

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

HUMEDAL "LA TROZADA"

Convenio de Asociación CVC No. 043 de 2010



DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA  
REPÚBLICA DE COLOMBIA  
AGOSTO DE 2011



## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>1</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>13</b>
<b>0. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>1. PREÁMBULO - POLÍTICA .....</b>	<b>21</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>21</b>
1.1.1. INCIDENCIA EFECTIVA DE LAS POLITICAS DE CONSERVACIÓN .....	21
1.1.2. POLÍTICA .....	48
1.1.2.1. Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Internacional .....	49
1.1.2.2. Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Nacional - Leyes, Decretos y Resoluciones .....	50
1.1.2.3. Puntos Específicos de la Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Nacional .....	55
1.1.2.4. Políticas sobre humedales en el ámbito regional .....	63
1.1.2.4.1. Decreto 1381 de 1940 .....	64
1.1.2.4.2. Acuerdo C.D No. 038 de 2007 .....	64
1.1.2.5. Políticas sobre humedales en el ámbito local .....	65
<b>2. DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>66</b>
<b>2.1. METODOLOGÍA .....</b>	<b>66</b>
2.1.1. SOBRE LO ABIÓTICO: FÍSICO Y QUÍMICO .....	67
2.1.1.1. FÍSICO - ECOHIDRÁULICO .....	67
2.1.1.2. QUÍMICO - CALIDAD DE AGUAS .....	69
2.1.2. SOBRE LO BIÓTICO: BIOLÓGICO .....	69
2.1.2.1. INTRODUCCIÓN .....	70
2.1.2.2. METODOLOGÍA .....	71
2.1.2.2.1. Área de Estudio .....	71
2.1.2.2.2. Trabajo de Campo .....	73
2.1.3. SOBRE LO SOCIOAMBIENTAL .....	78
2.1.4. EVALUACIÓN .....	79
2.1.5. ZONIFICACIÓN .....	80
2.1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS .....	80
2.1.7. PLAN DE ACCIÓN .....	81
<b>2.2. COMPONENTE BIÓTICO .....</b>	<b>81</b>
2.2.1. FAUNA .....	82
2.2.1.1. AVES .....	82
2.2.1.2. MAMÍFEROS .....	91
2.2.1.3. ANFIBIOS Y REPTILES .....	96
2.2.1.4. Peces .....	98
2.2.2. FLORA .....	102
2.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE Y ACUÁTICA .....	102
2.2.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	109
<b>2.3. COMPONENTE ABIÓTICO .....</b>	<b>110</b>
2.3.1. LOCALIZACIÓN Y FISIOGRAFÍA .....	110
2.3.1.1. LOCALIZACIÓN HUMEDAL LA TROZADA .....	110
2.3.2. FISIOGRAFÍA .....	111
2.3.2.1. METODOLOGÍA .....	111
2.3.2.1.1. Componente Abiótico .....	111



2.3.2.1.2.	DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL LA TROZADA Y SU FRANJA PROTECTORA	113
2.3.2.2.	CARACTERIZACIÓN GENERAL	113
2.3.3.	GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y USO DEL SUELO	114
2.3.3.1.	GEOLOGÍA	114
2.3.3.2.	Unidades Geológicas	115
2.3.4.	GEOMORFOLOGÍA	115
2.3.4.1.	GEOLOGIA ESTRUCTURAL	116
2.3.4.2.	DINÁMICA FLUVIAL	116
2.3.4.3.	ANÁLISIS MULTITEMPORAL SISTEMA RIO CAUCA – MADREVIEJA	116
2.3.5.	TIPOS DE SUELOS	117
2.3.5.1.	USO ACTUAL DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN DE LA MADREVIEJA	118
2.3.5.2.	EROSIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN	119
2.3.5.3.	USO POTENCIAL	120
2.3.6.	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	121
2.3.6.1.	PRESENTACIÓN	121
2.3.6.2.	EL CICLO HIDROLÓGICO DEL HUMEDAL	122
2.3.6.3.	LA ECO-HIDROLOGÍA DE LOS HUMEDALES	123
2.3.6.4.	RÉGIMEN HIDROLÓGICO HUMEDAL LA TROZADA	124
2.3.6.4.1.	Ubicación de la estación limnigráfica	124
2.3.6.4.2.	Ubicación de la estación pluviométrica e hidroclimatológica	125
2.3.6.4.3.	Caracterización climatológica e hidrológica	126
2.3.6.1.	CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DEL HUMEDAL LA TROZADA	134
2.3.6.1.1.	Estudio de la conexión del Río Cauca con el humedal La Trozada	134
2.3.6.1.2.	Curvas Nivel-Área-Volumen	135
2.3.6.1.3.	Índice Área-Volumén	136
2.3.6.2.	BALANCE HÍDRICO PRELIMINAR	136
2.3.6.2.1.	Evapotranspiración	137
2.3.6.2.2.	Precipitación	139
2.3.6.2.3.	Caudal de intercambio Río Cauca-Humedal La Trozada	139
2.3.6.2.4.	Almacenamiento	139
2.3.6.2.5.	0.1.1.2.4. Balance	140
2.3.7.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA	141
2.3.7.1.	Índices de calidad del agua	142
2.3.7.2.	Índices de calidad de agua modificado para el manejo de lagunas tropicales de inundación	145
2.3.7.3.	Calidad de agua en el río Cauca	146
2.3.7.4.	Tributarios aguas arriba del humedal La Trozada	146
2.3.7.4.1.	Río Guadalajara	147
2.3.7.5.	Calidad de agua estudios antecedentes	147
2.3.7.6.	Análisis de parámetros físico – químicos	148
2.3.7.6.1.	pH	148
2.3.7.6.1.	Temperatura	149
2.3.7.6.2.	Turbiedad	152
2.3.7.6.3.	Color Real	154
2.3.7.6.4.	DBO <sub>5</sub>	155
2.3.7.6.5.	Conductividad	156
2.3.7.6.6.	Sólidos totales	157
2.3.7.6.7.	Sólidos suspendidos	158
2.3.7.6.8.	DQO	159
2.3.7.6.9.	Oxígeno Disuelto	161
2.3.7.6.10.	Nutrientes	163
2.3.7.6.11.	Nitrógeno	163
2.3.7.6.12.	Nitrógeno Total	164



2.3.7.6.13.	Nitrógeno Amoniacal .....	165
2.3.7.6.14.	Nitratos .....	165
2.3.7.6.15.	Nitritos.....	166
2.3.7.6.16.	Fósforo.....	167
2.3.7.6.17.	Relación Nitrógeno:Fósforo N:P.....	169
2.3.7.6.18.	Hierro Total .....	170
2.3.7.6.19.	Clorofila.....	171
2.3.7.6.20.	Transparencia (Secchi) .....	172
2.3.7.6.21.	Coliformes Totales y Fecales .....	173
2.3.7.7.	Cálculo del índice de calidad de agua en el humedal La Trozada .....	175
2.3.7.8.	Conclusiones .....	176
2.3.8.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	176
2.3.8.1.	ESTRUCTURA DE LAS COMISIONES .....	176
2.3.8.2.	METODOLOGÍA .....	177
2.3.8.3.	SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO .....	177
2.3.8.4.	NIVELACIÓN .....	177
2.3.8.5.	LOCALIZACIÓN DE SECCIONES .....	178
2.3.8.6.	PRODUCTO FINAL DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	178
2.3.9.	EQUIPO ESPECÍFICO UTILIZADO .....	178
2.4.	COMPONENTE SOCIO-AMBIENTAL .....	185
2.4.1.	INTRODUCCIÓN .....	185
2.4.2.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	187
2.4.2.1.	RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	188
2.4.3.	BASE PARA EL MANEJO DE CONFLICTOS AMBIENTALES.....	189
2.4.4.	ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS Y SOCIO AMBIENTALES.....	190
2.4.5.	CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA Y SOCIO – AMBIENTAL .....	190
2.4.5.1.	DIVISION POLITICO - ADMINISTRATIVA.....	190
2.4.6.	HISTORIA DE BUGA .....	191
2.4.7.	ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS PREDOMINANTES EN LA CUENCA Y EL COMPLEJO DE HUMEDALES .....	193
2.4.8.	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	193
2.4.9.	EDUCACIÓN.....	194
2.4.10.	SALUD .....	195
2.4.11.	VIVIENDA .....	195
2.4.12.	SERVICIOS PÚBLICOS.....	196
2.4.13.	INFRAESTRUCTURA VIAL.....	196
2.4.14.	TURISMO EN BUGA.....	196
2.4.15.	ACTORES SOCIALES .....	197
2.4.16.	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO .....	197
2.4.17.	CARACTERIZACIÓN DE ACTORES SEGÚN METODOLOGÍA SIDAP - CVC	198
<b>3.</b>	<b>EVALUACIÓN .....</b>	<b>201</b>
3.1.	<i>EVALUACIÓN AMBIENTAL</i> .....	201
3.1.1.	UBICACIÓN EN BIOMA .....	201
3.1.2.	FRAGMENTACIÓN .....	204
3.1.3.	EFECTO DOMINANTE DE LA CUENCA AFERENTE.....	207
3.1.3.1.	MAYOR TASA DE INGRESOS DE MATERIA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y EN GENERAL SEDIMENTOS AL SISTEMA CON RESPECTO A LA TASA DE SALIDA.....	208
3.1.4.	SI LAS ENTRADAS DE AGUA SON CORTADAS EL HUMEDAL DESAPARECE	208
3.1.5.	ESTRUCTURA DE LOS HUMEDALES .....	209
3.1.6.	FUNCIONAMIENTO.....	211





3.1.7.	TENSORES DEL HUMEDAL .....	213
3.1.8.	DISTURBIOS A LA UNIDAD ECOLÓGICA HUMEDAL .....	218
3.2.	<b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MIC-MAC .....</b>	<b>220</b>
3.2.1.	VARIABLES QUE CONFORMAN LA MATRIZ .....	222
3.2.2.	RESULTADOS MIC-MAC.....	223
3.2.1.	VARIABLES DETERMINANTES .....	223
3.2.2.	VARIABLES CLAVES .....	227
3.2.3.	VARIABLES OBJETIVOS.....	228
3.2.4.	VARIABLES RESULTADOS .....	229
3.2.5.	VARIABLES REGULADORAS .....	230
3.2.5.1.	DE PRIMER ORDEN .....	230
3.2.5.2.	DE SEGUNDO ORDEN.....	231
3.2.6.	PALANCAS SECUNDARIAS.....	231
3.2.7.	VARIABLES AUTÓNOMAS.....	231
3.2.8.	VARIABLES DEL ENTORNO .....	231
3.2.9.	GRADO DE IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES ECOLÓGICAS .....	232
<b>4.</b>	<b>ZONIFICACIÓN .....</b>	<b>234</b>
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	234
4.2.	HISTORIA NATURAL Y CULTURAL DE USOS.....	235
4.3.	ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL HUMEDAL LA TROZADA .....	237
4.3.1.	ZONIFICACIÓN RESOLUCIÓN 196 DE 2006 HUMEDAL LA TROZADA .....	239
4.4.	ZONIFICACIÓN DE PROYECTOS EN EL HUMEDAL LA TROZADA.....	243
<b>5.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>247</b>
5.1.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MACTOR.....	247
5.2.	RESULTADOS MACTOR.....	248
5.2.1.	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS.....	249
5.2.2.	RELACIONES DE FUERZA DE LOS ACTORES .....	250
5.2.3.	CONVERGENCIAS Y DIVERGENCIAS .....	251
5.3.	OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN .....	254
5.4.	PRIORIZACIÓN DE OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN .....	262
5.5.	ESCENARIO FUTURO DESEABLE.....	265
<b>6.</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN .....</b>	<b>268</b>
6.1.	RESTAURACIÓN.....	268
6.2.	CONTENIDO PROGRAMÁTICO.....	271
6.3.	PLAN DE ACCIÓN 2012 - 2023.....	275
6.3.1.	OBJETIVOS .....	275
6.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	275
6.3.3.	ESTRATEGIAS .....	276
6.4.	PROGRAMAS.....	276
6.4.1.	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO - FISICA .....	278
6.4.2.	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO - FÍSICA .....	278
6.4.2.1.	PROYECTOS .....	278
6.4.3.	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN SANITARIA - QUÍMICO .....	279
6.4.4.	PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA - BIOLÓGICO .....	279
6.4.4.1.	PROYECTO REVEGETALIZACIÓN .....	280
6.4.4.2.	PROYECTO CONTROL DE PLANTAS INVASORAS .....	280
6.4.5.	PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE .....	280



