pérdida de ecosistemas estratégicos están ligados a las actividades antropogénicas tales como la contaminación del agua por vertimientos, provocados por las aguas servidas domiciliarias de las comunidades rurales y urbanas afectan el recurso hídrico, no obstante, para este factor tensionante el sistema tendría la capacidad de recuperarse si este factor cesara si presión sobre el recurso. Los indicadores e índices hacen parte formal del diagnóstico de la cuenca, se interpretaron y utilizaron en el análisis situacional para soportar las potencialidades y limitantes de la cuenca, así como para la priorización de los problemas y conflictos y para el establecimiento de las áreas críticas, de lo anterior se extrae la información que se considera relevante para la actualización del PSMV del municipio de Valledupar como se muestra a continuación:

- Hidrología

Tabla 14. Aspectos hidrológicos

Nombre y sigla	Definición	Resultados
ÍNDICE DE USO DE AGUA SUPERFICIAL (IUA)	Cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo de tiempo t (anual, mensual) y en una unidad espacial de referencia j (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espacio.	La microcuenca abastecedora del acueducto del municipio de Valledupar presenta un IUA bajo, ya que se encuentra levemente intervenida por uso de agua para abastecimiento de centros poblados.

- Calidad del agua

Tabla 15. Aspectos de calidad del agua

Nombre y sigla	Definición	Resultados
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA - (ICA)	Determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite además representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.	En la temporada seca la parte alta de la cuenca mantiene Índice de Calidad del Agua Bueno, seguido de esto al inicio de la parte baja disminuye la calidad del agua determinándose como Mala, pero luego del Balneario Hurtado mejora a Regular posiblemente por la disminución de su uso recreativo. Al seguir su recorrido en el cauce hasta la desembocadura presenta detrimento en su calidad del agua. Durante la temporada húmeda el Índice de Calidad del Agua en la parte más alta presenta categoría Aceptable cuya espaciación cambia a Regular a medida que desciende el río hasta llegar a la zona urbana de Valledupar y desembocar en el río Cesar. Lo anterior puede deberse en parte al arrastre de contaminantes por escorrentía producidos por actividades domésticas y agropecuarias en la zona rural; sumado, a la disposición de aguas residuales domésticas sin tratar y mala disposición de residuos sólidos generados en la margen derecha del río Guatapurí donde se ubican barrios subnormales que no cuentan con cobertura total del sistema de alcantarillado.
ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL A LA CALIDAD DEL AGUA - (IACAL)	Refleja la contribución/alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, a escala de subzonas hidrográficas y subcuencas.	se registró una condición de IACAL en categoría Alta en la subcuenca Guatapurí Bajo en el año seco, situación que está influenciada por las descargas directas de aguas residuales domésticas sin tratamiento al cauce del río Guatapurí.

<p>CONFLICTO POR USO DEL RECURSO HÍDRICO</p>		<p>A partir de los datos obtenidos se tuvo un conflicto bajo durante la época climática seca en la cuenca media del río, mientras que en la parte baja este conflicto se acentúa a alto por la fuerte presión sobre el recurso hídrico, asociado a una mayor demanda para ganadería y agricultura dentro de esta subcuenca y en el área de influencia de la misma; igualmente la alta contaminación del recurso hídrico por la presión antrópica proveniente del casco urbano de Valledupar. De igual manera a lo largo de la cuenca se muestran factores y mediciones de variables que indican que el agua del río no es apta para el consumo humano y tiene restricción para otros usos, agrícolas y pecuarios.</p>
--	--	---

- Cobertura y usos de la tierra

Tabla 16. Aspectos cobertura y usos del suelo

Nombre y sigla	Definición	Resultados
<p>ÍNDICE DE PRESIÓN DEMOGRÁFICA - IPD</p>	<p>Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, lo cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad.</p>	<p>Entre el periodo intercensal 2005 – 2017 se pudo apreciar la baja densidad poblacional en casi toda el área de la cuenca, a excepción de algunas subcuencas de la parte media y baja del Guatapurí, donde hay un crecimiento de la población, acompañada de una creciente urbanización en la margen derecha del río en el municipio de Valledupar y moderado para la cuenca media.</p>
<p>PORCENTAJE (%) DE ÁREA RESTAURADAS EN CUENCAS ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS.</p>	<p>Define y cuantifica las áreas restauradas y/o en proceso de restauración a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos Municipales y/o rurales.</p>	<p>En la cuenca río Guatapurí actualmente no se adelantan, ni se han adelantado acciones de restauración en áreas aledañas a los cuerpos hídricos que surten a comunidades principalmente indígenas, en la parte alta y media. La cuenca no cuenta con planes para recuperación de la estructura</p>

		vegetal en el cauce principal, ni en sus tributarios.
--	--	---

De las tablas anteriores se puede decir que la presión contaminante ejercida sobre la cuenca puede ser controlable desde ahora para evitar a futuro deterioro irreversible de la cuenca con la ejecución de proyectos dirigidos a la sensibilización y/o apoyo de comunidades locales en tratamiento de residuos, control de efluentes y vertimientos puntuales por medio de sistemas de tratamiento, ejecución de proyectos aplicativos de la legislación ambiental nacional en el área, entre otras medidas que pueden ser realizadas por parte de las autoridades pertinentes con apoyo interinstitucional.

11.1.2. Corriente receptora Río Cesar.

La cuenca del Río Cesar tiene una extensión de 18485 kilómetros cuadrados, o su equivalencia de 1.848.578 hectáreas, incluyendo todas sus áreas de drenaje en los departamentos del Cesar, Guajira y Magdalena, y es drenada de Norte a Sur por las siguientes cuencas; Microcuencas del río Cesar, Badillo, Río Seco, Guatapurí, Río Pereira, Río Mocho, Cesarito, Tocaimo, Margiriamo, Fernambuco, Guarupal, Ariguaní, Casacará, Tucuy-Sororia, Calenturitas, San Antonio, Maracas, Perete, y en conjunto conforman la gran cuenca del río Cesar, el cual actúa como recurso integrador físico que canaliza las aguas de todas estas cuencas (PORH río Cesar 2013).

El río Cesar se caracteriza por que su nacimiento, es la unión de dos ríos que son; el Río Badillo, que nace en la Sierra Nevada de Santa Marta sobre los 4000 msnm, en la zona rural más alta del Municipio de Riohacha, departamento de la Guajira, los 10°52'0,87" de latitud Norte y 73°23'52,88" de longitud Oeste, y el río Cesar que nace en el sector oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta, sobre los 1900 msnm, en la zona rural del Municipio de San Juan del Cesar, departamento de la Guajira, en 10°51'26,98" de Latitud Norte y 73°14'27,87" de Longitud Oeste, Estos dos afluentes se unen en el sector conocido como Vereda Guacochito, en Jurisdicción de la zona Urbana de la Jagua del Pilar, sobre el kilómetro 88 de la carretera que conduce a la Jagua del Pilar. Su recorrido o trayecto más largo, es el que se extiende desde el sector del Badillo, y tiene una longitud de 686,97 kilómetros aproximadamente desde su nacimiento en el departamento de la Guajira, hasta su desembocadura en los cuerpos de agua adyacentes o humedales que se encuentran bordeando el sector norte de la ciénaga de Zapatosa, Este río tiene la particularidad que atraviesa la mayor parte del Departamento del Cesar, y en su recorrido desde su Nacimiento hasta su desembocadura atraviesa 15 municipios como; Riohacha, San Juan del Cesar, Villanueva, Urumita, La Jagua del Pilar, El Molino en el departamento de la Guajira. Y en el departamento del Cesar recorre los municipios de; Valledupar, La Paz, San Diego, Agustín Codazzi, Becerril, El Paso, Astrea, Chiriguana y Finalmente en Chimichagua.

- Zonificación, Clasificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas

La guía de zonificación, clasificación y codificación de cuencas hidrográficas publicada por el IDEAM, se estableció en la identificación de la red de drenaje, obtenida a partir de la carta catastral, distribuidas en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, clasificándose y codificándose un total de 6 subcuencas.

Tabla 17. Clasificación y codificación de cuencas hidrográficas

Ítem	Nombre Subcuenca	Código
1	R. Cesar	2800 - 000
2	R. Guatapurí	2801 - 000
3	R. Pereira	2801 -003
4	R. Marquezote	2801 - 004
5	R. Mocho	2802 - 001
6	R. Chiriamo	2802 - 002

Fuente: Planta de Aireación 2017

El río Cesar, para el tramo comprendido entre los corregimientos de Guacochito y Los Calabazos (Municipio de Valledupar), es alimentado por los ríos Marquezote, Pereira, Mocho y Chiriamo, ríos pertenecientes a la vertiente derecha, en dirección Norte – Sur del cauce, y para la vertiente Izquierda del cauce el tramo del río Cesar es alimentado por el río Guatapurí.

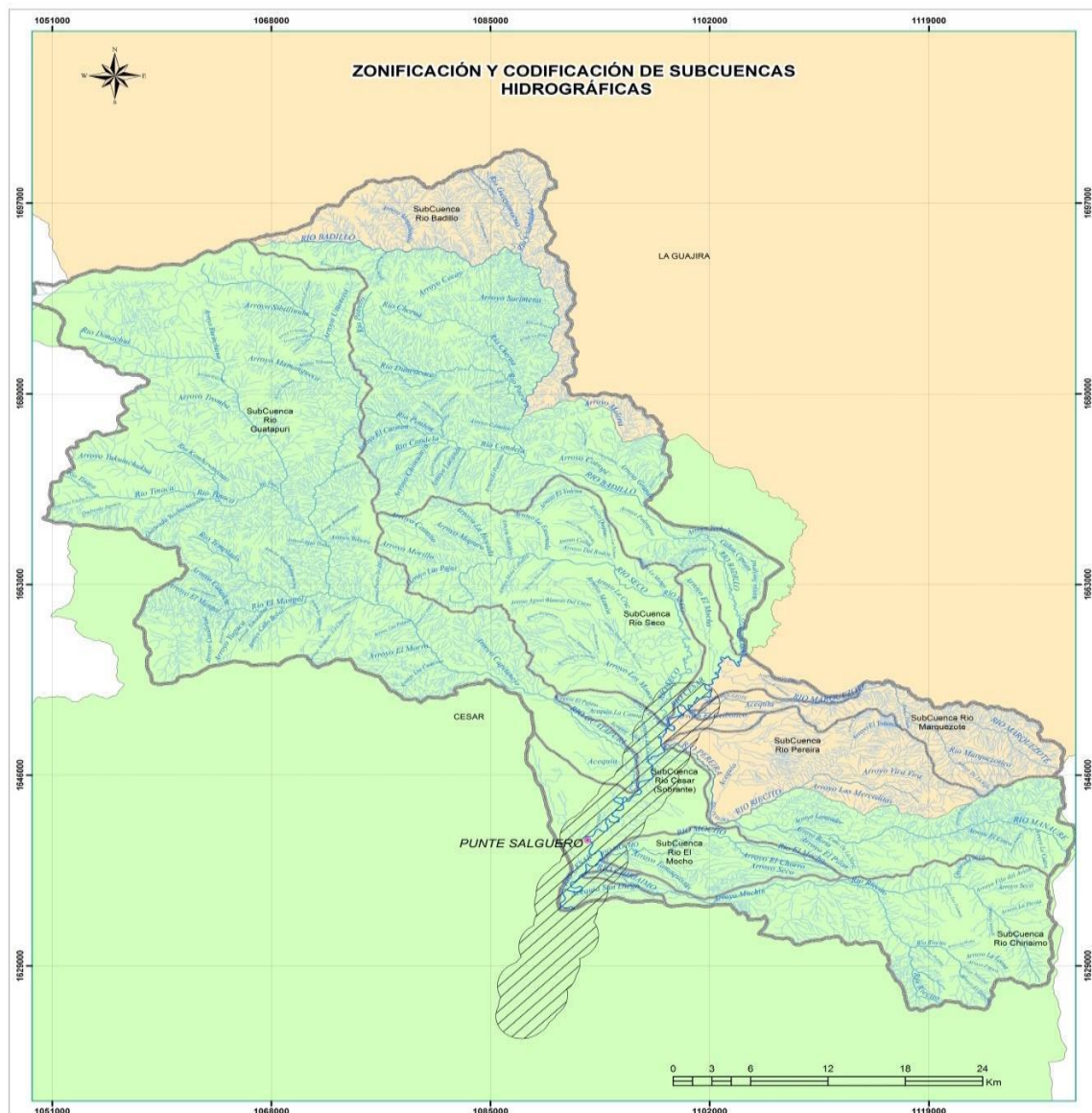


Gráfico 26. Zonificación y Codificación de Subcuencas Hidrográficas.

Fuente: Estudio Planta de Aireación 2017

- **Fisiografía.**

El territorio del Cesar cuenta con cuatro áreas bien definidas; la Primera, al norte, corresponde a la Sierra Nevada de Santa Marta, el macizo montañoso más alto del país con alturas que sobrepasan los 5.700 m sobre el nivel del mar; sus estribaciones llegan hasta la capital y en la parte media está habitada por indígenas arhuacos. La Segunda se halla al este, la serranía de Los Motilones o Perijá, prolongación de la cordillera Oriental, que separa el departamento de la República de Venezuela y del departamento de Norte de Santander, con alturas hasta 3.000 m sobre el nivel del mar; la vertiente oeste que pertenece al Cesar está en proceso de colonización.

La Tercera, al oeste, es el área aledaña al río Magdalena, que se caracteriza por sus numerosas ciénagas, alimentadas por los periódicos desbordamientos del río, finalmente la cuarta es el área formada por las extensas llanuras centrales bañadas por los ríos Cesar y Ariguani, que corresponde al área agrícola más rica del territorio; en ella se encuentran buenas tierras de labor aprovechadas en agricultura y ganadería. Presenta dos sistemas orográficos de importancia: la Sierra Nevada de Santa Marta, al norte, y la serranía de Los Motilones al oriente; dentro de ellos algunos accidentes notables son los cerros Bobalí, la Serranía de Valledupar y los picos Codazzi, El Guardián, La Reina y Ojeda.

- Precipitación

La precipitación promedio multianual máximo de 603.9 mm en los meses de octubre. Mostrando un patrón bimodal, iniciando el año con un periodo prolongado de bajas lluvias hasta marzo, seguido por un corto periodo de lluvias que inicia en el mes de abril con un máximo en el mes de mayo, luego se presenta un periodo de bajas lluvias en los meses de junio y Julio, e inicia el periodo de máximas lluvias desde agosto hasta noviembre, alcanzando su máximo en el mes de octubre, e inmediatamente inicia el periodo prolongado de bajas lluvias desde diciembre.

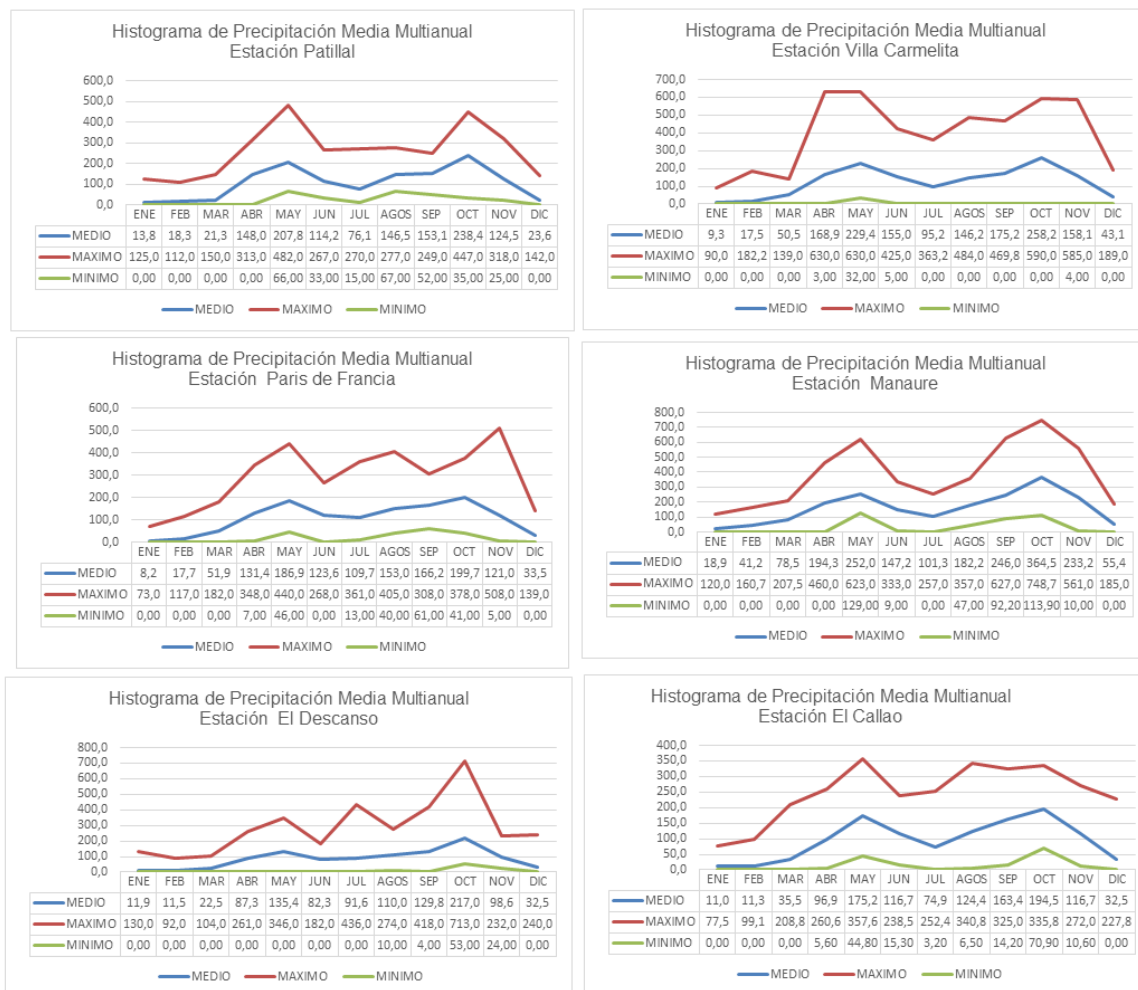


Gráfico 27. Precipitación media multianual
Fuente: Estudio Planta de aireación 2017

- Temperatura

Es uno de los elementos constitutivos del clima que se refiere al grado de calor específico del aire en un lugar y momento determinado, así como la evolución temporal y espacial de dicho elemento en las distintas zonas climáticas.

Temperatura máxima: Es la mayor temperatura del aire alcanzada en un lugar en un día (máxima diaria), en un mes (máxima mensual) o en un año (máxima anual). También puede referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante mucho tiempo (máxima absoluta).

En condiciones normales, y sin tener en cuenta otros elementos del clima, las temperaturas máximas diarias se alcanzan en las primeras horas de la tarde; las máximas mensuales suelen alcanzarse durante julio o agosto en la zona templada del hemisferio norte y en enero o febrero en el hemisferio sur. Las máximas absolutas dependen de muchos factores, sobre todo de la insolación, de la continentalidad, de la mayor o menor humedad, de los vientos y de otros.

Temperatura mínima: Se trata de la menor temperatura alcanzada en un lugar en un día, en un mes o en un año y también la mínima absoluta alcanzada en los registros de temperaturas de un lugar determinado. También en condiciones normales, las temperaturas mínimas diarias se registran en horas del amanecer, las mínimas mensuales se obtienen en enero o febrero en el hemisferio norte y en julio o agosto en el hemisferio sur.

Temperatura media: Se trata de los promedios estadísticos obtenidos entre las temperaturas máximas y mínimas., de dicho lugar. En el climograma empleado como ejemplo, la temperatura mínima se produce en diciembre y la máxima en julio.

La temperatura para la cuenca del río Cesar se encuentra relativamente estable con una fluctuación de dos (2) grados centígrados durante el año, y varía entre los 27,5°C a los 29,5°C, lo cual nos permite evidenciar que la cuenca presenta un clima CÁLIDO DESERTICO según la clasificación Caldas-Lang, Por presentar valores promedios superior a los 25°C, precipitaciones inferiores a los 1000 mm en todo su territorio, y encontrarse en alturas inferior a los 1000 msnm.

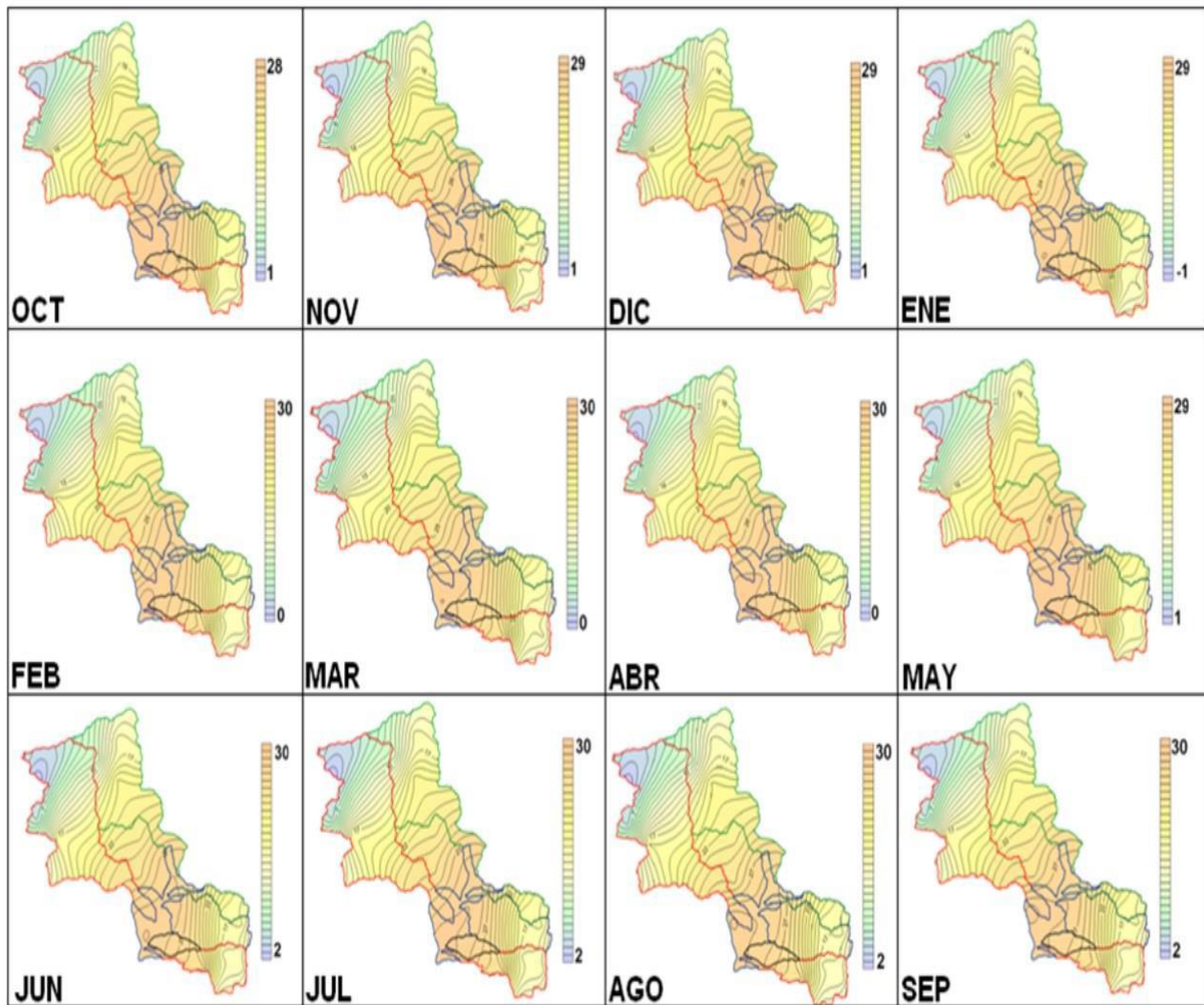


Gráfico 28. Distribución espacial de la temperatura media mensual.

Fuente: (Planta de aireación 2017)

- Humedad Relativa

Para la cuenca del río Cesar y nuestra área de interés, la humedad relativa mostró una tendencia aproximadamente húmeda, ya que en promedio general es de 69,7% con series históricas desde 1970 hasta el 2011. En donde evidencia el comportamiento bimodal de los parámetros climatológicos en el área de estudio, mostrando un incremento de la humedad relativa (Mayor al 75%) para los meses Abril-mayo, y septiembre-noviembre. El resto del año, el comportamiento de la humedad es baja (Menor a 65%).

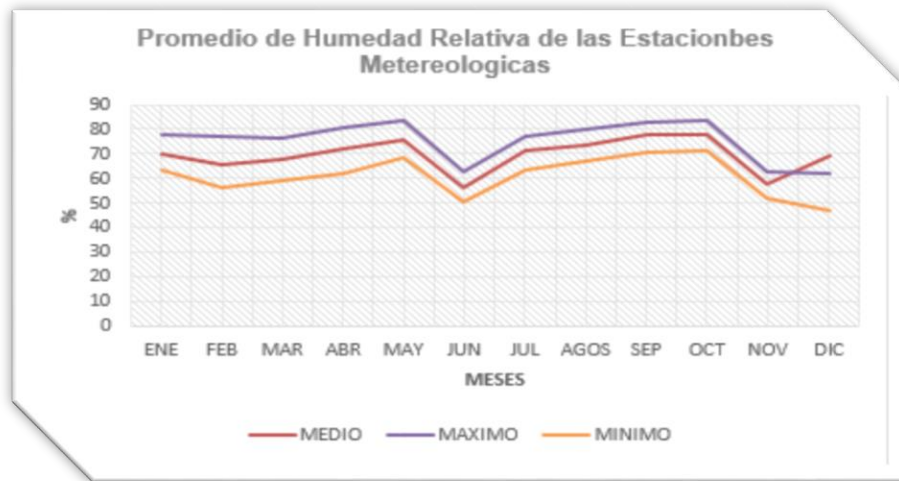


Gráfico 29. Gráfico Promedio de humedad relativa multianual de las Estaciones Meteorológicas.

Fuente: (Planta de aireación 2017)

- Brillo Solar

Los valores altos de brillo solar en la cuenca del Rio cesar se presentan en los meses de diciembre, enero, febrero, (periodos de estiaje, meses de escasas lluvias y cielos despejados) con valores registrados de 226.6, 255.7, y 220.4 horas/mes respectivamente.

Los meses con menor brillo solar representan las épocas de mayor riqueza pluviométrica que son los meses de mayo y octubre con valores de 175.9 y 173.5 horas/mes respectivamente.

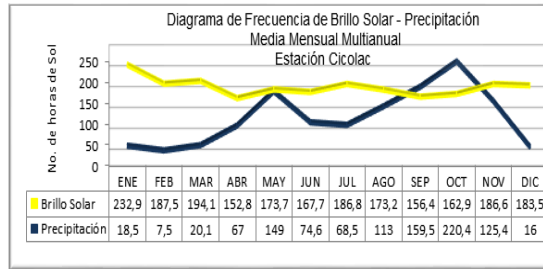
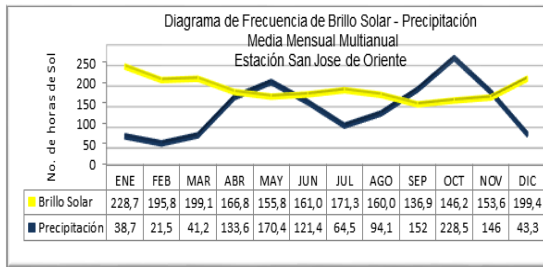
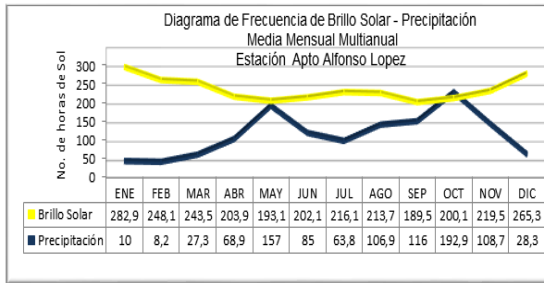


Gráfico 30. Grafico Promedio mensual multianual de brillo solar en las estaciones meteorológicas.

Fuente: (Planta de aireación 2017)

- Viento.

La velocidad del viento alcanza un valor medio de 3.9 m/s. De acuerdo con la escala Beaufort de los niveles de fuerza del viento (m/s) Indica un área de brisa muy débil.

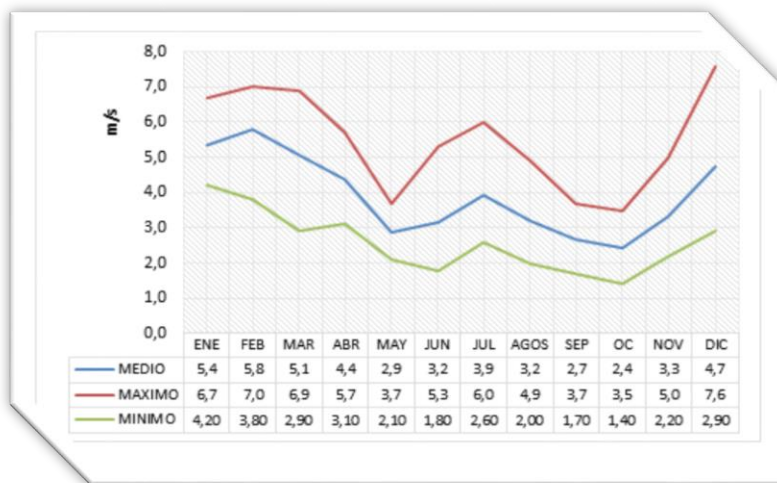


Gráfico 31. Grafico Velocidad del viento mensual multianual de la estación Alfonso López.

Fuente: (Planta de aireación 2017)

- Evapotranspiración.

La estación Alfonso López muestra valores más altos en los meses de febrero y marzo 253,4 y 277,8 mms respectivamente, y valores más bajos en los meses de octubre y noviembre con 156,9 y 154 mms respectivamente.

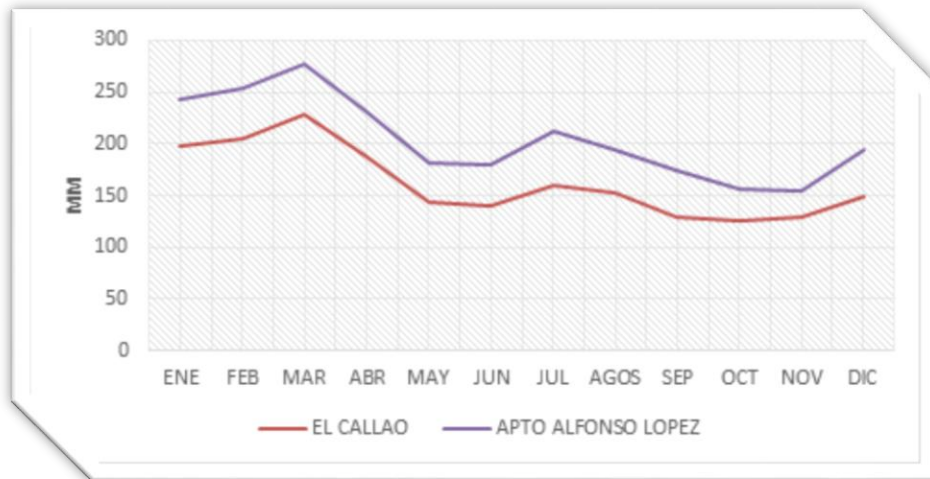


Gráfico 32. Grafico Evapotranspiración promedio mensual multianual de las estaciones meteorológicas.

Fuente: (Planta de aireación 2017)

Resumen:

La subcuenca del río Cesar, tiene una densidad baja que se relaciona con la forma alargada.

- ✍ La subcuenca para el tramo del río Cesar posee una superficie de 194 Km², el factor de forma de Horton indica que la cuenca es de tipo oval oblonga, alargada y por tener un índice de compacidad mayor a 1.8 (Valor adimensional), su apariencia es rectangular con un tipo de relieve moderadamente montañosa y poco accidentado, presenta una corriente principal cuya sinuosidad posee alineamiento curvo, vertientes angostas un largo eje axial.
- ✍ Existen pendientes fuertes, con valores superiores a los 3.06 %, desde las elevaciones aproximadas 500 hasta los 1600 m.s.n.m.
- ✍ La cota máxima es de aproximadamente 1600 m.s.n.m. y mínima de 100 m.s.n.m., La pendiente media de la cuenca es de 27,13% catalogada para un relieve fuerte, su elevación media es de 1099 m.s.n.m. y elevación mediana de 764 m.s.n.m. Posee un coeficiente de masividad moderadamente montañosa y un tipo de relieve poco accidentado

- ✍ Su forma oval - oblonga a rectangular - oblonga, la caracteriza con baja susceptibilidad a crecientes; La Pendiente media del cauce es de 0.07% y pendiente equivalente 0.06%; valor de pendientes que describen caudales con velocidades bajas.
- ✍ Precipitación promedio multianual máximo de 603.9 mm en los meses de octubre. Mostrando un patrón bimodal, iniciando el año con un periodo prolongado de bajas lluvias hasta marzo, seguido por un corto periodo de lluvias que inicia en el mes de abril con un máximo en el mes de mayo, luego se presenta un periodo de bajas lluvias en los meses de junio y Julio, e inicia el periodo de máximas lluvias desde agosto hasta noviembre, alcanzando su máximo en el mes de octubre, e inmediatamente inicia el periodo prolongado de bajas lluvias desde diciembre.
- ✍ El mes de mayo se presenta como el mes del primer período de lluvias máximas secundario; continuando para el mes de octubre con lluvias máximas primarias, respectivamente. Para los meses de enero, febrero, marzo y diciembre caracterizan el periodo de estiaje o de aguas bajas.
- ✍ Los mayores registros de Precipitación promedio totales anuales se presentan en las estaciones Sarachui localizada en la subcuenca Guatapurí a la altura de 1560 m. s. n. m. la estación Manaure localizada en la subcuenca Manaure a 740 m.s.n.m. y la estación Atanquez, localizada en la subcuenca del río Badillo a 800 m. s. n. m., con valores de 2848.9, 1914.7 y 1832.9 mm, respectivamente.
- ✍ El régimen pluviométrico para la estación tipo Climatológica, el callao y Apto Alfonso López, describe un periodo inicial de lluvias en los meses Abril, mayo y junio continuando con un mayor coeficiente para los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, siendo los meses de mayo, septiembre y octubre los más lluviosos; Los meses de menor régimen pluviométrico fueron los meses de Enero – Febrero.
- ✍ Las estaciones el callao, Alfonso López y Sarachui poseen condiciones similares de precipitación en cuanto al régimen pluviométrico es todas se presentan dos periodos de lluvias y dos periodos de estiaje, siendo el mes de octubre con mayor coeficiente de pluviometría y enero y febrero con menor índice pluviométrico.
- ✍ Los meses con temperaturas más altas son marzo y agosto, los meses con temperatura más baja son junio y diciembre; Cabe mencionar que los valores de temperatura están en el rango de 18,3 hasta 30,2 °C.
- ✍ Todas las estaciones meteorológicas de la cuenca del río cesar poseen un comportamiento similar ya que muestran un mayor índice de precipitación en los meses de mayo y octubre a una temperatura promedio de 29.8°C.
- ✍ La Temperatura aumenta hacia la cuenca media, área correspondiente al cauce del río Cesar en el tramo comprendido entre el corregimiento de Guacochito y el corregimiento de los calabazos con valores máximos de temperaturas promedio mensuales de 29.5°C grados centígrados. presenta un patrón bimodal, con un periodo marcado de alta temperatura en el mes de diciembre hasta alcanzar su

máximo valor en el mes de marzo, y otro periodo de alta temperatura para los meses de julio a agosto.

- ✍ La Humedad relativa para la cuenca del río Cesar mostró una tendencia aproximadamente húmeda, ya que en promedio general es de 69,7% con series históricas desde 1970 hasta el 2011. En donde evidencia el comportamiento bimodal de los parámetros climatológicos en el área de estudio, mostrando un incremento de la humedad relativa (Mayor al 75%) para los meses Abril-mayo, y septiembre-noviembre. El resto del año, el comportamiento de la humedad es baja (Menor a 65%).
- ✍ Los valores promedios mensuales multianuales de brillos solar de las estaciones meteorológicas utilizadas para el estudio climatológico, se observa que los valores altos de brillo solar se presentan en los meses de diciembre, enero, febrero, (periodos de estiaje, meses de escasas lluvias y cielos despejados).
- ✍ Los meses con menor brillo solar representan las épocas de mayor riqueza pluviométrica que son los meses de mayo y octubre.
- ✍ Durante los meses de mayor pluviosidad se registran valores de mayor nubosidad, que obstaculiza el paso de la radiación solar directa, mientras que en la época de estiaje es característico cielo despejado (baja nubosidad) y elevado valor en el brillo solar.

11.1.3. Caracterización del área circundante al sistema de tratamiento de aguas residuales el salguero.

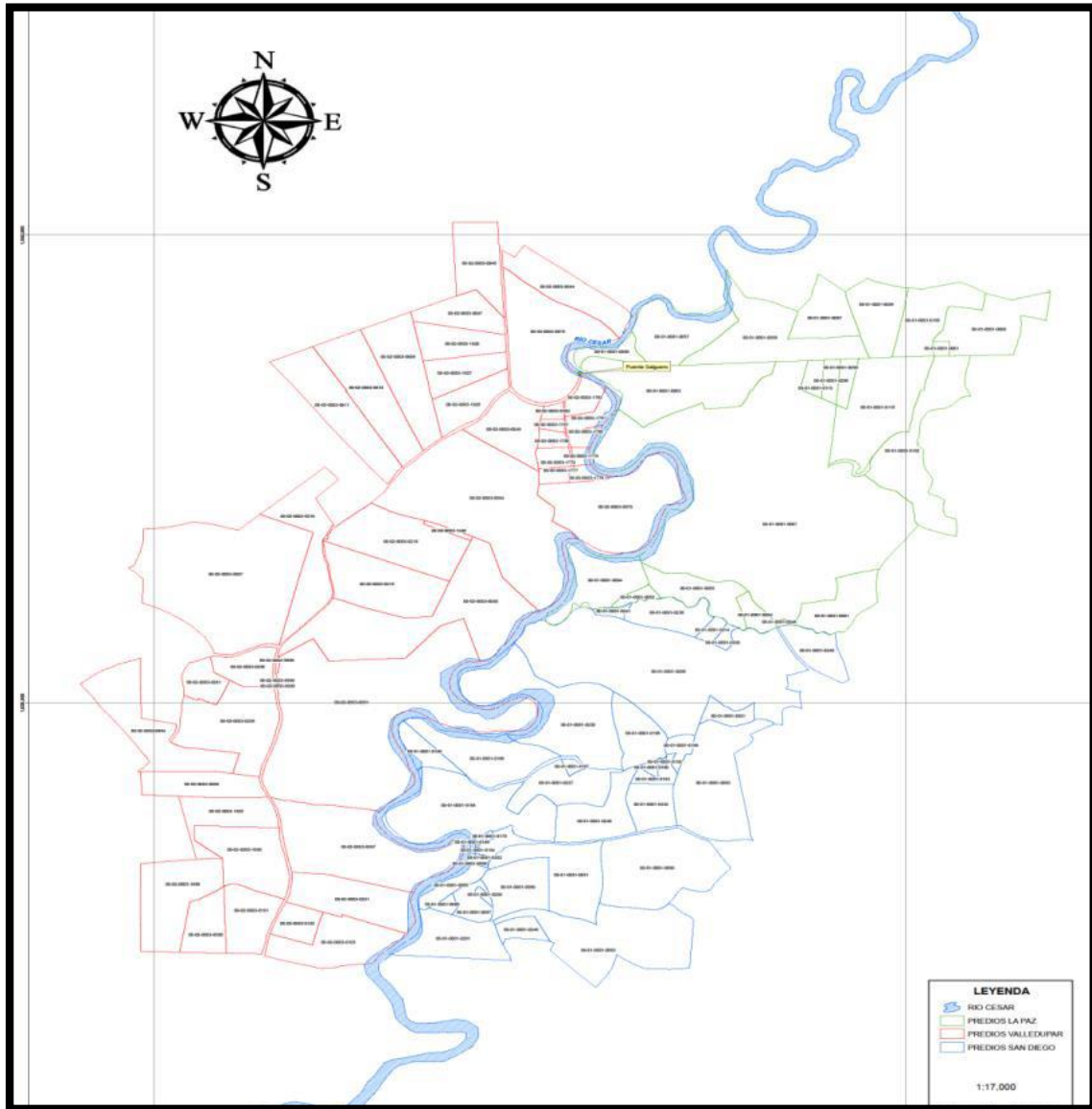


Gráfico 33. Distribución predial
Fuente: Estudio Planta de aireación 2017

Resumen Catastral

Desde el punto de vista predial, los resultados obtenidos en materia de estructura del área general y específica de estudio, se resumen a continuación:

- ✍ A través de la cartografía predial, se identificó que el número de predios involucrados en el área general de estudio es de 99; distribuidos 41 en el municipio de Valledupar, 39 en San Diego y 19 en La Paz.
- ✍ Teniendo como eje central el punto de vertimiento de las aguas del puente Salguero), involucra 7 predios, 2 en el municipio de La Paz, y 5 en el municipio de Valledupar.
- ✍ el área directa de estudio, el predio de mayor extensión territorial con 104.000 Ha, es el predio propiedad de EMDUPAR S.A; el cual a su vez registro uno de los valores geoeconómico más alto de 20.
- ✍ Los valores geoeconómicos promedio que presentaron los terrenos involucrados en el proyecto permiten concluir que los predios presentan muy buenas características físicas, con buenas vías y buen acceso al agua.
- ✍ Con base en los resultados obtenidos, recomendamos a la hora de tomar la decisión del punto de ubicación de la plata de aireación, utilizar el predio propiedad de EMDUPAR, dado a que:
- ✍ Por ser propiedad de EMDUPAR S.A E.S.P, que en este caso es la entidad contratante, evitaría asumir sobre costos derivados de la compra de un predio distinto y/o pago de servidumbre por la utilización física parcial del mismo, que afectarían al alza el presupuesto oficial dispuesto para el diseño y construcción, hecho que podría generar un desequilibrio financiero.
- ✍ Por sus características físicas, accesibilidad a través de una vía primaria, estructura existente de servicio públicos y su cercanía con la fuente hídrica objeto de intervención.
- ✍ Su amplia extensión territorio facilitaría adelantar acciones de obras civiles, arquitectónicas y ambientales sin generar mayores traumatismos al entorno cercano.

11.2. Disposiciones relevantes del ras 2017

Mediante resolución No 0330 del 8 de junio de 2017, emanada del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, se adoptó el reglamento técnico para el sector agua potable y saneamiento básico RAS y se derogaron las resoluciones 1026 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.

Esta resolución reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Dentro de las disposiciones relevantes del mencionado documento RAS 2017, se destaca entre otras etapas, la etapa de PLANEACIÓN, factor importante que se deriva del diagnóstico, las condiciones actuales de los sistemas, la articulación de los proyectos con los documentos de planeación territorial y de desarrollo, estudios, alcances, formulación y priorización, entre otros aspectos. A continuación, se mencionan aspectos representativos de esta etapa derivados del contenido del mencionado acto administrativo:

Artículo 5. Alcance. Las entidades territoriales, las personas prestadoras de servicios públicos y otras que promuevan y desarrollen inversiones en acueductos y/o aseo, deben identificar, dentro de sus herramientas de planeación sectorial, los proyectos de infraestructura cuyo desarrollo es prioritario en su jurisdicción relacionados con ese sector, con el propósito de satisfacer necesidades racionalizando los recursos e inversiones, de forma que se garantice la sostenibilidad del proyecto.

Artículo 6. Articulación de los proyectos de acueducto y alcantarillado con planes o esquemas de ordenamiento territorial, los planes ambientes, regionales y sectoriales. Las personas prestadoras deberán articular sus proyectos de infraestructura con sus planes y programas de prestación del servicio, con los objetivos, metas, programas, proyectos y actividades definidos en las diferentes herramientas de planeación, tales como:

- Planes o esquemas de ordenamiento territorial, según el caso y lo establecido en el Decreto 2981 de 2013.
- Planes de Ordenamiento y Manejo de cuencas – POMCAS.
- Planes sectoriales como los PSMV, los planes establecidos en la regulación tarifaria, los planes de emergencia y contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.
- Los mapas de riesgo de la calidad de agua.

Artículo 8. Actividad preliminar. Las actividades preliminares para emprender el proyecto deberán incluir:

- Diagnóstico detallado de la situación del municipio.
- Determinación de la población afectada.
- Características socio-culturales de la población y participación comunitaria.
- Cuantificación de la demanda y/o necesidades.
- Diagnóstico y evaluación del sistema existente.

Artículo 10: Estudios Básicos. Los estudios básicos mínimos que deben contener los proyectos, deben considerar lo siguiente:

- Condiciones generales.
- Disponibilidad de agua y balance hídrico.
- Geología, geomorfología y suelos.
- Estudios fotogramétricos, topográficos y trabajos de campo.
- Infraestructura existente de otros servicios.
- Disponibilidad de energía eléctrica y de comunicaciones.
- Vías de acceso.
- Disponibilidad de mano de obra y de materiales de construcción.

- Estudios socioeconómicos.

Artículo 11. Definición del alcance de la intervención. Se deberá establecer de manera clara los problemas y necesidades a los que pretende responder, así como los objetivos y metas que permitan resolverlos de manera estratégica.

Artículo 12. Formulación y priorización de proyectos. La formulación y priorización de los proyectos debe realizarse de manera tal que atienda de la mejor forma los objetivos y metas identificados, permitiendo responder a las necesidades planteadas de acuerdo con su gravedad.

Artículo 15. Elaboración del plan de obras. La solución de ingeniería que se desarrolle para responder a la problemática detectada en el inmediato, corto, mediano y largo plazo, tendrán que ser llevados a la formulación, cálculo y dimensionamiento de una serie de proyectos y obras de las cuales se determinaran las características y los costos de los permisos, concesiones, predios, construcción, operación y mantenimiento.

Artículo 18. Productos. Como resultado de la etapa de planeación, se deberá obtener un documento consolidado que como mínimo tenga en cuenta los siguientes capítulos:

- Valoraciones técnicas, demanda, oferta.
- Estudios básicos realizados.
- Análisis de cuellos de botella.
- Formulación de alternativas.
- Valoraciones de costo mínimo y nivel de exigencia.
- Memorias de cálculo.

Posterior a esto se establecen aspectos relacionados con el DISEÑO de ingeniería de todos los componentes que involucran lo relacionado con acueducto, alcantarillado y/o aseo, al respecto se incluyen los criterios de diseño, definición y localización de los componentes del proyecto, topografía, suelos y geotecnia, obras complementarias, presupuesto y cronograma de obras, entre otros aspectos.

Dentro de la mencionada resolución también se contempla todo lo relacionado con la CONSTRUCCION lo cual incluye la definición de métodos constructivos y materiales, seguridad industrial y salud ocupacional.

La OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO también se tiene en cuenta en esta norma, destacando aspectos relacionados con sistemas de monitoreo y control, capacitación y asistencia técnica.

También está incluida la INTERVENTORIA de los proyectos de acueducto, alcantarillado y/o aseo, controles y resultados de la misma.

Otro aspecto a destacar dentro del contenido de la resolución 0330 de 2017 es lo relacionado con los REQUISITOS TÉCNICOS, donde se incluyen todos los parámetros y procedimientos técnicos que se deben cumplir para los diferentes procesos relacionados con los sistemas de acueducto, alcantarillado y/o aseo, con el fin de garantizar estabilidad,

durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia, al respecto la norma establece lo siguiente:

Artículo 40. Periodo de diseño. Para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta como periodo de diseño 25 años.

Artículo 43. Dotación neta máxima. Debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto, o en su defecto, recopilada en el Sistema Único de Información SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD, siempre y cuando los datos sean consistentes. En todos los casos, se deberá utilizar un valor de dotación que no supere los máximos establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 18. Altura promedio vs dotación neta máxima

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACION NETA MAXIMA (L/HAB*Dia)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: RAS 2017.

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que la altitud del municipio de La Paz no supera los 1000 m.s.n.m, se debe utilizar una dotación Neta Máxima de 140 L/HAB*Dia.

Posteriormente la resolución 0330 de 2017 establece todas las consideraciones técnicas generales para los SISTEMAS DE ACUEDUCTO, definiendo esquemas para determinar caudales de diseño, dotación bruta, tuberías, estaciones de bombeo.

De igual manera se establecen los requisitos para tener en cuenta en los SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACIÓN, requisitos hidrológicos y capacidad de la fuente superficial, requisitos hidrogeológicos y para el diseño de pozos en fuentes subterráneas, requisitos para el diseño y tipo de estructuras de captación de agua superficial y todos los componentes del sistema de captación y abastecimiento.

Se incluyó también la temática de SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION, lo cual contempla aducción y conducción, redes de distribución, instalación de tuberías, presiones y diámetros de redes, válvulas, caudal de incendios, hidrantes, mediciones de caudal y presión, micromedición. Al igual que las ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS DE ACUEDUCTO como unidades de bombeo, anclajes y tanques de almacenamiento y los lineamientos para la PUESTA EN MARCHA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ACUEDUCTO, lo que incluye entre otros aspectos fugas y pérdidas, patrones de consumo y mantenimientos.

La resolución reglamenta también los SISTEMAS DE POTABILIZACION DE AGUAS y la CARACTERIZACION Y TRATABILIDAD DEL AGUA CRUDA, al igual que las

TECNOLOGIAS Y PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO como potabilización, aireación, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, ablandamiento, oxidación química, intercambio iónico, filtración por adsorción y desinfección, entre otros aspectos.

Para el tema de alcantarillado se establecen lineamientos mínimos de los SISTEMAS DE RECOLECCION Y EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PLUVIALES, se dictan CONSIDERACIONES TECNICAS GENERALES DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO, incluyendo caudal de aguas residuales, caudal de aguas lluvias y combinadas, modelación y localización de redes, REDES DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES, REDES DE ALCANTARILLADO NO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES, REDES DE ALCANTARILLADO DE AGUAS PLUVIALES Y COMBINADAS, ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO, PUESTA EN MARCHA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO.

En cuanto a la CARACTERIZACION Y TRATABILIDAD se contempla la línea base de caracterización del agua residual cruda y estudios de toxicidad cuando esto lo amerite.

De igual manera se reglamentan los TRATAMIENTOS DESCENTRALIZADOS, incluidos en trampas de grasa, tanques sépticos in situ y prefabricados, filtro anaeróbico de flujo ascendente, campos de infiltración, humedales artificiales y los TRATAMIENTOS CENTRALIZADOS.

Se incluye también lineamientos para los SISTEMAS DE ASEO URBANO que contiene los requisitos técnicos de obligatorio cumplimiento para el diseño de sistemas de recolección y transporte con y sin aprovechamiento, incineración, rellenos sanitarios que forman parte de los sistemas de aseo urbano.

11.3. El PGAR – Plan de Gestión Ambiental Regional - 2019-2040:

La Planificación estratégica ambiental regional, es la táctica para garantizar la planificación integral por parte del Estado, del manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales, a fin de garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución, conforme a lo dispuesto en el artículo 80 de la Constitución Nacional. Los planes ambientales de las entidades territoriales estarán sujetos a las reglas de armonización de que trata el presente artículo.

Los departamentos, municipios y distritos con régimen constitucional especial, elaborarán sus planes, programas y proyectos de desarrollo, en lo relacionado con el medio ambiente, los recursos naturales renovables, con la asesoría y bajo la coordinación de las Corporaciones Autónomas Regionales a cuya jurisdicción pertenezcan, las cuales se encargarán de armonizarlos.

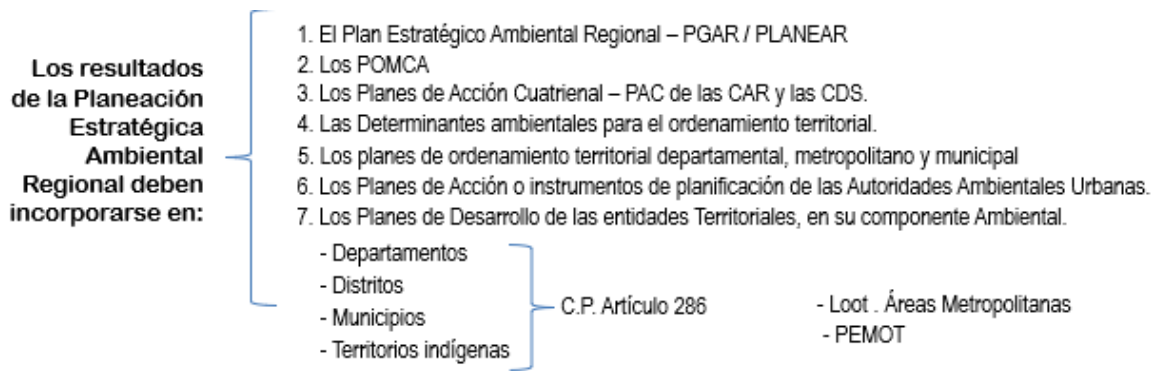


Gráfico 34. Planeación estratégica

El Plan de Gestión Ambiental Regional es el instrumento de planificación estratégico de largo plazo de las Corporaciones Autónomas Regionales para el área de su jurisdicción, que permite orientar su gestión e integrar las acciones de todos los actores regionales con el fin de que el proceso de desarrollo avance hacia la sostenibilidad de las regiones. (Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.8.6.3.1. Plan de Gestión Ambiental Regional, PGAR).

El PGAR de Corpocesar 2019-2040 denominado “Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible del Departamento del Cesar” fue planificado en respuesta a un diagnóstico científico indicativo; cuyo escenario se resume así:

(...) Existe vulnerabilidad en todos los ecosistemas estratégicos del departamento, limitando la capacidad de oferta de bienes y servicios para satisfacer la demanda social, económica y ambiental, con el fin de sustentar el desarrollo sostenible en el Cesar e impactar en indicadores como: ODS, PIB, OCDE, Competitividad, Gini departamental y Crecimiento económico. Corpocesar, 2019).

Para modificar este escenario, la visión se consolida en una imagen objetivo a 2040, articulada a la agenda global vigente (ODS 2026-2030) y bajo programas enmarcados a cinco (5) líneas estratégicas; ajustables en el 2030.

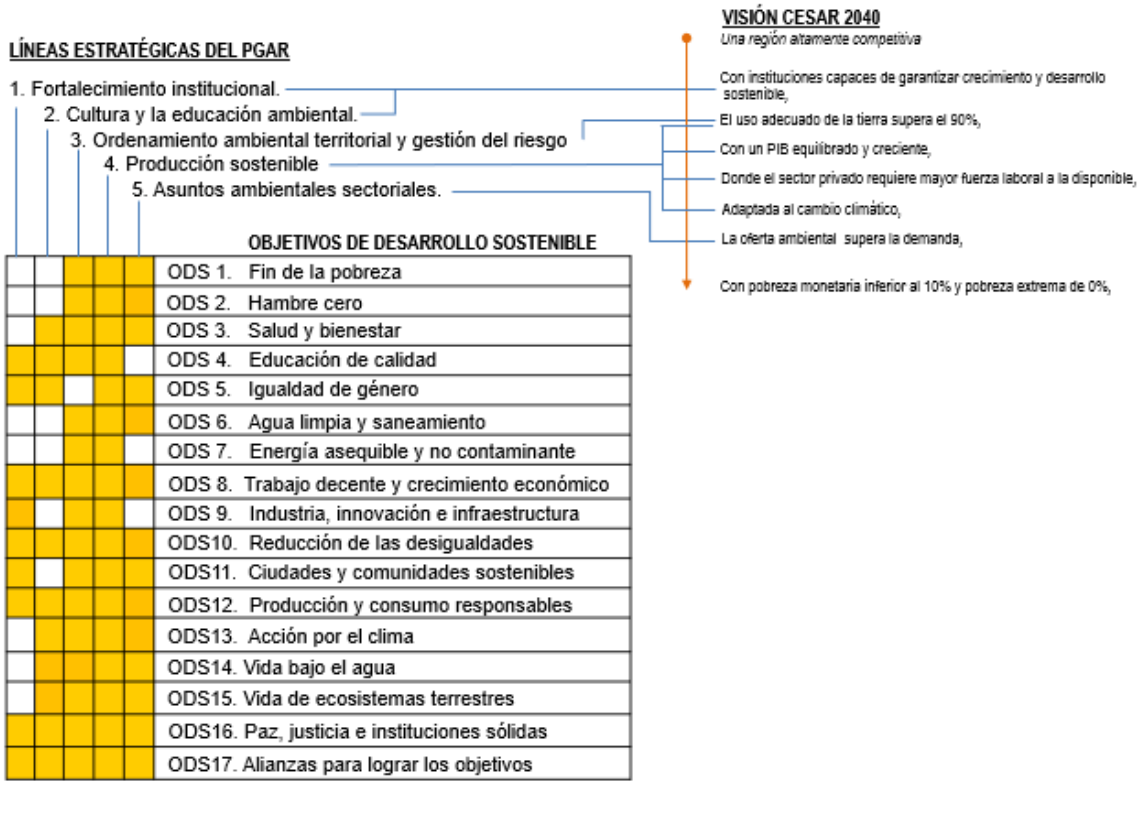


Gráfico 35. Líneas estratégicas.
Fuente: PGAR 2019-2040

La línea estratégica No 5: “Asuntos ambientales sectoriales”, persigue que la oferta ambiental supere la demanda, a través de programas; a los cuales deben articularse las políticas locales, mediante sus instrumentos de planificación relacionados con temas de agua potable y saneamiento, en particular, como PDM, PSMV, POT, PUEAA, entre otros, para alcanzar la gestión integral del recurso hídrico,

11.4. Plan de desarrollo municipal 2019 – 2023

El municipio de Valledupar actualmente cuenta con el Plan de Desarrollo “Valledupar en orden 2020 – 2023” correspondiente al periodo de la Alcaldía municipal, el cual tiene como objetivo general: potencializar las inversiones de capital de conocimiento y productividad frente a las necesidades de bienestar de los ciudadanos, promoviendo las alianzas público-privadas-sociedad civil, la cooperación internacional focalizada en el desarrollo económico innovador y brindando oportunidades de crecimiento e innovación con la implementación de planes, programas y proyectos dirigidos y orientados al mejoramiento de la calidad de vida de los vallenatos, la prosperidad y el desarrollo territorial, con la búsqueda permanente

de un municipio sostenible e inteligente que permita mejorar la infraestructura, la logística y los servicios urbanos y rurales.

Dentro del documento se enmarcan diferentes líneas estratégicas entre las cuales se encuentra: calidad y eficiencia de los servicios públicos. Mencionan la situación actual del agua potable y saneamiento básico del municipio de Valledupar como se detalla a continuación:

- Cobertura de los servicios de acueducto y alcantarillado: En el municipio de Valledupar el Censo Nacional Población y Vivienda 2018 realizado por el DANE, la cobertura del servicio público domiciliario de acueducto fue porcentuada con un 94.89%.

Emdupar S.A. E.S.P. para el año 2019 reportó a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD en la plataforma SUI, una cobertura del 99.20% en la zona urbana del municipio de Valledupar, obteniendo un promedio en el cuatrienio 2016-2019 de 98.61% y un aumento del mismo en un 1.20%.

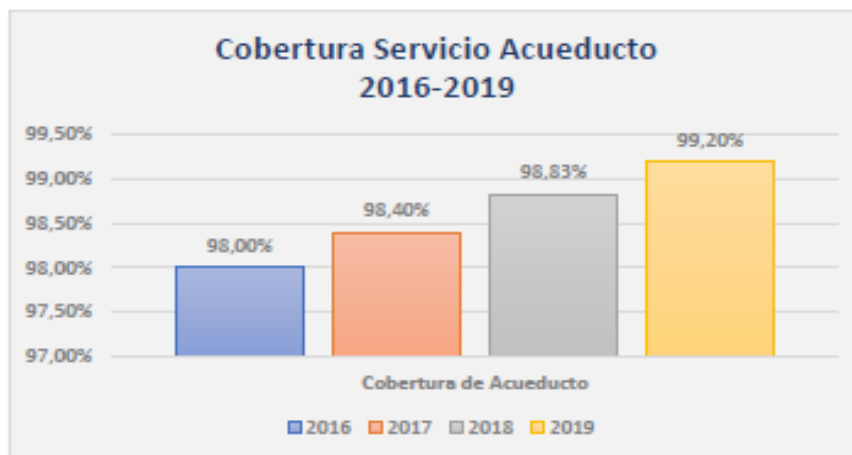


Gráfico 36. Cobertura servicio Acueducto. Fuente. PDM 2020 – 2023

Esta cobertura año 2019 se encuentra distribuida en la zona urbana del municipio de Valledupar en 95.524 suscriptores de los cuales 89.647 son usuarios residenciales y 5.877 usuarios no residenciales, con una variación entre los años 2018 y 2019 con tendencia al aumento de 2.061 suscritores.

En cuanto al servicio público domiciliario de alcantarillado, Emdupar S.A. E.S.P. para el año 2019 reportó a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD en la plataforma SUI, una cobertura del servicio de alcantarillado del 98.39% en la zona urbana del municipio de Valledupar, obteniendo un promedio en el cuatrienio 2016-2019 de 97.21% y un aumento del mismo en un 2.77%.

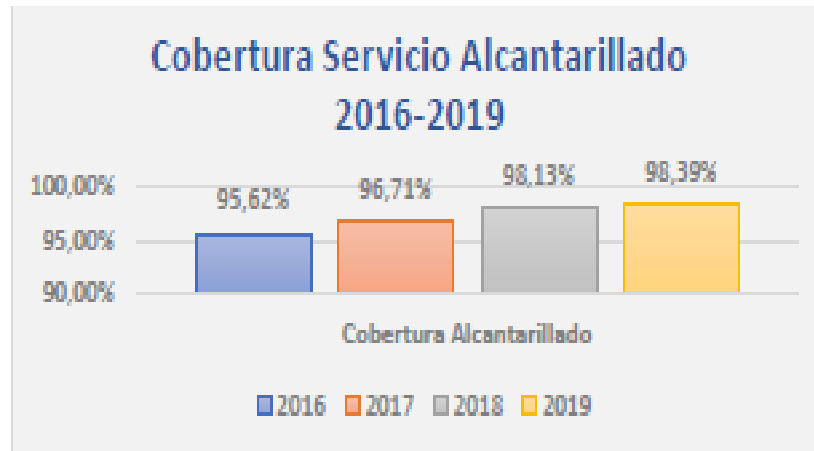


Gráfico 37. Cobertura servicio alcantarillado. Fuente. PDM 2020 – 2023

Esta cobertura año 2019 se encuentra distribuida en la zona urbana del municipio de Valledupar en 95.542 suscriptores de los cuales 89.656 son usuarios residenciales y 5.796 usuarios no residenciales, con una variación entre los años 2018 y 2019 con tendencia al aumento de 1.841 suscriptores.

- Calidad del agua potable: En el municipio de Valledupar los resultados obtenidos de los análisis del agua para consumo humano durante los meses del año 2019 y de conformidad con los artículos 24, 25, 26 y 27 de la Resolución 2115 de 2007, son los referidos en la siguiente tabla, informes consolidado mensual por municipios años 2018-2019 y en la carta de certificación autoridad sanitaria que se anexa al informe, el cual presenta un promedio anual de nivel de riesgo de 1.29% en estado SIN RIESGO. Hay que tener en cuenta que Emdupar viene año tras año manteniendo en este nivel.

Tabla 19. Nivel de riesgo.

Mes	IRCA (%) SIVICAP	Nivel de riesgo SIVICAP
Enero	0.00%	SIN RIESGO
Febrero	0.00%	
Marzo	0.00%	
Abril	1.81%	
Mayo	5.49%	BAJO
Junio	4.00%	SIN RIESGO
Julio	4.17%	
Agosto	0.00%	
Septiembre	0.00%	
Octubre	0.00%	
Noviembre	0.00%	
Diciembre	0.00%	
Promedio anual	1.29%	SIN RIESGO

Fuente. PDM 2020 – 2023.

- Tratamiento de aguas residuales: En el municipio de Valledupar el indicador de tratamiento de aguas residuales es del 96% para el año 2015 al 98% en el año 2019.

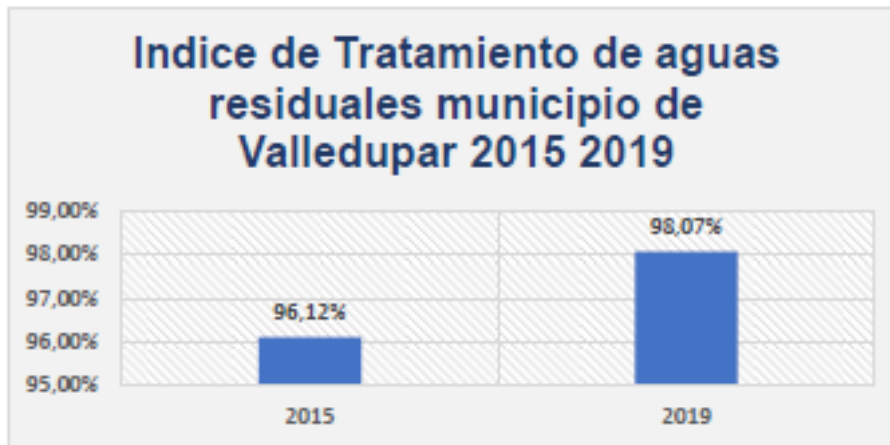


Gráfico 38. Índice de tratamiento de aguas residuales. Fuente. PDM 2020 – 2023

- Continuidad en el servicio de acueducto: La Empresa viene manteniendo en los últimos cinco años un promedio de continuidad del servicio superior a las 23 horas/día. Para este indicador en el año 2019 fue de 23.89 horas/día, con un promedio de continuidad del 99.64%.

11.5. Plan maestro de acueducto y alcantarillado - PMAA

El municipio de Valledupar en el año 2014 formuló el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado la ciudad de Valledupar. Actualmente el casco urbano de dicho municipio cuenta con un sistema de alcantarillado separado, es decir, una red de agua residual y una red de agua lluvia independiente. Toda el agua residual es recolectada y conducida hacia las lagunas de tratamiento El Salguero, el cual vierte las aguas al río Cesar.

Las aguas lluvias son interceptadas por sumideros ubicados a lo largo de la ciudad y conducidas por medio de canales o box culvert a diferentes puntos de vertimiento sobre el río Guatapurí.

11.6. Programa de uso eficiente y ahorro del agua - pueaa

El municipio de Valledupar se abastece del río Guatapurí para brindar a su población el servicio de agua potable a través de la empresa de servicios públicos EMDUPAR S.A. E.S.P.

Las concesiones hídricas sobre el río Guatapurí, por pertenecer a una corriente reglamentada, mantienen su vigencia, mientras la reglamentación no haya sido revisada o variada. Actualmente EMDUPAR S.A E.S.P. cuenta con una concesión de 1800 l/s de dicha corriente hídrica superficial en beneficio del acueducto municipal de Valledupar -Cesar.

Mediante la Resolución No. 1391 del 21 de octubre de 2015, Corpocesar, aprueba el Programa de Uso y Eficiente del Agua para la empresa EMDUPAR S.A. E.S.P., con una vigencia de cinco (5) años, el cual es una herramienta vital para lograr el desarrollo de buenas prácticas de consumo de agua potable.

11.7. Resumen generalidades del municipio

Tabla 20. Generalidades del municipio

Nombre completo del Municipio		VALLEDUPAR			
Empresa prestadora del servicio de alcantarillado		EMDUPAR S.A. E.S.P.			
NIT		892.300.548-8			
Población actual (Año 2020) (Habitantes)	532.958	Altura (msnm) - RAS 2017		168	
Cuenta el Municipio con:	POT	X	PBOT		EOT
	Año de aprobación	2015			
	¿Se encuentra en actualización?	Si		No	X
Cuenta con plan maestro de acueducto y alcantarillado o con diseños del sistema de recolección de AR		Si	X	No	
Fecha de elaboración		2014			
¿Se encuentra en actualización?		Si		No	
Cuenta con PSMV aprobado (Si/No)	Si	Año de vigencia PSMV	2010		
¿Ha presentado ajustes al PSMV aprobado? (Si/No)	No	Resolución (es)	N/A		



12. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE VALLEDUPAR – EMDUPAR S.A. E.S.P.

12.1. Aspectos generales.

Descripción:

La Empresa de servicios públicos de Valledupar EMDUPAR S.A ESP, es una sociedad anónima del orden municipal, constituida el 04 de agosto de 1974. Esta empresa presta los servicios de agua potable y saneamiento ambiental en el municipio de Valledupar – Cesar. Se encuentra inscrita en el Registro Único de Prestadores (RUPS), en el cual tiene inscritas las actividades de captación, aducción, tratamiento, conducción, almacenamiento, distribución y comercialización para el servicio de acueducto y las actividades de recolección, conducción de residuos líquidos, tratamiento, disposición final y comercialización en la ciudad de Valledupar – Cesar.

Misión:

Prestar servicios de acueducto y alcantarillado con productos y servicios de calidad, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental, económica y social de la región, articulando cada una de sus estrategias del cuatrienio con planes y políticas del orden nacional, regional o local.

Visión:

Ser una empresa de servicios públicos líder en la región, competitiva y reconocida en los mercados nacionales, garantizando la sostenibilidad Ambiental, Económica y social.

12.2. Situación legal.

En desarrollo de las funciones de inspección, control y vigilancia asignadas por el artículo 13 de la Ley 689 de 2001, corresponde a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios “Evaluar la gestión financiera, técnica y administrativa de los prestadores de servicios públicos sujetos a su control, inspección y vigilancia, de acuerdo con los indicadores definidos por las Comisiones de Regulación”.

La Superintendencia suscribió un programa de gestión con la empresa de Servicios Públicos de Valledupar EMDUPAR S.A. E.S.P. el día 25 de mayo de 2017, con el fin de mejorar la prestación de servicios, con una duración de 18 meses y terminando el periodo de ejecución del programa el día 25 de octubre de noviembre de 2018.

Por lo anterior, este programa fue evaluado entre los días 17 al 19 de junio de 2019, donde se obtuvieron algunos de los resultados que se muestran a continuación:

Aspectos administrativos: Se cumplió un 93% del total de los compromisos a cumplir durante el transcurso del programa de Gestión.

- Reorganización de la planta de personal en consideración con las necesidades de la empresa: Se realizó una modificación de las dependencias y de la planta de personal, el cual se realizará de manera gradual durante los siguientes 4 años.
- Obtención de certificación de Competencias Laborales para el personal operativo de los sistemas de acueducto y alcantarillado: Los trabajadores suscritos a la División de Mantenimiento de Redes, todos se encuentran certificados (34 empleados), por otro lado, los suscritos en la División de Producción se cuenta con un total de 23 trabajadores de los cuales se certificaron 15. De lo anterior, se tienen 49 trabajadores certificados de un total de 57 que son certificables.

Aspectos comerciales: Se cumplió un 98% del total de los compromisos a cumplir durante el transcurso del programa de Gestión.

- Asignación de recursos en las labores de verificación en terreno, suspensiones, reconexiones, verificación de suspensiones: Se reitera a la empresa el beneficio de disponer de personal suficiente para realizar suspensiones y seguimiento al total de suscriptores en mora.
- Información actualizada y de calidad: a la fecha de la visita de evaluación, tenían un porcentaje de cargue del 97% al SUI.
- Recaudo de subsidios adeudados por el municipio: a la fecha de la evaluación, los estados de giro de los subsidios por parte del municipio se encontraban al día.
- Reducción de pérdidas comerciales, instalación de nuevos medidores, revisión y cambio de medidores con falla y obsoletos: Para el año 2019, se han instalados 4089 medidores del mes de enero hasta mayo, y en ese mismo periodo se incorporaron 1088 suscriptores.
- Atención de usuarios y PQR: en la atención de PQR, con el fin de dar solución más rápida a algunos reclamos de los usuarios, en la División de Atención al Usuario se atienden aquellos reclamos cuyo proceso de investigación y análisis no requieren de tiempo largo, la información se encuentra en el sistema y basta con una revisión. Así, en mayo de 2019, los reclamos atendidos de manera inmediata en la División en mención fueron:

Tabla 21. Reclamaciones realizadas en EMDUPAR

Tipo del Reclamo	Cantidad
Área de Atención al Usuario	
Inconformidad con el consumo	105
Descuento por predio desocupado	63
Área cobro coactivo	
Reliquidación por no medidor	245
Prescripción	79
Área PQR	1556
Total	2048

No obstante, en el documento de Plan estratégico Emdupar 2020 – 2023, reportan que el software comercial de la empresa, registró un total de 22.073 peticiones, quejas y reclamos para todo el año 2019.

- Usuarios por Servicio Prestado: Con base en el documento Plan estratégico Emdupar 2020 – 2023, EMDUPAR S.A E.S.P. para el mes de diciembre de 2019, registraron un total de 95.524 y 93847 usuarios acueducto y alcantarillado respectivamente.

Aspectos financieros: Se cumplió un 100% del total de los compromisos a cumplir durante el transcurso del programa de Gestión. Se encontró una eficiencia en recuperación de la cartera.

Aspectos técnicos operativos: Se cumplió un 84% del total de los compromisos a cumplir durante el transcurso del programa de Gestión.

- Reducción de la vulnerabilidad del sistema de acueducto, preparando el sistema ante la ocurrencia de daños y fallas en este: realizan caracterización de fuente de abastecimiento, cuentan con la actualización del plan de emergencia y contingencia (PEC), por medio del cual el prestador adoptó dicho plan donde se describe la construcción de un tanque de 20.000 m³, como un proyecto que permitirá aumentar la confiabilidad en la continua prestación del servicio de acueducto ante eventos de emergencia.
- Optimizar la infraestructura existente para la recolección y tratamiento de aguas residuales y lluvias, para reducir los riesgos de rebosamiento de pozos de inspección: la empresa ha venido realizando el mantenimiento y reposición de redes de alcantarillado, sin embargo, dentro del Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) se encuentra incluido un programa de reducción de conexiones erradas, el cual no pudo ser realizado por falta de inversión.
- Cumplir el Índice de Riesgo para la Calidad del Agua – IRCA menor al 5%: El IRCA, es un indicador que determina la calidad del agua, por el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano. De acuerdo a las caracterizaciones reportadas en el Plan Estratégico de Emdupar 2020 – 2023, la empresa cumple a la comunidad con un agua potable dentro de los límites permisibles considerándose apta para el consumo humano.
- EMDUPAR S.A ESP cuenta con un Catastro de Medidores actualizado para el cierre de la vigencia 2019 en cumplimiento a la resolución CRA 457 de 2006.

12.3. Estructura administrativa y operativa.

Dentro de los aspectos administrativos, en la página oficial de la empresa (www.emdupar.gov.co), se encuentra el organigrama de la misma, como es mostrada en la siguiente imagen.

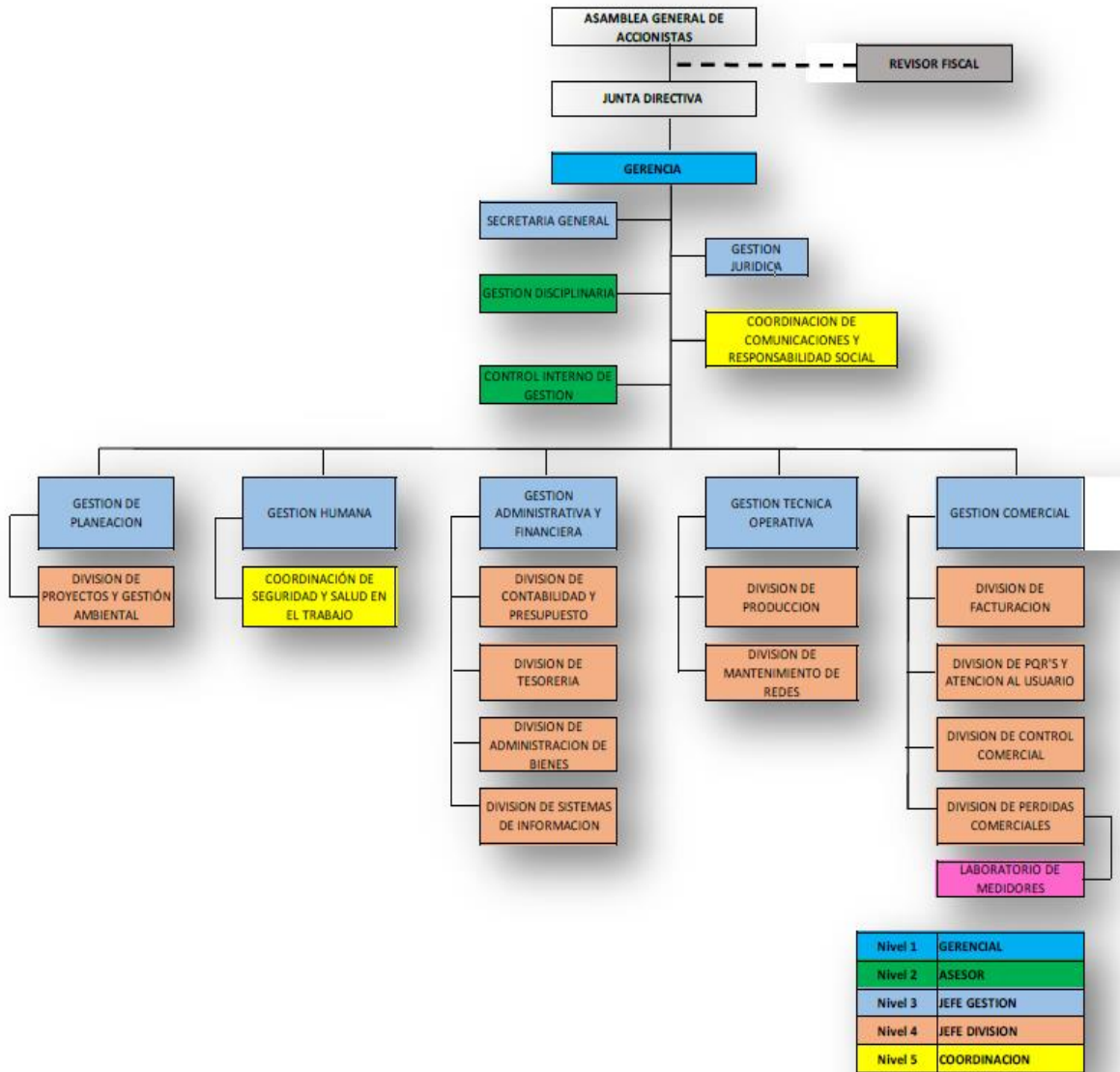


Gráfico 39. Organigrama

13. DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.

13.1. Sistema de alcantarillado existente.

Este sistema principalmente es de tipo separado con un punto de descarga sobre el río Cesar; el sistema funciona por gravedad y la red está compuesta por un 99.72% en tuberías de 100 a 1200 mm y un 0.28% con secciones tipo box. A pesar de ser un alcantarillado principalmente de tipo separado, existen 4 puntos específicos de inclusión de agua lluvia al sistema sanitario, los cuales no representan un volumen de caudal considerable comparado con el caudal residual. Aun así, dichos puntos deben ser clausurados para garantizar un trabajo óptimo de las redes sanitarias; estas conexiones son denominadas en el catastro como: “S222A”, “S211A”, “S212A” y el “P581”

Toda el agua residual es recolectada y conducida hacia las lagunas de tratamiento del sistema lagunar el Salguero que vierte las aguas residuales una vez tratadas sobre el río Cesar respectivamente; es de resaltar que, desde el 2013 se inició la construcción del interceptor denominado como Colector Oriental con el cual salió de servicio el sistema denominado Tarullal, el cual vertía las aguas residuales sobre el río Guatapurí, por lo tanto, todas las aguas residuales generadas en la ciudad son conducidas hacia el sistema de tratamiento denominado Salguero.

A continuación, se describe el estado actual de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Valledupar. Los elementos analizados son redes de colectores, pozos de inspección, conexiones pluviales al sistema sanitario, interceptores y emisarios finales y descargas.

COLECTORES

La ciudad de Valledupar cuenta con una red colectores primarios y secundarios dispuestos con el fin de recolectar las aguas residuales generadas por las actividades humanas; en la Gráfico 40 se puede observar la distribución espacial de las redes sanitarias.

La batería de colectores está compuesta por tuberías en Gres, Concreto y PCV con diámetros que van desde los 100 hasta los 1200 mm; secciones tipo box con dimensiones entre 800 - 4400 mm de base y 900 – 1500 mm de altura.

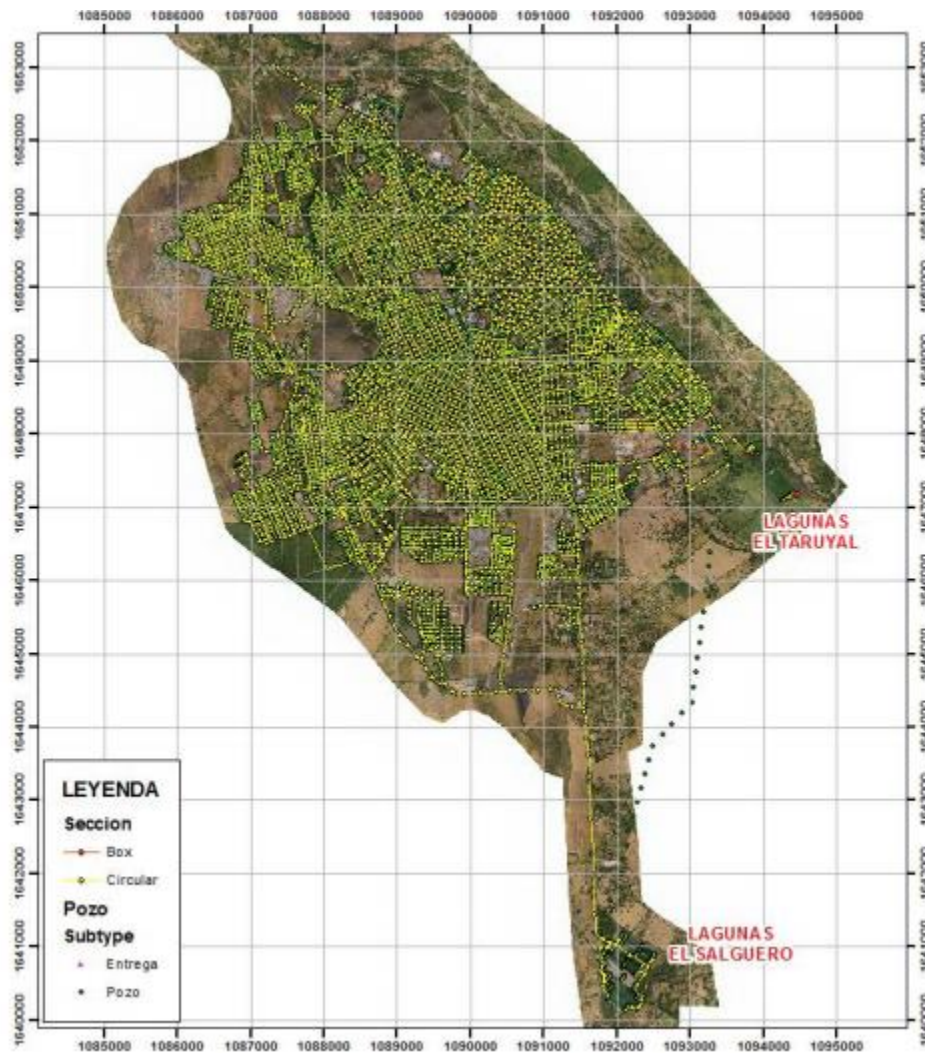


Gráfico 40. Colectores

Fuente: Informe alternativa alcantarillado Valledupar.

Del catastro de redes, específicamente para el componente sanitario, se determinó un total de 633.12 Km de redes de colectores entre los que se pueden divisar las siguientes características:

Tabla 22. Cuantificación de materiales – sistema de alcantarillado sanitario.

catastro					
Ø (Pulg)	PVC	gres	concreto	grp	Total
6	14,79627	2,9	0,3	0	17,99627
8	217,54226	234,3	26,1	0	477,94226
10	25,36804	13,5	1,7	0	40,56804
12	29,59386	12,3	1,9	0	43,79386
14	5,7	6,5	0,9	0	13,1
16	7,3	4,5	2	0	13,8
18	4,62852	2,1	0,8	0	7,52852
20	0,2	0,6	0,8	0	1,6
21	0	0,9	0,8	0	1,7
24	7,5	2,4	1,9	0,1	11,9
27	5,6	1	1,2	0	7,8
30	0,8	0,2	0,2	0	1,2
33	1,1	0,2	0	0	1,3
36	3,1	0,5	1,7	1,3	6,6
40	0,7	0	0	6,6	7,3
total	323,92895	281,9	40,3	8	654,12895
porcentaje	49,5	43,1	6,2	1,2	100

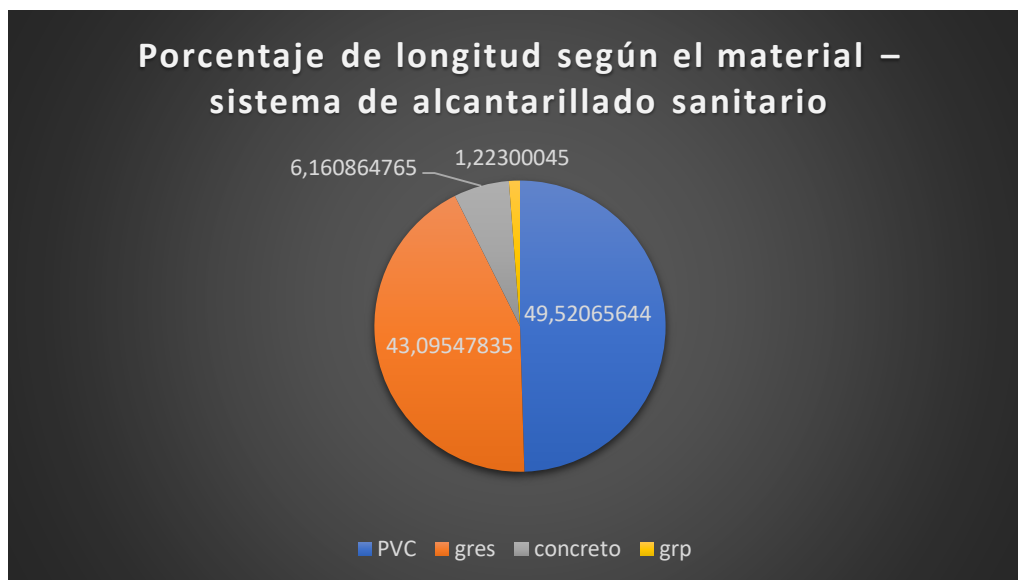


Gráfico 41. Porcentaje de longitud según el material – sistema de alcantarillado sanitario

Tabla 23. Cuantificación de tipo de secciones sistema de alcantarillado sanitario.

Tipo de sección	Longitud (m)	porcentaje
Box	1.831561	0.28%
Circular	652.16656	99.72%
Total general	654,12895	100%

POZOS DE INSPECCIÓN

Adicionalmente de los colectores, la red de alcantarillado sanitario se compone de pozos de inspección. Del catastro de redes, específicamente para el componente sanitario, se determinó un total de 7429 pozos de inspección entre los que se pueden divisar las siguientes características:

INTERCEPTORES Y EMISARIOS FINALES

En la ciudad de Valledupar existe una distribución en redes menores, principales e interceptores y emisarios finales. En el caso de redes menores se consideró que todo colector con un diámetro medido superior a los 700 mm fue considerado como un interceptor o emisario final. De lo anterior se determinó que el 4.59% y 4.02% del total de redes, corresponden a redes principales y emisarios finales e interceptores

Tabla 24. Cuantificación del tipo de red sanitaria.

Tipo de red Longitud (m)	Longitud (m)
Interceptores y Emisarios Finales	25450.21
Red Menor	578637.41
Red Principal	29029.28
Total general	633116.90

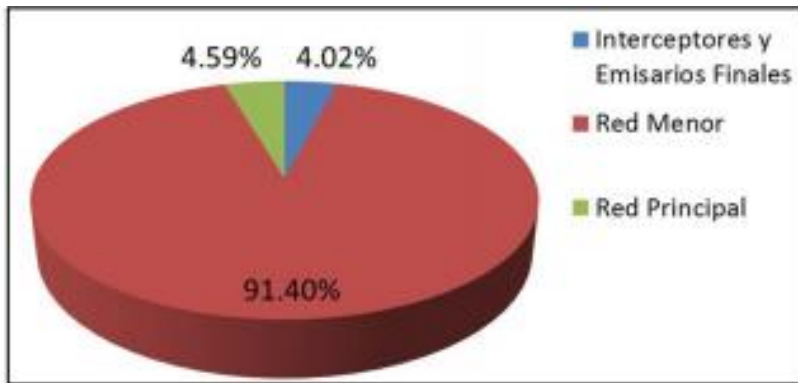


Gráfico 42. Cuantificación del tipo de red sanitaria

En la Gráfico 43 se puede observar la distribución espacial de las redes menores, principales e interceptores y emisarios finales en la ciudad de Valledupar.

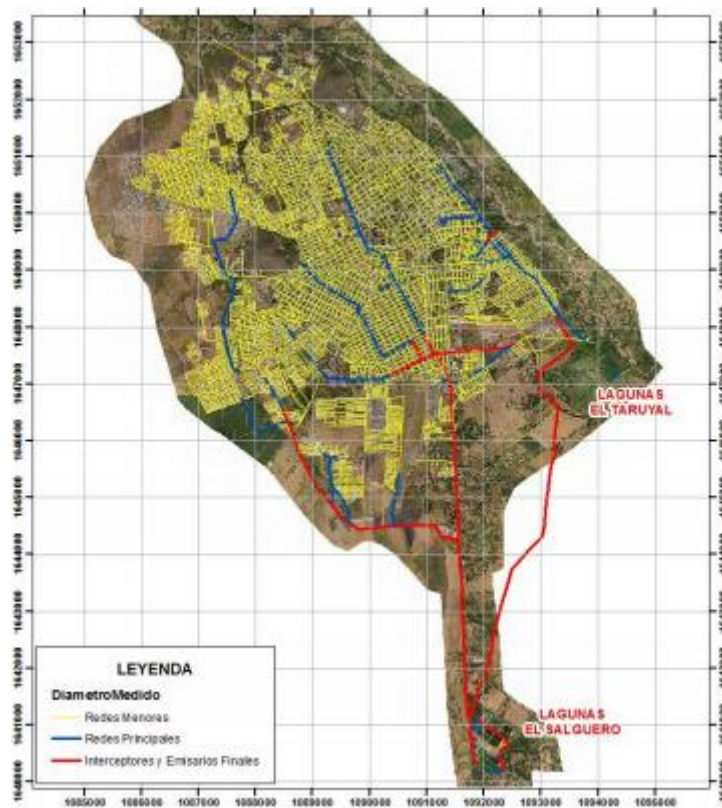


Gráfico 43. Distribución del tipo de redes sanitarias

Los indicadores del sistema de alcantarillado son los siguientes:

Tabla 25. Indicadores Alcantarillado Valledupar.

Cobertura	Sistema de tratamiento
98.39%	Sistema Lagunar

EVALUACIÓN HIDRÁULICA ALCANTARILLADO SANITARIO

Se realizó la evaluación de las redes existentes para el año 2013 y 2043. Para el año 2013 se consideraron los aportes de aguas residuales de acuerdo con las áreas aferentes existentes, mientras que para el año 2040 se incluyeron las áreas de desarrollo proyectadas en el Plan de Ordenamiento Territorial.

Según las premisas anteriormente mencionadas, se procedió al montaje de los modelos hidráulicos en el programa SewerGems V8i; esta modelación, de acuerdo con la información catastral, permitió establecer problemas en algunos colectores de la red de alcantarillado, dado que no cumplen con los parámetros mínimos establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000. A continuación, se describen los principales parámetros evaluados en la modelación de la red teniendo en cuenta los aportes de aguas residuales para el año 2013.

Diámetro de las tuberías

En las redes de alcantarillado sanitario para la ciudad de Valledupar, la sección circular es la más usual con un 99.72% del total de redes de recolección, con diámetros entre 100 y 1200 mm. El diámetro interno real mínimo permitido según el numeral D.3.2.6 del RAS2000 en redes de alcantarillado sanitario es 200 mm (8 plg) con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema.

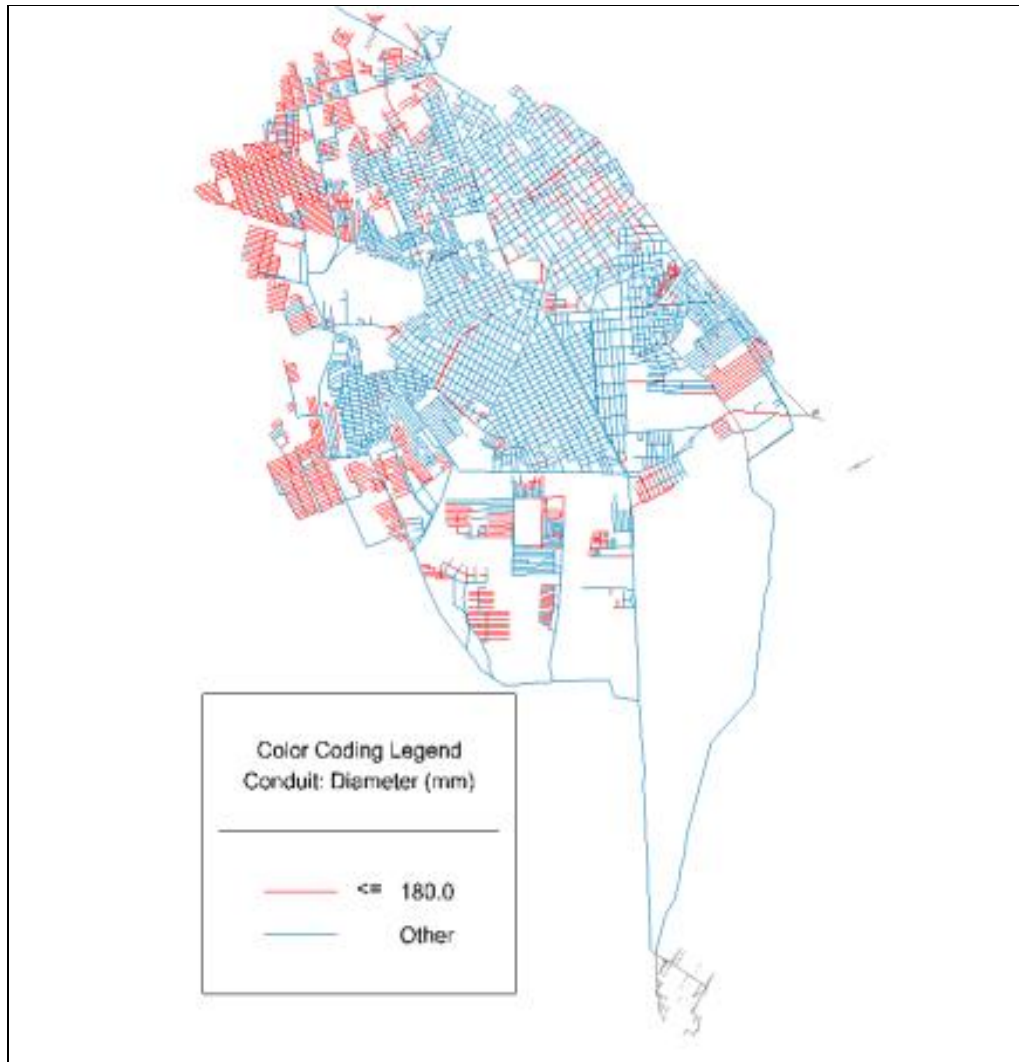


Gráfico 44. Conductos con diámetros menores a 8”.

Velocidad Mínima

En los momentos en los que las redes de alcantarillado trabajan con caudales inferiores a los de diseño, es usual que se presente sedimentación de los sólidos transportados por el agua. Con el fin de asegurar la resuspensión de dicho material, el numeral D.3.2.7 del RAS-2000 establece que la velocidad mínima real permitida en los colectores debe ser de 0.45 m/s con el fin de garantizar una autolimpieza al interior del tubo.

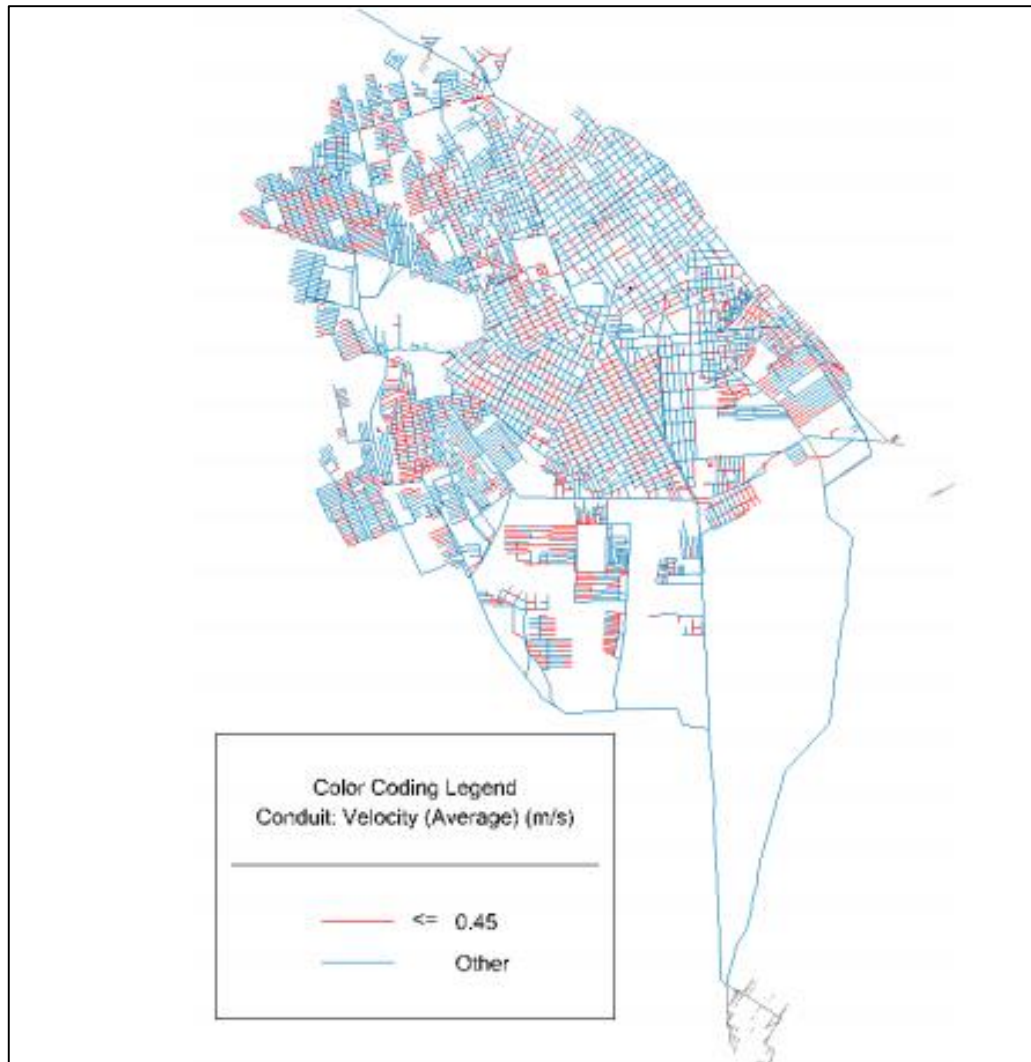


Gráfico 45. Conductos que fallan por velocidad mínima

Velocidad Máxima

La velocidad máxima permitida, con el fin de evitar la corrosión de los conductos es de 5 m/s según lo establecido en el numeral D.3.2.8 del RAS-2000. Con este criterio se observó que los colectores denominados como “P3078-P4126”, “P4126-P4127”, “MHP3076-P3077” y “P3077-P3078” exceden dicho parámetro.

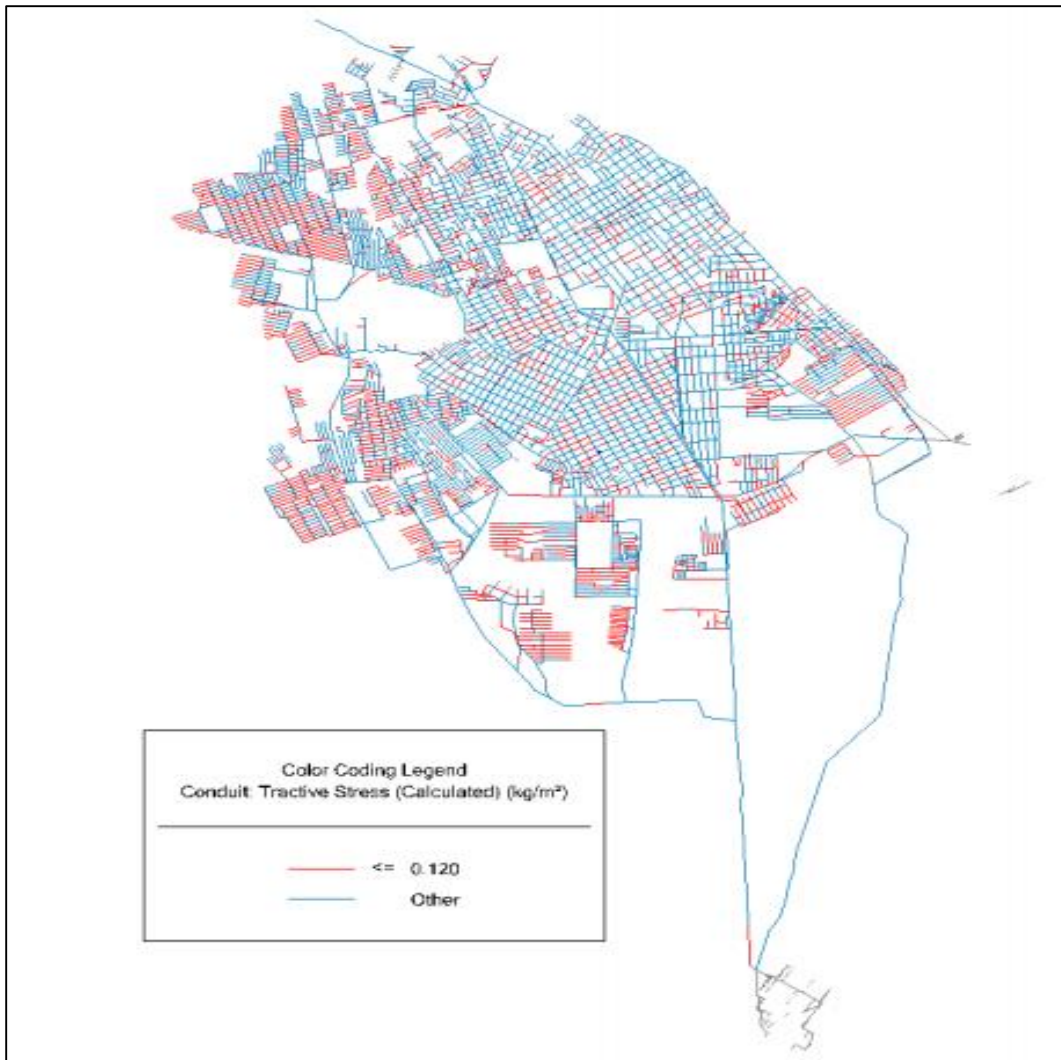


Gráfico 46. Conductos que fallan por esfuerzo cortante mínimo.

Adicionalmente en la siguiente Gráfico se puede observar el rango de pendientes para la ciudad; para este caso los tramos señalados con color rojo indican pendientes negativas en los conductos.

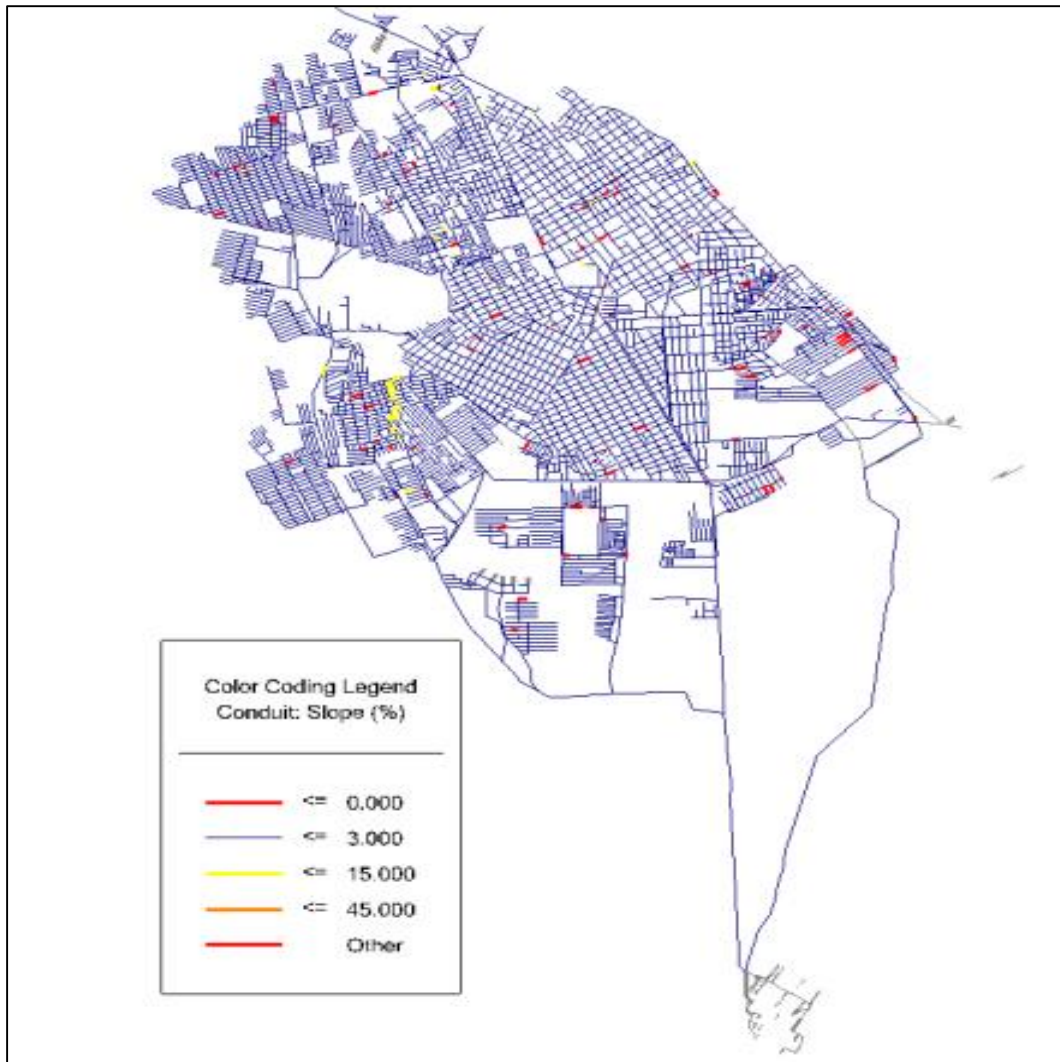


Gráfico 47. Pendientes en el sistema sanitario.

Profundidad Hidráulica Máxima

Con el fin de permitir una aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de éste, según los establece el numeral D.3.2.11 del RAS-2000. Para la ciudad de Valledupar la profundidad hidráulica máxima para en la red de alcantarillado sanitario no se cumple en los tramos que se relacionan en la Gráfico 2-30.

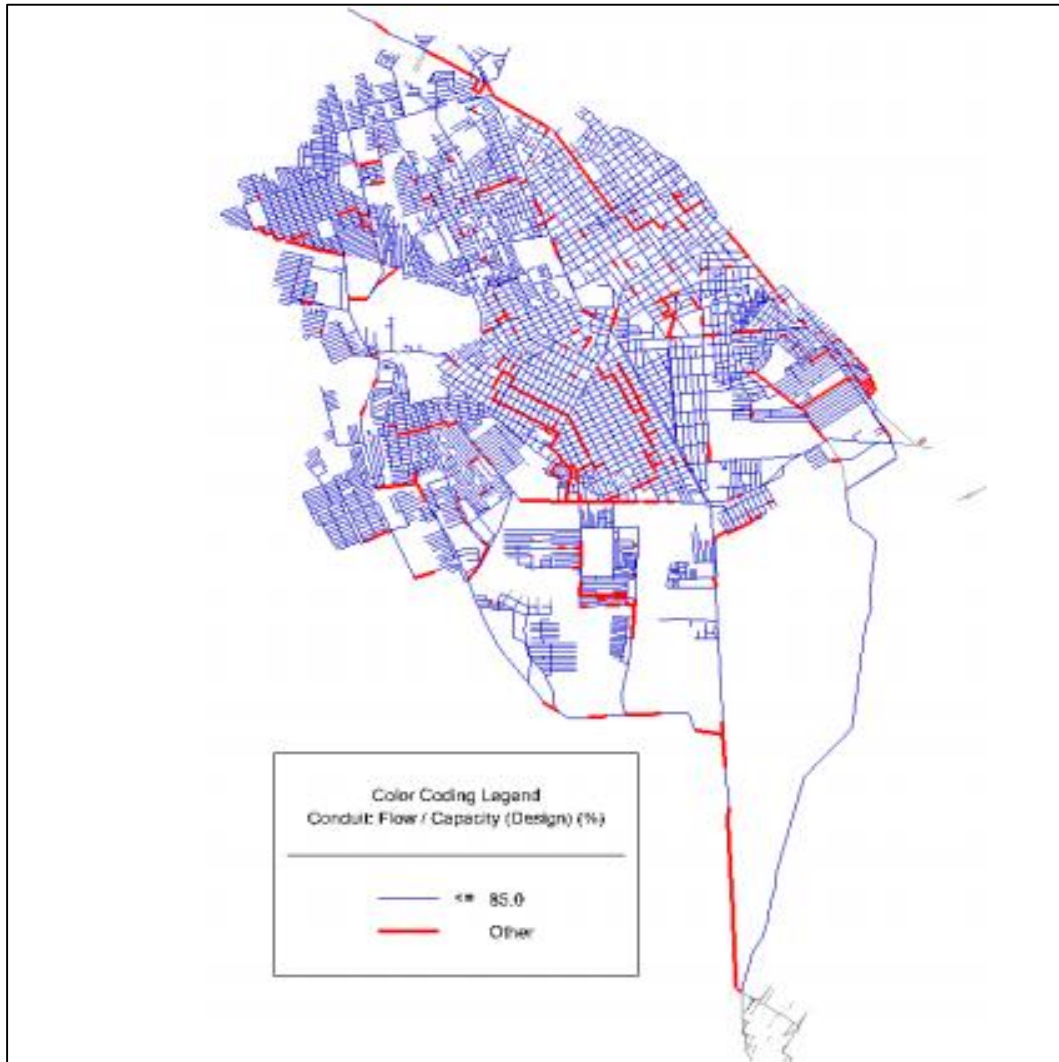


Gráfico 48. Conductos que fallan por profundidad hidráulica máxima

ALCANTARILLADO SANITARIO 2043

Del mismo modo se procedió a realizar el análisis de sistema sanitario con los caudales proyectados al año horizonte 2043. El análisis para las redes del 2043 se realiza a partir de la topología existente; se considera que no abra cambios en cuanto a diámetros, materiales, profundidades, longitudes y pendientes con el fin de determinar el comportamiento de la red al año horizonte y con esto, evaluar las alternativas de solución a los problemas presentados actualmente y que tendrían repercusión en el horizonte de diseño. Por tal

motivo se evalúan los cambios con respecto al caudal por el incremento de la población y las áreas de aporte sanitario, con lo cual se afectan parámetros de velocidad, esfuerzos tractivos y profundidad hidráulica máxima como se detalla a continuación:

Velocidad Mínima

El criterio de velocidad mínima de 0.45 m/s, no se cumple para los caudales estimados en los tramos que se relacionan en el Gráfico.

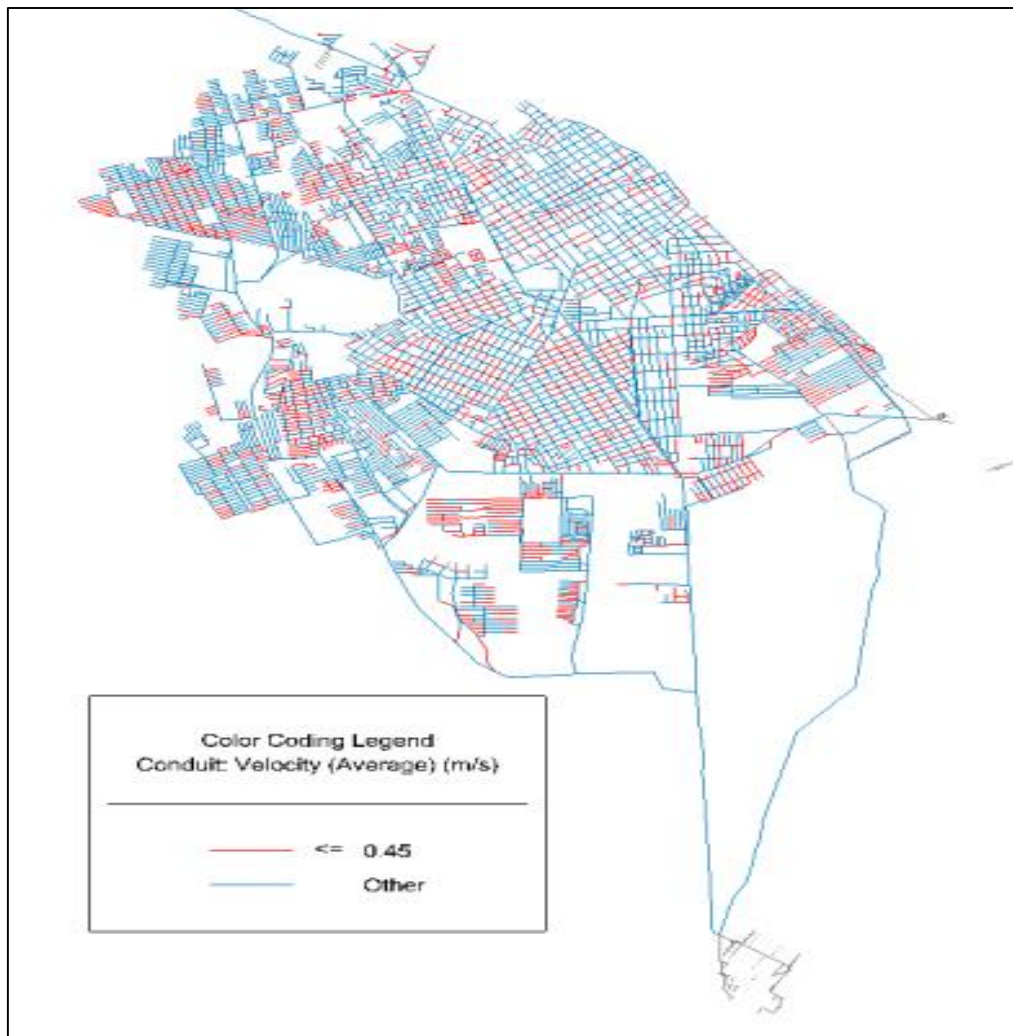


Gráfico 49. Conductos que fallan por velocidad mínima año 2043.

Velocidad Máxima

La velocidad máxima permitida, con el fin de evitar la corrosión de los conductos es de 5 m/s según lo establecido en el numeral D.3.2.8 del RAS-2000. Con este criterio se observó que los colectores denominados como “P6861-P5196”, “P5196-P5399”, “P5399- P5441”,

“P3078-P4126”, “P4126-P4127” “MHP3076-P3077” y “P3077-P3078” exceden dicho parámetro.

Esfuerzo Tractivo Mínimo

El esfuerzo cortante para la red de alcantarillado no se cumple para los tramos que se relacionan en la siguiente Gráfico.

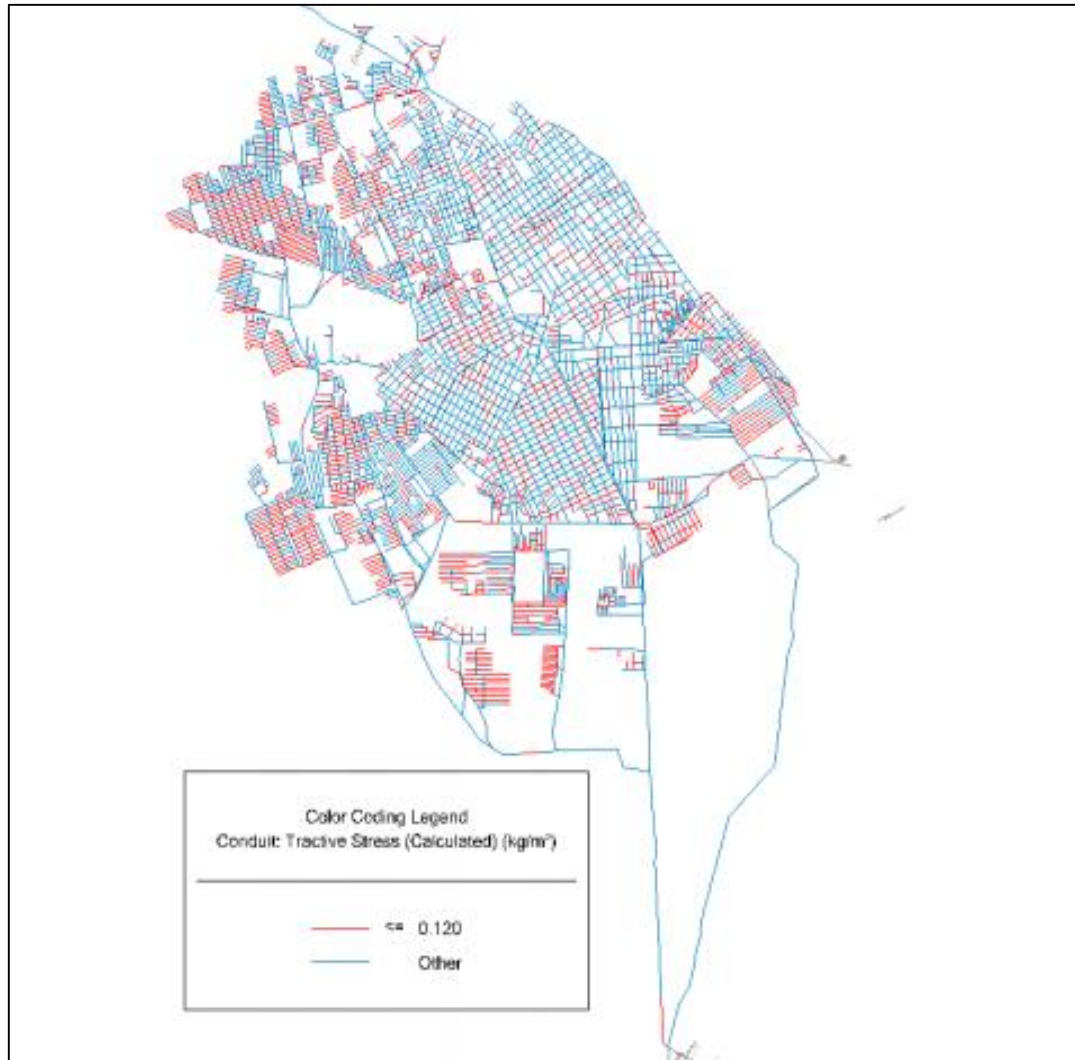


Gráfico 50. Conductos que fallan por esfuerzo cortante mínimo año 2043.

Profundidad Hidráulica Máxima La profundidad hidráulica máxima para la red de alcantarillado no se cumple para los tramos que se relacionan en el siguiente Gráfico

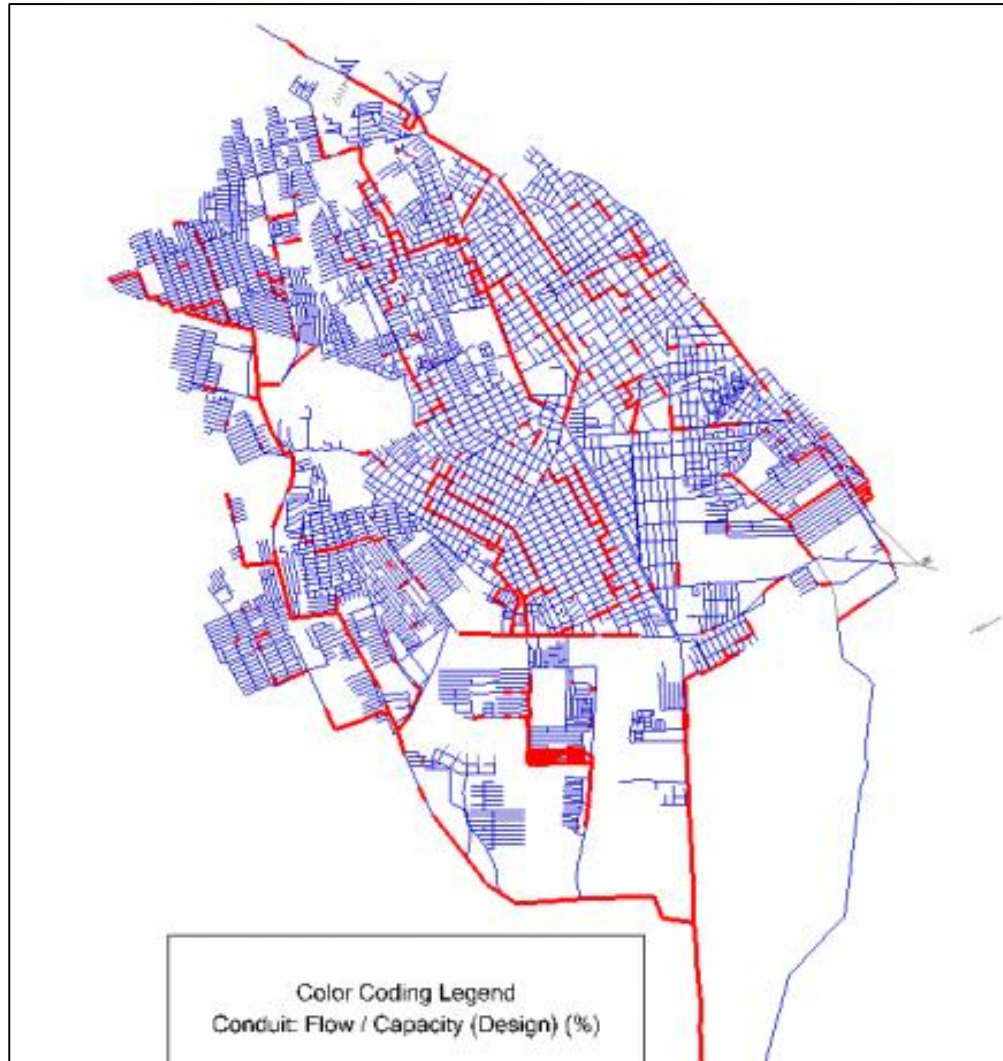


Gráfico 51. Conductos que fallan por profundidad hidráulica máxima año 2043.

13.2. Problemas identificados en la red

La problemática existente en la red se presenta en las épocas de lluvias, debido a las basuras, expansión urbana y colectores insuficientes. Aunque la Empresa de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado de Valledupar (Emdupar), ha venido invirtiendo en obras para mitigar la acumulación de aguas lluvias en las calles de la capital del Cesar, se

estima que la red de alcantarillado pluvial solo abarca un 45% de la ciudad, lo que estaría permitiendo el desbordamiento de las aguas.

Esta situación se ve incrementada en los barrios de las comunas dos y tres del ubicadas en la zona sur de Valledupar, comprendiendo barrios como Álamos, Amaneceres del Valle, Los Milagros, Casimiro Maestre quienes colindan con las obras establecidas por el Sistema Integrado de Transporte de Valledupar (SIVA) las cuales solo han abarcado abarca un 45% de la ciudad.

La disyuntiva legal de los barrios subnormales frena las inversiones en acueducto y alcantarillado. Por eso, todavía existen casas que descargan sus aguas residuales en pozas sépticas con todos los problemas de salubridad que representa. Incluso, en una reciente revisión, se encontraron pozos informales conectados a las redes de aguas residuales. A esos pozos caen escombros, basura y desechos que la lluvia arrastra y terminan taponando las tuberías. Este aumento de los asentamientos se convierte en un problema de varias fases para el alcantarillado municipal porque crecen desordenadamente y en el afán de solucionar la falta de vivienda no prevén la construcción de alcantarillado, conllevando a una sobrepresión a las redes de alcantarillado existente, porque el incremento de las aguas residuales sobrepasa el diámetro de las redes creadas hace mucho tiempo.

Por tanto, parte del problema de las aguas negras y desbordamientos de las alcantarillas nace en las conexiones no permitidas. Aunque existen redes pluviales encargadas de evacuar el agua lluvia, en muchas viviendas se conectan pequeños tubos a la tubería de aguas residuales para hacer el desagüe de las lluvias, incrementando las probabilidades de colapso de las redes sanitarias. Las aguas lluvias no deben ir a nuestras redes porque eso causa que los manjoles colapsen y en consecuencia es un riesgo al sistema de tratamiento de las aguas residuales “El Salguero”.

Además, en el 2017, en Valledupar cerca del 49,5 % del alcantarillado estaba en PVC, lo que significa 323 kilómetros, superando el 43 % (281 km) de las tradicionales tuberías de gres. La tubería de gres tiene un tiempo de vida útil de cerca de 20 años. En la mayoría de barrios de Valledupar ya cumplieron su ciclo.

13.3. Sistema de tratamiento existente.

Localización:

El sistema de tratamiento de aguas Residuales EL SALGUERO, se encuentra ubicado en el costado sur de la cabecera municipal, en inmediaciones de la llamada curva del Salguero, a unos 9 kilómetros del casco urbano de la Ciudad de Valledupar y a 116 m.s.n.m.



Gráfico 52. Localización Lagunas el Salguero

Sistema lagunar:

El agua residual es recolectada y conducida hacia las lagunas de tratamiento de agua residual - Sistema de tratamiento EL SALGUERO, el cual vierte sus aguas residuales una vez tratadas sobre el río Cesar; el sistema está constituido actualmente por una zona de cribado y desarenadores, lagunas anaerobias, lagunas facultativas y de maduración.

A este sistema se le descarga la totalidad del caudal de aguas residuales del acueducto del municipio de Valledupar.

Las aguas residuales procedentes de la ciudad, llegan a la planta de tratamiento, a través del colector final del alcantarillado, luego pasa a un aforador para la medición del caudal por medio de la canaleta parshall, de allí hasta un partido, donde el caudal de llegada se reparte en igual proporción hasta la zona de cribado.

El sistema lagunar este compuesto por II fases en donde cada fase lo constituyen 4 módulos (cámara de reparto, desarenador, lagunas anaeróbicas, lagunas facultativas y lagunas de maduración), respectivamente

Cribado

Las aguas residuales procedentes del sistema de alcantarillado de la ciudad de Valledupar, después de entrar a la planta, son conducidas hasta una estructura de entrada compuesta por cuatro módulos; cada uno de ellos consta de una estructura de cribado donde el agua pasa a través de un canal rectangular y allí atraviesa una rejilla metálica con una inclinación de 30°, donde quedan retenidos los sólidos gruesos, los cuales son removidos manualmente hacia una canaleta de escurrimiento, pasando por un aforador instalado donde se mide el caudal de las aguas residuales y posteriormente evacuados hacia la zona de disposición.



Gráfico 53. Cribado

Fuente: Autor.

Desarenado

De la zona de cribado, el agua pasa a la unidad de desarenado, compuesta por cuatro módulos, cada uno de los cuales presentan dos cámaras de flujo horizontal, donde se retienen las partículas pesadas. Estos módulos de desarenado, están compuestos por dos canaletas parabólicas de velocidad constante y disposición en paralelo, provistas de caja de fondo en donde se recolectan las arenas para su evacuación manual mediante palas y carretillas



Gráfico 54. Desarenadores

Fuente: Autor.

Lagunas Anaeróbicas

De acuerdo con el (Manual de operaciones), estas lagunas se utilizan como primera fase en el tratamiento de aguas residuales, el agua procedente de los cuatro módulos de entrada, es conducida mediante tuberías de 27" y pendiente de 0.1% a cuatro módulos, compuestos cada uno de ellos por dos lagunas anaeróbicas en paralelo, una laguna facultativa y una de maduración. La tubería de 27" de diámetro que llega a los módulos anaeróbicos, se divide en dos ramales de 18" cada uno, los cuales disminuyen su diámetro hasta 12" en la medida en que permiten la entrada del flujo a las lagunas anaeróbicas; esta entrada se hace en tuberías de 12". Cada una de las lagunas anaeróbicas tiene cuatro metros de profundidad, de forma cuadrada con lados de 46 metros aproximadamente, cubriendo un área de 0.22 hectáreas.

El proceso anaeróbico consiste en la estabilización de la materia orgánica por acción bacteriana anaeróbica, con ausencia total de oxígeno disuelto en la laguna, donde la materia orgánica es licuada, gasificada, mineralizada y transformada en materia orgánica más estable. Dentro de este complejo proceso se pueden destacar dos etapas básicas:

- El proceso de Licuación.
- El proceso de gasificación.

Lagunas facultativas

Las lagunas anaeróbicas se interconectan con las lagunas facultativas por medio de tuberías de 12", con estructuras de entrada y salida en concreto armado. Estas lagunas tienen una profundidad de dos metros, forma rectangular. Los efluentes provenientes de las

lagunas facultativas se interconectan por medio de tubería de 12” de diámetro y pendiente de 0.20%, para ser descargados a las lagunas de maduración, son 4 lagunas con un tiempo de retención de 5 días, remueve materia orgánica remanente en un porcentaje menor que las anaeróbicas.

En las lagunas facultativas pueden reconocerse tres zonas de descomposición:

- Una zona con oxígeno disuelto en la que predominan bacterias aerobias, especialmente en la parte superior de la laguna.
- Una zona con total ausencia de oxígeno disuelto, al fondo de la laguna, donde sedimenta gran parte de los sólidos suspendidos en el líquido: anaerobiosis.
- Una tercera zona intermedia en que el contenido de oxígeno disuelto puede ser muy variable y aun estar ausente.

En la zona superior se produce la oxidación de la materia orgánica carbonácea por bacterias aeróbicas.

Los estratos superiores aerobios “cubren” la porción anaeróbica en la que se desarrollan procesos similares a los descriptos, en las lagunas anaeróbicas; normalmente no hay problemas de olores.

Lagunas de maduración.

Estas lagunas reciben el efluente de las lagunas facultativas tienen como objetivo primordial una mayor remoción de bacterias patógenas, virus, huevos de nemátodos intestinales, helmintos y áscaris lumbricoides, parásitos y demás organismos perjudiciales, permitiendo satisfacer la desinfección de las aguas residuales y garantizar así unos mejores caudales efluentes. Son 4 lagunas con un tiempo de retención de 5 a 10 días, profundidad de 1.5 y en cuanto a su aspecto físico, son muy similares a las facultativas, en forma y dimensio

La población de algas es mucho más diversa en las lagunas de maduración comparada con las lagunas facultativas. Por lo tanto, la diversidad algal incrementa de laguna en laguna a lo largo de la serie, los principales mecanismos de remoción de patógenos y de coliformes fecales en particular son gobernados por la actividad algal en sinergia con la fotooxidación. Por otro lado, las lagunas de maduración sólo alcanzan una pequeña remoción de DBO₅, (carga contaminante) pero su contribución a la remoción de nitrógeno, fósforo y amonio es más significativa, teniendo presente que las lagunas de maduración son una forma para depurar las aguas residuales tratadas, así como de desinfectar dichas aguas tratadas. Una laguna de maduración se emplea cuando se tiene un agua que previamente ha recibido un tratamiento previo en lagunas anaeróbicas y facultativas para disminuir su DBO y se pretende incrementar la calidad del agua.

Colector final

Como se mencionó anteriormente, este colector está construido en tubería American Pipe de un metro de diámetro. En su recorrido actual de aproximadamente 500 m, transportando el agua residual tratada conducida hasta el efluente.

Efluente

Después de ser tratada, el agua residual debe ser evacuada al medio ambiente o reutilizada. El método más común para la evacuación de los efluentes tratados se basa en el vertido y dilución en corrientes, ríos, lagos, estuarios o en el mar. Para evitar impactos ambientales adversos, la calidad de los efluentes tratados y vertidos debe ser coherente con los objetivos locales en materia de calidad de agua. Los efluentes procedentes del sistema lagunar se vierten directamente sobre el río Cesar, aproximadamente a unos 300 m aguas arriba del Puente Salguero.



Gráfico 55. Vertimiento STAR EL SALGUERO

13.4. Aporte por conexiones erradas.

El municipio de Valledupar, al igual que la mayoría de los municipios del Departamento del Cesar, no cuentan con un sistema de alcantarillado pluvial con una cobertura del 100% o combinado, lo cual se convierte en un problema ya que la evacuación de las aguas lluvias que se acumulan en los patios y andenes de las viviendas se ha convertido en una necesidad para la población, esta situación da paso al vertimiento de dichas aguas en la red sanitaria por parte de la comunidad en unos sectores del área urbana del municipio.

Es pertinente indicar que esta situación puede saturar y presurizar la red con el exceso de caudal, estas contribuciones vienen acompañadas de residuos sólidos que aumentan la

velocidad del caudal, reducen la capacidad hidráulica de la red y aumentan la fuerza abrasiva en la misma, disminuyendo la vida útil de la tubería y llevando rápidamente el sistema al colapso, por lo tanto, es necesario ampliar la construcción de colectores, sumideros y/o rejillas para el manejo de las aguas en el perímetro sanitario del municipio.

En la ciudad existen 4 puntos específicos de inclusión de caudal pluvial al sistema sanitario. Aunque el volumen de agua que ingresa al sistema no es representativo con respecto al aporte sanitario dichos puntos deben ser clausurados para garantizar ante cualquier evento, el funcionamiento óptimo de las redes sanitarias; adicionalmente los sumideros conectados a los sistemas sanitarios pueden causar incomodidad a la población cercana por malos olores o incluso en algún momento, por rebose de las aguas residuales. A continuación, se relacionan los puntos anteriormente mencionados:

- El primer punto de conexión pluvial al sistema sanitario es denominado como “S211A”; corresponde a un sumidero ubicado en la Carrera 19A por Calle 16, en la parte posterior del supermercado “ÉXITO”. Sus coordenadas son CX=1.089.665,477 y CY=1.649.644,624, con una cota rasante igual a 176.533 m. Se conecta a la red sanitaria mediante una tubería de 150 mm en GRES. En la Gráfico 2-17 se detalla la localización de dicho sumidero.
- El segundo punto de conexión pluvial al sistema sanitario es denominado como “S212A”; corresponde a un sumidero ubicado en la Carrera 19A por Calle 13D, dentro de la urbanización “AZUCARBUENA”. Sus coordenadas son CX=1.089.591,18 y CY=1.649.817,5, con una cota rasante igual a 178.31 m. Se conecta a la red sanitaria mediante una tubería de 200 mm en GRES. En la Gráfico 2-18 se detalla la localización de dicho sumidero.
- El tercer punto de conexión pluvial al sistema sanitario es denominado como “S222A”; corresponde a un sumidero ubicado en la Calle 4 por Carrera 20. Sus coordenadas son CX= 1.088.773,59 y CY= 1.652.037,26, con una cota rasante igual a 208.562 m. Se conecta a la red sanitaria mediante una tubería de 200 mm en GRES. En la Gráfico 2-19 se detalla la localización de dicho sumidero.
- El cuarto punto de conexión pluvial al sistema sanitario es denominado como “P581”; corresponde a un pozo de inspección conectado al pozo sanitario “P580” ubicado en la Carrera 4 por Calle 17B. Sus coordenadas son CX= 1.091.664,459 y CY=1.650.292,334, con una cota rasante igual a 162.044 m. Se conecta a la red sanitaria mediante una tubería de 250 mm en GRES. En la Gráfico 2-19 se detalla la localización de dicho pozo.

MANEJO DE AGUAS LLUVIAS.

El municipio de Valledupar en su área urbana en algunos sectores se realiza el manejo adecuado de las aguas lluvias, con el plan vial de la empresa –SIVA- se ejecutaron obras en la avenida Simón Bolívar, en el tramo la Glorieta de Los Músicos (Glorieta de la ceiba) a la Glorieta del Terminal, donde se instalaron nuevas redes húmedas (acueducto alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial), se instalaron más de 50 rejillas transversales



en el tramo mencionado, es decir que se hizo un nuevo colector el cual entrega las aguas lluvias al canal de Panamá.

IDENTIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS.

El municipio de Valledupar en su área urbana cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, en el que las aguas residuales domesticas generadas en las viviendas son recolectadas por una tubería en PVC y GRES de 4” hasta 47”, las cuales son conducidas por gravedad al sistema lagunar, las cuales posteriormente una vez tratadas son vertidas sobre el río Cesar, el cual es el cuerpo receptor del vertimiento del agua residual del municipio.

Aunque el perímetro sanitario del municipio ha sufrido un gran cambio en los últimos años; teniendo en cuenta el trabajo en campo realizado se pudo identificar que algunas viviendas citadas municipio que no están conectadas al sistema de alcantarillado sanitario, ya que en la actualidad hay sectores y/o viviendas que están por fuera del perímetro sanitario del municipio según información suministrada por funcionarios de EMDUPSR S.A E. S. P, como los sectores denominados; Pescadito, Zapato en mano. Canta Rana, Nueve de Marzo, Paraíso, parte del barrio Eneal y las descargas que se realizan sobre el canal conocido como “Canal de Los Hermanos Quinteros” y demás vertimientos existentes por fuera del alcantarillado municipal. Que en algunos casos las aguas residuales están siendo vertidas al suelo, patio de las viviendas, en las calles y de manera directa sobre el río Guatapurí. Generando una posible contaminación al suelo, recurso hídrico y alteración paisajística.

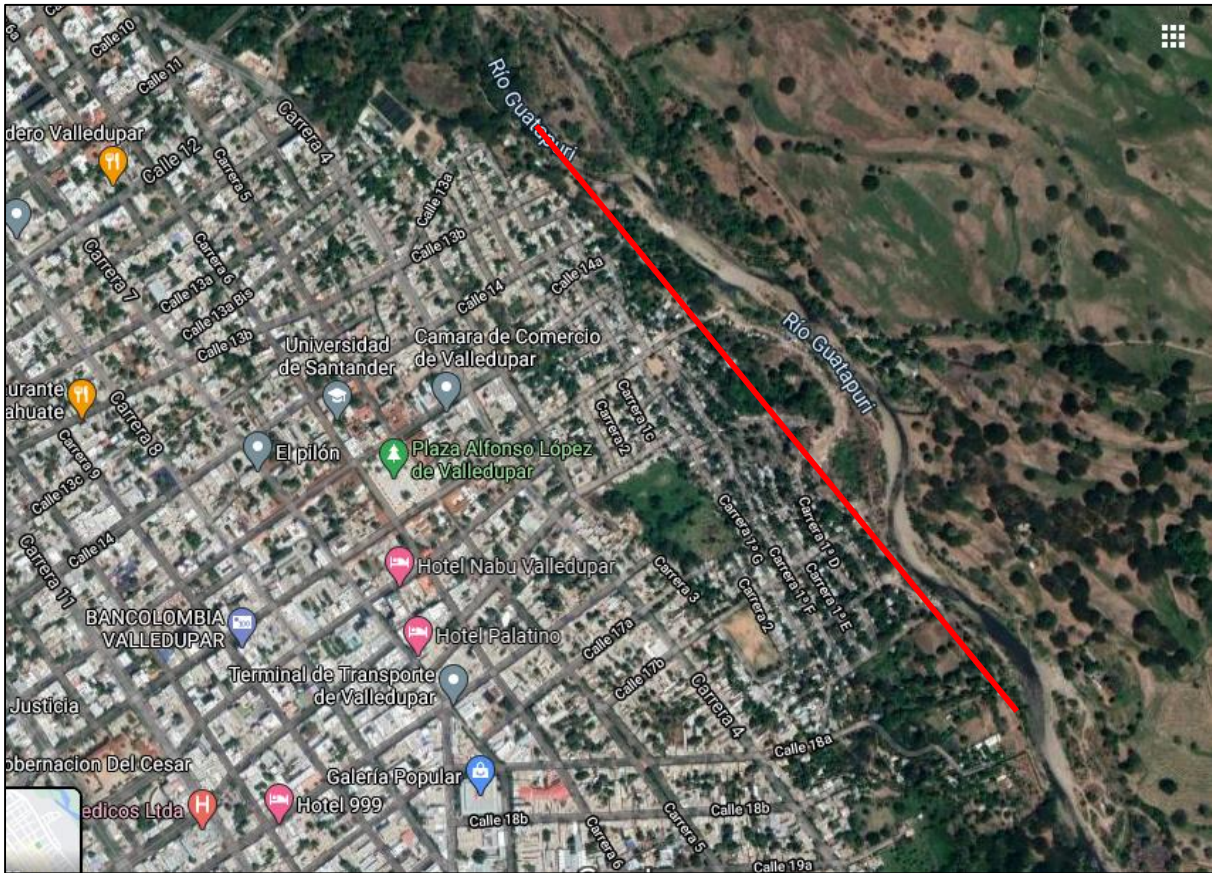


Gráfico 56. Descargas de aguas residuales sobre el río Guatapuri sin tratamiento previo.

Fuente: Google maps

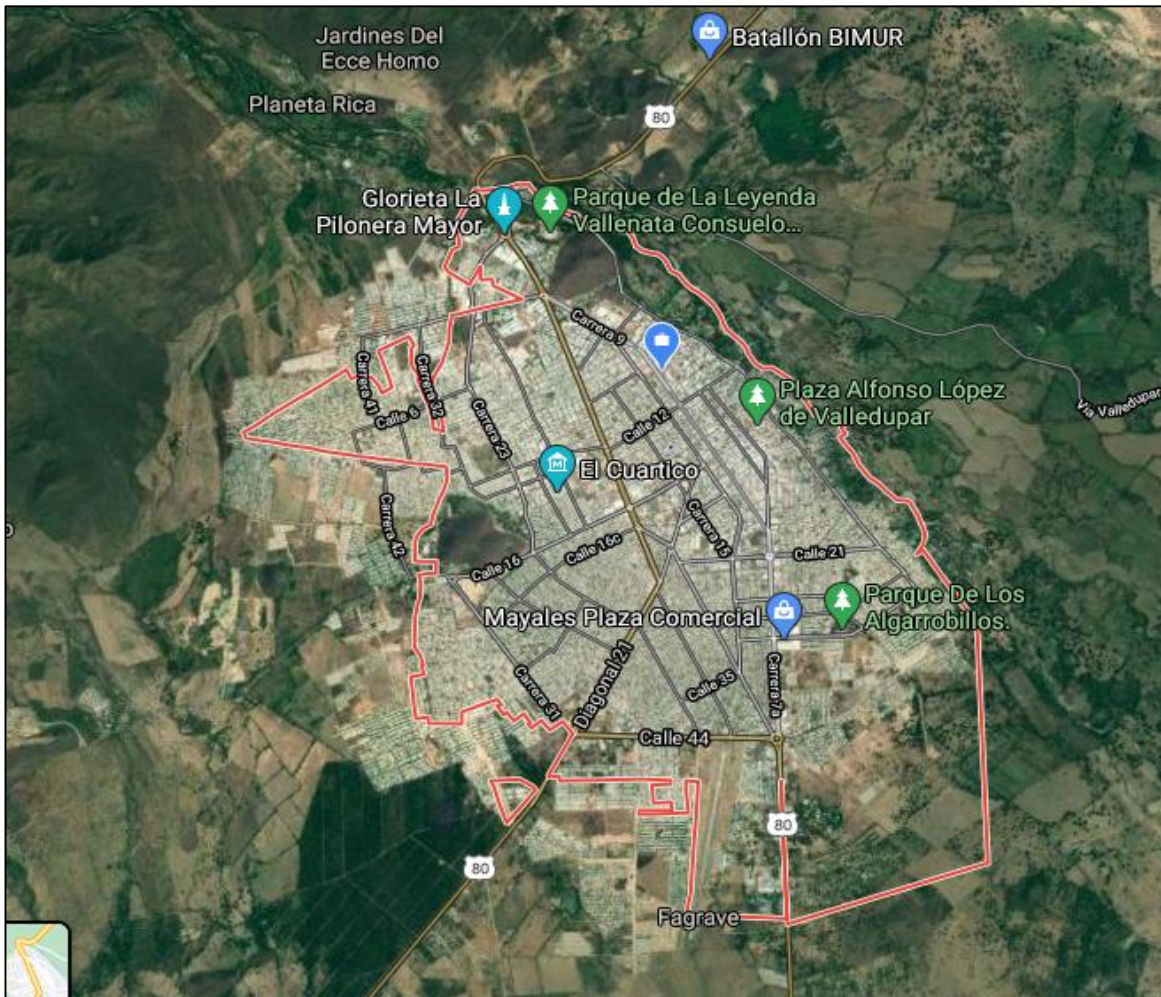


Gráfico 57. Descargas de aguas residuales

Fuente: Google maps

PROBLEMAS EVIDENCIADOS EN LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Tabla 26. Problemas evidenciados en los componentes del sistema de alcantarillado sanitario

COMPONENTE	PROBLEMAS	ALTERNATIVA ÚNICA
POZOS DE INSPECCIÓN	Algunos pozos de inspección presentan cañuelas sedimentadas o en mal estado, igualmente con escalones incompletos o ausencia de ellos y tapas en mal estado.	Reparación de cañuelas, instalación de escalones y tapas, mantenimiento y limpieza de pozos y algunos colectores. Se aclara que este ítem debe ser asumido por la empresa prestadora del servicio.
	Se encuentran pozos sellados bajo asfalto lo que no permite realizar los mantenimientos pertinentes.	Habilitar los pozos que se encuentran ocultos y/o sellados. Se aclara que este ítem debe ser asumido por la empresa prestadora del servicio.
	El sistema actualmente se encuentra sedimentado con algunos pozos y colectores en mal estado.	Realizar mantenimiento a todos los pozos de la red y algunos colectores que se encuentran obstruidos. Se aclara que este ítem debe ser asumido por la empresa prestadora del servicio.
RED DE RECOLECCIÓN	Existen tramos en contrapendiente que no permite el funcionamiento hidráulico adecuado de la red en esos sectores.	Se estima el cambio de los colectores en contrapendiente que causan dificultades hidráulicas importantes, es decir, generan remanso hacia aguas arriba.
	Se presenta una serie de colectores que no cumplen con su capacidad hidráulica, adicionalmente según la evaluación se observa que una serie de estos, presentan rebose de aguas residuales.	Se realiza el cambio de los colectores que presentan dicho problema, contemplando las obras propias y complementarias para solucionar las dificultades hidráulicas.
INTERCEPTORES Y EMISARIOS FINALES	Colector vía El Salguero: no tiene la capacidad necesaria para conducir el caudal existente.	Ampliar y mejorar el perfil hidráulico de las redes.
DESCARGAS	No se detectaron problemas.	No Requiere, considerando que funciona adecuadamente, y bajo cualquiera de las alternativas tienen la capacidad de transportar el caudal respectivo.

**PROBLEMAS EVIDENCIADOS EN LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL.**

Tabla 27. Problemas evidenciados en los componentes del sistema de alcantarillado pluvial.

COMPONENTE	PROBLEMAS	ALTERNATIVA ÚNICA
POZOS DE INSPECCIÓN	Algunos pozos de inspección presentan cañuelas sedimentadas o en mal estado, igualmente con escalones incompletos o ausencia de ellos y tapas en mal estado.	Reparación de cañuelas, instalación de escalones y tapas, mantenimiento y limpieza de pozos y algunos colectores. Se aclara que este ítem debe ser asumido por la empresa prestadora del servicio.
	Se encuentran pozos sellados bajo asfalto lo que no permite realizar los mantenimientos pertinentes.	Habilitar los pozos que se encuentran ocultos y/o sellados. Se aclara que este ítem debe ser asumido por la empresa prestadora del servicio.
	El sistema actualmente se encuentra sedimentado con algunos pozos y colectores en mal estado.	Realizar mantenimiento a todos los pozos de la red y algunos colectores que se encuentran obstruidos. Se aclara que este ítem debe ser asumido por la empresa prestadora del servicio.
RED DE RECOLECCIÓN	Los colectores pluviales existentes no presentan la capacidad hidráulica necesaria para transportar todo el caudal de escorrentía que se genera en épocas de lluvia.	Proyectar colectores nuevos a lo largo de la ciudad con el fin de disminuir las áreas lluvias aferentes a cada colector.
	Existen zonas en la ciudad que no presentan un sistema de recolección de aguas lluvias.	Ampliar la cobertura del sistema el sistema de alcantarillado pluvial en la ciudad con nuevos colectores y canales.
INTERCEPTORES Y EMISARIOS FINALES	Existen dos canales que no presentan un emisario final y por lo tanto descargan sus aguas lluvias en predios privados afectando a la población aledaña.	Interceptar las aguas lluvias de estos canales con el fin de conducirlos, por medio de canales) hasta un punto de vertimiento adecuado.
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Los canales que se encuentran en la ciudad no tienen las capacidades hidráulicas para transportar el agua lluvia fluyen por cada canal.	Ampliar las secciones de los canales y disminuir las áreas aferentes por medio de colectores proyectados.

SÍNTESIS SITUACIONAL (URBANO)

Tabla 28. Resumen diagnóstico situacional.

Componente	Elementos	Cuerpo Receptor	Situación
URBANO	STAR El Salguero	Río Cesar Subtramo 11	<p>Este STAR cuenta con tratamiento preliminar como; Cámara de reparto, desarenadores, rejillas, canaleta de parshall.</p> <p>El Sistema de tratamiento está compuesto por II fases conformadas por lagunas anaeróbicas, facultativas y de maduración, respectivamente.</p> <p>En este sistema <u>en las lagunas anaeróbicas se evidencia</u>, alta presencia de material vegetal lo que genera taponamiento en las estructuras de interconexión.</p> <p>El lecho de secado debe ser adecuado para la desactivación de los lodos provenientes del mantenimiento del sistema lagunar.</p> <p>El vertimiento es realizado a través de un canal revestido por una estructura metálica hasta llegar al río Cesar.</p> <p>En el STAR está en funcionamiento una planta de aireación, esta obra de optimización del STAR se ejecutó a través de convenio interadministrativo entre CORPOCESAR y EMDUPAR S.A E.S. P, la cual vierte sobre el río Cesar.</p> <p>Los desarenadores correspondientes a la fase II acumulan gran cantidad de lodos lo disminuye la eficiencia del sistema de tratamiento, esta situación se genera por la falta de mantenimiento preventivo en el STAR.</p> <p>En resumen, Las condiciones actuales, del tramo del río Cesar, se encuentra afectada, principalmente en su aspecto microbiológico. Los recuentos de Coliformes totales sobrepasan los límites permisibles, para los usos Agrícolas. Situación que estaría generando un desequilibrio al ecosistema, por crearse un ambiente con otras condiciones de vida, formadas por microorganismos que afectan la salud de los animales y habitantes del sector aguas abajo del vertimiento.</p>

14. VERTIMIENTOS Y CARGAS CONTAMINANTES

14.1. Identificación y georreferenciación de los puntos de vertimientos comerciales, industriales y de servicios conectados a la red de alcantarillado de la ciudad de Valledupar.

De acuerdo al recorrido realizado en campo, se pudo identificar las empresas que vierten a la red de alcantarillado municipal que se consideran que podrían presentar cargas contaminantes representativas comparadas con los vertimientos domésticos.

Las empresas fueron clasificadas según su actividad económica como se muestra a continuación:

- Clínicas y hospitales

Tabla 29. Identificación Clínicas y hospitales

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Hospital Eduardo Arredondo Daza (Valle Meza)	Calle 20 No. 40 - 5	N:10°26'50.45", O: 73°16'36.48"
Hospital Eduardo Arredondo Daza (CDV)	Carrera 30 No. 18-23	N: 10°27'17.89", O: 73°15'55.97"
Hospital Eduardo Arredondo Daza (San Martín)	Calle 39 No. 21 - 38	N: 10°26'46.12", O: 73°14'50.70"
Hospital Eduardo Arredondo Daza (Nevada)	Calle 6 No. 42 - 55	N:10°28'36.83", O: 73°16'58.51"
Hospital Rosario Pumarejo De López	Calle 16C No. 17 - 141	N:10°28'04.77", O: 73°15'11.22"
Clínica Médicos Limitada S.A.	Carrera 11 No. 11	N: 10°28'20.85", O: 73°14'51.06"
Clínica Integral De Emergencias Laura Daniela	Carrera 19 No. 14 - 47	N:10°28'16.73", O: 73°15'22.12"
Clínica Santa Isabel	Carrera 18d No. 22 - 23	N:10°27'44.15", O: 73°15'04.23"
Clínica Cesar	Calle 16 No. 14 - 90	N:10°28'19.60", O: 73°15'08.76"
Clínica Buenos Aires	Carrera 15 No. 14 - 34	N:10°28'23.64", O: 73°15'12.23"
Instituto Cardiovascular Del Cesar	Carrera 16 No. 16a - 42	N: 10°28'11.95", O: 73°15'07.85"
Calidad Médica S.A.S.	Calle 18 No. 12 - 83	N:10°28'11.47", O: 73°14'54.00"
Salud Total	Calle 16 No. 15 - 09	N:10°28'11.43", O: 73°15'04.63"
Clínica Valledupar	Calle 16 No. 15 - 15	N: 10°28'16.07", O: 73°15'09.00"
Instituto Nacional De Medicina Legal	Calle 16C No. 17 - 141	N: 10°28'03.59", O: 73°15'11.26"
Clínica Alta Complejidad	Calle 14 No. 17 - 45	N:10°28'19.16", O: 73°15'16.95"

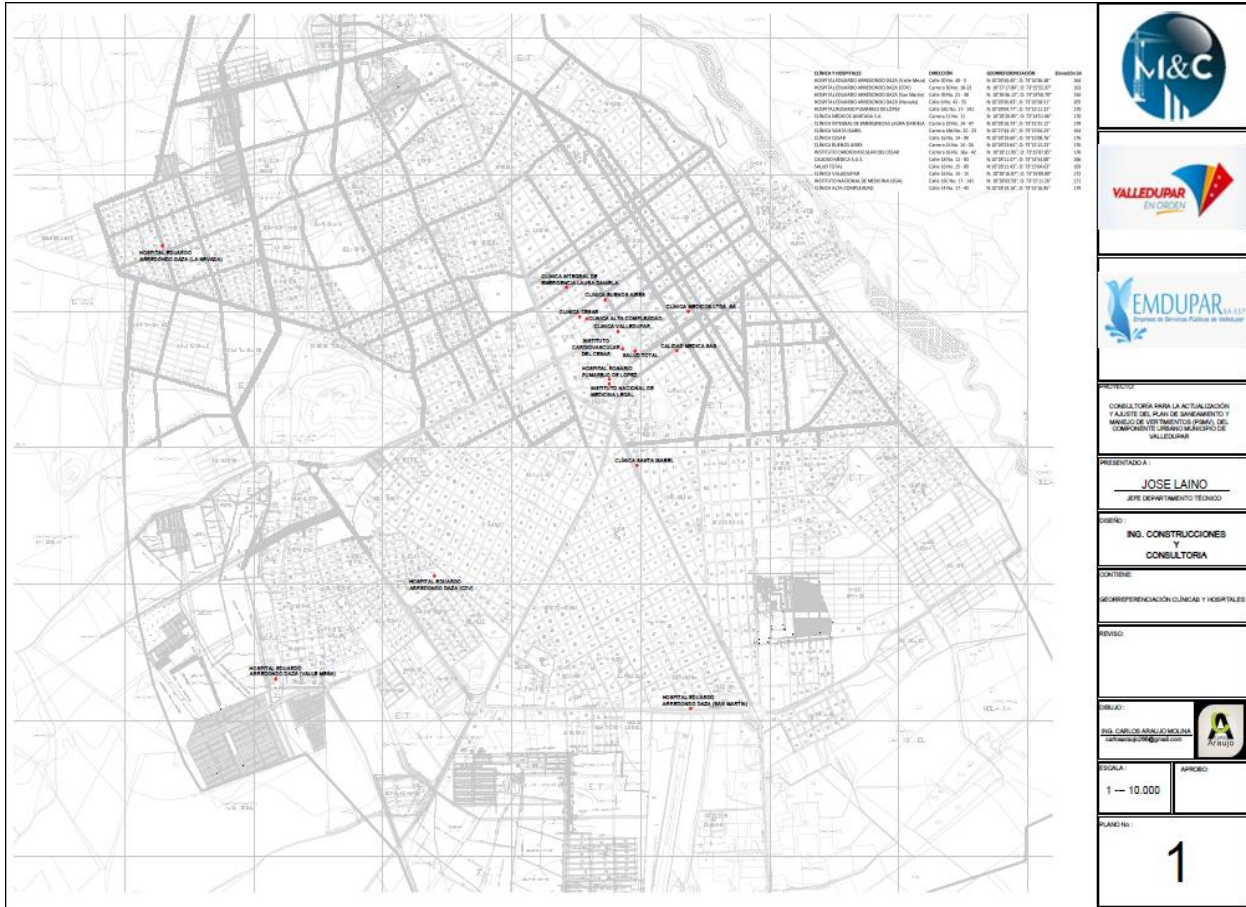


Gráfico 58. Plano clínicas y hospitales

Tabla 30. Carga Contaminantes para Clínicas y hospitales

CLÍNICA Y HOSPITALES	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDA L (L/s)	TIEMP O (hr)	Kg DBO5 /año	Kg SST /año
HOSPITAL EDUARDO ARREDONDO DAZA (Valle Meza)	104	90,7	0,8	18	1967,8	1716,2
HOSPITAL EDUARDO ARREDONDO DAZA (CDV)	256	60,7	0,8	18	4843,9	1148,5
HOSPITAL EDUARDO ARREDONDO DAZA (San Martín)	134	97	0,8	18	2535,5	1835,4
HOSPITAL EDUARDO ARREDONDO DAZA (Nevada)	98	46,3	0,8	18	1854,3	876,1
CLÍNICA MÉDICOS LIMITADA S.A.	31,3	29,6	0,8	18	592,2	560,1

CLÍNICA Y HOSPITALES	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDA L (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5 /año	Kg SST /año
CLÍNICA INTEGRAL DE EMERGENCIAS LAURA DANIELA	295	100	0,8	18	5581,9	1892,2
CLÍNICA SANTA ISABEL	94,8	30	0,8	18	1793,8	567,6
CLÍNICA CESAR	155	80	0,8	18	2932,8	1513,7
CLÍNICA BUENOS AIRES	175	66,2	0,8	18	3311,3	1252,6
INSTITUTO CARDIOVASCULAR DEL CESAR	106	67,4	0,8	18	2005,7	1275,3
CALIDAD MÉDICA S.A.S.	146	65,3	0,8	18	2762,6	1235,6
SALUD TOTAL	117	98,3	0,8	18	2213,8	1860,0
CLÍNICA VALLEDUPAR	262	98,8	0,8	18	4957,5	1869,5
CLÍNICA ALTA COMPLEJIDAD	6,44	5	0,8	18	121,9	94,6
CLINICA ERASMO	141	31,5	0,8	18	2667,9	596,0

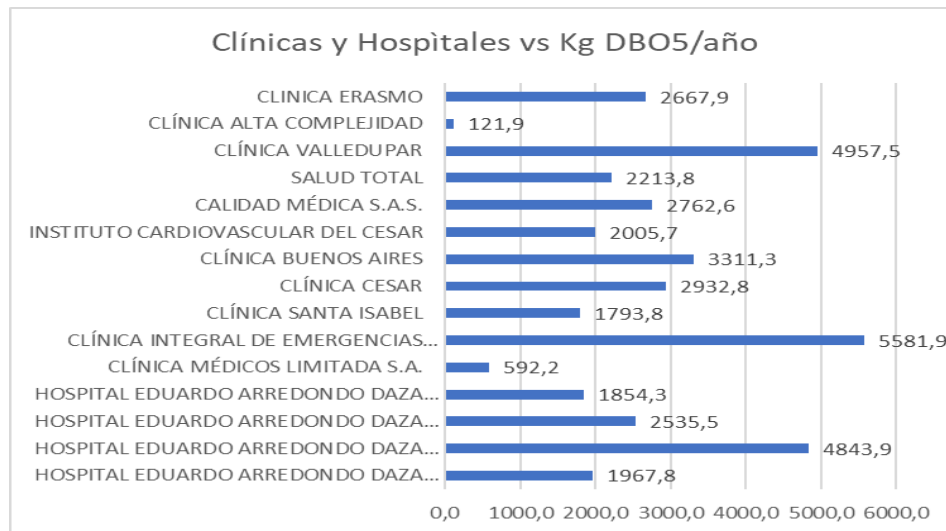


Gráfico 59. Carga Contaminante DBO5 para clínica y hospitales

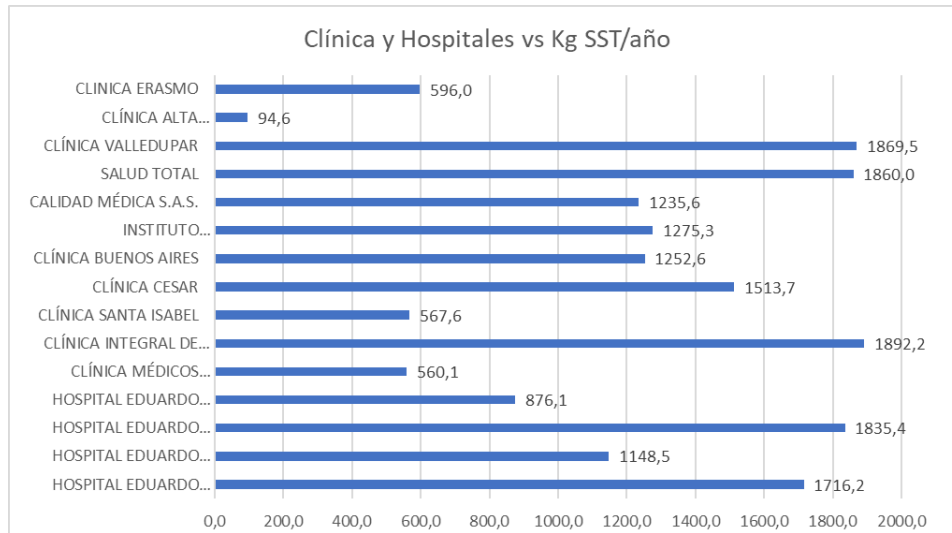


Gráfico 60. Carga Contaminante SST para clínica y hospitales

- Restaurantes

Tabla 31. Identificación Restaurantes

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Montacargas Del Norte	Carrera 19 No. 5 - 30	N:10°29'12.33", O: 73°15'50.49"
Montacargas 1	Carrera 7a No. 41a - 38	N:10°26'52.97", O: 73°14'34.13"
Montacargas 2	Carrera 7a No. 39 - 190	N:10°26'55.19", O: 73°14'34.10"
Montacargas Cañahuat	Calle 13b No. 8 - 65	N:10°28'42.18", O: 73°14'57.14"
Maria Namem	Calle 6 No. 9-64	N:10°29'18.29", O: 73°15'43.73"
Sabor Criollo	Carrera 19 No. 6c - 16	N:10°29'00.31", O: 73°15'45.17"
Piko Riko Gourmet	Carrera 9 No. 14 - 55	N: 10°28'35.49", O: 73°14'52.62"
Piko Riko Simón Bolívar	Carrera 18d No. 22 - 89	N:10°27'41.08", O: 73°15'02.78"
Asadero San Francisco	Carrera 18d No. 22c - 26	N:10°27'39.14", O: 73°15'03.23"
Varadero	Calle 12 No. 16 - 56	N: 10°28'55.05", O: 73°14'55.71"
Ricky	Diag 19 No. 20 - 71	N:10°27'49.22", O:73°15'17.71"
3rg	Calle 17 No. 11 - 96	N:10°28'17.99", O: 73°14'51.86"
El Faro Del Mar Adentro	Calle 13 No. 10 - 55	N:10°28'43.84", O: 73°15'04.77"
Montacargas De Oscar Pineda	Calle 16 No. 19d - 85	N:10°28'01.25", O: 73°15'39.17"
Pollo Arabe La Olla Vallenata	Calle 6 No. 19-62	N:10°29'03.11", O: 73°15'46.42"
Pezkamar	Carrera 11a No. 13b - 07	N:10°28'38.51", O:73°15'04.84"
Piko Riko Garupal	Calle 22 No. 22a - 2	N:10°28'17.70", O: 73°16'02.87"
Quiles	Av Simon Bolivar No. 22c - 19	N:10°27'37.41", O: 73°15'00.34"
Rincon Paisa	Carrera 9 No. 14 - 61	N:10°28'35.37", O: 73°14'52.72"
Sancocho Junior	Calle 7 No. 19 - 24	N:10°28'59.63", O: 73°15'43.60"

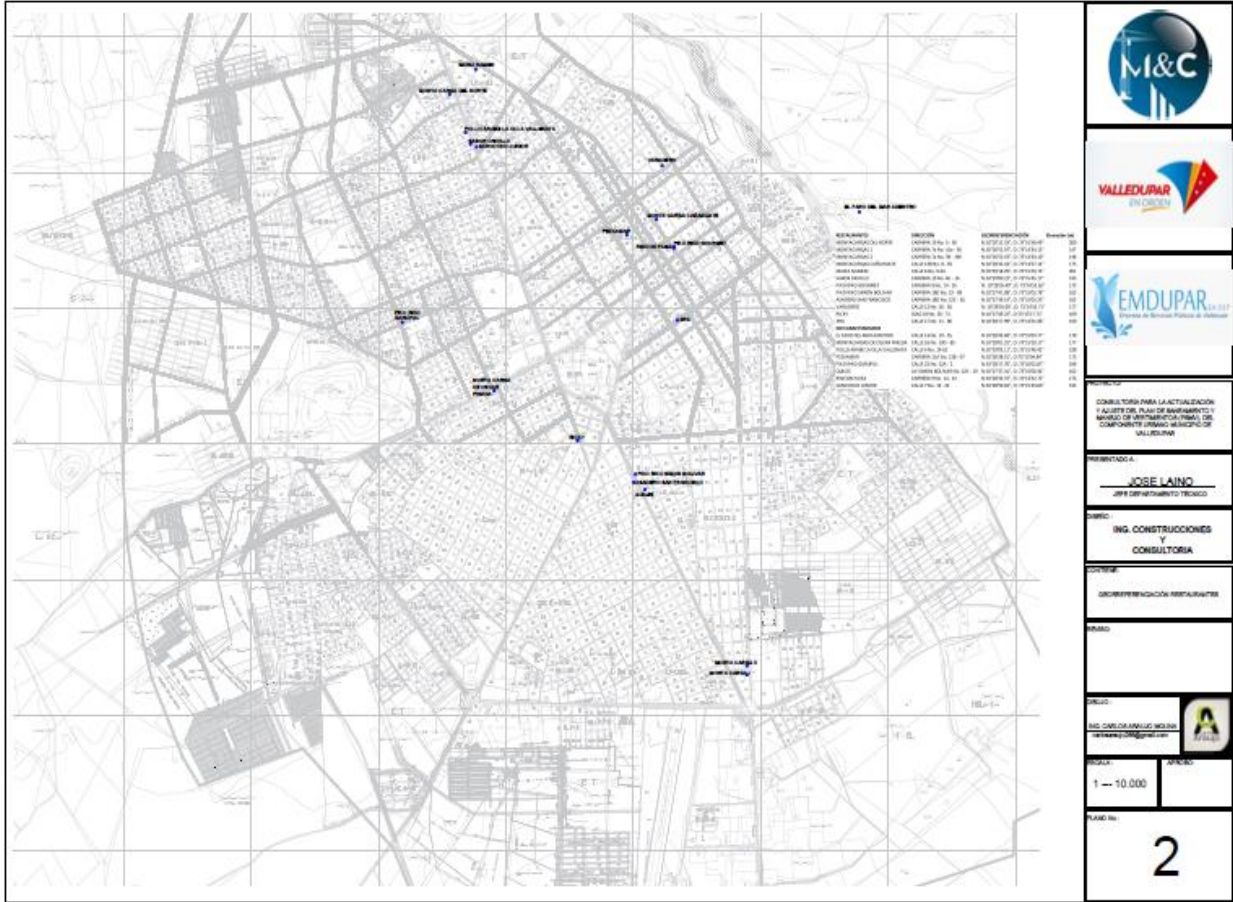


Tabla 32. Carga contaminante para restaurantes

RESTAURANTES	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
MONTACARGAS DEL NORTE	71	68	0,65	8	485,1	464,6
MONTACARGAS 1	62	61	0,65	8	423,6	416,8
MONTACARGAS 2	71	37	0,65	8	485,1	252,8
MONTACARGAS CAÑAHUATE	69	35	0,65	8	471,5	239,1
SABOR CRIOLLO	1149	758	0,65	8	7850,9	5179,3
PIKO RIKO GOURMET	41,7	33,8	0,65	8	284,9	230,9
VARADERO	2899	758	0,65	8	19808,3	5179,3
RICKY	491	537	0,65	8	3354,9	3669,2

RESTAURANTES	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
3RG	671	732	0,65	8	4584,8	5001,6
RINCON PAISA	99,8	40,7	0,65	8	681,9	278,1

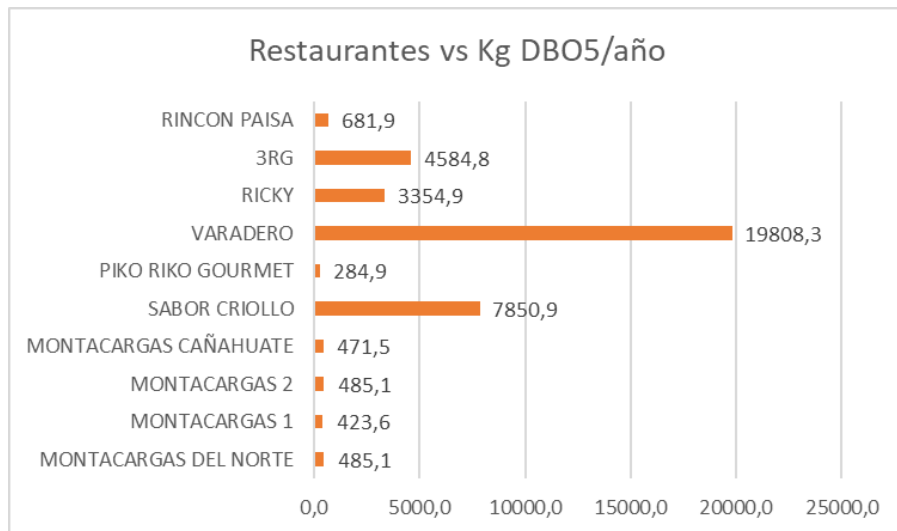


Gráfico 62. Carga Contaminante DBO5 para restaurantes

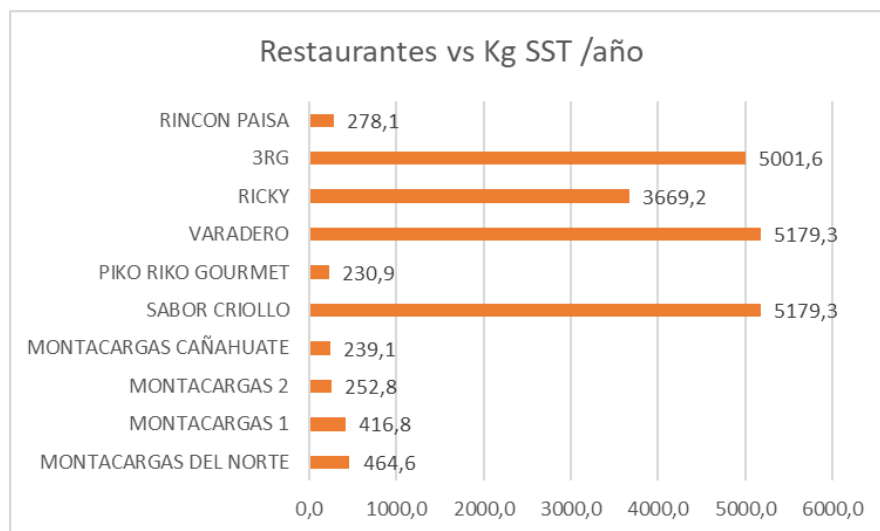


Gráfico 63. Carga Contaminante SST para restaurantes

- Lavaderos y Estaciones de Servicio.