6.4.6.	PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL .....	281
6.4.6.1.	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL .....	282
6.4.7.	PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN .....	282
6.4.7.1.	PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE ESPACIO Y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO 283	
6.4.8.	PROGRAMA INVESTIGACIÓN APLICADA .....	283
6.4.8.1.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOLÓGICO.....	284
6.4.8.2.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOHIDRAULICO .....	284
6.4.8.3.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA SANITARIO .....	285
6.4.9.	PROGRAMA DE MANEJO ADAPTABLE .....	285
6.4.9.1.	PROYECTO SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL – AUTORIDAD AMBIENTAL CVC 286	
6.4.9.2.	PROYECTO MONITOREO.....	287
6.4.9.3.	PROYECTO EVALUACIÓN.....	288
6.5.	PERFILES DE PROYECTOS.....	289
6.5.1.	COMPONENTE FÍSICO / PROGRAMA RECUPERACIÓN ECOHIDRAÚLICO..	289
6.5.1.1.	SUBPROGRAMA REESTABLECIMIENTO.....	289
6.5.1.1.1.	Adecuación Morfológica del Humedal.....	290
6.5.1.2.	SUBPROGRAMA INSTRUMENTACIÓN .....	293
6.5.1.2.1.	Instalación de limnómetro y registro de lecturas. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.5.1.3.	SUBPROGRAMA CONECTIVIDAD HIDRÁULICA .....	294
6.5.1.3.1.	Diseño de canal de conexión del humedal con el río.....	294
6.5.1.3.2.	Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión.....	297
6.5.2.	COMPONENTE QUÍMICO .....	298
6.5.2.1.	PROGRAMA RECUPERACIÓN SANITARIA.....	298
6.5.2.1.1.	Implementación de sistema de oxigenación. ....	298
6.5.2.1.2.	Operación del sistema de oxigenación. ....	303
6.5.3.	COMPONENTE BIOLÓGICO .....	305
6.5.3.1.	PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA .....	305
6.5.3.1.1.	SUBPROGRAMA REVEGETALIZACIÓN.....	305
6.5.3.1.2.	Restauración de Bosque seco tropical inundable, con especies como: Chamburos (Erythrina fusca), Mantecos (Laetia americana), Pizamos, Burilícos (Xylopia ligustrifolia), Caracolíes (Anacardium excelsum), Yarumos (Cecropia mutisiana), Ceiba (Ceiba pentrandra), y especies en extinción tradicionales del ecosistema. ....	305
6.5.3.1.3.	Restauración de Bosque Productor Protector.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.5.3.1.4.	Control de Plantas Invasoras .....	312
6.5.3.2.	PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE.....	315
6.5.3.3.	Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar y otros. 315	
6.5.3.3.1.	Producción Íctica en jaulas.....	319
6.5.3.3.2.	Fortalecimiento de la producción íctica en Jaulas.....	323
6.5.3.3.3.	Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales, bosque seco inundable y bosque productor protector.....	325
6.5.4.	PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL .....	327
6.5.4.1.	SUBPROGRAMA EDUCACIÓN AMBIENTAL .....	327
6.5.4.1.1.	Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal .....	328
6.5.4.2.	SUBPROGRAMA FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL.....	329
6.5.4.2.1.	Observatorio socioambiental.....	329
6.5.4.2.2.	Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental.....	331
6.5.4.2.3.	Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal. 332	
6.5.4.2.4.	Fortalecimiento del comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal. ....	334



6.5.4.2.5. Fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa del humedal La Trozada: Censo, constitución legal, inscripción ante instituciones pertinentes, carnetización, asesoría y apoyo técnico, administrativo y financiero. ....	335
<b>6.5.5. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN .....</b>	<b>336</b>
6.5.5.1. SUBPROGRAMA RECUPERACIÓN DE ESPACIO y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO	336
6.5.5.1.1. Diseño paisajístico y construcción de elementos arquitectónicos para la seguridad y adecuación del espacio público en la Reserva.....	336
6.5.6.1.1 Aislamiento zona anfibia +30m (externo e interno).....	337
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>352</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> El presidente Franklin D. Roosevelt firma la Ley de IVA el 18 de mayo de 1933.	23
<b>Figura 1.2.</b> Adecuación y drenaje de tierras en el sur de Estados Unidos en los años 30	24
<b>Figura 1.3.</b> Programa de TVA - Sistema de Control de aguas	24
<b>Figura 1.4.</b> Cuenca del Río Mississippi. Subcuenca del Río Tennessee	25
<b>Figura 1.5.</b> David Lilienthal	25
<b>Figura 1.6.</b> Esquema de drenaje humedales lénticos desarrollado por el TVA	26
<b>Figura 1.7.</b> Inundaciones Históricas del Río Cauca	26
<b>Figura 1.8.</b> Visita a Estados Unidos para conocer algunas de las obras y realizaciones de la TVA. En la foto Diego Garcés Giraldo, Manuel Carvajal Sinisterra, Bernardo Garcés Córdoba, José Otoyá, Luis Ernesto Sanclemente y José Castro Borrero, entre otros	27
<b>Figura 1.9.</b> Zona de Influencia de la CVC, Año 1954	27
<b>Figura 1.10.</b> El doctor Diego Garcés Giraldo impone la Cruz de Boyacá al doctor David Lilienthal. Julio 9 de 1955	28
<b>Figura 1.11.</b> Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra	29
<b>Figura 1.12.</b> Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra	30
<b>Figura 1.13.</b> Ilustración zona de Humedales Drenada. Presentación modelo de control de aguas tradicional CVC	30
<b>Figura 1.14.</b> Obras de control de inundaciones	31
<b>Figura 1.15.</b> Proyecto Agua Blanca. 5000 Ha de humedales drenadas	31
<b>Figura 1.16.</b> Contrarrevolución cultural. Mayo del 68. Hippismo 60-70	32
<b>Figura 1.17.</b> Club de Roma	32
<b>Figura 1.18.</b> Naciones Unidas Estocolmo. 1972	33
<b>Figura 1.19.</b> Evan Schultes. Cuenca del Amazonas Colombiano.1933	34
<b>Figura 1.20.</b> Profesor Anibal Patiño Rodríguez. 2007	34
<b>Figura 1.21.</b> Gro Harlem Brundtland. 1987	35
<b>Figura 1.22.</b> Pobreza extrema en el mundo	37
<b>Figura 1.23.</b> Inundaciones en Colombia, Años 2010 y 2011	38
<b>Figura 1.24.</b> Inundaciones en New Orleans, ocasionadas por el Huracán Katrina. Año 2005	39
<b>Figura 1.25.</b> Rotura del canal del Dique. Año 2010	39
<b>Figura 1.26.</b> Humedal 1. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	40
<b>Figura 1.27.</b> Humedal 2. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	40
<b>Figura 1.28.</b> Humedal 3. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	41
<b>Figura 1.29.</b> Humedal 4. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	41
<b>Figura 1.30.</b> Humedal 5. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	41
<b>Figura 1.31.</b> Humedal 6. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	41
<b>Figura 1.32.</b> Humedal 7. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado	42
<b>Figura 1.33.</b> Catástrofe Ola Invernal Colombia	42
<b>Figura 1.34.</b> Catástrofe Ola Invernal Colombia	42
<b>Figura 1.35.</b> Comisión de Expertos Holandeses y Japoneses	43
<b>Figura 1.36.</b> Analogía Balanza de Lane; 1955	44
<b>Figura 1.37.</b> Planta, perfil longitudinal y sección transversal de un río encauzado en vías de sedimentación y formación de un cauce colgado	44
<b>Figura 1.38.</b> Taponamiento de las roturas en los diques por las fuerzas armadas de Colombia	45





<b>Figura 1.39.</b> Inundaciones en la cuenca del río Mississippi. Antes y después abril de 2010 y mayo de 2011 .....	45
<b>Figura 1.40.</b> Inundaciones provocadas por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades.....	46
<b>Figura 1.41.</b> Apertura de vertederos realizada por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades.....	46
<b>Figura 1.42.</b> Obras hidráulicas de canales y camellones Zenúes 200 años antes de cristo .....	47
<b>Figura 1.43.</b> Vestigios arqueológicos de obras hidráulicas de los Zenúes .....	47
<b>Figura 2.1.</b> Mapa Mental metodológico del Proyecto .....	66
<b>Figura 2.2.</b> Esquema que muestra la variable de entrada, precipitación P(t), la caja negra (cuenca) y la salida, Q (t), que es el caudal en el punto de interés.....	68
<b>Figura 2.3.</b> Vista del La Trozada en dos puntos; Época seca del humedal, descenso considerable del nivel de agua.....	72
<b>Figura 2.4.</b> Humedal durante la época de muestreo; Septiembre de 2011 (época seca), en las fotografías se muestra la barrera con alambre y palos, realizada para separar y “controlar” las macrofitas del espejo de agua libre .....	72
<b>Figura 2.5.</b> Borde del Humedal; especies herbáceas que rodean gran parte del humedal	73
<b>Figura 2.6.</b> Disposición de redes de niebla en el humedal La Trozada .....	74
<b>Figura 2.7.</b> Captura de murciélagos a través de redes de niebla.....	75
<b>Figura 2.8.</b> Búsqueda y registro de anfibios y reptiles en el humedal La Trozada .....	76
<b>Figura 2.9.</b> Captura a través de atarraya de las especies de peces presentes en el humedal.....	77
<b>Figura 2.10.</b> Portadas Plegables Foros Abiertos .....	79
<b>Figura 2.11.</b> Riqueza de especies de vertebrados del Humedal La Trozada por grupo ....	82
<b>Figura 2.12.</b> Riqueza de especies por familia (hábitat principalmente acuático) reportadas durante el estudio.....	83
<b>Figura 2.13.</b> Abundancia de especies reportadas para las familias de hábitat principalmente terrestres.....	83
<b>Figura 2.14.</b> Tres individuos de <i>Anas cyanoptera</i> (Pato Colorado), presente en el humedal, Se observan dos machos y una hembra .....	85
<b>Figura 2.15.</b> Especie con amenaza Regional S2-S2S3; <i>Ardea Cocoi</i> (Garzón Azul) .....	85
<b>Figura 2.16.</b> Reducción del nivel del agua en el Humedal en época seca .....	86
<b>Figura 2.17.</b> Arrendajo ( <i>Cacius cela</i> ), aprovechando especies de porte alto como Chiminango ( <i>Pithecellobium</i> ) para la construcción de nidos.....	86
<b>Figura 2.18.</b> Especies de Aves observadas en el humedal La Trozada en Septiembre de 2011. a. Tres especies ( <i>Anas cyanoptera</i> , <i>Phimosus infuscatus</i> e <i>Himantopus mexicanus</i> ), b. Juvenil de <i>Milvago chimachima</i> ; c. <i>Colaptes punctigula</i> ; d: <i>Phalacrocorax olivaceus</i> , descansando en una Ceiba b. <i>Ardea alba</i> .....	88
<b>Figura 2.19.</b> Ordenes de Mamíferos reportados para el humedal.....	91
<b>Figura 2.20.</b> Especies por familias reportadas en el estudio y con base en las especies registradas en el plan de manejo del humedal .....	92
<b>Figura 2.21.</b> Especies de Mamíferos Capturadas en el Humedal La Trozada. a. <i>Myotis nigricas</i> , b. Mandíbula de <i>Didelphis marsupialis</i> (Chuca común), c. <i>Eptesicus brasiliensis</i> , d. <i>Carollia perspicillata</i> . e. <i>Artibeus jamaicensis</i> (Murciélago frutero grande). .....	94
<b>Figura 2.22.</b> Número de especies de anfibios y reptiles por familia reportados para el humedal durante el estudio y con base en la información proporcionada en el plan de manejo.....	96
<b>Figura 2.23.</b> Fotografías de las especies de Anfibios y Reptiles registradas en el Humedal La Trozada.....	98