Tabla 33. Identificación Lavaderos y EDS

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Centro Estético Automotriz Vip	Carrera 18d No. 21 - 44	N:10°27'46.47", O:73°15'06.97"
Lava Autos Burbujas	Transversal 18e No. 20b - 20	N:10°27'48.17", O:73°15'15.77"
Lavadero El York	Transversal 18d No. 19 - 15	N:10°27'53.72", O:73°15'17.37"
Lavadero Los Manguitos		N:10°27'43.73", O:73°15'14.49"
Lavadero La Esmeralda N° 2	Carrera 7a No. 41a - 56	N:10°26'52.63", O:73°14'33.80"
Lavadero Blanco Y Negro	Carrera 18a No. 21 - 92	N:10°27'46.51", O:73°14'59.41"
Autolavado Master Clean	Calle 22 No. 17 - 93	N:10°27'44.68", O:73°14'56.27"
Lava Autos Del Norte	Carrera 9 No. 7a - 112	N:10°29'06.92", O:73°15'21.77"
Lavadero Car Wash La Roca	Carrera 41 No. 2b - 4	N:10°29'04.48", O:73°16'58.44"
Lavadero Biblos Car Wash	Diagonal 21 No. 30 - 125	N:10°26'50.62", O:73°15'40.81"
Lavadero La Popa	Calle 16 No. 22a - 64	N:10°27'53.57", O:73°15'58.18"
Lavadero Arizona	Carrera 19 No. 5a - 40	N:10°29'10.41", O:73°15'48.93"
Lavadero Car Wash Del Norte	Carrera 19 No. 5a - 22	N: 10°29'10.58", O:73°15'49.41"
Lava Autos Los Poporos	Calle 11 No. 19b1 - 30	N:10°28'29.72", O:73°15'46.40"
Lavadero Ath	Calle 16b No. 19 - 9	N:10°28'03.38", O:73°15'23.42"
Lava Autos La Cuarta	Carrera 4 No. 20 - 15	N:10°28'12.17", O:73°14'10.78"
Car Wash Guatapurí	Carrera 7a No. 20b - 145	N:10°27'57.59", O:73°14'35.28"
Lava Autos Emanuel	Carrera 4 No. 20g - 44	N:10°28'00.69", O:73°14'03.25"
Montallantas Y Balanceo Arco Iris De La 21		N:10°27'48.33", O:73°14'59.31"
Lavadero Simón Bolívar	Carrera 18a No. 21 - 40	N:10°27'48.43", O:73°14'59.31"
Lavadero Los Cortijos		N:10°28'35.06", O:73°15'34.11"

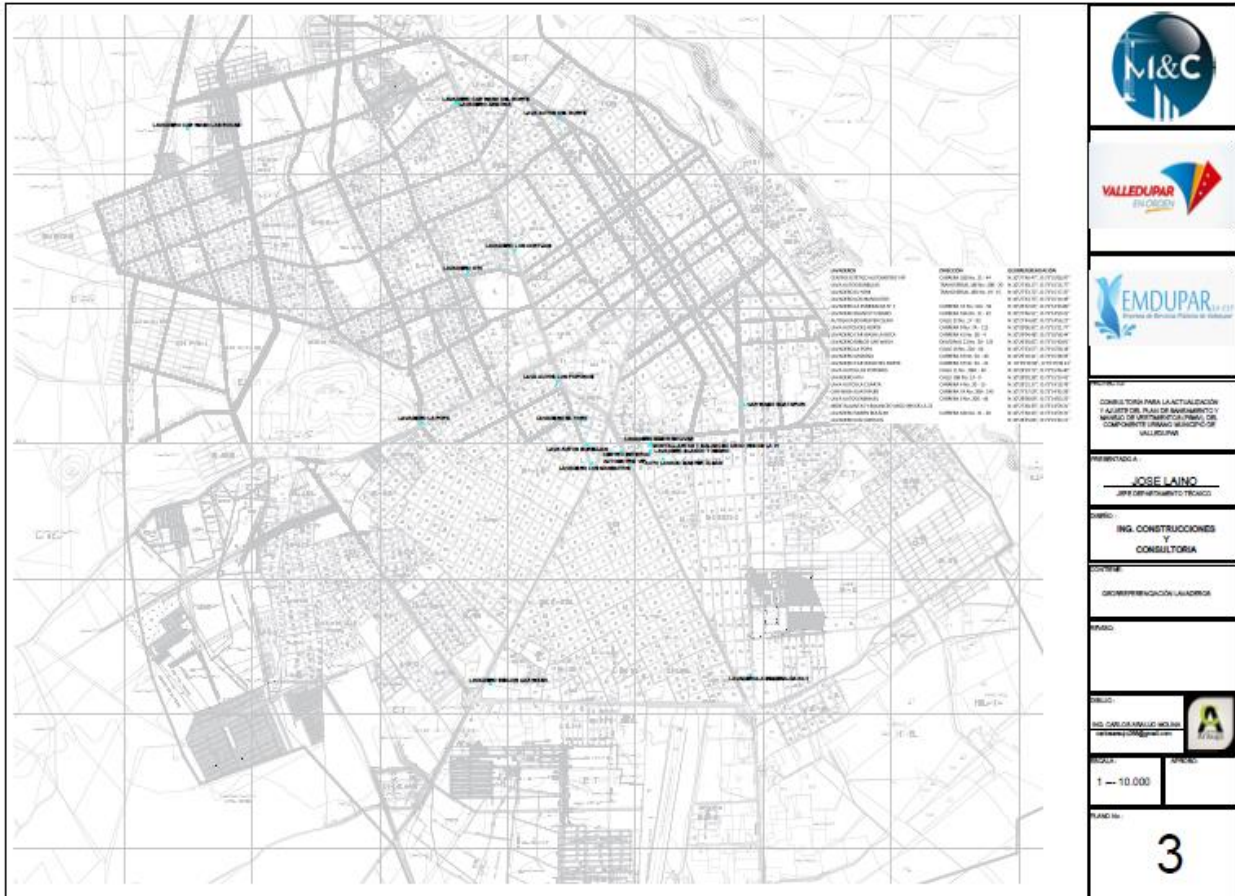


Gráfico 64. Plano lavaderos y EDS

Tabla 34. Carga Contaminantes para lavaderos

LAVADEROS	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUD AL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
CENTRO ESTÉTICO AUTOMOTRIZ VIP	52,5	118	0,5	8	275,9	620,2
LAVA AUTOS BURBUJAS	117	496	0,5	8	615,0	2607,0
LAVADERO LOS MANGUITOS	42,2	53,3	0,5	8	221,8	280,1
LAVADERO BLANCO Y NEGRO	92,4	122	0,5	8	485,7	641,2
AUTOLAVADO MASTER CLEAN	27,4	320	0,5	8	144,0	1681,9
LAVADERO CAR WASH LA ROCA	84,3	337	0,5	8	443,1	1771,3
LAVADERO BIBLOS CAR WASH	12,3	130	0,5	8	64,6	683,3

LAVADEROS	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
LAVADERO LA POPA	95,6	259	0,5	8	502,5	1361,3
LAVADERO ARIZONA	21,6	134	0,5	8	113,5	704,3
LAVA AUTOS LOS POPOROS	33,8	98	0,5	8	177,7	515,1
LAVADERO ATH	9,39	122	0,5	8	49,4	641,2
LAVA AUTOS LA CUARTA	13,7	274	0,5	8	72,0	1440,1
MONTALLANTAS Y BALANCEO ARCO IRIS DE LA 21	4,75	52,2	0,5	8	25,0	274,4
LAVADERO SIMÓN BOLÍVAR	18,3	306	0,5	8	96,2	1608,3

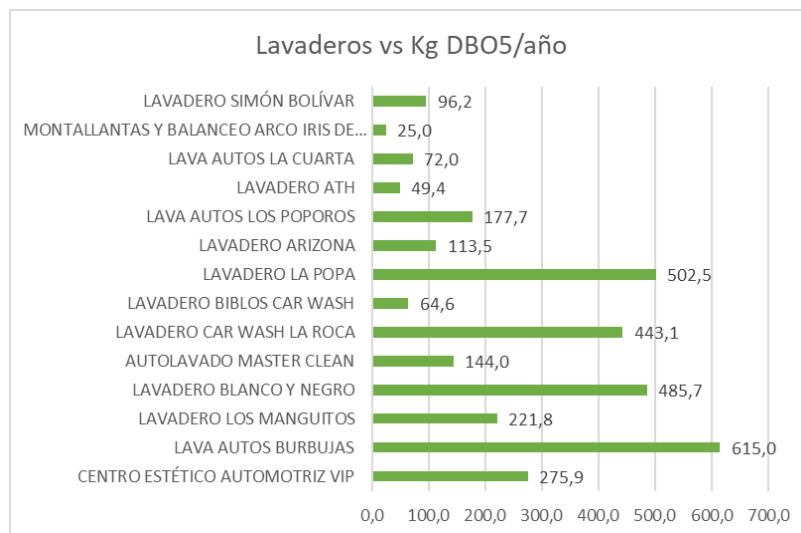


Gráfico 65. Carga Contaminante DBO5 para lavaderos

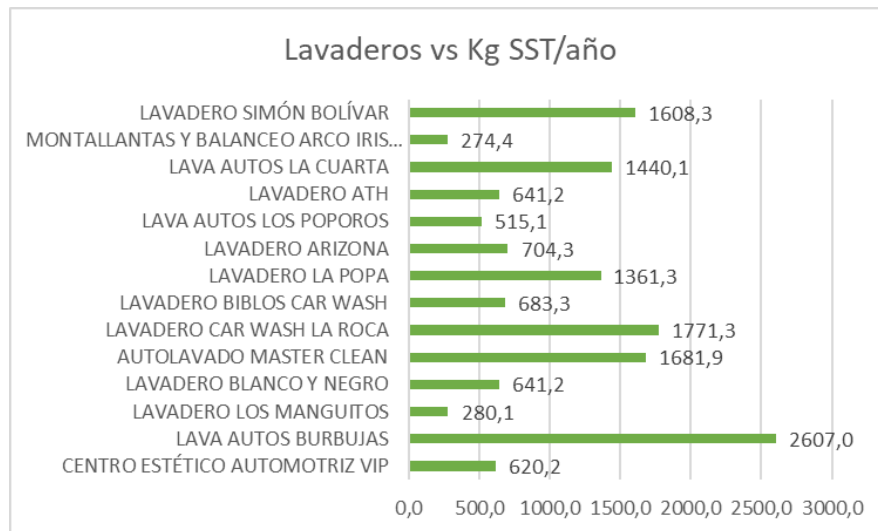


Gráfico 66. Carga Contaminante SST para lavaderos

- Lavanderías

Tabla 35. Identificación Lavanderías

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Lavandería Lacost	Carrera 19d No. 4 - 13	N:10°29'11.59", O:73°16'13.14"
Lavandería La Vapor	Carrera 10 No. 14 - 35	N:10°28'34.47", O:73°14'55.73"
Lavandería Del Valle	Carrera 12 No. 12 - 28	N:10°28'41.58", O:73°15'11.35"
Lavandería La Batea	Carrera 15 No. 6	N:10°28'34.71", O:73°14'51.02"
Lavandería Funsove	Carrera 8 No. 12	N:10°28'48.71", O:73°14'59.47"
Lavandería Casa De La Mujer	Carrera 11a No. 16a - 79	N:10°28'20.51", O:73°14'54.58"
Lavandería Elite Express	Calle 12 No. 14 - 30	N:10°28'39.26", O:73°15'18.42"



Gráfico 67. Plano lavanderías

Tabla 36. Carga Contaminantes para lavanderías

LAVANDERIAS	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
LAVANDERIA LACOST	75	598	0,5	8	394,2	3143,1
LAVANDERIA LA VAPOR	517	445	0,5	8	2717,4	2338,9
LAVANDERIA LA BATEA	145	45,2	0,5	8	762,1	237,6
LAVANDERIA CASA DE LA MUJER	124	140	0,5	8	651,7	735,8
LAVANDERIA ELITE EXPRESS	67	30,9	0,5	8	352,2	162,4

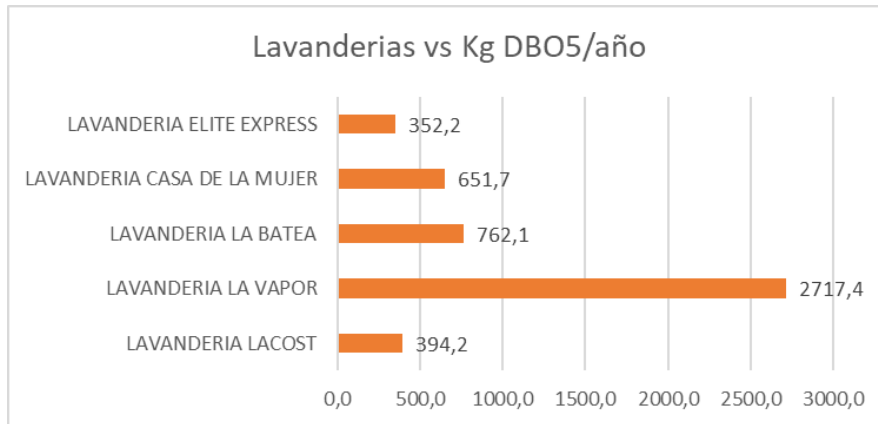


Gráfico 68. Carga Contaminante DBO5 para lavanderías

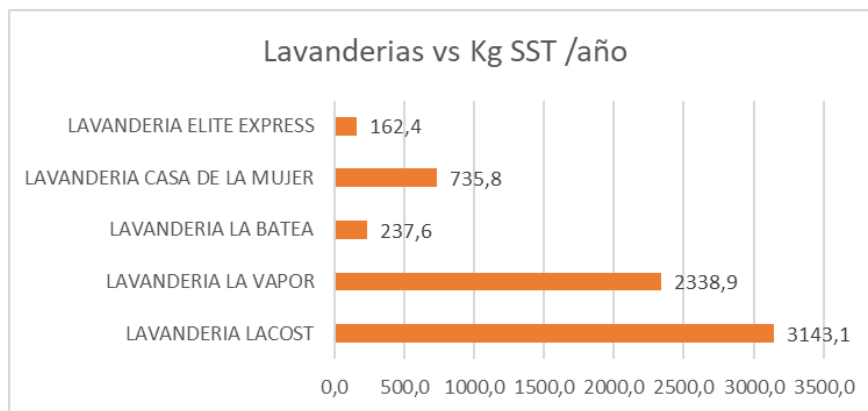


Gráfico 69. Carga Contaminante SST para lavanderías

- Hoteles

Tabla 37. Identificación Hoteles

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Motel Avenida	Calle 44 No. 28 - 201	N:10°26'45.70", O:73°15'34.09"
Motel Acapulco	Calle 11 No. 11 - 131	N: 10°28'01.87", O:73°14'43.60"
Motel Dubai	Calle 44 No. 27 - 43	N:10°26'45.11", O:73°15'23.64"
Motel Alladin	Calle 44 No. 32 - 28	N:10°26'47.36", O:73°15'35.81"
Motel Hollywood	Calle 44 No. 21 - 90	N:10°26'45.51", O:73°15'41.82"
Hotel Sicarare	Carrera 9 No. 16 - 2	N:10°28'29.03", O:73°14'49.82"
Hotel Tataván	Carrera 16a No. 9 - 50	N:10°28'26.90", O:73°14'50.95"
Hotel Damar	Carrera 9 No. 19 - 94	N:10°28'15.32", O:73°14'38.05"
Hotel Kurakata	Carrera 19 No. 7a - 28	N:10°28'09.27", O:73°14'37.95"
Hotel Hampton By Hilton	Calle 30 No. 6a - 133	N:10°27'22.96", O:73°14'33.21"

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Hotel Vajamar	Calle 16a No. 7 - 39	N:10°28'30.77", O:73°14'43.00"
Hotel Arawak Upar	Calle 7 No. 16b - 48	N:10°28'29.21", O:73°14'39.25"
Hotel Sonesta	Diagonal 10 No. 6n - 15	N:10°29'44.72", O:73°16'08.22"

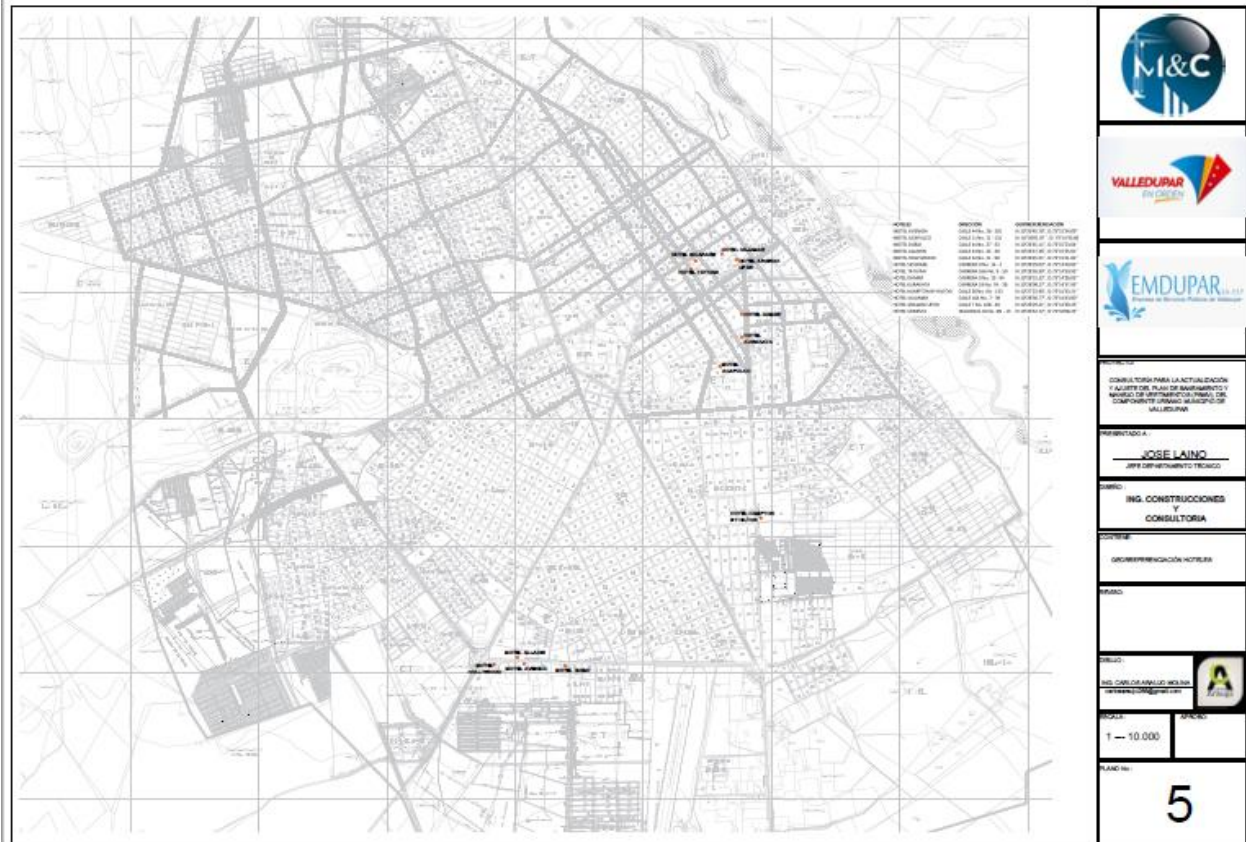


Gráfico 70. Plano hoteles

Tabla 38. Carga Contaminantes para hoteles

HOTELES	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
MOTEL AVENIDA	16,8	5,4	0,5	24	264,9	85,1
MOTEL ACAPULCO	355	132	0,5	24	5597,6	2081,4
MOTEL DUBAI	151	133	0,5	24	2381,0	2097,1
MOTEL ALLADIN	415	122	0,5	24	6543,7	1923,7
MOTEL HOLLYWOOD	253	122	0,5	24	3989,3	1923,7
HOTEL SICARARE	1037	950	0,5	24	16351,4	14979,6
HOTEL TATIVÁN	557	119	0,5	24	8782,8	1876,4

HOTELES	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
HOTEL DAMAR	379	256	0,5	24	5976,1	4036,6
HOTEL KURAKATA	39,2	33	0,5	24	618,1	520,3
HOTEL HAMPTON BY HILTON	802	382	0,5	24	12645,9	6023,4
HOTEL VAJAMAR	83,2	40	0,5	24	1311,9	630,7
HOTEL ARAWAK UPAR	246	239	0,5	24	3878,9	3768,6
HOTEL SONESTA	561	564	0,5	24	8845,8	8893,2

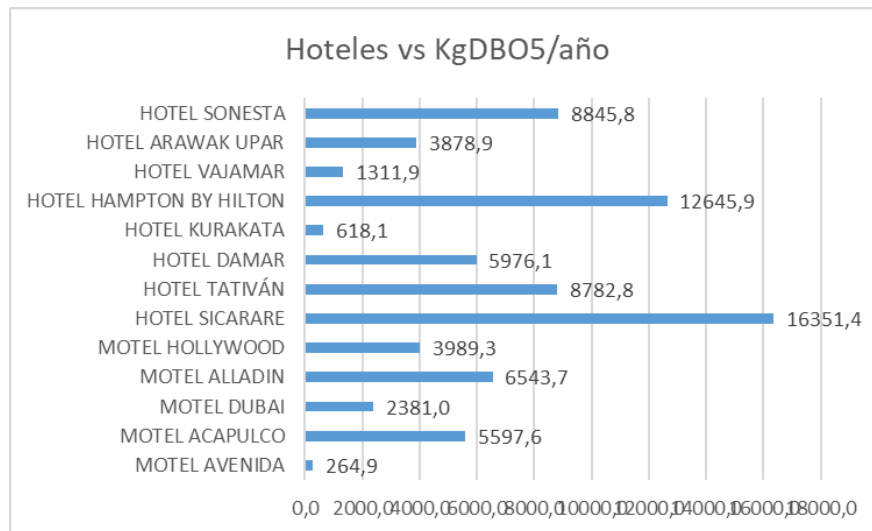


Gráfico 71. Carga Contaminante DBO5 para hoteles

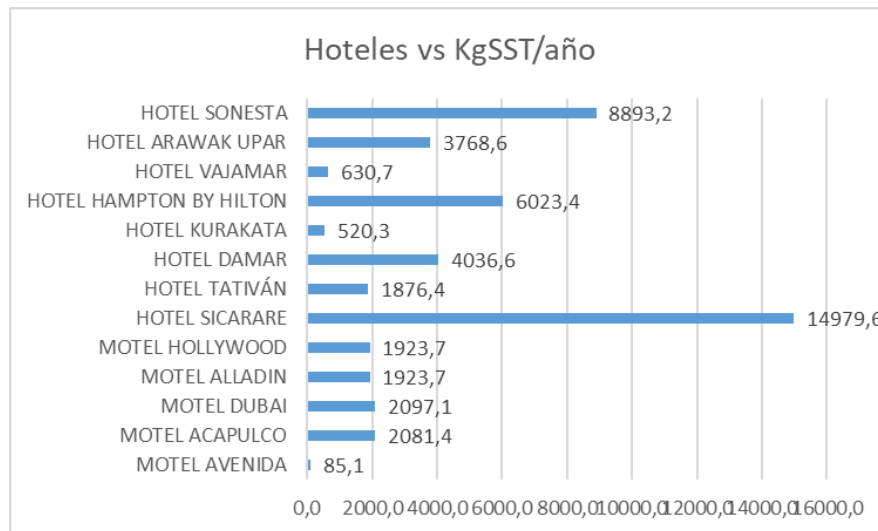


Gráfico 72. Carga Contaminante SST para hoteles

- Almacenes y centro comerciales

Tabla 39. Identificación Almacenes y centro comerciales

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Centro Comercial Guatapurí Plaza	Diagonal 10 No. 6n - 15	N:10°29'41", O:73°16'06"
Centro Comercial Mayales Plaza	Calle 31 No. 6a - 133	N:10°27'21", O:73°14'29"
Olímpica La Novena	Carrera 9 No. 13c - 80	N:10°28'37", O:73°14'55"
Olímpica Los Cortijos	Calle 11 No. 19 Esquina	N:10°28'32", O:73°15'34"
Olímpica Villa Ligia	Calle 1 No. 29 - 72	N:10°29'15", O:73°16'41"
Sao La Ceiba	Diagonal 16 No. 17 - 69	N:10°28'00", O:73°15'06"
Jumbo	Diagonal 10 No. 6n - 15	N:10°29'40", O:73°16'09"
Unicentro	Calle 6a No. 9 - 6	N:10°29'16", O:73°15'41"
Éxito Las Flores	Calle 16 No. 19 - 10	N:10°28'10", O:73°15'28"
Mi Futuro Galería	Carrera 7 No. 18a - 33	N:10°28'21", O:73°14'33"
Mi Futuro Mercado	Calle 20b No. 15 - 41	N:10°27'52", O:73°14'51"

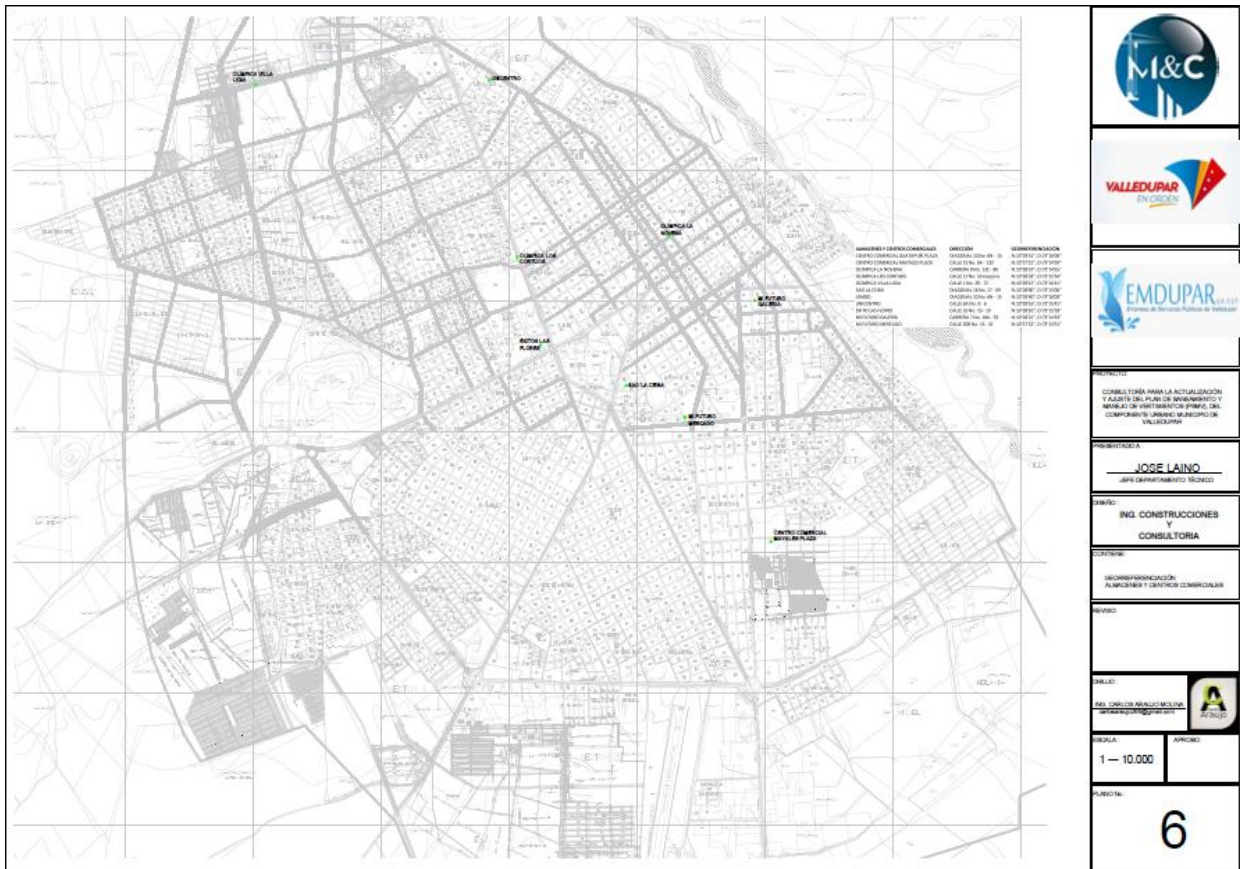


Gráfico 73. Plano almacenes y CC

Tabla 40. Carga Contaminantes para Almacenes y centros comerciales

ALMACENES Y CENTROS COMERCIALES	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
CENTRO COMERCIAL GUATAPURÍ PLAZA	1260	315	0,5	8	6622,6	1655,6
CENTRO COMERCIAL MAYALES PLAZA	42	43,6	0,5	8	220,8	229,2
OLÍMPICA LA NOVENA	519	211	0,5	8	2727,9	1109,0
OLÍMPICA LOS CORTIJOS	993	453	0,5	8	5219,2	2381,0
SAO LA CEIBA	1119	278	0,5	8	5881,5	1461,2
JUMBO	936	113	0,5	8	4919,6	593,9
UNICENTRO	3,17	6,9	0,5	8	16,7	36,3
ÉXITO LAS FLORES	14,4	8,13	0,5	8	75,7	42,7
MI FUTURO GALERÍA	274	157	0,5	8	1440,1	825,2
MI FUTURO MERCADO	570	99	0,5	8	2995,9	520,3
ÉXITO CENTRO	1030	332	0,5	8	5413,7	1745,0

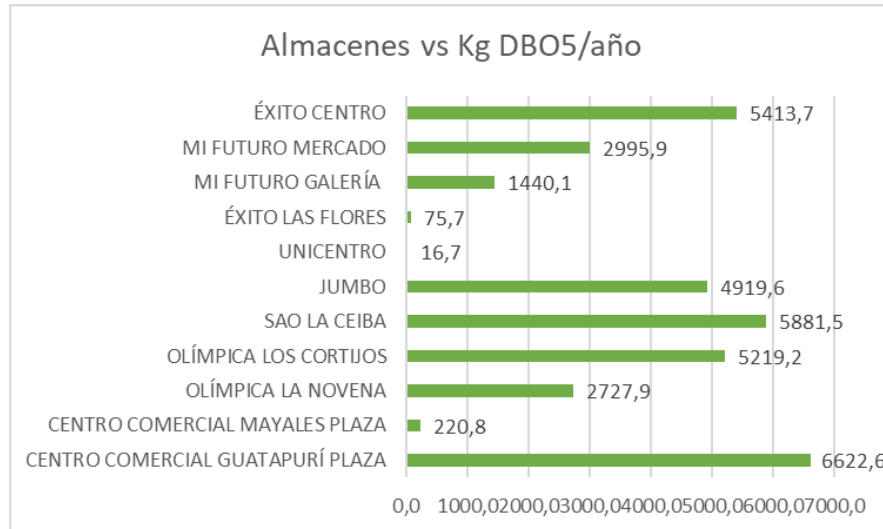


Gráfico 74. Carga Contaminante DBO5 para almacenes

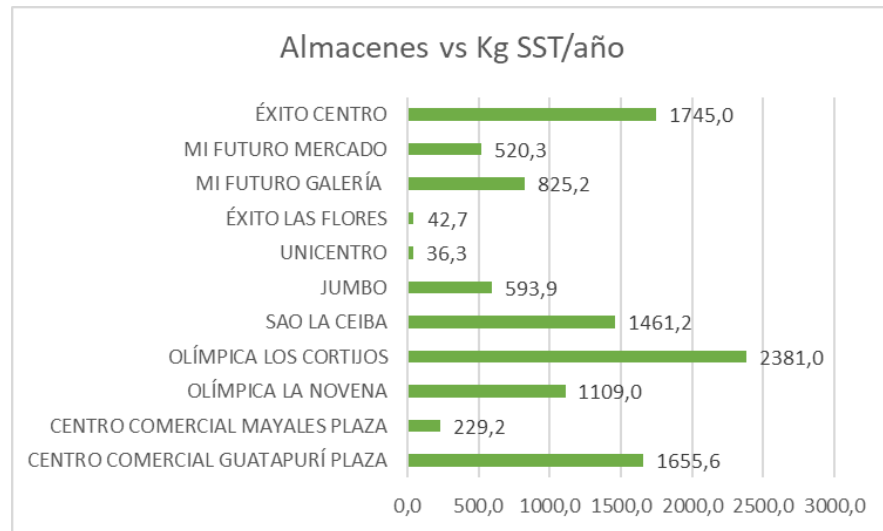


Gráfico 75. Carga Contaminante SST para almacenes

- Industrias lácteas y otras

Tabla 41. Identificación Industrias

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Lácteos Sabelsa	Calle 44 No. 23a - 48	N: 10°26'45", O:73°15'07"
Klarens	Carrera 7a - No. 30a - 64	N: 10°27'20", O:73°14'34"
Lácteos Delar	Calle 44 No. 24 - 30	N: 10°26'45", O:73°15'08"

Quesos Del Valle	Diagonal 16 No. 16 - 71	N: 10°28'52", O:73°15'18"
Dpa	Carrera 19 No. 6 - 109	N: 10°29'30", O:73°15'30"
Gaseosas Hipinto	Carrera 7a No. 41a - 1	N: 10°26'56", O:73°14'30"

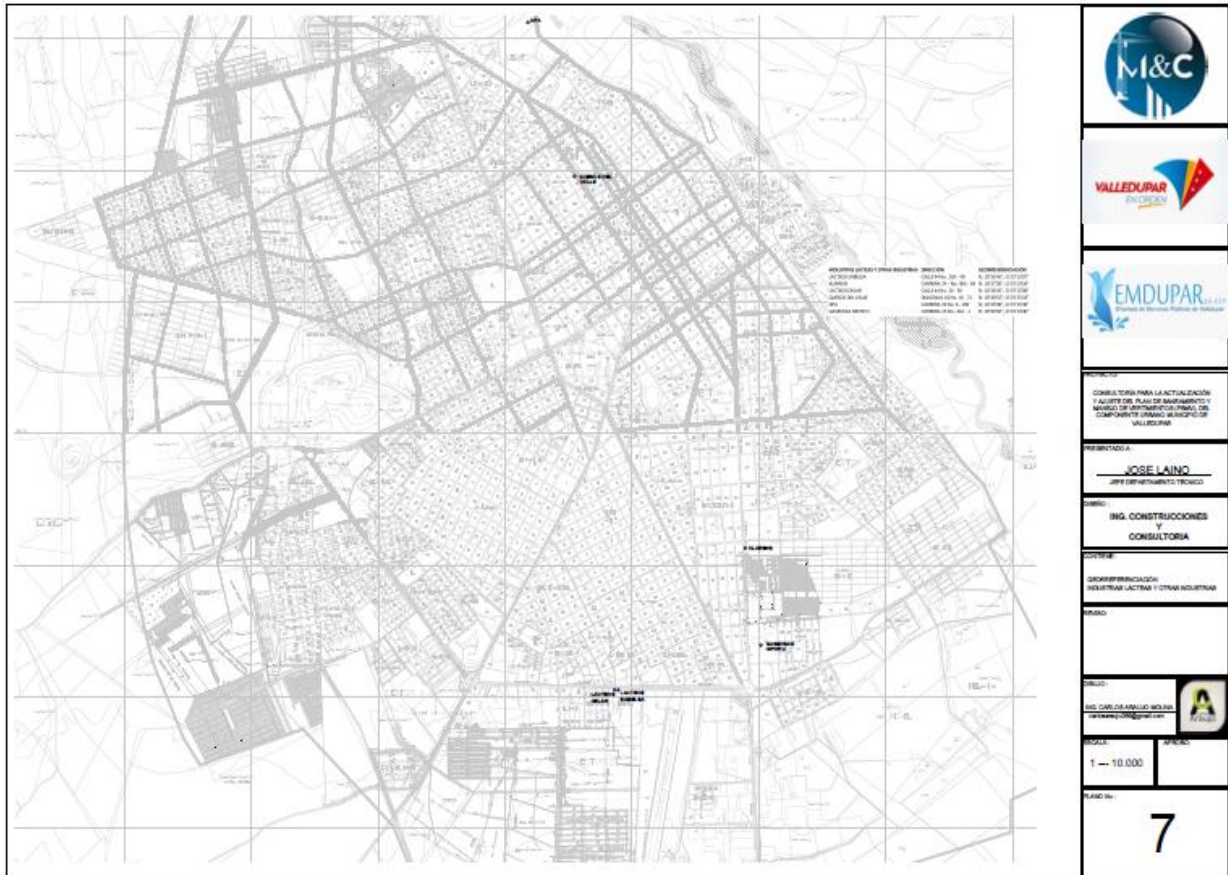


Gráfico 76. Plano Industrias lácteas y otros

Tabla 42. Carga Contaminantes para lácteas y otras industrias

INDUSTRIAS LACTEAS Y OTRAS INDUSTRIAS	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
LÁCTEOS SABELSA	146	45	0,5	8	767,4	236,5
KLARENS	3974	757	0,5	8	20887,3	3978,8
QUESOS DEL VALLE	3636	377	0,5	8	19110,8	1981,5
DPA	71,3	46,7	0,5	8	374,8	245,5
GASEOSAS HIPINTO	48,8	29,8	0,5	8	256,5	156,6
COLANTA	144	41,4	0,5	8	756,9	217,6

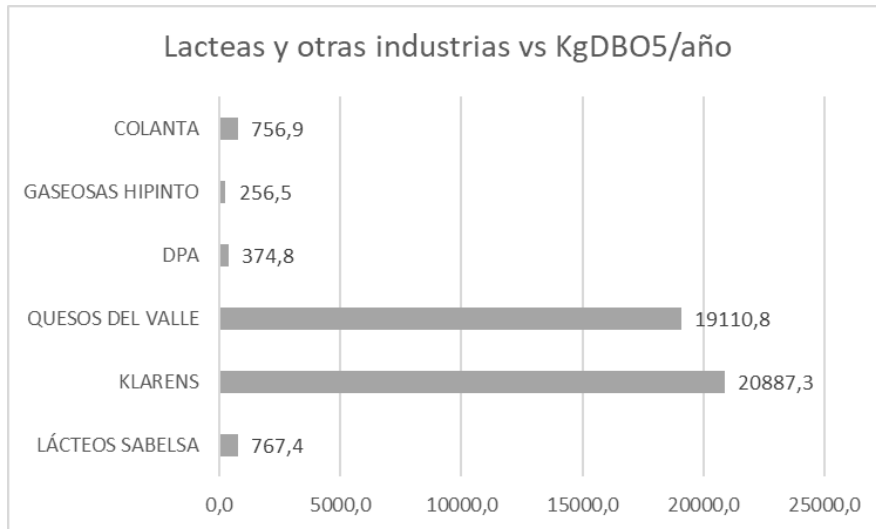


Gráfico 77. Carga Contaminante DBO5 para lácteos y otros

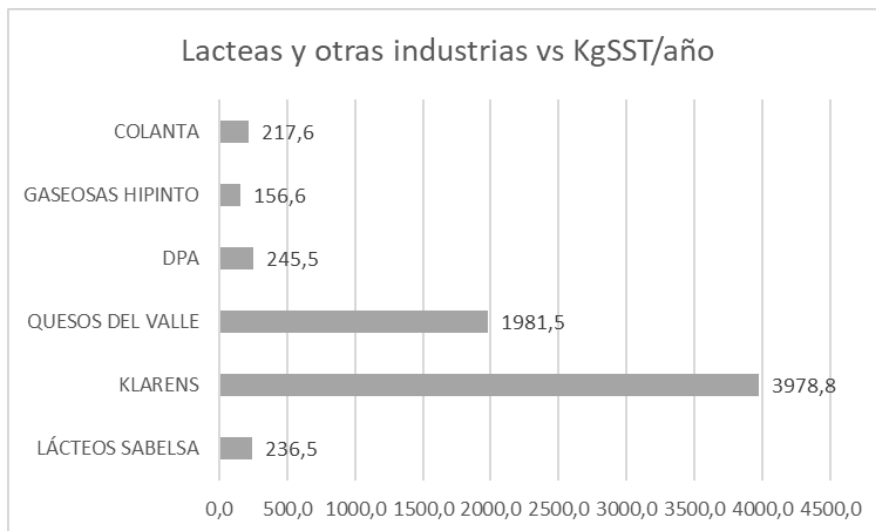


Gráfico 78. Carga Contaminante SST para lácteos y otros

- Otras empresas

Tabla 43. Identificación Otras empresas

Empresa	Dirección	Georreferenciación
Hyundai	Carrera 7a No. 21 - 69	N:10°27'49.69", O:73°14'35.16"
Kya Motors	Carrera 7a No. 20d - 15	N:10°27'54.39", O:73°14'35.24"
Autotropical (Toyota)	Calle 23 No. 7a - 80	N:10°27'43.96", O:73°14'35.97"
Nissan	Carrera 7a No. 20b - 45	N:10°27'59.41", O:73°14'34.98"
Mayor Autos Mazda	Carrera 7a No. 20d - 39	N:10°27'53.64", O:73°14'35.26"
Aseo Del Norte	Calle 60 No. 18 - 481	N:10°26'08.01", O:73°14'48.54"

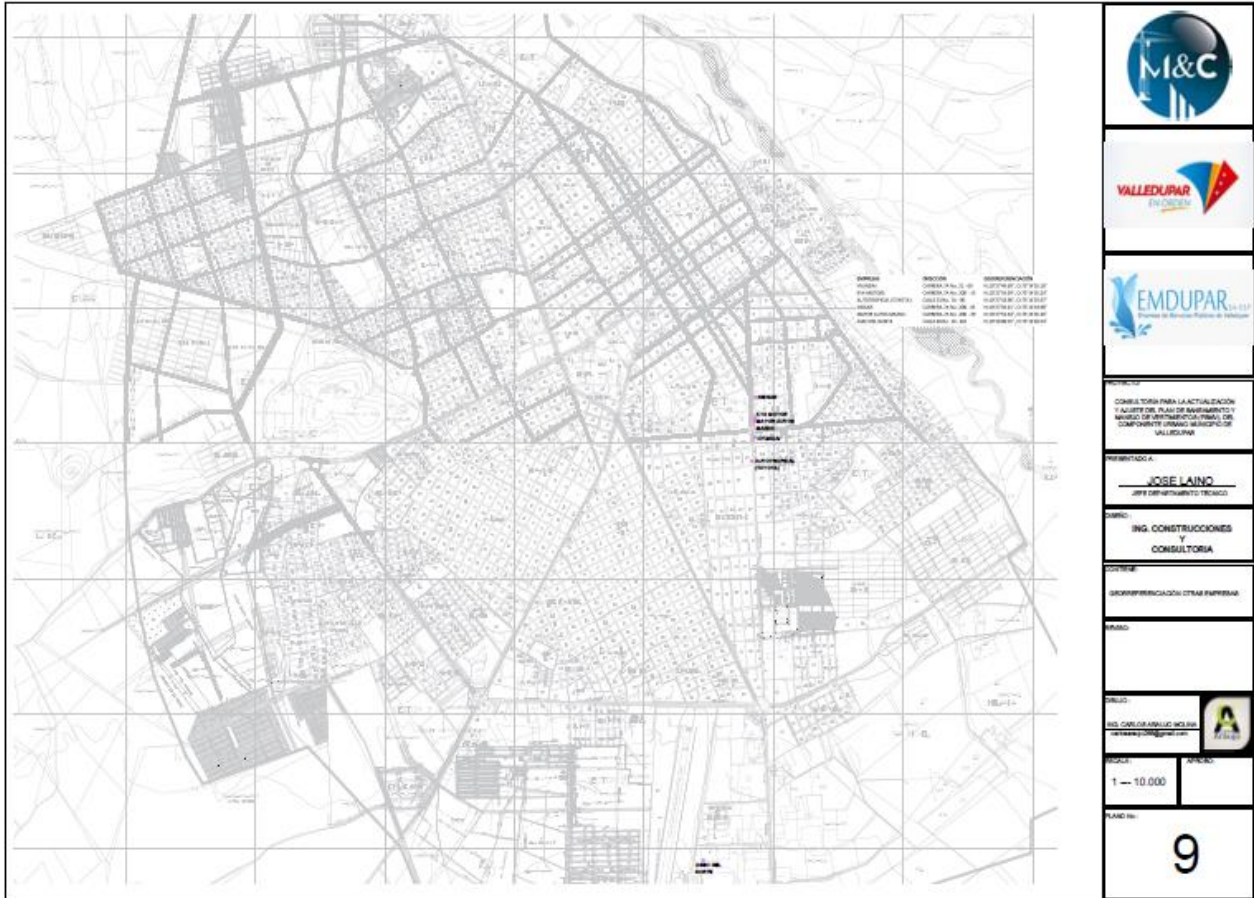


Gráfico 79. Plano otras empresas

Tabla 44. Carga Contaminantes para otras empresas

EMPRESAS	CALCULO CARGA CONTAMINANTE					
	CC DBO5 (mg/L)	CC SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)	TIEMPO (hr)	Kg DBO5/año	Kg SST/año
HYUNDAI	33,6	21,4	0,5	8	176,6	112,5
KYA MOTORS	25,4	122	0,5	8	133,5	641,2
AUTOTROPICAL (TOYOTA)	77,3	27	0,5	8	406,3	141,9
NISSAN	127	57,2	0,5	8	667,5	300,6
MAYOR AUTOS MAZDA	217	47	0,5	8	1140,6	247,0

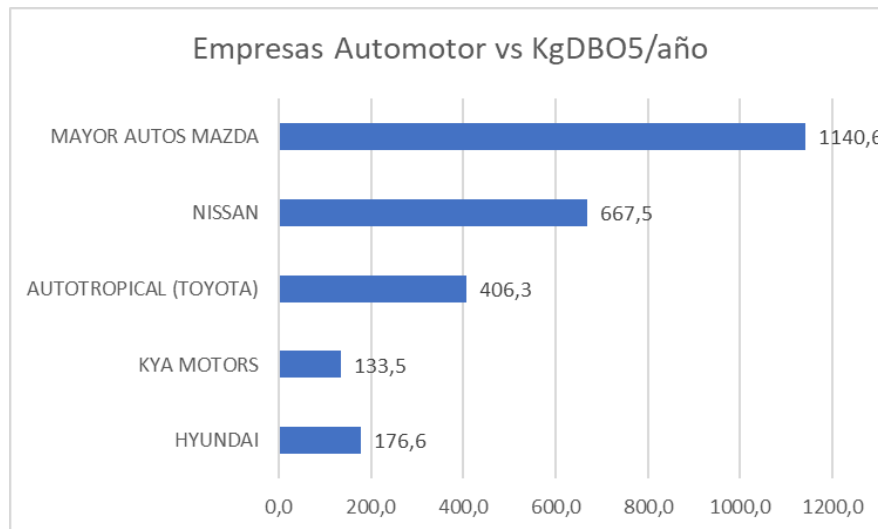


Gráfico 80. Carga Contaminante DBO5 para empresas automotor

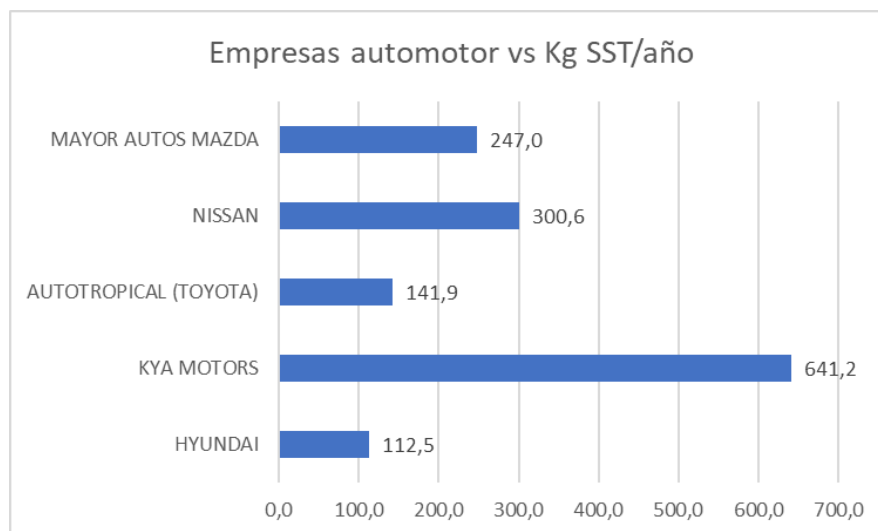
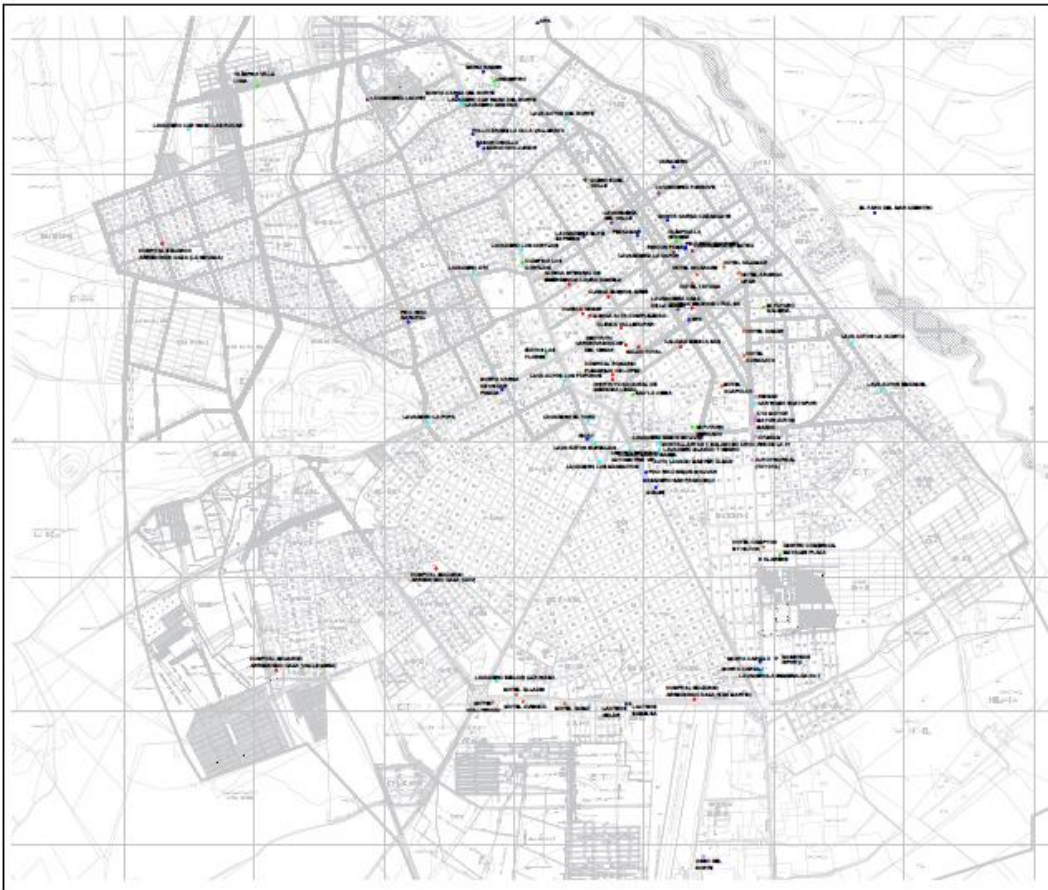


Gráfico 81. Carga Contaminante SST para empresas automotor

De igual manera, en la siguiente imagen se plasman todos los vertimientos de aguas residuales no domésticas identificados en la cabecera del municipio de Valledupar.



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 2020 – 2029.



CONSULTOR PARA LA ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV DE COMPARTIMIENTO URBANO MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
PRESENTADO A: JOSE LAINO JEFE DEPARTAMENTO TÉCNICO
ELABORADO POR: ING. CONSTRUCCIONES Y CONSULTORIA
CONTIENE: DESCRIPCIÓN DE TODO EL BARRIO
CONTIENE: - UBICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS - UBICACIÓN DE PUNTO DE VERTIMIENTO - UBICACIÓN DE CAJAS DE RECOLECCIÓN - UBICACIÓN DE CAJAS DE RECOLECCIÓN DE LÍQUIDOS - UBICACIÓN DE CAJAS DE RECOLECCIÓN DE SÓLIDOS
ELABORADO POR: ING. CARLOS ARALUCO carlosaraluc@gmail.com
ESCALA: 1 : 10.000
PLANO No: 10

Gráfico 82. Plano vertimientos no domésticos al alcantarillado

14.2. Diagnóstico Planta de Tratamiento de Agua Potable - PTAP

La empresa de servicios públicos de Valledupar EMDUPAR S.A. E.S.P., cuenta con una concesión sobre el río Guatapurí para el abastecimiento de agua potable a la ciudad. El sistema de acueducto comienza en la captación sobre el río Guatapurí, a través de un dique en concreto que desvía parte del caudal del río hacia la bocatoma, pasando a un canal de aducción en concreto que lleva el agua hasta una cámara derivadora en la cual se devuelve el sobrante de agua hacia el río y el resto continua hacia la PTAP, existe un canal paralelo en tierra que se usa cuando el canal principal está en mantenimiento o limpieza, la entrada del caudal a uno u otro canal se controla mediante válvulas de compuerta, el agua llega hasta a un pre-desarenador. Luego pasa a un desarenador y de allí a la PTAP, la cual está dividida en dos módulos llamados La Huaricha y La Gota Fría respectivamente, desde la PTAP pasa el agua hasta un tanque de compensación desde el cual se suministra el agua hacia los diferentes sectores de la red de distribución. La red de distribución está dividida en 5 sectores o distritos; Distrito Medio, Distrito Norte, Distrito Sur, Nevada y Sancocho, se tienen 420 Km de tubería en las redes de acueducto aproximadamente y se cuenta con diferentes materiales.

En la siguiente figura se muestra el esquema del sistema de acueducto.

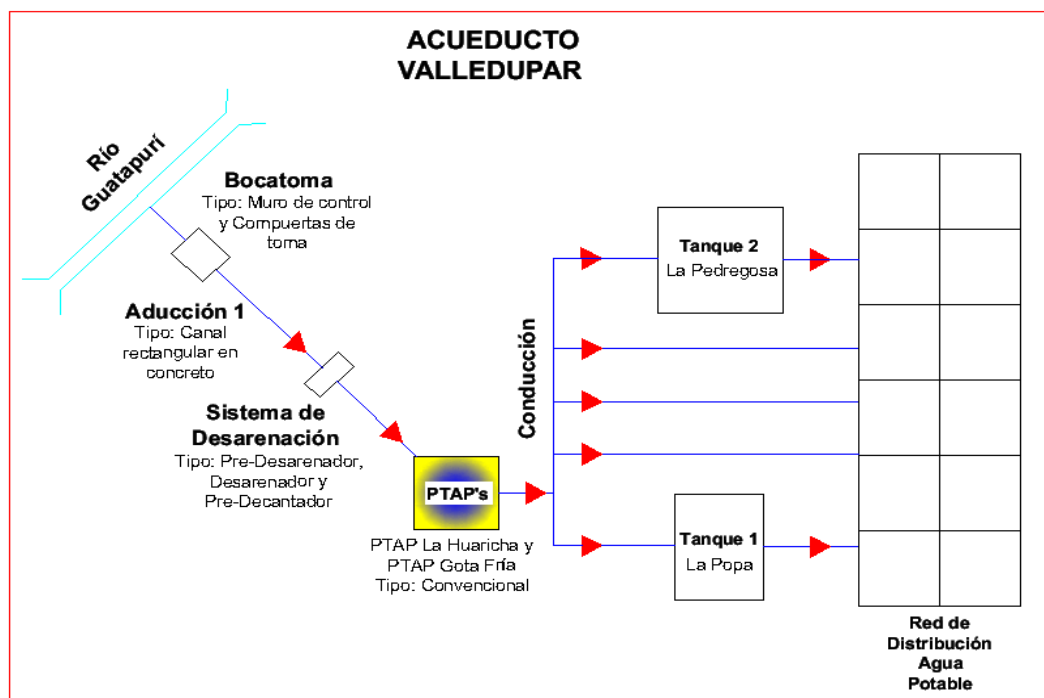


Gráfico 83. Esquema sistema de acueducto.

Fuente PMAA

Los componentes del sistema se describen a continuación:

- Captación: La captación se compone de una serie de estructuras como lo son: dique de derivación, el cual es una estructura en concreto ubicada sobre el río Guatapurí que permite que un porcentaje del caudal del río fluya hacia la PTAP; canal de aproximación, es un canal de fondo natural por el que fluye el agua derivada hasta un muro de control de flujo, su margen derecha es de concreto y la margen izquierda tiene un banco de rocas y grava con el fin de canalizar el agua; muro de control de flujo, permite el control del paso del agua hacia las compuertas de la bocatoma; canal de aproximación bocatoma, permiten el paso de agua hacia la aducción que lleva el agua a la PTAP, este canal ofrece la posibilidad al agua de tomar dos caminos, el primero atravesando las compuertas en dirección a la PTAP por un canal artificial y el segundo siguiendo la corriente natural aguas abajo para terminar nuevamente en el río Guatapurí.

El proceso de captación del agua contempla además la ejecución de las siguientes actividades:

- Disposición y mantenimiento de medios para evitar la entrada de materiales o cuerpos extraños.
 - Disposición de medios de limpieza y mantenimiento periódico a toda la estructura, canal de derivación, estructura de toma, rejillas, y estructuras de retorno.
 - Disposición y mantenimiento de medios para medición y control de caudales en forma continua. Se recomienda guardar los registros, realizar las mediciones a través de aparatos telemétricos, que permitan al operador conocer en tiempo real la cantidad de agua que se está captando de la fuente.
 - Muestreo horario de la calidad del agua en las estructuras de captación. Se recomienda utilizar herramientas de telemetría con el fin de conocer en tiempo real la calidad del agua que está captándose; se deben llevar registros formales al respecto.
- Bocatoma: se encuentran dos compuertas en acero cada una con su rueda de manejo, que cumplen la función de bocatoma y que permiten el paso al canal de aducción.
 - Aducción (bocatoma – desarenador): El agua es captada y conducida por gravedad hasta el desarenador a través de un canal rectangular en concreto que se encuentra construido encima del nivel de terreno natural. En el total del recorrido del canal se pueden identificar tres zonas donde su sección transversal es característica, la primera inmediatamente después del paso por las compuertas de la bocatoma en donde la sección transversal no es completamente rectangular, la segunda zona es de sección rectangular y está acompañada por un canal lateral que en funcionamiento normal cumple el objetivo de recibir los excesos del canal principal, pero cuando este último se encuentra en mantenimiento su función es la de servir como by-pass para la

conducción del agua hasta los desarenadores. Al comienzo de la tercera zona termina el canal lateral y el principal en forma rectangular aumenta su ancho y el agua cruda llega hasta el desarenador.

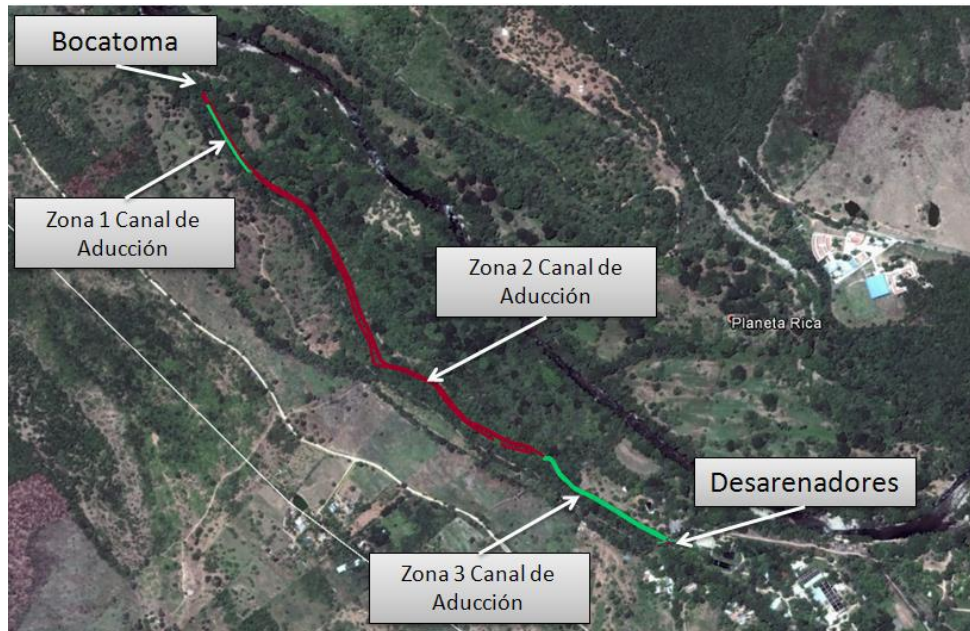


Gráfico 84. Esquema canal de aducción.
Fuente. PMAA

Las actividades en el proceso de aducción incluyen lo siguiente:

- Disposición y mantenimiento de medios para evitar la entrada de materiales o cuerpos extraños.
 - Disposición de medios de limpieza y mantenimiento periódico a toda la estructura.
 - Disposición y mantenimiento de medios para medición y control de caudales en forma continua. Se recomienda guardar los registros, realizar las mediciones a través de aparatos telemétricos, que permitan al operador conocer en tiempo real la cantidad de agua que se está captando de la fuente.
 - Control y dragado a la capacidad hidráulica del canal.
- Sistema de desarenadores: consiste en tres componentes, un pre-desarenador, un desarenador y un pre-decantador los cuales hacen un pre-tratamiento antes de pasar a la PTAP.

En el proceso de desarenación se contempla lo siguiente:

- Verificación de la eficiencia de los desarenadores y la capacidad de remoción de los sedimentos retenidos.
 - Disposición de medios de limpieza y mantenimiento periódico a toda la estructura.
 - Disposición y mantenimiento de medios para evitar la entrada de materiales o cuerpos extraños.
 - Disposición y mantenimiento de medios para medición y control de caudales en forma continua.
- Planta de tratamiento de agua potable (PTAP): La planta cuenta con dos módulos llamados La Huaricha y Gota Fría. De acuerdo con el RAS 2000, el proceso de tratamiento corresponde al conjunto de acciones que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para potabilizarla de acuerdo con el Decreto 475 de 19986 o aquél que lo sustituya.

Coagulación y Mezcla Rápida. Los procesos que deben llevarse a cabo en esta etapa del tratamiento del agua potable son la dosificación y la mezcla rápida. Una vez adicionados los coagulantes y auxiliares de la coagulación deben dispersarse rápida y homogéneamente en el cuerpo de agua, para lo cual deben emplearse las unidades de mezcla rápida.

Estos equipos pueden ser hidráulicos o mecánicos. Entre las unidades hidráulicas de mezcla rápida que pueden usarse se encuentran el resalto hidráulico, los vertederos, los mezcladores estáticos y los difusores; entre las unidades mecánicas de mezcla rápida que pueden emplearse se encuentran los mezcladores mecánicos. En el sistema de acueducto de EMDUPAR, la dosificación de químicos para coagulación se realiza de manera manual, se utiliza sulfato de aluminio granulado; la adición y mezcla rápida del coagulante, se realiza en un resalto hidráulico, aguas abajo del vertedero tipo Perfil de Creager (empleado para medir caudales).

Floculación. Este proceso hace referencia a la aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada. En el proceso de floculación pueden emplearse los floculadores hidráulicos y mecánicos. Entre los floculadores hidráulicos que pueden ser implementados están los de flujo horizontal, flujo vertical, flujo helicoidal y Alabama.

En el sistema de acueducto de EMDUPAR, la floculación se realiza en dos módulos floculadores tipo Alabama con 15 y 12 compartimientos respectivamente; a través de un canal abierto se distribuye el agua desde el punto de dosificación de químicos hasta cada compartimiento de los tanques floculadores.

Filtración. Este proceso hace referencia a la remoción de las partículas suspendidas y coloidales del agua, al hacerlas pasar a través de un medio poroso. Este proceso se

puede realizar por filtración rápida o filtración lenta. La filtración rápida se divide en filtración ascendente y descendente. Puede filtrarse por gravedad o por presión, el lavado puede ser intermitente o continuo. También puede emplearse la filtración lenta sola o con diversas etapas de prefiltración.

En el sistema de acueducto de EMDUPAR, la filtración se lleva a cabo en 10 tanques filtros en la planta No. 1 y 6 en la planta No. 2, el agua circula en ellos de abajo hacia arriba. Los filtros son construidos en arena y antracita.

Desinfección. Este proceso hace referencia a la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua. Para su potabilización, es obligatorio desinfectar el agua sin importar el tipo de tratamiento previo que se haya realizado. Entre los procesos de desinfección que pueden realizarse esta la cloración, ozonización, desinfección con dióxido de cloro, y desinfección con rayos ultravioleta, entre otros.

En el sistema de acueducto de EMDUPAR, la desinfección se realiza mediante la aplicación al agua tratada de cloro gaseoso. El proceso de cloración se realiza en el tanque de “Aguas Claras”, el cual recibe el agua proveniente de los módulos de filtración. El tanque tiene una capacidad de 2000 m³ (20x25x4 m), construido en concreto, y ubicado subsuperficialmente a la salida de la planta de tratamiento. Al interior del tanque se construyeron tres tabiques de recorrido; así, el agua permanece en el tanque el tiempo necesario para garantizar la difusión del cloro.

- Tanque de almacenamiento: El sistema de acueducto de la ciudad de Valledupar dispone de dos tanques de almacenamiento, el primero localizado inmediatamente después de la salida de la PTAP conocido como La Pedregosa y el segundo ubicado en el sector conocido como el cerro La Popa.
- Conducción: El agua tratada en la PTAP sale desde el tanque de contacto a la red de distribución por medio de cinco tuberías existentes y un nuevo tubo que a fecha de corte diciembre de 2013 se encontraba en proceso de instalación.
- Redes de distribución: La tubería existente se encuentra construida de diferentes materiales tales como PVC, asbesto cemento, CCP, PEAD, hierro dúctil, hierro galvanizado, además, la red cuenta con tuberías de diámetros comerciales 1”, 2”, 3”, 4”, 6”, 8”, 10”, 12”, 14”, 16”, 18”, 20”, 21”, 24” y 28”. Adicionalmente la red de distribución cuenta con válvulas de cierre para su control y operación, hidrantes distribuidos por todo el casco urbano,

15. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE VERTIMIENTOS Y SUS FUENTES RECEPTORAS



Gráfico 85. STAR El Salguero

15.1. Identificación y georreferenciación de cada punto de vertimiento a la corriente hídrica

En el ajuste y actualización del PSMV del componente Urbano del municipio Valledupar – Cesar, se ha realizado la identificación de la totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en el área de influencia del PSMV, por el prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado (EMDUPAR S.A. E.S.P y la Alcaldía Municipal de Valledupar) y sus actividades complementarias definiendo claramente las corrientes, tramos, cuerpos de agua o sitios de descarga y se ha realizado una caracterización de los vertimientos representativos definidos con base en criterios técnicos que consideren aspectos de calidad y cantidad. Las caracterizaciones se adelantaron a partir de muestreos compuestas en día típico, adicionalmente a los que se consideren pertinentes por el prestador del servicio público de alcantarillado, de acuerdo con análisis ambientales y sanitarios asociados al manejo de los vertimientos. Para la ejecución de las jornadas de monitoreo se aplicó lo indicado en la GUÍA PARA EL MONITOREO DE VERTIMIENTOS, AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS definida por el IDEAM y ejecutar los análisis con Laboratorios acreditados por el IDEAM (Nancy Flórez García).

El objetivo de este capítulo fue la revisión del estado de las descargas de aguas residuales domésticas y su fuentes receptoras superficiales en el municipio de Valledupar (componente Urbano, en términos de su calidad Físicoquímica y Microbiológica como pieza fundamental para la determinación, validación y verificación de metas de descontaminación que garanticen la efectividad de la aplicación de los instrumentos

económicos, utilizando el derecho que le confiere el Decreto 1076 de 2015, proferido por el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible. Es importante resaltar que en la determinación de la calidad del agua de la cuenca de los Ríos Cesar y Guatapurí. Se identificaron y evaluaron las redes de monitoreo existentes en las cuencas; luego se identificaron las actividades productivas desarrolladas que generan vertimientos de aguas residuales. Posteriormente se estimaron las cargas contaminantes vertidas a las corrientes mencionadas y seguidamente se analizaron los factores contaminantes en el agua y suelos asociados a la problemática de vertimientos líquido. Así mismo se realizó evaluación estadística y modelación ambiental de los vertimientos y sus fuentes receptoras.

En este orden de ideas la metodología utilizada y plan de trabajo desarrollado para lograr tal fin se relaciona a continuación:

OBJETIVOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA

☞ GENERAL.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y NO DOMÉSTICAS QUE DESCARGAN EN FUENTES RECEPTORAS SUPERFICIALES EN EL MUNICIPIO DE LA VALLEDUPAR (COMPONENTE URBANO)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ☞ Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de los cuerpos de agua superficiales (Rio Cesar y Guatapurí) y vertimientos de aguas residuales domesticas en la cabecera urbana del municipio de Valledupar y La Planta de Agua Potable PTAP de EMDUPAR S.A E. S.P.
- ☞ Realizar comparaciones con las normas nacionales ambientales vigentes (Decreto 1076 del 2015 y la resolución 631 del 2015) y las proferidas por la Corporación (Acuerdo 008 del 26 de abril de 2017 o quien lo reemplace).
- ☞ Analizar el estado ambiental del recurso hídrico a partir de los resultados obtenidos y realizar comparaciones estadísticas con la red de monitoreo de CORPOCESAR, balance de masas, estadística diferencial e inferencial y modelo matemático de simulación (QUAL 2K).
- ☞ Identificar zonas críticas y plantear los estudios de detalle adicionales que deberán realizarse para la valoración del grado de contaminación de los cuerpos de aguas superficiales y la forma de mitigar el impacto ocasionado.

METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta lo dictaminado en la Resolución 1433 de 2004, Artículo 1 párrafo No 2, “El PSMV deberá formularse teniendo en cuenta la información disponible sobre calidad y uso de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores. los criterios de priorización de proyectos definidos en el Reglamento Técnico del sector RAS o la norma que lo modifique o sustituya y lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento y Territorial, POT. Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial”. El estudio se tomó como base los monitores realizados en el mes de julio de 2020. Analizado por el laboratorio NANCY FLOREZ GARCIA. Y los resultados históricos y seguimiento de CORPOCESAR, en el programa de tasa retributiva y objetivos de calidad.



Gráfico 86. Esquema de vertimiento componente urbano de valledupar

Fuente: Los Autores

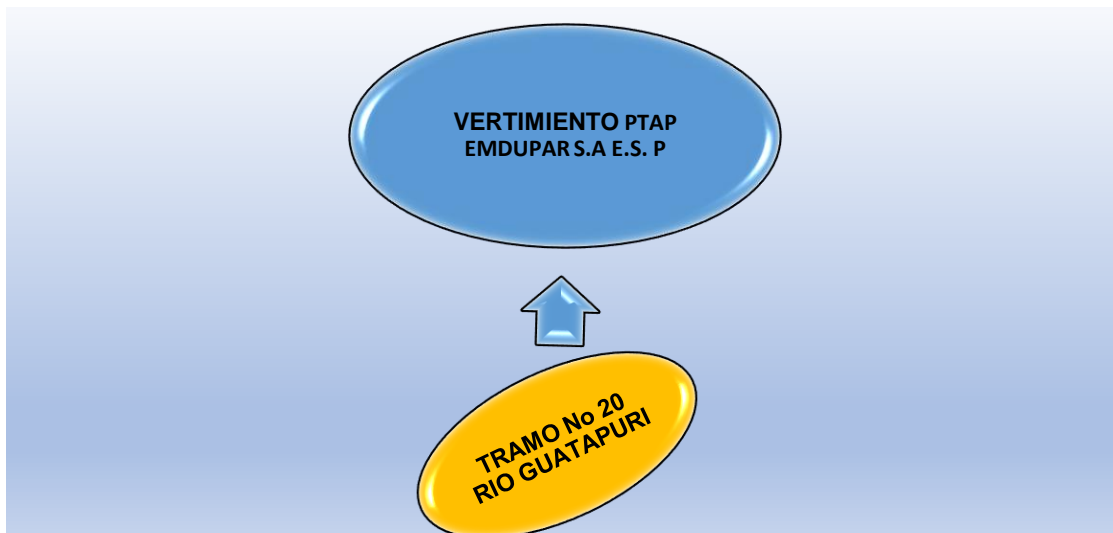


Gráfico 87. Esquema de vertimiento PTAP EMDUPAR S.A E.S. P
Fuente: Los Autores

Durante la fase de muestreo realizados los días 28 y 31 de agosto de 2020, se efectuaron observaciones directas en campo, directamente por personal técnico y profesional certificado por el laboratorio, el cual a su vez está certificado por el IDEAM. Simultáneo a la toma de muestras se realizó la determinación de parámetros fisicoquímicos como pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, sólidos sedimentables y medición de caudal, según la metodología establecida en el Standard Methods 1998 y la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del IDEAM- 2002. Es preciso anotar que la toma de muestra es considerada como época de alta pluviosidad.

El laboratorio tomó muestras compuestas consecutivas, en los distintos puntos de muestreo denominados salida de aguas residuales (efluente) y muestras puntuales en las fuentes de aguas receptoras.

Tabla 45. Puntos de muestreo de vertimiento

Lugar	Coordenadas
Entrada del Star El Salguero	01640633 N- 01091813 O
Salida Star el Salguero 1 (salida antigua)	01640313 N- 01092384 O
Salida Star el Salguero 2 (salida Planta de Aireación)	01640242 N- 01092375 O
Salida Filtro PTAP EMDUPAR S.A E.S.P	---



Gráfico 88. Entrada STAR El Salguero



Gráfico 89. Entrada – desarenadores STAR El Salguero



Gráfico 90. Salida vieja STAR El Salguero



Gráfico 91. Salida planta de aireación STAR El Salguero



Gráfico 92. Salida PTAP

Tabla 46. Puntos de muestreo aguas arriba y abajo cuerpo receptor

Lugar	Coordenadas	
	Norte	Oeste
Aguas arriba Salida Star- El salguero (Rio Cesar)	1640452	1092386
Aguas Abajo Salida Star- El salguero (Rio Cesar)	1639740	109500
Aguas arriba PTAP (Rio Guatapuri)	N:1653172	1086685
Aguas abajo PTAP (Rio Guatapuri)	1653165	1086741



Gráfico 93. Aguas arriba del vertimiento rio Cesar



Gráfico 94. Aguas abajo del vertimiento rio Cesar



Gráfico 95. Aguas arriba del vertimiento rio Guatapurí



Gráfico 96. Aguas abajo del vertimiento rio Guatapurí

Los parámetros pertinentes a las aguas superficiales de los cuerpos receptores se evaluaron de acuerdo a lo establecido en el Decreto único ambiental 1076 de 2015., y los vertimientos domésticos bajo la norma técnica y métodos oficialmente aceptados en la resolución 0631 de 2015, proferida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

☞ ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO TRAMO 11. RIO CESAR

El objetivo de este estudio se fundamentó en la revisión del estado de las descargas de aguas residuales domésticas y No domésticas y sus fuentes receptoras de la cabecera urbana del municipio de Valledupar Componente urbano.

Con los datos obtenidos en todos los periodos de muestreos realizados por EMDUPAR S.A E.S. P (2018,2019 Y 2020) referentes a las variable físico-química y microbiológica, se realizaron los análisis de estadística descriptiva y la estimación de medidas de tendencia central para caracterizar el comportamiento general de los tramos en los periodos de muestreo, además se realizaron gráficas de líneas, que permiten un mejor análisis de las fluctuaciones anuales por estación.

El análisis se realiza considerando las estaciones como el espacio muestral que agrupa los parámetros estudiados, es decir, cada resultado se trata independientemente. Las estaciones son puntos espaciales localizados geográficamente en el rio Cesar, en el área de estudio. a continuación, se definen los términos estadísticos descriptivos utilizados en el análisis.

El procedimiento utilizado está diseñado para resumir una sola muestra de datos. Se calculó varios estadísticos y gráficas. Están incluidos en el procedimiento análisis de la variable, resumen estadístico, tablas de frecuencias, los intervalos de confianza y gráficos que identifican los comportamientos de los resultados, que con base en ellos es posible establecer insumos que apoyan análisis inferencial.

El análisis de Una Variable, utilizado identifica los valores del parámetro analizado y el rango; el resumen estadístico Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma y de particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal.

Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar cualquier prueba estadística con referencia a la desviación estándar; la tabla de frecuencia divide el rango de parámetro en intervalos del mismo ancho, y contando el número de datos en cada intervalo.

Herramienta Estadística: Minitab Statistical Software que ofrece analítica predictiva y junto con visualizaciones esenciales, para tomar decisiones basadas en datos que generen valor.

Términos definidos en el estudio estadístico diferencial:

↪ **Media**

Se utilizó la media para describir la muestra con un solo valor que representa el centro de los datos. En el análisis estadístico se utilizó la media como una medida estándar del centro de la distribución de los datos.

↪ **EE de la media**

Es la media para determinar el grado de precisión con el que la media de la muestra estima la media de la población

↪ **Desviación estándar**

La desviación estándar para determinar qué tan dispersos están los datos con respecto a la media

↪ **Varianza**

La varianza para determinar qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. La varianza es igual a la desviación estándar elevada al cuadrado.

↪ **Coefficiente de variación**

El coeficiente de variación (denotado como COV) es una medida de dispersión que describe la variación en los datos en relación con la media. El coeficiente de variación se ajusta de manera que los valores estén en una escala sin unidades. Gracias a este ajuste, se puede utilizar el coeficiente de variación en lugar de la desviación estándar para comparar la variación de los datos que tienen unidades diferentes o medias muy diferentes

↪ **Rango**

El rango es la diferencia entre los valores más grande y más pequeño de los datos. El rango representa el intervalo más pequeño que contiene todos los valores de los datos.

↪ **Suma**

La suma es el total de todos los valores de los datos.

↪ **Mínimo**

El mínimo es el valor de datos más pequeño en la muestra. Fue utilizado para identificar un posible valor atípico o un error de entrada de datos. Una de las maneras más sencillas de evaluar la dispersión de los datos consiste en comparar el mínimo y el máximo.

↪ **Primer cuartil**

25% de los valores de los datos en la muestra son menores que el valor del primer cuartil.

↪ **Mediana**

La mediana es otra medida del centro de la distribución de los datos. Por lo general, los valores atípicos influyen menos en la mediana que en la media. La mitad de los valores de los datos es mayor que el valor de la mediana y la mitad de los valores de los datos es menor que el valor de la mediana.

↪ **Tercer cuartil**

El 25% de los valores de datos de la muestra son mayores que el valor del tercer cuartil.

↪ **Máximo**

El máximo es el valor de datos más grande en la muestra. Se utilizó el máximo para identificar un posible valor atípico o un error de entrada de datos. Una de las maneras más sencillas de evaluar la dispersión de los datos consiste en comparar el mínimo y el máximo.

↪ **Rango intercuartil**

El rango intercuartil (IQR) es la distancia entre el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3).se utilizó el rango intercuartil para describir la dispersión de los datos. A medida que aumenta la dispersión de los datos, el IQR se hace más grande.

↪ **Moda**

La moda describe un conjunto entero de observaciones con un valor individual que represente el valor más común en la muestra. Usted puede usar la moda con la media y la mediana para obtener una caracterización general de la distribución de los datos

↪ **N valores presentes**

El número de valores presentes en la muestra. Minitab muestra este valor en la salida como N.

↪ **N valores faltantes**

El número de valores faltantes en la muestra. El número de valores faltantes se refiere a las celdas que contienen el símbolo de valor faltante *. Minitab muestra este valor en la salida como N*.

↪ **N total**

El número total de observaciones en la columna. Utilícese para representar la suma de N valores faltantes y N valores presentes. Minitab muestra este valor en la salida como Conteo total.

↪ **N acumulado**

N acumulado es un total acumulado del número de observaciones en categorías sucesivas.

↪ **Por ciento**

El porcentaje representa la contribución de una categoría al todo. El porcentaje se calcula dividiendo la frecuencia de esa categoría entre la frecuencia total y multiplicándola por 100.

↪ **Porcentaje acumulado**

El porcentaje acumulado es la suma de todos los valores porcentuales hasta esa categoría, en comparación con los porcentajes individuales de cada categoría.

↪ **Media recortada**

Utilice la media recortada para eliminar el impacto de los valores muy grandes o muy pequeños sobre la media. Cuando los datos contienen valores atípicos, la media recortada puede ser una mejor medida de la tendencia central que la media.

↪ **Suma de cuadrados**

La suma de los cuadrados no corregida se calcula elevando al cuadrado cada uno de los valores de la columna y luego sumando esos valores elevados al cuadrado. Por ejemplo, si la columna contiene x_1, x_2, \dots, x_n , entonces la suma de los cuadrados se calcula como $(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2)$. A diferencia de la suma de los cuadrados corregida, la suma de los cuadrados no corregida incluye el error. Los valores de datos se elevan al cuadrado sin antes restar la media.

↪ **Asimetría**

Utilice la asimetría para determinar el grado en que los datos no son simétricos. Para obtener más información, vaya a Cómo la asimetría y la curtosis afectan la distribución.

↪ **Curtosis**

La curtosis para determinar el grado en que los datos alcanzan su valor máximo, en comparación con una curva normal.

↪ **MSSD**

La media de las diferencias sucesivas cuadráticas (MSSD) es una estimación de la varianza. Un posible uso de la MSSD es para probar si una secuencia de observaciones es aleatoria. En control de calidad, un posible uso de la MSSD es para estimar la varianza cuando el tamaño del subgrupo = 1.

↪ **Grafica de histograma**

histograma es aquella representación gráfica de estadísticas de diferentes tipos. ... Normalmente, las frecuencias son representadas en el eje vertical mientras que en el horizontal se representan los valores de cada una de las variables (que aparecen en el histograma como barras bi o tridimensionales).

↪ **Histogramas con curva normal**

histograma son curvas de distribución normal que se generan utilizando la media del proceso y diferentes estimaciones de la variación del proceso. La curva de

corto plazo con línea discontinua utiliza la desviación estándar dentro de los subgrupos.

➤ **Grafica de valores individuales.**

La Gráfica de valores individuales evalúa y compara las distribuciones de datos de la muestra. Una gráfica de valores individuales muestra un punto para el valor real de cada observación en un grupo, lo que hace que sea más fácil determinar los valores atípicos y ver la dispersión de la distribución.

➤ **TRAMO No 11. RIO CESAR - SUBTRAMO DESDE N; 10°23'56.14126" W; 73°12'38.106 ANTES DEL VERTIMIENTO CABECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ- HASTA N: 10°15'56.9" W: 073°16'11.7" CORREGIMIENTO LOS CALABAZOS.**

Tabla 47. Resultados y análisis de vertimiento entrada del STAR El Salguero municipio de Valledupar componente urbano.

Parámetros	Unidades	Resultado	Especificación
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L O2	273	70
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O2	400	150
Ortofosfatos (P-PO 4 3)	mg/L	3.44	Análisis y Reporte
Fosforo Total	mg/L	5.59	Análisis y Reporte
Grasas y Aceites	mg/L	68.2	10
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	9.16	10
Nitratos (N-NO3)	mg/L	<0.200	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO2)	mg/L	<0.006	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH3)	mg/L	26.3	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	45.8	Análisis y Reporte
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	162	70
Sustancias Activas al Azul de metileno (SAAM)	mg/L	6.29	Análisis y Reporte
Coliformes Termotolerantes	NMP	33x106	Análisis y Reporte
Coliformes Totales	NMP	95 X106	N.R

Tabla 48. Resultados y análisis de vertimiento salida STAR El Salguero 1. Municipio de Valledupar componente urbano (salida antigua)

Parámetros	Unidad	Resultado	Especificación
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L O2	60.6	70
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O2	137	150
Ortofosfatos (P-PO 4 3)	mg/L	2.18	Análisis y Reporte
Fosforo Total	mg/L	4.28	Análisis y Reporte
Grasas y Aceites	mg/L	3.38	10
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	<2,00	10
Nitratos (N-NO3)	mg/L	<0.200	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO2)	mg/L	<0.006	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH3)	mg/L	24.1	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	31.4	Análisis y Reporte
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	48.9	70
Sustancias Activas al Azul de metileno (SAAM)	mg/L	2.97	Análisis y Reporte
Coliformes Termotolerantes	NMP	23x105	Análisis y Reporte
Coliformes Totales	NMP	31 X105	N.R

Para la evaluación del vertimiento se tomó como referencia la resolución 0631 del 2015 art 8 (carga mayor a 3000 kg/día DBO5 - MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE).