**Figura 2.24.** Riqueza de especies de peces por familia; capturadas o registradas para el humedal ..... 99

**Figura 2.25.** Especies fotografiadas en el humedal La trozada. a) *Pterigoplycthis undecimalis* (corroncho) y b) *Poecilia caucana* (Gupy)..... 101

**Figura 2.26.** Especies de Arboles, mas significativas y de porte alto dentro de la zona amortiguadora del humedal..... 103

**Figura 2.27.** Riqueza de especies vegetales por familia, representativas del Humedal La Trozada..... 104

**Figura 2.28.** Barrera de guadua realizada para evitar el paso de macrofitas al espejo de agua libre. .... 104

**Figura 2.29.** Vista del Humedal, donde se observa al fondo algunos árboles de talla grande, repartidos en el borde. .... 104

**Figura 2.30.** Macrófitas en el humedal La Trozada; especie de cigüeñuela (*Himantopus mexicanus*) utilizando este microhábitat..... 105

**Figura 2.31.** Vegetación acuática que recubre el humedal en un gran porcentaje, este además es aprovechando como refugio, y sitios de forrajeo par algunas especies de aves ..... 107

**Figura 2.32.** Porcentaje de Familias por órdenes de Macroinvertebrados encontrados en el Humedal (Datos tomados de CVC-Fundación Natura 2006) ..... 108

**Figura 2.33.** Vuelo FAL F-461 Faja 33 Foto 194 Escala 1:26.200. Localización General del humedal La Trozada ..... 112

**Figura 2.34.** Geología de la madre vieja La Trozada ..... 114

**Figura 2.34.** Geomorfología humedal La Trozada ..... 116

**Figura 2.35.** Distribución de los tipos de suelos en el ecosistema ..... 118

**Figura 2.36.** Distribución de los usos del suelo..... 119

**Figura 2.37.** Grados de erosión en la cuenca ..... 120

**Figura 2.38.** Uso potencial de los suelos ..... 121

**Figura 2.39.** Principales variables hidrológicas en un humedal ripario..... 123

**Figura 2.40.** Localización sobre el Río Cauca de la estación limnigráfica Mediacanoa... 125

**Figura 2.41.** Localización de la estación pluviométrica e hidrológica “Bugá” propiedad de Cenicaña..... 126

**Figura 2.42.** Polígono de influencia de la Estación de Bugá ..... 126

**Figura 2.43.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja La Trozada periodo 2000-2010 (a) Brillo Solar medio ..... 128

**Figura 2.44.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja La Trozada periodo 2000-2010 (b) Temperatura media..... 128

**Figura 2.45.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja La Trozada periodo 2000-2010 (a) Humedad Relativa media ..... 129

**Figura 2.46.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja La Trozada periodo 2000-2010 (b) Precipitación media..... 129

**Figura 2.47.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (1) Enero (2) Febrero (3) Marzo (4) Abril..... 131

**Figura 2.48.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (a) Mayo (b) Junio (c) Julio (d) Agosto .. 132

**Figura 2.49.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (a) Septiembre (b) Octubre (c) Noviembre (d) Diciembre ..... 133

**Figura 2.50.** Curvas Nivel-Área-Volumen Humedal La Trozada ..... 136

**Figura 2.51.** Resultados del modelo Penman-Monteith para el cálculo de la Et en inmediaciones del Humedal La Trozada ..... 139



<b>Figura 2.52.</b> Estimación de parámetros oxígeno disuelto (Sub $i$ ) .....	142
<b>Figura 2.53.</b> Demanda Biológica de oxígeno $DBO_5$ .....	143
<b>Figura 2.54.</b> Potencial de Hidrogeno pH.....	143
<b>Figura 2.55.</b> Turbiedad .....	143
<b>Figura 2.56.</b> Fosfatos .....	144
<b>Figura 2.57.</b> Nitratos.....	144
<b>Figura 2.58.</b> Sólidos Disueltos .....	144
<b>Figura 2.59.</b> Temperatura.....	145
<b>Figura 2.60.</b> Cálculo del índice de Calidad .....	145
<b>Figura 2.61.</b> Localización del Humedal La Trozada respecto al Río Cauca .....	148
<b>Figura 2.62.</b> Efluentes del Río Cauca .....	150
<b>Figura 2.63.</b> Humedal La Trozada – Medición de pH.....	151
<b>Figura 2.64.</b> Los cambios en el pH de los suelos orgánicos y diferentes contenidos de Hierro después de las inundaciones .....	151
<b>Figura 2.65.</b> Humedal La Trozada – Medición de Temperatura ( $^{\circ}C$ ).....	152
<b>Figura 2.66.</b> Complejo de humedales receptores de fuertes pulsos hidrogeológicos .....	153
<b>Figura 2.67.</b> Humedal La Trozada – Medición de Turbiedad (NTU).....	154
<b>Figura 2.68.</b> Humedal La Trozada – Medición de Color Real (UPC).....	155
<b>Figura 2.69.</b> Humedal La Trozada – Medición de $DBO$ (mg O/L).....	156
<b>Figura 2.70.</b> Humedal La Trozada – Medición de Conductividad ( $\mu s/cm$ ) .....	157
<b>Figura 2.71.</b> Humedal La Trozada – Medición de Sólidos Totales (mg ST/L) .....	158
<b>Figura 2.72.</b> Humedal La Trozada – Medición de Sólidos Suspendidos (mg SS/L) .....	159
<b>Figura 2.73.</b> Humedal La Trozada – Medición de $DQO$ (mg O/L) .....	160
<b>Figura 2.74.</b> Oxígeno en el Agua .....	162
<b>Figura 2.75.</b> Humedal La Trozada – Medición de $OD$ (mg O/L) .....	162
<b>Figura 2.76.</b> Ciclo del Nitrógeno .....	163
<b>Figura 2.77.</b> Humedal La Trozada – Medición de Nitrógeno Total (N/L) .....	164
<b>Figura 2.78.</b> Humedal La Trozada – Medición de Nitrógeno Amoniacal ( $N-NH_3/L$ ) .....	165
<b>Figura 2.79.</b> Humedal La Trozada – Medición de Nitratos (mg $N-NO_3/L$ ).....	166
<b>Figura 2.80.</b> Humedal La Trozada – Medición de Nitritos (mg $N-NO_2/L$ ).....	166
<b>Figura 2.81.</b> Ciclo del Fosforo.....	167
<b>Figura 2.82.</b> Humedal La Trozada – Medición de Fosfatos (mg $PO_4/L$ ) .....	168
<b>Figura 2.83.</b> Humedal La Trozada – Medición de Fósforo Total (mg P/L).....	168
<b>Figura 2.84.</b> Relación de Nitrógeno y Fosforo .....	169
<b>Figura 2.85.</b> Humedal La Trozada – Medición de Hierro Total (mg Fe/L) .....	170
<b>Figura 2.86.</b> Humedal La Trozada – Medición de Clorofila (mg/L) .....	171
<b>Figura 2.87.</b> Humedal La Trozada – Medición de Transparencia Secchi (m).....	172
<b>Figura 2.88.</b> Humedal La Trozada – Medición de Coliformes Totales (NMP/100mL) .....	174
<b>Figura 2.89.</b> Humedal La Trozada – Medición de Coliformes Fecales (NMP/100mL) .....	174
<b>Figura 2.90.</b> Índice de Calidad Humedal La Trozada, Año 2009.....	175
<b>Figura 2.91.</b> Índice de Calidad Humedal La Trozada, Año 2010.....	176
<b>Figura 2.92.</b> En la fotografía se aprecia el buchón presente en todo el humedal.....	178
<b>Figura 2.93.</b> Características ecológicas de distintas formas de apropiación de territorio .....	187
<b>Figura 2.94.</b> Relaciones entre ecosistemas y pobreza .....	189
<b>Figura 2.95.</b> Población por sexo del municipio de Guadalajara de Buga – Valle del Cauca .....	193
<b>Figura 2.96.</b> Nivel educativo en el municipio de Guadalajara de Buga – Valle del Cauca.....	194
<b>Figura 2.97.</b> Tipo de vivienda en el municipio de Guadalajara de Buga - Valle del Cauca .....	195
<b>Figura 2.98.</b> Servicios con que cuentan las viviendas de Guadalajara de Buga .....	196



<b>Figura 2.99.</b> Índice de Desarrollo Humano en municipios.....	198
<b>Figura 3.1.</b> Biomás de la Tierra .....	201
<b>Figura 3.2.</b> Biomás en Colombia .....	201
<b>Figura 3.3.</b> Terreno del Valle del Cauca .....	202
<b>Figura 3.4.</b> Terreno del Valle del Cauca .....	202
<b>Figura 3.5.</b> Localización del ecosistema BOCSERA.....	203
<b>Figura 3.6.</b> Porcentaje en áreas de tipos de suelos.....	203
<b>Figura 3.7.</b> CVC, Vuelo C-364, Foto 588, Escala 1:33.000, Año 1944.....	204
<b>Figura 3.8.</b> CVC, Vuelo C-1641, Foto 093, Escala 1:32.000, Año 1976.....	205
<b>Figura 3.9.</b> CVC, Vuelo C-2249, Foto 239, Escala 1:29.900, Año 1986.....	205
<b>Figura 3.10.</b> FAL, Vuelo F-407, Foto 184, Escala 1:31.300, Año 1998 .....	206
<b>Figura 3.11.</b> FAL, Vuelo F-461, Foto 194, Escala 1:26.200, Año 2007 .....	207
<b>Figura 3.12.</b> Bosque cálido húmedo en planicie aluvial .....	207
<b>Figura 3.13.</b> Cobertura del Bioma.....	208
<b>Figura 3.14.</b> Dinámicas del humedal .....	209
<b>Figura 3.15.</b> Periodo de bajo régimen pluviométrico.....	210
<b>Figura 3.16.</b> Fotografía en periodo invernal.....	210
<b>Figura 3.17.</b> Complejo de humedales.....	210
<b>Figura 3.18.</b> Plantas macrófitas en el humedal.....	211
<b>Figura 3.19.</b> Esquemas de funcionamiento.....	212
<b>Figura 3.20.</b> Escorrentía humedal .....	212
<b>Figura 3.21.</b> Flujos de crecientes.....	212
<b>Figura 3.22.</b> Dinámica hídrica.....	213
<b>Figura 3.23.</b> Producción terrestre .....	213
<b>Figura 3.24.</b> Dique para control de inundaciones en cultivos aledaños.....	214
<b>Figura 3.25.</b> Cultivo inundados en época invernal .....	214
<b>Figura 3.26.</b> Barrera restrictiva de propagación de macrófitas.....	215
<b>Figura 3.27.</b> Uso incompatible del suelo.....	215
<b>Figura 3.28.</b> Dique-Vía de acceso humedal La Trozada .....	217
<b>Figura 3.29.</b> Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia.....	221
<b>Figura 3.30.</b> Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia.....	222
<b>Figura 3.31.</b> Resultados MIC .....	225
<b>Figura 3.32.</b> Agrupación de variables potenciales según resultados MIC-MAC .....	226
<b>Figura 3.33.</b> Relaciones entre tirantes de inundación y espejos de agua en humedales .....	228
<b>Figura 3.34.</b> Zonas de un humedal.....	228
<b>Figura 3.35.</b> Esquema de cadena trófica .....	230
<b>Figura 3.36.</b> Intercambios fisicoquímicos en humedales.....	230
<b>Figura 4.1.</b> Fotografía 588. Año 1944 .....	235
<b>Figura 4.2.</b> Año 1976.....	236
<b>Figura 4.3.</b> Año 1986.....	236
<b>Figura 4.4.</b> Vuelo F-461. Fotografía 194. Año 2007 .....	237
<b>Figura 4.5.</b> Zonificación ecológica del humedal La Trozada .....	238
<b>Figura 4.6.</b> Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal La Trozada .....	239
<b>Figura 4.7.</b> Zonificación de acciones .....	244
<b>Figura 5.1.</b> Relaciones de Fuerza de los Actores. ....	250
<b>Figura 5.2.</b> Histograma de relaciones de fuerza entre actores.....	251
<b>Figura 5.3.</b> Convergencias y divergencias.....	252
<b>Figura 5.4.</b> Convergencias entre actores.....	252
<b>Figura 5.5.</b> Histograma de la aplicación de los actores sobre los objetivos .....	253
<b>Figura 5.6.</b> Líderes y gestores del ecosistema .....	253