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR 1. (SALIDA ANTIGUA) CAUDAL

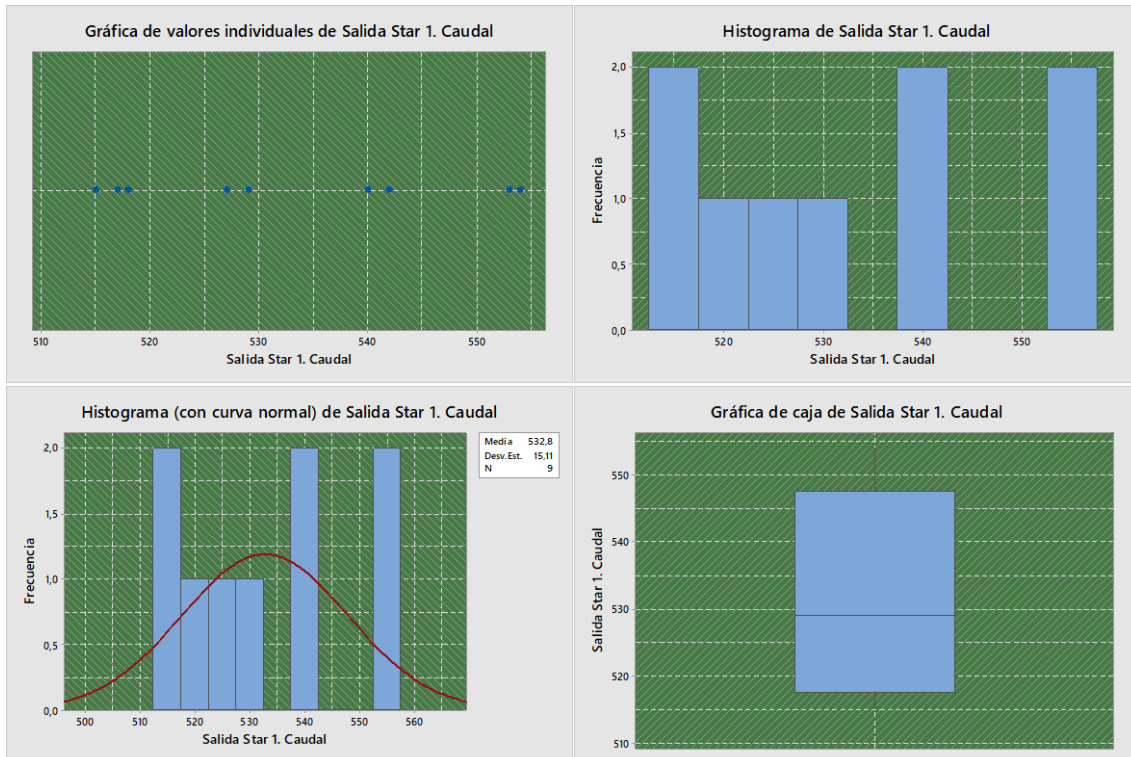
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida Star 1. Caudal	9	9	0	9	100	100	532,78	5,04	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1
Salida Star 1. Caudal	15,11	228,44	2,84	4795,00	2556497,00	515,00	517,50

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
Salida Star 1. Caudal	529,00	547,50	554,00	39,00	30,00	*	0	0,28

Variable	Curtosis	MSSD
Salida Star 1. Caudal	-1,54	79,44

Gráfico 97. SALIDA STAR 1. (SALIDA ANTIGUA) CAUDAL



Fuente: Los Autores

Conclusiones: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Caudal en L/s así: 520-530-540-550. con una media representado en la gráfica de histograma de curva normal de 532.7. con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales y grafica de caja de 554 y 514 respectivamente. El pico máximo corresponde a la alícuota No. 6, tomada a las 1:35 pm y el mínimo corresponde alícuota No.2, tomada a las 9:35 am. (variación típica de aguas residuales domesticas). Estos valores pueden ser utilizados para realizar análisis inferencial e incluso pueden ser utilizados para introducirlos en la modelación del efluente

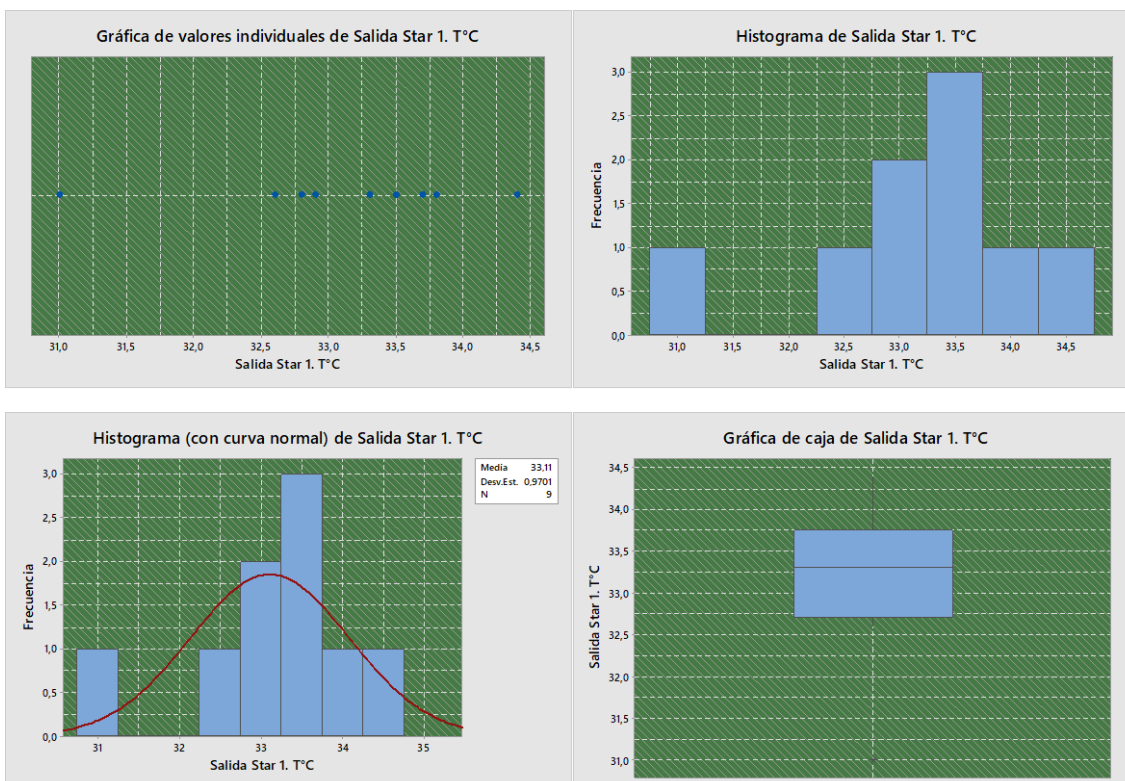
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR 1. (SALIDA ANTIGUA) T°C

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida Star 1. T°C	9	9	0	9	100	100	33,111	0,323	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
Salida Star 1. T°C	0,970	0,941	2,93	298,000	9874,640	31,000	32,700	33,300

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida Star 1. T°C	33,750	34,400	3,400	1,050	*	0	-1,20	2,41	1,499

Gráfico 98. Gráficos estadísticos descriptivos salida antigua - Temperatura



Conclusiones: En el espacio muestral analizado, se encuentran seis (6) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para temperatura en

(°C) así:(31.0-32.5-33.0-33.5-34.0-34.5). con una media representado en la gráfica de histograma de curva normal de 33.43. con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de 33.11 valores individuales y grafica de caja de 34.4 y 31 respectivamente. El pico máximo corresponde a la alícuota No. 2, tomada a las 9:35 pm y el mínimo corresponde alícuota No.3, tomada a las 10:35 am. (variación típica de aguas residuales domesticas). Estos valores pueden ser utilizados para realizar análisis inferencial e incluso pueden ser utilizados para introducirlos en la modelación del efluente.

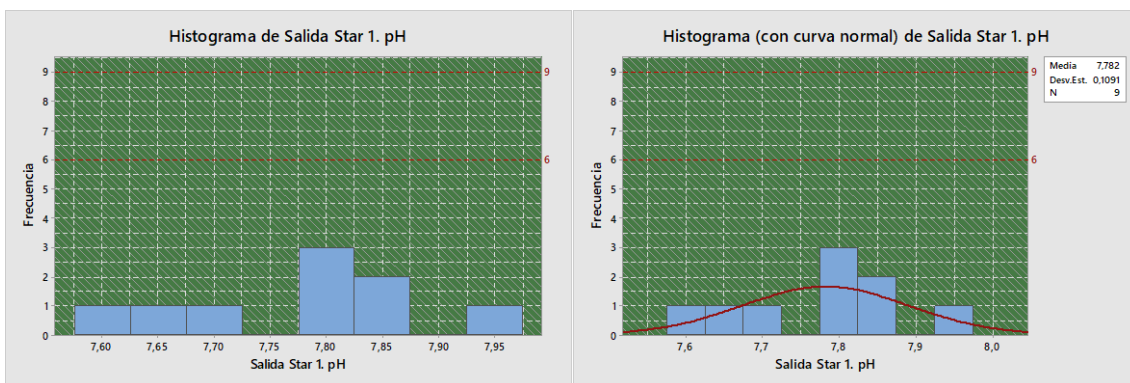
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR 1. (SALIDA ANTIGUA) PH

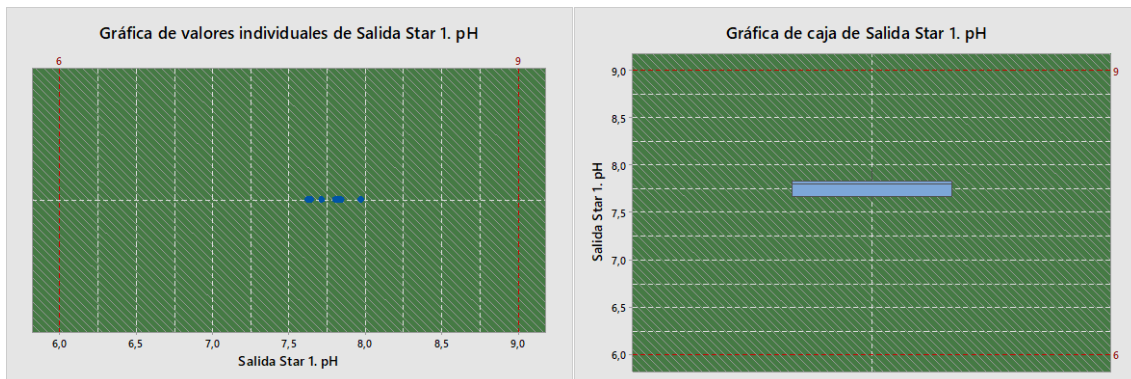
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida Star 1. pH	9	9	0	9	100	100	7,7822	0,0364	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
Salida Star 1. pH	0,1091	0,0119	1,40	70,0400	545,1620	7,6200	7,6750	7,8100

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida Star 1. pH	7,8350	7,9700	0,3500	0,1600	*	0	-0,06	-0,04	0,0144

Gráfico 99. Gráficos estadísticos descriptivos salida antigua - pH





Fuente: Los Autores

Conclusiones: En el espacio muestral analizado, se encuentran seis (6) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para pH en (unidades de pH) así:(7.60-7.65-7.70-7.80-7.85-7.95). con una media representado en la gráfica de histograma de curva normal de 7.7. con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales y grafica de caja de 7.97 y 7.62 respectivamente. El pico máximo corresponde a la alícuota No. 5, tomada a las 12:35 am y el mínimo corresponde alícuota No.6, tomada a las 12:35 pm. (variación típica de aguas residuales domesticas). Estos valores pueden ser utilizados para realizar análisis inferencial e incluso pueden ser utilizados para introducirlos en la modelación del efluente.

PH. Por definición es un logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, expresado en unidades, Mide la acidez relativa al agua, el agua pura tiene un PH de 7,0, asimismo entre más bajo es el PH, más acida es el agua y entre mayor el PH mayor es su alcalinidad. Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales. Los valores de pH se encuentran en el rango establecido en la resolución 0631 de 2015

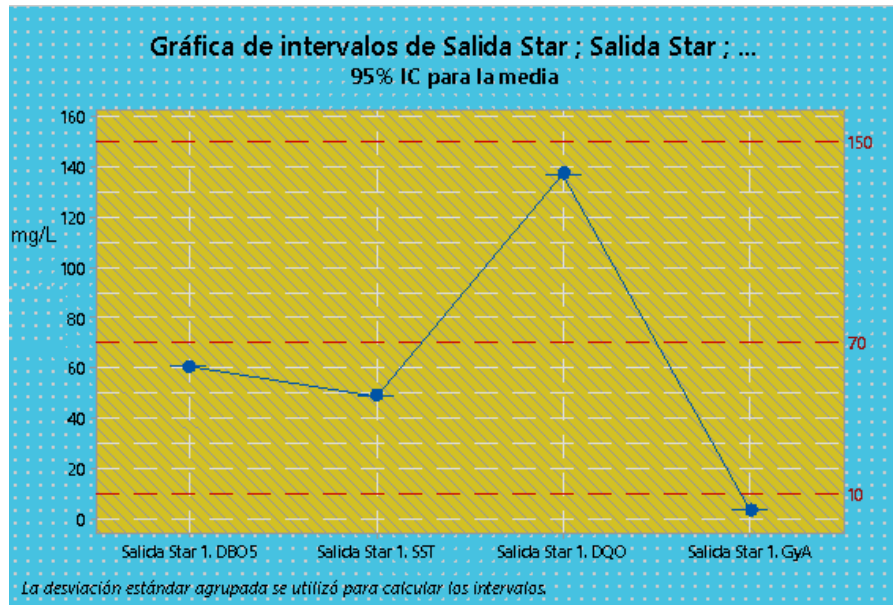


Gráfico 100. Gráfico Índice de calidad salida antigua

En el Grafico anterior se puede constatar que el vertimiento de las aguas residuales domesticas del municipio de Valledupar (Salida 2. Planta de aireación) componente urbano **CUMPLE**, con las concentraciones permisibles para vertimientos a cuerpos de agua receptor dispuesto por la Resolución 0631 de 2015. En los parámetros DBO5, SST, DQO y Grasas y Aceites.

Tabla 49. Resultados y análisis de vertimiento salida STAR El Salguero 2. Municipio de Valledupar componente urbano (salida planta de aireación)

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L O2	61.8	70
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O2	116	150
Ortofosfatos (P-PO 4 3)	mg/L	2.11	Análisis y Reporte
Fosforo Total	mg/L	4.12	Análisis y Reporte
Grasas y Aceites	mg/L	4.45	10
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	<2,00	10
Nitratos (N-NO3)	mg/L	<0.200	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO2)	mg/L	<0.006	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH3)	mg/L	23.8	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	32.0	Análisis y Reporte
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	50.0	70
Sustancias Activas al Azul de metileno (SAAM)	mg/L	2.93	Análisis y Reporte
Coliformes Termotolerantes	NMP	13x10 ⁵	Análisis y Reporte
Coliformes Totales	NMP	350 X10 ⁵	N.R



NR: parámetro no registrado en la especificación

Para la evaluación del vertimiento se tomó como referencia la resolución 0631 del 2015 art 8 (carga mayor a 3000 kg/día DBO5 - (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE).

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA 2. (PLANTA DE AIREACIÓN) STAR SALGUERO CAUDAL

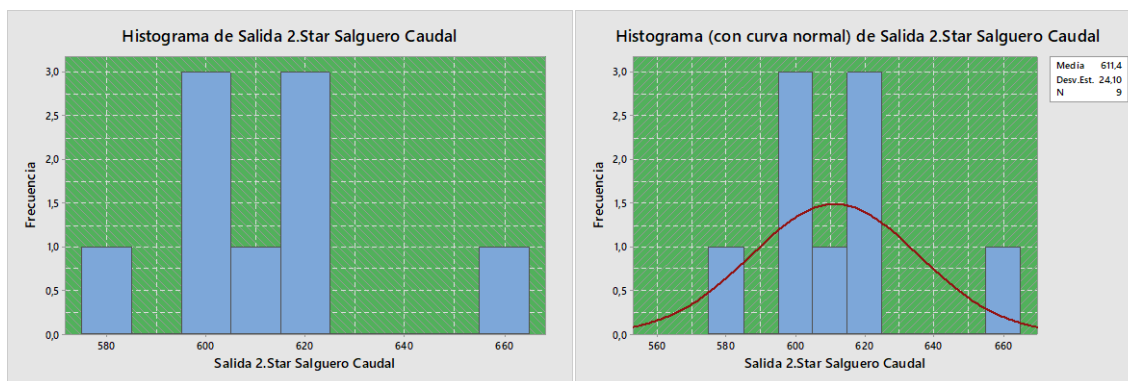
Variable	Conteo total		N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida 2.Star Salguero Caudal	9	9	0	9	100	100	611,44	8,03

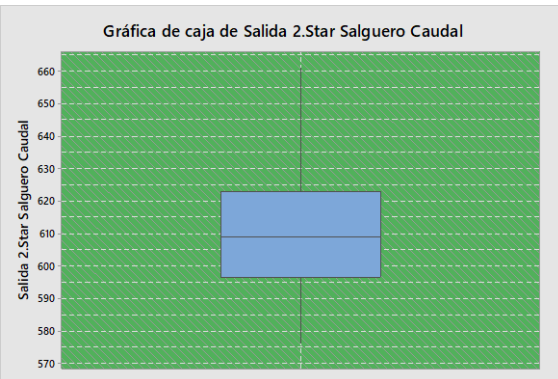
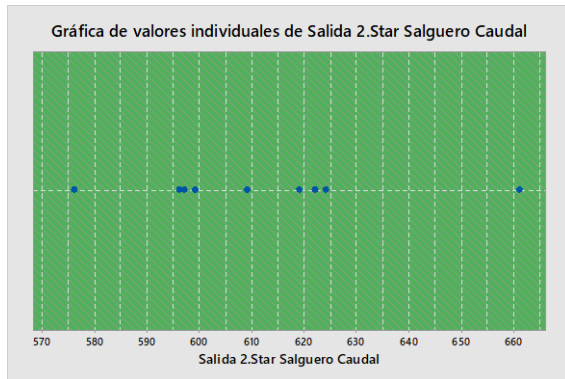
Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo
Salida 2.Star Salguero Caudal	*	24,10	580,78	3,94	5503,00	3369425,00	576,00

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda
Salida 2.Star Salguero Caudal	596,50	609,00	623,00	661,00	85,00	26,50	*	0

Variable	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida 2.Star Salguero Caudal	0,83	1,60	240,25

Gráfico 101. Gráficos estadísticos descriptivos salida planta de aireación - Caudal



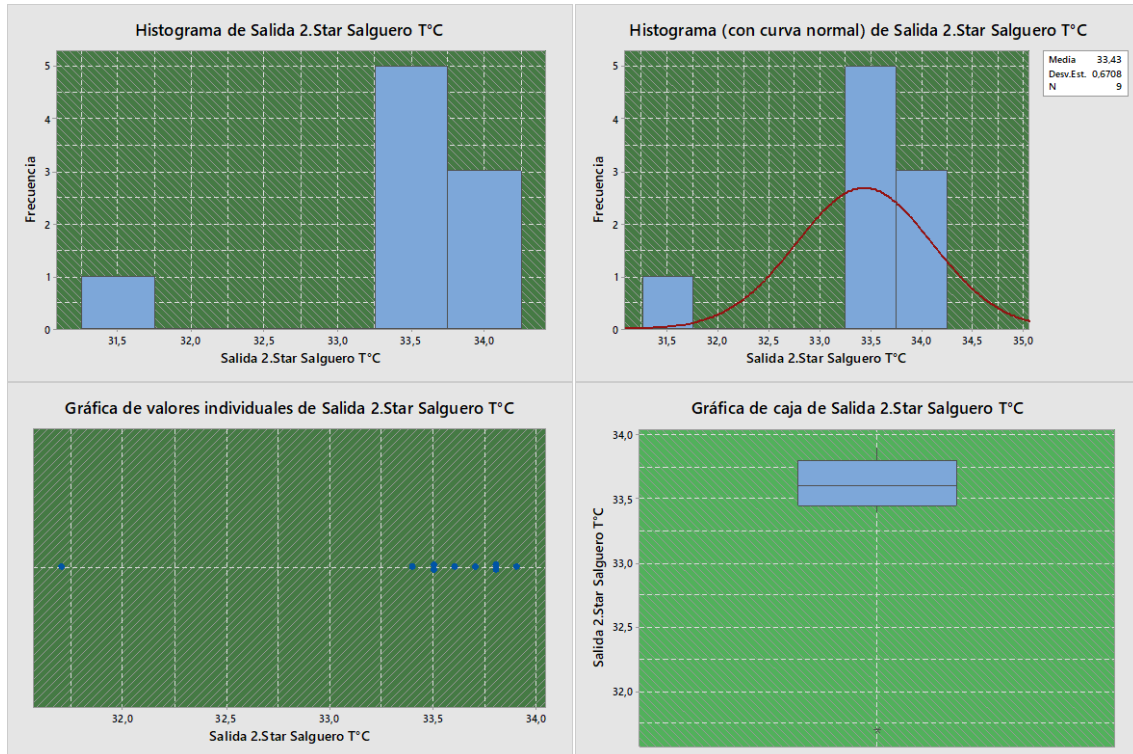


Conclusiones: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Caudal en L/s así:580-600-620-660. con una media representado en la gráfica de histograma de curva normal de 611.4. con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales y grafica de caja de 661y 576 respectivamente. El pico máximo corresponde a la alícuota No. 8, tomada a las 4 :30 pm y el mínimo corresponde alícuota No.2, tomada a las 9:30 am. (variación típica de aguas residuales domesticas). Estos valores pueden ser utilizados para realizar análisis inferencial e incluso pueden ser utilizados para introducirlos en la modelación del efluente

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA 2. (PLANTA DE AIREACIÓN) STAR SALGUERO CAUDAL STAR SALGUERO T°C

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida 2.Star Salguero T°C	9	9	0	9	100	100	33,433	0,224
Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	
Salida 2.Star Salguero T°C	*	0,671	0,450	2,01	300,900	10063,690	31,700	
Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda
Salida 2.Star Salguero T°C	33,450	33,600	33,800	33,900	2,200	0,350	33,5; 33,8	2
Variable	Asimetría	Curtosis	MSSD					
Salida 2.Star Salguero T°C	-2,65	7,49	0,565					

Gráfico 102. Gráficos estadísticos descriptivos salida planta de aireación - Temperatura



Conclusiones: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para temperatura en (°C) así:(31.5-33.5-34). con una media representado en la gráfica de histograma de curva normal de 33.43. con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales y grafica de caja de 33.9 y 31.7 respectivamente. El pico máximo corresponde a la alícuota No. 9, tomada a las 4:30 pm y el mínimo corresponde alícuota No.3, tomada a las 10:30 am. (variación típica de aguas residuales domesticas). Estos valores pueden ser utilizados para realizar análisis inferencial e incluso pueden ser utilizados para introducirlos en la modelación del efluente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA 2. STAR SALGUERO (PLANTA DE AIREACIÓN) PH

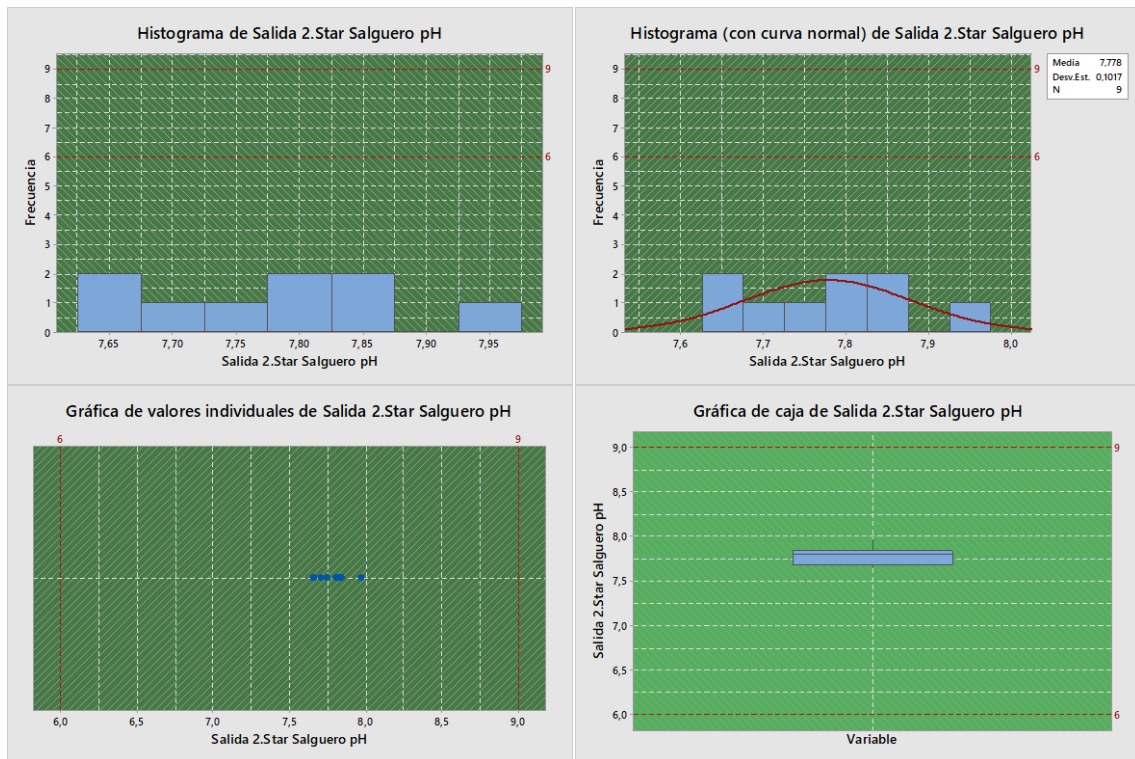
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida 2.Star Salguero pH	9	9	0	9	100	100	7,7778	0,0339

Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo
Salida 2.Star Salguero pH	*	0,1017	0,0103	1,31	70,0000	544,5272	7,6500

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda
Salida 2.Star Salguero pH	7,6800	7,8000	7,8350	7,9700	0,3200	0,1550	*	0

Variable	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida 2.Star Salguero pH	0,50	0,15	0,0054

Gráfico 103. Gráficos estadísticos descriptivos salida planta de aireación - pH



Fuente: Autores

Conclusiones: En el espacio muestral analizado, se encuentran seis (6) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para pH en (unidades de pH) así:(7.65-7.70-7.75-7.80-7.85-7.95). con una media representado en la gráfica de histograma de curva normal de 7.77. con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales y grafica de caja de 7.97 y 7.653 respectivamente. El pico máximo corresponde a la alícuota No. 4, tomada a las 11:30 am y el mínimo corresponde alícuota No.7, tomada a las 1:30 pm. (variación típica de aguas residuales domesticas). Estos valores pueden ser utilizados para realizar análisis inferencial e incluso pueden ser utilizados para introducirlos en la modelación del efluente.

PH. Por definición es un logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, expresado en unidades, Mide la acidez relativa al agua, el agua pura tiene un PH de 7,0, asimismo entre más bajo es el PH, más acida es el agua y entre mayor el PH mayor es su alcalinidad. Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales. Los valores de pH se encuentran en el rango establecido en la resolución 0631 de

COMPARACIÓN PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS RESOLUCIÓN 0631 DE 2015

SALIDA 2. STAR EL SALGUERO (PLANTA DE AIREACIÓN)

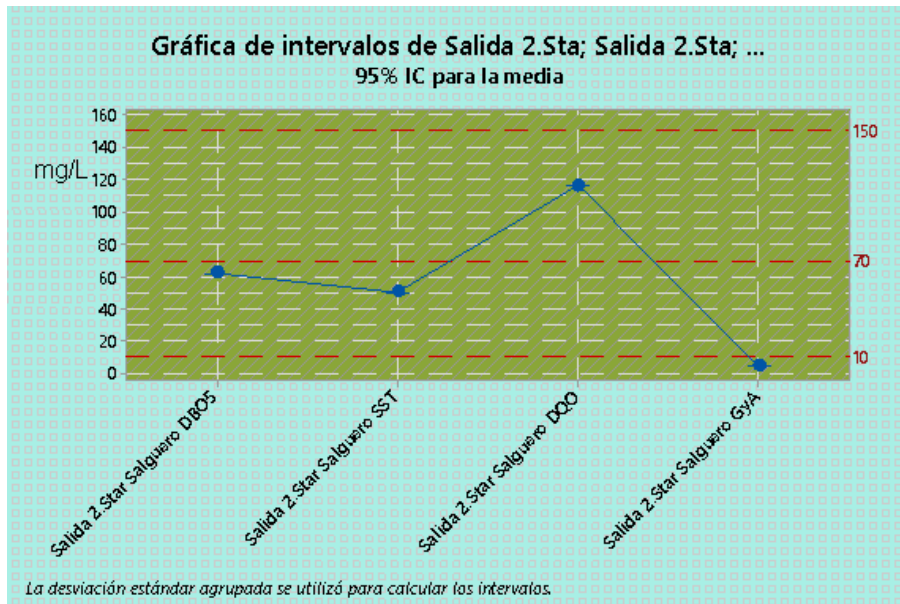


Gráfico 104. Gráficos salida planta de aireación

Fuente: Los Autores

En el Grafico anterior se puede constatar que el vertimiento de las aguas residuales domesticas del municipio de Valledupar (Salida 2. Planta de aireación) componente urbano **CUMPLE**, con las concentraciones permisibles para vertimientos a cuerpos de



agua receptor dispuesto por la Resolución 0631 de 2015. En los parámetros DBO5, SST, DQO y G y A.

Tabla 50. Resultados aguas arriba y aguas abajo STAR El Salguero (rio Cesar).

Parámetros	Unidad	Resultado Aguas Arribas	Resultado Aguas Abajo	Especificación
Caudal	L/s	14932	27184	N.R.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L O2	<2.0	15.0	N.R
Demanda Química de Oxígeno (DBO5)	mg/L O2	<20,0	34.4	N.R
Fosfatos	mg/L	0.333	0.937	N.R
Grasas y Aceites	mg/L	<2.0	<2.0	N.R
Nitratos (N-NO3)	mg/L	1.03	<0.886	N.R
Nitritos (N-NO2)	mg/L	0.035	0.032	N.R
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.83	6.56	N.R
%Saturación de oxígeno	%	93	88.4	70
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	77.2	98.7	N.R
Sulfatos mg SO4/L	mg/L	<10.0	<10.0	N.R
Sustancias Activas al Azul de metileno (SAAM)	mg/L	<0.100	<0.100	0.5
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	79	23 x10 ³	N.R.
Coliformes Totales	NMP	140	350 x10 ³	5000
pH	U pH	7.73	7.67	5-9
Temperatura	°C	31.5	30.6	N.R

*NR: parámetro no registrado en la especificación.

La evaluación de la calidad del cuerpo receptor para uso agropecuario y recreativo, se realizó con referencia a la resolución 1076 de 2015 en los Artículos 2.2.3.3.9.5 (Decreto 1594 de 1984, art 40). Criterios de calidad para uso agrícola.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS MEDICIÓN DE CAUDAL (L/S) AGUAS ARRIBA DEL VERTIMIENTO EL SALGUERO EMDUPAR S.A E.S. P

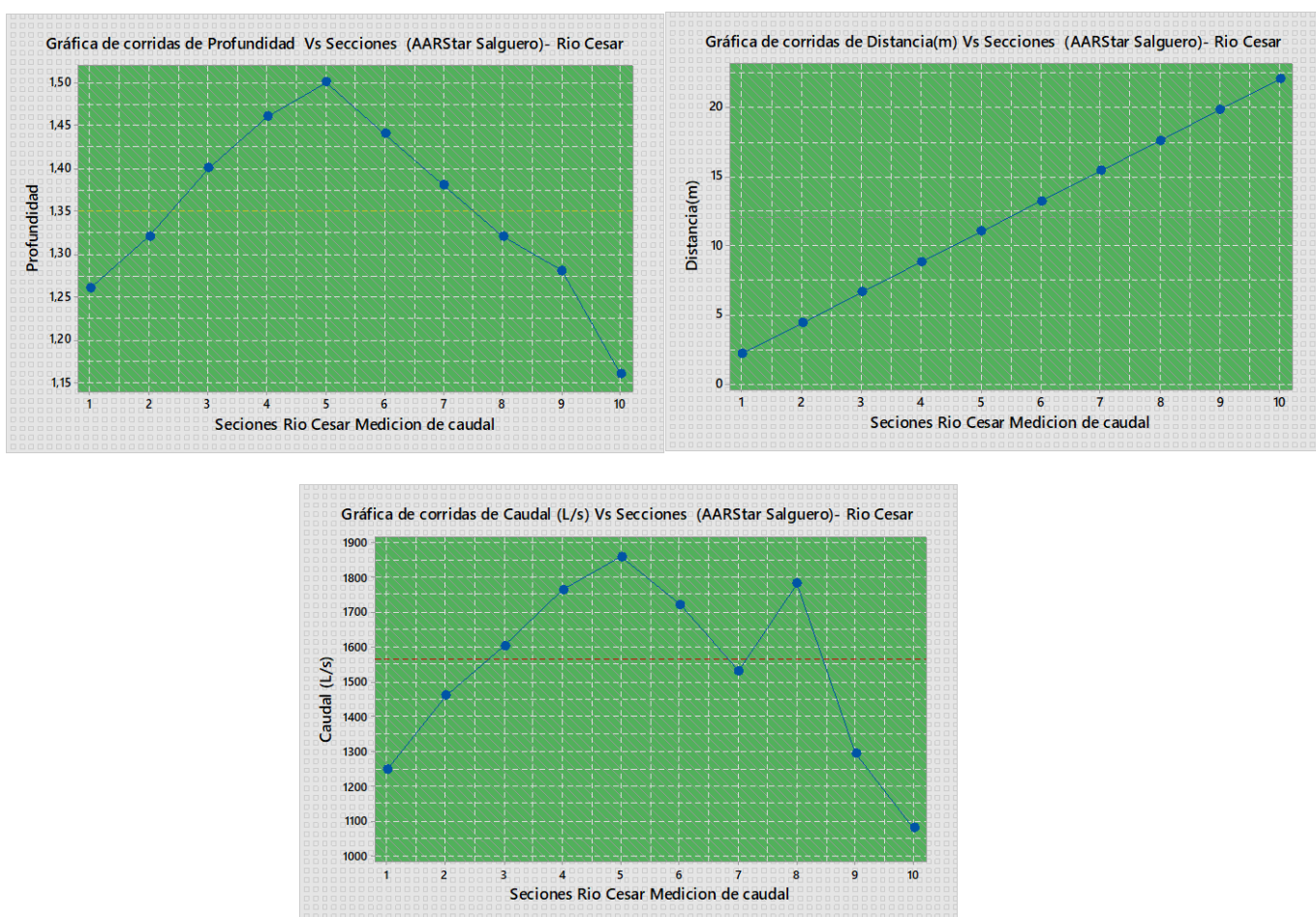
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Caudal (L/s)	10	10	0	10	100	100	1533,1	82,4	1549,4
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
Caudal (L/s)	260,5	67857,9	16,99	15331,0	24114677,0	1078,0	1281,8	1566,0	



Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
Caudal (L/s)	1767,5	1858,0	780,0	485,8	*	0	-0,50	-0,94	27907,1

GRÁFICA DE CORRIDAS MEDICION DE CAUDAL AGUAS ARRIBA STAR EL SALGUERO RIO CESAR.

Gráfico 105. Gráfica de corridas medición de caudal aguas arriba STAR El Salguero Rio Cesar.



Fuente: Los Autores.

En los Graficos anteriores podemos evidenciar que el Rio Cesar en la estación Aguas Arribas del Vertimiento del STAR El Salguero, fue dividido en 10 secciones con un ancho máximo de 22 mt, un caudal mínimo de 1078 L/s evidenciado en la sección uno (1) y un pico máximo de 1858 L/s en la sección 5 a 11 metros de la margen izquierda del punto de referencia. Sumados los caudales medidos el rio nos muestra la tabla estadísticos

descriptivos: caudal (l/s) estación Aguas Arriba del vertimiento El Salguero un caudal total de 14932. Los datos emitidos en las estadísticas de caudal y Profundidad servirán de base para la modelación matemática utilizando el programa QUAL2K.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS MEDICIÓN DE CAUDAL (L/S) AGUAS ABAJO DEL VERTIMIENTO EL SALGUERO EMDUPAR S.A E.S. P CAUDAL (L/S)

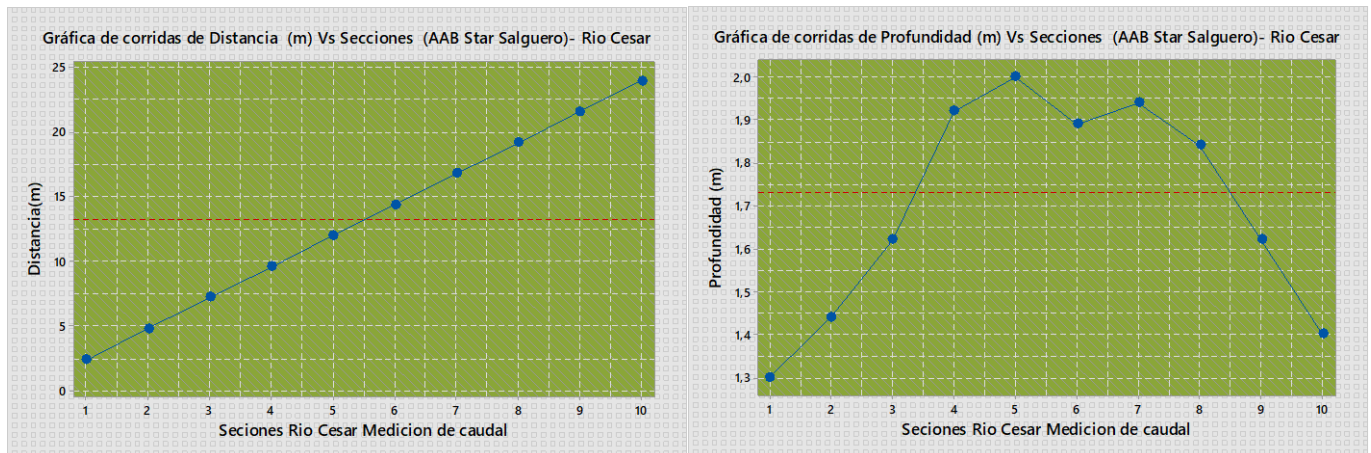
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Caudal (L/s)	10	10	0	10	100	100	2718	200	2744

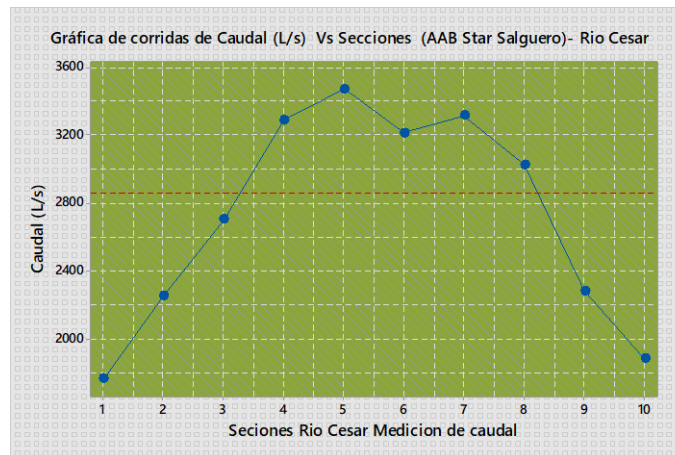
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Caudal (L/s)	633	400782	23,29	27182	77493146	1762	2159	2863	3296

Variable	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
Caudal (L/s)	3470	1708	1137	*	0	-0,37	-1,58	94089

GRÁFICA DE CORRIDAS MEDICION DE CAUDAL AGUAS ABAJO STAR EL SALGUERO RIO CESAR.

Gráfico 106. Gráfica de corridas medición de caudal aguas abajo STAR El Salguero Rio Cesar.





Fuente: Los Autores.

En los Graficos anteriores podemos evidenciar que el Río Cesar en la estación Aguas Abajo del Vertimiento del STAR El Salguero, fue dividido en 10 secciones con un ancho máximo de 24 mts, un caudal mínimo de 1762 L/s evidenciado en la sección uno (1) y un caudal máximo 3470 de L/s en la sección 5 a 12 metros de la margen izquierda del punto de referencia. Sumados los caudales medidos el rio nos muestra la tabla estadísticos descriptivos: caudal (l/s) estación Aguas Arriba del vertimiento El Salguero un caudal total de 27184 Los datos emitidos en las estadísticas de caudal y Profundidad servirán de base para la modelación matemática utilizando el programa QUAL2K.

GRAFICA DE VALORES INDIVIDUALES DE AGUAS ARRIBA Y AGUA ABAJO STAR EL SALGUERO PERFIL MICROBIOLÓGICO COLIFORMES TOTALES (CTT) Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE)

La evaluación de la calidad del cuerpo receptor para uso agropecuario y recreativo, se realizó con referencia a la resolución 1076 de 2015 en los Artículos 2.2.3.3.9.5 (Decreto 1594 de 1984, art 40). Criterios de calidad para Uso Agrícola

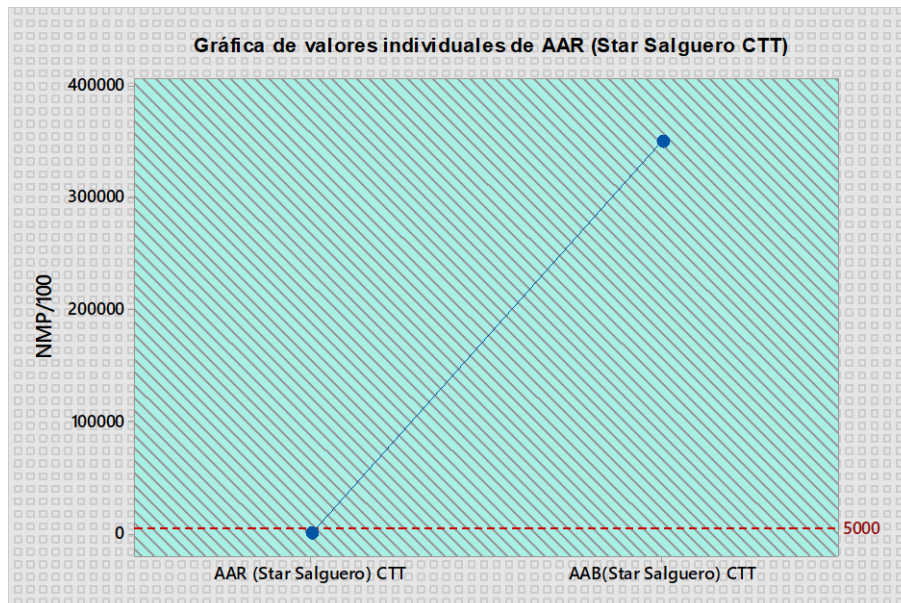


Gráfico 107. Grafica de valores individuales de aguas arriba y agua abajo STAR el salguero perfil microbiológico - CTT
Fuente: Los Autores.

En el gráfico anterior se evidencia que la fuente hídrica superficial Rio Cesar, se encuentra afectada, principalmente en su aspecto microbiológico. Los recuentos de Coliformes totales aguas abajo del vertimiento, sobrepasan los límites permisibles, para uso Agrícola. Situación que estaría generando un desequilibrio al ecosistema, por crearse un ambiente con otras condiciones de vida, formadas por microorganismos que afectan la salud de los animales y habitantes del sector aguas abajo del vertimiento.

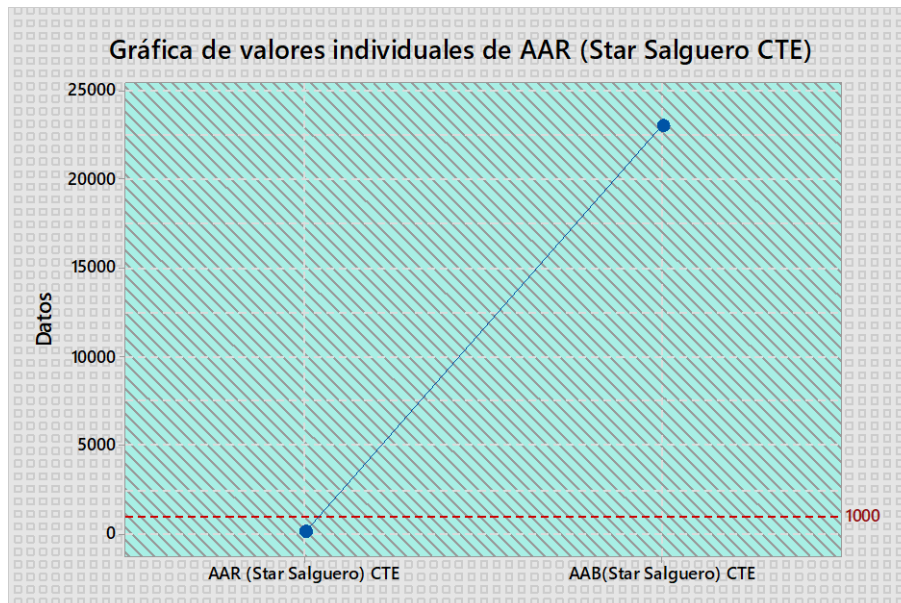


Gráfico 108. Grafica de valores individuales de aguas arriba y agua abajo STAR el salguero perfil microbiológico - CTE
Fuente: Los Autores.

En el grafico anterior se puede connotar que la fuente hídrica superficial Rio Cesar, se encuentra afectada, principalmente en su aspecto microbiológico. Los recuentos de Coliformes termotolerantes aguas abajo del vertimiento, sobrepasan los límites permisibles, para uso Agrícola.

CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD HÍDRICA (RES.1418 DE 2018)

La Empresa prestadora de servicios públicos EMDUPAR S. A E.S.P y la Alcaldía Municipal de Valledupar – Cesar en el ajuste y actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de vertimientos PSMV, se encuentran enfocados a cumplir con los ODC de la corriente receptora de sus vertimientos, determinando las proyecciones de carga contaminante a corto, mediano y largo plazo registradas efectuando los siguientes pasos:

1. Monitoreo de la calidad del cauce receptor aguas arriba y aguas abajo del vertimiento, para calcular la carga contaminante que transporta la corriente antes del vertimiento:

$$\text{Carga aai} = Q_{aa} \text{ (L/s)} \times C_i \text{ (mg/L)} \times 86400 \text{ s / dias} \times 1000 \text{ L / 1M}^3 \times 1 \text{ KG/10}^6 \text{ Mg}$$

Carga aai: Carga contaminante del parámetro i transportada por la fuente receptora del vertimiento

Qaa: Caudal de la corriente aguas arriba del vertimiento

[Ci]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) aguas arriba del vertimiento.

- Con las cargas contaminantes proyectadas a corto, mediano y largo plazo, se realizó un balance de cargas (modelo de mezcla) en el punto del vertimiento: Carga aguas arriba parámetro i + Carga del parámetro i en el vertimiento = Carga en el punto de mezcla.

$$Q_{aa} (l/s) \times C_i (mg/L) + Q_v (L/s) \times [C_{iv}] (mg/L) = Q_m (L/s) \times [C_{im}] (mg/L)$$

Q_{aa}: Caudal de la corriente aguas arriba del vertimiento

[C_i]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) aguas arriba del vertimiento

Q_v: Caudal del vertimiento de aguas residual

[C_{iv}]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) en el vertimiento

Q_m: Caudal de la corriente en el punto de mezcla (Caudal aguas arriba + caudal del vertimiento).

[C_{im}]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) en el punto de mezcla

ESQUEMA CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD



Gráfico 109. Esquema cumplimiento objetivos de calidad

- A partir de la ecuación del balance de cargas calcule la concentración del parámetro i aguas abajo del vertimiento (punto de mezcla), compara este valor con el ODC establecido para la corriente receptora:

$$[C_{im}] (mg/L) = \frac{Q_{aa} (L/s) \times [C_i] (mg/L) + Q_v (L/s) \times [C_{iv}] (mg/L)}{(Q_v + Q_{aa})}$$

Teniendo como referencia la ecuación 1,2 y 3 se procedió a realizar el ejercicio se realizó en comparación con los objetivos de calidad en el tramo 11, Río Cesar -STAR EMPAZ E.S.P.

CALCULO AGUAS ABAJO DEL VERTIMIENTO EMDUPAR S.A E.S. P (DBO₅)



Tabla 51. Evaluación objetivos de calidad – DBO5

OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA CORRIENTE RECEPTORA	
Variables de Entrada	Introducir valores
Qaa (L/s)	14932
[Ci] (mg/L)	2
Qv (L/s)	1043
[Civ] (mg/L)	61,8
CÁLCULO DE LAS CARGAS CONTAMINANTES	
Carga aai (Kg/día)	2580249,6
Carga iv (Kg/día)	5569119,36
Carga im (Kg/día)	8149368,96
CAUDAL EN EL PUNTO DE MEZCLA	
Qm (L/s)	15975
CONCENTRACIÓN EN EL PUNTO DE MEZCLA	
[Cim] (mg/L)	5,90

Fuente: Los Autores

Qaa: Caudal de la corriente aguas arriba del vertimiento

[Ci]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) aguas arriba del vertimiento

Qv: Caudal del vertimiento de aguas residual

[Civ]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) en el vertimiento

Qm: Caudal de la corriente en el punto de mezcla (Caudal aguas arriba + caudal del vertimiento).

[Cm]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) en el punto de mezcla

Comparando con la Resolución 1418 de 2018, emitida por CORPOCESAR entorno al parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5, actualmente se encuentra dentro de las concentraciones esperadas <20 mg/l



CALCULO AGUAS ABAJO DEL VERTIMIENTO EMDUPAR S.A E.S. P (SST)

Tabla 52. Evaluación objetivos de calidad - SST

OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA CORRIENTE RECEPTORA	
Variables de Entrada	Introducir valores
Qaa (L/s)	14932
[Ci] (mg/L)	2
Qv (L/s)	1043
[Civ] (mg/L)	48,9
CÁLCULO DE LAS CARGAS CONTAMINANTES	
Carga aai (Kg/día)	2580249,6
Carga iv (Kg/día)	4406633,28
Carga im (Kg/día)	6986882,88
CAUDAL EN EL PUNTO DE MEZCLA	
Qm (L/s)	15975
CONCENTRACIÓN EN EL PUNTO DE MEZCLA	
[Cim] (mg/L)	5,06

Fuente: Los Autores

Qaa: Caudal de la corriente aguas arriba del vertimiento

[Ci]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) aguas arriba del vertimiento

Qv: Caudal del vertimiento de aguas residual

[Civ]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) en el vertimiento

Qm: Caudal de la corriente en el punto de mezcla (Caudal aguas arriba + caudal del vertimiento).

[Cm]: Concentración del parámetro i (DBO o SST) en el punto de mezcla

Comparando con la Resolución 1418 de 2018, emitida por CORPOCESAR entorno al parámetro Solidos Suspendidos Totales (SST), actualmente se encuentra dentro de las concentraciones esperadas <80 mg/l.



ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL TRAMO 11 RIO CESAR.

Tabla 53. Estaciones tramo 11 rio Cesar.

Nombre de la Estación	Coordenadas	
	Norte	Oeste
Estación 1 antes de vertimiento del Municipio de La Paz	10°23'56.14"	73°12'38.10"
Vertimiento La Paz	10°23'52.60"	73°12'47.83"
Estación 2. Después del Vertimiento Municipio de La Paz	10°23'53.75"	73°12'56.019"
Estación 3. Antes del vertimiento Star el Salguero	10°23'8.37"	73°14'2.65"O
Vertimiento el Salguero	10°23'4.08"	73°14'0.58"
Estación 4. Después del vertimiento Star El salguero.	10°23'1.62"	73°13'55.51"
Estación 6 Las Pitillas.	10°19'46.61"	73°14'35.37"
Estación 7. Los Calabazos	10°14'37.83"	73°16'37.59"

El análisis se realizó considerando las estaciones como el espacio maestral que corresponde a los tratamientos, es decir, la respuesta nos arroja el grado de homogeneidad que existe entre cada estación con relación a la variable estudiada que corresponde al parámetro de interés, cada resultado se trata independientemente.

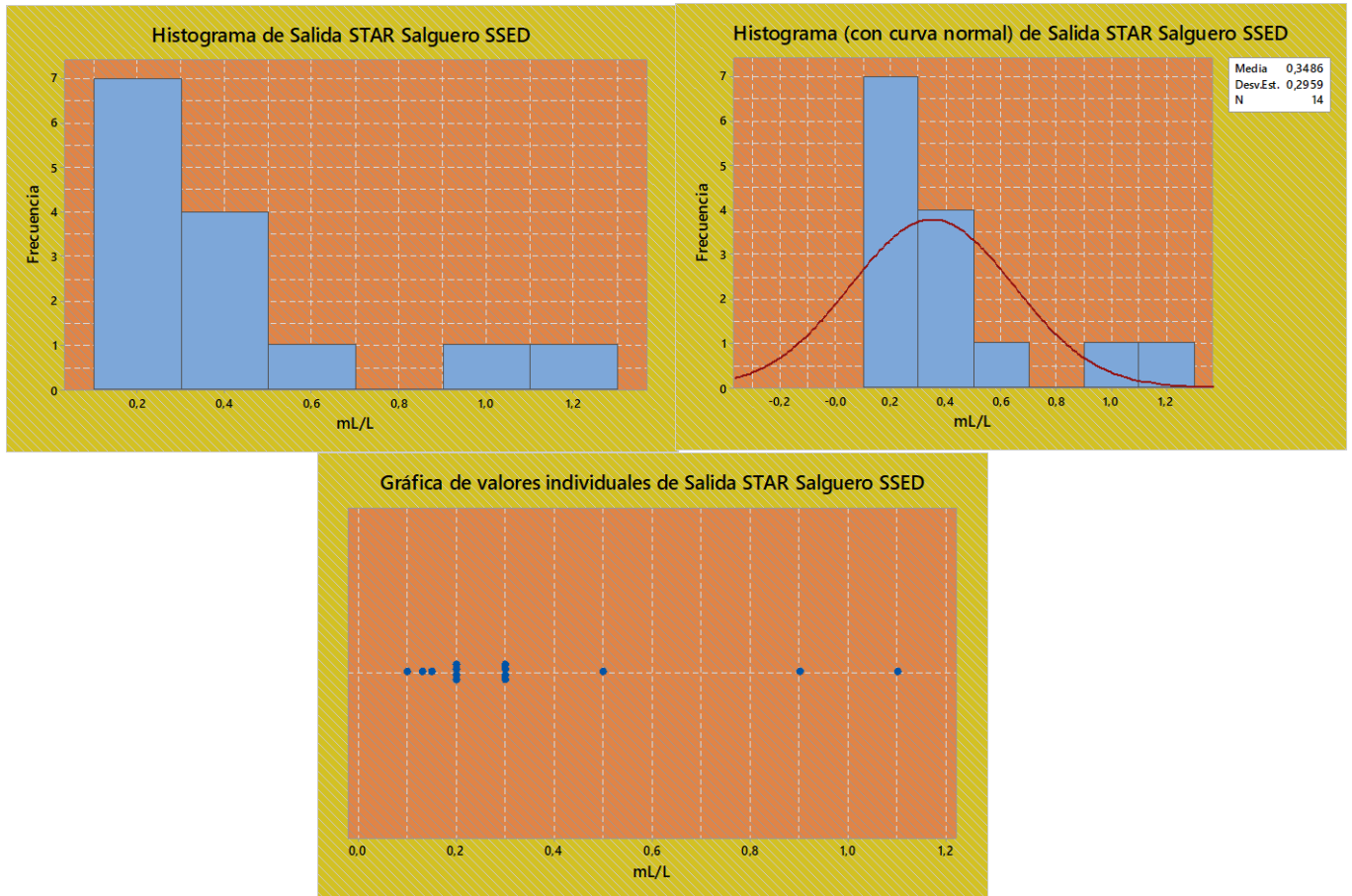
El diseño completamente al azar (DCA) es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, ya que sólo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. Este diseño se llama completamente al azar porque todas las corridas experimentales se realizan en orden aleatorio completo, al no haber bloques, no existe ninguna restricción a la aleatorización, es decir, si durante el estudio se hacen en total N pruebas, estas se corren al azar, de manera que los posibles efectos ambientales y temporales se reparten equitativamente entre los tratamientos.

El análisis que se realiza a continuación toma como variable de interés. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Solidos Suspendidos Totales (SST) Coliformes Totales (CTT) Coliformes Termotolerantes (CTE) y Oxígeno Disuelto (O: D).

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR SALGUERO SSED

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida STAR Salguero SSED	14	14	0	14	100	100	0,3486	0,0791
Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	N para moda
Salida STAR Salguero SSED	0,3067	0,2959	0,0876	84,89	4,8800	2,8394	0,1000	
Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda
Salida STAR Salguero SSED	0,1875	0,2500	0,3500	1,1000	1,0000	0,1625	0,2; 0,3	4
Variable	Asimetría	Curtosis	MSSD					
Salida STAR Salguero SSED	1,90	2,89	0,1102					

Gráfico 110. SALIDA STAR SALGUERO SSED

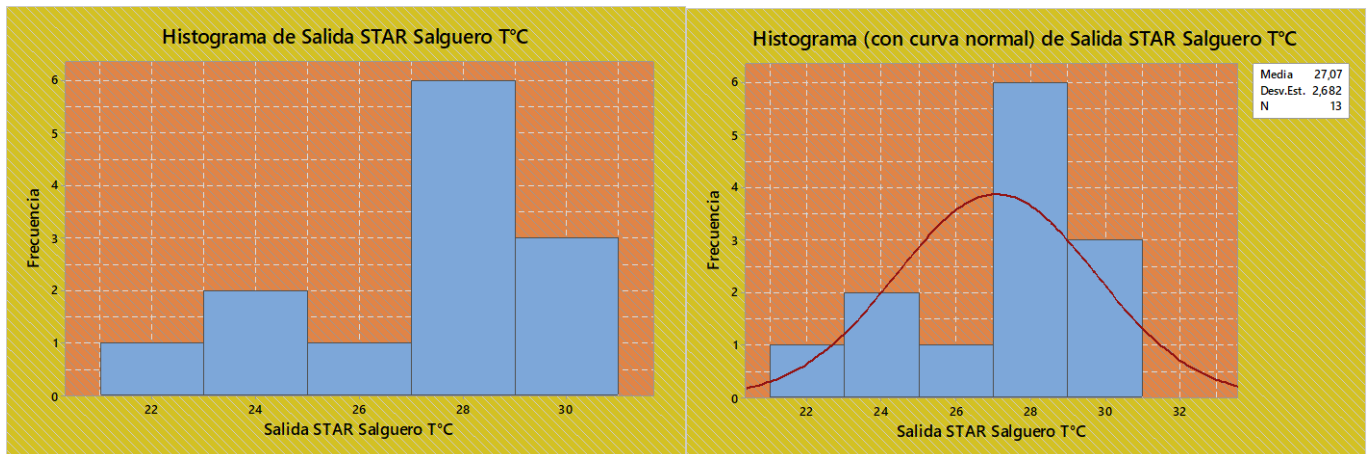


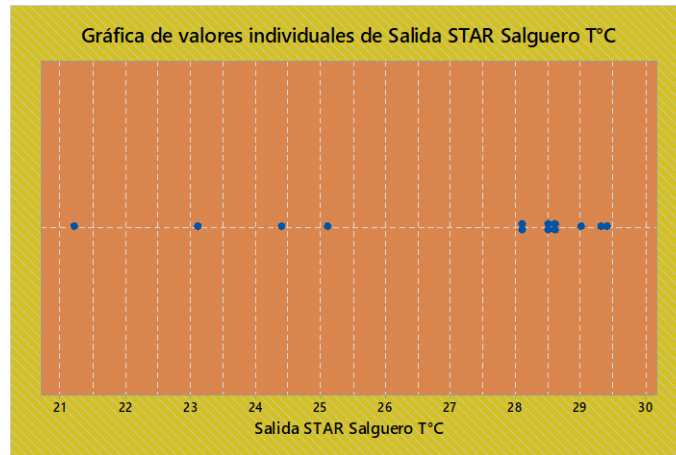
Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cinco (5) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Sólidos Sedimentables SSED (mg/L) (0.2-0.4-0.6-1.0-1.2). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 0.3486. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 1.1 y 0.1 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR SALGUERO T° C

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida STAR Salguero T°C	13	13	0	13	100	100	27,071	0,744
Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	
Salida STAR Salguero T°C	27,393	2,682	7,195	9,91	351,920	9613,082	21,200	
Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	
Salida STAR Salguero T°C	24,750	28,500	28,800	29,400	8,200	4,050	28,1; 28,5; 28,6	
Variable	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD				
Salida STAR Salguero T°C	2	-1,25	0,32	5,898				

Gráfico 111. SALIDA STAR SALGUERO T° C





Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cinco (5) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Temperatura T (°C) (22-24-26-28-30). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 27.071. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 29.4 y 21.2 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR SALGUERO U PH

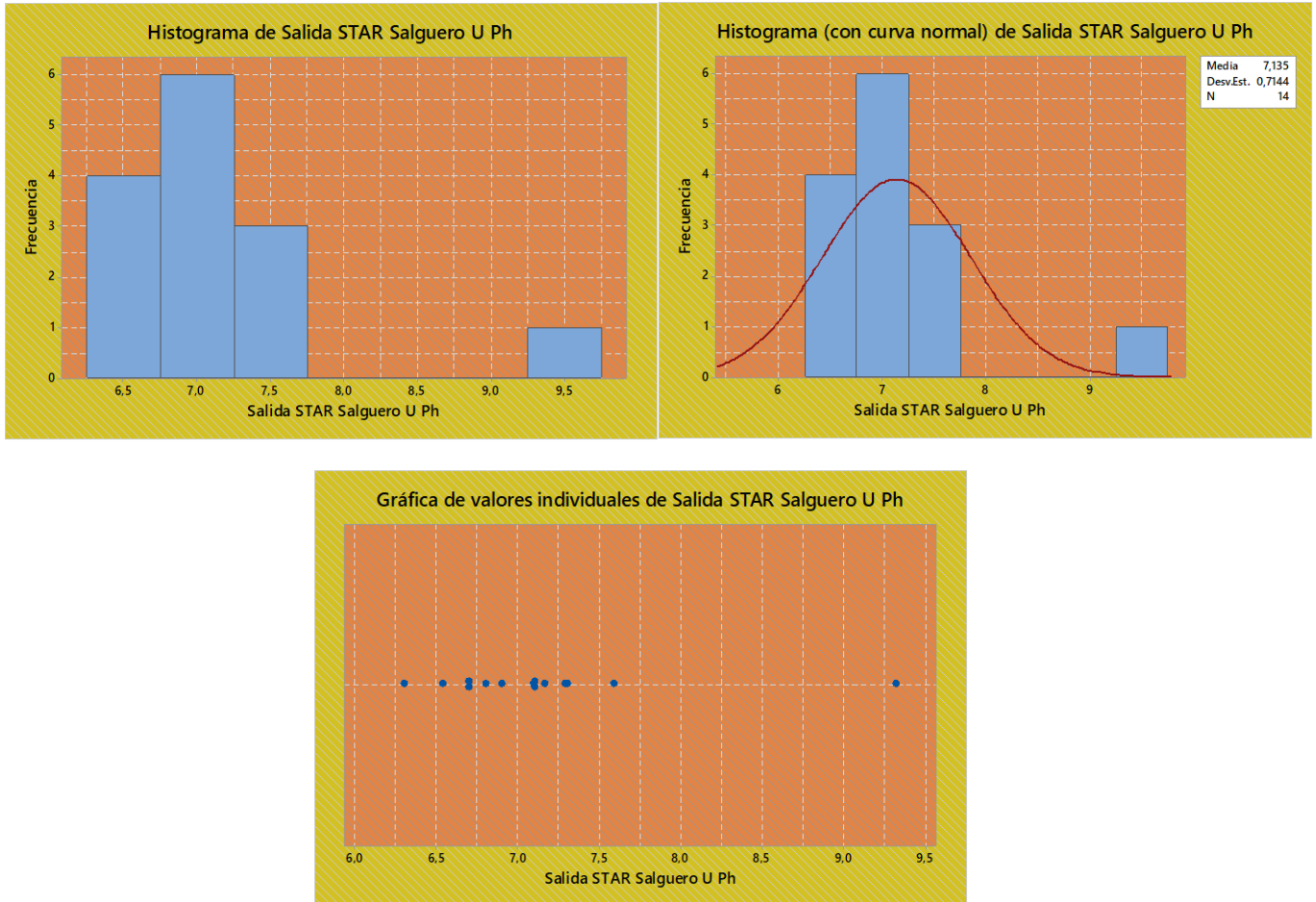
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida STAR Salguero U Ph	14	14	0	14	100	100	7,135	0,191

Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo
Salida STAR Salguero U Ph	7,023	0,714	0,510	10,01	99,890	719,350	6,300

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda
Salida STAR Salguero U Ph	6,700	7,095	7,293	9,320	3,020	0,593	6,7; 7,1	2

Variable	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida STAR Salguero U Ph	2,34	7,22	0,437

Gráfico 112. SALIDA STAR SALGUERO U PH

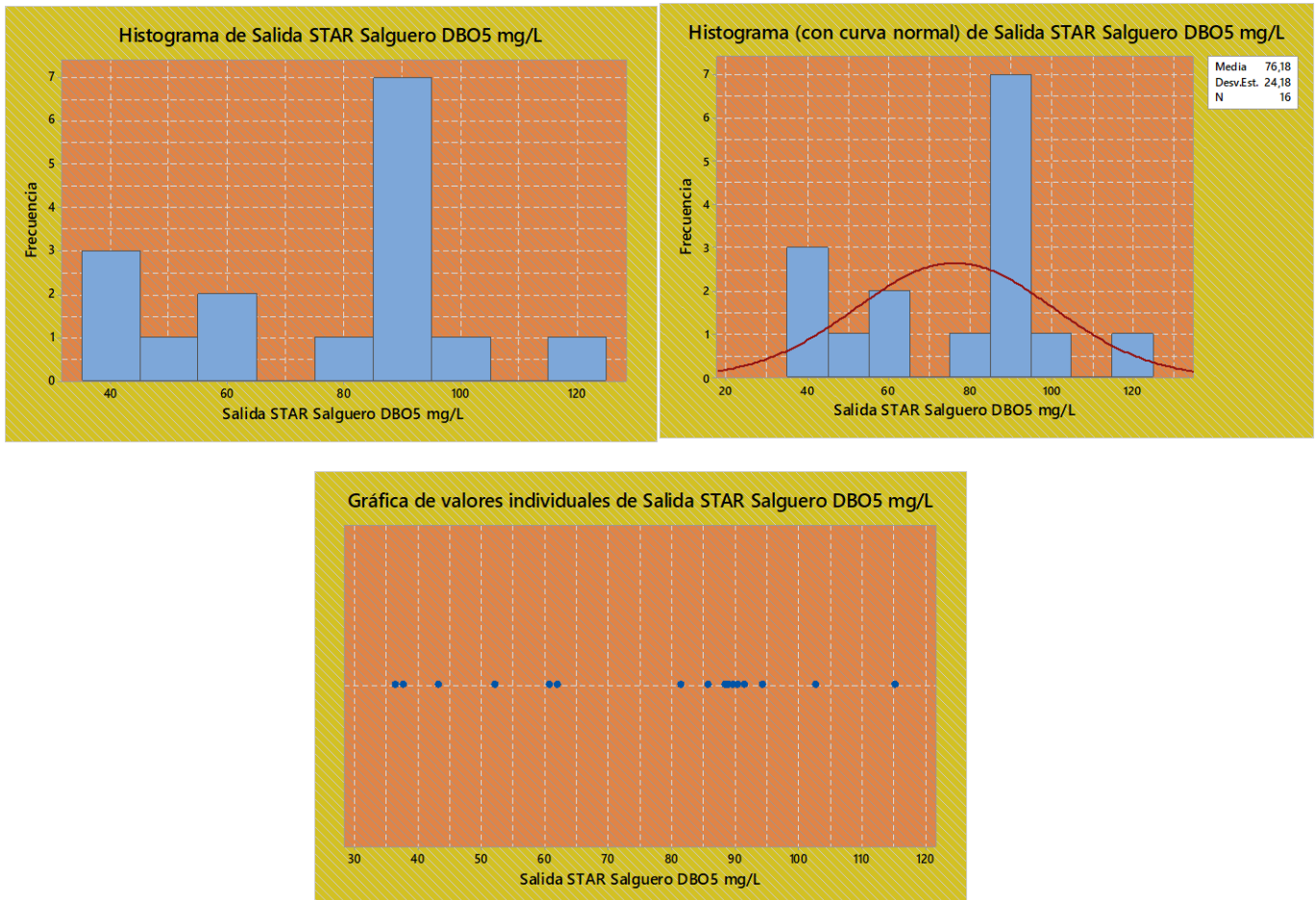


Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Ph (U de pH) (6.5-7.0-7.5-9.5). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 7.135. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 9.32 y 6.30 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR SALGUERO DBO5 MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida STAR Salguero DBO5 mg/L	16	16	0	16	100	100	76,18	6,05
Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	
Salida STAR Salguero DBO5 mg/L	76,24	24,18	584,78	31,75	1218,82	101616,88	36,37	
Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda
Salida STAR Salguero DBO5 mg/L	54,12	87,05	91,10	115,10	78,73	36,98	*	0
Variable	Asimetría	Curtosis	MSSD					
Salida STAR Salguero DBO5 mg/L	-0,43	-0,96	239,80					

Gráfico 113. SALIDA STAR SALGUERO DBO5 MG/L

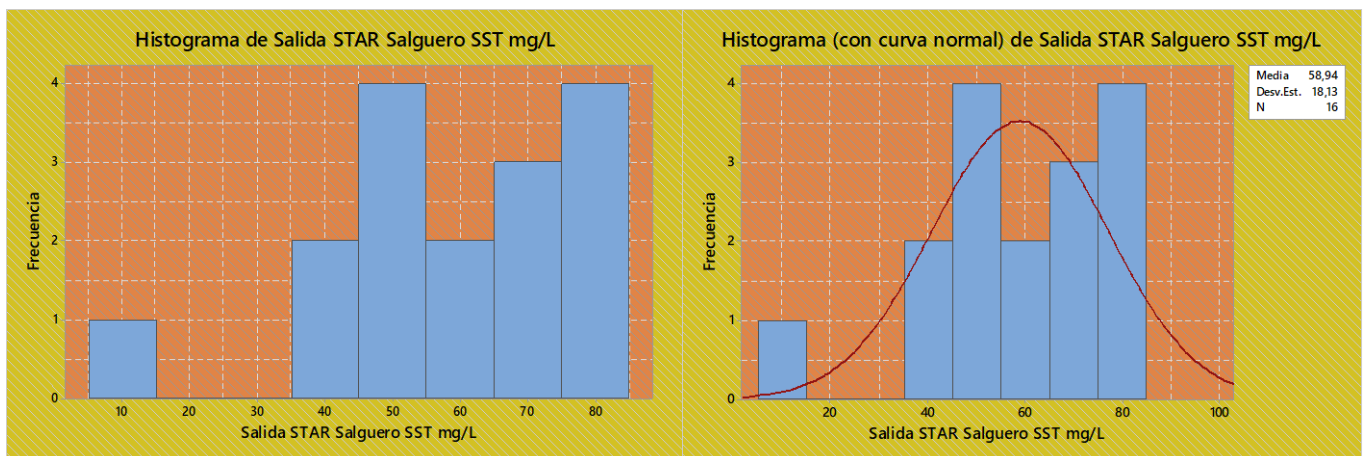


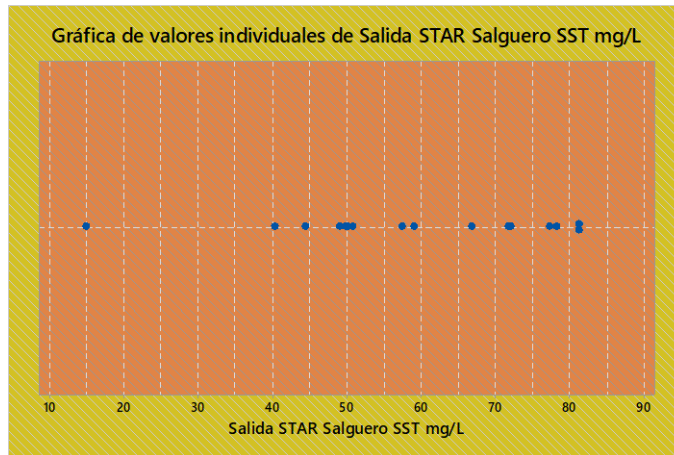
Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran siete (7) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 (mg/L) (40-50-60-80-100-120). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 76.18. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 115.1 y 36.37 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR SALGUERO SST MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida STAR Salguero SST mg/L	16	16	0	16	100	100	58,94	4,53
Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	N para moda
Salida STAR Salguero SST mg/L	60,51	18,13	328,60	30,76	942,98	60504,73	14,80	
Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda
Salida STAR Salguero SST mg/L	49,13	58,15	75,90	81,10	66,30	26,78	81,1	2
Variable	Asimetría	Curtosis	MSSD					
Salida STAR Salguero SST mg/L	-0,75	0,70	222,47					

Gráfico 114. SALIDA STAR SALGUERO SST MG/L





Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran seis (6) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Sólidos Suspendidos Totales SST (mg/L) (10-40-50-60-70-80). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 58.94. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 81.1 y 14.80 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA STAR SALGUERO DQO MG/L

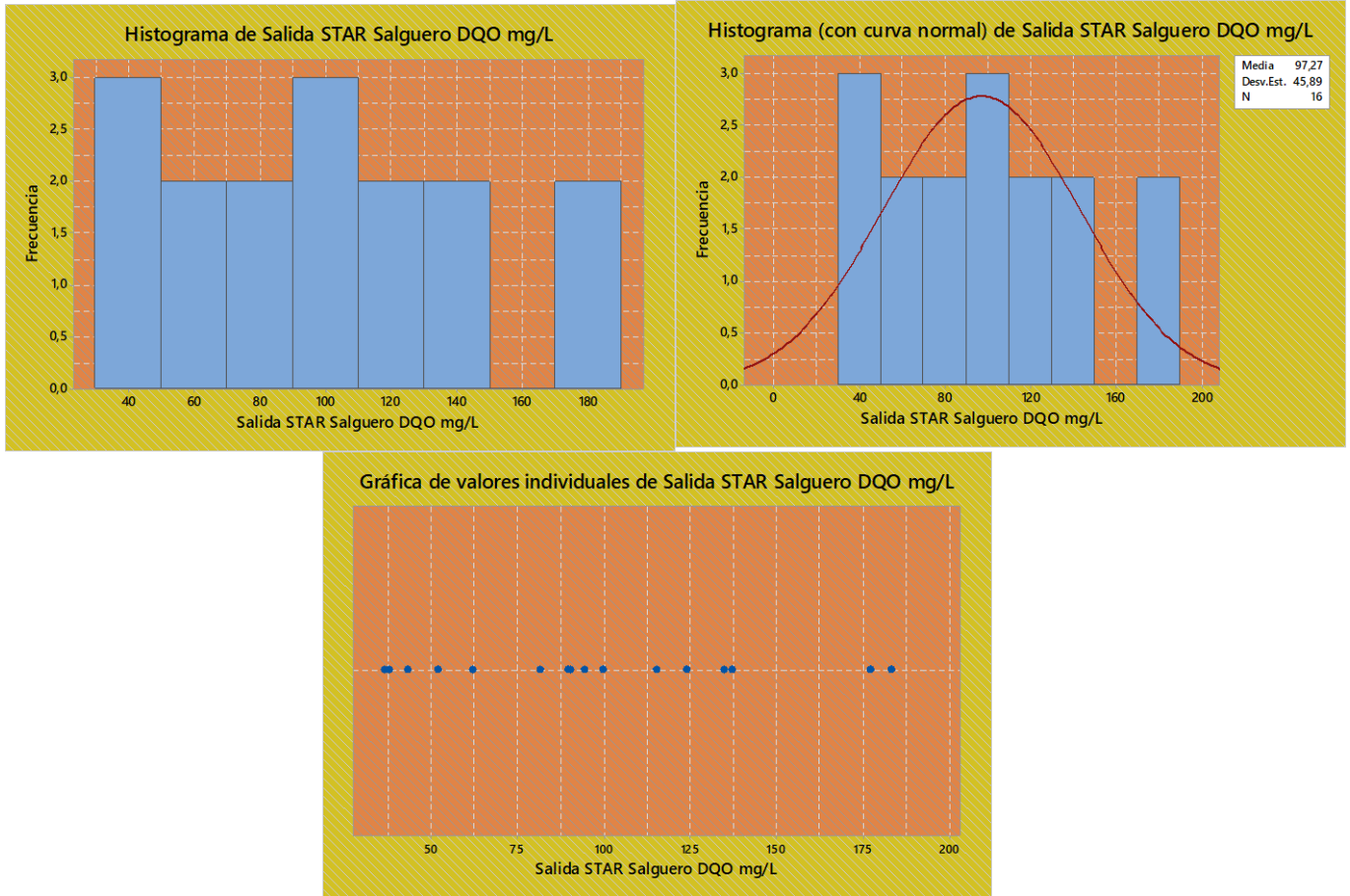
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida STAR Salguero DQO mg/L	16	16	0	16	100	100	97,3	11,5

Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo
Salida STAR Salguero DQO mg/L	95,5	45,9	2105,8	47,18	1556,3	182970,1	36,4

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
Salida STAR Salguero DQO mg/L	54,4	92,2	131,9	183,0	146,6	77,5	*	0	0,42

Variable	Curtosis	MSSD
Salida STAR Salguero DQO mg/L	-0,56	565,2

Gráfico 115. SALIDA STAR SALGUERO DQO MG/L



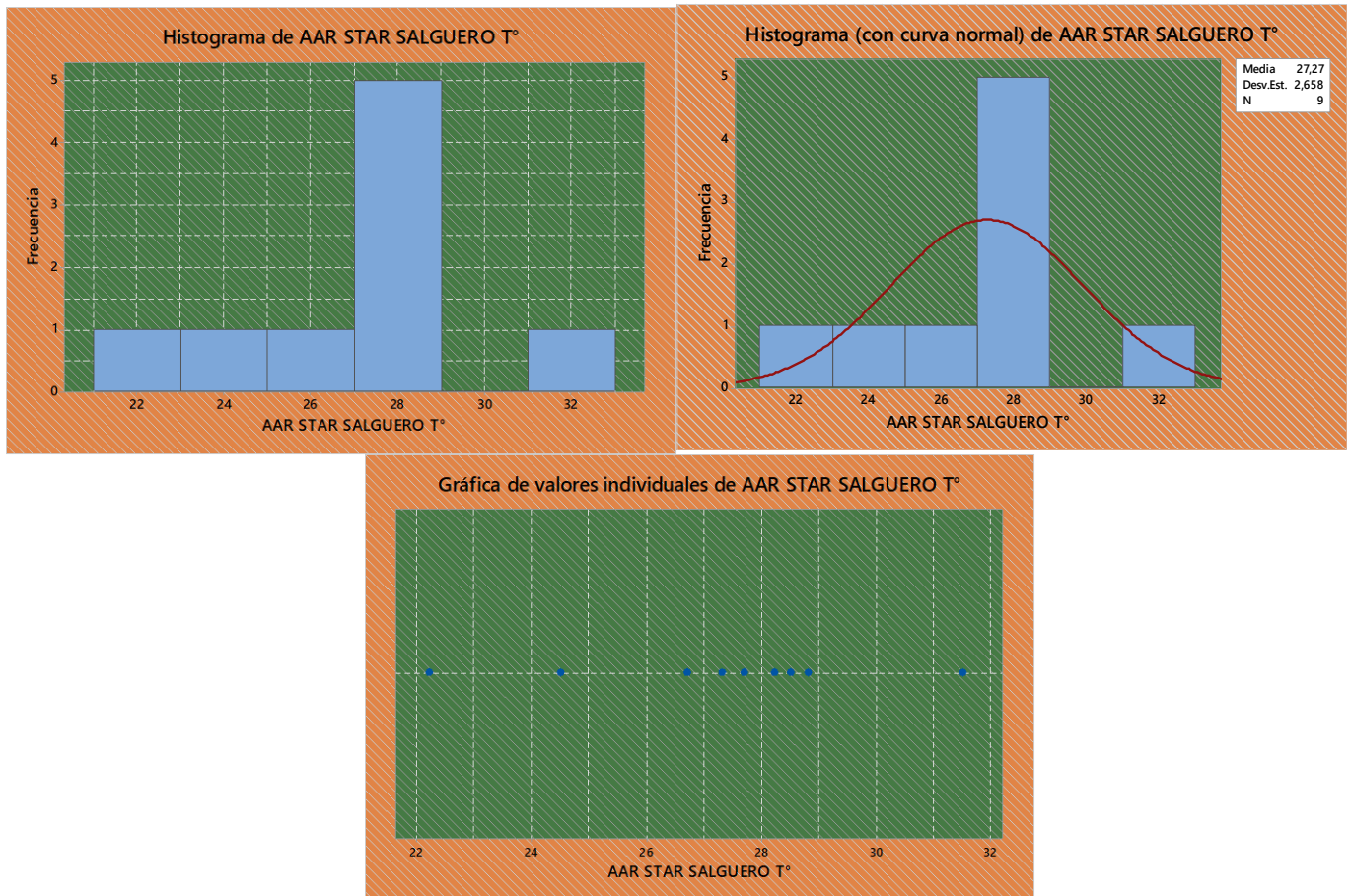
Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran siete (7) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/L) (40-60-80-100-120-140-180). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 97.3. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 183.0 y 36.4 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR STAR SALGUERO T°

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR STAR SALGUERO T°	10	9	1	9	90	90	27,268	0,886	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1		
AAR STAR SALGUERO T°	2,658	7,065	9,75	245,410	6748,304	22,200	25,600		

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAR STAR SALGUERO T°	27,700	28,650	31,500	9,300	3,050	*	0	-0,59
Variable	Curtosis	MSSD						
AAR STAR SALGUERO T°	1,05	5,003						

Gráfico 116. AAR STAR SALGUERO T°



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cinco (5) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Temperatura T (°C) (22-24-26-28-32). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 27.268. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 31.5 y 22.2 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR STAR SALGUERO O.D

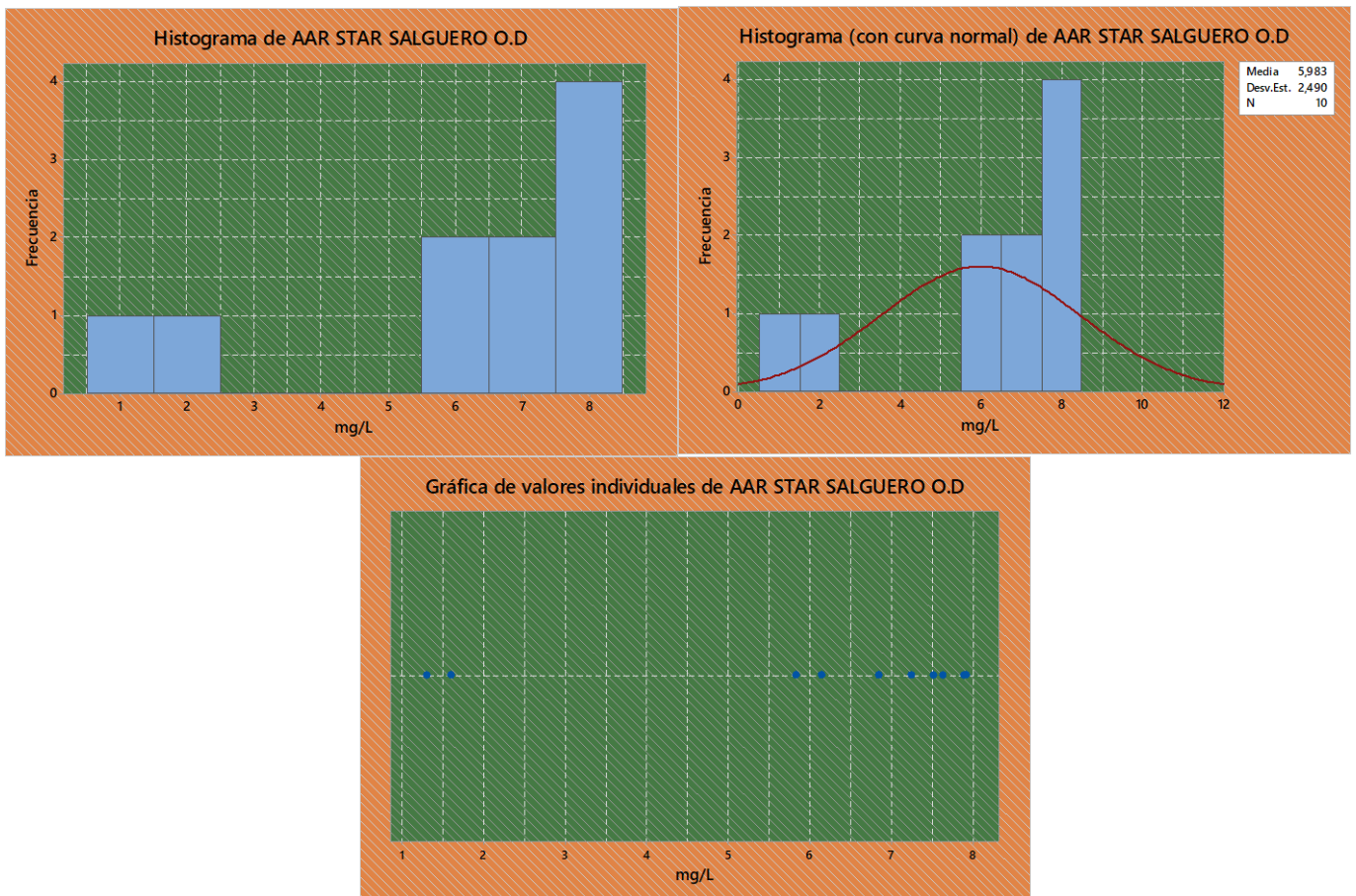
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR STAR SALGUERO O.D	10	10	0	10	100	100	5,983	0,787	6,328

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1
AAR STAR SALGUERO O.D	2,490	6,198	41,61	59,830	413,743	1,300	4,765

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAR STAR SALGUERO O.D	7,035	7,685	7,910	6,610	2,920	*	0	-1,46

Variable	Curtosis	MSSD
AAR STAR SALGUERO O.D	0,73	3,075

Gráfico 117. AAR STAR SALGUERO O.D



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cinco (5) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Oxígeno Disuelto OD (mg/L) (1-2-6-7-8). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 5.983. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 7.91 y 1.30 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR STAR SALGUERO DBO5

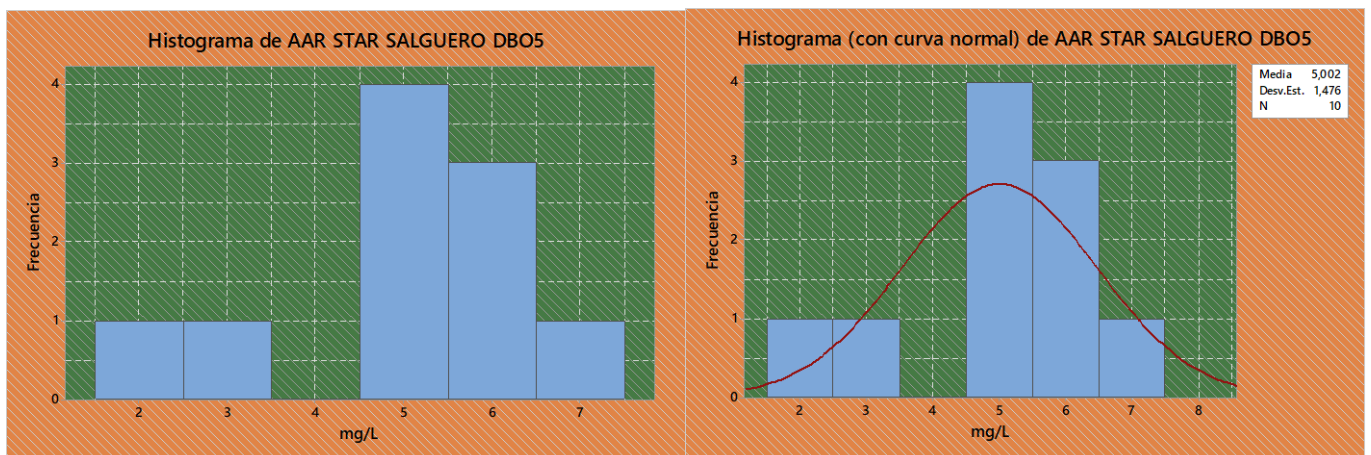
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR STAR SALGUERO DBO5	10	10	0	10	100	100	5,002	0,467	5,126

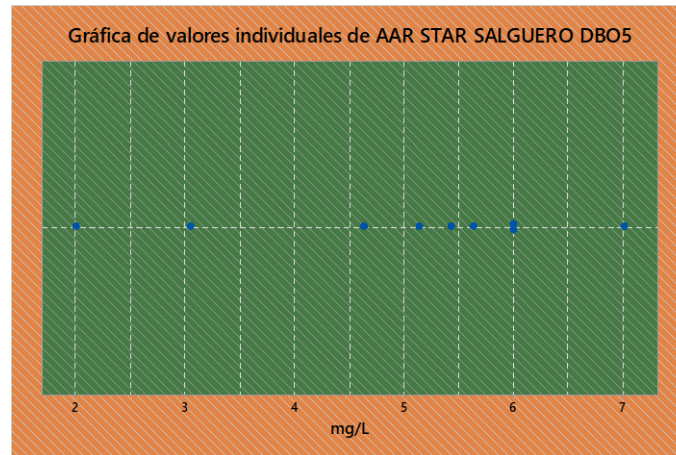
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1
AAR STAR SALGUERO DBO5	1,476	2,178	29,50	50,020	269,798	2,000	4,235

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAR STAR SALGUERO DBO5	5,285	6,000	7,010	5,010	1,765	6	2	-1,04

Variable	Curtosis	MSSD
AAR STAR SALGUERO DBO5	0,92	2,387

Gráfico 118. AAR STAR SALGUERO DBO5



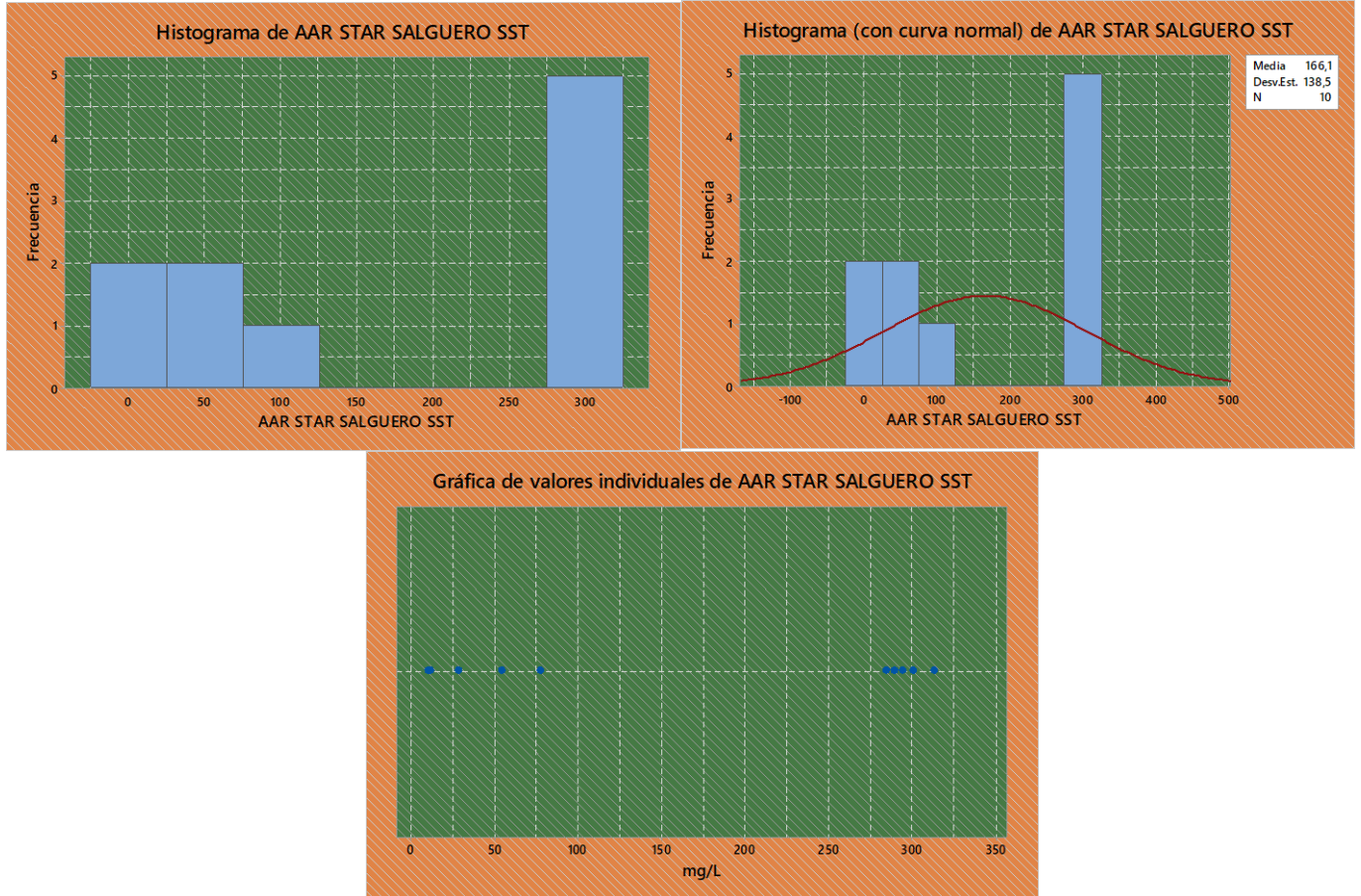


Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cinco (5) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 (mg/L) (2-3-5-6-7). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 5.002. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 7.01 y 2.0 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR STAR SALGUERO SST

Variable	Conteo total	N	N*	NACum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR STAR SALGUERO SST	10	10	0	10	100	100	166,1	43,8	167,2
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
AAR STAR SALGUERO SST	138,5	19193,7	83,43	1660,5	448469,5	10,0	23,8	180,6	
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAR STAR SALGUERO SST	295,5	313,0	303,0	271,7	*	0	-0,06	-2,43	4908,4

Gráfico 119. AAR STAR SALGUERO SST



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Sólidos Suspendidos Totales SST (mg/L) (0-50-100-300). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 166.1. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 313.0 y 10.0 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR STAR SALGUERO CTT

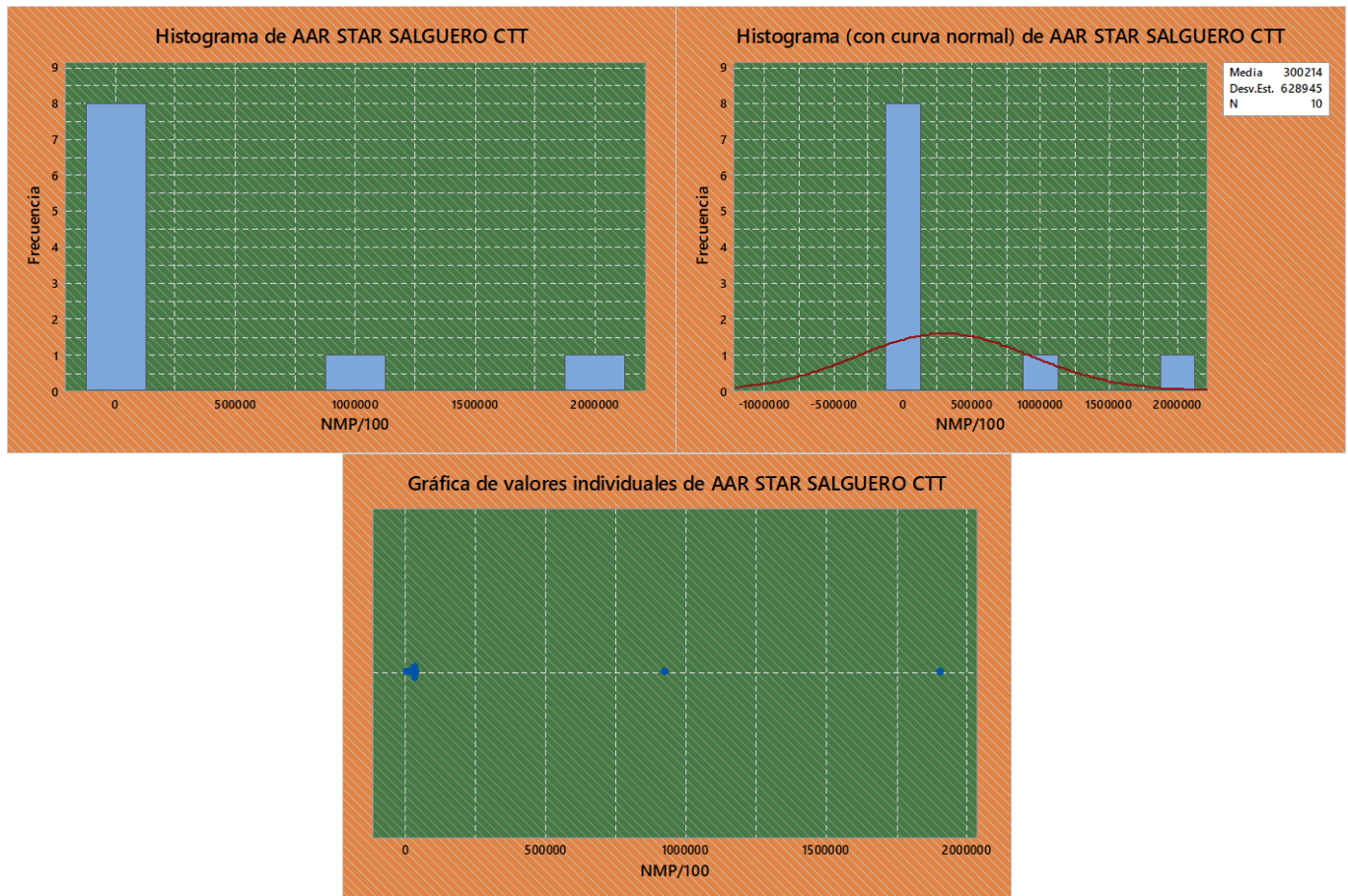
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR STAR SALGUERO CTT	10	10	0	10	100	100	300214	198890	137750

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1
AAR STAR SALGUERO CTT	628945	3,95571E+11	209,50	3002140	4,46143E+12	140	16750

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAR STAR SALGUERO CTT	30000	255500	1900000	1899860	238750	30000	3	2,32

Variable	Curtosis	MSSD
AAR STAR SALGUERO CTT	5,07	2,93050E+11

Gráfico 120. AAR STAR SALGUERO CTT



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Coliformes Totales CTT (NMP/100mL) (0-1000000-2000000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 300214. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 1900000 y 140 respectivamente.



ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR STAR SALGUERO CTE

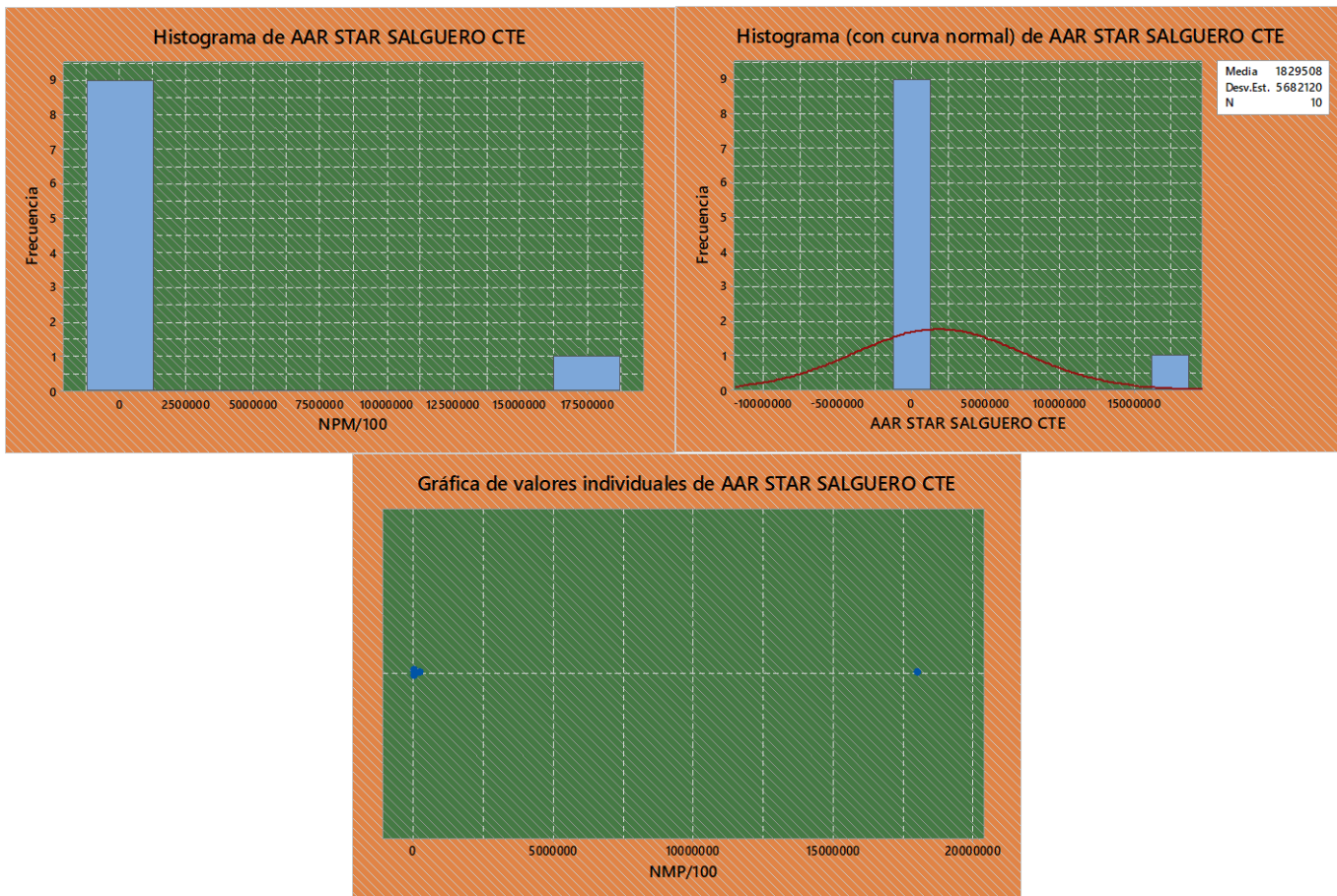
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
AAR STAR SALGUERO CTE	10	10	0	10	100	100	1829508	1796844

Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados
AAR STAR SALGUERO CTE	36885	5682120	3,22865E+13	310,58	18295081	3,24049E+14

Variable	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo
AAR STAR SALGUERO CTE	2	7520	12000	67000	18000000	17999998	59480	10000; 12000

Variable	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAR STAR SALGUERO CTE	2	3,16	10,00	3,55350E+13

Gráfico 121. AAR STAR SALGUERO CTE



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran dos (2) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Coliformes Termotolerantes CTE (NMP/100mL) (0-17500000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 1829508. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 18000000 y 2 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB STAR SALGUERO T°C

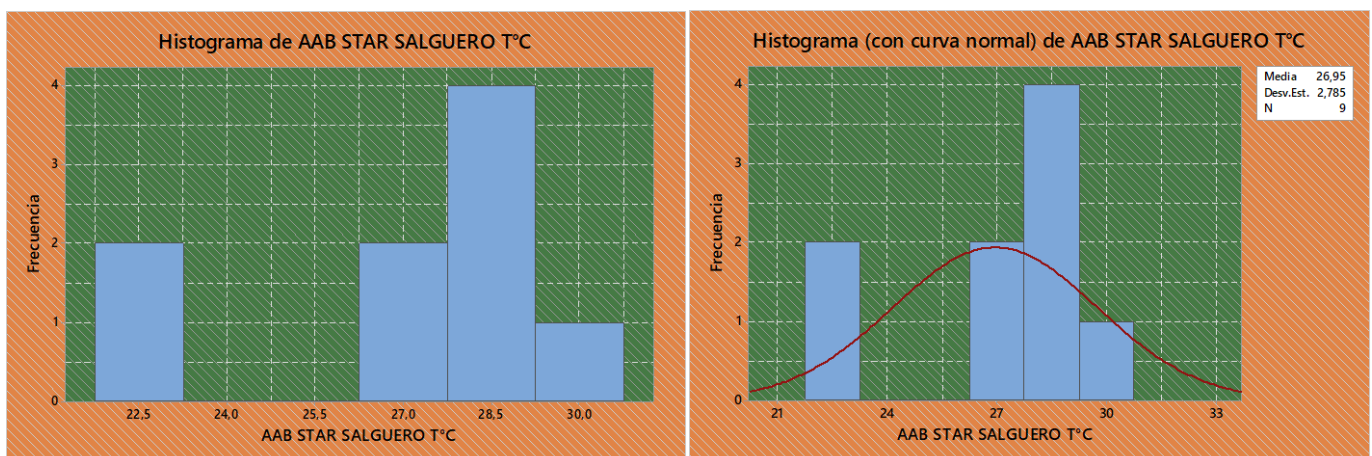
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB STAR SALGUERO T°C	9	9	0	9	100	100	26,947	0,928	*

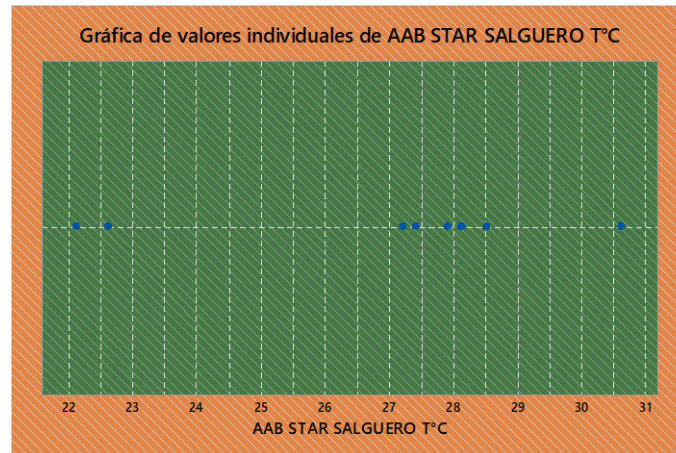
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1
AAB STAR SALGUERO T°C	2,785	7,754	10,33	242,520	6597,134	22,100	24,900

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAB STAR SALGUERO T°C	27,900	28,310	30,600	8,500	3,410	*	0	-1,04

Variable	Curtosis	MSSD
AAB STAR SALGUERO T°C	0,32	5,006

Gráfico 122. AAB STAR SALGUERO T°C



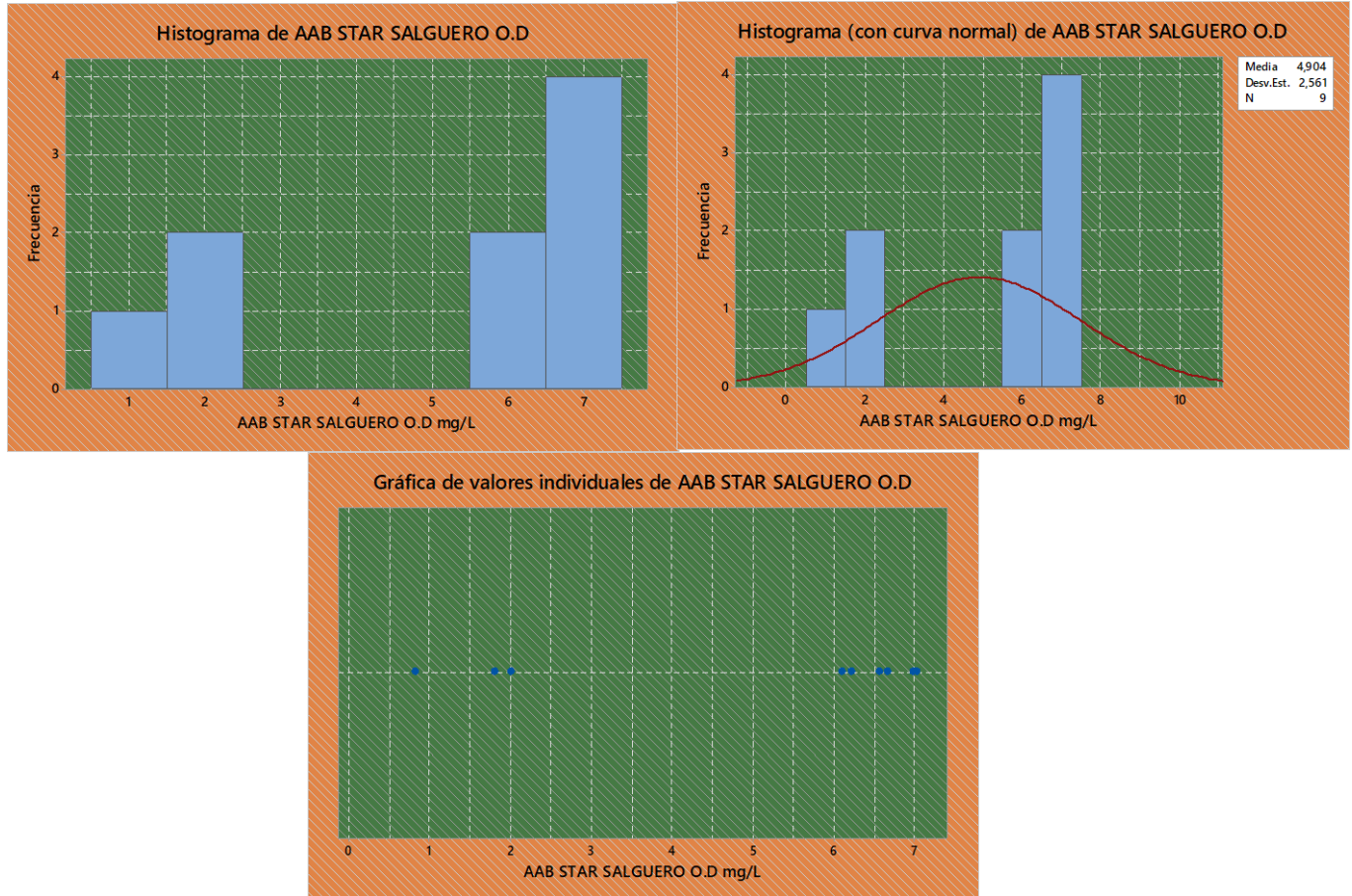


Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Temperatura T (°C) (22.5-27.0-28.5-30.0). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 26.947. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 30.6 y 22.1 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB STAR SALGUERO O.D

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB STAR SALGUERO O.D	9	9	0	9	100	100	4,904	0,854	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1		
AAB STAR SALGUERO O.D	2,561	6,558	52,21	44,140	268,943	0,820	1,900		
Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	
AAB STAR SALGUERO O.D	6,210	6,815	7,020	6,200	4,915	*	0	-0,86	
Variable	Curtosis	MSSD							
AAB STAR SALGUERO O.D	-1,44	3,242							

Gráfico 123. AAB STAR SALGUERO O.D



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Oxígeno Disuelto OD (mg/L) (1-2-6-7). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 4.904. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 7.02 y 0.82 respectivamente.

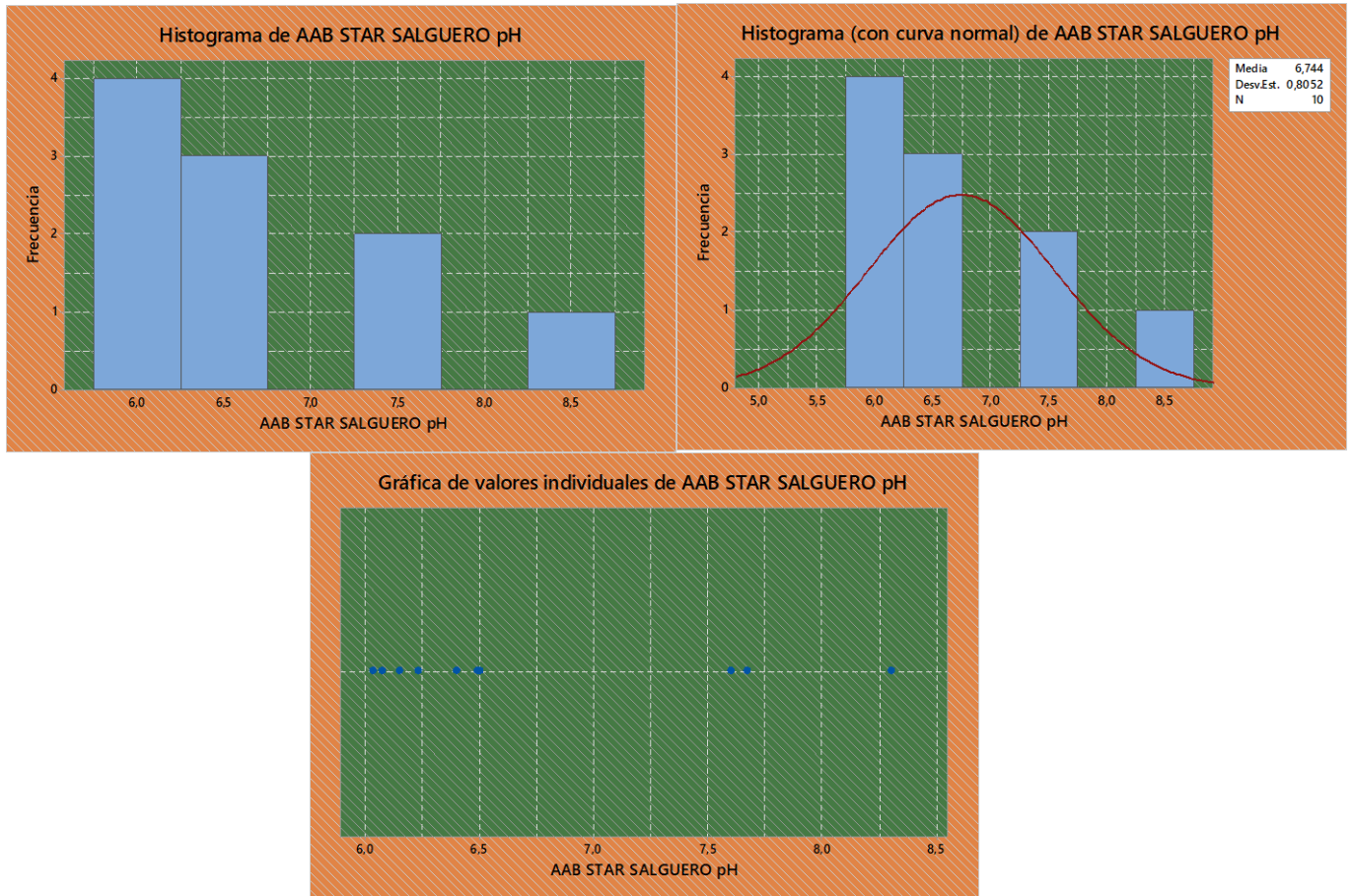
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB STAR SALGUERO PH

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB STAR SALGUERO pH	10	10	0	10	100	100	6,744	0,255	6,639
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	

AAB STAR SALGUERO pH 0,805 0,648 11,94 67,440 460,650 6,030 6,130 6,445

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAB STAR SALGUERO pH	7,617	8,300	2,270	1,487	*	0	1,09	-0,28	0,435

Gráfico 124. AAB STAR SALGUERO PH



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para pH (U de pH) (6.0-6.5-7.5-8.5). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 6.744. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 8.30 y 6.03 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB STAR SALGUERO DBO5 MG/L

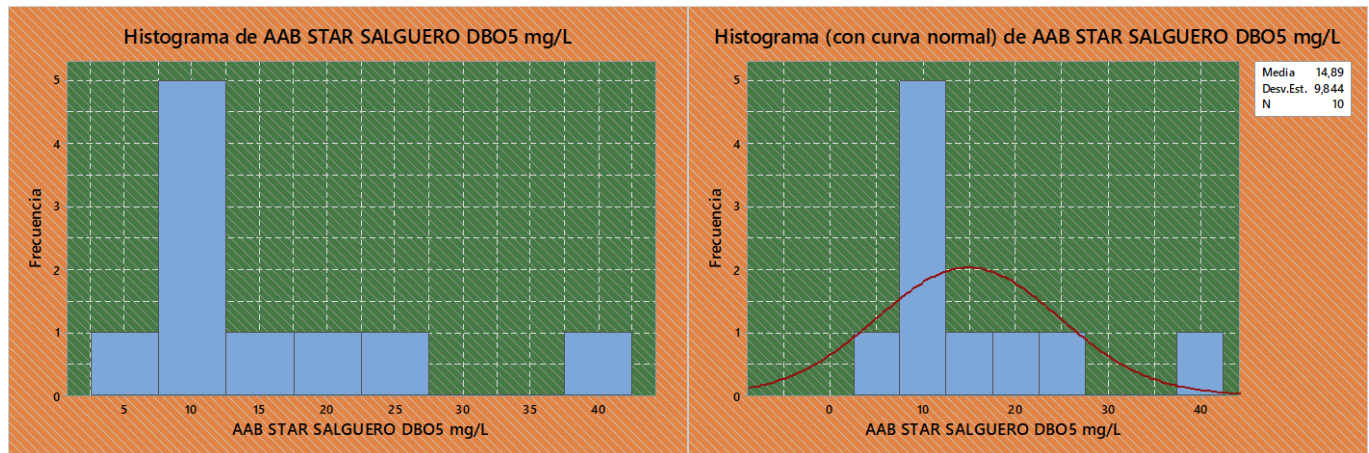
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
AAB STAR SALGUERO DBO5 mg/L	10	10	0	10	100	100	14,89	3,11

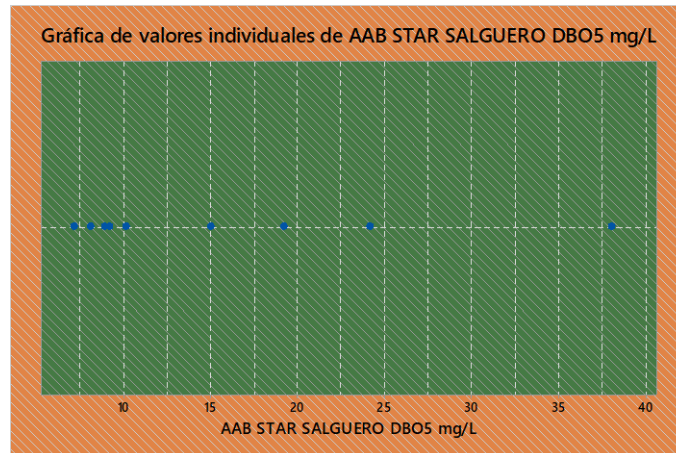
Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo
AAB STAR SALGUERO DBO5 mg/L	12,96	9,84	96,90	66,13	148,85	3087,76	7,14

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAB STAR SALGUERO DBO5 mg/L	8,67	9,63	20,44	38,03	30,89	11,77	*	0	1,72

Variable	Curtosis	MSSD
AAB STAR SALGUERO DBO5 mg/L	2,74	54,66

Gráfico 125. AAB STAR SALGUERO DBO5 MG/L





Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran seis (6) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 (mg/L) (5-10-15-20-25-40). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 14.89. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 38.03 y 7.14 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB STAR SALGUERO SST MG/L

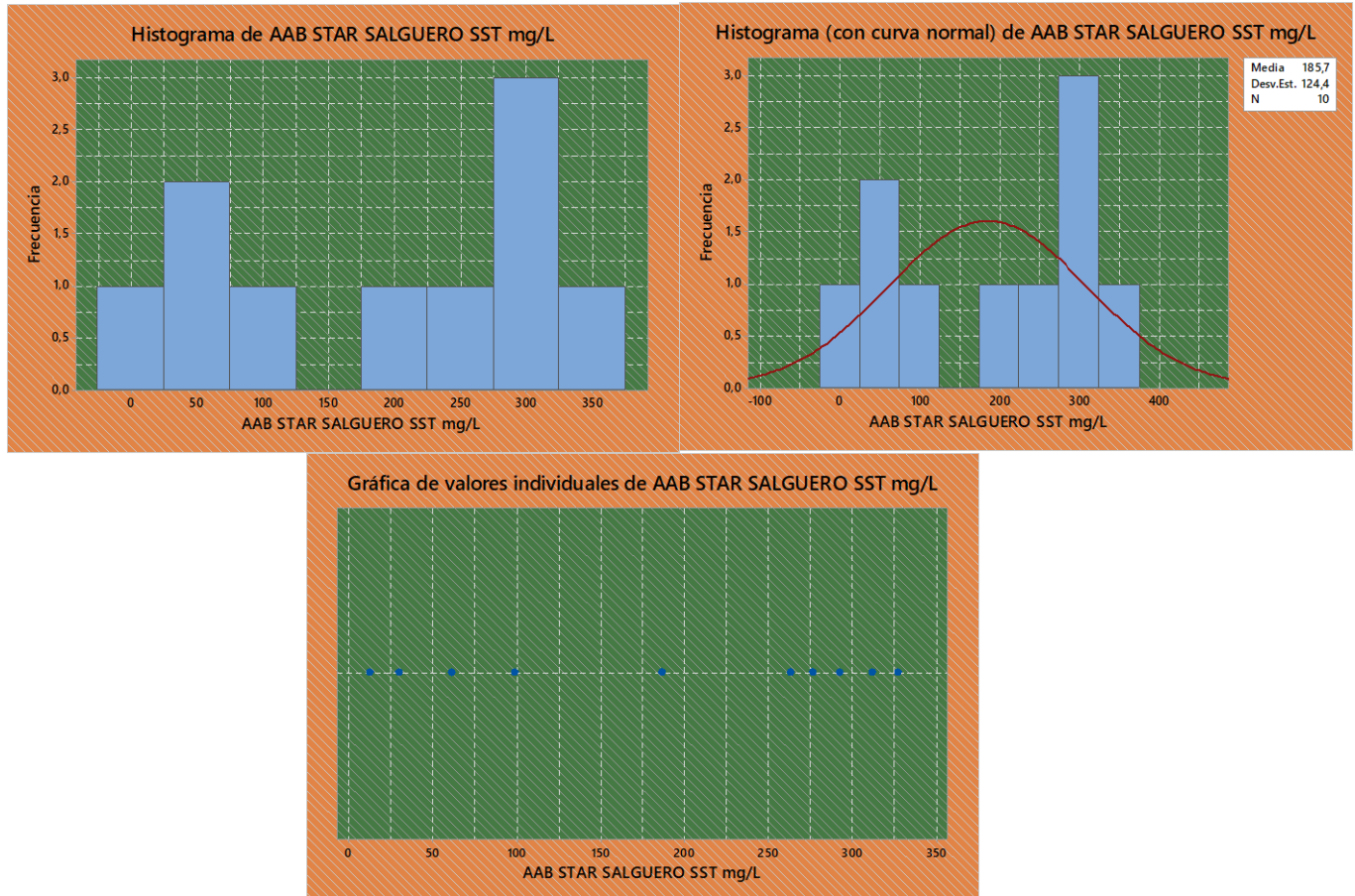
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
AAB STAR SALGUERO SST mg/L	10	10	0	10	100	100	185,7	39,3

Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo
AAB STAR SALGUERO SST mg/L	189,7	124,4	15463,4	66,98	1856,6	483855,7	12,0

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAB STAR SALGUERO SST mg/L	52,9	224,5	297,0	327,0	315,0	244,1	*	0	-0,32

Variable	Curtosis	MSSD
AAB STAR SALGUERO SST mg/L	-1,88	8068,5

Gráfico 126. AAB STAR SALGUERO SST MG/L



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran siete (7) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Sólidos Suspendidos Totales SST (mg/L) (0-50-100-200-250-300-350). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 185.7, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 327.0 y 12.0 respectivamente.

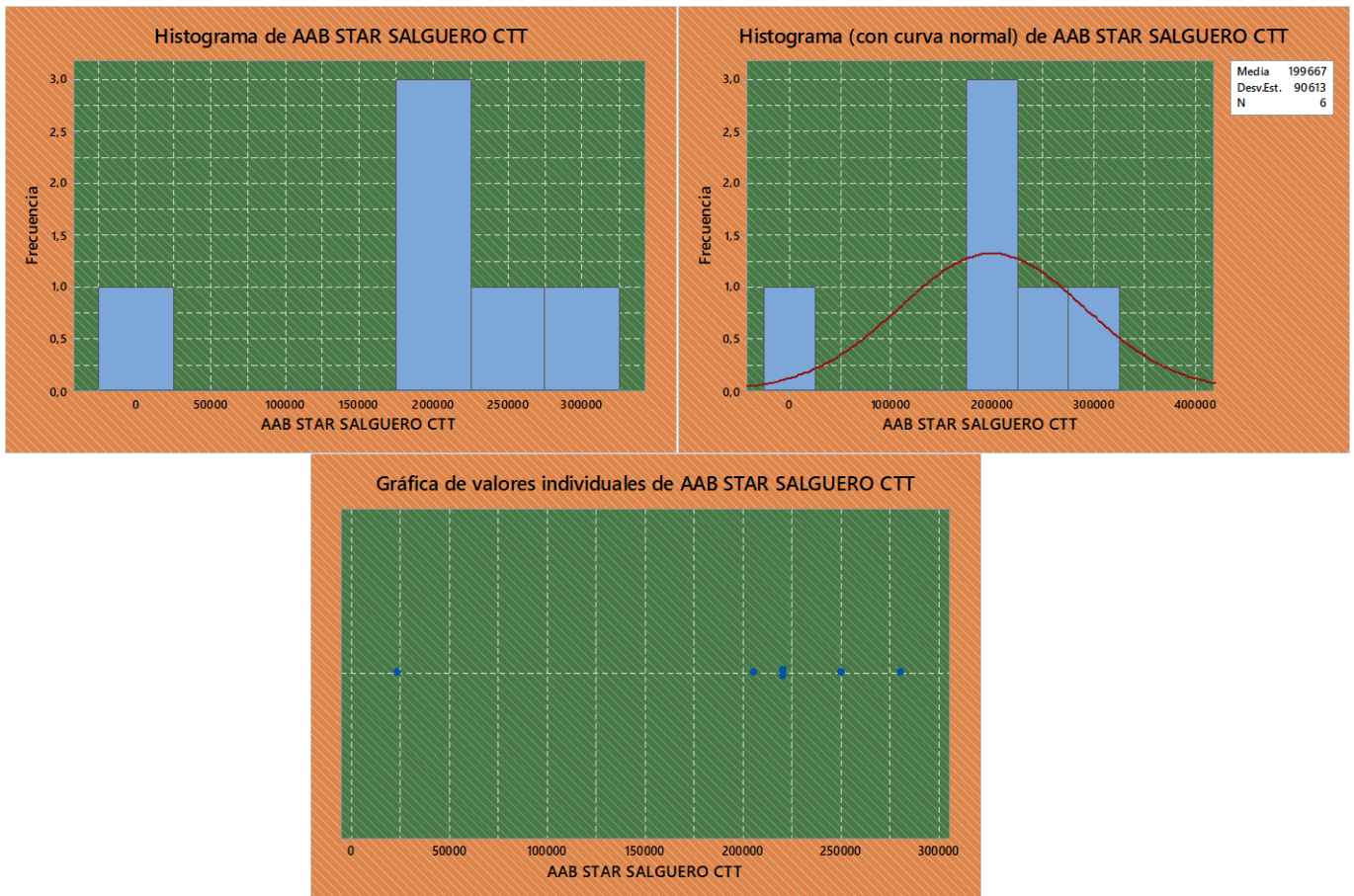
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB STAR SALGUERO CTT

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB STAR SALGUERO CTT	6	6	0	6	100	100	199667	36992	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1
AAB STAR SALGUERO CTT	90613	8210666667	45,38	1198000	2,80254E+11	23000	159500

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAB STAR SALGUERO CTT	220000	257500	280000	257000	98000	220000	2	-1,96
Variable	Curtosis		MSSD					
AAB STAR SALGUERO CTT	4,37		6807400000					

Gráfico 127. AAB STAR SALGUERO CTT



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Coliformes Totales CTT (NMP/100mL) (0-200000-250000-300000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 199667. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 280000 y 230000 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB STAR SALGUERO CTE

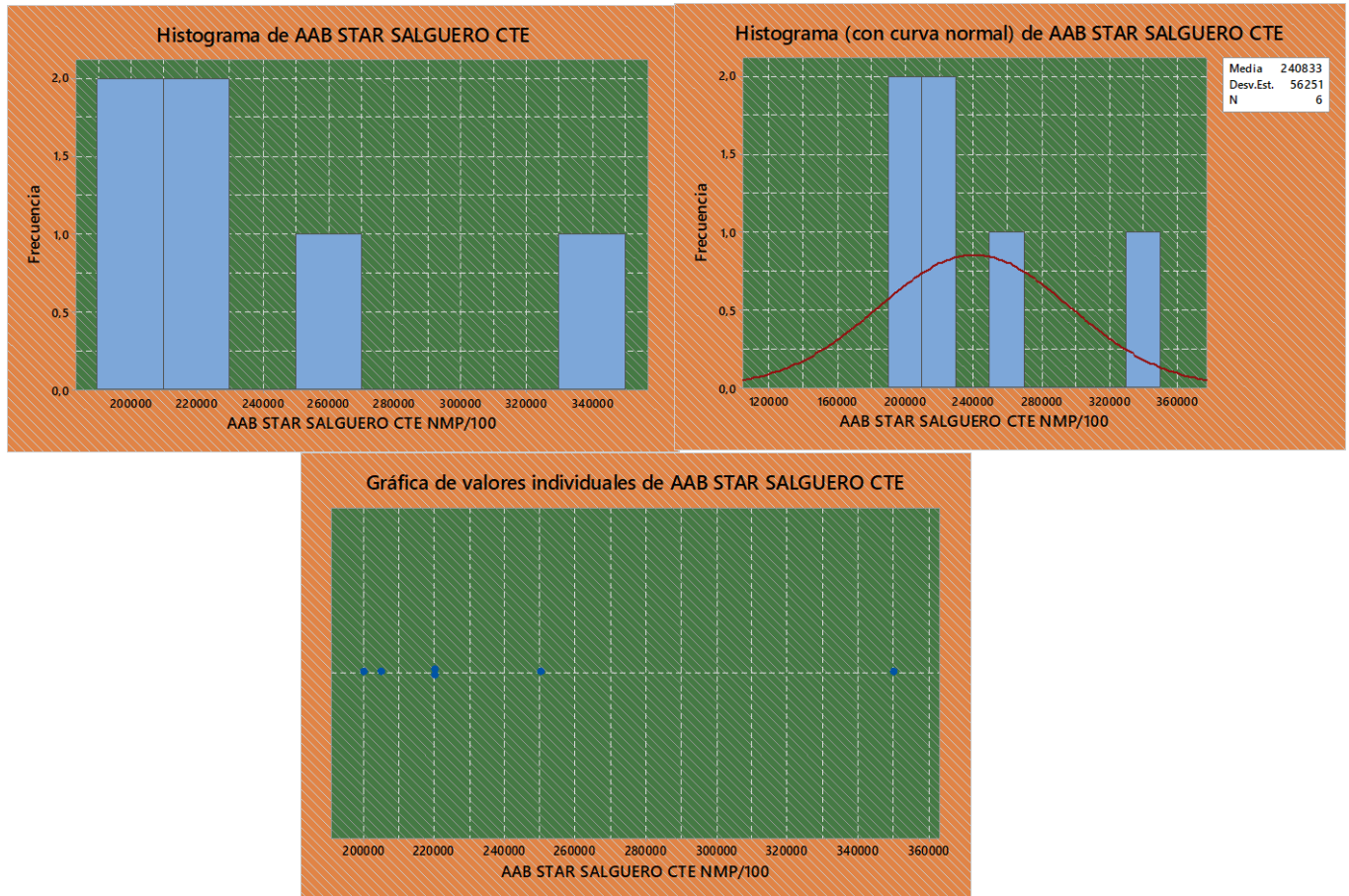
Variable	Conteo		N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB STAR SALGUERO CTE	6	6	0	6	100	100	240833	22964	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1
AAB STAR SALGUERO CTE	56251	3164166667	23,36	1445000	3,63825E+11	200000	203750

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
AAB STAR SALGUERO CTE	220000	275000	350000	150000	71250	220000	2	1,97

Variable	Curtosis	MSSD
AAB STAR SALGUERO CTE	4,02	1192500000

Gráfico 128. AAB STAR SALGUERO CTE





Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Coliformes Termotolerantes CTE (NMP/100mL) (200000-220000-260000-340000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 240833. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 350000 y 200000 respectivamente.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL TRAMO 11 RIO CESAR ESTACIONES E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7

Tabla 54. Estaciones tramo 11 rio Cesar.

Nombre de la Estación	Coordenadas	
	Norte	Oeste
Estación 1 antes de vertimiento del Municipio de La Paz	10°23'56.14"	73°12'38.10"
Vertimiento La Paz	10°23'52.60"	73°12'47.83"
Estación 2. Después del Vertimiento Municipio de La Paz	10°23'53.75"	73°12'56.019"
Estación 3. Antes del vertimiento Star el Salguero	10°23'8.37"	73°14'2.65"O
Vertimiento el Salguero	10°23'4.08"	73°14'0.58"
Estación 4. Después del vertimiento Star El salguero.	10°23'1.62"	73°13'55.51"
Estación 5 Las Pitillas.	10°19'46.61"	73°14'35.37"
Estación 6. Los Calabazos	10°14'37.83"	73°16'37.59"

El análisis se realizó considerando las estaciones como el espacio muestral que corresponde a los tratamientos, es decir, la respuesta nos arroja el grado de homogeneidad que existe entre cada estación con relación a la variable estudiada que corresponde al parámetro de interés, cada resultado se trata independientemente.

El diseño completamente al azar (DCA) es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, ya que sólo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. Este diseño se llama completamente al azar porque todas las corridas experimentales se realizan en orden aleatorio completo, al no haber bloques, no existe ninguna restricción a la aleatorización, es decir, si durante el estudio se hacen en total N pruebas, estas se corren al azar, de manera que los posibles efectos ambientales y temporales se repartan equitativamente entre los tratamientos.

El análisis que se realiza a continuación toma como variable de interés. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST) Coliformes Totales (CTT) Coliformes Termotolerantes (CTE) y Oxígeno Disuelto (O: D).

PROCEDIMIENTO:

Se realizó un análisis de varianza de un factor para. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST) Coliformes Totales (CTT) Coliformes Termotolerantes (CTE) y Oxígeno Disuelto (OD), para las estaciones E1-E2-E3-E4-E5-E6 (rio Cesar), Constituye varias pruebas y gráficas. La prueba de Fisher en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Comparaciones en parejas de Fisher, le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras (estimando que las medias que no compartan una letra son estadísticamente diferentes), así mismo en la gráfica de los tés de Fisher nos muestra cuales estaciones presenta diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's., Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. (si un intervalo no contiene o las medias correspondientes son estadísticamente diferentes)

Tabla 55. resultados para oxígeno Disuelto O.D- estaciones tramo 11 rio cesar.

E1 O..D mg/L	E2 O..D mg/L	E3 O..D mg/L	E4 O..D mg/L	E5 O..D mg/L	E6 O..D mg/L
4,3	3,9	7,91	6,65	2,9	4,3
6,23		7,88	6,98	2,4	3,95
5,2		7,24	6,21	2,4	3,95
4,2		7,62	7,02	3,1	4,1
4,2		6,13	6,1	3,2	4,2
4,2		7,5	0,82	2,9	4,3
		5,82	1,8		
		1,3	2		
		1,6	6,56		
		6,83	3,03		
		4,1	3,03		
			2,5		
			2		
			3,8		

ANOVA de un solo factor: E1 O..D mg/L; E2 O..D mg/L; ... 6 O..D mg/L_

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	6	E1 O..D mg/L; E2 O..D mg/L; E3 O..D mg/L; E4 O..D mg/L; E5 O..D mg/L; E6 O..D mg/L_

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	38,78	7,756	2,25	0,069
Error	38	130,77	3,441		
Total	43	169,54			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,85505	22,87%	12,72%	*

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
E1 O..D mg/L	6	4,722	0,836	(3,189; 6,255)
E2 O..D mg/L	1	3,900	*	(0,145; 7,655)
E3 O..D mg/L	11	5,812	2,429	(4,680; 6,944)
E4 O..D mg/L	14	4,179	2,279	(3,175; 5,182)
E5 O..D mg/L	6	2,817	0,343	(1,284; 4,350)
E6 O..D mg/L_	6	4,1333	0,1602	(2,6002; 5,6665)

Desv.Est. agrupada = 1,85505

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
E3 O..D mg/L	11	5,812	A
E1 O..D mg/L	6	4,722	A B
E4 O..D mg/L	14	4,179	B
E6 O..D mg/L_	6	4,1333	A B
E2 O..D mg/L	1	3,900	A B
E5 O..D mg/L	6	2,817	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

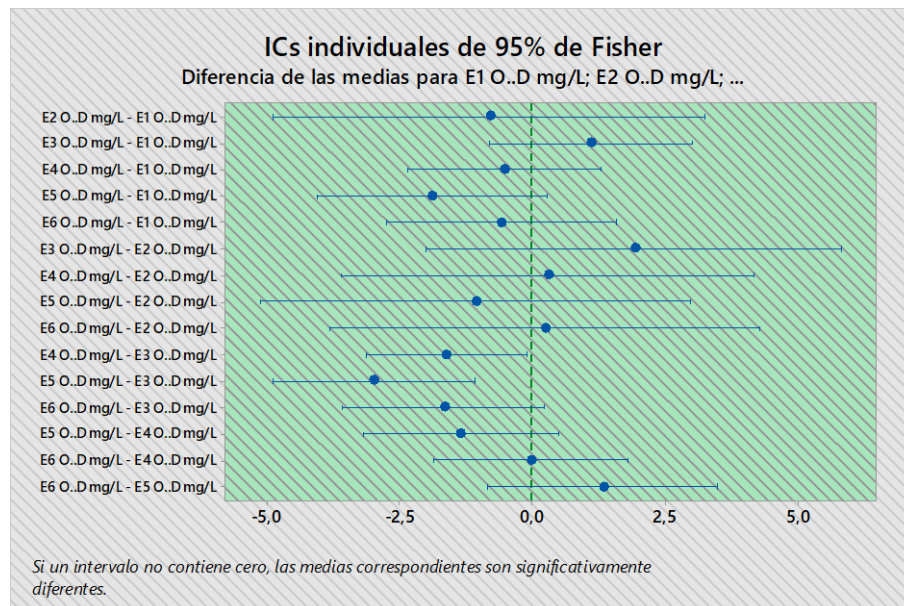


Gráfico 129. intervalos de E1 O.D mg/L; E2 O.D mg/L

El grafico de Fisher indica que las medias correspondientes son estadísticamente diferentes, para el parámetro Oxígeno Disuelto (O.D), en las estaciones (E3-E4) y E3-E5) es decir los intervalos NO comparten Xs (o).

De los resultados de laboratorio de oxígeno disuelto obtenidos de registros históricos de los años 2013 hasta el 2020, de las estaciones identificadas en este análisis experimental que se encuentran espaciadas en un recorrido de 37.4Km kilómetros del rio Cesar, longitud aferente al área de estudio del tramo, se puede inferir que el oxígeno disuelto del rio Cesar es ≥ 4 mg/l, este valor es el referente para la modelación.

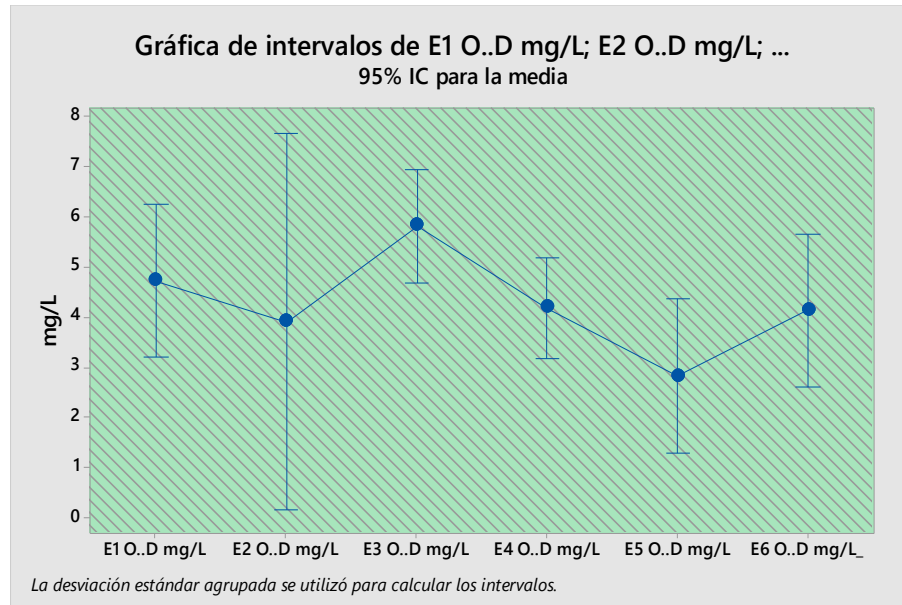


Gráfico 130. intervalos de E1 O.D mg/L; E2 O.D mg/L

El gráfico de intervalo de confianza (95%), evidencia una disminución de las medias en las Estaciones E2-E4 y E5, es decir después de recibir el vertimiento de la cabecera municipal de La Paz y Valledupar respectivamente y comienza nuevamente su aumento en la Estación E 6 Los calabazos.

Conclusión: La media de la estación E5, Es la más representativa, es decir la de menor valor de 2.817 mg/l de O.D. Se encuentra en la estación las Pitillas a 14.3 km, aguas abajo del vertimiento del sistema Lagunar del municipio de Valledupar. Es importante mencionar que este parámetro es necesario para la respiración de los microorganismos, así como para otras formas de vida, es una medida de la capacidad del agua para sostener vida acuática; esta variable es necesaria para medir y controlar los niveles de oxígeno, conocer la supervivencia de las especies y los procesos biológicos de producción. Las reducciones por debajo del porcentaje de saturación generan efectos negativos sobre la biodiversidad, el crecimiento, la reproducción y la actividad de éstas especies.

Tabla 56. Resultados para demanda biológica de oxígeno DBO5 estaciones tramo 11 rio Cesar.

E1 DBO5 mg/L	E2 BBO5 mg/L	E3 DBO5 mg/L	E4 DBO5 mg/L	E5 DBO5 mg/L	E6 DBO5 mg/L
12,1	16,5	14,3	8,07	11,75	21
4,25		4,63	9,17	12,47	19,54
6,43		5,14	8,87	20	9,2
7,1		5,43	9,12	22,1	9,7

7,2		5,13	10,08	16,8	16,1
11,4		5,63	19,2		
		7,01	38,03		
		3,05	24,17		
		6	7,14		
		6	15		

ANOVA de un solo factor: E1 DBO5 mg/L; E2 BBO5 ... E6 DBO5 mg/L
Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Nivel	Valores
Factor	6	E1 DBO5 mg/L; E2 BBO5 mg/L; E3 DBO5 mg/L; E4 DBO5 mg/L; E5 DBO5 mg/L; E6 DBO5 mg/L

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	681,3	136,26	3,51	0,012
Error	31	1202,3	38,78		
Total	36	1883,6			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
6,22758	36,17%	25,88%	*

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
E1 DBO5 mg/L	6	8,08	3,04	(2,89; 13,27)
E2 BBO5 mg/L	1	16,50	*	(3,80; 29,20)
E3 DBO5 mg/L	10	6,232	3,017	(2,216; 10,248)
E4 DBO5 mg/L	10	14,89	9,84	(10,87; 18,90)

E5 DBO5 mg/L_ 5 16,62 4,54 (10,94; 22,30)
 E6 DBO5 mg/L 5 15,11 5,47 (9,43; 20,79)
 Desv.Est. agrupada = 6,22758

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
E5 DBO5 mg/L_	5	16,62	A
E2 BBO5 mg/L	1	16,50	A B C D
E6 DBO5 mg/L	5	15,11	A B
E4 DBO5 mg/L	10	14,89	A B
E1 DBO5 mg/L	6	8,08	B D
E3 DBO5 mg/L	10	6,232	C D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

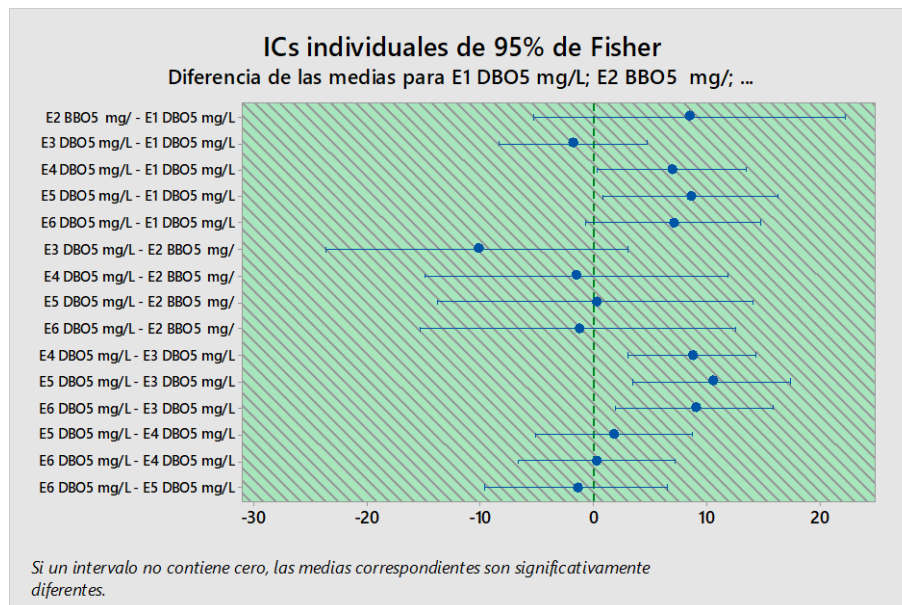


Gráfico 131. intervalos de E1 DBO5 mg/L; E2 BBO5 mg/L

El gráfico de Fisher indica que las medias correspondientes son estadísticamente diferentes, para el parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 (DBO5), en las estaciones (E1-E5) (E1-E4) (E3-E4) (E3-E5) (E3-E6) y (E4-E5) es decir los intervalos NO comparten Xs (o).

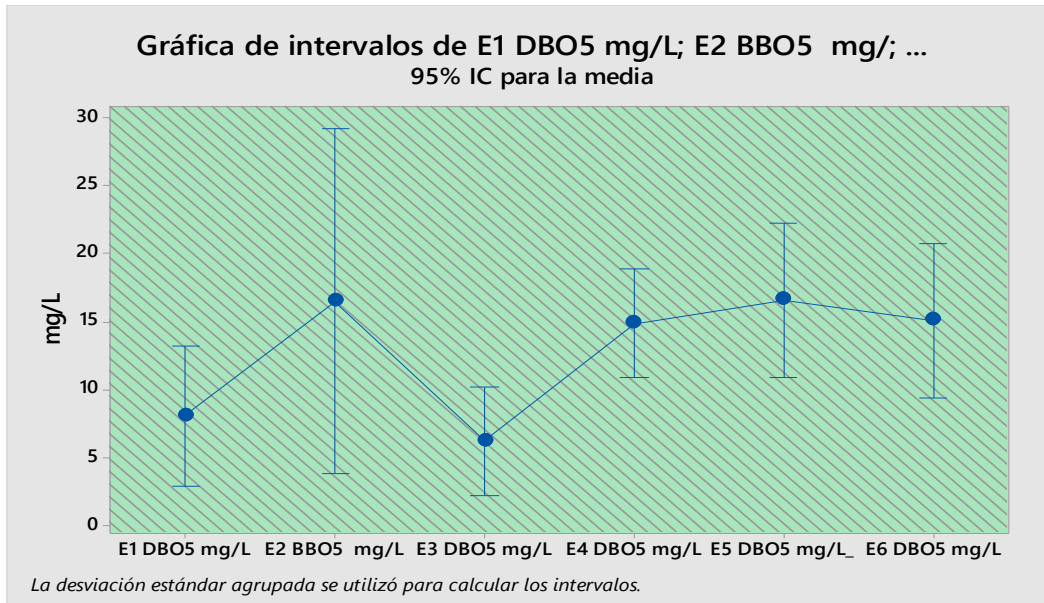


Gráfico 132. intervalos de E1 DBO5 mg/L; E2 BBO5 mg/L

El grafico de intervalo de confianza (95%), evidencia un aumento de las medias en las Estaciones E2-E6, es decir después de recibir el vertimiento de la cabecera municipal de La Paz y Valledupar respectivamente

Conclusión: La media de la estación E6, Es la más representativa, es decir la de mayor valor de 15.11 mg/l. Se encuentra en la estación los Calabazos a 18,4Km aguas abajo del vertimiento del sistema Lagunar del municipio de Valledupar. La DBO5 determina la cantidad de materia orgánica biodegradable. El incremento de la concentración de este parámetro incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos.

Tabla 57. Resultados para solidos suspendidos totales SST estaciones tramo 11 rio Cesar.

E1 SST mg/L	E2 SST mg/L	E3 SST mg/L	E4 SST mg/L	E5 SST mg/L	E6 SST mg/L
27,27	114,2	78,3	327	22,24	44,61
39,4	221,2	284	292	34,3	38,7
67,3		300	263	49	80,5
73,2		313	276	89	112,3
286		289	312	123	125,2
		294	12		
		11,3	186		
		28	60,67		
		54	29,5		
		10	98,4		

ANOVA de un solo factor: E1 SST mg/L; E2 SST mg/L; E3 ... SST mg/L

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Nivel	Valores
Factor	6	E1 SST mg/L; E2 SST mg/L; E3 SST mg/L; E4 SST mg/L; E5 SST mg/L; E6 SST mg/L

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	80801	16160	1,35	0,269
Error	32	382975	11968		
Total	37	463776			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
109,398	17,42%	4,52%	0,00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
E1 SST mg/L	5	98,6	106,5	(-1,0; 198,3)
E2 SST mg/L	2	167,7	75,7	(10,1; 325,3)
E3 SST mg/L	11	158,1	134,1	(90,9; 225,3)
E4 SST mg/L	10	185,7	124,4	(115,2; 256,1)
E5 SST mg/L	5	63,5	41,7	(-36,1; 163,2)
E6 SST mg/L	5	80,3	38,9	(-19,4; 179,9)

Desv.Est. agrupada = 109,398

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
E4 SST mg/L	10	185,7	A

E2 SST mg/L	2	167,7	A	B
E3 SST mg/L	11	158,1	A	B
E1 SST mg/L	5	98,6	A	B
E6 SST mg/L	5	80,3	A	B
E5 SST mg/L	5	63,5		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

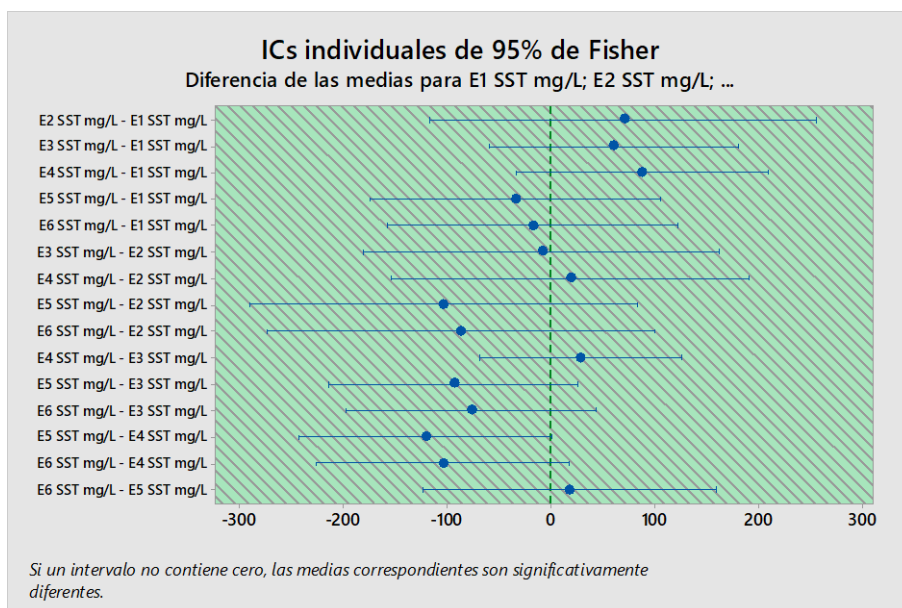


Gráfico 133. intervalos de E1 SST mg/L; E2 SST mg/L

El grafico de Fisher indica que las medias correspondientes son estadísticamente similares, para el parámetro Solidos Suspendidos Totales, es decir los intervalos comparten Xs (o).

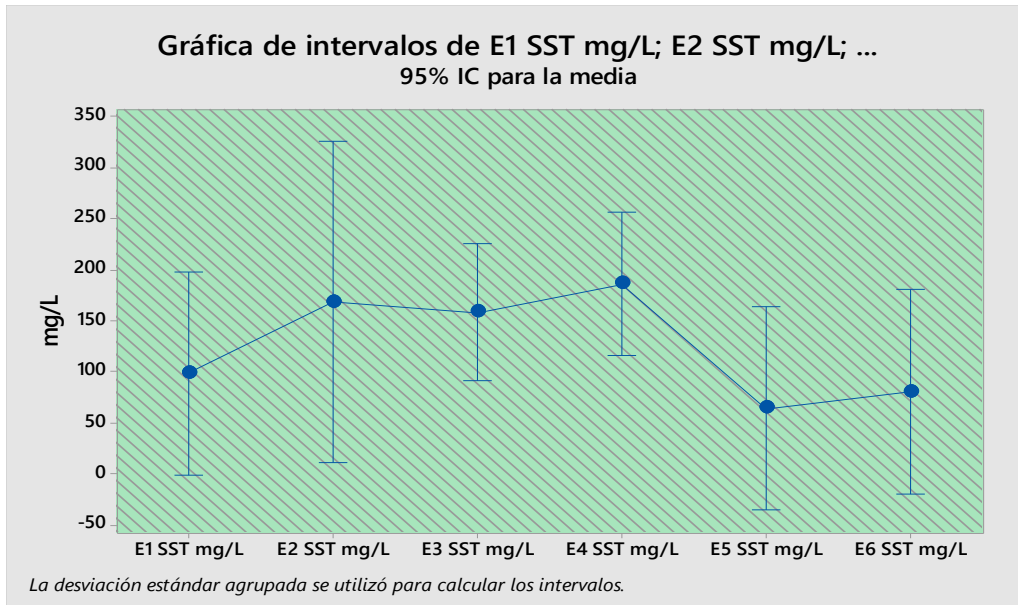


Gráfico 134. intervalos de E1 SST mg/L; E2 SST mg/L

La media de la estación E1-E6. No presentan diferencias significativas y oscilan (63.7 y 185.7). Es oportuno mencionar que este parámetro tiene su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Las medias de las estaciones E2-E3-E4, se encuentran entre superando los límites de calidad de aguas aceptables según el estudio (75 y 150 mg/L CONAGUA 2105)

La media más alta se encuentra aguas abajo del vertimiento de la cabecera urbana de Valledupar.

Tabla 58. Resultados para coliformes totales CTT estaciones tramo 11 rio Cesar.

E1 CTT NMP/100	E2 SST NMP/100	E3 CTT NMP/100	E4 CTT NMP/100	E5 CTT NMP/100	E6 SST NMP/100
45400	10458	10000,00	205000,00	1200	24300
38700		12000,00	220000,00	21600	20600
17329		10000,00	200000,00	16000	897
1897		12000,00	220000,00	14569	12789
1756		15000,00	250000,00		
5425		18000000,00	23000,00		
		220000,00			
		16000,00			
		1,80			
		79,00			

ANOVA de un solo factor: E1 CTT NMP/100; E2 CTT ... 6 CTT NMP/100

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	6	E1 CTT NMP/100; E2 CTT NMP/100; E3 CTT NMP/100; E4 CTT NMP/100; E5 CTT NMP/100; E6 CTT NMP/100

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	2,12325E+13	4,24651E+12	0,37	0,867
Error	25	2,90614E+14	1,16246E+13		
Total	30	3,11847E+14			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3409483	6,81%	0,00%	*

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
E1 CTT NMP/100	6	18418	19287	(-2848286; 2885121)
E2 CTT NMP/100	1	10458	*	(-7011503; 7032419)
E3 CTT NMP/100	10	1829508	5682120	(-391031; 4050047)
E4 CTT NMP/100	6	186333	81894	(-2680370; 3053037)
E5 CTT NMP/100	4	13342	8645	(-3497638; 3524323)
E6 CTT NMP/100	4	14647	10346	(-3496334; 3525627)

Desv.Est. agrupada = 3409483

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
E3 CTT NMP/100	10	1829508	A

E4 CTT NMP/100	6	186333	A
E1 CTT NMP/100	6	18418	A
E6 CTT NMP/100	4	14647	A
E5 CTT NMP/100	4	13342	A
E2 CTT NMP/100	1	10458	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

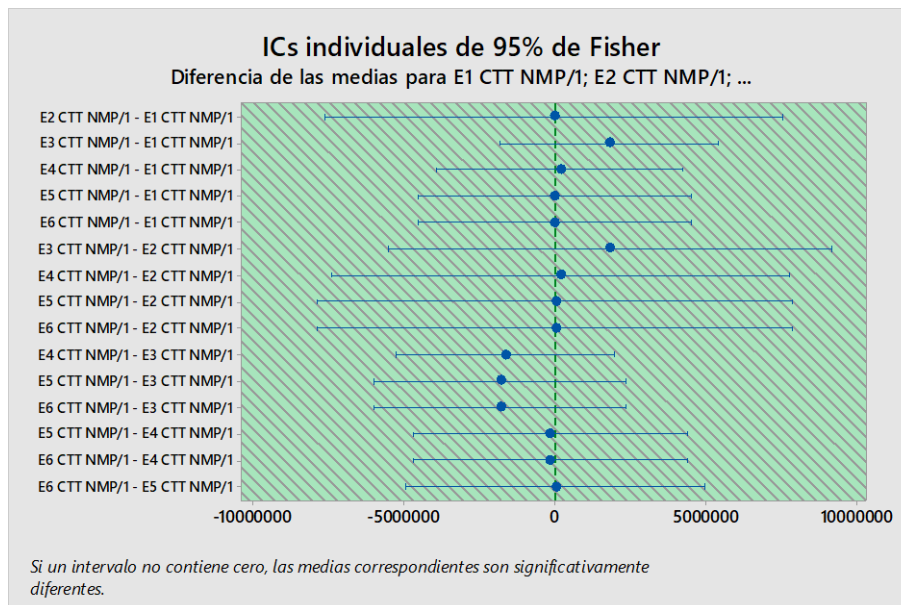


Gráfico 135. intervalos de E1 CTT NMP/1; E2 CTT NMP/1

El grafico de Fisher indica que las medias correspondientes son estadísticamente similares, para el parámetro Solidos Suspendidos Totales, es decir los intervalos comparten Xs (o).

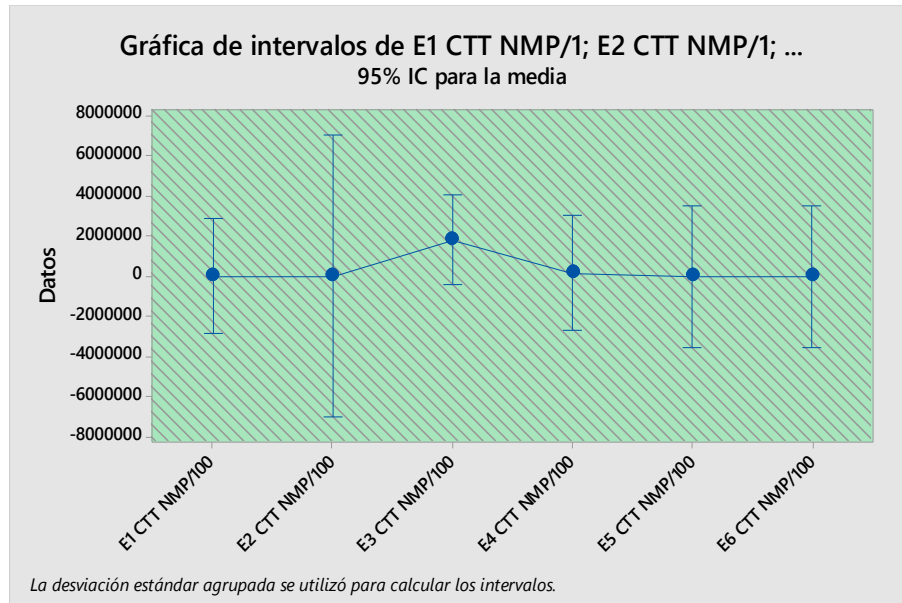


Gráfico 136. intervalos de E1 CTT NMP/1; E2 CTT NMP/1

El gráfico de intervalo de confianza (95%), evidencia el aumento de las medias entre la Estaciones E1- con respecto a E3, es decir después de recibir el vertimiento de la cabecera municipal de La Paz.

CONCLUSIONES: El número más probable /100 ml de CTT en las estaciones E3 y E4, sobre el río Cesar, corresponden a un grupo homogéneos como lo indica la **Comparaciones en parejas de Fisher.**

La media de la estación E3. Es la más representativa, es decir la de mayor valor 1829508 NMP/100. Se encuentra a una distancia de 100 metros aguas abajo del vertimiento del sistema Lagunar del municipio de La Paz. Los coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Tabla 59. Resultados para coliformes termotolerantes CTE estaciones tramo 11 río Cesar.

E1 CTENMP/100	E2 CTE NMP/100	E3 CTE NMP/100	E4 CTE NMP/100	E5 CTE NMP/100	E6 CTE NMP/100
1000	1896				
900					
1143					
53					

1000	1896	10000	205000,00	1000	1000
900		12000	220000,00	900	930
1143		10000	200000,00	15000	17892
53		12000	220000,00	324	134
323		15000	250000,00	1456	2569
		18000000			
		220000			
		16000			
		1,8			
		79			

ANOVA de un solo factor: E1 CTENMP/100; E2 CTE ... E6 CTE NMP/100

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$
 Filas no utilizadas 19
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
--------	---------	---------

Factor	6	E1 CTENMP/100; E2 CTE NMP/100; E3 CTE NMP/100; E4 CTE NMP/100; E5 CTE NMP/100; E6 CTE NMP/100
--------	---	---

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	2,32117E+13	4,64233E+12	0,48	0,789
Error	30	2,90580E+14	9,68601E+12		
Total	35	3,13792E+14			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3112235	7,40%	0,00%	0,00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
--------	---	-------	-----------	-----------



E1 CTENMP/100	9	724	451	(-2117954; 2119401)
E2 CTE NMP/100	2	1896	0	(-4492498; 4496290)
E3 CTE NMP/100	10	1829508	5682120	(-180446; 3839462)
E4 CTE NMP/100	5	219000	19494	(-2623504; 3061504)
E5 CTE NMP/100	5	3736	6310	(-2838768; 2846240)
E6 CTE NMP/100	5	4505	7535	(-2837999; 2847009)

Desv.Est. agrupada = 3112235

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
E3 CTE NMP/100	10	1829508	A
E4 CTE NMP/100	5	219000	A
E6 CTE NMP/100	5	4505	A
E5 CTE NMP/100	5	3736	A
E2 CTE NMP/100	2	1896	A
E1 CTENMP/100	9	724	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

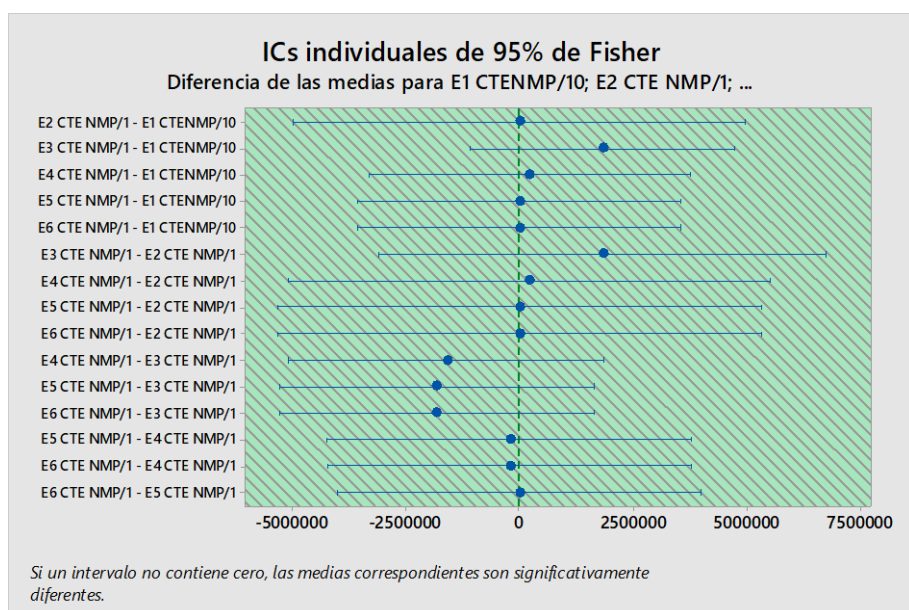


Gráfico 137. intervalos de E1 CTENMP/10; E2 CTE NMP/1

El gráfico de Fisher indica que las medias correspondientes son estadísticamente similares, para el parámetro Sólidos Suspendidos Totales, es decir los intervalos comparten Xs (o).

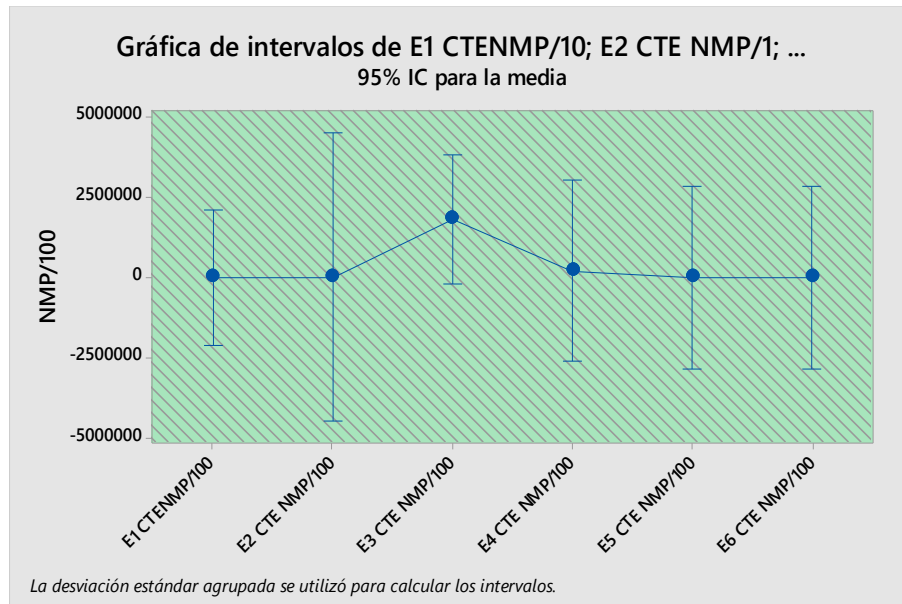


Gráfico 138. intervalos de E1 CTENMP/10; E2 CTE NMP/1

CONCLUSIONES: El número más probable /100 ml de CTT en las estaciones sobre el río Cesar, corresponden a un grupo homogéneos como lo indica la **Comparaciones en parejas de Fisher**.

La media de la estación E3. Es la más representativa, es decir la de mayor valor 1829508 NMP/100. Se encuentra aguas abajo del vertimiento del sistema Lagunar del municipio de La Paz., la fuente superficial tramo 11 Río Cesar tienen una pésima calidad entre contaminada y fuertemente contaminada con bacterias de origen fecal (1.000 a >10.000 NMP/ 100mL; CONAGUA, 2015).

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES GENERALES

EFLUENTE (SALIDA) STAR EL SALGUERO (cabecera Urbana municipio de Valledupar)

El vertimiento de las aguas residuales domésticas del municipio de Valledupar en el último muestreo realizado. **CUMPLE**, con las concentraciones Máximas permisibles para vertimientos a cuerpos de agua superficial dispuestos por la Resolución 0631 de 2015. En los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Grasa y Aceites y sólidos sedimentables.

El análisis la fuente hídrica superficial aguas arriba y aguas abajo (Rio Cesar), muestra su afectación principalmente en su aspecto microbiológico. Los recuentos de Coliformes totales y Termotolerantes aguas abajo del vertimiento, sobrepasan los límites permisibles, para uso Agrícola. Situación que estaría generando un desequilibrio al ecosistema, por crearse un ambiente con otras condiciones de vida, formadas por microorganismos que afectan la salud de los animales y habitantes del sector aguas abajo del vertimiento.

OBSERVACIONES GENERALES

Las calidad del agua en el tramo estudiado del Rio cesar, en un alto porcentaje de su recorrido, muestra evidencia de impactos negativos de las actividades antrópicas, por su corto recorrido y su condición de rio caudaloso como resultado de la pendiente de la cuenca son características que deberían permitir el desarrollo de muchas actividades y de proyectos sociales y económicos, entre los que se destaca la pesca, el transporte, extracción de arena y producción agrícola y ganadera de la región. Algunas de estas actividades se desarrollan actualmente en distintos sectores de la cuenca, pero generando muchos impactos negativos, para la calidad del agua, muchas de esta actividad se desarrollan con indicadores de baja capacidad productiva, poca organización y un pobre sistema de regulación o control.

Actualmente el tramo estudiado cuenta con un plan de ordenamiento del uso y explotación sustentable de la cuenca, y se evidencia que algunas actividades impactan por los sistemas de uso o explotación inadecuada o por desempeñarse en sectores no aptos para esa actividad como la extracción de arena, la explotación de vegetación de ribera.

Otras actividades superan la capacidad de carga del sistema entre las que se pueden resaltar, los vertimientos de aguas residuales domésticas, los vertimientos de la actividad agroindustriales (matadero municipal) y los vertimientos de la actividad agrícola y ganadera (en especial el cultivo de arroz, pastizales, palma de aceite, también abrevaderos de ganado).

Los vertimientos puntuales de los alcantarillados y vertimientos de las actividades agroindustriales, además de las fuentes difusas proveniente de las escorrentías desde las zonas de cultivos, son las principal causa de la contaminación del tramo en estudio, quizás por eso la concepción de los principales usuarios del río y que coincide con la percepción de los habitantes que ocupan el área de recarga de la cuenca, es que el rio es el principal receptor final de todos los vertimientos provenientes de actividades domésticas, comerciales y agropecuarias.