<b>Figura 6.1.</b> Modelo realista de la restauración ecológica en humedales urbanos .....	270
<b>Figura 6.2.</b> Mapa mental de los programas estratégicos .....	277
<b>Figura 6.3.</b> El Ciclo del Manejo Adaptable .....	286
<b>Figura 6.4.</b> Humedal La Trozada. Sección a intervenir en el círculo rojo. ....	292
<b>Figura 6.5.</b> Ubicación del limnimetro en el humedal .....	294
<b>Figura 6.6.</b> Cuadro de cálculo software .....	296
<b>Figura 6.7.</b> Mapa de Zonificación humedal La Trozada – Conectividad hidráulica.....	296
<b>Figura 6.8.</b> Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Ubicación del Sistema de Aireación.....	300
<b>Figura 6.9.</b> Tanque con bomba dosificadora.....	301
<b>Figura 6.10.</b> Paletas aireadoras.....	301
<b>Figura 6.11.</b> Paletas aireadoras.....	301
<b>Figura 6.12.</b> Cotización a año 2011 .....	302
<b>Figura 6.13.</b> Cotización a año 2011 .....	302
<b>Figura 6.14.</b> Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Operación del Sistema de Aireación.....	304
<b>Figura 6.15.</b> Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Zona de Bosque seco tropical inundable .....	307
<b>Figura 6.16.</b> Mapa de zonificación de La Trozada - Bosque productor protector .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 6.17.</b> Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Extracción de vegetación acuática .....	313
<b>Figura 6.18.</b> Mapa de zonificación de La Trozada - Reconversión a producción más limpia .....	317
<b>Figura 6.19.</b> Esquema de Jaulas .....	320
<b>Figura 6.20.</b> Infraestructura para ceba de peces. Bodega flotante y jaulas.....	321
<b>Figura 6.21.</b> Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Producción Íctica. ....	321
<b>Figura 6.22.</b> Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Fortalecimiento producción íctica. ....	324
<b>Figura 6.23.</b> Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales....	326



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.1.</b> Áreas de impacto de la CVC .....	27
<b>Tabla 2.1.</b> Parámetros Físicoquímicos analizados .....	69
<b>Tabla 2.3.</b> Especies de Aves del Humedal LA TROZADA con algún grado de Amenaza (Regional, Nacional o Global) .....	84
<b>Tabla 2.3.</b> Especies de Aves del humedal La Trozada .....	88
<b>Tabla 2.4.</b> Listado de especies de mamíferos.....	94
<b>Tabla 2.5.</b> Listado de especies de anfibios y reptiles .....	98
<b>Tabla 2.6.</b> Listado de especies de peces .....	101
<b>Tabla 2.7.</b> Listado de Especies Vegetales (Acuáticas y Terrestres) del Humedal La Trozada.....	107
<b>Tabla 2.8.</b> Macroinvertebrados reportados para el humedal La Trozada reportados por 1. Flórez y Mondragón, 2002; 2. Aragón y Libreros, 2002 y 3. Bolívar <i>et al</i> , 2004 (Plan de Acción en Biodiversidad CVC-IAvH).....	108
<b>Tabla 2.9.</b> Área del humedal La Trozada y de la cuenca de captación .....	114
<b>Tabla 2.10.</b> Descripción de las unidades geológicas.....	114
<b>Tabla 2.11.</b> Unidades geomorfológicas.....	115
<b>Tabla 2.11.</b> Tipos de suelos.....	117
<b>Tabla 2.13.</b> Usos del suelo .....	119
<b>Tabla 2.14.</b> Zonas de erosión .....	120
<b>Tabla 2.15.</b> Uso potencial del suelo .....	121
<b>Tabla 2.16.</b> Estaciones cercanas al humedal La Trozada.....	124
<b>Tabla 2.17.</b> Principales variables hidrológicas y climáticas en el área de influencia del humedal La Trozada – periodo 2000-2010.....	129
<b>Tabla 2.18.</b> Clasificación de la cantidad de lluvia según Cenicaña .....	134
<b>Tabla 2.19.</b> Valores tabulados de las curvas Nivel-Área-Volumén para el Humedal La Trozada.....	136
<b>Tabla 2.20.</b> Principales variables para el balance en el Humedal La Trozada.....	140
<b>Tabla 2.20b.</b> Variables para el balance hídrico en el Humedal La Trozada.....	140
<b>Tabla 2.21.</b> Registros de Calidad de Agua.....	141
<b>Tabla 2.22.</b> Variables y pesos del ICA .....	142
<b>Tabla 2.23.</b> Índice de Calidad de Agua para lagunas tropicales de Inundación.....	145
<b>Tabla 2.24.</b> Parámetros de calidad del agua del Río Cauca, año 2010. Estaciones Tramo Yotoco a Mediacanoa .....	146
<b>Tabla 2.25.</b> Parámetros de calidad del agua del Río Guadalajara, año 2010. Antes de la desembocadura en el Río Cauca .....	147
<b>Tabla 2.26.</b> Valores históricos de pH (unidad) .....	149
<b>Tabla 2.27.</b> Valores históricos de Temperatura (°C) .....	151
<b>Tabla 2.28.</b> Valores históricos de Turbiedad (NTU) .....	153
<b>Tabla 2.29.</b> Valores históricos de Color Real (UPC) .....	154
<b>Tabla 2.30.</b> Valores históricos de DBO <sub>5</sub> (mg O/L) .....	155
<b>Tabla 2.31.</b> Conductividad en distintos tipos de aguas .....	156
<b>Tabla 2.32.</b> Valores históricos de Conductividad (µs/cm).....	156
<b>Tabla 2.33.</b> Valores históricos de Sólidos Totales (mg ST/L) .....	157
<b>Tabla 2.34.</b> Valores históricos de Sólidos Suspendedos (mg SS/L) .....	158
<b>Tabla 2.35.</b> Criterio de Sólidos suspendidos .....	159
<b>Tabla 2.36.</b> Valores históricos de DQO (mg O/L) .....	160
<b>Tabla 2.37.</b> Relación DQO/DBO .....	160



<b>Tabla 2.38.</b> Valores históricos de OD (mg O/L).....	161
<b>Tabla 2.39.</b> Valores históricos de Nitrógeno Total (N/L).....	164
<b>Tabla 2.40.</b> Valores históricos de Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH <sub>3</sub> /L).....	165
<b>Tabla 2.41.</b> Valores históricos de Nitratos (mg N-NO <sub>3</sub> /L).....	165
<b>Tabla 2.42.</b> Valores históricos de Nitritos (mg N-NO <sub>2</sub> /L).....	166
<b>Tabla 2.43.</b> Valores históricos de Fosfatos (mg PO <sub>4</sub> /L).....	167
<b>Tabla 2.44.</b> Valores históricos de Fósforo Total (mg P/L).....	168
<b>Tabla 2.45.</b> Valores históricos de Nitrógeno y Fosforo Total (mg N,P/L).....	169
<b>Tabla 2.46.</b> Valores históricos de Hierro Total (mg Fe/L).....	170
<b>Tabla 2.47.</b> Valores históricos de Clorofila (mg/L).....	171
<b>Tabla 2.48.</b> Valores históricos de Transparencia Sechi (m).....	172
<b>Tabla 2.49.</b> Valores límites para la clasificación trófica de humedales.....	172
<b>Tabla 2.50.</b> Clasificación trófica del humedal La Trozada Año 2010.....	173
<b>Tabla 2.51.</b> Valores históricos de Coliformes Totales (NMP/100mL).....	173
<b>Tabla 2.52.</b> Valores históricos de Coliformes Fecales (NMP/100mL).....	174
<b>Tabla 2.53.</b> Guía de color para índice ICA.....	175
<b>Tabla 2.54.</b> Cálculo Índice de Calidad Año 2009 y 2010.....	175
<b>Tabla 2.60.</b> Estación Total Electrónica TOPCON GTS-212D.....	179
<b>Tabla 2.61.</b> Nivel óptico SOKKIA C300.....	179
<b>Tabla 2.62.</b> Navegador GPS MAPGOCSx.....	179
<b>Tabla 2.63.</b> Colector de Datos Externo: Husky FS / 2.....	179
<b>Tabla 2.64.</b> Equipo menor y accesorios.....	180
<b>Tabla 2.65.</b> GPS SYSTEM 1200.....	180
<b>Tabla 2.66.</b> GPS SYSTEM 1200.....	182
<b>Tabla 2.67.</b> Proyectos de Drenaje.....	186
<b>Tabla 2.68.</b> Reducción de Ecosistemas.....	187
<b>Tabla 2.69.</b> Límites del Municipio de Guadalajara de Buga.....	191
<b>Tabla 2.70.</b> Población del municipio de Buga al 2.010.....	193
<b>Tabla 2.71.</b> Cobertura del sistema de educación municipal de Buga, periodo 2002-2003.....	194
<b>Tabla 2.72.</b> Censo de viviendas para el municipio de Buga, 2005.....	195
<b>Tabla 2.73.</b> Lugares y fechas de socializaciones.....	198
<b>Tabla 2.74.</b> Información de actores sociales.....	198
<b>Tabla 2.75.</b> Relaciones y conflictos de los actores.....	199
<b>Tabla 2.76.</b> Clasificación de actores.....	200
<b>Tabla 2.77.</b> Priorización de actores.....	200
<b>Tabla 3.1.</b> Funciones de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el Humedal La Trozada.....	218
Fuente: Tomado y adaptado de UICN (1992).....	218
<b>Tabla 3.2.</b> Funciones ecosistémicas de los humedales asociadas a bienes y servicios económicos.....	220
<b>Tabla 3.3.</b> Lista de Variables.....	223
<b>Tabla 3.4.</b> Matriz de Variables.....	224
<b>Tabla 3.3.</b> Resultados MAC.....	225
<b>Tabla 3.5.</b> Lista de Variables determinantes.....	227
<b>Tabla 3.6.</b> Lista de Variables claves.....	227
<b>Tabla 3.7.</b> Lista de Variables Objetivos.....	229
<b>Tabla 3.8.</b> Lista de Variables Resultados.....	229
<b>Tabla 3.9.</b> Lista de Variables Reguladoras de primer orden.....	230
<b>Tabla 3.10.</b> Lista de Variables Reguladoras de segundo orden.....	231
<b>Tabla 3.11.</b> Lista de Variables como palancas secundarias.....	231