El punto más crítico estudiado de contaminación orgánica y de material fecal (representado por bacterias de interés en salud pública por su potencial de generar enfermedades gastrointestinales) se detectó en el sector Aguas debajo de los vertimientos del Municipio de La Paz y Valledupar, situación que evidencia procesos de contaminación que coincide con la ubicación de los efluentes de las piscinas de aguas servidas, Los niveles de

concentración de materia orgánica en el agua son superiores a los establecidos en la legislación colombiana para aguas naturales con fines de uso doméstico (consumo y recreación) e incluso como aguas naturales con propósitos de conservar fauna y flora nativa. Los valores de la concentración de los contaminantes son superiores a la capacidad de asimilación. También son crítico y preocupante los valores altos de las poblaciones de bacterias fecales, esta última situación genera un riesgo o limitación para el consumo de peces u otros productos que utilicen el agua del río como el riego de frutas y verduras o en la pesca para consumo humano.

En resumen, Las condiciones actuales, del tramo del río Cesar estudiado muestra que sus aguas son catalogadas como aguas, no aptas para consumo humano, para uso agrícola, para fines recreativos contacto primario y secundario, según lo proferido en el Decreto 1076 de 2015, expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

MODELO QUAL 2K

El modelo QUAL2K (Chapra, 2001), fue desarrollado con el fin de mejorar las características de su antecesor QUAL2E (EPA, 2000). Este fue brindado por el profesor Steven Chapra a la Universidad de los Andes con fines académicos, y es apropiado para la investigación realizada, ya que no tiene los limitantes del modelo QUAL2E, como lo son un número limitado de tramos y su interfase poco amigable.

Este modelo presenta características útiles para los ríos de montaña como son permitir la prescripción de las constantes de reaeración por el usuario o cálculo interno bajo las condiciones hidráulicas, modelación de fitoplancton, etc.

El modelo tiene las siguientes características que deben estar muy claras por el modelador:

- ✍ Modela una sola dimensión, se considera bien mezclado lateral y verticalmente.
- ✍ Maneja condiciones de estado estable, simula flujo permanente no uniforme.
- ✍ Simula contribuciones térmicas diurnas.
- ✍ Las mejoras frente al modelo QUAL2E presentes en el modelo QUAL2K son las siguientes:
 - ✍ Interfase más amigable con el usuario (Microsoft Excel®).
 - ✍ Simulaciones de tramos con diferentes longitudes.
 - ✍ Especiación del Carbono orgánico en dos formas separadas que son rápida degradación y lenta degradación.
 - ✍ Maneja Desnitrificación como una reacción química de primer orden.
 - ✍ Simulación y manejo de interacción agua – sedimentos.
 - ✍ Manejo de demanda béntica de oxígeno.
 - ✍ Modelación de parámetros como pH, Alcalinidad.
 - ✍ Modelación de Patógenos.

Matemática manejada por el modelo

Es clave entender y presentar algunas de las ecuaciones manejadas por el modelo, para describir las cualidades del mismo y ver como el modelo realiza las simulaciones discretas del cuerpo de agua, a continuación, se muestran algunas de ellas:

Hidráulica:

$$Q = \frac{1}{n} \frac{S_o^{1/2} A_c^3}{P^3}$$

Donde, Q = caudal; So = pendiente longitudinal del fondo; Ac = área mojada; n = número de Manning; P = perímetro mojado.

Tiempos de viaje

$$T_k = \frac{V_k}{Q_k}$$

Donde,

Tk = tiempo medio de viaje

Vk = velocidad media

Qk = caudal.

Constituyentes

Variable	Symbol	Units*
Conductivity	s	μmhos
Inorganic suspended solids	m_i	mgD/L
Dissolved oxygen	o	mgO_2/L
Slowly reacting CBOD	c_s	mgO_2/L
Fast reacting CBOD	c_f	mgO_2/L
Dissolved organic nitrogen	n_o	$\mu\text{gN/L}$
Ammonia nitrogen	n_a	$\mu\text{gN/L}$
Nitrate nitrogen	n_n	$\mu\text{gN/L}$
Dissolved organic phosphorus	p_o	$\mu\text{gP/L}$
Inorganic phosphorus	p_i	$\mu\text{gP/L}$
Phytoplankton	a_p	$\mu\text{gA/L}$
Detritus	m_o	mgD/L
Pathogen	x	$\text{cfu}/100 \text{ mL}$
Alkalinity	Alk	mgCaCO_3/L
Total inorganic carbon	c_T	mole/L
Bottom algae	a_b	gD/m^2

* $\text{mg/L} \equiv \text{g}/\text{m}^3$

Gráfico 139. Simbología constituyentes

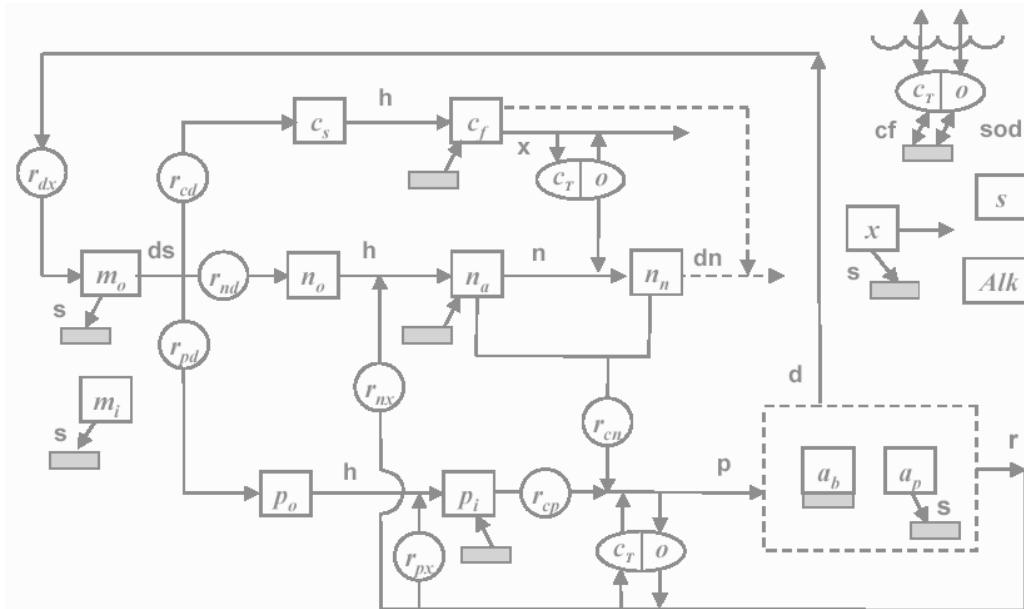


Gráfico 140. Constituyentes (Tomado de "QUAL2K User Manual")

A continuación, se presentan algunas de las ecuaciones que maneja el modelo QUAL2K:

Balances de masa

$$\frac{dc_i}{dt} = \frac{Q_{i-1}}{V_i} c_{i-1} - \frac{Q_i}{V_i} c_i - \frac{Q_{obj}}{V_i} c_i + \frac{E_{i-1}}{V_i} (c_{i-1} - c_i) + \frac{E_i}{V_i} (c_{i+1} - c_i) + \frac{W_i + S_i}{V_i}$$

Carbono (Degradación Lenta) $S_{cs} = r_{od}$

$DetrDiss - SlowCHydr - SlowCHydr =$

$K_{hc}(T)c_s$

Carbono (Degradación Rápida)

$S_{cf} = SlowCHydr - FastCOxid - r_{ondn} Denitr$

$FastCOxid = F_{oxcf} k_{dc}(T)c_f$

Nitrógeno Amoniacal

$S_{na} = DONHydr + r_{na} PhytoRsp + r_{nd} BotAlRsp - NH_4Nitrif$

$- r_{na} P_{ap} PhytoPhoto - r_{nd} P_{ab} BotAgPhoto$

$Nh_4Nitrif = F_{oxna} K_n(T)n_a$



Oxigeno Disuelto

$$S_o = r_{oa} PhytoGrowth + r_{od} BotAgGrowth - r_{oc} FastCOxid - r_{on} NH4Nitr$$

$$- R_{oa} PhytoRsp - r_{od} BotAgRsp + OxRaer OxRaer = K_a$$

$$(T)(O_s(T, elev) - O)$$

CONSTANTES CINÉTICAS DE REACCIÓN

En el modelo se hace fundamental conocer las distintas constantes que determinan la tasa a la que reaccionan los diferentes parámetros de calidad. Las constantes que serán necesarias hallar son las siguientes:

Constante de decaimiento de la DBO (Kd)

Constante de reaeración (K2).

Constante de decaimiento de los coliformes (Kb).

Constante de decaimiento de la DBO (Kd) Método de la cinética de primer orden

La tasa de remoción de la materia orgánica es proporcional a la cantidad de esta que se encuentre presente en el instante del análisis. Además, se ha demostrado que la cinética de esta reacción se puede suponer para efectos prácticos como de primer orden, es decir: $dL/dT = -KdL$

Dónde:

L = Cantidad de Materia orgánica oxidable en el tiempo t, mg/L

Kd = Coeficiente promedio de remoción de la DBO en el río, día-1

Método de cálculo entre tramos

La constante de desoxigenación se puede calcular mediante la siguiente ecuación (Romero, 2004):

$$Kde = [(1/\Delta t) \ln (LA/LB)] \quad (2)$$

$$Kd = (Kde/2.3) \quad (3)$$

Dónde:

Kde : Constante de desoxigenación (base e), día-1

Kd : Constante de desoxigenación (base 10), día-1

LA : DBOC en el punto A, mg/l

LB : DBOC en el punto B, mg/l

Δt : Tiempo de viaje entre A y B, días

A : Punto localizado aguas arriba

B : Punto localizado aguas abajo

Si bien es cierto, que existen otros métodos para determinar la constante de desoxigenación - el método de mínimos cuadrados, método de Thomas, método de la pendiente de Thomas, método de los puntos de Rhame - para llevar a cabo la modelación se decide por la metodología del cálculo de tramos, método más intuitivo y de mayor facilidad de manejo, y el cual permite obtener las constantes entre cada tramo (estaciones de muestreo), lo que da una representación muy aproximada de los valores de decaimiento que se dan en el cauce.

Además, la bondad de este método frente al método de cinética de primer orden, es que no hace falta estimar la constante de desoxigenación a los 20 días, ya que no es representativo de la situación que ocurre en el río, en general, las fuentes hídricas de montaña tienen una alta capacidad de reaireación por la turbulencia que se genera en rápidos y caídas, y por lo tanto el nivel de oxígeno disuelto se mantiene alto favoreciendo la degradación aerobia de la materia orgánica y la nitrificación de las diferentes especies de nitrógeno. Adicionalmente, por la baja profundidad de la corriente, la luz solar penetra la columna facilitando la mortalidad de sustancias patógenas. A su vez, en las piscinas y zonas muertas o de almacenamiento de las fuentes de montaña, bajo condiciones de caudal bajo, la materia orgánica particulada y los sólidos suspendidos se sedimentan y pueden quedar temporalmente atrapados, aumentando la capacidad efectiva de autopurificación.

Así pues, un método empírico como es el método de cálculo entre tramos, permite obtener valores de la constante de desoxigenación similares a los obtenidos después del proceso de calibración del modelo.

Constante de reaireación (K2)

Se ha demostrado que la tasa de transferencia de oxígeno a las corrientes por el fenómeno de reaireación depende de la hidrodinámica de los dos medios, de la intensidad, de la turbulencia y la superficie del agua, además de la relación entre el área superficial y el volumen del agua, como se muestra a continuación:

Donde K_L es el coeficiente de absorción o de transferencia de masa y K_2 es el coeficiente de reoxigenación.

Constante de decaimiento de los coliformes (Kb)

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$K_B = K_B = K_{B1} + K_{Bluz} + K_{B(sed)} - K_a(\text{crecimiento}) \quad (5)$$

Dónde:

K_B : Constante de decaimiento de los coliformes, día⁻¹

K_{B1} : Decaimiento por salinidad, día⁻¹

K_{Bluz} : Decaimiento por la luz, día⁻¹

$K_{B(sed)}$: Decaimiento por sedimentación, día⁻¹

$K_a(\text{crecimiento})$: Tasa de crecimiento de los coliformes, día⁻¹

METODOLOGÍA DIAGRAMA DE FLUJO.



Gráfico 141. Diagrama de flujo

Inicialmente se realizó la recopilación de información cartográfica con el fin de localizar la corriente principal junto a sus tributarios. A su vez, se evaluaron las diferentes estaciones a monitorear seleccionadas de acuerdo a su importancia geográfica y usos actuales (concesiones y vertimientos). Posteriormente, se georreferenciaron los puntos o secciones ya escogidos, para así determinar los tiempos de viaje de la masa de agua, cuyo fin es establecer un horario en la toma de muestras de calidad y cantidad sobre el tramo objeto de evaluación.

Definido el tramo, las secciones y los valores fisicoquímicos e hidrológicos a modelar, se construye el modelo de simulación teniéndose como objetivo, la identificación del comportamiento de los parámetros a modelar mediante el software QUAL2K.

Luego de ingresar los datos que requiere el modelo, se realiza el proceso de calibración, donde se pretende aproximar los valores modelados con los valores reales tomados en la fuente hídrica, siendo esta la parte más importante en la implementación de esta herramienta. Por último, se efectúa la simulación de escenarios de saneamiento en relación con los objetivos de calidad esperados para el año 2017 (Resolución No. 1418 de 2018)

TRAMO EN ESTUDIO

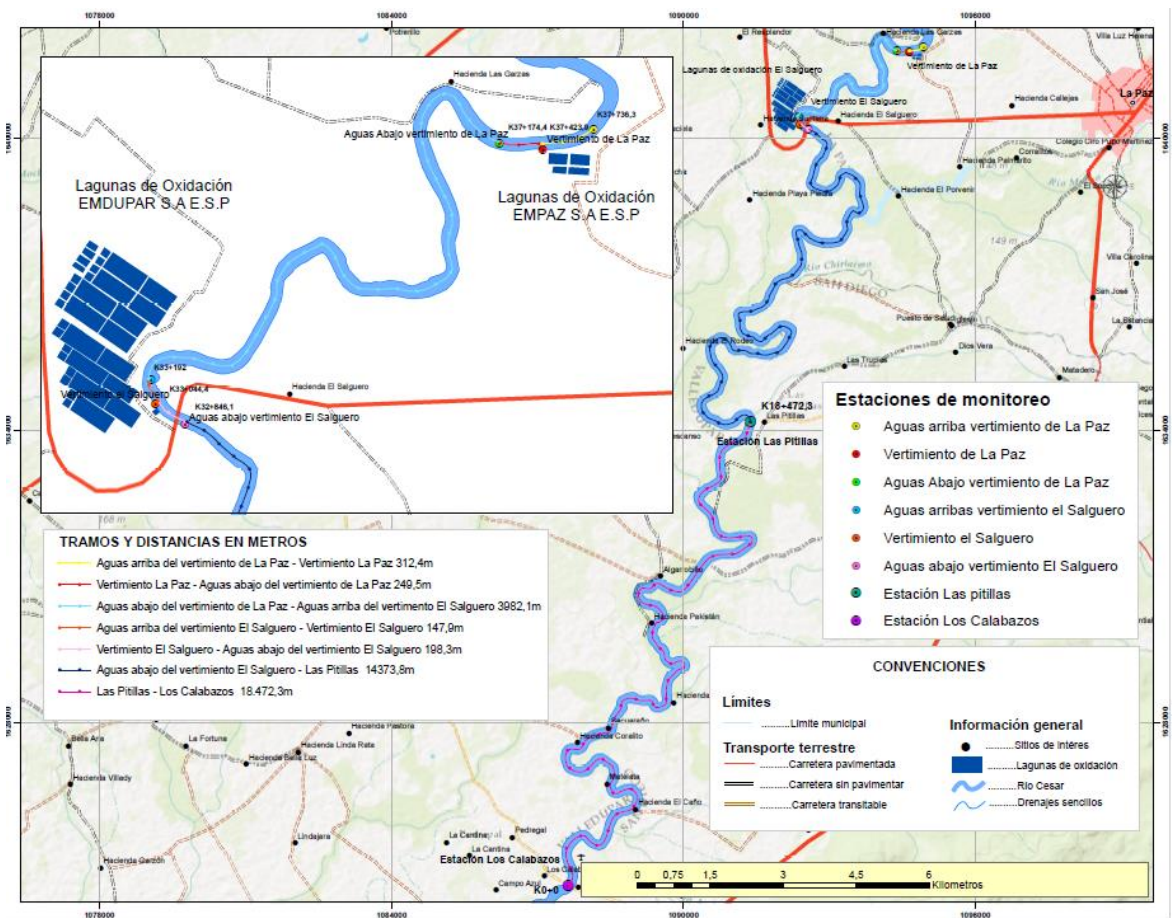


Gráfico 142. Tramo objeto de estudio
FUENTE: LOS AUTORES

ESQUEMATIZACIÓN TRAMO 11. RIO CESAR

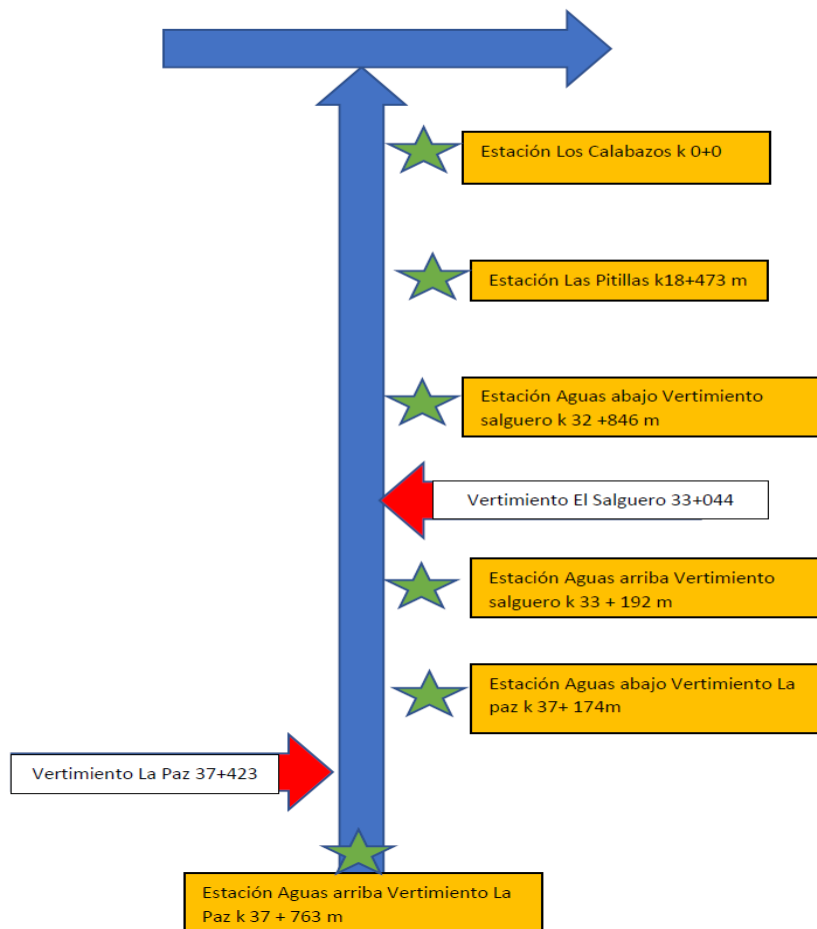


Gráfico 143. Esquema tramo
FUENTE: LOS AUTORES.



Tabla 60. Estaciones tramo 11 rio Cesar.

Nombre de la Estación	Coordenadas	
	Norte	Oeste
Estación 1 antes de vertimiento del Municipio de La Paz	10°23'56.14"	73°12'38.10"
Vertimiento La Paz	10°23'52.60"	73°12'47.83"
Estación 2. Después del Vertimiento Municipio de La Paz	10°23'53.75"	73°12'56.019"
Estación 3. Antes del vertimiento Star el Salguero	10°23'8.37"	73°14'2.65"O
Vertimiento el Salguero	10°23'4.08"	73°14'0.58"
Estación 4. Después del vertimiento Star El salguero.	10°23'1.62"	73°13'55.51"
Estación 6 Las Pitillas.	10°19'46.61"	73°14'35.37"
Estación 7. Los Calabazos	10°14'37.83"	73°16'37.59"

INTRODUCCIÓN DE DATOS AL SOFTWARE

La simulación de la corriente superficial exige la incorporación de información confiable al modelo, con el fin de que las diferentes salidas se aproximen con lo que se requiera representar.

Entre las principales entradas contempladas en el software, se encuentran: Condiciones aguas arriba del tramo o los tramos a simular, características físicas e hidráulicas de la corriente, constantes de reacción físicas y químicas, y datos correspondientes al aporte y abstracción de diferentes fuentes sobre la corriente principal, entre las cuales se contemplan las descargas.

Condiciones aguas arriba del tramo a simular:

Dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características físico-químicas del agua de la corriente superficial en el punto inicial de los tramos en consideración, tal como se muestra en la figura siguiente.

En esta primera hoja se inicia el proceso de manejo de datos, acá se introduce información básica del modelo como lo son la fecha de campaña de muestreo además de datos para las simulaciones como lo son el delta de tiempo de simulación y el tiempo de simulación final.

Datos verificados pues es una de las fuentes más frecuentes de error, se recomienda verificar el cumplimiento de la siguiente condición en el coeficiente de Pecklet ($Pe < 2$).



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 2020 – 2029.

QUAL2K
Stream Water Quality Model
Rio Cesar (7/8/2020)
Reach Data:

Reach for diel plot		Hydraulic Model (Weir Overrides Manning Formula; Manning Formula Overrides Rating Curves)																															
Element for diel plot	Reach	Headwater	Reach	Location	Element	Elevation	Downstream						Weir		Rating Curves		Manning Formula																
Reach	Downstream	Number	Reach	length	Downstream	Upstream	Downstream	Number	Upstream	Downstream	Latitude			Longitude			Height	Width	adam	bdam	Velocity	Depth	Channel	Manning	Bed Width	Side	Side						
Label	end of reach label			(km)	Latitude	Longitude	(km)	(km)	><	(m)	(m)	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds	(m)	(m)			Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent	Slope	n	m	Slope	Slope			
Antes del vertimiento La Paz	Despues del vertimiento de La Paz	1	Yes	0.80	10.40	72.00	37.700	37.100	1	120.000	120.000	10.00	23	54	72.00																		
Despues del vertimiento de La Paz	Antes del vertimiento Valledupar	2		4.00	10.40	72.00	37.100	33.100	0	120.000	117.000	10.00	23	54	72.00																		
Antes del vertimiento Valledupar	Despues del vertimiento Valledupar	3		0.30	10.40	72.00	33.100	32.800	1	117.000	116.000	10.00	23	54	72.00																		
Despues del vertimiento Valledupar	Estacion Las Pillas	4		14.40	10.40	72.00	32.800	18.400	20	116.000	109.000	10.00	23	54	72.00																		
Estacion Las Pillas	Estacion Los Cabalozos	5		18.40	10.40	72.00	18.400	0.000	0	109.000	102.000	10.00	23	54	72.00																		

Gráfico 146. Datos de entrada de las estaciones tramo 11. Rio Cesar.
Fuente: Los autores.

QUAL2K
Stream Water Quality Model
Rio Cesar (7/8/2020)
Air Temperature Data:

Upstream	Reach	Downstream	Reach	Distance	Distance	Hourly air temperature for each reach (degrees C)																							
Label	Label	Label	Number	km	km	(The input values are applied as point estimates at each time. Linear interpolation is used to estimate values between the hourly inputs.)																							
						12:00 a. m.	1:00 a. m.	2:00 a. m.	3:00 a. m.	4:00 a. m.	5:00 a. m.	6:00 a. m.	7:00 a. m.	8:00 a. m.	9:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.	1:00 p. m.	2:00 p. m.	3:00 p. m.	4:00 p. m.	5:00 p. m.	6:00 p. m.	7:00 p. m.	8:00 p. m.	9:00 p. m.	10:00 p. m.	11:00 p. m.
Antes del ver	Despues del	Antes del ve	1	37.70	37.10	19.66	19.20	19.04	18.78	18.68	18.78	18.68	18.00	20.36	22.22	23.70	24.68	25.96	26.94	28.00	28.66	28.54	27.72	26.56	24.56	22.44	21.46	20.80	20.04
Despues del	Antes del ve	Antes del ve	2	37.10	33.10	19.66	19.20	19.04	18.78	18.68	18.78	18.68	19.00	20.36	22.22	23.70	24.68	25.96	26.94	28.00	28.66	28.54	27.72	26.56	24.56	22.44	21.46	20.80	20.04
Antes del ver	Despues del	Antes del ve	3	33.10	32.80	19.66	19.20	19.04	18.78	18.68	18.78	18.68	19.00	20.36	22.22	23.70	24.68	25.96	26.94	28.00	28.66	28.54	27.72	26.56	24.56	22.44	21.46	20.80	20.04
Despues del	Estacion Las	Estacion Las	4	32.80	18.40	19.56	19.14	18.76	18.72	18.44	18.64	18.40	18.54	20.32	22.32	24.10	24.90	25.88	26.72	28.06	28.96	29.02	28.10	26.36	24.20	22.50	21.72	20.48	19.96
Estacion Las	Estacion Los	Estacion Los	5	18.40	0.00	19.56	19.14	18.76	18.72	18.44	18.64	18.40	18.54	20.32	22.32	24.10	24.90	25.88	26.72	28.06	28.96	29.02	28.10	26.36	24.20	22.50	21.72	20.48	19.96

Gráfico 147. Datos de entrada temperatura y aire
Fuente: Los autores.



**ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.**

Tributary	Reach	Downstream	Downstream	Hydraulics								Reaeration	eration form	Water
Label	Label	Label	Distance	Q, m3/s	E', m3/s	H, m	Btop, m	Ac, m^2	U, mps	trav time, d	Slope	ka,20, /d	water/wind	Drop (m)
Main	Antes del vertimiento La		37.70	3.90	1.95	0.27	22.97	6.16	0.63	0.00	0.001700			
	Ates del vertimiento La F		37.10	3.95	2.15	0.26	24.93	6.42	0.62	0.01	0.001700	22.96	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		36.60	3.95	1.98	0.27	24.92	6.66	0.59	0.02	0.001500	21.29	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		36.10	3.95	1.98	0.27	24.92	6.66	0.59	0.03	0.001500	21.29	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		35.60	3.95	1.98	0.27	24.92	6.66	0.59	0.04	0.001500	21.29	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		35.10	3.95	1.98	0.27	24.92	6.66	0.59	0.05	0.001500	21.29	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		34.60	3.95	1.98	0.27	24.92	6.66	0.59	0.06	0.001500	21.29	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		34.10	3.95	1.98	0.27	24.92	6.66	0.59	0.07	0.001500	21.29	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		33.60	3.95	1.98	0.27	24.92	6.66	0.59	0.08	0.001500	21.29	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		33.10	3.95	2.47	0.27	24.92	6.66	0.59	0.09	0.001500	21.29	User/No wind	0.00
	Antes del vertimiento Va		32.80	5.25	1.98	0.32	28.96	9.21	0.57	0.10	0.001100	16.12	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		32.30	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.10	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		31.81	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.11	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		31.31	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.11	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		30.81	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.12	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		30.32	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.12	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		29.82	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.13	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		29.32	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.13	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		28.83	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.14	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		28.33	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.14	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		27.83	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.15	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		27.34	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.15	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		26.84	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.16	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		26.34	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.16	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		25.85	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.17	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		25.35	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.17	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		24.86	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.18	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		24.36	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.18	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		23.86	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.19	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		23.37	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.19	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		22.87	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.20	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		22.37	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.20	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		21.88	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.21	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		21.38	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.21	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		20.88	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.22	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		20.39	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.22	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		19.89	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.23	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		19.39	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.24	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		18.90	5.25	2.63	0.18	26.46	4.73	1.11	0.24	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Despues del vertimiento		18.40	5.25	0.73	0.18	26.46	4.73	1.11	0.25	0.009000	54.16	User/No wind	0.00
	Estacion Las Pitillas		15.33	5.25	2.63	0.21	26.52	5.65	0.93	0.28	0.005000	38.03	User/No wind	0.00
	Estacion Las Pitillas		12.27	5.25	2.63	0.21	26.52	5.65	0.93	0.32	0.005000	38.03	User/No wind	0.00
	Estacion Las Pitillas		9.20	5.25	2.63	0.21	26.52	5.65	0.93	0.36	0.005000	38.03	User/No wind	0.00
	Estacion Las Pitillas		6.13	5.25	2.63	0.21	26.52	5.65	0.93	0.40	0.005000	38.03	User/No wind	0.00
	Estacion Las Pitillas		3.07	5.25	2.63	0.21	26.52	5.65	0.93	0.44	0.005000	38.03	User/No wind	0.00
	Estacion Las Pitillas		0.00	5.25	2.63	0.21	26.52	5.65	0.93	0.47	0.005000	38.03	User/No wind	0.00

Gráfico 148. Hoja de cálculo parámetros hidráulicos de la corriente



Stream Water Quality Model			
Rio Cesar (7/9/2020)			
Water Column Rates			
Parameter	Value	Units	Symbol
Stoichiometry:			
Carbon	40	gC	ϵ_C
Nitrogen	7.2	gN	ϵ_N
Phosphorus	1	gP	ϵ_P
Dry weight	100	gD	ϵ_D
Chlorophyll	1	gA	ϵ_A
Inorganic suspended solids:			
Settling velocity	0.3	m/d	v_s
Oxygen:			
Reaeration model	user specified		
User reaeration coefficient	3.93		α
User reaeration coefficient	0.5		β
User reaeration coefficient	1.5		γ
Temp correction	1.024		θ_a
Reaeration wind effect	None		
O2 for carbon oxidation	2.69	gO ₂ /gC	r_{oc}
O2 for NH4 nitrification	4.57	gO ₂ /gN	r_{on}
Oxygen inhib model CBOD	Exponential		
Oxygen inhib parameter CE	0.60	L/mgO ₂	K_{1ocf}
Oxygen inhib model nitrific	Exponential		
Oxygen inhib parameter ni	0.60	L/mgO ₂	K_{1ona}
Oxygen enhance model de	Exponential		
Oxygen enhance paramete	0.60	L/mgO ₂	K_{1ode}
Oxygen inhib model phyto	Exponential		
Oxygen inhib parameter ph	0.60	L/mgO ₂	K_{1op}
Oxygen enhance model bo	Exponential		
Oxygen enhance paramete	0.60	L/mgO ₂	K_{1ob}
Slow CBOD:			
Hydrolysis rate	0.1	/d	k_{kc}
Temp correction	1.07		θ_{kc}
Oxidation rate	0	/d	k_{dc}
Temp correction	1.047		θ_{dc}
Fast CBOD:			
Oxidation rate	0.23	/d	k_{dc}
Temp correction	1.047		θ_{dc}
Organic N:			
Hydrolysis	0.2	/d	k_{kn}
Temp correction	1.07		θ_{kn}
Settling velocity	0.1	m/d	v_{on}
Ammonium:			
Nitrification	1	/d	k_{na}
Temp correction	1.07		θ_{na}
Nitrate:			
Denitrification	0	/d	k_{dn}
Temp correction	1.07		θ_{dn}
Sed denitrification transfer	0	m/d	v_{di}
Temp correction	1.07		θ_{di}
Organic P:			
Hydrolysis	0.2	/d	k_{kp}
Temp correction	1.07		θ_{kp}
Settling velocity	0.1	m/d	v_{op}
Inorganic P:			
Settling velocity	2	m/d	v_{ip}
Inorganic P sorption coeffic	0	L/mgD	K_{dip}
Sed P oxygen attenuation f	0.05	mgO ₂ /L	k_{ip}
Phytoplankton:			
Max Growth rate	2.5	/d	k_{sp}
Temp correction	1.07		θ_{sp}
Respiration rate	0.2	/d	k_{rp}
Temp correction	1.07		θ_{rp}
Death rate	0.2	/d	k_{dp}
Temp correction	1.07		θ_{dp}
Nitrogen half sat constant	25	ugN/L	$K_{1/2Np}$
Phosphorus half sat constar	5	ugP/L	$K_{1/2Pp}$
Inorganic carbon half sat cc	1.30E-05	moles/L	$K_{1/2Cp}$
Light model	If saturation		
Light constant	100	langleys/d	$K_{1/2p}$
Ammonia preference	25	ugN/L	$K_{1/2Np}$
Settling velocity	0.5	m/d	v_a
Bottom Algae:			

Gráfico 149. Cálculo de constantes cinéticas

SALIDAS DEL MODELO

Una vez incorporada la información de entrada al modelo y realizado su respectivo procesamiento, el software reporta un registro de resultados, el cual se encuentra en forma gráfica y numérica. Para fines de visualización y comprensión de los fenómenos se utiliza con mayor frecuencia los reportes gráficos, los cuales especifican la concentración de las diferentes variables a lo largo de la corriente en cuestión.

SIMULACIÓN DE CALIDAD DEL CAUCE PRINCIPAL TRAMO 11 RIO CESAR:

Aplicado y calibrado el modelo de simulación matemático QUAL2K teniendo en cuenta los insumos y demás aspectos técnicos explicados anteriormente, se obtuvieron los resultados de las distintas variables que permitieron establecer el escenario actual de calidad del cauce principal del Rio Cesar, desde antes del vertimiento del Municipio de La Paz hasta la estación los Calabazos.

Por razones de funcionamiento del modelo QUAL2K, la distancia correspondiente al eje X de las gráficas se representa en orden decreciente de izquierda a derecha, siendo el numero o distancia mayor antes del vertimiento del municipio de la Paz y el número cero o distancia menor estación Los Calabazos.

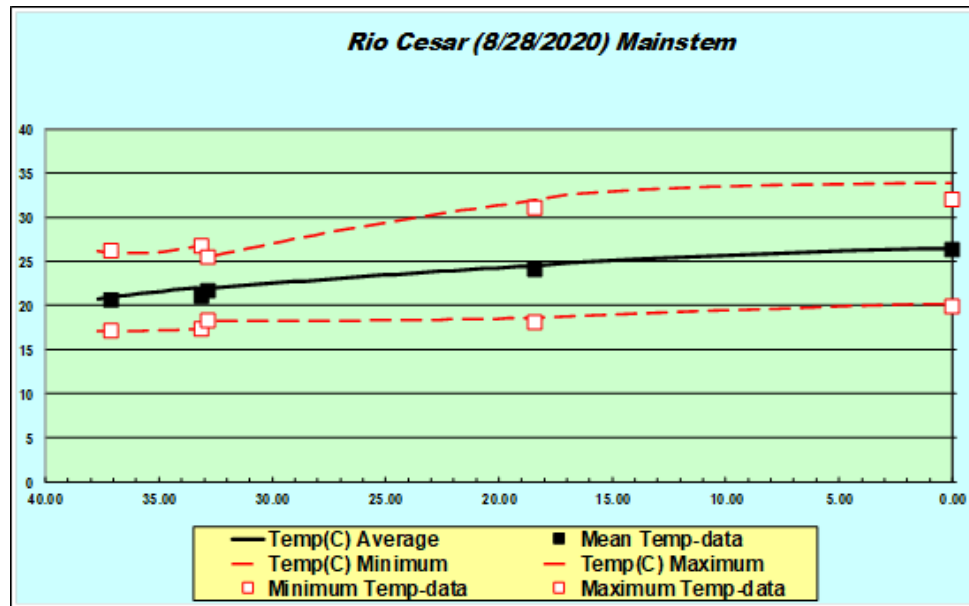


Gráfico 150. Grafica simulación de temperatura.

La temperatura influye directamente en la disociación de sales y gases, por lo tanto, en la conductividad eléctrica y el pH. Se aprecia un aumento de 1.5 grados de este parámetro, lo cual puede resultar del vertimiento de aguas residuales del municipio de La Paz y



Valledupar Km 37 al 31. luego se mantiene estable hasta el Km 18 aproximadamente en cercanías a la estación Las pitillas donde se refleja un aumento de 1.9 grados hasta la última estación modelada. En cercanías al corregimiento de los Calabazos. Lo anterior podría sustentarse por los residuos sólidos y vertimientos difusos de los corregimientos en mención que son arrojados en este tramo del río.

Tabla 61. Tabla de simulación - calibrada de temperatura °C

<i>Distancia</i>	<i>Temperatura (C)</i>	<i>Temperatura (C)</i>	<i>Temperatura (C)</i>
<i>x(km)</i>	<i>Promedio</i>	<i>Minima</i>	<i>Maxima</i>
37,70	20,69	17,03	26,13
37,40	20,86	17,08	26,03
36,85	21,01	17,10	26,02
36,35	21,16	17,11	26,02
35,85	21,31	17,13	26,03
35,35	21,45	17,16	26,07
34,85	21,59	17,19	26,14
34,35	21,73	17,23	26,28
33,85	21,87	17,27	26,47
33,35	22,00	17,32	26,68
32,95	21,83	18,24	25,40
32,55	21,93	18,24	25,63
32,06	22,04	18,25	25,86
31,56	22,14	18,25	26,11
31,06	22,24	18,24	26,37
30,57	22,34	18,24	26,62
30,07	22,44	18,25	26,87
29,57	22,54	18,25	27,12
29,08	22,64	18,25	27,37
28,58	22,73	18,26	27,61
28,08	22,83	18,26	27,85
27,59	22,92	18,27	28,08
27,09	23,01	18,28	28,31
26,59	23,10	18,29	28,53
26,10	23,19	18,30	28,75
25,60	23,28	18,32	28,97
25,10	23,37	18,33	29,17
24,61	23,45	18,35	29,38
24,11	23,54	18,36	29,58
23,61	23,62	18,38	29,77

<i>Distancia</i>	<i>Temperatura (C)</i>	<i>Temperatura (C)</i>	<i>Temperatura (C)</i>
<i>x(km)</i>	<i>Promedio</i>	<i>Minima</i>	<i>Maxima</i>
23,12	23,70	18,40	29,97
22,62	23,78	18,41	30,15
22,12	23,86	18,43	30,34
21,63	23,94	18,45	30,51
21,13	24,02	18,48	30,69
20,63	24,09	18,50	30,86
20,14	24,17	18,52	31,03
19,64	24,24	18,54	31,19
19,14	24,31	18,57	31,35
18,65	24,38	18,59	31,51
16,87	24,79	18,82	32,23
13,80	25,16	19,09	32,76
10,73	25,50	19,37	33,11
7,67	25,81	19,65	33,35
4,60	26,10	19,93	33,50
1,53	26,36	20,20	33,59
0,00	26,36	20,20	33,59

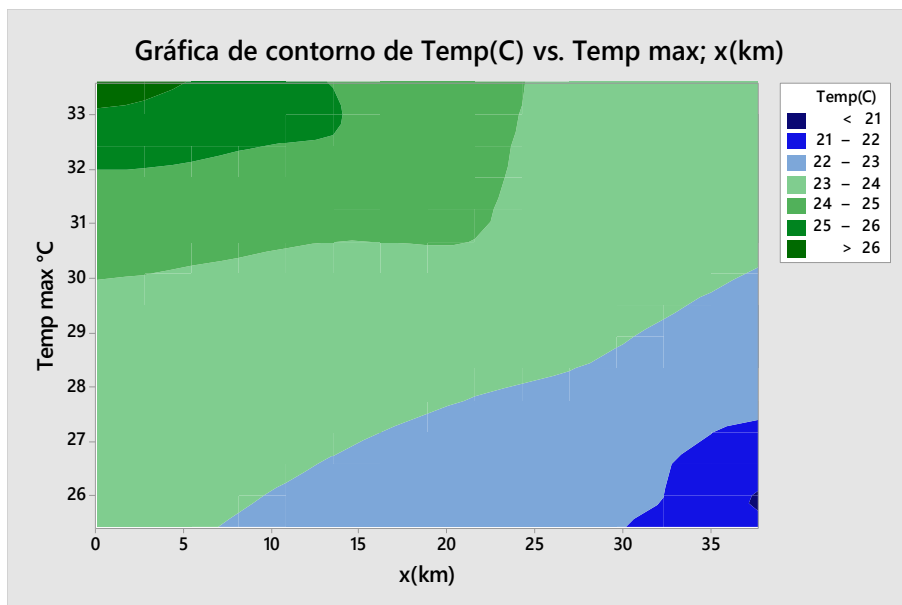


Gráfico 151. contorno pH simulado Vs pH Máxima

En la gráfica de contorno se puede apreciar las máximas temperaturas aguas abajo de los vertimientos del municipio de La Paz y Valledupar con temperaturas mayores a 33°C.

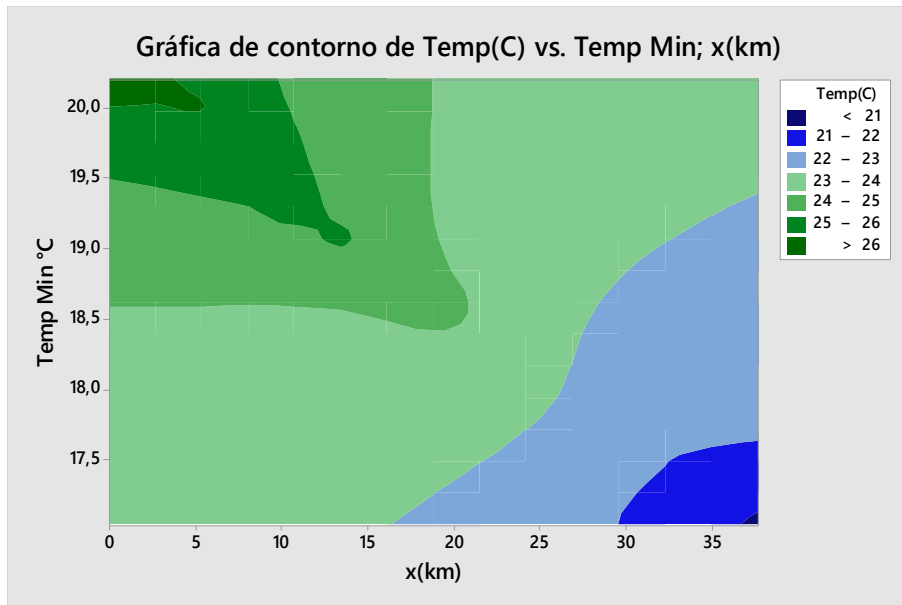


Gráfico 152. Contorno temperatura simulada vs temperatura mínima

En la gráfica de contorno se puede apreciar las máximas temperaturas aguas abajo de los vertimientos del municipio de La Paz y Valledupar con temperaturas entre 18-20°C

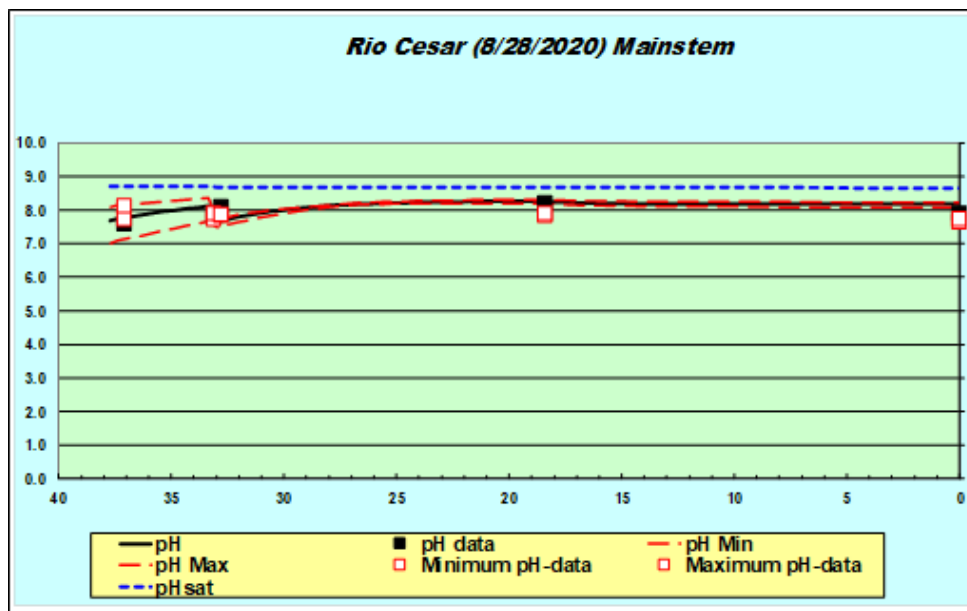


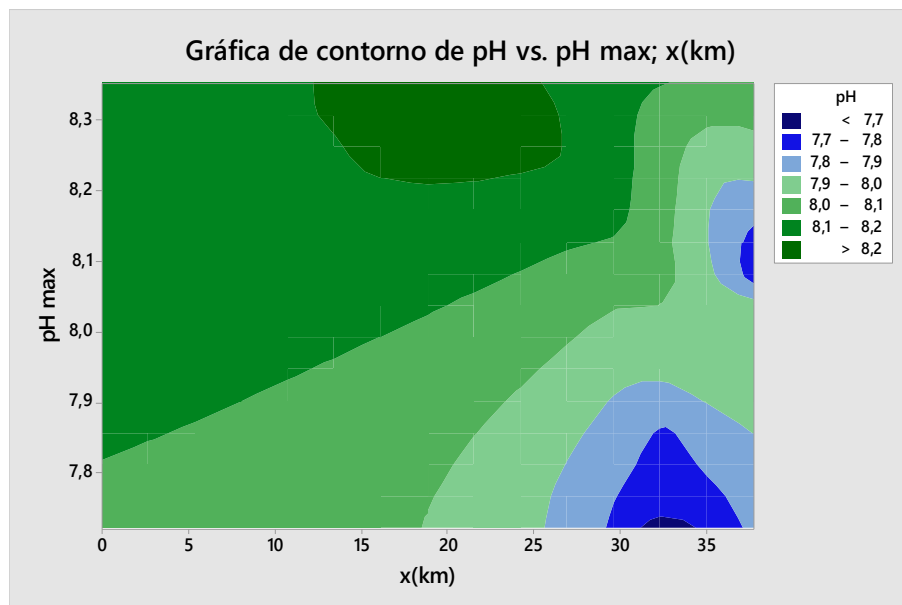
Gráfico 153. Simulación de pH

El análisis de esta variable es fundamental para establecer la calidad del agua en el tramo 11 del río Cesar, pues permite identificar las condiciones ácidas o alcalinas de una corriente cuyos valores extremos puede repercutir seriamente en la flora y fauna acuáticas. En todo momento los valores se encuentran dentro de los establecidos por el Decreto 1076 de 2015 (entre 5 y 9 unidades): cercanos a los 8.1 unidades apropiado para la mayoría de la fauna acuática.

Tabla 62. Simulación - calibrada de pH

<i>x(km)</i>	<i>pH</i>	<i>pH max</i>	<i>pH min</i>
37,70	7,68	8,10	7,00
37,40	7,74	8,14	7,09
36,85	7,80	8,17	7,17
36,35	7,85	8,21	7,24
35,85	7,90	8,24	7,32
35,35	7,95	8,26	7,39
34,85	8,00	8,29	7,46
34,35	8,04	8,31	7,53
33,85	8,08	8,33	7,60
33,35	8,12	8,35	7,67
32,95	7,65	7,72	7,48
32,55	7,72	7,79	7,56
32,06	7,79	7,85	7,64
31,56	7,85	7,91	7,72
31,06	7,91	7,96	7,78
30,57	7,96	8,00	7,85
30,07	8,00	8,04	7,91
29,57	8,04	8,07	7,96
29,08	8,08	8,10	8,00
28,58	8,10	8,13	8,05
28,08	8,13	8,16	8,08
27,59	8,15	8,18	8,11
27,09	8,17	8,20	8,14
26,59	8,18	8,21	8,16
26,10	8,20	8,23	8,18
25,60	8,21	8,24	8,18
25,10	8,22	8,25	8,19
24,61	8,23	8,26	8,19
24,11	8,23	8,27	8,20

<i>x(km)</i>	<i>pH</i>	<i>pH max</i>	<i>pH min</i>
23,61	8,24	8,28	8,20
23,12	8,24	8,28	8,20
22,62	8,25	8,29	8,20
22,12	8,25	8,30	8,20
21,63	8,26	8,30	8,21
21,13	8,26	8,30	8,21
20,63	8,26	8,31	8,21
20,14	8,26	8,31	8,21
19,64	8,26	8,31	8,21
19,14	8,27	8,31	8,21
18,65	8,27	8,32	8,21
16,87	8,22	8,28	8,14
13,80	8,20	8,26	8,12
10,73	8,18	8,25	8,11
7,67	8,18	8,24	8,10
4,60	8,18	8,24	8,10
1,53	8,18	8,24	8,10
0,00	8,18	8,24	8,10



En la gráfica de contorno se puede evidenciar que el pH tomado insitu no presenta diferencias significativas entorno al pH Máximo simulado en el tramo 11 del rio cesar, en todo el recorrido se encuentra en los valores exigidos por la normatividad ambiental colombiana Decreto 1076 de 2015 entre 6-9 U pH

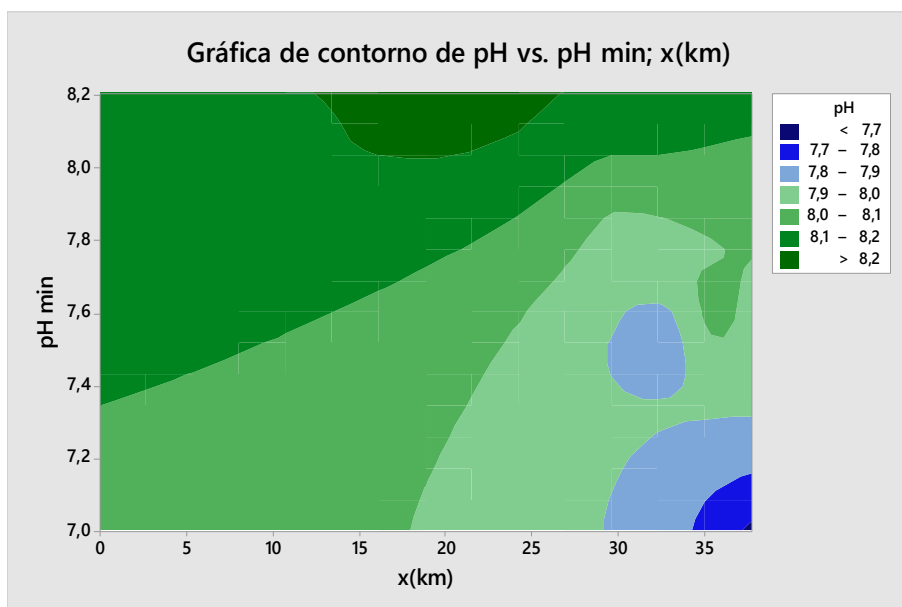


Gráfico 155. contorno pH simulado Vs pH Max

En la gráfica de contorno se puede evidenciar que el pH tomado insitu no presenta diferencias significativas entorno al pH Mínimo simulado en el tramo 11 del rio cesar, en todo el recorrido se encuentra en los valores exigidos por la normatividad ambiental colombiana Decreto 1076 de 2015 entre 6-9 U pH

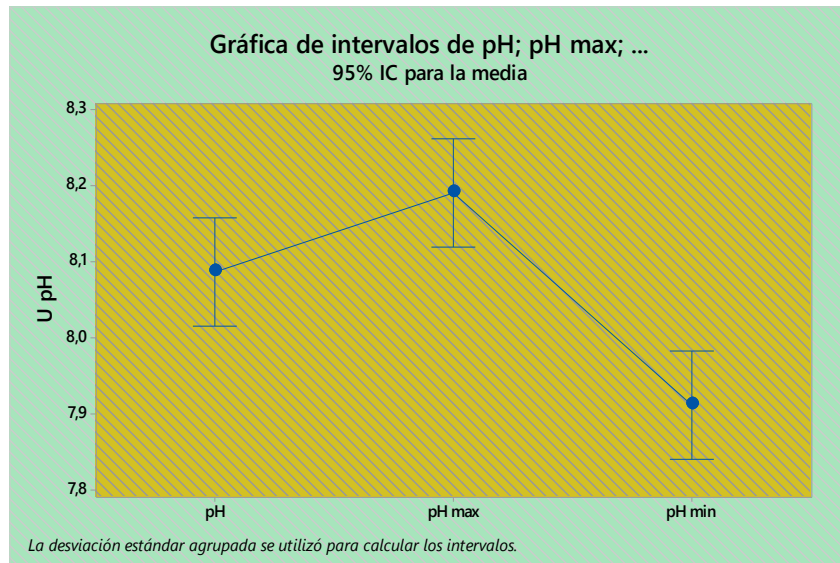


Gráfico 156. Intervalos de pH

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
pH	47	8,0877	0,1811	(8,0165; 8,1589)
pH max	47	8,1922	0,1466	(8,1210; 8,2634)
pH min	47	7,9122	0,3582	(7,8410; 7,9833)

Desv.Est. agrupada = 0,246722

En la gráfica y resultados estadísticos anteriores se puede apreciar que todas las medias analizadas se mantienen dentro de los estándares ambientales entre 6-9 U Ph. CON UN INDICE DE CONFIANZA DEL 95%

OXIGENO DISUELTO O.D

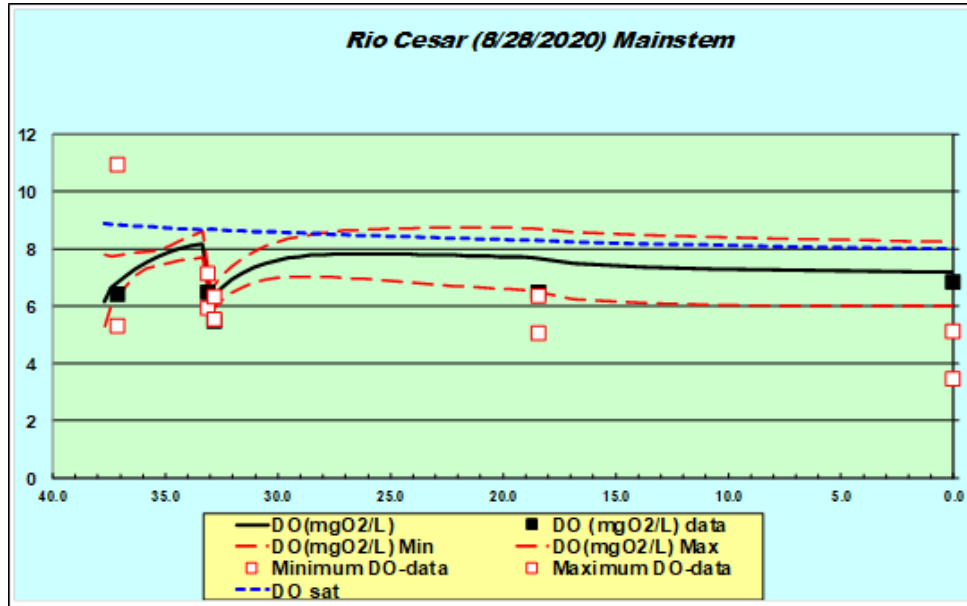


Gráfico 157. Simulación OD

El oxígeno disuelto en toda la trayectoria del tramo del Río Cesar estudiado se encuentra por encima de 4 mg/L, encontrándose dentro de los valores exigidos en la Resolución 1418 de 2018 y en los estándares nacionales Decreto 1076 de 2015 para uso agrícola y pecuario. Es preciso anotar que entre los Km 37 y 30 donde encuentran ubicados los vertimientos de la cabecera municipal de La paz y Valledupar se observa una disminución del parámetro sin embargo se encuentran concentraciones aceptables lo que indica una buena capacidad de dilución y asimilación de la fuente hídrica receptora

Tabla 63. Simulación - calibrada oxígeno disuelto.

<i>x(km)</i>	<i>DO(mgO2/L)</i>	<i>DO(mgO2/L) Max</i>	<i>DO(mgO2/L) Min</i>
37.70	6.15	5.30	7.79
37.40	6.62	6.04	7.74
36.85	6.99	6.58	7.80
36.35	7.28	7.04	7.85
35.85	7.52	7.30	7.90
35.35	7.72	7.42	7.93
34.85	7.88	7.51	8.07
34.35	8.01	7.59	8.27
33.85	8.11	7.64	8.45
33.35	8.19	7.69	8.60



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.

32.95	6.20	5.79	6.55
32.55	6.62	6.18	7.02
32.06	6.93	6.47	7.38
31.56	7.18	6.68	7.67
31.06	7.36	6.82	7.90
30.57	7.50	6.93	8.08
30.07	7.60	6.99	8.22
29.57	7.68	7.03	8.33
29.08	7.73	7.04	8.42
28.58	7.77	7.05	8.49
28.08	7.80	7.04	8.55
27.59	7.81	7.03	8.59
27.09	7.83	7.01	8.62
26.59	7.83	6.98	8.65
26.10	7.83	6.96	8.67
25.60	7.83	6.93	8.69
25.10	7.82	6.91	8.70
24.61	7.82	6.88	8.71
24.11	7.81	6.85	8.71
23.61	7.80	6.82	8.72
23.12	7.79	6.79	8.72
22.62	7.78	6.77	8.72
22.12	7.77	6.74	8.73
21.63	7.76	6.72	8.73
21.13	7.75	6.69	8.73
20.63	7.74	6.67	8.72
20.14	7.73	6.64	8.72
19.64	7.72	6.62	8.72
19.14	7.71	6.60	8.72
18.65	7.70	6.57	8.72
16.87	7.49	6.27	8.56
13.80	7.38	6.14	8.47
10.73	7.32	6.08	8.40
7.67	7.27	6.05	8.35
4.60	7.23	6.05	8.30
1.53	7.20	6.05	8.26
0.00	7.20	6.05	8.26

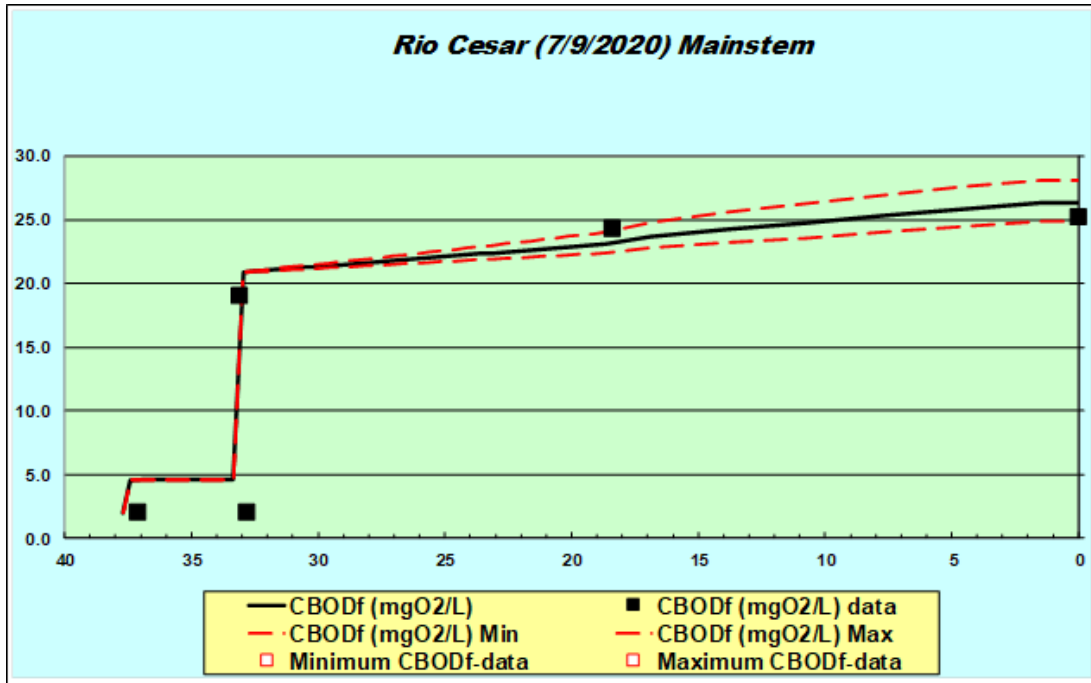


Gráfico 158. Simulación demanda biológica de oxígeno (DBO5)

Este parámetro mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para descomponer la materia orgánica presente en el agua. Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos, entre mayor valor se presente mayor nivel de contaminación existe. Las concentraciones de este parámetro aumentan progresivamente desde el km 37+40 mts hasta la estación final incluida en la modelación es decir hasta la estación Los Calabazos. Presentado concentraciones que oscilan entre 2 hasta 26.3 mg/L. este incremento coincide con la localización de las descargas de aguas residuales domesticas del municipio de La Paz y STAR El Salguero (Valledupar).

Tabla 64. Simulación - Calibrada Demanda Biológica De Oxígeno.

$x(km)$	CBODf (mgO2/L)	CBODf (mgO2/L) Max	CBODf (mgO2/L) Min
37.70	2.00	2.00	2.00
37.40	4.26	4.26	4.26
36.85	4.26	4.26	4.27
36.35	4.27	4.26	4.28
35.85	4.27	4.26	4.28



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.

x(km)	CBODf (mgO2/L)	CBODf (mgO2/L) Max	CBODf (mgO2/L) Min
35.35	4.28	4.27	4.29
34.85	4.28	4.27	4.29
34.35	4.28	4.27	4.30
33.85	4.29	4.27	4.31
33.35	4.29	4.27	4.31
32.95	47.85	47.82	47.88
32.55	47.89	47.84	47.93
32.06	47.93	47.87	47.99
31.56	47.97	47.90	48.04
31.06	48.01	47.92	48.10
30.57	48.04	47.95	48.16
30.07	48.08	47.97	48.22
29.57	48.12	48.00	48.28
29.08	48.16	48.02	48.34
28.58	48.20	48.04	48.40
28.08	48.24	48.07	48.46
27.59	48.28	48.09	48.52
27.09	48.33	48.12	48.58
26.59	48.37	48.14	48.65
26.10	48.41	48.16	48.71
25.60	48.45	48.19	48.77
25.10	48.49	48.21	48.84
24.61	48.53	48.23	48.90
24.11	48.57	48.26	48.97
23.61	48.61	48.28	49.03
23.12	48.65	48.30	49.10
22.62	48.69	48.33	49.17
22.12	48.73	48.35	49.23
21.63	48.77	48.37	49.30
21.13	48.82	48.40	49.37
20.63	48.86	48.42	49.43
20.14	48.90	48.44	49.50
19.64	48.94	48.47	49.57
19.14	48.98	48.49	49.63
18.65	49.02	48.51	49.70
16.87	49.31	48.68	50.17

$x(km)$	CBODf (mgO ₂ /L)	CBODf (mgO ₂ /L) Max	CBODf (mgO ₂ /L) Min
13.80	49.60	48.86	50.59
10.73	49.87	49.03	50.97
7.67	50.12	49.21	51.30
4.60	50.36	49.39	51.59
1.53	50.58	49.56	51.82
0.00	50.58	49.56	51.82

NITRÓGENO AMONIACAL EN UG/L

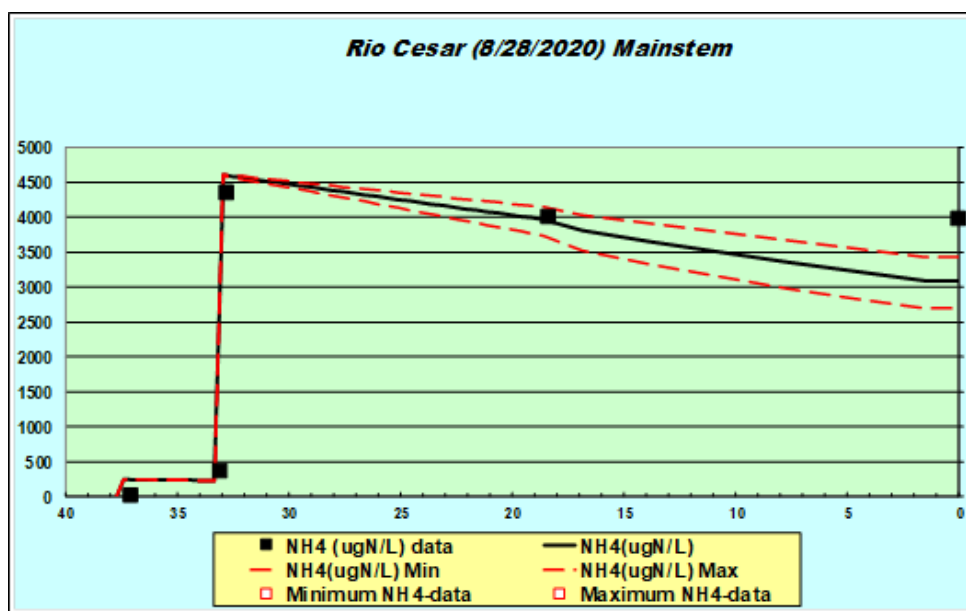


Gráfico 159. Simulación nitrógeno amoniacal

En la gráfica se puede connotar que las concentraciones de Nitrógeno amoniacal en el recorrido del tramo 11 del río Cesar, se incrementa luego de las descargas de aguas residuales domésticas y no domésticas de las cabeceras municipales de La Paz y Valledupar respectivamente. Puntualmente en el Kilómetro 37+4 y 33.0 alcanzando niveles de 324 ug/L después del vertimiento de La cabecera municipal de La Paz y de 4592 después del vertimiento de Valledupar.

Es importante indicar que Los aportes adicionales de nitrógeno amoniacal que alteran las concentraciones normales de este nutriente, implican una alteración perjudicial del medio al cual son vertidos, provocando entre otras consecuencias, la



disminución de los niveles de oxígeno disuelto de los ríos, el cual es consumido en los procesos de degradación bacteriana de nitrógeno amoniacal. Provocando un ambiente anóxico, desencadenándose así una serie de reacciones químicas y microbianas que dan como resultado la disminución de la calidad del agua, muerte de especies que habitan en el sitio, entre otras consecuencias.

Tabla 65. Simulación - calibrada nitrógeno amoniacal HN4

<i>x(km)</i>	<i>NH4(ugN/L)</i>	<i>NH4(ugN/L) Min</i>	<i>NH4(ugN/L) Max</i>
37.70	19.30	19.30	19.30
37.40	244.53	243.58	245.22
36.85	242.46	240.75	243.75
36.35	240.39	237.94	242.28
35.85	238.31	235.16	240.81
35.35	236.23	232.41	239.34
34.85	234.15	229.67	237.86
34.35	232.06	226.94	236.39
33.85	229.97	224.22	234.92
33.35	227.89	221.48	233.44
32.95	4603.63	4592.86	4613.34
32.55	4582.23	4566.04	4596.80
32.06	4560.69	4538.82	4580.25
31.56	4539.05	4511.26	4563.72
31.06	4517.32	4483.37	4547.23
30.57	4495.53	4455.19	4530.78
30.07	4473.67	4426.72	4514.37
29.57	4451.77	4398.00	4498.00
29.08	4429.83	4369.04	4481.68
28.58	4407.85	4339.85	4465.39
28.08	4385.83	4310.45	4449.15
27.59	4363.79	4280.87	4432.95
27.09	4341.72	4251.11	4416.78
26.59	4319.62	4221.20	4400.65
26.10	4297.51	4191.14	4384.55
25.60	4275.39	4160.97	4368.49
25.10	4253.26	4130.69	4352.45
24.61	4231.11	4100.33	4336.43
24.11	4208.97	4069.89	4320.44

23.61	4186.82	4039.39	4304.48
23.12	4164.68	4008.85	4288.54
22.62	4142.54	3978.29	4272.61
22.12	4120.41	3947.71	4256.71
21.63	4098.29	3917.13	4240.82
21.13	4076.19	3886.57	4224.94
20.63	4054.11	3856.04	4209.08
20.14	4032.05	3825.54	4193.23
19.64	4010.02	3795.10	4177.39
19.14	3988.01	3764.73	4161.56
18.65	3966.04	3734.42	4145.74
16.87	3807.77	3522.84	4028.47
13.80	3653.74	3325.00	3910.52
10.73	3504.28	3142.97	3791.54
7.67	3359.63	2977.19	3671.47
4.60	3219.93	2826.47	3550.48
1.53	3085.24	2689.52	3428.88
0.00	3085.24	2689.52	3428.88

ESCENARIOS EN LA MODELACIÓN:

Escenario 1. línea base.

Escenario 2. Incremento de la población del municipio de la Paz y Valledupar de 2.5% representado en el caudal del vertimiento. En 10 años (64.23 L/s) y (1.800 L/S) respectivamente. Con una disminución del caudal típica de época de verano de (1436 L/S) del cuerpo receptor con respecto a la línea base. Conservando las concentraciones del vertimiento de la línea base.

Escenario 3. Incremento de la población del municipio de la Paz y Valledupar de 2.5% representado en el caudal del vertimiento. En 10 años (64.23 L/s) y (1.800 L/S) respectivamente. Con las concentraciones ajustadas a los valores máximos exigidos en la resolución 0631 para vertimientos. (artículo 8). Caudal típico de época de invierno (15.000 L/S).

Demanda Biológica de Oxígeno

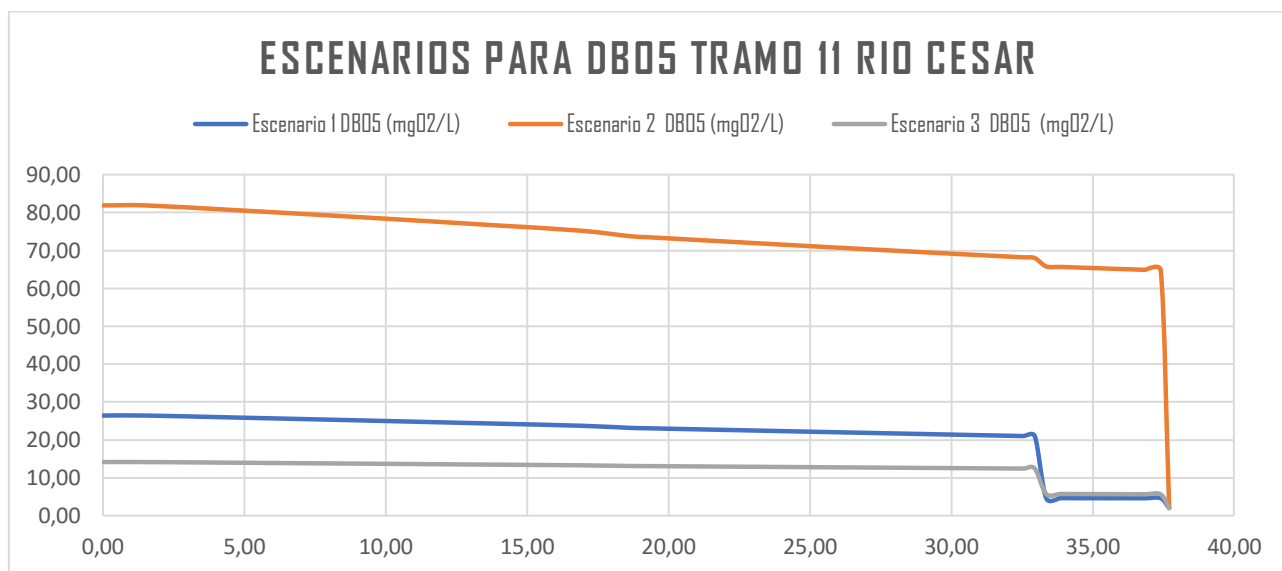


Gráfico 160. Escenario para DBO5

En el gráfico anterior se puede connotar que el escenario 3. Es el que mayor se ajusta a los objetivos de calidad de establecidos Por CORPOCESAR, mediante la resolución 1418 de 2018. Recordemos que este escenario se presentan las concentraciones de los vertimientos ajustados a los valores máximos exigidos por la resolución 0631 de 2015 en su artículo 8. De 90 mg/l para el vertimiento de la Paz y 70 mg/L para el vertimiento de Valledupar. Bajo este escenario el cuerpo de agua receptor en tiempo de invierno no presenta dificultades para la asimilación y dilución de los vertimientos. Sin embargo, podemos observar que los escenarios 1 y 2 sobre pasan los límites de los objetivos de calidad de 20 mg/l aguas debajo de su vertimiento para el parámetro en estudio. Lo que indica que se debe realizar una optimización de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de ambos municipios.

Oxígeno disuelto

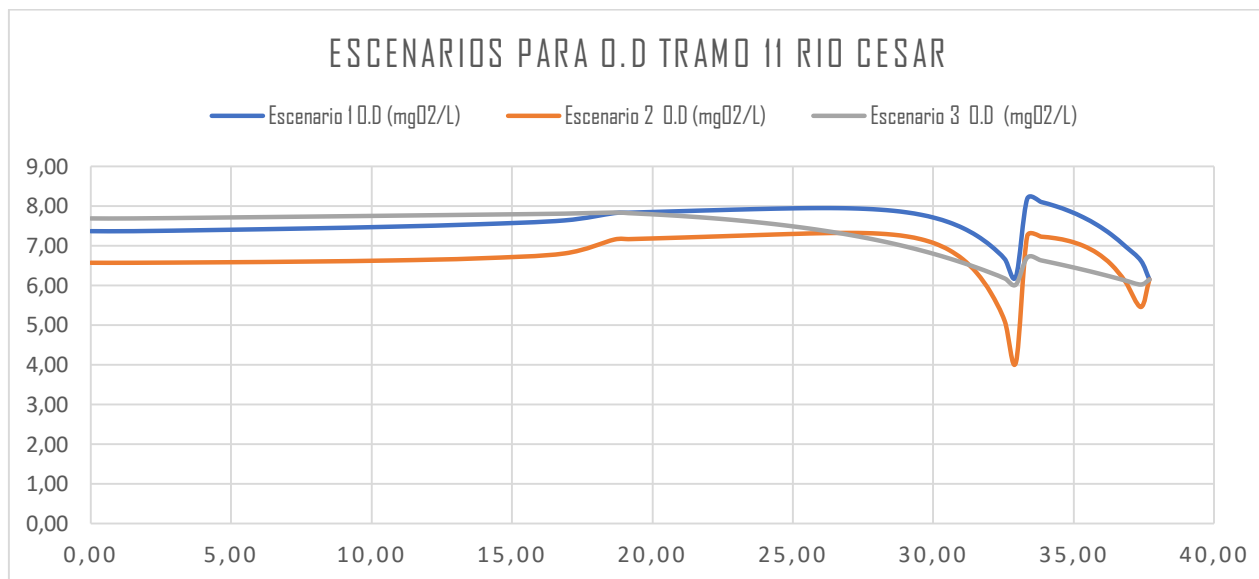


Gráfico 161. Escenario para O.D.

En el gráfico anterior podemos observar que el parámetro Oxígeno Disuelto en los tres escenarios se encuentra dentro de los valores exigidos por la resolución 1418 de 2018 y el decreto 1076 de 2015. Superiores a 4 mg/L.

RESUMEN DE DATOS SIMULADOS EN LOS TRES ESCENARIOS PLANTEADOS.

Tabla 66. Resumen escenario 1

Nivel alcanzado	x(km)	DO(mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	NH4(ugN/L)	NO3(ugN/L)	pH
Antes del verti	37.70	6.15	2.00	19.30	11.10	7.68
Ates del vertim	37.40	6.62	4.57	244.53	13.89	7.74
Despues del ver	36.85	6.98	4.58	242.46	16.43	7.80
Despues del ver	36.35	7.28	4.58	240.39	18.98	7.85
Despues del ver	35.85	7.52	4.58	238.31	21.54	7.90
Despues del ver	35.35	7.71	4.59	236.23	24.10	7.95

Nivel alcanzado	x(km)	DO(mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	NH4(ugN/L)	NO3(ugN/L)	pH
Despues del ver	34.85	7.87	4.59	234.14	26.66	8.00
Despues del ver	34.35	8.00	4.59	232.06	29.22	8.04
Despues del ver	33.85	8.10	4.60	229.97	31.78	8.08
Despues del ver	33.35	8.18	4.60	227.89	34.34	8.12
Antes del verti	32.95	6.23	20.88	4603.66	57.24	7.65
Despues del ver	32.55	6.66	20.96	4582.27	84.13	7.73
Despues del ver	32.06	7.00	21.03	4560.75	111.19	7.80
Despues del ver	31.56	7.25	21.10	4539.13	138.39	7.86
Despues del ver	31.06	7.44	21.18	4517.44	165.70	7.92
Despues del ver	30.57	7.59	21.25	4495.67	193.10	7.98
Despues del ver	30.07	7.69	21.33	4473.86	220.59	8.02
Despues del ver	29.57	7.78	21.40	4452.00	248.17	8.06
Despues del ver	29.08	7.83	21.48	4430.10	275.81	8.10
Despues del ver	28.58	7.88	21.56	4408.17	303.53	8.13
Despues del ver	28.08	7.91	21.63	4386.21	331.31	8.16
Despues del ver	27.59	7.92	21.71	4364.22	359.14	8.18
Despues del ver	27.09	7.94	21.78	4342.21	387.04	8.20
Despues del ver	26.59	7.94	21.86	4320.18	414.98	8.22
Despues del ver	26.10	7.94	21.94	4298.14	442.97	8.24
Despues del ver	25.60	7.94	22.01	4276.08	471.00	8.25
Despues del ver	25.10	7.94	22.09	4254.02	499.08	8.26
Despues del ver	24.61	7.93	22.17	4231.96	527.19	8.27
Despues del ver	24.11	7.93	22.25	4209.89	555.33	8.28

Nivel alcanzado	x(km)	DO(mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	NH4(ugN/L)	NO3(ugN/L)	pH
Despues del ver	23.61	7.92	22.32	4187.82	583.51	8.28
Despues del ver	23.12	7.91	22.40	4165.76	611.70	8.29
Despues del ver	22.62	7.90	22.48	4143.71	639.92	8.30
Despues del ver	22.12	7.89	22.56	4121.67	668.16	8.30
Despues del ver	21.63	7.88	22.64	4099.64	696.41	8.30
Despues del ver	21.13	7.87	22.71	4077.63	724.67	8.31
Despues del ver	20.63	7.86	22.79	4055.65	752.94	8.31
Despues del ver	20.14	7.85	22.87	4033.68	781.22	8.31
Despues del ver	19.64	7.84	22.95	4011.75	809.49	8.31
Despues del ver	19.14	7.83	23.03	3989.84	837.76	8.32
Despues del ver	18.65	7.82	23.11	3967.97	866.02	8.32
Estacion Las Pi	16.87	7.63	23.68	3810.36	1071.66	8.28
Estacion Las Pi	13.80	7.54	24.24	3656.95	1273.84	8.26
Estacion Las Pi	10.73	7.48	24.79	3508.07	1472.04	8.25
Estacion Las Pi	7.67	7.43	25.33	3363.97	1665.91	8.25
Estacion Las Pi	4.60	7.40	25.85	3224.80	1855.21	8.24
Estacion Las Pi	1.53	7.36	26.36	3090.60	2039.76	8.24
Terminus	0.00	7.36	26.36	3090.60	2039.76	8.24

Tabla 67. Resumen escenario 2

Nivel alcanzado	x(km)	DO(mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	NH4(ugN/L)	NO3(ugN/L)	pH
Antes del verti	37.70	6.15	2.00	19.30	11.10	7.68
Ates del vertim	37.40	5.46	64.73	5483.75	89.65	7.67

Nivel alcanzado	x(km)	DO(mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	NH4(ugN/L)	NO3(ugN/L)	pH
Despues del ver	36.85	6.09	64.85	5414.29	161.97	7.74
Despues del ver	36.35	6.52	64.98	5343.96	235.19	7.80
Despues del ver	35.85	6.81	65.11	5272.99	309.10	7.85
Despues del ver	35.35	7.00	65.24	5201.54	383.53	7.89
Despues del ver	34.85	7.12	65.37	5129.70	458.39	7.92
Despues del ver	34.35	7.19	65.50	5057.57	533.59	7.95
Despues del ver	33.85	7.23	65.63	4985.23	609.04	7.97
Despues del ver	33.35	7.25	65.76	4912.75	684.66	7.99
Antes del verti	32.95	4.07	67.96	10925.46	445.86	7.37
Despues del ver	32.55	5.10	68.14	10866.85	516.65	7.47
Despues del ver	32.06	5.81	68.33	10806.70	589.08	7.57
Despues del ver	31.56	6.31	68.52	10745.69	662.49	7.65
Despues del ver	31.06	6.66	68.71	10684.12	736.58	7.73
Despues del ver	30.57	6.89	68.90	10622.13	811.20	7.79
Despues del ver	30.07	7.06	69.09	10559.82	886.26	7.85
Despues del ver	29.57	7.16	69.29	10497.24	961.70	7.89
Despues del ver	29.08	7.23	69.48	10434.44	1037.48	7.92
Despues del ver	28.58	7.28	69.68	10371.44	1113.56	7.95
Despues del ver	28.08	7.31	69.87	10308.28	1189.92	7.97
Despues del ver	27.59	7.32	70.07	10244.97	1266.53	7.99
Despues del ver	27.09	7.32	70.27	10181.55	1343.36	8.00
Despues del ver	26.59	7.32	70.46	10118.03	1420.41	8.01
Despues del ver	26.10	7.32	70.66	10054.44	1497.63	8.01
Despues del ver	25.60	7.31	70.86	9990.78	1575.01	8.02
Despues del ver	25.10	7.30	71.07	9927.08	1652.54	8.02
Despues del ver	24.61	7.29	71.27	9863.36	1730.18	8.02

<i>Nivel alcanzado</i>	<i>x(km)</i>	<i>DO(mgO2/L)</i>	<i>CBODf (mgO2/L)</i>	<i>NH4(ugN/L)</i>	<i>NO3(ugN/L)</i>	<i>pH</i>
Despues del ver	24.11	7.28	71.47	9799.64	1807.93	8.02
Despues del ver	23.61	7.27	71.67	9735.93	1885.75	8.02
Despues del ver	23.12	7.26	71.88	9672.25	1963.64	8.02
Despues del ver	22.62	7.24	72.08	9608.61	2041.56	8.02
Despues del ver	22.12	7.23	72.28	9545.05	2119.51	8.02
Despues del ver	21.63	7.22	72.49	9481.56	2197.46	8.02
Despues del ver	21.13	7.21	72.69	9418.17	2275.39	8.02
Despues del ver	20.63	7.20	72.90	9354.89	2353.29	8.02
Despues del ver	20.14	7.19	73.10	9291.74	2431.13	8.02
Despues del ver	19.64	7.18	73.31	9228.72	2508.91	8.02
Despues del ver	19.14	7.17	73.51	9165.87	2586.60	8.02
Despues del ver	18.65	7.16	73.72	9103.18	2664.19	8.01
Estacion Las Pi	16.87	6.81	75.20	8658.13	3221.12	7.93
Estacion Las Pi	13.80	6.68	76.64	8230.14	3762.34	7.89
Estacion Las Pi	10.73	6.63	78.03	7819.44	4287.11	7.88
Estacion Las Pi	7.67	6.60	79.36	7426.17	4794.96	7.86
Estacion Las Pi	4.60	6.58	80.63	7050.23	5285.69	7.86
Estacion Las Pi	1.53	6.57	81.85	6691.38	5759.34	7.85
Terminus	0.00	6.57	81.85	6691.38	5759.34	7.85

Tabla 68. Resumen escenario 3

<i>Nivel alcanzado</i>	<i>x(km)</i>	<i>DO(mgO2/L)</i>	<i>CBODf (mgO2/L)</i>	<i>NH4(ugN/L)</i>	<i>NO3(ugN/L)</i>	<i>pH</i>
Antes del verti	37.70	6.15	2.00	19.30	11.10	7.68
Ates del vertim	37.40	6.03	5.62	750.31	15.85	7.68
Despues del ver	36.85	6.13	5.63	746.19	20.34	7.69

Nivel alcanzado	x(km)	DO(mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	NH4(ugN/L)	NO3(ugN/L)	pH
Después del ver	36.35	6.22	5.64	742.08	24.83	7.70
Después del ver	35.85	6.31	5.66	737.98	29.31	7.71
Después del ver	35.35	6.40	5.67	733.88	33.78	7.72
Después del ver	34.85	6.48	5.69	729.80	38.23	7.73
Después del ver	34.35	6.56	5.70	725.73	42.68	7.74
Después del ver	33.85	6.64	5.71	721.66	47.12	7.75
Después del ver	33.35	6.71	5.73	717.61	51.55	7.77
Antes del verti	32.95	6.03	12.39	2492.97	56.38	7.63
Después del ver	32.55	6.18	12.41	2485.90	64.95	7.65
Después del ver	32.06	6.32	12.44	2478.82	73.54	7.67
Después del ver	31.56	6.45	12.46	2471.73	82.13	7.69
Después del ver	31.06	6.57	12.49	2464.64	90.73	7.71
Después del ver	30.57	6.69	12.51	2457.54	99.33	7.73
Después del ver	30.07	6.79	12.54	2450.45	107.94	7.75
Después del ver	29.57	6.88	12.56	2443.35	116.55	7.77
Después del ver	29.08	6.97	12.59	2436.25	125.16	7.78
Después del ver	28.58	7.06	12.61	2429.16	133.77	7.80
Después del ver	28.08	7.13	12.63	2422.07	142.38	7.82
Después del ver	27.59	7.20	12.66	2414.98	150.99	7.84
Después del ver	27.09	7.27	12.68	2407.90	159.60	7.85
Después del ver	26.59	7.33	12.71	2400.82	168.20	7.87
Después del ver	26.10	7.38	12.73	2393.75	176.81	7.89
Después del ver	25.60	7.43	12.76	2386.68	185.40	7.90
Después del ver	25.10	7.48	12.78	2379.62	194.00	7.92
Después del ver	24.61	7.52	12.80	2372.56	202.58	7.93
Después del ver	24.11	7.56	12.83	2365.52	211.17	7.94

Nivel alcanzado	x(km)	DO(mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	NH4(ugN/L)	NO3(ugN/L)	pH
Despues del ver	23.61	7.60	12.85	2358.48	219.75	7.96
Despues del ver	23.12	7.63	12.88	2351.44	228.32	7.97
Despues del ver	22.62	7.66	12.90	2344.42	236.89	7.98
Despues del ver	22.12	7.69	12.93	2337.40	245.45	8.00
Despues del ver	21.63	7.72	12.95	2330.39	254.01	8.01
Despues del ver	21.13	7.74	12.98	2323.39	262.56	8.02
Despues del ver	20.63	7.76	13.00	2316.39	271.10	8.03
Despues del ver	20.14	7.78	13.02	2309.41	279.63	8.04
Despues del ver	19.64	7.80	13.05	2302.43	288.16	8.05
Despues del ver	19.14	7.82	13.07	2295.46	296.69	8.06
Despues del ver	18.65	7.83	13.10	2288.51	305.20	8.07
Estacion Las Pi	16.87	7.81	13.27	2237.81	367.48	8.10
Estacion Las Pi	13.80	7.78	13.45	2187.84	429.12	8.12
Estacion Las Pi	10.73	7.76	13.62	2138.59	490.09	8.14
Estacion Las Pi	7.67	7.73	13.79	2090.10	550.38	8.15
Estacion Las Pi	4.60	7.71	13.96	2042.37	609.96	8.16
Estacion Las Pi	1.53	7.69	14.13	1995.41	668.83	8.17
Terminus	0.00	7.69	14.13	1995.41	668.83	8.17

TRAMO NO. 20 RIO GUATAPURI.



Tabla 69. Resultados y análisis de vertimiento salida PTAP

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L O2	2.0	70
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O2	30.3	150
Ortofosfatos (P-PO 4 3)	mg/L	0.024	Análisis y Reporte
Fosforo Total	mg/L	0.05	Análisis y Reporte
Grasas y Aceites	mg/L	2.0	10
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	2.0	10
Nitratos (N-NO3)	mg/L	0.2	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO2)	mg/L	0.006	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH3)	mg/L	0.5	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	2.0	Análisis y Reporte
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	31.8	70
Sustancias Activas al Azul de metileno (SAAM)	mg/L	0.1	Análisis y Reporte
Coliformes Termotolerantes	NMP	1.8	Análisis y Reporte
Coliformes Totales	NMP	3.8	N.R

NR: parámetro no registrado en la especificación

En la tabla anterior se puede constatar que el vertimiento de la PTAP de Valledupar **CUMPLE**, con las concentraciones permisibles para vertimientos a cuerpos de agua receptor dispuesto por la Resolución 0631 de 2015. En los parámetros DBO5, SST, DQO y G y A.

Tabla 70. Resultados aguas arribas y aguas abajo vertimiento PTAP (rio Guatapurí).

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO AGUAS ARRIBAS	RESULTADO AGUAS ABAJO	ESPECIFICACIÓN
Caudal	L/s	7461	7728	N.R.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L O2	<2.0	<2.0	N.R
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O2	<20,0	<20,0	N.R
Fosfatos	mg/L	<0.075	0.095	N.R
Grasas y Aceites	mg/L	<2.0	<2.0	N.R
Nitratos (N-NO3)	mg/L	<0.886	<0.886	N.R
Nitritos (N-NO2)	mg/L	<0.02	<0.02	N.R
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.03	6.67	N.R
%Saturación de oxígeno	%	103.7	100.3	70
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	6.43	16.3	N.R
Sulfatos mg SO4/L	mg/L	<10.0	<10.0	N.R
Sustancias Activas al Azul de metileno (SAAM)	mg/L	<0.100	<0.100	0.5
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	49 x10 ²	7.8 x10 ²	N.R.
Coliformes Totales	NMP	79 x10 ²	170 x10 ²	5000
pH	U pH	8.11	7.80	5-9
Temperatura	°C	22.7	23.9	N.R

La evaluación de la calidad del cuerpo receptor para uso agropecuario y recreativo, se realizó con referencia a la resolución 1076 de 2015 en los Artículos 2.2.3.3.9.5 (Decreto 1594 de 1984, art 40). Criterios de calidad para uso agrícola.

Tabla 71. Resultados históricos salida PTAP EMDUPAR S.A E.S. P

Salida PTAP T°C	Salida PTAP O.D mg/L	Salida PTAP U pH	Salida PTAP DBO5 mg/L	Salida PTAP SST mg/L	Salida PTAP CTT NM/100	Salida PTAP CTE NMP/100
23,20	8,80	7,50	2,00	52,10	3500,00	200,00
22,90	9,10	7,50	2,00	66,50	3000,00	500,00
22,80	9,14	7,47	2,00	63,50	2500,00	500,00
23,05	9,11	7,57	2,00	68,50	3000,00	1000,00
22,80	9,40	7,06	2,00	62,50	2000,00	1000,00
			2,00	31,80	70000,00	13000,00



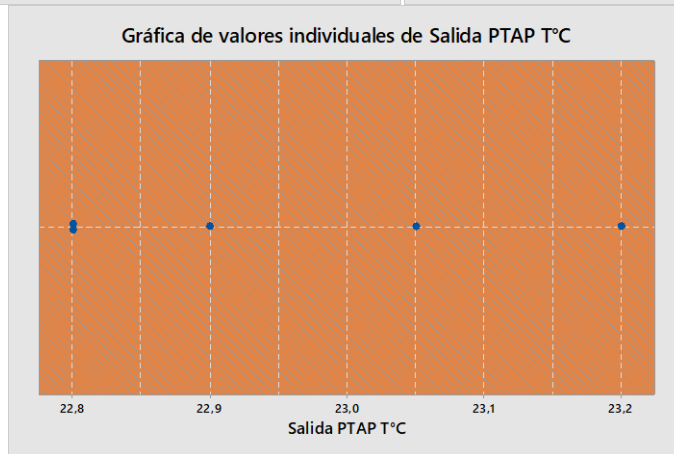
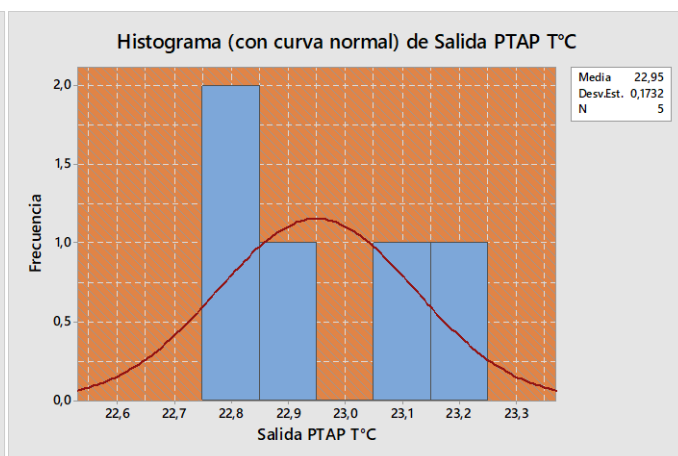
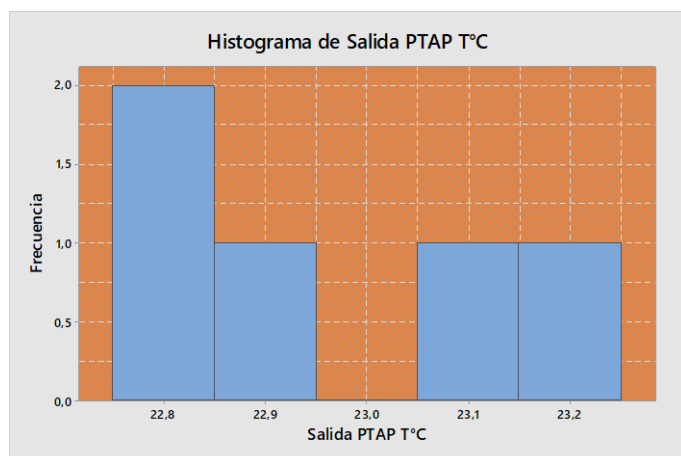
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA PTAP T°C

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida PTAP T°C	5	5	0	5	100	100	22,950	0,0775	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
Salida PTAP T°C	0,173	0,0300	0,75	114,750	2633,633	22,800	22,800	22,900

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida PTAP T°C	23,125	23,200	0,400	0,325	22,8	2	0,78	-1,02	0,0281

Gráfico 162. SALIDA PTAP T°C

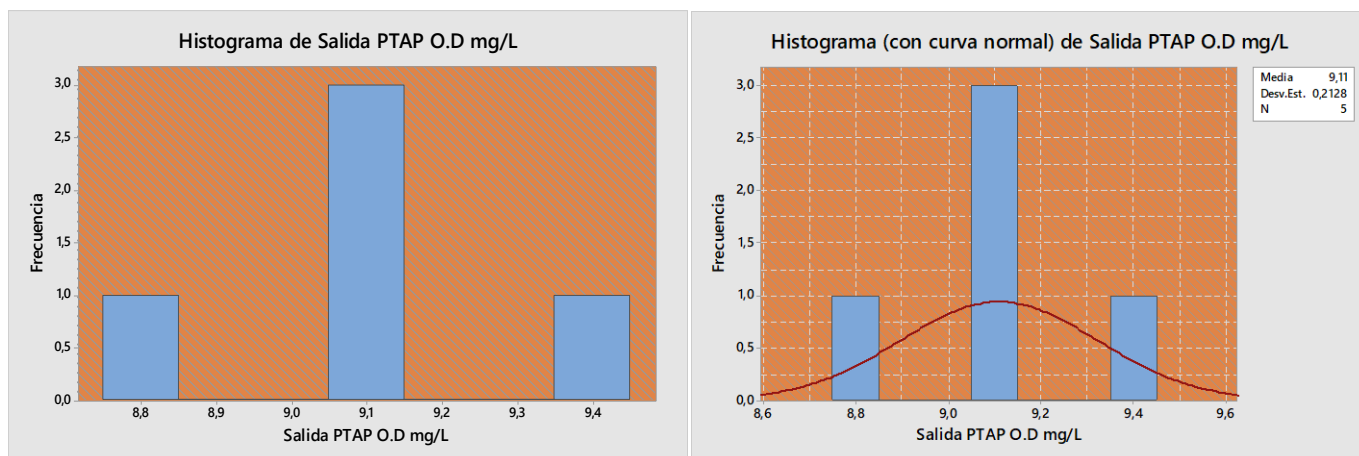


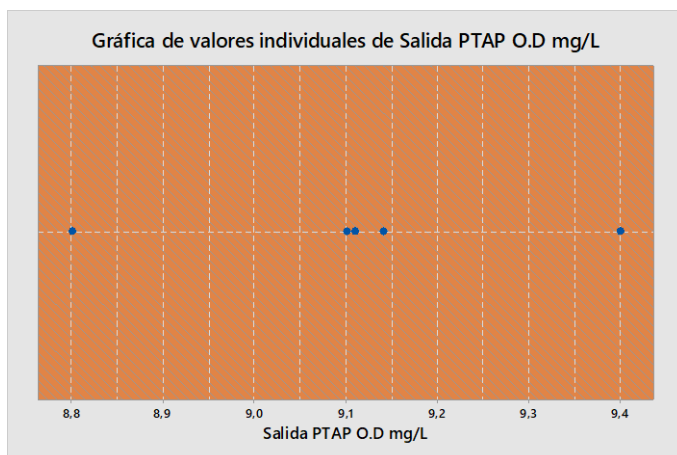
Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Temperatura T (°C) (22.8-22.9-23.1-23.2). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 22.950, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 23.2 y 22.8 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA PTAP O.D MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida PTAP O.D mg/L	5	5	0	5	100	100	9,1100	0,0952	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1		
Salida PTAP O.D mg/L	0,2128	0,0453	2,34	45,5500	415,1417	8,8000	8,9500		
Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	
Salida PTAP O.D mg/L	9,1100	9,2700	9,4000	0,6000	0,3200	*	0	-0,23	
Variable	Curtosis	MSSD							
Salida PTAP O.D mg/L	1,93	0,0221							

Gráfico 163. SALIDA PTAP O.D MG/L





Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Oxígeno Disuelto OD (mg/L) (8.8-9.1-9.4). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 9.11, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 9.40 y 8.80 respectivamente.

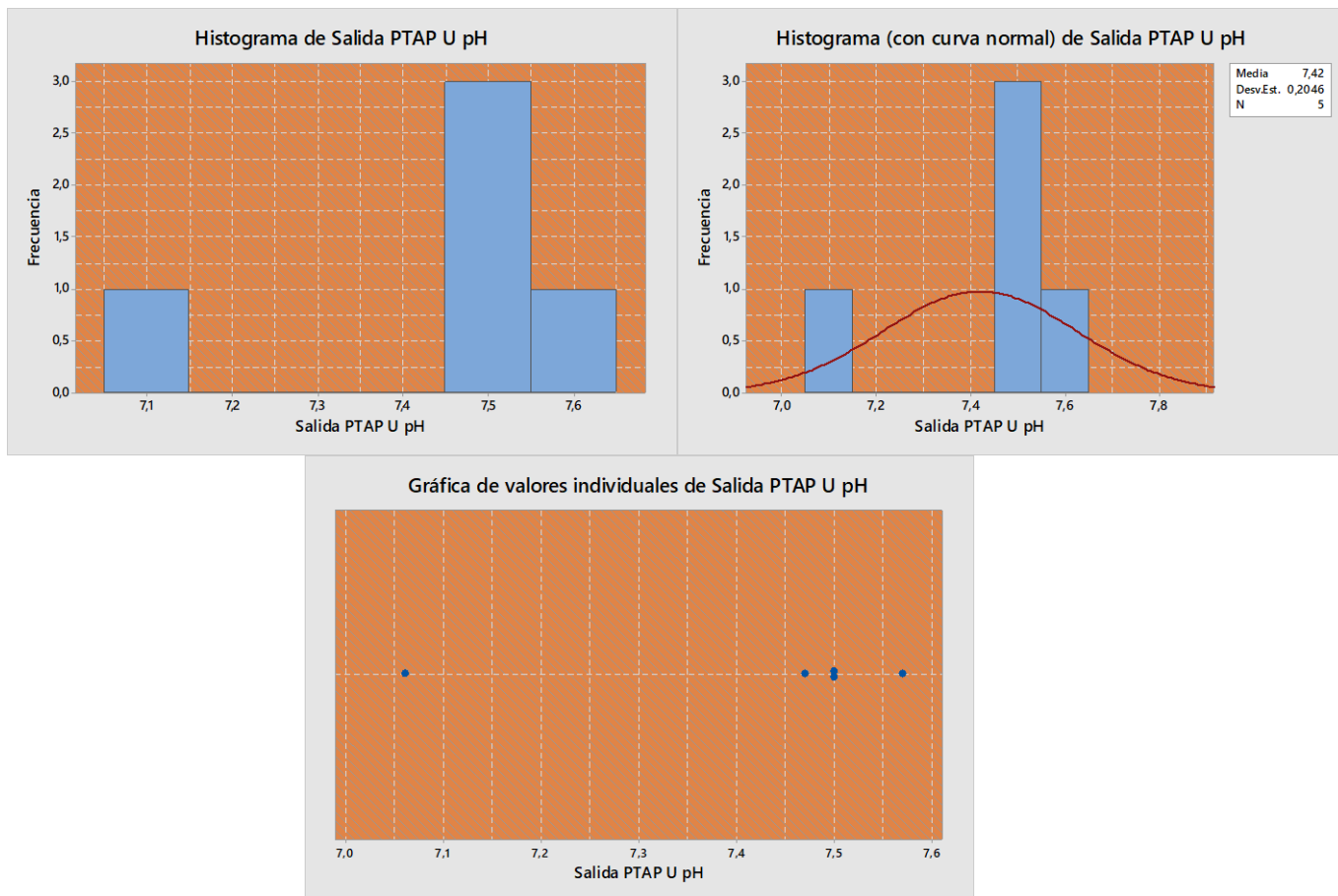
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA PTAP U PH

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida PTAP U pH	5	5	0	5	100	100	7,4200	0,0915	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
Salida PTAP U pH	0,2046	0,0419	2,76	37,1000	275,4494	7,0600	7,2650	7,5000

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida PTAP U pH	7,5350	7,5700	0,5100	0,2700	7,5	2	-2,05	4,41	0,0339

Gráfico 164. SALIDA PTAP U PH



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para pH (U de pH) (7.1-7.5-7.6). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 7.42, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 7.57 y 7.06 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA PTAP DBO5 MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media
Salida PTAP DBO5 mg/L	6	6	0	6	100	100	2,0000	0,000000

Variable	MediaRec	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo
Salida PTAP DBO5 mg/L							



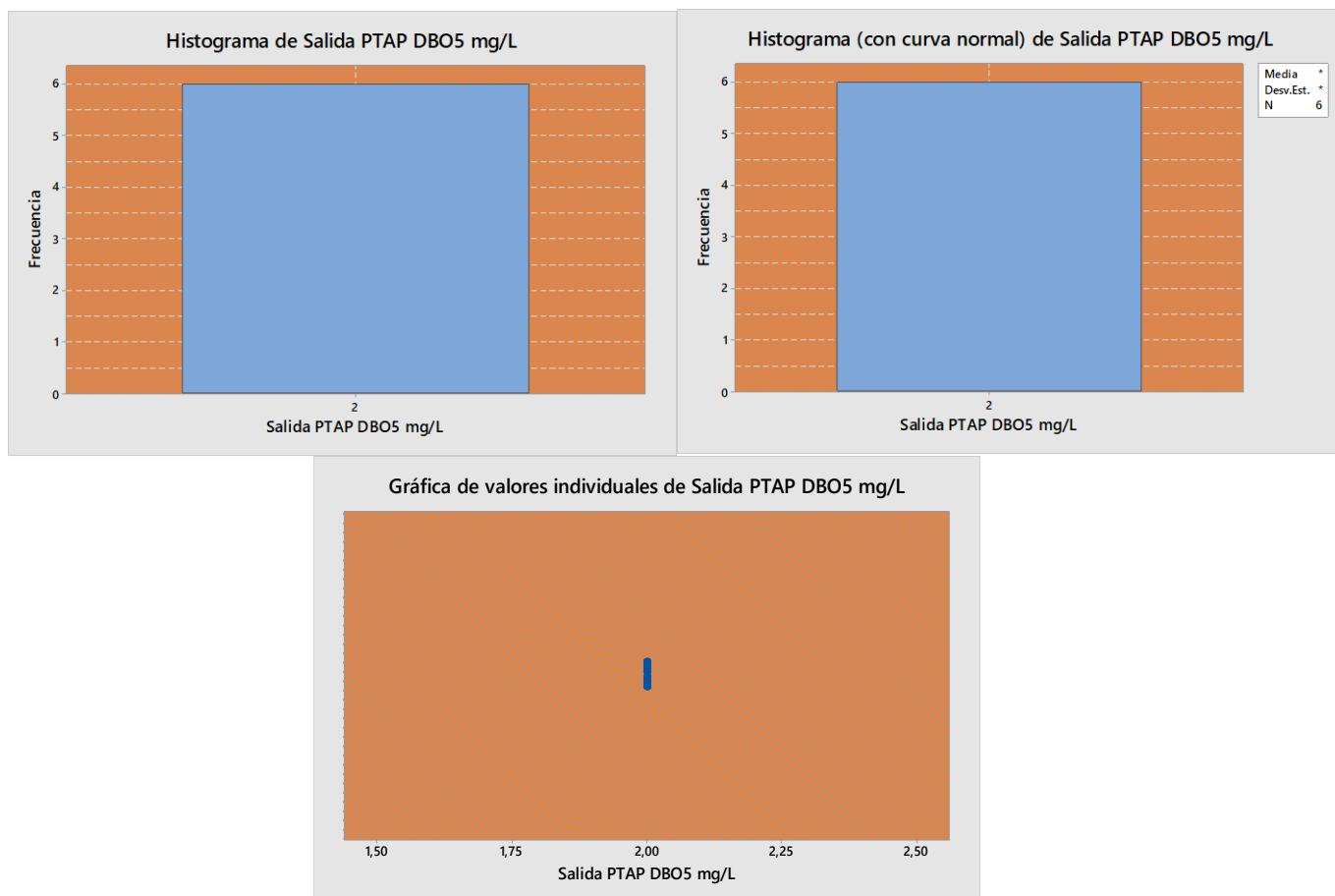
Salida PTAP DBO5 mg/L * 0,000000 0,000000 0,00 12,0000 24,0000 2,0000

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda
Salida PTAP DBO5 mg/L	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	0,000000	0,000000	2	6

Variable	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida PTAP DBO5 mg/L	*	*	0,000000

*** NOTA *** La distribución no se pudo ajustar. El número de filas de datos distintas en Salida PTAP DBO5 mg/L debe ser mayor que o igual al número de parámetros de distribución estimados.

Gráfico 165. SALIDA PTAP DBO5 MG/L



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentra un (1) subconjunto muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Demanda

Biológica de Oxígeno DBO5 (mg/L) (2). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 2.0, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 2.0 y 2.0 respectivamente.

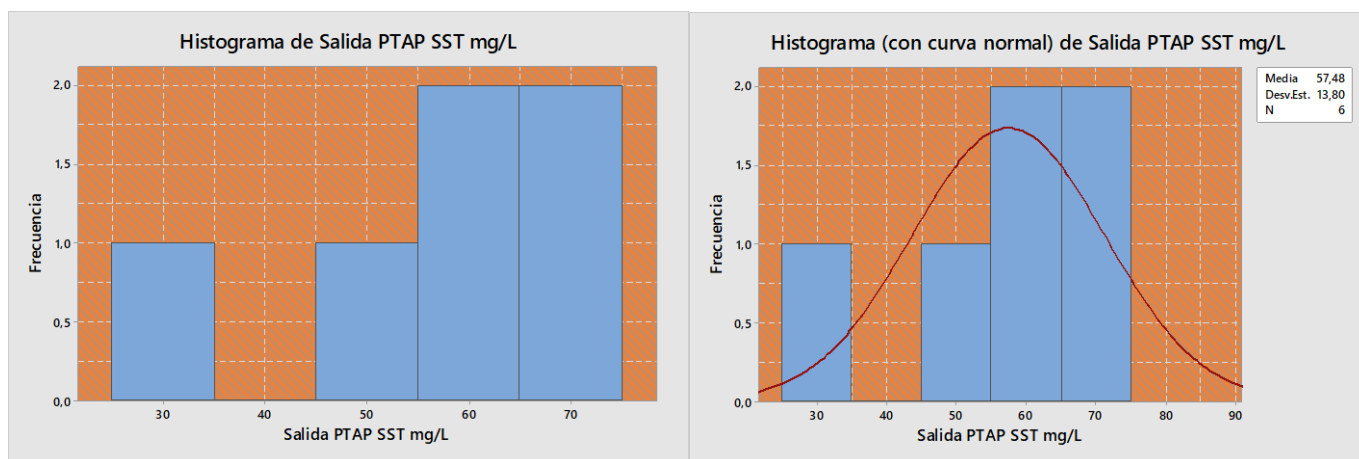
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA PTAP SST MG/L

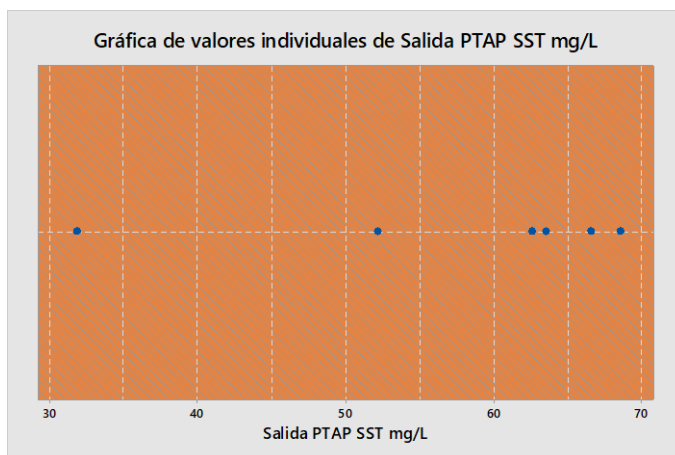
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida PTAP SST mg/L	6	6	0	6	100	100	57,48	5,64	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
Salida PTAP SST mg/L	13,80	190,53	24,01	344,90	20778,65	31,80	47,03	63,00

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
Salida PTAP SST mg/L	67,00	68,50	36,70	19,97	*	0	-1,67	2,61	121,98

Gráfico 166. SALIDA PTAP SST MG/L





Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Sólidos Suspendidos Totales SST (mg/L) (30-50-60-70). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 57.48, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 68.50 y 31.80 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA PTAP CTT NM/100

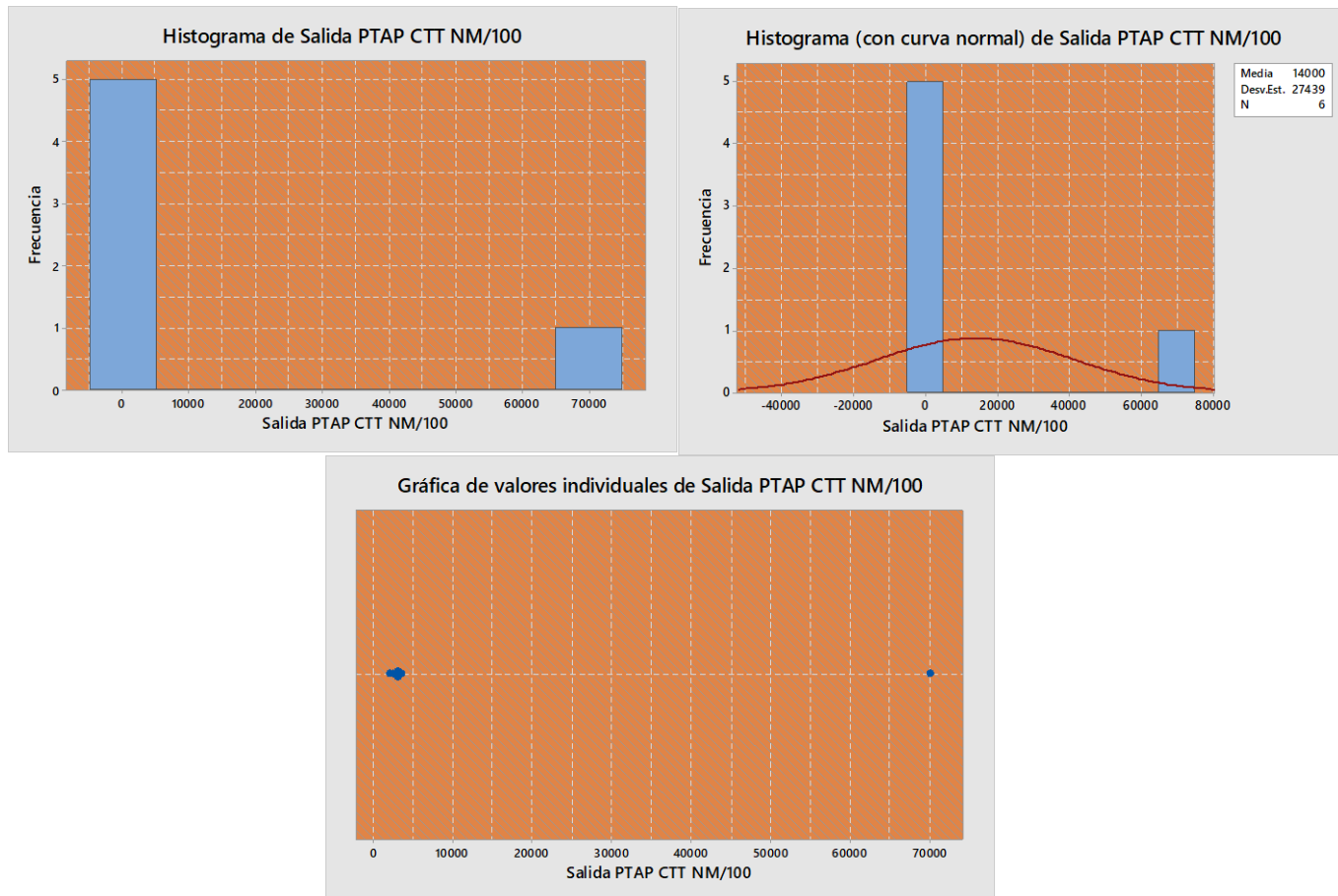
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida PTAP CTT NM/100	6	6	0	6	100	100	14000	11202	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1
Salida PTAP CTT NM/100	27439	752900000	195,99	84000	4940500000	2000	2375

Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría
Salida PTAP CTT NM/100	3000	20125	70000	68000	17750	3000	2	2,45

Variable	Curtosis	MSSD
Salida PTAP CTT NM/100	5,99	462575000

Gráfico 167. SALIDA PTAP CTT NM/100



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran dos (2) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Coliformes Totales CTT (NMP/100mL) (0-70000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 14000, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 70000 y 2000 respectivamente.

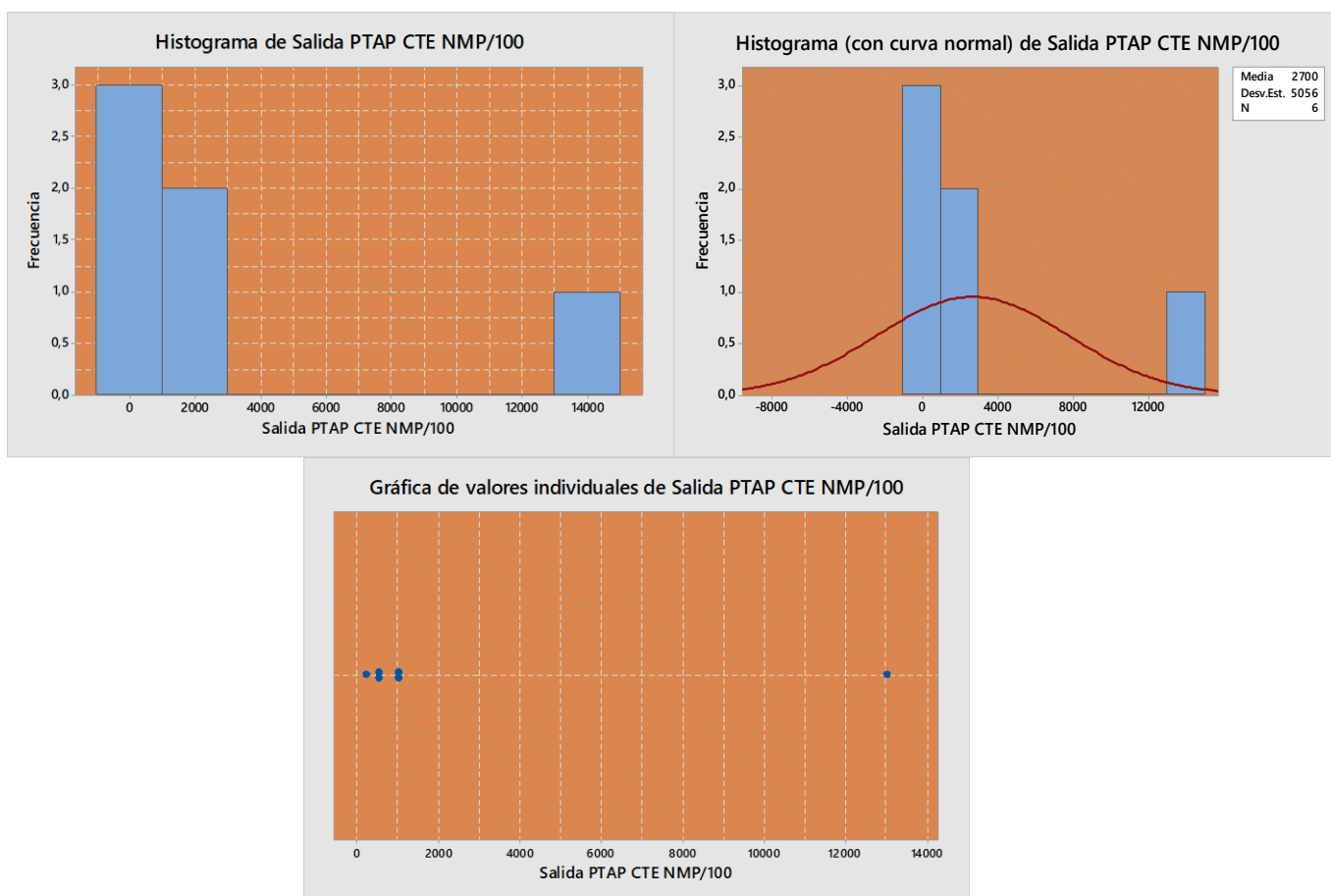
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: SALIDA PTAP CTE NMP/100

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
Salida PTAP CTE NMP/100	6	6	0	6	100	100	2700	2064	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
Salida PTAP CTE NMP/100	5056	25560000	187,25	16200	171540000	200	425	750	



Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis
Salida PTAP CTE NMP/100	4000	13000	12800	3575	500; 1000	2	2,43	5,92
Variable	MSSD							
Salida PTAP CTE NMP/100	14434000							

Gráfico 168. SALIDA PTAP CTE NMP/100



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Coliformes Termotolerantes CTE (NMP/100mL) (0-2000-14000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 2700. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 13000 y 200 respectivamente.

Tabla 72. Resultados históricos aguas arriba rio Guatapurí PTAP EMDUPAR S.A E.S. P

AAR PTAP T°C	AAR PTAP O.D mg/L	AAR PTAP U pH	AAR PTAP DBO5 mg/L	AAR PTAP SST mg/L	AAR PTAP CTT NMP/100	AAR PTAP CTE NMP/100
23,62	8,74	7	2	14,3	2800,00	2000,00
24,6	9,3	7,1	2	18,7	3300,00	2100,00
25,1	8,6	7,25	2	19,3	3000,00	1900,00
23,9	9,9	7,12	2	17,2	1500,00	1000,00
23	8,7	7,08	2	19,8	1500,00	1000,00
22,7	7,03	8,11	2	6,43	7900,00	4900,00

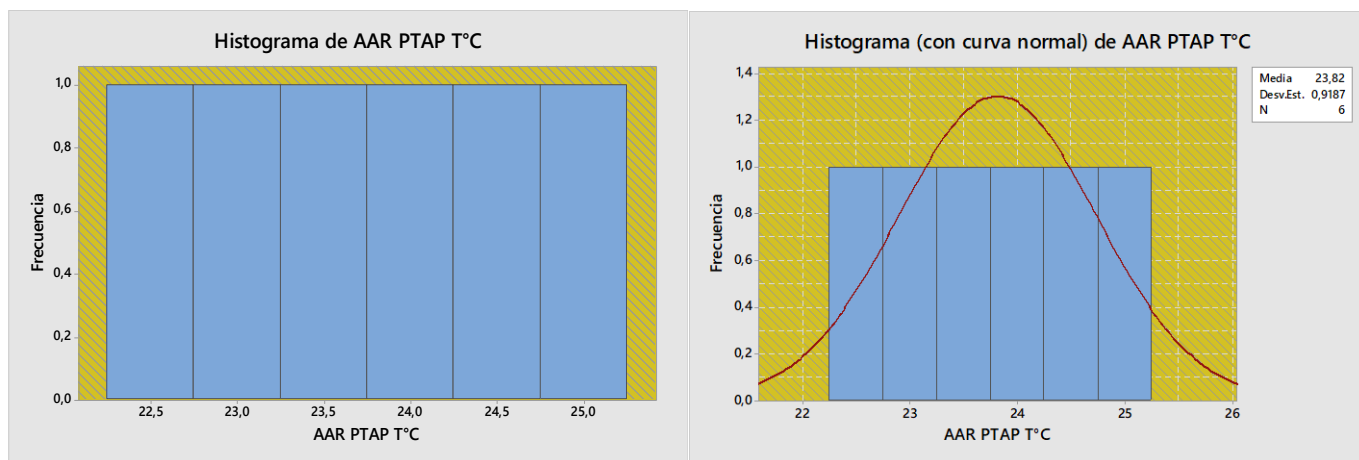
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR PTAP T°C

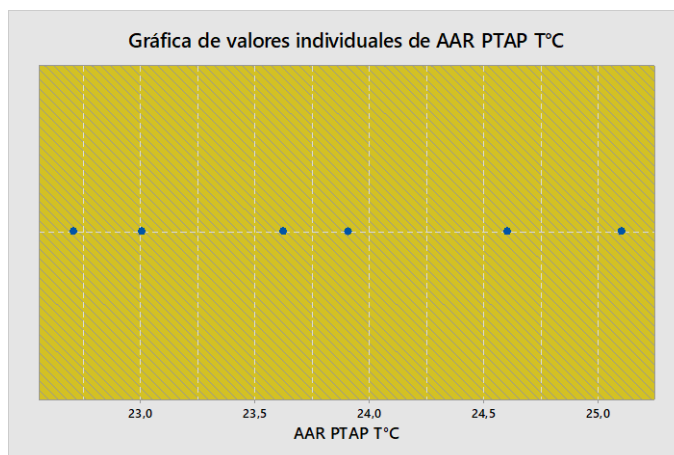
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR PTAP T°C	6	6	0	6	100	100	23,820	0,375	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
AAR PTAP T°C	0,919	0,844	3,86	142,920	3408,574	22,700	22,925	23,760

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAR PTAP T°C	24,725	25,100	2,400	1,800	*	0	0,24	-1,26	0,355

Gráfico 169. AAR PTAP T°C



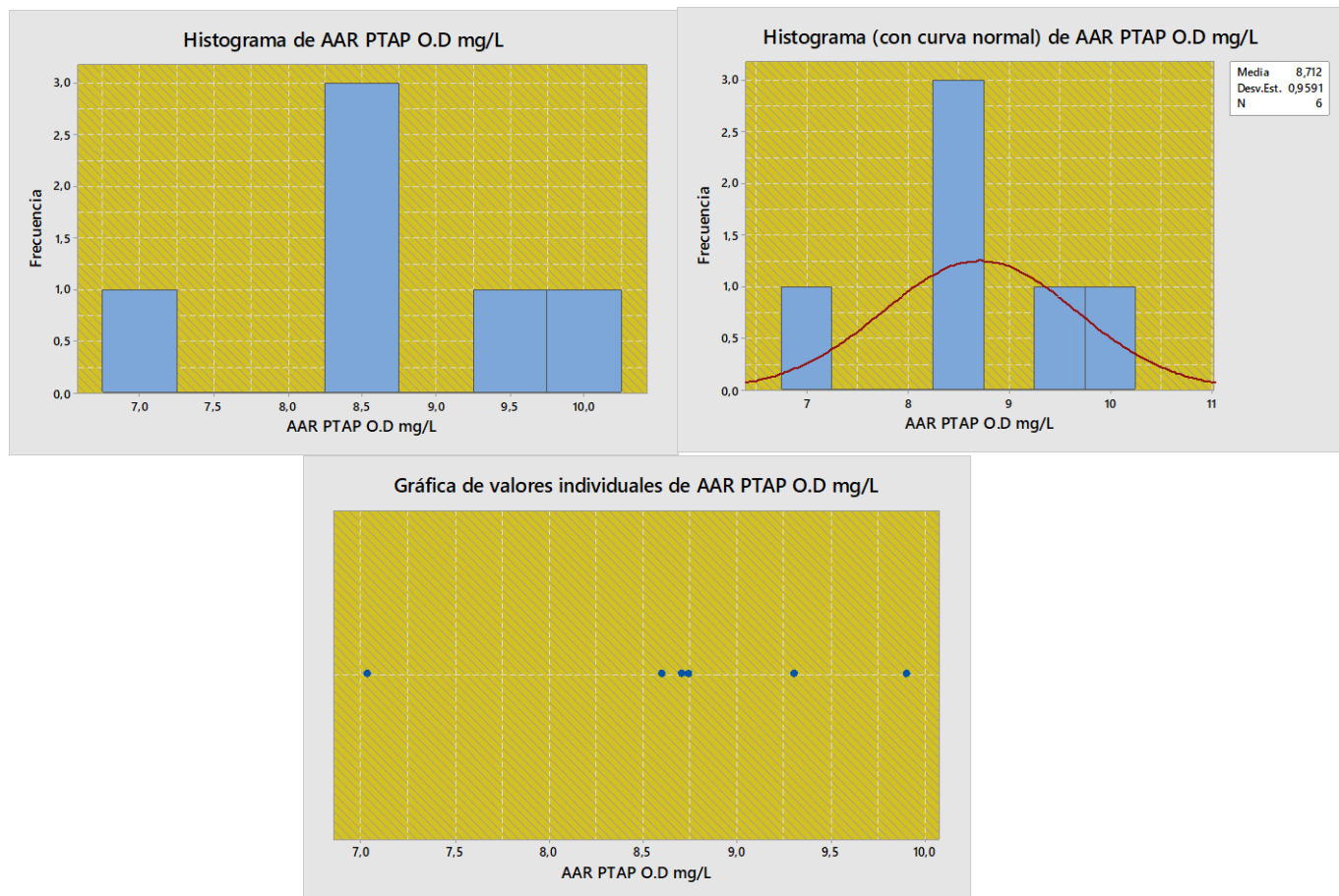


Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran seis (6) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Temperatura T (°C) (22.5-23-23.5-24-24.5-25). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 23.82, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 25.1 y 22.7 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR PTAP O.D MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR PTAP O.D mg/L	6	6	0	6	100	100	8,712	0,392	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
AAR PTAP O.D mg/L	0,959	0,920	11,01	52,270	459,959	7,030	8,207	8,720	
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAR PTAP O.D mg/L	9,450	9,900	2,870	1,243	*	0	-0,98	2,11	0,672

Gráfico 170. AAR PTAP O.D MG/L



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Oxígeno Disuelto OD (mg/L) (7.0-8.5-9.5-10.0). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 8.712, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 9.90 y 7.03 respectivamente.

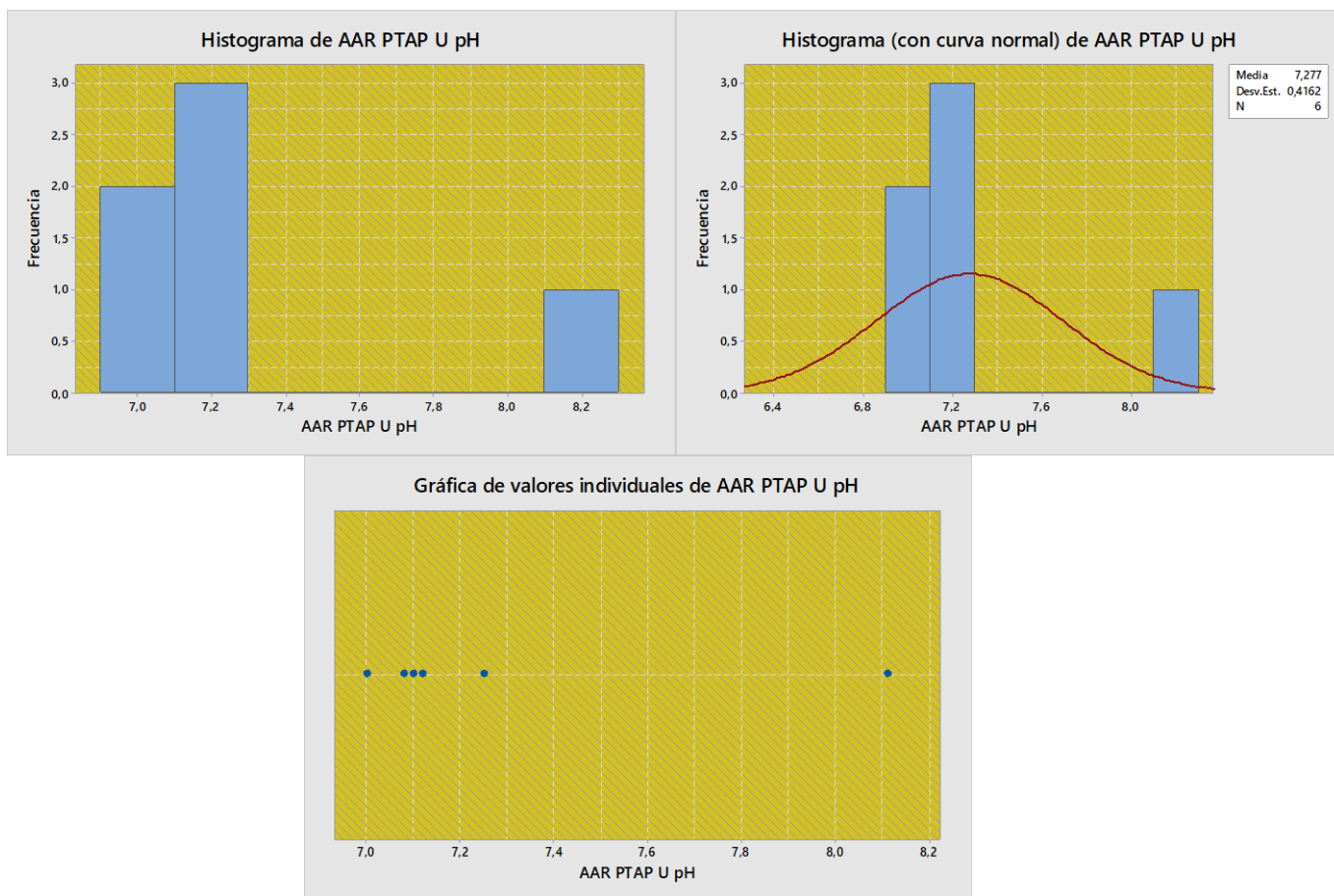
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR PTAP U PH

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR PTAP U pH	6	6	0	6	100	100	7,277	0,170	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	Q3



AAR PTAP U pH	0,416	0,173	5,72	43,660	318,565	7,000	7,060	7,110	7,465
Variable	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD	
AAR PTAP U pH	8,110	1,110	0,405	*	0	2,25	5,21	0,111	

Gráfico 171. AAR PTAP U PH



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para pH (U de pH) (7.0-7.2-8.2). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 7.277. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 8.11 y 7.00 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR PTAP DBO5 MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR PTAP DBO5 mg/L	6	6	0	6	100	100	2,0000	0,000000	*

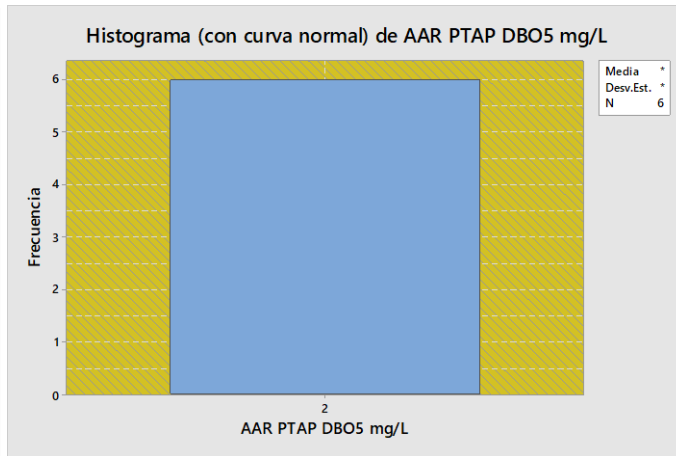
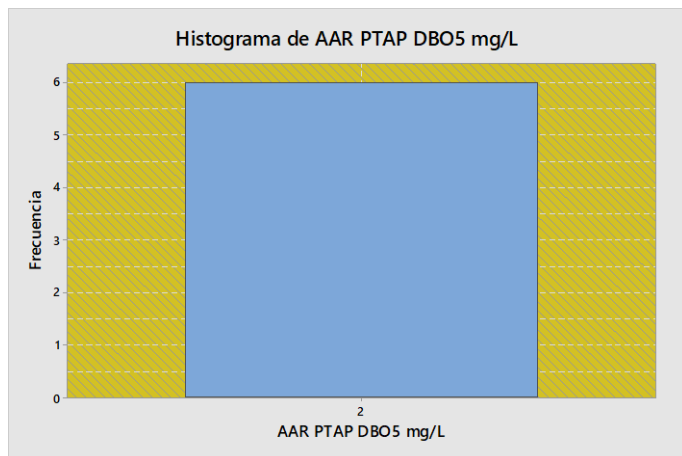
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
AAR PTAP DBO5 mg/L	0,000000	0,000000	0,00	12,0000	24,0000	2,0000	2,0000	2,0000

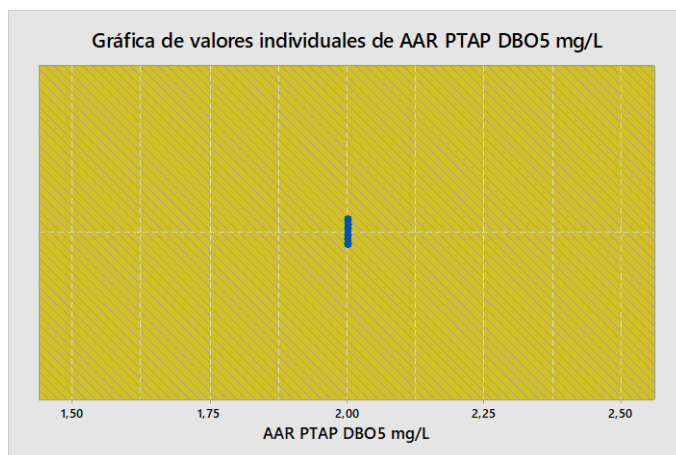
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curiosis
AAR PTAP DBO5 mg/L	2,0000	2,0000	0,000000	0,000000	2	6	*	*

Variable	MSSD
AAR PTAP DBO5 mg/L	0,000000

*** NOTA *** La distribución no se pudo ajustar. El número de filas de datos distintas en AAR PTAP DBO5 mg/L debe ser mayor que o igual al número de parámetros de distribución estimados.

Gráfico 172. AAR PTAP DBO5 MG/L



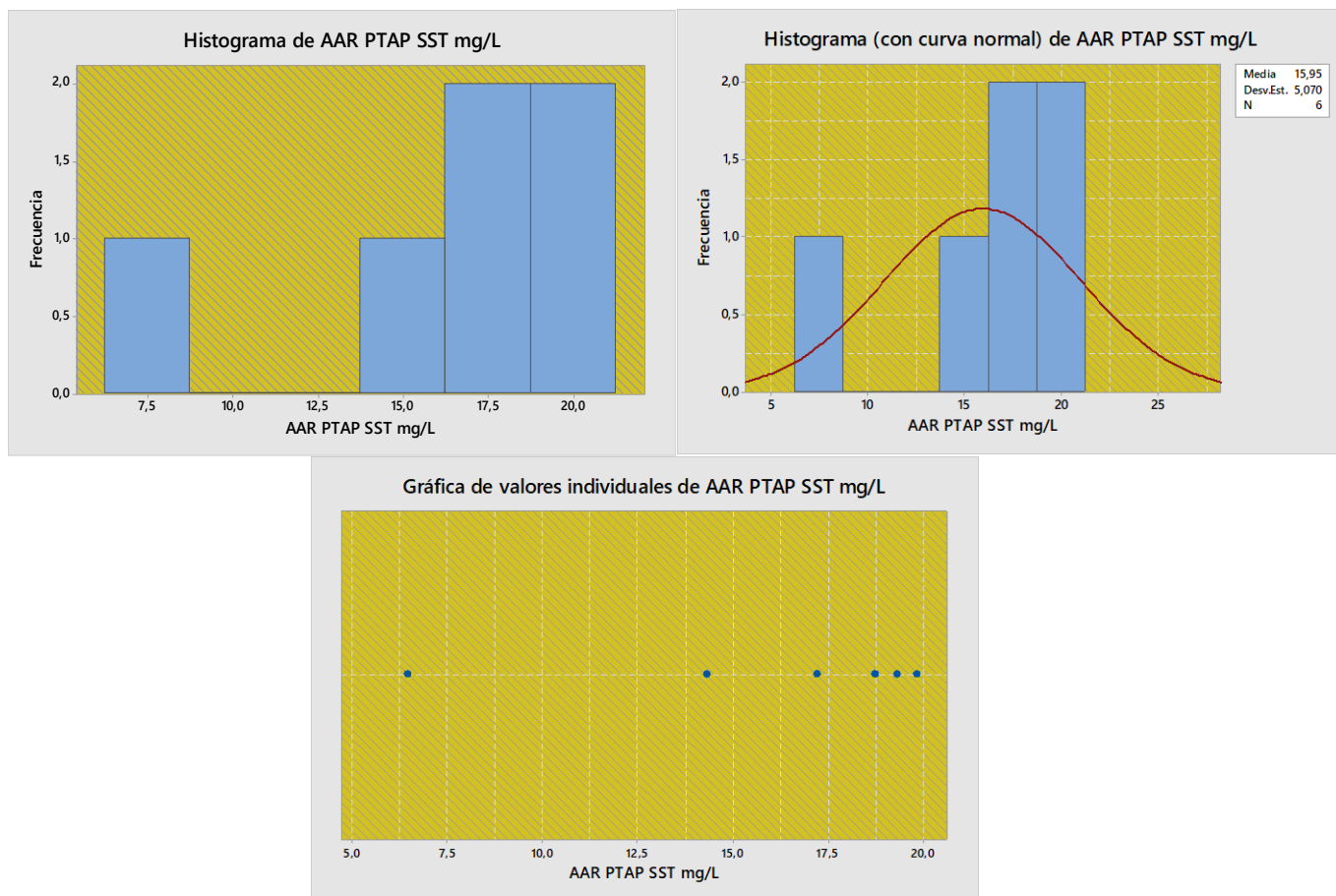


Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentra un (1) subconjunto muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 (mg/L) (2.0). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 2.0. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 2.0 y 2.0 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR PTAP SST MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR PTAP SST mg/L	6	6	0	6	100	100	15,95	2,07	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
AAR PTAP SST mg/L	5,07	25,70	31,78	95,73	1655,89	6,43	12,33	17,95	
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAR PTAP SST mg/L	19,43	19,80	13,37	7,09	*	0	-1,73	2,91	20,96

Gráfico 173. AAR PTAP SST MG/L



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Sólidos Suspendidos Totales SST (mg/L) (7.5-15.0-17.5-20.0). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 15.95. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 19.80 y 6.43 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR PTAP CTT NMP/100

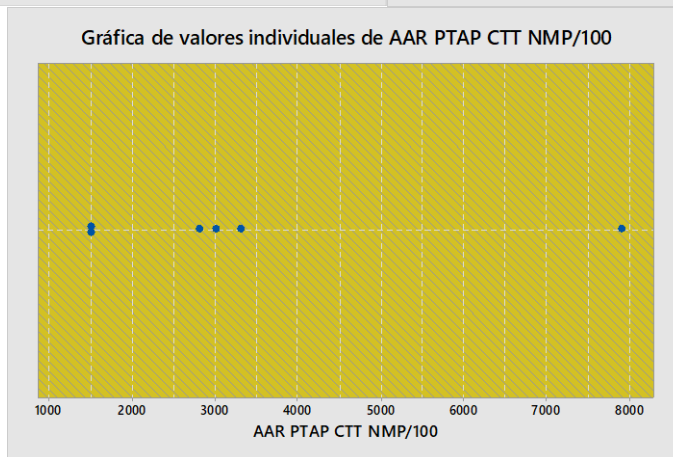
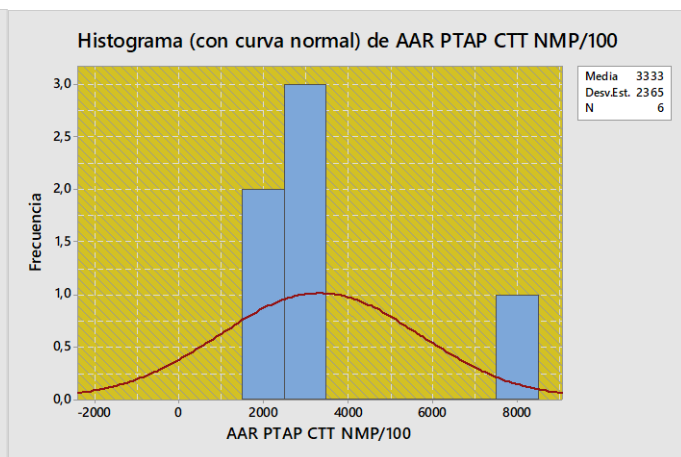
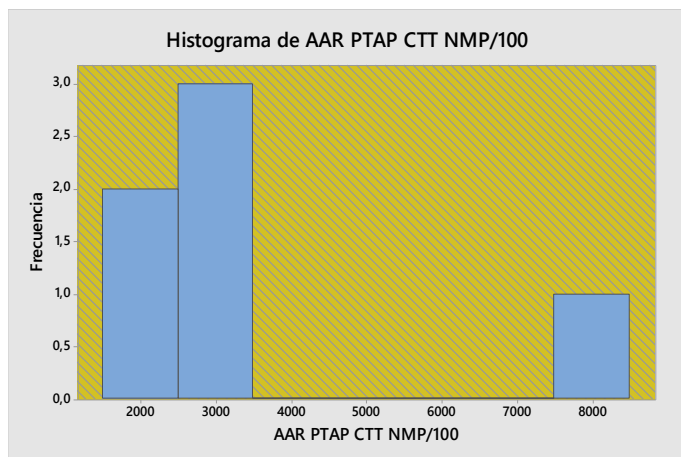
Variable	Conteo total		N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR PTAP CTT NMP/100	6	6	0	6	100	100	3333	966	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	



AAR PTAP CTT NMP/100 2365 5594667 70,96 20000 94640000 1500 1500 2900

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAR PTAP CTT NMP/100	4450	7900	6400	2950	1500	2	1,88	3,98	4355000

Gráfico 174. AAR PTAP CTT NMP/100



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Coliformes Totales CTT (NMP/100mL) (2000-3000-8000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 3333. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 7900 y 1500 respectivamente.

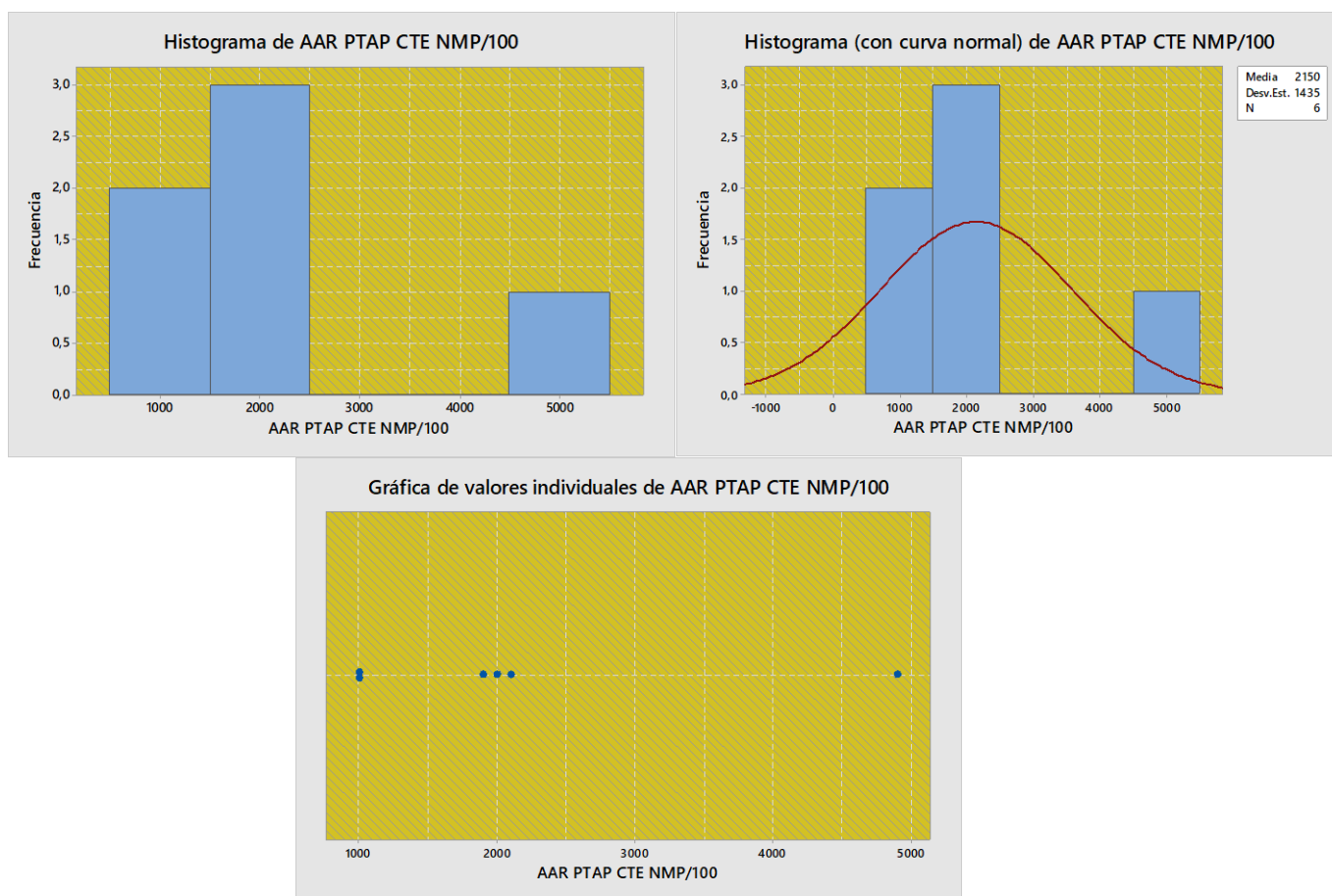
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAR PTAP CTE NMP/100

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAR PTAP CTE NMP/100	6	6	0	6	100	100	2150	586	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
AAR PTAP CTE NMP/100	1435	2059000	66,74	12900	38030000	1000	1000	1950

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAR PTAP CTE NMP/100	2800	4900	3900	1800	1000	2	1,80	3,77	1607000

Gráfico 175. AAR PTAP CTE NMP/100





Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Coliformes Termotolerantes CTE (NMP/100mL) (1000-2000-5000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 2150. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 4900 y 1000 respectivamente.

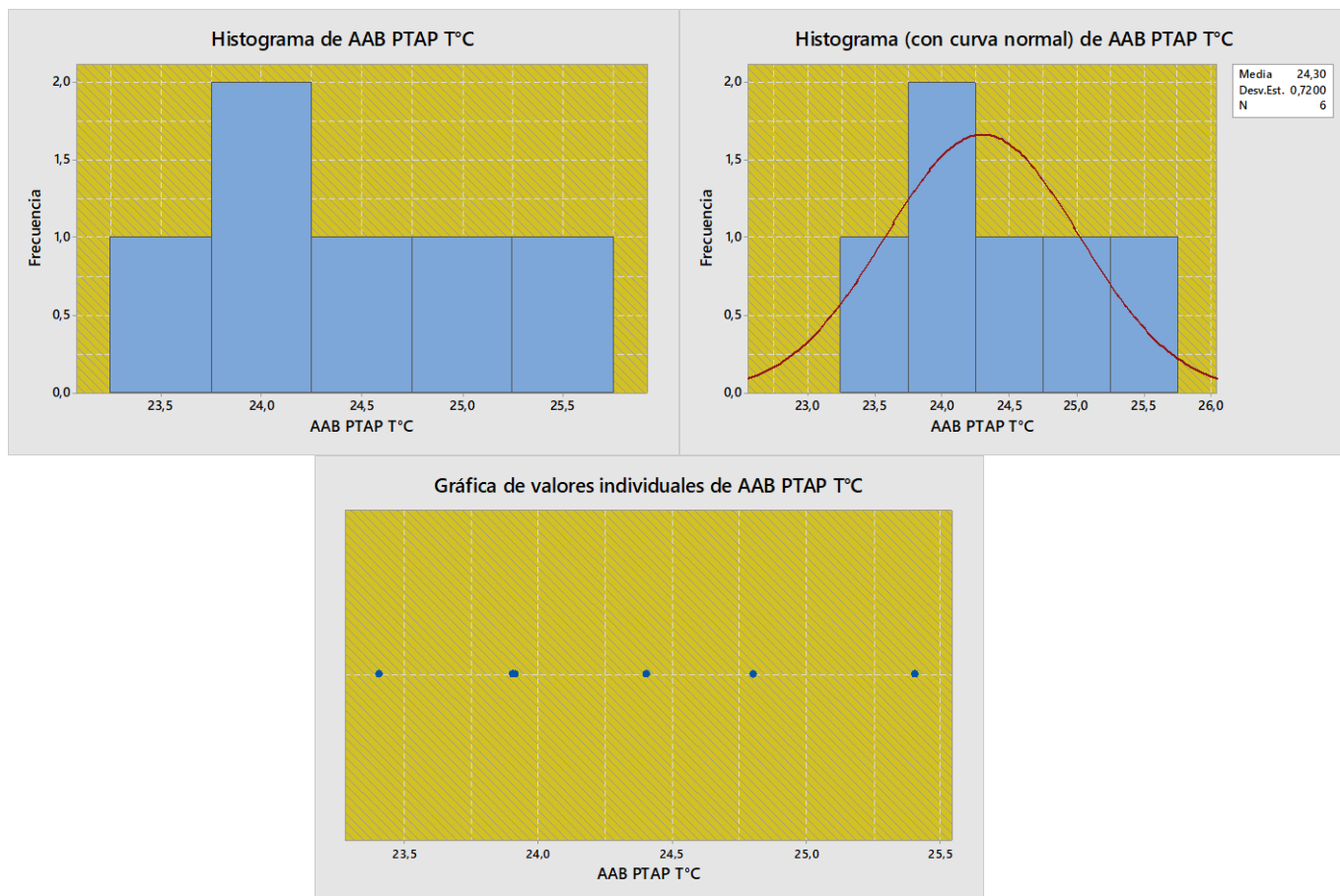
Tabla 73. Resultados históricos aguas arriba rio Guatapurí PTAP EMDUPAR S.A E.S. P

AAB PTAP T°C	AAB PTAP O.D mg/L	AAB PTAP U pH	AAB PTAP DBO5 mg/L	AAB PTAP SST mg/L	AAB PTAP CTT NMP/100	AAB PTAP CTE NMP/100
23,91	8,42	7,1	2	12,1	8500,00	3250,00
24,4	9,1	7,3	2	15	9200,00	3500,00
25,4	9,1	7,29	2	17,7	9000,00	3200,00
24,8	8,1	7,21	2	19,7	5000,00	1500,00
23,4	8,6	7,2	2	23,7	3500,00	1400,00
23,9	6,67	7,8	2	16,3	17000,00	780,00

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB PTAP T°C

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB PTAP T°C	6	6	0	6	100	100	24,302	0,294	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
AAB PTAP T°C	0,720	0,518	2,96	145,810	3546,018	23,400	23,775	24,155	
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAB PTAP T°C	24,950	25,400	2,000	1,175	*	0	0,48	-0,45	0,381

Gráfico 176. AAB PTAP T°C



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cinco (5) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Temperatura T (°C) (23.5-24.0-24.5-25.0-25.5). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 24.302, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 25.40 y 23.40 respectivamente.

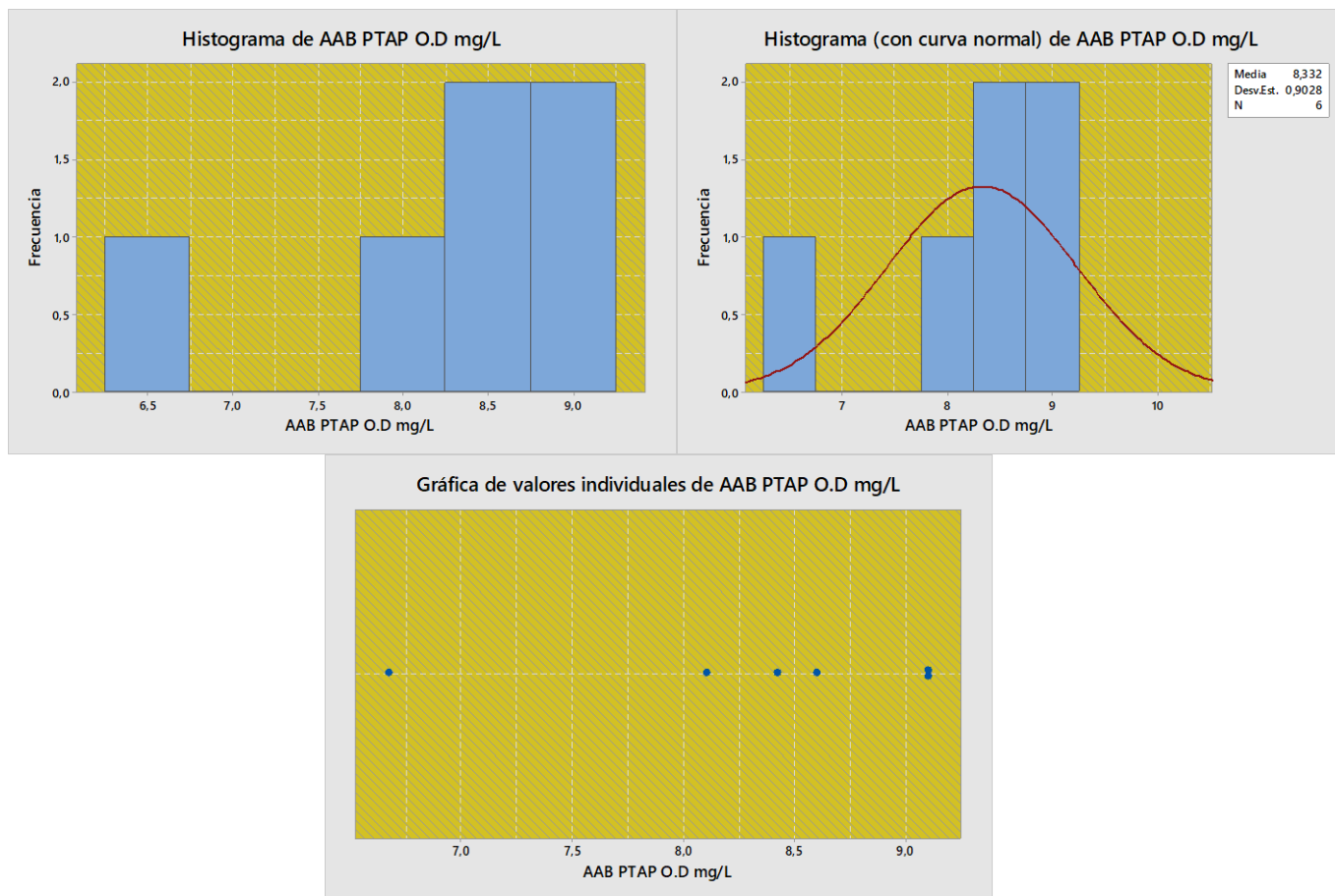
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB PTAP O.D MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB PTAP O.D mg/L	6	6	0	6	100	100	8,332	0,369	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
AAB PTAP O.D mg/L	0,903	0,815	10,84	49,990	420,575	6,670	7,742	8,510

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAB PTAP O.D mg/L	9,100	9,100	2,430	1,357	9,1	2	-1,50	2,53	0,544

Gráfico 177. AAB PTAP O.D MG/L



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Oxígeno Disuelto OD (mg/L) (6.5-8.0-8.5-9.0). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 8.332. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 9.10 y 6.67 respectivamente.

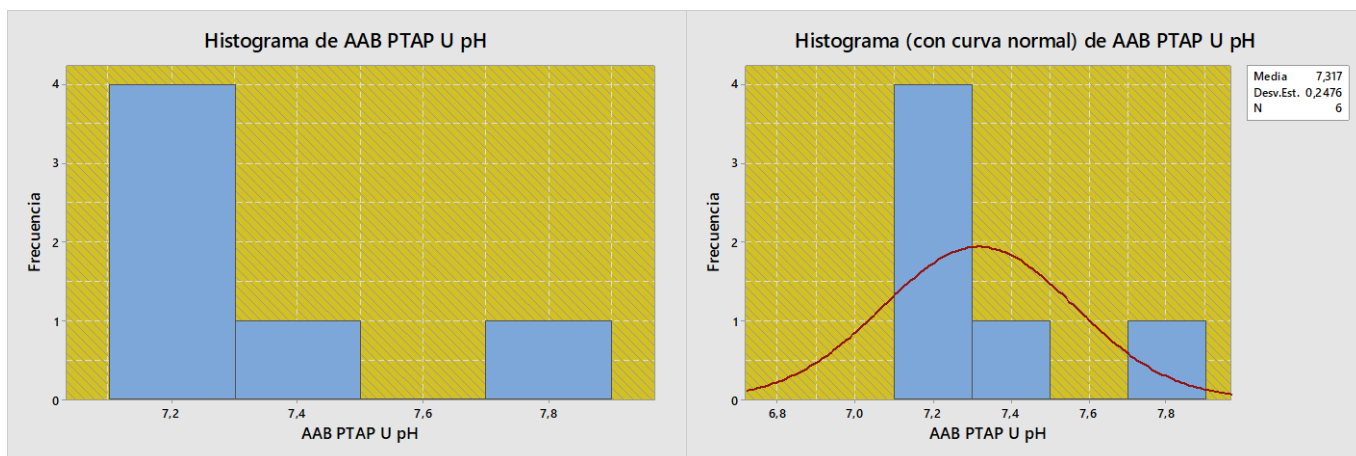
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB PTAP U PH

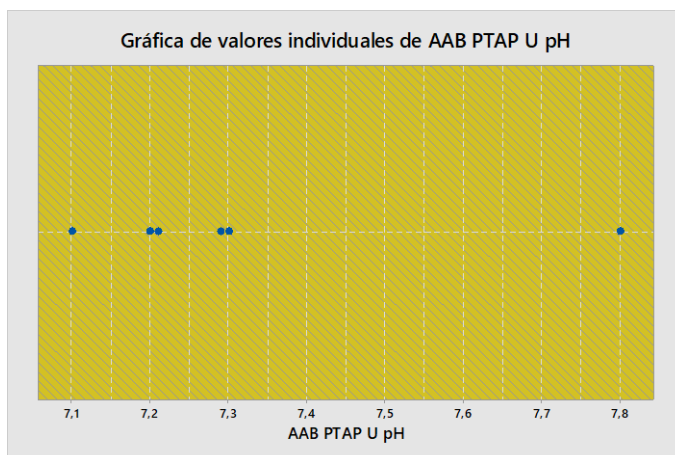
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB PTAP U pH	6	6	0	6	100	100	7,317	0,101	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
AAB PTAP U pH	0,248	0,061	3,38	43,900	321,508	7,100	7,175	7,250	7,425

Variable	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAB PTAP U pH	7,800	0,700	0,250	*	0	1,97	4,38	0,041

Gráfico 178. AAB PTAP U PH





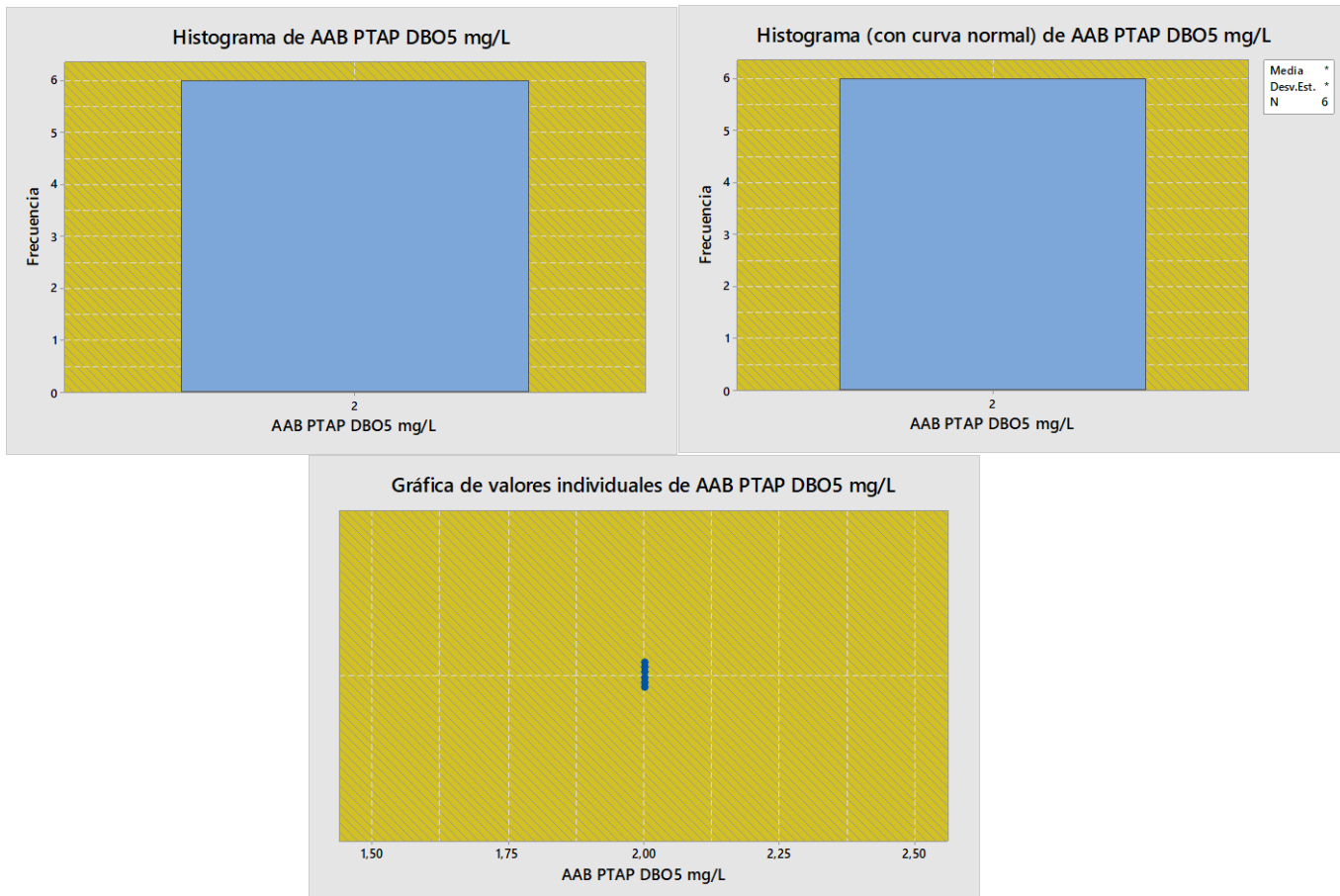
Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran tres (3) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para pH (U de pH) (7.2-7.4-7.8). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 7.317, Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 7.8 y 7.1 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB PTAP DBO5 MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB PTAP DBO5 mg/L	6	6	0	6	100	100	2,0000	0,000000	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
AAB PTAP DBO5 mg/L	0,000000	0,000000	0,00	12,0000	24,0000	2,0000	2,0000	2,0000	
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	
AAB PTAP DBO5 mg/L	2,0000	2,0000	0,000000	0,000000	2	6	*	*	
Variable	MSSD								
AAB PTAP DBO5 mg/L	0,000000								

*** NOTA *** La distribución no se pudo ajustar. El número de filas de datos distintas en AAB PTAP DBO5 mg/L debe ser mayor que o igual al número de parámetros de distribución estimados.

Gráfico 179. AAB PTAP DBO5 MG/L

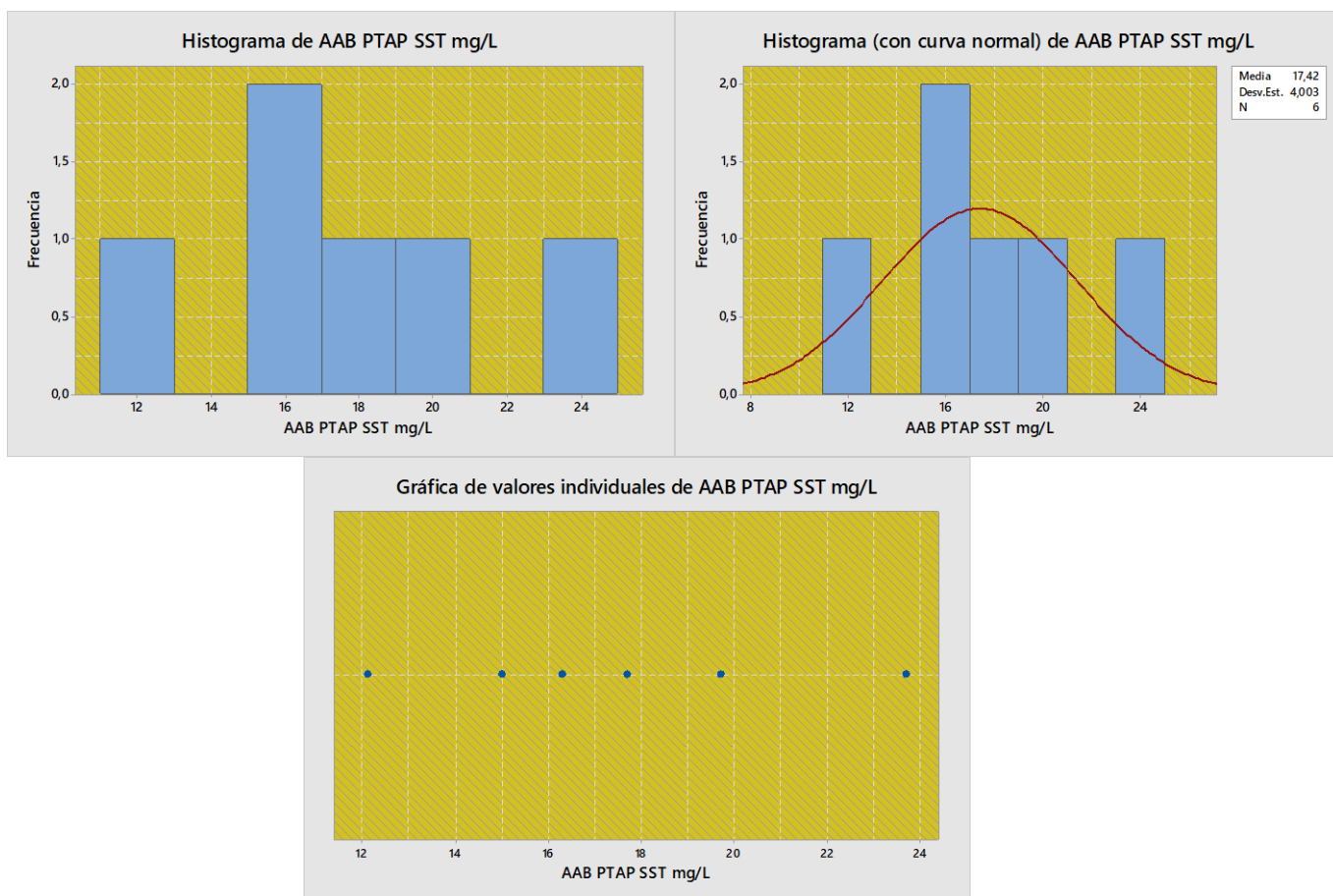


Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentra un (1) subconjunto muy bien definidos, y presentados en el grafico histograma de frecuencias para Demanda Biológica de Oxígeno DBO5 (mg/L) (2.0). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 2.0. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 2.0 y 2.0 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB PTAP SST MG/L

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB PTAP SST mg/L	6	6	0	6	100	100	17,42	1,63	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
AAB PTAP SST mg/L	4,00	16,03	22,98	104,50	1900,17	12,10	14,28	17,00	
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAB PTAP SST mg/L	20,70	23,70	11,60	6,42	*	0	0,44	0,35	9,05

Gráfico 180. AAB PTAP SST MG/L





Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cinco (5) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Sólidos Suspendedos Totales SST (mg/L) (12-16-18-20-24). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 17.42. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 23.70 y 12.10 respectivamente.