Tabla 3.12. Lista de Variables Autónomas.....	231
Tabla 3.13. Lista de Variables Autónomas.....	231
Tabla 3.14. Resultados de importancia en el Mic-Mac.....	232
Tabla 3.15. Clasificación de las variables .....	232
Tabla 4.1. Zonas de importancia ecológica del humedal.....	239
Tabla 4.2. Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal.....	240
Tabla 4.3. Resumen ordenamiento .....	244
Tabla 5.1. Identificación de actores .....	248
Tabla 5.2. Influencia de actores .....	248
Tabla 5.3. Objetivos Estratégicos .....	249
Tabla 5.4. Objetivos de Conservación Humedal La Trozada .....	254
Tabla 5.5. Ponderación Objetivos de Conservación.....	259
Tabla 5.6. Listado Final de Objetos .....	264
Tabla 6.1. Plan de Acción Propuesto por CVC – Fundación Natura 2003 - 2009.....	273
Tabla 6.2. Programa de recuperación ecohidráulico - física.....	278
Tabla 6.3. Programa de recuperación sanitaria - químico .....	279
Tabla 6.4. Proyecto revegetalización .....	280
Tabla 6.5. Proyecto control de plantas invasoras.....	280
Tabla 6.6. Programa producción sostenible .....	281
Tabla 6.7. Programa Fortalecimiento Institucional .....	282
Tabla 6.8. Proyecto de recuperación de espacio y dominio hidráulico público .....	283
Tabla 6.9. Proyecto de investigación aplicada ecológico .....	284
Tabla 6.10. Proyecto de investigación aplicada ecohidráulico.....	284
Tabla 6.11. Proyecto de investigación aplicada sanitario .....	285
Tabla 6.12. Proyecto seguimiento y control ambiental – autoridad ambiental CVC.....	286
Tabla 6.13. Proyecto Monitoreo .....	287
Tabla 6.14. Proyecto Evaluación .....	288
Tabla 6.15. Costos Adecuación Morfológica del Humedal .....	291
Tabla 6.16. Costos Instalación de limnómetro y registro de lecturas..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 6.17. Parámetros de entrada .....	295
Tabla 6.18. Pendiente del canal.....	296
Tabla 6.19. Dimensiones y parámetros hidráulicos del canal.....	296
Tabla 6.17. Costos del canal de conexión .....	297
Tabla 6.18. Costos Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión .....	298
Tabla 6.19. Costos Implementación de sistema de oxigenación .....	303
Tabla 6.20. Costos Operación del sistema de oxigenación.....	304
Tabla 6.21. Actividades a ejecutar .....	306
Tabla 6.22. Costos Restauración de Bosque seco tropical inundable .....	308
Tabla 6.23. Análisis unitario Restauración de Bosque seco tropical inundable .....	308
Tabla 6.24. Actividades Restauración de Bosque Productor Protector <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 6.25. Costos Restauración de Bosque Productor Protector .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6.26. Análisis unitario Restauración de Bosque Productor Protector <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 6.27. Costos Máquina Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja.....	314
Tabla 6.28. Costos Manual Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja.....	314





<b>Tabla 6.29.</b> Análisis unitarios Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en ambos brazos de la Madre Vieja.....	314
<b>Tabla 6.30.</b> Resumen de Costos Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en ambos brazos de la Madre Vieja .....	314
<b>Tabla 6.31.</b> Costos Reconversión tecnológica .....	317
<b>Tabla 6.32.</b> Análisis unitario Reconversión tecnológica.....	317
<b>Tabla 6.33.</b> Análisis unitario Jaulas.....	321
<b>Tabla 6.34.</b> Detalle Costo Proyecto .....	322
<b>Tabla 6.35.</b> Cronograma Proyecto .....	322
<b>Tabla 6.36.</b> Costos Fortalecimiento producción íctica .....	324
<b>Tabla 6.37.</b> Costos Mantenimiento, protección y conservación.....	326
<b>Tabla 6.38.</b> Análisis Unitario Mantenimiento, protección y conservación .....	326
<b>Tabla 6.39.</b> Análisis Unitario 2 Mantenimiento, protección y conservación .....	327
<b>Tabla 6.40.</b> Costos Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal .....	328
<b>Tabla 6.41.</b> Costos Observatorio socioambiental.....	330
<b>Tabla 6.42.</b> Costos Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental.....	331
<b>Tabla 6.43.</b> Costos Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal .....	333
<b>Tabla 6.44.</b> Costos Fortalecimiento de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal .....	334
<b>Tabla 6.45.</b> Costos Fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa a la asociación de pescadores del centro del valle .....	335
<b>Tabla 6.46.</b> Costos Diseño paisajístico .....	337
<b>Tabla 6.47.</b> Costos Construcción.....	337
<b>Tabla 6.48.</b> Costos Aislamiento zona anfibia +30m .....	338
<b>Tabla 6.49.</b> Costos Aislamiento zona anfibia +30m .....	339

## 0. INTRODUCCIÓN

---

*Richard Becerra Acevedo, Ph.D.*

Existe una compleja interacción entre el Kosmos, el Sistema Solar, la Tierra, la Biosfera, los Ecosistemas, las poblaciones y el Hombre. Durante decenas de miles de años de adaptación y lucha darwiniana, se han generado mecanismos de evolución creadora y selectiva de Vida imponiéndose sobre la materia inerte y al final la muerte, que es destino natural de todo lo viviente, bajo todas las condiciones adversas que se presentan en el solitario Planeta Tierra, frágil y vulnerable, que en virtud de la Fuerza Gravitacional atractiva, gira alrededor de una estrella - el Sol - cuya fuente Termonuclear irradia energía dentro de un espacio que en verdad parece infinito, sobre planetas que levitan en el sideral vacío.

Nosotros, Seres Humanos, hemos transformado la Tierra ilimitadamente. Hasta ahora nuestra geovisión no ha considerado la inobjetable relevancia de los intrincados, significativos y complejos procesos bio-ecológicos planetarios. Con especial prevalencia en los últimos 50 años, las comunidades y los asentamientos humanos han intervenido la estructura y organización de gran parte de los Ecosistemas de la Tierra, lo cual ha implicado tanto la extinción acelerada de especies como también la pérdida de las funciones vitales y los atributos reguladores que los ecosistemas poseen. Esta situación indudablemente ha afectado a las comunidades comprometidas e integradas con los biosistemas. Infortunadamente les ha faltado a las Comunidades y a los Estados hasta el momento presente una auténtica Misión coherente con sentido holístico dentro del marco de un Modelo Integral de Desarrollo Sostenible respecto a la preservación, protección y conservación del inestimable y vasto hábitat y Macro-Ecosistema que representa la Tierra.

La Tierra, considerada igualmente como un organismo viviente, posee también diversos mecanismos de auto-regulación, con miras a la conservación de un óptimo estado de equilibrio Termodinámico y Químico, entre los cuales sobresalen la Atmósfera, los Casquetes Polares, los Océanos, la Biosfera subterránea, terrestre y aérea, las Lagunas, las Ciénagas, y de manera singular los invaluables Humedales, tema central de análisis y discusión en este Proyecto. Justamente los Humedales, ecosistemas inherentes a las vertientes fluviales han sido impactados enormemente en las últimas décadas tanto a nivel nacional como específicamente en la Región geográfica del Valle del Río Cauca, principalmente porque desde una tergiversación cultural se han aplicado equivocadamente un conocimiento y una tecnología hidráulica que transformaron e infortunadamente deformaron los circuitos naturales de los sistemas fluviales y por consiguiente también los Humedales, que originalmente juntos conforman una unidad indisoluble, afectada adicionalmente de manera drástica como consecuencia de la política de expansión de cultivos como la caña de azúcar, hoy en día no precisamente con fines alimentarios en beneficio de la población más

desfavorecida y vulnerable, sino primordialmente para la producción de bio-combustible, promovida en áreas de vocación humedal por parte de la dirigencia empresarial y política de la región.

Ahora bien, el crecimiento económico y la electrificación del Valle del Cauca han sido logrados en gran parte a expensas de los Ecosistemas pertenecientes a Humedales, de suerte que de 15.286 ha que se registraban para el año 1950, en la actualidad sólo se registran 2.795 ha (CVC 2007), lo cual implica una enorme pérdida de Ecosistemas Naturales.

Los comerciantes agrícolas han implantado un uso del territorio de Humedales que interrumpe ciclos vitales de Biosistemas, muchos de los cuales han sido sometidos a una ingeniería de desecación y drenaje. Sin embargo, hoy algunos se conservan favorablemente, mostrándonos sus atributos pero también indicándonos su deterioro y estrés. Entender sus procedimientos de funcionamiento para recuperarlos y conservarlos es un reto complejo y a la vez fascinante, pues indudablemente depende de diversas variables interactuantes e integrativas, sin duda diametralmente opuesto al equivocado Modelo aplicado en Ecosistemas en las últimas décadas, consistente en un pensamiento reduccionista inconsistente, monodependiente e irreal.

La génesis de los Humedales es producto de una compleja e intrincada interacción de la hidrodinámica de la vertiente principal con sus afluentes-tributarios, el suelo, el clima, el viento, y naturalmente con las múltiples formas de vida terrestre, anfibia y acuática, tanto de naturaleza macroscópica como microscópica. A pesar de todos los avances en el campo científico, poco se conoce de esta clase de Ecosistemas, que representan importantes mecanismos de auto-regulación de la Tierra.

Los Humedales del Valle del Río Cauca en general se originan por el movimiento meándrico natural del cauce a lo largo de su planicie de inundación, de procesos erosivos e hidrodinámicos que cortan curvas modificando su cauce y dando origen a las denominadas madre-viejas. Son los Ecosistemas existentes actualmente más ricos desde el punto de vista biológico; mantienen múltiples formas de vida endémica y migratoria de aves, mamíferos, peces, anfibios, crustáceos a nivel macroscópico, y diversas formas de vida microscópica tanto aeróbica como anaeróbica.

Por lo demás, son vasos o sumideros naturales que regulan picos hidrológicos, y fungen como filtros naturales, no sólo respecto a compuestos pesados neurotóxicos. Además transfieren nutrientes al suelo con minerales provenientes del drenaje de la cuenca, e igualmente equilibran el pH, y con ello la apropiada relación entre acidez y alcalinidad, lo cual es fundamental para la vitalidad de los Bioecosistemas correspondientes, y adicionalmente recargan acuíferos subterráneos y mantienen múltiples formas de vida silvestre.

Toda esta dinámica de las inundaciones, del clima y de la Ecología dio origen a tierras muy ricas y fértiles, que constituyeron el Valle Biogeográfico del Río Cauca, considerada presumiblemente la región agrícola más importante de Colombia, sin



embargo, ocasionalmente degradada y subestimada en el transcurrir histórico en vista de la aplicación del limitante Modelo de Monocultivos, tradicional tendencia que ha marcado gran parte de la geografía nacional.

El aprovechamiento de estas tierras fértiles fue concebido desde un pensamiento técnico-ingenieril que lamentablemente ignora la verdadera dimensión de la Vida y toda su complejidad interdependiente, razón por la cual se ha utilizado habitualmente el conocimiento fragmentariamente para drenar la Tierra, construir diques y represas, frecuentemente con participación inversionista crediticia del Fondo Monetario Internacional (FMI) y del Banco Mundial (BM), e igualmente para controlar eventualmente las inundaciones ocasionadas por el Río. Como consecuencia de esta concepción técnico-ingenieril que no respeta la Complejidad y Diversidad de la Vida, hoy en día solamente podemos contemplar una ínfima parte del esplendor vital y de los multifacéticos, grandiosos Bioecosistemas del Valle.

De ahí que falte hoy por plantear una nueva mirada hacia el Mundo, es decir, una nueva Filosofía, erigida sobre el cimiento de un Humanismo Universal Transcendental, que integre la Vida, la Tecnología y a los Seres Humanos de manera explícita, en alianza implícita con una sacra y magna Cosmovisión, en conexión con lo cual se deben mencionar justamente las propuestas inherentes provenientes de la ONU y la 'Convención Internacional sobre Humedales' llevada a efecto en Ramsar /Irán en 1971.