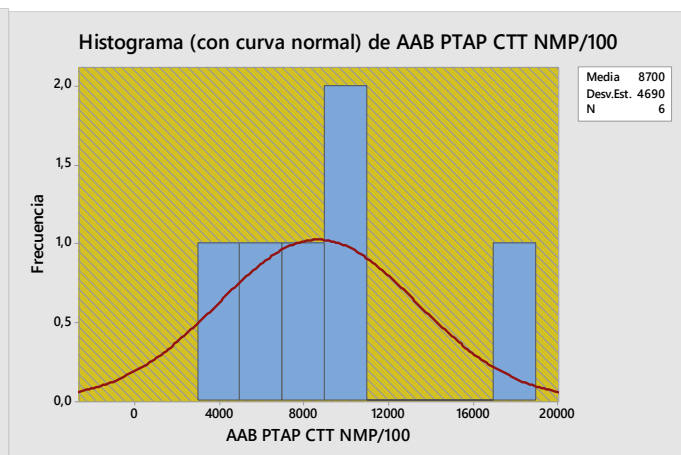
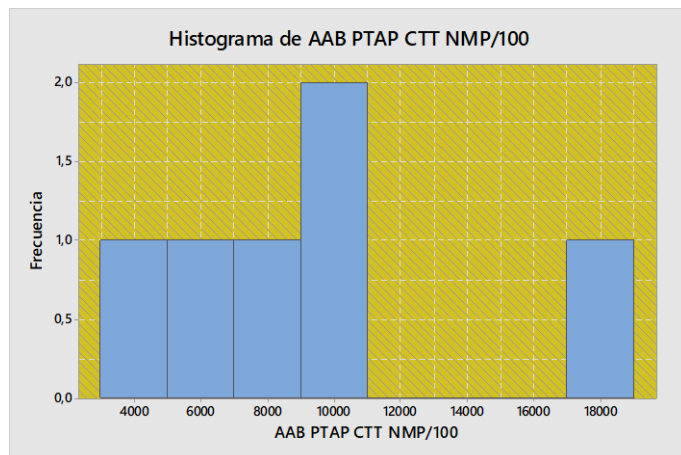
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB PTAP CTT NMP/100

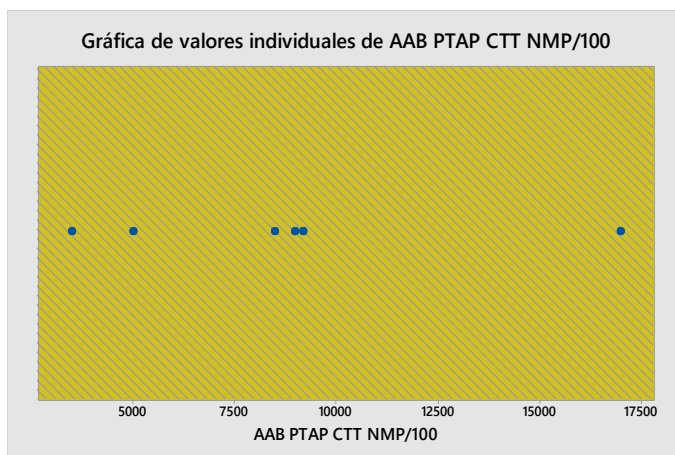
Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB PTAP CTT NMP/100	6	6	0	6	100	100	8700	1915	*

Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
AAB PTAP CTT NMP/100	4690	22000000	53,91	52200	564140000	3500	4625	8750

Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAB PTAP CTT NMP/100	11150	17000	13500	6525	*	0	1,11	1,94	20103000

Gráfico 181. AAB PTAP CTT NMP/100



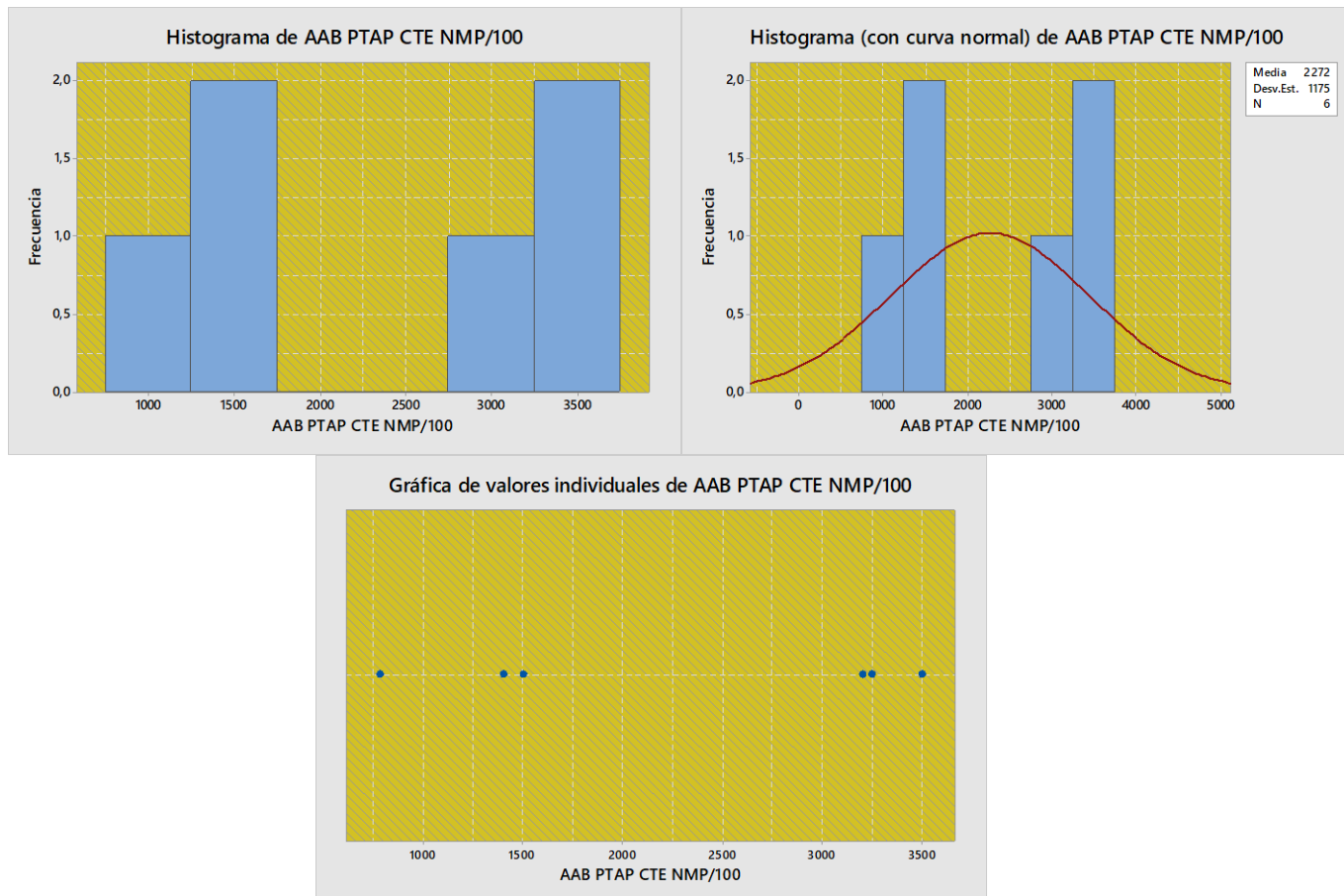


Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cinco (5) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Coliformes Totales CTT (NMP/100mL) (4000-6000-8000-10000-18000). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 8700. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 17000 y 3500 respectivamente.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: AAB PTAP CTE NMP/100

Variable	Conteo total	N	N*	NAcum	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
AAB PTAP CTE NMP/100	6	6	0	6	100	100	2272	480	*
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana	
AAB PTAP CTE NMP/100	1175	1381617	51,74	13630	37870900	780	1245	2350	
Variable	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para moda	Asimetría	Curtosis	MSSD
AAB PTAP CTE NMP/100	3313	3500	2720	2068	*	0	-0,16	-2,65	343690

Gráfico 182. AAB PTAP CTE NMP/100



Resumen estadístico: En el espacio muestral analizado, se encuentran cuatro (4) subconjuntos muy bien definidos, y presentados en el gráfico histograma de frecuencias para Coliformes Termotolerantes CTE (NMP/100mL) (1000-1500-3000-3500). con una media representado en la tabla descriptiva estadística de 2272. Con un pico máximo y mínimo representado en la gráfica de valores individuales de 3500 y 780 respectivamente.



➔ MODELACIÓN DEL VERTIMIENTO DE LA PTAP - VALLEDUPAR.

La modelación matemática es empleada a escala mundial en la evaluación del impacto de un vertimiento en la calidad del agua, de sistemas de tratamiento de efluentes industriales y urbanos y en general del manejo de los recursos hídricos. Los modelos son herramientas usadas en la planificación y evaluación de estrategias de saneamiento. En este trabajo se emplea para estos fines, el modelo de oxígeno disuelto (OD) y Demanda Bioquímica de oxígeno de Streeter y Phelps. Este modelo unidimensional de estado permanente fue calibrado y validado anteriormente por los autores.

Se han considerado constantes los parámetros morfológicos e hidrodinámicos de los cuerpos de agua receptor (Rio Guatapurí). Con ayuda del modelo se valora la influencia en el OD de la DBO de las descargas puntuales y dispersas que los cuerpos de agua recibirán en la sección estudiada. Así mismo se estudia la influencia de la caudal base y del OD de los cuerpos de agua arriba de la sección modelada. Quedó establecido que resulta esencial garantizar la calidad aguas arriba de la zona a modelar. El modelo empleado permitió predecir el efecto de estrategias de saneamiento en la calidad del agua de los cuerpos de agua evaluados.

El objetivo del presente trabajo es modelar la calidad del agua de los cuerpos de agua Superficial (Rio Guatapurí) quien es receptor de vertimiento de la PTAP del municipio de Valledupar - Cesar y así poder observar los impactos generados por dichos vertimientos a los cauces de agua.

MARCO CONCEPTUAL CASO DE ESTUDIO: MODELACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS DEL CUERPO DE AGUA RIO GUATAPURÍ

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en estimar la carga y el riesgo de deterioro de la calidad del recurso hídrico por el vertimiento carga orgánica. A partir de la aplicación del modelo modificado de Streeter&Phelps, se busca estimar la carga máxima permitida de materia orgánica en los cuerpos de agua (CQS); la distancia crítica en la que la reducción de Oxígeno disuelto (OD) es mayor y el OD mínimo predicho aguas abajo del vertimiento proyectado por las descargas de aguas residuales.

➤ **Selección del modelo de calidad del agua**

Un modelo es una herramienta que permite representar las condiciones de un sistema (en este caso de una corriente), bajo la simulación de escenarios (actuales o futuros) a partir de unos datos de entrada (condiciones hidráulicas e hidrológicas, parámetros de calidad de la corriente, tasas, constantes, etc.). Por lo general los estudios de calidad de aguas que se

desarrollan aplicando un modelo involucran una serie de fases o etapas, las cuales se describen a continuación:

- Definir el problema (lo que se quiere modelar)
- Selección del modelo (revisión de los datos de entrada)
- Recolección de la información preliminar (datos medidos en campo y/o laboratorio)
- Corridos preliminares del modelo (pruebas con datos de campo)
- Calibración y verificación del modelo
- Creación de escenarios
- Interpretación de resultados

Uno de los objetivos de la modelación del cuerpo de agua receptora Rio Guatapurí, es determinar el estado actual de la calidad del agua de la corriente, y como dicha calidad se ve afectada por las descargas de agua residual que proviene de la purga de filtro de la PTAP del municipio de Valledupar.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se seleccionó el modelo de calidad del agua STREETER AND PHELPS, que presenta las siguientes ventajas:

- Está bien documentado (manuales de usuario).
- Es de distribución gratuita.
- Está en formato de Microsoft Excel® lo que facilita el manejo e ingreso de datos.

Descripción del Modelo STREETER AND PHELPS

Se trata de un modelo matemático mediante el cual se determina la evolución a lo largo de un río, de la materia orgánica biodegradable que se vierte en un punto del mismo y la concentración de oxígeno disuelto que se deriva de ello. El Modelo de STREETER AND PHELPS es un modelo de calidad del agua de ríos y corrientes que presenta las siguientes características:

- Modelo unidimensional. El canal se encuentra bien mezclado tanto vertical como horizontalmente y se modela únicamente en la dirección del flujo
- Hidráulica en estado estable. Se simula el flujo en estado estable (permanente) y no uniforme.

Datos de Entrada al Modelo

Los datos se ingresan en hojas de cálculo de manera secuencial. Es decir, los datos de entrada al programa son solicitados de forma tal, que se establecen niveles de información de acuerdo a los parámetros que se requieren para ejecutar la simulación. Es importante decir que mientras mayor información se recopile, mejor será el resultado de la simulación y permitirá una adecuada representación de las condiciones reales de la corriente en estudio.

Se deben determinar las características hidráulicas de la corriente y las variables de calidad del agua necesarias para alimentar el modelo y realizar las comparaciones de lo medido con lo simulado. Los datos de entrada al modelo, son función de los parámetros que el STREETER AND PHELPS puede simular. Un esquema conceptual general del Modelo de S&P se presenta en la (Figura XXX).

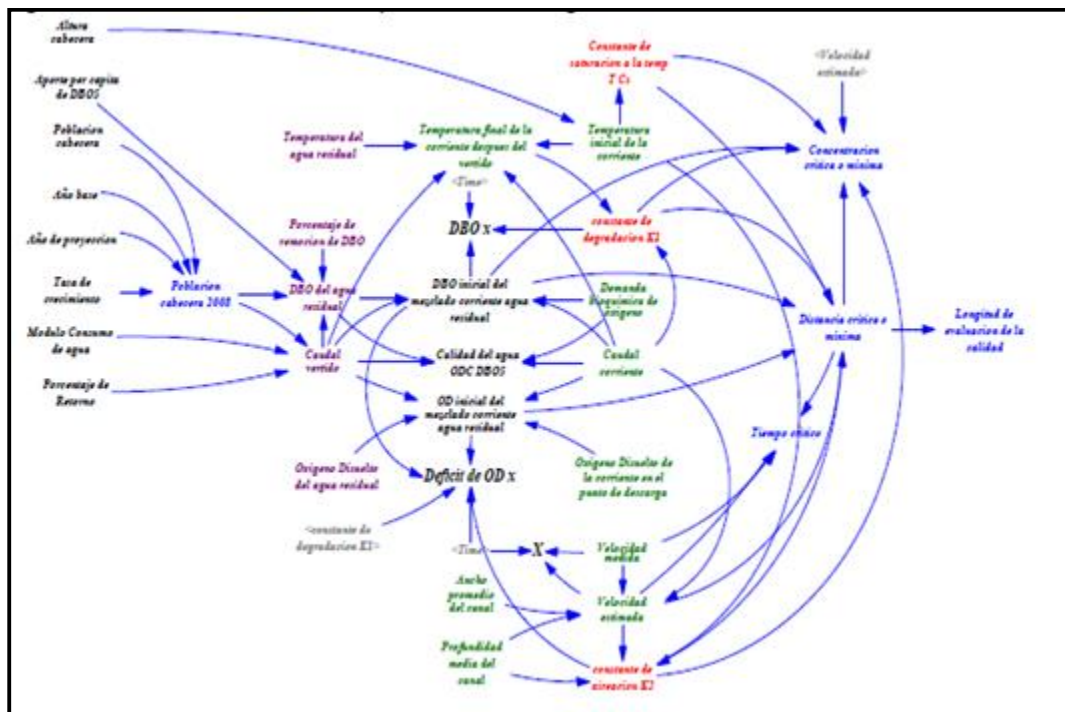


Gráfico 183. Esquema conceptual General del Modelo de Streeter&Phelps. Un algoritmo secuencial.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO STREETER AND PHELPS

Se trata de un modelo matemático mediante el cual se determina la evolución a lo largo de un río, de la materia orgánica biodegradable que se vierte en un punto del mismo y la concentración de oxígeno disuelto que se deriva de ello.

El modelo permite predecir el efecto de las descargas de material orgánico biodegradable (aguas residuales) sobre la concentración de oxígeno disuelto en un sistema lotico. Dicho modelo considera el río como un reactor de flujo pistón, y establece un balance para el oxígeno disuelto y el material biodegradable, bajo condiciones de estado estacionario. En el caso del balance de oxígeno, se incluye la entrada de oxígeno por transferencia desde el aire, también expresada por un modelo cinético de primer orden. En versiones posteriores, se toma en cuenta, además, el aporte de oxígeno por vía fotosintética. Por lo tanto, la solución analítica del modelo de Streeter y Phelps para una descarga puntual y continua, permite estimar la concentración de oxígeno disuelto a lo largo de un río (Streeter&Phelps, 1925); siendo este modelo el mejor adaptado para la modelación de Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno, ya que no sólo se basa sobre la premisa estadística.

➤ ECUACIONES E INSUMOS PARA LA MODELACIÓN

En general el modelo se basa en el balance de masa para una especie y considera los siguientes flujos:

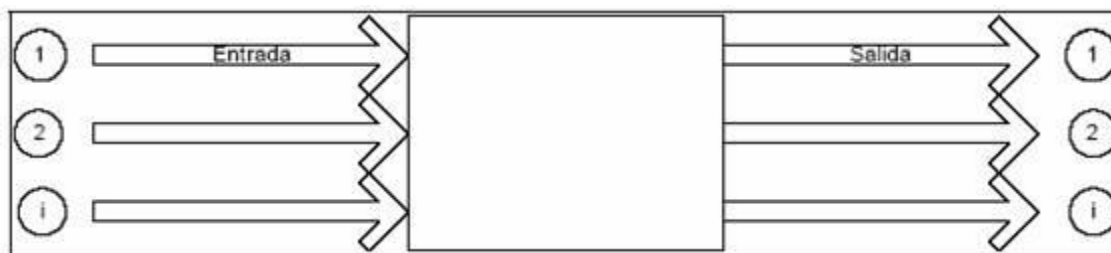


Diagrama de flujo para un sistema de entrada y salida

$$\text{Entrada} - \text{Salida} - \text{Consumo} + \text{Generación} = \text{Acumulación}$$

- En el caso de un recipiente abierto a la atmósfera el balance de masa para la DBO y Oxígeno Disuelto se puede escribir como: (Chapra, 1997):

$$V \frac{dDBO}{dt} = -k_a V DBO \quad (1)$$

y

$$V \frac{dO}{dt} = -k_a V DBO + k_a V (O_s - O) \quad (2)$$

- Ahora antes de proceder con la solución, se realiza una transformación que simplifica el equilibrio del oxígeno. Para hacer esto se introduce una nueva variable:

$$D = O_s - O \quad (3)$$

- Donde D es llamado “Déficit de Oxígeno Disuelto”, y la Ecuación 3 puede ser diferenciada para dar:

$$\frac{dD}{dt} = -\frac{dO}{dt} \quad (4)$$

- La Ecuación 3 y la 4 puede ser sustituida en la Ecuación 2 para dar:

$$V \frac{dD}{dt} = k_a V DBO - k_a V D \quad (5)$$

Así el uso del déficit simplifica la ecuación diferencial (Chapra, 1997). Supuestos, según Zaror 1998:

- 1.- Contaminante sin difusión $D = 0$.
- 2.- Estado Estacionario $dC/dt = 0$.
- 3.- Decaimiento de 1er orden (Ecuación 1).

Si $DBO = DBO_0$ y $D = 0$ a $t = 0$, las ecuaciones 1 y 5 pueden ser resueltas por:

$$DBO = DBO_0 e^{-k_a t} \quad (6)$$

y

$$D = \frac{k_a DBO_0}{k_a - k_d} (e^{-k_d t} - e^{-k_a t}) \quad (7)$$

Ahora se puede pasar a la modelación de un río con una sola fuente puntual y continua de DBO. Se caracteriza a través de un reactor flujo pistón con hidrología y geometría constante. Ésta es la manifestación más simple del modelo clásico de Streeter-Phelps (1925).

- Para esta condición, el balance de masa se puede escribir como:

$$0 = -U \frac{dDBO}{dx} - k_r DBO \quad (8)$$

y

$$0 = -U \frac{dD}{dx} + k_a DBO - k_a D \quad (9)$$

Si $DBO = DBO_0$ y $D = D_0$ a $t = 0$, estas ecuaciones pueden ser resueltas por (Chapra, 1997):

$$DBO = DBO_0 e^{-\frac{k_r}{U}x} \quad (10)$$

y

$$D = D_0 e^{-\frac{k_a}{U}x} + \frac{k_a DBO_0}{k_a - k_r} \left(e^{-\frac{k_r}{U}x} - e^{-\frac{k_a}{U}x} \right) \quad (11)$$

- Ahora, se puede aplicar secuencialmente a una serie de tramos comprendidos entre fuentes o cursos de agua tributarios, adoptando los valores de DBO_0 y D_0 adecuado para cada tramo.

Tabla 74. Balances de masa para fuentes receptoras

	Aguas arriba del vertido	Vertido	Aguas abajo del vertido
Caudal	Q_x	Q_D	$Q = Q_x + Q_D$ (12)
DBO	DBO_x	DBO_D	$DBO_0 = (Q_x DBO_x + Q_D DBO_D) / Q$ (13)
Déficit de OD	D_x	D_D	$D_0 = (Q_x D_x + Q_D D_D) / Q$ (14)

CONSTANTES CINÉTICAS

La estimación de la constante cinética de primer orden para la transferencia de oxígeno desde el aire k_a , se realiza a partir de varios modelos a 20°C:

- O'Connor-Dobbins. (Schnoor et al., 1996); usada preferentemente para velocidades moderadas y elevadas profundidades.

$$k_a = 3.93 \frac{U^{0.5}}{H^{1.5}} \quad (15)$$

- Churchill. (Churchill et al., 1962); usada preferentemente para flujos muy rápidos.

$$k_a = 5.026 \frac{U}{H^{1.67}} \quad (16)$$

- Owens and Gibbs. (Owens et al., 1964); usada preferentemente para velocidades moderadas y sistemas más superficiales.

$$k_a = 5.32 \frac{U^{0.67}}{H^{1.85}} \quad (17)$$

Tabla 75. Variación de velocidades y profundidades usadas en las ecuaciones de re aireación.

Parámetros	O'Connor-Dobbins	Churchill	Owens and Gibbs
Profundidad (m)	0.3 – 9.9	0.61 – 3.35	0.12 – 0.73
Velocidad (m/s)	0.15 – 0.49	0.55 – 1.52	0.03 – 0.55

La cuantificación de los valores de los parámetros del modelo se realiza durante una calibración a priori, usando los valores de literatura (teórica y experimental), que corresponden con la situación específica del sistema en estudio.

La estimación de la constante cinética de primer orden para el consumo de oxígeno por acción metabólica k_d , se realiza a partir de la tendencia expresada por Hydrosience, 1971 a 20°C (Chapra, 1997):

$$k_d = 0.3 \left(\frac{H}{8} \right)^{-0.434} \quad (18)$$

$$k_s = \frac{V_s}{H} \quad (19)$$

➤ EFECTO DE LA TEMPERATURA

Mediante un balance de calor para la temperatura de mezcla, se obtiene la temperatura mezcla del río.

$$T = \frac{(Q_{rio} + T^{\circ}_{rio}) + (Q_{fp} + T^{\circ}_{fp})}{(Q_{rio} + Q_{fp})} \quad (20)$$

Concentración de saturación de oxígeno disuelto en el río

La concentración de saturación de oxígeno, se determina mediante un modelo analítico, en función de la temperatura media del agua y la altura sobre el nivel del mar, obtenido por un polinomio de segundo orden (Chapra, 1996). Sin embargo, para comprobar se usan otras metodologías como la Ley de Henry o el uso de una tabla que presente la concentración de OD en función de la temperatura, la salinidad y de la presión barométrica (Metcalf, 1995).

Modelo Analítico (Chapra, 1996):

$$\ln Ods = \left(-139.34411 + 10^5 \left(\frac{1.575701}{T_a} - \frac{664.2308}{T_a^2} + \frac{124380.}{T_a^3} - \frac{8621949}{T_a^4} \right) \right) \times (1 - .01148 \times elev) \quad (21)$$

$$T_a = T_{rio} + 273.15 \quad (22)$$

➤ **CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTUO (OD) EN EL RÍO A X (M) AGUAS ABAJO DE LA DESCARGA.**

Se estima a partir de la diferencia entre la concentración de saturación del OD y el déficit de OD.

$$OD_f = O_{ds} - D \quad (23)$$

➤ **Distancia crítica y déficit crítico, donde se constata el OD mín.**

A determinada distancia del punto de vertido, las aportaciones debidas a la reaireación igualan el consumo de DBO, y se alcanza el máximo valor del déficit de OD. Aguas abajo de este punto, las aportaciones son superiores al consumo, lo cual hace que se reduzca el déficit de OD. El punto correspondiente al máximo déficit de OD se obtiene diferenciando la ecuación 11, respecto al tiempo de recorrido e igualando la derivada a cero. Este proceso permite obtener (Metcalf, 1995):

$$t_c = \frac{1}{k_a - k_r} \ln \left\{ \frac{k_a}{k_r} \left[1 - \frac{D_o(k_a - k_r)}{k_d DBO_0} \right] \right\} \quad (24)$$

$$X_c = U \times t_c \quad (25)$$

$$D_c = \frac{k_d DBO_0}{k_d} \left\{ \frac{k_a}{k_r} \left[1 - \frac{D_o(k_a - k_r)}{k_d DBO_0} \right] \right\}^{-\frac{k_r}{k_a - k_r}} \quad (26)$$

Tabla 76. Parámetros, unidades y significados de las ecuaciones para la modelación.

Parámetro	Unidades	Significado
D _o	mg/L	Déficit inicial de OD
O _{ds}	mg/L	Saturación de OD
O	mg/L	OD aguas arriba de la descarga
DBO	mg/L	Decaimiento de la DBO

DBO _o	mg/L	DBO de la mezcla para el tramo
K _a	d ⁻¹	Constante para la transferencia de oxígeno desde el aire
K _d	d ⁻¹	Constante para el consumo de oxígeno por acción metabólica
K _r	d ⁻¹	Constante de remoción total de la materia orgánica
U	m/s	Velocidad media del río
X	m	Distancia desde el punto de descarga, en dirección aguas abajo
H	m	Profundidad del río
O _{df}	mg/L	Déficit de OD aguas abajo
T	°C	Temperatura de mezcla
T _a	°K	Temperatura absoluta
Q _{rio}	L/s	Caudal del río
Q _{fp}	L/s	Caudal de la fuente puntual
T ^o rio	°C	Temperatura del río
T ^o fp	°C	Temperatura de la fuente puntual
t _c	día	Tiempo crítico
D _c	mg/L	Déficit crítico de Oxígeno Disuelto
X _c	m	Distancia crítica

➤ NIVELES DE MODELACIÓN

En el proceso de modelación, se establecen una serie de niveles en cuanto a los datos de entrada. Estos niveles pueden distinguirse a medida que se recorren las hojas de cálculo. Los niveles de información requeridos por el modelo facilitarán la calibración del modelo, que consiste en el ajuste o variación de los parámetros (tasas, constantes de reacción, coeficientes, etc.) dados por el modelo, hasta que pueda conseguirse una representación aproximada de las condiciones reales, tanto hidráulicas como de calidad del agua en la corriente.

La movilización de materia orgánica en corrientes superficiales, a partir de fuentes puntuales y difusas, depende de variables morfométricas, Hidrometeorológicas y fisicoquímicas. El impacto de los vertimientos orgánicos se puede evaluar y predecir a través del modelo de Streeter&Phelps, basado en la ley de conservación de la materia y el balance de masa.

De acuerdo a la metodología de modelación, a continuación, se presenta la planificación de las campañas para la toma y recolección de datos en campo (tanto hidráulicos como de calidad del agua), buscando obtener la mayor cantidad de información relacionada con las condiciones actuales del río Guatapurí, que dicha información sea confiable para facilitar el proceso de simulación.

Campañas de Reconocimiento, Aforo y Toma de Muestras.

Se propuso como metodología para la obtención del modelo predictivo de calidad del agua, el siguiente conjunto de actividades formuladas por Camacho y Díaz-Granados (2003).

- Recopilación de información hidráulica y de planos topográficos
- Inspecciones de campo y definición de sitios de monitoreo
- Implementación de un modelo de tiempos de viaje para la programación de la toma de muestras
- Acuerdos con el laboratorio y definición de protocolos de muestreo
- Campañas de medición de parámetros de campo y toma de muestras
- Análisis de laboratorio y análisis de resultados de calidad del agua
- Implementación y calibración del modelo,
- Análisis de simulaciones y escenarios de calidad del agua.

Metodología de monitoreo

Según el protocolo de toma y preservación de muestras formulado por APHA & AWWA (2012), se realizó un muestreo fisicoquímico y microbiológico de tipo puntual en las aguas del Río Guatapurí.

Fueron evaluados *in situ* los parámetros de pH, temperatura y caudal, las muestras fueron debidamente rotuladas, identificadas, preservadas, transportadas y entregadas en el Laboratorio Ambiental NANCY FLOREZ GARCIA.

Para la medición del caudal en el caso del Río Guatapurí fue realizada por sección y velocidad.

Aforo por sección velocidad: Este procedimiento sigue el manual de operación del equipo. Se levanta la topografía, secciones, franjas, profundidades, para determinar el área afectada y posterior mete realizar la medición de velocidad de cada sección, en este caso el correntómetro global Water funciona a profundidades de 0,4 y 0,6. m/s

Los aforos de los caudales se realizarán por el método de correntómetro teniendo en cuenta las características de las corrientes a caracterizar, el método del correntómetro consiste en que la velocidad de la corriente se estima mediante un correntómetro o molinete, el cual tiene una hélice que gira de acuerdo a la velocidad de la corriente. La ecuación general de un molinete:

$$V = an + b$$

Dónde:

V: velocidad de la corriente (m/s)

n: número de revoluciones de la hélice en la unidad de tiempo (rad /s)

a: constante de paso hidráulico, obtenida experimentalmente en ensayos de arrastre (m)

b: constante que considera la inercia y la mínima velocidad para que la hélice se mueva (m/s).

Para determinar el caudal en una corriente se usa el concepto:

$$Q = V_m A$$

Dónde:

Q: Caudal

V_m : Velocidad media de la sección

A: Área de la sección

Para determinar el área de la sección transversal se debe medir el ancho de la sección del río con cintas métricas o equipos de topografía y las profundidades cada metro a lo largo de la sección, o por lo menos que por cada subdivisión pase el 10 % de caudal total. Las

profundidades se deben medir con ayuda de varillas, ecosondas u otros elementos. El caudal total que pasa por la sección se obtiene como la suma de los caudales parciales.

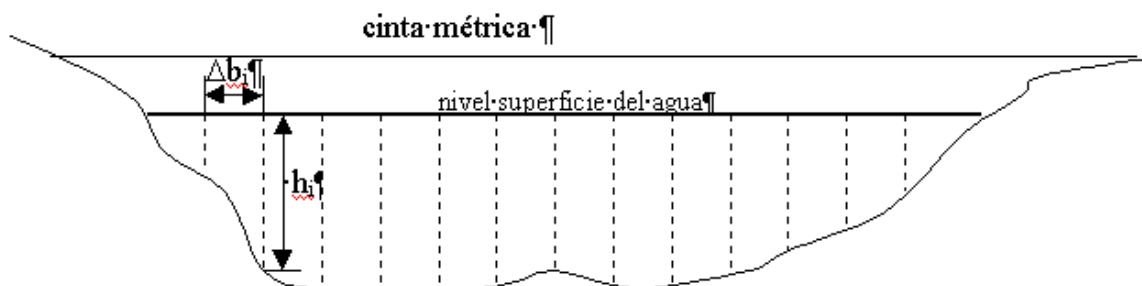


Gráfico 184. Medición de caudal por área sección transversal

En la técnica de aforo con molinete o correntómetro, la medición de la velocidad media se debe encontrar en puntos representativos de la sección.

La velocidad media se mide en la vertical de aforo y se hace un promedio de la velocidad en dos verticales consecutivas para obtener la velocidad media de una sub área y en las secciones extremas se toma la velocidad igual a 2/3 de la velocidad de la vertical de aforo correspondiente.

La medición de la velocidad media en cada vertical se debe medir utilizando el Método 0.4 - 0.6, consiste en medir la velocidad a 0.4 y 0.6 de profundidad a partir de la superficie, siendo V_m el promedio de ambas velocidades.

En la Ilustración se presenta el perfil de velocidad en una sección del área transversal.

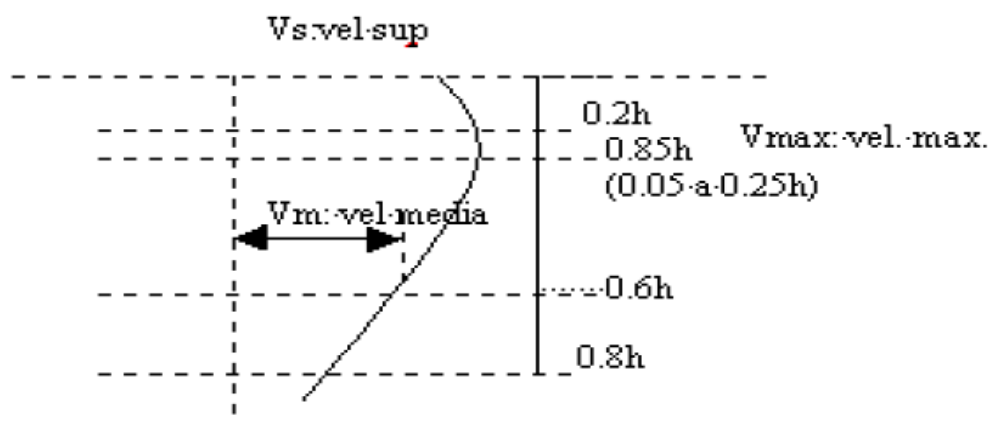


Gráfico 185. Perfil de velocidad

ESCENARIO DE MODELACIÓN. RIO GUATAPURI PTAP VALLEDUPAR

Para establecer los escenarios futuros de calidad del agua del Rio Guatapurí, es prudente definir el indicador más acertado que permita no solo la comparación de la situación actual con respecto a la que se pueda predecir, como también que conjugue los usos actuales que se le da al cuerpo de agua y su relación con la descarga de aguas residuales.

Se analizó el escenario más crítico para el vertimiento de la PTAP de Valledupar y así evaluar el impacto que este produciría sobre la calidad actual del Rio Guatapurí en épocas mínimo caudal. Con los siguientes datos:

- Para las concentraciones del parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno se tomó como referencia las caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas realizadas por realizada por EMDUPAR S.A E.S. P, a través del laboratorio acreditado Nancy Flórez García.
- La concentración de Oxígeno Disuelto deseada se tomó como referencia la proferida por corpecesar en los objetivos de calidad dispuesto en la resolución 1418 de 2018, en el tramo 20 Rio Guatapurí (6-9 mg/L).
- La profundidad promedio del rio Guatapurí de la toma de cauda realizada por EMDUPAR S.A E.S. P, a través del laboratorio acreditado Nancy Flórez García 0.89 m

➤ DATOS MODELADOS

Tabla 77. Datos de modelación para el efluente

Datos del Efluente		
Qefluente	0,3	m ³ /s
Qefluente	1080	m ³ /h
DBOe 5	19	mg/l
DBOe ultima	21	mg/l
ODe	7	mg/l

Tabla 78. Datos de modelación para el río

Datos del río		
Prof. Média	0,89	m
DBO5	2	mg/l
DBOultima	2	mg/l
ODmont	6,71	mg/l
Temperatura	28	°C
Temperatura	301,15	K
Salinidad	0,02	g/l
In Csat(T)	2,06	
In Csat(S)	2,05	
Csaturação	7,80	mg/l
Meta OD	6	mg/l
kr t=20	0,46	/dia
ka t=20	3,74	/dia
kr T	0,73	/dia
ka T	5,12	/dia
Teta DBO (ka)	1,06	
Teta Reaeracao (kr)	1,04	

Ecuaciones utilizadas:

$$L_0 = \frac{y_t}{(1 - e^{-k_r t})}$$

$$k_a = 3,93 \frac{U^{0,5}}{H^{1,5}}$$

$$k(T_2) = k(T_1) \theta^{\Delta T}$$

SECCIONES E INTERPRETACIÓN:

Tabla 79. Secciones

Sección	Tiempo t	Distancia	Déficit D	OD
	(Días)	(km)	(mg/l)	(mg/l)
0	0	0,0	0,0	6,7
1	0,46	25,3	0,3	6,4
2	0,92	50,7	0,3	6,5
3	1,38	76,0	0,2	6,5
4	1,84	101,4	0,1	6,6
5	2,3	126,7	0,1	6,6
6	2,76	152,1	0,1	6,6
7	3,22	177,4	0,0	6,7
8	3,68	202,8	0,0	6,7
9	4,14	228,1	0,0	6,7
10	4,6	253,5	0,0	6,7
11	5,06	278,8	0,0	6,7
12	5,52	304,2	0,0	6,7
13	5,98	329,5	0,0	6,7
14	6,44	354,9	0,0	6,7
15	6,9	380,2	0,0	6,7
16	7,36	405,6	0,0	6,7
17	7,82	430,9	0,0	6,7
18	8,28	456,3	0,0	6,7
19	8,74	481,6	0,0	6,7
20	9,2	507,0	0,0	6,7
21	9,66	532,3	0,0	6,7



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 2020 – 2029.

Sección	Tiempo t	Distancia	Déficit D	OD
	(Dias)	(km)	(mg/l)	(mg/l)

Max	0,3	6,4
-----	-----	-----

Zona de Degradación	
Zona de descomposición Activa	
Zona de Recuperación.	

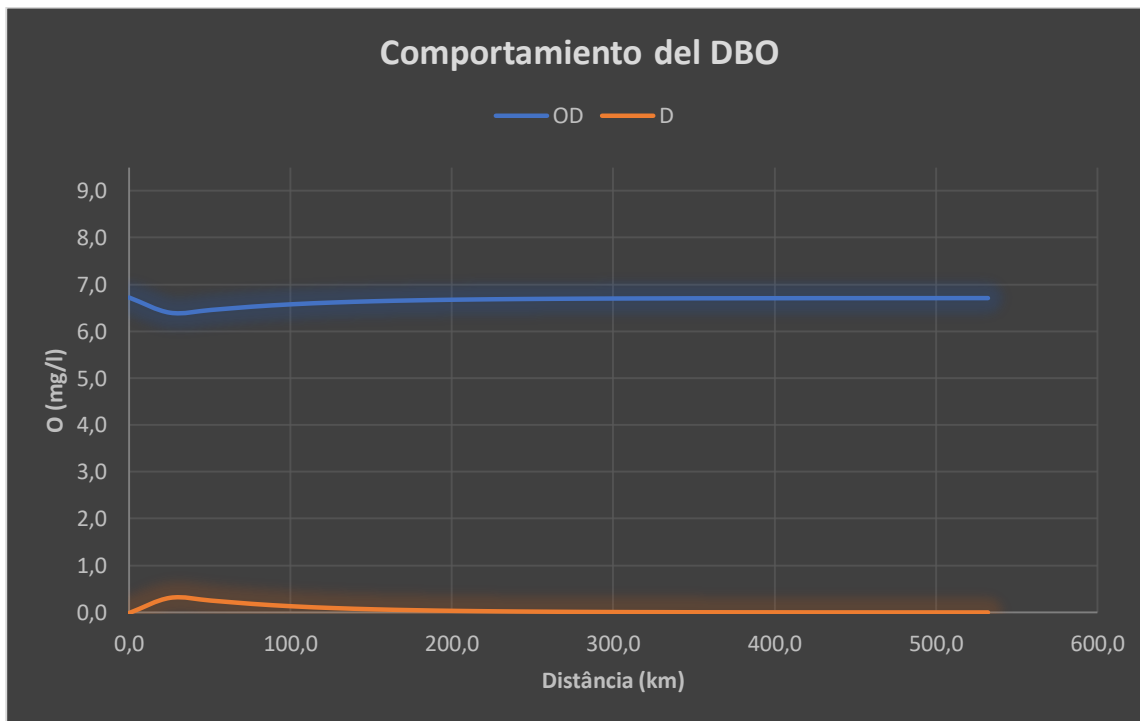


Gráfico 186. Déficit de oxígeno disuelto

Se han considerado constantes los parámetros morfológicos e hidrodinámicos de los cuerpos de agua receptores (Rio Guatapurí). Con ayuda del modelo se valoró la influencia en el OD de las descargas puntuales y dispersas que los cuerpos de agua recibirán en la sección estudiada. Así mismo se determinó la influencia del caudal base y del OD de los cuerpos de agua arriba de la sección modelada. Quedó establecido que resulta esencial garantizar la calidad aguas abajo de la zona a modelar.

- El Río Guatapurí en el sector denominado Estación 2. en el estudio. al atravesar zonas pobladas y recibir el aporte de las aguas producto de la purga de los filtros de la PTAP de la ciudad de Valledupar en el Departamento del Cesar, se encuentra en buenas condiciones a pesar de recibir la descarga intermitente del lavado de filtros sin embargo podemos ver una declinación del Oxígeno disuelto entre las distancias del punto de mezcla y la sección uno (1) y (2), con un aumento considerable en la sección (3).
- En general este sector del tramo indica buena autodepuración del Rio Guatapurí sin embargo es de anotar que las condiciones microbiológicas del rio en este sector no son las mejores. Superando el uso establecido para contacto primario y secundario, como se indicó en el modelo estadístico anteriormente

16. PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES

16.1. Proyección demográfica cabecera municipal de Valledupar

El cálculo población general de la Cabecera urbana del municipio de Valledupar, se realizó teniendo en cuenta las proyecciones realizadas por el DANE 2018, con el fin de cumplir con lo establecido en el ras y brindarles confiabilidad a los datos. Con un crecimiento poblacional del (2. 5%).para la cabecera urbana como se muestra a continuación:

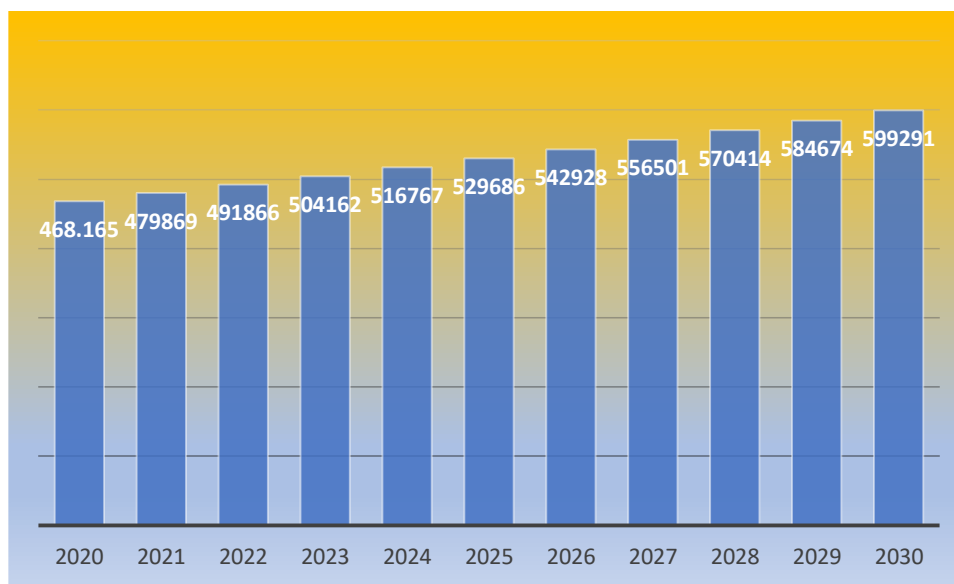


Gráfico 187. CRECIMIENTO POBLACIONAL CABECERA URBANA DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR

De acuerdo con el diagnóstico realizado y al método de población escogido se proyectaron las cargas contaminantes en forma anual para los parámetros Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) generada, recolectada, transportada, tratada y vertida, para el horizonte de planificación de corto, mediano y largo plazo. El corto plazo es el tiempo que va desde la fecha de aprobación del PSMV hasta el segundo año; el mediano plazo va desde el segundo hasta el quinto año; y el largo plazo se refiere al tiempo desde el quinto año hasta el décimo año, lo que corresponde a dos quinquenios de metas de carga contaminante corporativo.

La proyección de cargas contaminantes se articuló con las metas de carga contaminante vigente acuerdo 002 de 2018, CORPOCESAR, de manera que se garantice el cumplimiento



de las metas globales de carga contaminante y objetivos de calidad definidos para el tramo o cuerpo de agua correspondiente.

16.2. Proyecciones de cargas recolectadas, transportadas, tratadas y vertidas.

El Reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico (Ras) establece que para la estimación de la proyección de la población se deben tener en cuenta los datos establecidos para la población por el DANE, tanto para la definición del nivel de complejidad del sistema como para la proyección de la población. Según sea el nivel de complejidad se establecen diferentes métodos de cálculos.

Tabla 80. Complejidad vs capacidad económica

Nivel de Complejidad	Población en la zona urbana (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 600000	Media
Alto	600000	Alta

Fuente: RAS 2000.

PROYECCIÓN DE APOORTE PER CÁPITA.

1. Las proyecciones se realizaron para los parámetros que son de interés para el cobro de la tasa retributiva, estas se pueden realizar tomando como base las tablas de cargas per cápita del RAS, Resolución 0330 de 2017, artículo 169, parágrafo 2.

Tabla 81. Valor sugerido según parámetro

Parámetro	Intervalo	Valor sugerido
DBO 5 días, 20°C, g/hab/día	25 - 80	50
Sólidos en suspensión, g/hab/día	30 - 100	50
NH3-N como N, g/hab/día	7.4 – 11	8.4
N Kjeldahl total como N, g/hab/día	9.3 - 13.7	12.0
Coliformes totales, #/hab/día	2×10^8 - 2×10^{11}	2×10^{11}

2. El aporte per cápita también se determinó a partir de datos históricos de las caracterizaciones realizadas tres años antes de la formulación del PSMV, aplicando el siguiente método.
3. Se calculó el caudal a partir de las proyecciones de población, con la dotación neta

máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar establecido en el artículo 43 de la Resolución 0330 de 2017 que adopta el reglamento técnico para el sector agua potable y saneamiento.

Tabla 82. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta máxima (L/HAB*DÍA)
> 2000 m s. n. m.	120
1000 – 2000 m s. n. m.	130
< 1000 m s. n. m.	140

Ecuación 1:

$$Q \text{ LS} = Pf (\text{Hab.}) \times \text{Dotación} (\text{L}(\text{hab-día})) \times 1 \text{ día} / 86400 \text{ seg}$$

Pf: Población (habitantes) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población, para el año en que se va a calcular la carga.

Calcular la carga contaminante con el caudal calculado con la ecuación 2 y las concentraciones de DBO₅ y SST de las caracterizaciones históricas.

Ecuación 2:

$$CC \text{ DBO o SST Kg /día} = Q (\text{L/s}) \times \text{DBO o SST (mg/l)} \times 86.400 \text{ S/día L/S} \times 1 \text{ Kg } 10^6 \text{ mg}$$

***CÁLCULO DEL APORTE PER CÁPITA, SE OBTIENE DIVIDIENDO LA CARGA CONTAMINANTE POR LA POBLACIÓN (PF).**

Tabla 83. Cálculo proyecciones de carga

PROYECCIONES DE CARGA		
Método 1 cálculo de cargas a partir de proyecciones de población, dotación per cápita		
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN (MÉTODO ARITMÉTICO)		
	Año Censos	Valor
Población (habitantes) último año censado con información (Tuc) y (Puc)	2018	468.165

Población proyectada:		
	Año al cual se quiere proyectar (Tf)	Pf
2 años	2022	491.866
5 años	2025	529.686
10 años	2030	599.291
Proyección de cargas		
Altura sobre el nivel del mar del Municipio	1.200	
Dotación (L/hab-día)	140	Caudal (L/s)
Coeficiente de retorno	85%	
2 años	2022	677,45
5 años	2025	729,54
10 años	2030	825,41
Promedio concentraciones últimas caracterizaciones de vertimientos		
DBO	mg/L	62
SST	mg/L	50
Proyecciones de la Carga Contaminante por Vertimiento a Corto Plazo*		
		Kg /año
	DBO₅	1.302.221
	SST	1.053.577
Proyecciones de la Carga Contaminante por Vertimiento a Mediano Plazo**		
		Kg /año
	DBO₅	1.402.349
	SST	1.134.587
Proyecciones de la Carga Contaminante por Vertimiento a Largo Plazo***		
		Kg /año
	DBO₅	1.586.630
	SST	1.283.681
Método 2 Proyección de cargas a partir de Aportes per-cápita calculados a partir de históricos		
Promedio caudales últimas caracterizaciones de vertimientos (L/s)		1.200,0
Población año actual (habitantes)		468.165
Promedio concentraciones últimas caracterizaciones de vertimientos		
DBO	mg/L	50
SST	mg/L	60



**ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.**

Cargas	Kg /día	Aporte per- cápita (Kg/hab- día)
DBO ₅	5.184	0,011
SST	6.221	0,013
Proyecciones de la Carga Contaminante por Vertimiento a Corto Plazo*		
		Kg /año
	DBO₅	1.960.718
	SST	2.352.862
Proyecciones de la Carga Contaminante por Vertimiento a Mediano Plazo**		
		Kg /año
	DBO₅	2.111.479
	SST	2.533.775
Proyecciones de la Carga Contaminante por Vertimiento a Largo Plazo***		
		Kg /año
	DBO₅	2.388.945
	SST	2.866.734
Número de vertimientos puntuales que se reducirán al corto plazo		
Número de vertimientos puntuales que se reducirán al mediano plazo		
Número de vertimientos puntuales que se reducirán al largo plazo		
Fecha de construcción y operación del o los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales requeridos		



ACTUALIZACIÓN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO
DE VERTIMIENTOS PSMV – CABECERA URBANA
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
2020 – 2029.

CARGA CONTAMINANTE PROYECTADAS PARA EL TRAMO 11 RIO CESAR
STAR EL SALGUERO EMDUPAR S.A E.S. P

Tabla 84. Proyección de carga contaminante tramo 11 rio Cesar

PROYECCIÓN DE CARGA EN (KG/AÑO)										
CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)						CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
AÑO	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
0	2276812,80	2231276,54	2231276,54	2276812,80	2231276,54	1940889,60	1902071,81	1902071,81	1940889,60	1902071,81
1	2203273,61	2159208,14	2159208,14	2137175,40	2159208,14	1912896,00	1874638,08	1874638,08	1855509,12	1874638,08
2	2050911,45	2009893,22	2009893,22	1989384,10	2009893,22	1874446,79	1836957,85	1836957,85	1818213,39	1836957,85
3	2070028,45	2028627,88	2028627,88	2007927,60	2028627,88	1816801,67	1780465,64	1780465,64	1762297,62	1780465,64
4	2156798,82	2113662,84	2113662,84	2092094,85	2113662,84	1862221,71	1824977,28	1824977,28	1806355,06	1824977,28
5	2210718,79	2166504,41	2166504,41	2144397,22	2166504,41	1908777,25	1870601,71	1870601,71	1851513,94	1870601,71
6	2265986,76	2220667,02	2220667,02	2198007,16	2220667,02	1956496,69	1917366,75	1917366,75	1897801,78	1917366,75
7	2322636,43	2322636,43	2322636,43	2252957,33	2322636,43	2005409,10	2005409,10	2005409,10	1945246,83	2005409,10
8	2380702,34	2380702,34	2380702,34	2309281,27	2380702,34	2055544,33	2055544,33	2055544,33	1993878,00	2055544,33
9	2440219,90	2440219,90	2440219,90	2367013,30	2440219,90	2106932,94	2106932,94	2106932,94	2043724,95	2106932,94

CONCLUSIONES: Las proyecciones de cargas contaminantes vertidas de la cabecera urbana del municipio de Valledupar se encuentran ajustadas al acuerdo de metas de cargas contaminantes 002 de CORPOCESAR. Como a continuación se detalla:

1. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5. Se estima una reducción de cargas del 9.9 % a corto Plazo (optimización del sistema), 6.7 % a mediano plazo (limpieza y mantenimiento) y un 5.06 % a Largo Plazo (limpieza y mantenimiento) con respecto a la línea base.
2. Sólidos Suspendidos Totales SST se estima una reducción de cargas del 3.4 % a corto Plazo, Plazo (optimización del sistema), 5.0 % a mediano plazo (limpieza y mantenimiento) y un 5.0 % a Largo Plazo (limpieza y mantenimiento) con respecto a la línea base.



CARGA CONTAMINANTE PROYECTADAS PARA EL TRAMO 20 RIO GUATAPURI

PTAP EMDUPAR S.A E.S. P

Tabla 85. Proyección de carga contaminante tramo 20 rio Guatapuri

PROYECCIÓN DE CARGA EN (KG/AÑO)										
CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)						CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
AÑO	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
0	24001,40	23521,37	23521,37	24001,40	23521,37	13299,14	13033,15	13033,15	13299,14	13033,15
1	22020,30	21579,90	21579,90	21359,69	21579,90	12099,07	11857,09	11857,09	11736,10	11857,09
2	20007,82	19607,67	19607,67	19407,59	19607,67	11202,73	10978,67	10978,67	10866,65	10978,67
3	18770,77	18395,35	18395,35	18207,65	18395,35	10211,64	10007,41	10007,41	9905,29	10007,41
4	19978,37	19578,80	19578,80	19379,02	19578,80	10466,93	10257,59	10257,59	10152,92	10257,59
5	20477,83	20068,27	20068,27	19863,49	20068,27	10728,60	10514,03	10514,03	10406,74	10514,03
6	20989,78	20569,98	20569,98	20360,08	20569,98	10996,82	10776,88	10776,88	10666,91	10776,88
7	21514,52	21514,52	21514,52	20869,08	21514,52	11271,74	11271,74	11271,74	10933,59	11271,74
8	22052,38	22052,38	22052,38	21390,81	22052,38	11553,53	11553,53	11553,53	11206,93	11553,53
9	22603,69	22603,69	22603,69	21925,58	22603,69	11842,37	11842,37	11842,37	11487,10	11842,37

CONCLUSIONES: Las proyecciones de cargas contaminantes vertidas por la PTAP del municipio de Valledupar se encuentran ajustadas al acuerdo de metas de cargas contaminantes 002 de CORPOCESAR. Como a continuación se detalla:

1. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5. Se estima una reducción de cargas del 16 % a corto Plazo 9 % a mediano plazo y un 5.0 % a Largo Plazo, con respecto a la línea base.
2. Solidos Suspendidos Totales SST se estima una reducción de cargas del 15 % a corto Plazo, Plazo, 5.0 % a mediano plazo y un 5.0 % a Largo, con respecto a la línea base.



ANÁLISIS MULTICAUSAL

Tabla 86. Análisis Multicausal

MULTI CAUSAS	ESCENARIO SITUACIONAL		MULTI EFECTOS/ CONSECUENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> - Altos picos de DBO5 - Algunos sectores Baja concentración de oxígeno disuelto (las Pitillas) - Influencia de las actividades antrópicas. (vertimientos puntuales Alca, sanitario y actividades agropecuarias, y condiciones bio-físicas del área) - Altas concentraciones de coliformes (influencia directa de los vertimientos) 	<p>CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL TRAMO 11 RIO CESAR</p> <hr/> <p>Influencia del vertimiento de la cabecera municipal de La Paz y Valledupar</p>	<p>Contaminación biológica en la zona de influencia de la laguna de La Paz y Valledupar y todo el tramo 11 del rio cesar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Déficit de oxígeno - No se evidencia comportamiento estable del parámetro SST en el tramo - Deterioro de las comunidades acuáticas de servicios ambientales del ecosistema. - Se sobrepasan los valores máximos exigidos para los Usos agrícolas, pecuarios, estéticos de contacto primario. secundario y agrícola, establecidos en el decreto 1076 de 2015.
<ul style="list-style-type: none"> - Altas concentraciones de coliformes Totales y fecales 	<p>CALIDAD DE AGUA TRAMO 20 RIO GUATAPURI</p>	<p>Alta Contaminación ambiental (orgánica y de material fecal) Los valores de la concentración de los contaminantes son superiores a la estimadas en la normatividad ambiental vigente Decreto 1076 de 2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Microorganismos sobrepasan los valores máximos exigidos (Usos agrícolas, pecuarios, estéticos de contacto primario, doméstico, y naturales par conservación biótica) - Incumplimiento decreto 1076 de 2015. - Alta morbilidad (enfermedades gastrointestinales)



17. PROSPECTIVAS

17.1. OBJETIVOS Y METAS GENERALES DEL PSMV

Garantizar condiciones que permitan la optimización del servicio de alcantarillado y el manejo de las aguas residuales domésticas generadas en el casco urbano municipal. Disminuyendo así el número de vertimientos puntuales y el cumplimiento con la normatividad legal, mejorando la calidad de vida de los habitantes y reduciendo el impacto ambiental producido por los vertimientos líquidos que tienen como destino final Río Cesar y el Río Guatapurí.

En la formulación del PSMV, de la cabecera municipal de Valledupar, se retoman datos obtenidos en el diagnóstico anterior y se definen criterios para la toma de decisiones; como se describió anteriormente en las características en composición y en cantidad del agua residual generada, varían; lo que exige que para caracterizar los vertimientos sea necesario realizar programas intensivos de aforos de caudal y muestreos de los efluentes finales del sistema de alcantarillado. El Reglamento de Agua Potable y Saneamiento, (RAS), expedido por el Ministerio de Desarrollo, plantea en el título E, los procedimientos necesarios para determinar los caudales y las concentraciones de los compuestos de interés sanitario y ambiental de los vertimientos.

17.2. META GENERAL PSMV

Realizar el manejo integral del 100% de las aguas residuales generadas en la cabecera urbana del municipio de Valledupar, mediante la implementación de la Actualización **Plan De Saneamiento Y Manejo de Vertimientos**, el cual con sus programas y proyectos involucre a toda la comunidad como generadora de los vertimientos y garantice la eficiencia de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado y manejo de aguas residuales, a corto, mediano y largo plazo; garantizando que en los siguientes diez años este completamente desarrollado.

17.3. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DE INVERSIÓN POR CADA AÑO DEL PSMV:

El cronograma, permitirá realizar un seguimiento sobre los programas, proyectos y actividades que se elaborarán en desarrollo del plan de saneamiento y manejo de



vertimientos, mediante este. Así mismo, CORPOCESAR podrá evaluar el cumplimiento de lo propuesto en los PSMV.

Programas. conjunto organizado de proyectos o servicios, orientado a la ejecución del PSMV. Se diferencia del proyecto por su mayor complejidad, alcance y diversidad. Los programas en los cuales se enmarcaron los cronogramas a formular o modificar en el PSMV de la cabecera urbana de Valledupar son los siguientes.

- ✍ Fortalecimiento Institucional
- ✍ Operación, reposición y mantenimiento de redes
- ✍ Aumento de la cobertura
- ✍ Eliminación de puntos de vertimiento
- ✍ Reducción de la carga contaminante
- ✍ Seguimiento a la reducción de la carga contaminante.

Proyectos: Se define como un propósito planificado, consistente en una serie de actividades interrelacionadas y coordinadas, asignadas a instancias específicas con el fin de alcanzar un objetivo concreto, dentro de los límites de un presupuesto y un tiempo finito.

17.4. PROSPECTIVAS.

El componente prospectivo del PSMV, se planifica siguiendo la metodología de Marco Lógico de Intervención de las problemáticas descritas, para alcanzar la viabilidad y sostenibilidad de la prospectiva planteada; con el fin de lograr los propósitos y/o fines del plan, consistente en la reducción gradual de las cargas contaminantes, según las disposiciones de Corpopesar.

Lo anterior con fundamento en la teoría alemana de Planificación de Proyectos orientada a Objetivos (ZOPP es la sigla de la denominación alemana "Ziel Orientierte Projekt Planung"). Es decir, los objetivos son las guías del estudio y constituyen la proyección al futuro de una situación que los afectados consideran deseable. Por lo tanto, deben considerarse las siguientes condiciones:

- Realistas: se pueden alcanzar con los recursos disponibles.
- Eficaces: no sólo responde a problemas presentes sino al tiempo futuro en que se ubica el objetivo.
- Coherentes: el cumplimiento de un objetivo no imposibilita el cumplimiento de otro.
- Cuantificables: Son susceptibles de medición en el tiempo.

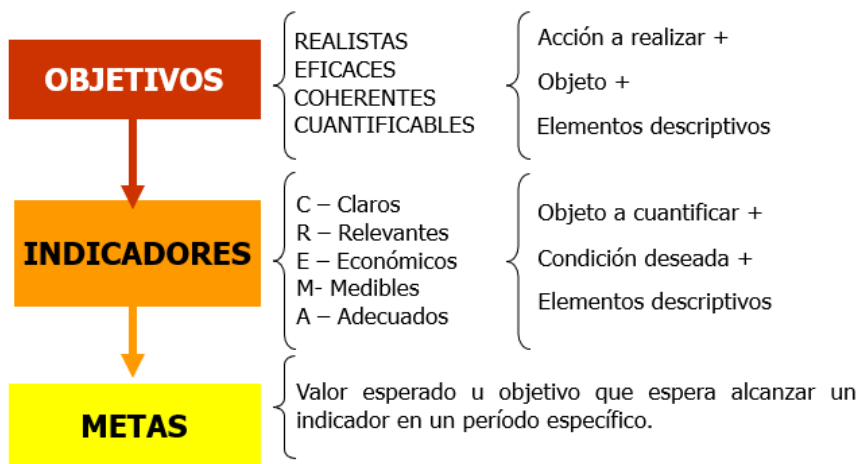


Gráfico 188. Planificación de proyectos

OBJETIVOS

Objetivo General:

Mejorar el manejo de los vertimientos y gestión del saneamiento, de manera integral, en la cabecera urbana del municipio de Valledupar; a través de la actualización del PSMV, con el fin de mejorar las condiciones ambientales y sanitarias de los cuerpos de agua receptores, y disminuir los riesgos asociados a la sustentabilidad del desarrollo en el territorio.

Objetivos Específicos:

1. Disminuir la contaminación biológica en las áreas de influencias de los vertimientos, a través del Mejoramiento físico y funcional del sistema de manejo de las aguas residuales.
2. Evitar la contaminación biológica de las fuentes receptora (Rio Cesar y Rio Guatapuri) en el área de influencia del vertimiento planificado dentro del manejo de las aguas residuales.
3. Mejorar las condiciones de capacidad administrativas y de gestión para para soportar la eficacia de las metas propuestas en el horizonte del Plan, con el fin de lograr la eficiencia en los tratamientos y la efectividad gradual de la apuesta progresiva de reducción de cargas contaminantes.

18. PROGRAMAS Y ACTIVIDADES.

Tabla 87. Programas y actividades

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Programa 1: INFRAESTRUCTURA SANITARIA.	Proyecto 1.1: Optimización del sistema de tratamiento EL SALGUERO.	Actividad 1.1.1: mantenimiento y limpieza a las lagunas del STAR.	548.000.000 Anual	No de mantenimientos periódicos/año	24	24	24
		Actividad 1.1.2: Retiro de lodos a los desarenadores con una frecuencia mínima de 2 veces por mes.		(avance porcentual) del STAR optimizado	60%	40%	0%
		Actividad 1.1.3: adecuación del lecho de secado de lodos.		No de mantenimientos periódicos/año	24	24	24
		Actividad 1.1.4: mantenimiento rutinario y periódico del sistema.					
	Proyecto 1.2: Señalización STAR	Actividad 1.2.1: señalización del sistema lagunar (instalación de valla en la entrada al STAR).	50.000.000 Total proyecto	avance porcentual	100%		
		Actividad 1.2.2: Gestión de recursos.					
		Actividad 1.2.3: Señalización de los módulos que componen las II fases del STAR.					
	Proyecto 1.3: Sostenibilidad operativa del STAR.	Actividad 1.3.1: Planificación gestión y ejecución del Mantenimiento general del STAR.	12.000.000 Anual	No de mantenimientos periódicos/año	2	2	2

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
		Actividad 1.3.2: Programación y ejecución de la inversión.	10.000.000 Anual				

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Programa 2: OPTIMIZACIÓN RED SANITARIA	Proyecto 2.1: Mantenimiento y limpieza de la Red y sus elementos	Actividad 2.1.1: limpieza periódica de red primaria y emisarios. (retiro de materiales y sondeos).	\$ 320.000.00 Anual	Avance del Plan de limpieza ejecutado/año	100%	100%	100%
		Actividad 2.1.2: Reparación de cañuelas, instalación de escalones y tapas, mantenimiento y limpieza de pozos y colectores.	\$ 540.000.000 Anual	avance porcentual	30%	40%	40%
		Actividad 2.1.3: Habilitar los pozos que se encuentran ocultos y/o sellados.	\$ 125.000.000 Anual	avance porcentual	30%	40%	40%
		Actividad 2.1.4: Cambio de los colectores en contrapendiente que causan dificultades	\$ 325.000.000 Anual	avance porcentual	30%	40%	40%

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
		hidráulicas importantes (red de recolección).					
		Actividad 2.1.5: Campañas educativas para el buen uso de las redes de alcantarillado sanitario.	\$ 40.000.000 Anual	No de campañas/año	2	2	2
	Proyecto 2.2: Disminución de las conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario	Actividad 2.2.1: Identificación y control de las conexiones erradas. (Inspección y seguimiento incluye sanciones)	100.000.000 Anual	Porcentaje de conexiones erradas eliminadas.	20%	40%	60%
		Actividad 2.2.2: Ejecución de acciones para eliminación de conexiones erradas (Instalación y reposición de tubería, y acometidas domiciliarias).	\$ 250.000.000 Anual	Porcentaje de conexiones erradas eliminadas.	20%	40%	60%
		Actividad 2.2.3: liderar campañas de concientización en las cuales se elimine este aporte pluvial a las redes sanitarias con el fin de extender la capacidad de los colectores que han sido concebidos como tipo sanitario.	\$ 25.000.000 Anual	No de campañas/año	2	2	2
		Proyecto 2.3: Gestión para la reposición y expansión de la red de Alcantarillado Sanitario.	Actividad 2.3.1: Gestión de recursos económicos y ejecución de la expansión de la red. Según capacidad y necesidad	\$2.200.000.00 Anual	Cobertura ampliada, según aumento de demanda.	30%	40%

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
		Actividad 2.3.2: Gestión y ejecución de la reposición de la red.	\$ 1.860.570.622 Anual	Longitud de red repuesta/km/año.	2	3	10

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Programa 3: MONITOREO FUENTE RECEPTORA RÍO CESAR.	Proyecto 3.1 Monitoreo y evaluación de la calidad de la fuente hídrica receptora y vertimiento del agua residual.	Actividad 3.1.1 Caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas aguas arriba y aguas abajo del vertimiento – río Cesar.	\$190.000.000 Anual	2 caracterizaciones y evaluación/semestral.	4	6	10
		Actividad 3.1.2 Caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas en la salida del STAR.					
		Actividad 3.1.3 análisis de resultados e implementación de alternativas, en caso de incumplimiento del plan gradual de descontaminación.					

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Programa 4: FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	Proyecto 4.1: Gestión e Implementación del Catastro de alcantarillado sanitario urbano	Actividad 4.1.1: implementar herramientas de georreferenciación con el fin de llevar un control más detallado de sus redes.	\$ 32.000.000 Anual	Catastro sistematizado, controlado y georreferenciado. avance porcentual	100%	100%	100%
		Actividad 4.1.2: Actualización y control del perímetro sanitario, de forma sistémica con el archivo de suscriptores del Acueducto.	\$ 125.000.000 Anual	100%	100%	100%	100%
	Proyecto 4.2: Planificación de costos operacionales y gestión de recursos para su financiamiento.	Actividad 4.2.1: Legalización de usuarios.	\$1.525.000.000 Total proyecto	Porcentaje de usuarios legalizados	20%	40%	40%
		Actividad 4.2.2: Gestión coordinada con el municipio para la actualización catastral.		Avance y gestión coordinada de catastro	40%	40%	20%
		Actividad 4.2.3: Estudio y actualización tarifaria de SPD.		Estudio tarifario ejecutado	0	1	0
		Actividad 4.2.4: Capacitación del personal técnico-operativo.		No de capacitaciones/año	2	2	2
		Actividad 4.2.5: Mejoramiento del sistema de		Porcentaje de recaudo aumentado	15%	20%	30%

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
		facturación y gestión comercial (recaudo, cartera, cobro)					
	Proyecto 4.3: Gestión para la re - organización empresarial en el marco del PME – programa de modernización empresarial,	Actividad 4.3.1: Estudio, y gestión para viabilizar el aumento del personal operativo del sistema sanitario.	\$75.000.000 anual	Estudio de viabilidad organizacional	1	1	1

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Programa 5: GESTION, PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL	Proyecto 5.1: Gestión en el ordenamiento territorial municipal asociado al saneamiento	Actividad 5.1.1: Gestión para la actualización e implementación efectiva del PUEAA. Actividad 5.1.2: Coordinación y gestión ante la administración municipal, la actualización del Plan maestro de Acueducto y Alcantarillado.		avance porcentual			

Programas	Proyectos	Actividades	Costos aprox. (\$)	Indicador de producto	Meta por Horizonte		
					Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
		Actividad 5.1.3: Gestión para la optimización de los elementos de la PTAP y uso eficiente del recurso hídrico. Actividad 5.1.4: Estudio para la gestión del ajuste del perímetro sanitario y su incorporación a la Actualización del POT para acotar la delimitación del perímetro urbano.	\$5.000.000.000 Total proyecto		50%	50%	

FUENTES DE FINANCIACIÓN.

Se incorporarán las fuentes de recursos financieros que apliquen, como pueden ser:

1. Aportes de la Nación por MAVDT
2. Aportes de la Gobernación sistema general de participaciones y Fondo Nacional de Regalías
3. Recursos de CORPOCESAR (Tasa Retributiva).
4. PPSALAC
5. Otras (Cooperación internacional, canje de deuda por inversión ambiental, exenciones tributarias, entre otros aportes).

De acuerdo a lo anterior las posibilidades de financiación de los recursos anuales requeridos, sería así:

Tabla 88. Posibilidades de Financiación para ejecución del PSMV.

2020 - 2022	2022 - 2025	2025 - 2030
NACION (MAVDT) GOBERNACION(SGP,FNR) CORPOCESAR PPSALAC OTRAS	NACION (MAVDT) GOBERNACION (SGP, FNR) CORPOCESAR PPSALAC OTRAS	NACION (MAVDT) GOBERNACION (SGP, FNR) CORPOCESAR PPSALAC OTRAS



19. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DE SEGUIMIENTO.

Los indicadores para el seguimiento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, están diseñados de manera que puedan ser verificables objetivamente, lo cual permite que cualquiera que realice el seguimiento pueda llegar al mismo resultado, siguiendo las instrucciones de medición de cada uno de los indicadores propuestos.

Cada indicador está diseñado con el fin de realizar la medición de los objetivos, así como el cumplimiento de los Programas, Proyectos y Actividades, en lo que tiene que ver con calidad, cantidad, tiempo, ámbito/lugar, el actor, beneficiario, grupo y meta.

En respuesta a lo anterior, se dividieron en cuatro las categorías de los indicadores, **estas son:**

Tabla 89. Indicadores de Seguimiento del PSMV

TIPO	¿QUÉ MIDE?	INDICADOR
BASICOS	Necesario para calcular los demás indicadores	- Carga Contaminante - Carga Unitaria -Volumen total de agua residual generada -Volumen total de agua residual colectada
IMPACTO	El grado de logro de la finalidad	-DBO5 Total -Potencial de asimilación de carga orgánica biodegradable en corrientes superficiales. - Déficit de Oxígeno Disuelto en corrientes superficiales -Carga Orgánica Total de SST y DBO5 (Kg/año) -Índice de Calidad del Agua
EFECTO	El logro del objetivo de calidad	-Reducción de carga contaminante de origen Domestico vertida al cuerpo de agua receptor
PRODUCTO	El logro de los objetivos específicos	-Aumento en la Cobertura de Alcantarillado Sanitario. -Cobertura de Alcantarillado Sanitario. -Cobertura de Alcantarillado Pluvial. -Aumento en la Cobertura de Alcantarillado Pluvial.

		<p>-Eficiencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. -Capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.</p>
--	--	---

19.1. INDICADORES BÁSICOS

Carga contaminante: $Cci = Qi \times Ci$

Donde:

Cci: Carga contaminante de la sustancia i.

Qi: Caudal medido en campaña de muestreo y mediciones de caudales, que se realizaran semestralmente, en todo caso deben hacerse en los periodos de invierno y verano.

Ci: Concentración medida de la sustancia de interés i, en las muestras recolectadas en las campañas de muestreo y medición.

La ESP es la responsable de este indicador, La periodicidad es semestral.

Carga Unitaria:

$$Cu = \frac{Cci}{Psas}$$

Donde:

Cu: carga Unitaria, es decir concentración de sustancia i, producida por una persona.

Cci: Carga contaminante de la sustancia i.

Psas: Población servida con alcantarillado sanitario o población asociada a un vertimiento puntual según el caso.

La ESP es la responsable de este indicador, la periodicidad es semestral.

Volumen Total de agua residual generada en el área de actuación de la ESP:

$$Vtarq = Qt \times Tti \times 86400$$

Donde:

Vtarq: Volumen total de agua residual generada.

Qt: Caudal total sanitario producido en el área de servicio de EMDUPAR S.A E.S.P.

Ti: tiempo en días.

La ESP es la responsable de este indicador, la periodicidad es semestral.

Volumen total de agua residual Colectada:

$$V_{tarc} = Q_c \times T_i \times 86400$$

Donde:

V_{tarc}: Volumen total de agua residual colectada.

Q_c: Caudal total colectado en el área de servicio de la ESP. Medido en campañas

T_i: tiempo en días.

La ESP es la responsable de este indicador, la periodicidad es semestral.

19.2. INDICADORES DE IMPACTO

-Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5

La Demanda Bioquímica de Oxígeno representa la cantidad de carga orgánica biodegradable originada por las actividades socioeconómicas y vertidas al cuerpo de aguas. La unidad de medida de este indicador estará dada en Toneladas por año. La fórmula del Indicador, será la cantidad de materia orgánica de las actividades domésticas (preparación de alimentos, aseo, lavado de ropas y excretas, entre otras). El cálculo de este indicador se realiza utilizando las siguientes variables:

DBO5 = Carga de DBO5 población conectada al alcantarillado – Carga de DBO5 removida en el tratamiento + Carga DBO5 población no conectada al alcantarillado

Donde:

Carga de DBO5 población conectada al alcantarillado: es la DBO5 per cápita población conectada al alcantarillado por población servida.

Carga de DBO5 removida en el tratamiento: es la carga total de DBO5 población conectada al alcantarillado x fracción tratada x eficiencia de remoción DBO.

Carga DBO5 población no conectada al alcantarillado: es la DBO per cápita población no conectada al alcantarillado x población no servida.

Los valores de DBO resultaran de las jornadas de caracterización que realice la empresa de servicios públicos. De esta empresa también resultaran los datos de población conectada y la rezagada, esta información es de competencia de EMDUPAR S.A E.S.P.

Potencial de asimilación de carga orgánica biodegradable en corrientes superficiales: Es la capacidad de la corriente superficial para depurar la carga orgánica biodegradable que ingresa en las diferentes épocas, tanto en condiciones de caudal medio como para caudal mínimo. Se expresa como la relación entre la concentración de demanda bioquímica de oxígeno DBO5 medida en el cuerpo receptor del vertimiento y la calculada como máxima permisible que correspondería a una concentración de oxígeno disuelto mínimo definida como meta de la calidad en el punto crítico (en Colombia, según el Decreto



1076 DE 2015 el criterio para preservación de fauna acuática exige concentraciones de oxígeno disuelto en las corrientes de 4 a 5 mg/l).

Esta capacidad se considera suficiente o adecuada cuando el resultado de la relación es menor o igual a 1.

Formula del Indicador.

$$\frac{DBO_5 \text{ medida (mg/l)}}{DBO_5 \text{ maxima permicibles (mg/l)}}$$

Los valores de DBO resultaran de las jornadas de caracterización que realice la empresa de servicios públicos. De esta empresa también resultaran los datos de población conectada y la rezagada, esta información es de competencia de EMDUPAR S.A E.S.P.

Déficit de Oxígeno Disuelto en corrientes superficiales: El déficit de oxígeno indica la diferencia del oxígeno disuelto en el agua en relación con el máximo teórico que puede estar presente, calculado a partir de los valores de altitud, temperatura y oxígeno disuelto medidos en cada punto de monitoreo. Se entiende por oxígeno disuelto el oxígeno libremente disponible en el agua.

Tipo de indicador: Estado o calidad del recurso hídrico.

Análisis: Se relaciona estrechamente con la DQO, la DBO, la capacidad e autodepuración de una corriente y otros.

Carga Orgánica Total de SST y DBO5 (Kg/año) con cobro de tasa retributiva por sectores productivos. Indicador No. 10 de la Guía de Implementación, Indicadores Mínimos de Gestión, Resolución No. 0643 de 2004.

19.3. INDICADORES DE EFECTO

- ✓ **Reducción de carga contaminante de origen Domestico vertida al cuerpo de agua receptor.**

Se calcula para DBO5 SST y coliformes fecales y totales, con una periodicidad de un año. Las cargas de comparación o de año base, a las del año inmediatamente anterior, estas cargas iniciales se obtienen de autodeclaraciones hechas por la empresa de servicios públicos.



Formula del Indicador.

$$Cci = \frac{(Ccio - Ccif)}{Ccio} * 100$$

Donde:

Cci = porcentaje de reducción de carga contaminante vertida al cuerpo de agua receptor del parámetro i.

Ccio = Carga contaminante anual, inicial o de año base del parámetro i.

Ccif = Carga contaminante anual, final o del año de evaluación del parámetro i.

Los datos resultaran de las caracterizaciones, y la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado será la responsable de este indicador.

19.4. INDICADORES DE PRODUCTO.

- ✓ **Aumento en la cobertura de alcantarillado Sanitario.**

$$Pals = \frac{Palsf - Palso}{Palso} * 100$$

Donde:

Pals: porcentaje de aumento de la cobertura de alcantarillado sanitario o porcentaje de aumento de la población servida con alcantarillado sanitario.

Palso: población servida con alcantarillado sanitario en el año inicial o año base.

Palsf: población servida con alcantarillado sanitario en el año de evaluación.

La ESP es la responsable de este indicador, la periodicidad es semestral.

- ✓ **Cobertura de alcantarillado sanitario:**

$$Casi = \frac{(Psasi)}{Pti} * 100$$

Donde:

Casi: porcentaje de cobertura del alcantarillado sanitario para el año de interés i.



Psasi : población servida con alcantarillado sanitario en el año de interés i.

Pti : población total en el área del servicio de la Empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado en el año de interés i.

La ESP es la responsable de este indicador, la periodicidad es semestral.

✓ **Cobertura de Alcantarillado Pluvial.**

$$C_{api} = \frac{(P_{sapi}) \times 100}{P_{ti}}$$

Donde:

Capi: % de cobertura del alcantarillado pluvial para el año de interés i.

Psapi: Población servida con alcantarillado pluvial el año de interés i.

Pti: Población total en el área de servicio de la ESP en el año de interés i.

La ESP es la responsable del indicador. La periodicidad es anual.

✓ **Aumento en la Cobertura de Alcantarillado Pluvial.**

$$\Delta P_{sap} = \frac{(P_{sapr} - P_{sapo}) \times 100}{P_{sapo}}$$

Donde:

Psap: % de aumento de la cobertura de alcantarillado pluvial o % de aumento la población servida con alcantarillado pluvial.

Psapo: Población servida con alcantarillado pluvial en el año inicial o año base.

Psapf: Población servida con alcantarillado pluvial en el año de evaluación.

La ESP es la responsable del indicador. La periodicidad es anual.

Eficiencia de la planta de tratamiento de Aguas residuales.

$$E_{ptar} = \frac{(C_{cai} - C_{cei}) \times 100}{C_{cai}}$$

Donde:

Eptar: porcentaje de remoción de carga de la sustancia de interés i.
Ccai: carga contaminante del afluente para la sustancia de interés i.
Ccei: carga contaminante del efluente para la sustancia de interés i.
 La ESP es la responsable de este indicador, la periodicidad es semestral.

- ✓ **Capacidad de la planta de tratamiento aguas residuales.**

$$C_{ptar} = \frac{Q_{ptar}}{Q_t} \times 100$$

Donde:

C_{ptar}: porcentaje del caudal total que trata la planta de tratamiento de aguas residuales.

Q_{ptar}: Caudal que trata la planta de tratamiento de aguas residuales.

Q_t: Caudal total sanitario producido en el área de servicio de EMDUPAR S.A E.S.P.

La ESP es la responsable de este indicador, la periodicidad es semestral.

Las Fuentes de Verificación.

La verificación de los logros obtenidos con una determinada obra es esencial para comprobar si se cumplieron los objetivos y metas planteados. Si no se tiene clara la meta de descontaminación y la forma de medirla (lugar, frecuencia, condiciones previas, análisis estadístico, etc.) difícilmente validaremos el cumplimiento de las metas. Como estas verificaciones no quedan definidas desde el comienzo, cuando se van a realizar nos encontramos con una gran cantidad de variables y supuestos que pueden dar al traste con este proceso de verificación del cumplimiento de objetivos.

Esta fuente de verificación puede ser:

Anualmente se verificará las metas individuales de reducción de carga contaminante.

El Monitoreo

Indicadores de control y monitoreo, que permitan conocer el avance físico de las obras y actividades programadas, así como el logro de los objetivos de calidad propuestos pueden ser:

- ✓ Avance físico de obras de saneamiento

(Km de redes troncales o interceptores; plantas o sistemas de tratamiento).

- ✓ Avance físico en cobertura de infraestructura

(# de vertimientos puntuales eliminados definitivamente; # de usuarios nuevos conectados a redes de alcantarillado sanitario).

- ✓ Avance en calidad del recurso saneado

(Calidad actual y proyectada del efluente con los parámetros DBO5, DQO, SST, OD, coliformes fecales, pH; remoción de carga contaminante; calidad actual y proyectada del cuerpo receptor con los parámetros indicados).

- ✓ Avance en cantidad del recurso manejado

(Volúmenes recolectados; volúmenes tratados; nivel de tratamiento).

La Evaluación.

Indicador I - Volumen Total Agua Residual Generada:

Es el volumen de agua residual generada por el sistema en el semestre considerado (si es necesario exprese el volumen $\times 10^n$)

Expresado en metros cúbicos / semestre (m³/semestre).

Indicador II- Volumen de Agua Residual Colectada:

Es el volumen de agua conducida por la red de alcantarillado en el semestre considerado

Expresado en metros cúbicos / semestre (m³/semestre).

Indicador III - Cantidad de Carga Contaminante Asociada por Vertimiento:

Es la carga contaminante de DBO5 y SST generada por cada punto de vertimiento semestralmente.

Expresado en toneladas/ semestre (Ton/semestre).

Indicador IV - Volumen Total de Aguas Residuales Objeto de Tratamiento:

Es el volumen de aguas residuales que son tratadas en una Planta de Tratamiento, en el semestre considerado. Diligencie si el sistema posee PTAR.

Expresado en metros cúbicos / semestre (m³/semestre).

Indicador V - % Eficiencia del Tratamiento:

Es el porcentaje de eficiencia de tratamiento de la Planta, calculada de acuerdo a las caracterizaciones del afluente y efluente, generalmente en remoción de DBO5.

Expresado en porcentaje (%).

Indicador VI - Nivel de Carga Contaminante Removida:



El nivel de carga contaminante removida se refiere a la cantidad de DBO5 y SST removida en el semestre considerado.

Expresado en toneladas/ semestre (Ton/semestre).

Indicador VII- Número de Vertimientos Puntuales Eliminados:

Es el número de puntos de vertimiento eliminados para el semestre considerado.

Expresado en unidades (Un.)

Indicador VIII - Número de Conexiones Erradas Eliminadas:

Es el número de conexiones erradas eliminadas en el semestre considerado.

Entiéndase por conexión errada a: Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa. Expresado en unidades (Un.)

Tabla 90. Indicadores

INDICADOR	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	PERIODICIDAD
1. Volúmen Total de Agua Residual Generada (Vtarg)	Se determina el volumen total de agua residual generada a partir de la medición del caudal total sanitario, aplicando la siguiente fórmula: $Q_t = \text{Caudal total sanitario}$ $T_{ti} = \text{Tiempo en días}$	E.S.P.	Semestral
2. Volúmen Total de agua residual colectada (Vtarc)	Se determina el volumen total de agua residual colectada a partir de la medición del caudal total colectado, medido en campañas de medición aplicando la siguiente fórmula: $Q_c = \text{Caudal total colectado}$	E.S.P.	Semestral
3.Reducción de la carga contaminante vertida al cuerpo de agua receptor (Cci)	Se calcula para DBO, SST, Coliformes Totales y Fecales. Se comparan las cargas con la del año inmediatamente anterior. Estas cargas se obtienen de	E.S.P. Y ALCALDIA MUNICIPAL DE VALLEDUPAR	Anual

INDICADOR	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	PERIODICIDAD
	<p>autodeclaraciones hechas por la E.S.P.</p> <p>Ccio= Carga contaminante anual, inicial o de año base del parámetro i.</p> <p>Ccif = Carga contaminante anual, final o del año de evaluación del parámetro i.</p>		
4.Aumento de la cobertura de alcantarillado sanitario (Pals)	<p>Pals: porcentaje de aumento de la cobertura de alcantarillado sanitario o porcentaje de aumento de la población servida con alcantarillado sanitario.</p> <p>Palso: población servida con alcantarillado sanitario en el año inicial o año base.</p> <p>Palsf: población servida con alcantarillado sanitario en el año de evaluación.</p>	E.S.P. , ALCALDIA MUNICIPAL DE VALLEDUPAR Y GOBERNACIÓN DEL CESAR	Semestral
5.Cobertura de alcantarillado sanitario (Casi)	<p>Pasi = Población servida con alcantarillado sanitario en el año de interés i.</p> <p>Pti = Población total en el área de servicio de la E.S.P. en el año de interés i.</p>	. E.S.P. , ALCALDIA MUNICIPAL DE VALLEDUPAR Y GOBERNACIÓN DEL CESAR	Semestral
6.Eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (Eptar)		<p>Eptar: porcentaje de remoción de carga de la sustancia de interés i.</p> <p>Ccai: carga contaminante del afluente para la sustancia de interés i.</p> <p>Ccei: carga contaminante del efluente para la sustancia de interés i.</p>	
7.Capacidad de la Planta de tratamiento de aguas residuales (Cptar)	<p>Qptar: Caudal que trata la planta de tratamiento de aguas residuales.</p>	E.S.P.	Semestral

INDICADOR	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	PERIODICIDAD
	Qt: Caudal total sanitario producido en el área de servicio de E.S.P..		
8. Cobertura de alcantarillado pluvial	$\Delta Psap = Psapi \times 100 Pt_i$ Capi: % de cobertura del alcantarillado pluvial para el año de interés i. Psapi: Población servida con alcantarillado pluvial el año de interés i. Pti: Población total en el área de servicio de la ESP en el año de interés i.	E.S.P. , ALCALDIA MUNICIPAL DE VALLEDUPAR Y GOBERNACIÓN DEL CESAR	Anual
9. Aumento en la cobertura de alcantarillado pluvial		$\Delta Psap = Psap_f - Psap_o Psapo \times 100$ Psap: % de aumento de la cobertura de alcantarillado pluvial o % de aumento la población servida con alcantarillado pluvial. Psapo: Población servida con alcantarillado pluvial en el año inicial o año base. Psapf: Población servida con alcantarillado pluvial en el año de evaluación.	