El Ex-Secretario general de la ONU Koffy Annan inauguró en junio de 2001 el programa internacional 'Ecosistemas del Milenio', diseñado para brindar herramientas científicas y técnicas a planificadores y al público en general sobre las consecuencias de los cambios y las alteraciones en los Ecosistemas. El programa contiene 4 escenarios que lo fundamentan, a saber : /1/ la Globalización, /2/ la Regionalización, /3/ el Mosaico Adaptativo y /4/ el Tecno-Jardín, todo con el objetivo de promover conocimiento y apoyo recíproco a nivel internacional en el campo económico y de garantizar la autonomía de las regiones para el manejo de los recursos, la jerarquización y clasificación de los estudios y un desarrollo tecnológico capaz de involucrar el medio ambiente.

Por otra parte la 'Convención de Ramsar' ha dado un giro importante para la conservación de estos Ecosistemas, ya que actualmente 159 países hacen parte de esta Convención, y Colombia se vinculó finalmente a ella en el año 1998.

Como consecuencia de esto Colombia ha adquirido claros compromisos para la Conservación de los Humedales. Este documento nacional contiene los lineamientos considerados en la 'Convención de Ramsar', reglamentada por Colombia mediante Resolución 157 de 2004 y 196 de 2006.

El complejo de humedales de la zona centro sur del Valle del Cauca, se incluyen en el modelo económico tradicional denominado Hacienda, inscrita en el paisaje que inspiró a Jorge Isaac la estelar obra literaria "María", en la construcción de un lenguaje romántico naciente de hispanoamérica, cuya verdadera musa es el paisaje, de bosques llenos de





árboles monumentales, esplendidas ciénagas y lagunas, y de un río Cauca de limpios raudales.

Hoy Colombia pareciera ver su porvenir cerrado; la catástrofe de la Ola invernal deja en nuestro País más de 3 millones de damnificados, cerca de medio centenar de pérdidas humanas, cuantiosas pérdidas materiales y las regiones andina y caribe se declaran fallidas por su errado manejo de los recursos hídricos, y muy en especial por la desecación y pérdida de los ecosistemas de humedal. Es por eso que hacemos un llamado a las Autoridades e Instituciones, propietarios y comunidad en general para que Salven los humedales Vallecaucanos, y recuperen su productividad y diversidad.

Para lo anterior, se requiere restaurar el bosque seco inundable, la morfología de la fase acuática del ecosistema, realizar reconversión agropecuaria hacia sistemas de cultivos limpios, y construir una alianza con los pescadores mediante proyectos ícticos productivos.



# 1. PREÁMBULO - POLÍTICA

*Jefferson Martínez - Juan Manuel Garcés, M.Sc.*

## 1.1. ANTECEDENTES

### 1.1.1. INCIDENCIA EFECTIVA DE LAS POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN

Una política es un conjunto de normas, instrumentos, presupuestos y cronogramas de actividades adecuados a la consecución de un futuro específico deseado. La política ambiental relativa a los Ecosistemas de Humedales, debe garantizar la sucesión inducida para conservación y recuperación de la fase acuática de los mismos enfrentando los procesos de terrificación (conversión en tierra).

Colombia cuenta con una prolífica emisión de leyes por parte del Gobierno Nacional y de las CAR<sup>1</sup>, las cuales se extrapolan de los tratados internacionales firmados. No obstante, la cristalización de las mismas no ha sido efectiva, ya que no se han logrado armonizar los objetivos de conservación y recuperación con las metas económicas del sector hegemónico productivo que ocupa el territorio de los Ecosistemas claves de nuestra gran riqueza hidráulica y biológica.

Lo real no es la formalidad de las leyes sino la praxis de las mismas, la interpretación acorde con los resultados ambientales esperados, y la acogida por las Instituciones competentes, el MAVDT<sup>2</sup> y las CAR, en su gestión y aplicación; y sobretodo su materialización e inclusión en la conducta y el Ethos de las comunidades, así como por parte de los actores decisivos en la consecución de los objetivos de conservación, que sea la expresión de los acuerdos y compromisos de los actores en la resolución de los conflictos que se realizan dentro del territorio ecosistémico.

Por lo general la Legislación no define el protocolo detallado requerido para que se impacte substancialmente la salud de los ecosistemas; se puede asegurar que no posee la suficiente consistencia para garantizar el logro de las metas ambientales; la Legislación vigente subyace a enfoques de caracterización, sectoriales o por componentes, por factores como agua, suelo, vegetación, fauna y clima, y aproximaciones disciplinarias desde el punto de vista de factores de producción aislados, en la perspectiva del mercado, sin una comprensión clara de sus sinergias.

Desde hace unas décadas se encuentran en construcción propuestas alternativas de conocimiento; nuevos paradigmas que articulan e integran una teoría total del

<sup>1</sup> Corporaciones Autónomas Regionales

<sup>2</sup> Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia



sistema ambiental, los cuales permiten evaluar escenarios para aproximarse al devenir del humedal bajo sus tensores y limitantes. Por lo común, el Plan de Acción de los Planes de Manejo, está constituido por actividades generales cuyo impacto no parece ser muy significativo. Igualmente carecen de detalles a nivel operativo en su ejecución, en la evaluación periódica de los resultados esperados, en la instrumentación y monitoreo como mecanismos de retroalimentación.

Métodos de pensamiento como el ecosistémico, el sistémico y el complejo nos permiten abordar la comprensión y la problemática de degradación y empobrecimiento en el patrimonio ambiental, el cual a su vez compromete la posibilidad de mejoramiento ambiental, cultural y humano.

Habría que empezar por reflexionar sobre la Cultura Occidental misma, la cual se caracteriza frecuentemente por secuenciar y fragmentar la complejidad de las ecologías, la natural, la social en sus artefactos y la mental de los sujetos y de los pueblos. Cada sistema está conformado por otros subsistemas interactuantes, de tal manera que existe siempre un sistema mayor, que le da un carácter polisistémico al Kosmos.

La Cultura Occidental establece la dualidad entre espíritu y materia, entre mente y cuerpo, instala un mundo de las ideas que idealiza y racionaliza la realidad externa e interna del sujeto con el espíritu del Logos, la Lógica y la Razón Aristotélica, que como demuestra Nietzsche en la 'Genealogía de la Moral', constituyen el digno complemento del poder.

La lógica aristotélica, la de la identidad y de la transitividad, la del dominio del mundo y de la Naturaleza por el Hombre acorde con el dictamen del Mito Bíblico del Génesis donde se establece que la misión de la etnia Judeocristiana, y en general de la especie humana, es su multiplicación y dominio de la Tierra.

La Ética, la Política, la Economía, y la Técnica son el punto de contacto de esas mentalidades con la realidad natural y social, desde esta mediación proviene la reducción de ideas y de conceptos y un orden lógico ordenador, que construyó una Oikos o casa de la "objetividad", "estructurada" por objetos aislados, constituídos en su aislamiento, en lo particular de cada Ciencia, la "rex extensa" de Descartes, la de la contrastación con el mundo empírico, en un espacio neutro gobernado por leyes físicas; en contraposición la "rexcogitans" reservada a la filosofía (metafísica) y a las religiones.

El enfoque disciplinario de las ciencias naturales, las constituye en su aislamiento, en tanto que la Ecología como saber es transdisciplinario, conformada por la Biología, la Química y la Geología, en su desarrollo ha debido enfrentar este nuevo y duro espacio epistemológico, multidimensional, complejo y sistémico.

Ese viaje emprendido por Occidente nos ha llevado a un mundo maravilloso de tecnología, que desde el siglo XX y XXI ha pasado a convertirse en una amenaza real para la Civilización Humana, en un ente autónomo, de obsolescencia

planificada, ligado cada vez más al complejo militar-industrial del “Nuevo Estado Industrial”, a la guerra, al sometimiento y dominio de unas culturas y etnias por otras, y en últimas al hegemonismo de Occidente con Los Estados Unidos a la cabeza, y su propuesta de vida “American Way of Life” como modelo, que pone por encima de los demás valores el culto por el consumo y el mercado como únicas vías de plenitud, alejando al Espíritu humano de su relación constructiva y sinérgica con Gea.

Es cierto que hoy día tenemos una virtualidad con posibilidades infinitas de espacio e información, técnicas biotecnológicas e ingeniería genética, confort, Disneylandia, medicina alopática moderna, dominada por los especialismos desintegradores de la unidad humana cuerpo-espíritu y ambiente, la separación entre las ciencias naturales y las socio-humanísticas, crecimiento acelerado, desintegrador en tantos frentes, que han configurado la amenaza de la mayor crisis ambiental, del Cambio Climático y el Calentamiento Global, al punto que podría llegar a comprometer la continuidad de la vida misma en la tierra, el fin de la Historia de la Civilización Humana, y la muerte de Gaia.

La consecución de un poder energético ilimitado ha marcado la búsqueda de Occidente. En 1933 en el Gobierno de Franklin D. Roosevelt, Estados Unidos intentaba superar la crisis económica, llamada la Gran Depresión de 1929. Se propuso el Plan New Deal (El Nuevo Trato), el cual se pone en marcha mediante proyectos centrales como la creación de la agencia TVA - Autoridad del Valle del Tennessee para generar energía eléctrica y controlar las inundaciones del río Tennessee en una región que abarca siete estados del sur de Los Estados Unidos.



**Figura 1.1.** El presidente Franklin D. Roosevelt firma la Ley de IVA el 18 de mayo de 1933.

Fuente. URL-1

Se pensó en generar energía hidroeléctrica a expensas de los sistemas fluviales. El TVA en la consecución del desarrollo agroindustrial para la región, amplió el uso de los terrenos del Valle, que se inundaban periódicamente, lo cual constituía un tema de defensa nacional; emprendió el desarrollo agrícola y la búsqueda de mejores condiciones económicas de la población, acometiendo acciones de reforestación puesto que grandes extensiones de bosque habían sido taladas, desarrolló nuevos fertilizantes, e ilustró a la población campesina sobre técnicas de mejoramiento para el rendimiento de las cosechas.

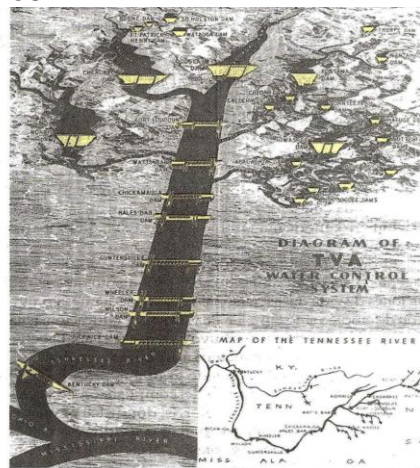




**Figura 1.2.** Adecuación y drenaje de tierras en el sur de Estados Unidos en los años 30

Como consecuencia de lo anterior, la región se transformó sustancialmente; se empezaron a dar avances económicos fuertes; aparecieron modernos artefactos eléctricos, que hicieron la vida más confortable y eficiente; las granjas se tornaron más productivas, surgieron nuevas industrias, la comunidad pasó a emplearse después de largo tiempo desempleada.

Luego, en el año de 1941, David Lilienthal, abogado de origen judío, se convierte en el director y el precursor del TVA, que hoy en día es una consolidada empresa pública energética en los Estados Unidos, desarrollando el proyecto ingenieril más grande hasta entonces de la historia norteamericana, construyendo 12 hidroeléctricas en cinco años.



**Figura 1.3.** Programa de TVA - Sistema de Control de aguas  
Fuente. Lilienthal David. TVA Democracy on the March, New York, 1944.

Lo curioso de lo anterior es que de esa forma Lilienthal apoyó la construcción de la bomba atómica, al suministrar energía eléctrica extraída de los ríos, mediante múltiples represas al Proyecto Manhattan que la requería para el aislamiento del uranio. Como es sabido éste proyecto permitió a los aliados derrotar al Eje (Alemania-Italia y Japón) y ganar la Segunda Guerra Mundial.

Sobre los ríos Lilienthal pensaba lo siguiente, lo cual manifestó en sus diarios: “En Missouri y en Arkansas, en Brasil y en Argentina, en China y en India, sólo hay ríos... ríos en que la violencia de las inundaciones amenaza a la tierra y a la gente; luego tristeza, sequía e improductividad. Hay ríos en todo el mundo esperando ser controlados por los hombres.”



**Figura 1.4.** Cuenca del Río Mississippi. Subcuenca del Río Tennessee  
Fuente. URL-2

De 1947 a 1949, Lilienthal presidió la CEA<sup>3</sup> de los Estados Unidos, y fue uno de los pioneros para que la sociedad civil tuviera el control en el programa de energía atómica mundial y que fuera una organización internacional la que tuviera el manejo (IAEA<sup>4</sup>). También pensaba que era posible manejar la Energía Atómica con fines pacíficos, lo cual fue un legado para la TVA, que tiempo después la emplearía como fuente energética.



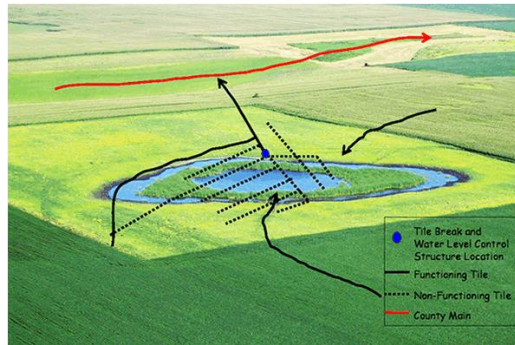
The Tennessee Valley owes its network of municipal and cooperative power distributors to the vision of David Lilienthal, one of TVA's three original directors.

**Figura 1.5.** David Lilienthal  
Fuente. URL-1

Para la década de 1950 renunció a la CEA, y con su vasta experiencia montó una empresa consultora de ingeniería, mediante la cual replicó el modelo de la TVA en su versión de producción de energía hidroeléctrica en países como Irán, Venezuela, India, el sur de Italia, Ghana, Nigeria, Marruecos, Vietnam del Sur y en la cuenca alta del río Cauca (Cauca, Valle del Cauca, Antiguo Caldas).

<sup>3</sup> Comisión de Energía Atómica

<sup>4</sup> International Atomic Energy Agency



**Figura 1.6.** Esquema de drenaje humedales lénticos desarrollado por el TVA

Por su parte, en Colombia, Ciro Molina Garcés en los años 20, y la Misión Chardon de Puerto Rico en los 30's, coincidían en el potencial cañiculator de la región y las posibilidades de generar energía eléctrica a partir del Río Cauca. Además desde el año de 1937 se empiezan a registrar grandes extensiones de terrenos inundados.

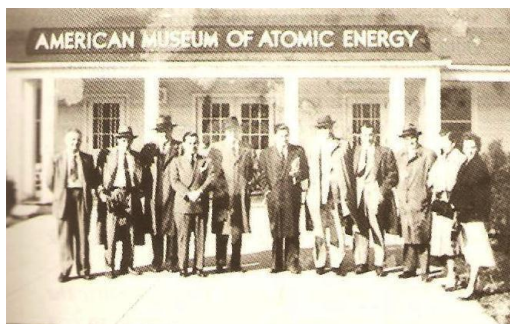


**Figura 1.7.** Inundaciones Históricas del Río Cauca  
Fuente. CVC, 2007

Pero solamente en 1947, la Misión del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, en forma paralela al Plan Marshall en Europa, planteó como una de las directrices claves para el desarrollo económico del país, el modelo del Valle del Río Tennessee, para la creación de las CAR.

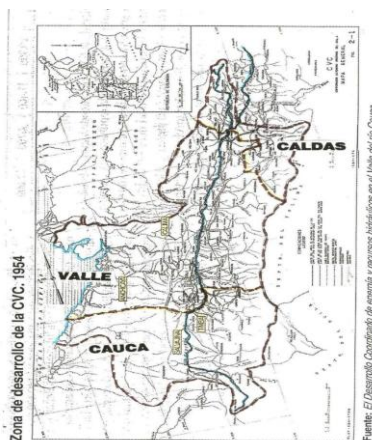
Debido al éxito del Proyecto TVA, ilustres familias del poder político y económico tradicional de la sociedad Vallecaucana viajaron a los Estados Unidos con la intención de recibir asesoría para replicar el modelo en el Valle del Río Cauca, cuyas características ambientales se asimilan en gran manera al Río Tennessee.





**Figura 1.8.** Visita a Estados Unidos para conocer algunas de las obras y realizaciones de la TVA. En la foto Diego Garcés Giraldo, Manuel Carvajal Sinisterra, Bernardo Garcés Córdoba, José Otoya, Luis Ernesto Sanclemente y José Castro Borrero, entre otros  
Fuente: Archivo Familia Castro Cruz, Tomado de Enrique Sinisterra – 2011

Fue entonces, en 1954, mediante Decreto del Presidente Gustavo Rojas Pinilla, cuando se creó la CVC – Cauca, Valle y Antiguo Caldas, con objetivos precisos de extraer energía del Río mediante una represa hidroeléctrica, y para reducir el riesgo y amenaza por las inundaciones ocasionadas periódicamente por el Río Cauca, induciendo cambios en el régimen hidrológico, y con ello ampliar la frontera agrícola y desarrollar la agroindustria en la región.



**Figura 1.9.** Zona de Influencia de la CVC, Año 1954  
Fuente. CVC, 2007

Fue muy acertada la concepción del proyecto como bioregión o Cuenca Alta del Río Cauca, trascendiendo las fronteras políticas de las regiones, de manera que el proyecto se integró, tal como se ilustra en la siguiente Tabla:

**Tabla 1.1.** Áreas de impacto de la CVC

Departamentos	Área Total (km <sup>2</sup> )	Zona de Desarrollo (km <sup>2</sup> )	%
Cauca	30.200	11.410	38
Valle	20.940	20.940	100
Caldas	13.370	4.670	35

El proyecto CVC fue muy exitoso, eso significó el cambio en el régimen de pulso del Río Cauca, que se vio sustancialmente modificado, con la regulación de sus



crecientes invernales, también mediante diques que aislaron los humedales del Río, incomunicando sus ciclos e intercambio, cerrando la frontera de los subsistemas constitutivos del río Cauca, lo cual también significó la implementación de muchas obras de drenaje y desecación de los ecosistemas de humedal, pasando de 17.500 Ha en los años 50 a menos de 3.000 Ha actuales (CVC, 2007).

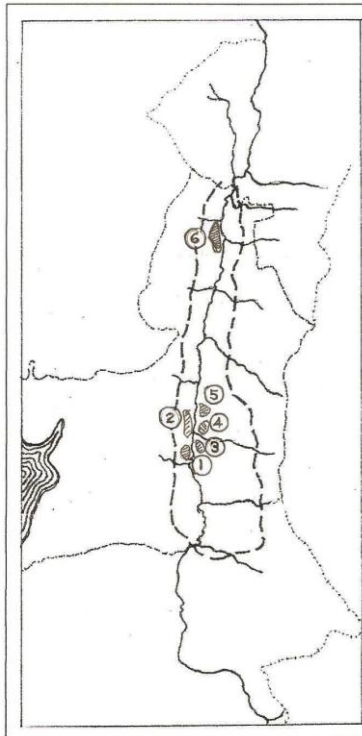
De un total de 61 unidades proyectadas para manejo y control de inundaciones de construyeron 6 con una cobertura de 30.000 Ha de las 110.000 ha proyectadas; para un total de construcción del 27% de obras de protección de inundación y drenaje de zonas húmedas, es decir 9,8% de los proyectos propuestos.



**Figura 1.10.** El doctor Diego Garcés Giraldo impone la Cruz de Boyacá al doctor David Lilienthal. Julio 9 de 1955

Fuente. CVC, 2007

1. Agua Blanca
2. Autopista – Cali Yumbo
3. Río Palmira – Río Fraile
4. Puerto Isaac – La Guajira
5. La Selva – Paso de la torre
6. Roldanillo – Unión – Toro



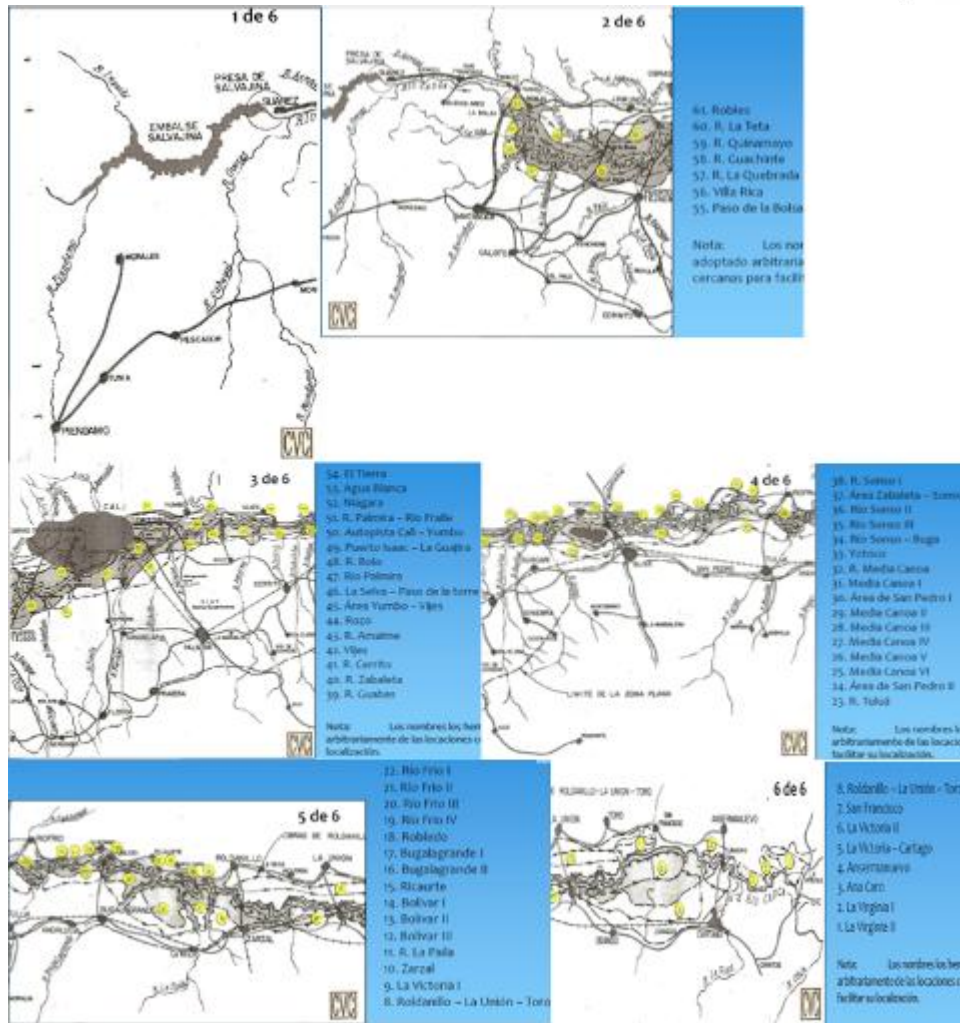
**Figura 1.11.** Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra  
Fuente. Presentación Club de Rotario Cali. Diciembre de 2010

Como exitosas ampliaciones se tomaron el modelo de desarrollo y manejo de aguas realizado en la Unidad Agua Blanca y la Unidad Rodanillo – La Unión – Toro. Centrados en:

- Las defensas sobre el Río Cauca
- Los canales y diques interceptores al otro extremo
- Los canales de drenaje y estaciones de bombeo en la parte central

En 1958 se inició la construcción del distrito de riego RUT, en los municipios de Roldanillo, la Unión y Toro, se desecaron 11.500 Ha de humedales, de las cuales 1.500 correspondían a cuerpo lagunar, 3.500 a la zona anfibia, 2.500 de la zona amortiguadora terrestre de alto grado de humedad.

Lo anterior condujo a la casi total electrificación del Valle del Cauca, y una época de oro para las empresas agrícolas cañeras que crecieron hasta consolidarse como el poder económico más grande de la región y uno de los más importantes del país. Las obras se financiaron con dineros de la sobretasa del 3 por mil sobre el impuesto predial



**Figura 1.12.** Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra  
Fuente. Presentación Club de Rotario Cali. Diciembre de 2010



**Figura 1.13.** Ilustración zona de Humedales Drenada. Presentación modelo de control de aguas tradicional CVC  
Fuente. Cardenas y Sinisterra. Diciembre de 2010

Lo anterior condujo a la casi total electrificación del Valle del Cauca, y una época de oro para las empresas agrícolas cañeras que crecieron hasta consolidarse

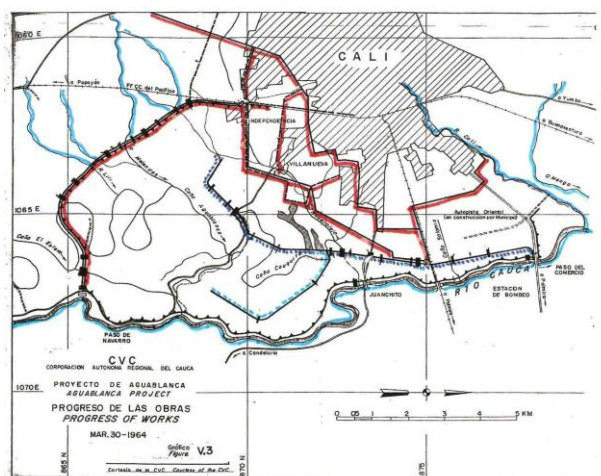


como el poder económico más grande de la región y uno de los más importantes del país. Las obras se financiaron con dineros de la sobretasa del 3 por mil sobre el impuesto predial.



**Figura 1.14.** Obras de control de inundaciones

Fuente. Presentación El Trágico Invierno Diciembre de 2010. Club Rotario Cali. Cardenas y Sinisterra



**Figura 1.15.** Proyecto Agua Blanca. 5000 Ha de humedales drenadas

Fuente. Presentación El Trágico Invierno Diciembre de 2010. Club Rotario Cali. Cardenas y Sinisterra

En los años 60's se inicia la consolidación de la caña de azúcar como monocultivo, bajo la influencia de la Revolución Cubana de 1959, tradicional proveedor de azúcar de Estados Unidos, que con el enfoque socialista y anti-imperialista de Fidel Castro produjo un Bloqueo total de Los Estados Unidos, el cual continúa vigente en 2011. El modelo agrícola desconoció la fundamental prevalencia de la Biodiversidad y su relación interactuante y constructiva con las corrientes fluviales.



Es necesario mostrar que paralelamente a todo este desarrollo descrito, entre las décadas de los años 50's y 60's empezaron a surgir grupos que se oponían a ese tipo de desarrollo, inspirados por otros paradigmas científicos y culturales, caracterizado por el auge del hippismo, las experiencias místicas, el redescubrimiento de plantas sagradas americanas realizado por la etnobotánica norteamericana, de los pueblos indígenas, la identidad de la especie humana con la naturaleza, los gurús orientales, la psicodelia, el nacimiento del rock, el pacifismo, el reclamo por el desarme de ojivas nucleares, la opción cero y la "guerra de las galaxias", las experiencias de contemplación con la naturaleza, las manifestaciones contra los dictadores latinoamericanos, los activistas ambientales como Green Peace, el surgimiento de la sociedad civil a través de las ONG como actor de importancia en la correlación de poderes.



**Figura 1.16.** Contrarevolución cultural. Mayo del 68. Hippismo 60-70  
Fuente. URL-2

En 1968 en un contexto de "guerra fría" entre la URSS y USA, se conformó el Club de Roma; más de 100 científicos importantes a nivel mundial como Jay W. Forrester creador de un nuevo paradigma científico llamado dinámica de los sistemas, y políticos de 30 naciones, entre los cuales se encontraba Mikhail Gorbachev por la Unión Soviética, encomendaron al Instituto Tecnológico de Masachussets – MIT, un informe que se terminaría en 1972, basado en la concepción de Forrester quien ilustró cómo la Naturaleza y el mundo están llenos de sistemas; la mayoría de los cuales pueden ser simulados utilizando esquemas que expliquen su estructura, organización y funcionamiento, apoyándose en la utilización de ordenadores para la simulación de sistemas reales a través de programas informáticos.



**Figura 1.17.** Club de Roma  
Fuente. URL-2

La investigación estuvo a cargo del System Dynamics Group del MIT, bajo la dirección de la doctora en Biofísica Donella Meadows, pionera de la investigación ambiental, colaboradora de Forrester; dicho grupo construyó un modelo de

simulación por computador “Global World 3” que permitió determinar los límites del crecimiento, casi en simultaneidad con la gran crisis petrolera de 1973.

En Teherán-Irán, el Gobierno Imperial convocó entre finales de enero y comienzos de febrero de 1971 a una reunión internacional para unirse globalmente entorno a un ecosistema específico: los Humedales, haciendo énfasis en su importancia para la conservación de las aves acuáticas, promovida por cazadores de la realeza y aristocracia europea como el Conde Cornetd'Elzius de Bélgica y el ministro de caza y pesca de Gobierno del Sha de Irán; las Naciones Unidas por su parte se limitaron a enviar observadores de sus dependencias FAO y Unesco.

Es importante resaltar que importantes ONG asistieron como observadoras, entre las más destacadas se encontraron: el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPA), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), el Comité Especial para el Programa Biológico Internacional del Consejo Internacional de Uniones Científicas (PBI) y la World Wild lifeFundation (WWF).

Iniciando los años 70's, por encargo del Club de Roma, investigadores de la Universidad del MIT publicaron un célebre texto “Los límites del crecimiento”, el cual fue la base para la celebración de la Cumbre de Estocolmo en 1972 “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano” que creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente “PNUMA”, en donde se observó la necesidad de avanzar hacia una sociedad mundial sostenible, solidaria, justa y pacífica.



**Figura 1.18.** Naciones Unidas Estocolmo. 1972

Fuente. URL-2

Para 1968 en Colombia, se creaba el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente – Inderena, dentro del Ministerio de Agricultura, en el cual unos años después, en 1974 siendo su Director el Doctor Julio Carrizosa Umaña, uno de los ambientalistas colombianos más insignes, sobre la base de lo declarado en la Cumbre Internacional de Estocolmo, sentaría las bases para la promulgación del Código de los Recursos Naturales en Colombia, mediante la expedición del Decreto 2811 de 1974, para muchos una pieza maestra en lo literal pero de casi ninguna aplicación práctica por la falta de consistencia de la norma, puesto que la presión de los intereses particulares ha

sido mayor a los de bien común colectivo, a lo cual se suma la débil cultura ecológica del sector multifeudal.

El movimiento ambientalista en Colombia surge con una visión ya no de simple uso de recursos económicos, sino sistémico socio ambiental, gracias a los descubrimientos realizados entre los años treinta y sesentas por los científicos Gerardo Reichel-Dolmatoff y Richard Evans Schultes, en el área de la antropología y etnobotánica realizada con los pueblos indígenas tradicionales.



**Figura 1.19.** Evan Schultes. Cuenca del Amazonas Colombiano. 1933  
Fuente. URL-2

Si bien es cierto que ya para 1952 se había creado la División de Recursos Naturales, se trataba de una circunscripción del Ministerio de Agricultura, por lo cual tenía un énfasis en administración y extracción de los recursos naturales; aunque en ella se bosqueja la primera política ambiental del País para la conservación de los recursos forestales, y se definen siete grandes bioregiones como ecosistemas de reserva para la protección del suelo, del agua y de la vida silvestre.

En la década de los 70's, en el Valle del Cauca se consolidaba el plan Lilienthal; por lo cual se presentó una controversia entre el presidente del Consejo Directivo de la CVC, Eugenio Castro Borrero en asociación con el Director Oscar Mazuera impulsores del proyecto, contra el profesor del Departamento de Biología de la Universidad del Valle Aníbal Patiño, formado en una naciente disciplina llamada Ecología.



**Figura 1.20.** Profesor Anibal Patiño Rodríguez. 2007

Patiño en compañía de sus alumnos, realizaron investigaciones ecológicas universitarias en el Humedal Laguna de Sonso, que posteriormente publicó sin tener apoyo por parte de las directivas de la CVC, lo cual lo motivó a realizar manifestaciones cívicas y denuncias en periódicos debido a los graves impactos ambientales en éste ecosistema.

A pesar del conflicto de intereses, Aníbal Patiño y otros activistas vallecaucanos en 1978, lograron alcanzar para la Laguna de Sonso el estatus de Reserva Natural y delimitar un mínimo del ecosistema, amenazado por las prácticas agropecuarias de la región, delimitando ecosistémicamente el humedal, al definir la cota 937m.s.n.m como frontera mínima de conservación de la Laguna.

A nivel internacional, para 1982 en Nairobi, la capital de Kenyase celebraba la Segunda Cumbre de la Tierra, puesto que desde Estocolmo quedó previsto que se realizaría cada 10 años; la intención era evaluar el estado del capital natural y el desarrollo predominante que siguen las naciones. La reunión fue un fracaso, puesto que el globo se encontraba en guerra fría entre dos polos políticos E.U y URSS, quienes se disputaban el manejo imperial del orbe, y a quienes la salud de la tierra les parecía secundaria.

En 1987 se publicó el “Informe Brundtland”, también llamado “Nuestro futuro Común”, por parte de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que adelantaba la investigación desde 1983, bajo la dirección de Gro Harlem Brundtland, ilustre exministra sueca de medio ambiente, con científicos de muchos lugares del mundo.



**Figura 1.21.** Gro Harlem Brundtland. 1987

Fuente. URL-2

El informe centra la problemática en reconocer que el camino tomado por la sociedad global deja a las personas cada vez más pobres y destruye el ambiente; por lo cual había que construir un nuevo tipo de desarrollo al que llamó sostenible, entendido como aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Por su parte en Colombia para 1991 se redactaba la Constitución Nacional, en la cual se incluyeron alrededor de sesenta artículos sobre el desarrollo sostenible y la protección ambiental. La nueva Constitución consagró normas que desde 1974 se encontraban en el Código de Recursos Naturales, como la referente al derecho a un medio ambiente sano.





Pero no fue sino hasta la Cumbre de Río de Janeiro, Brasil, en 1992, que se definieron las bases para desarrollar una política ambiental global, cuyo desarrollo se centrará desde las entidades locales o regionales.

La Cumbre de Río resultó muy significativa al inaugurar una nueva institucionalidad ambiental en el País, aunque no introdujo aspectos muy diferentes a los ya establecidos en el Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente de 1974 y a la Constitución de 1991. En su primer artículo 1, adopta la Declaración sobre Medio Ambiente, y desarrollo de La Cumbre, y también señala la protección de la biodiversidad como una prioridad nacional.

Con la reforma introducida por la Ley 99 de 1993 se crea el Ministerio de Medio Ambiente; las CAR dejan de ser agencias para el desarrollo regional, y pasan a convertirse en autoridades ambientales, de manera que se definen competencias claras y excluyentes entre los organismos cuya misión es la infraestructura social y los encargados del Patrimonio Ambiental y de la búsqueda del desarrollo sostenible.

Para enero de 1995, se creó un nuevo ente que asumiría las funciones de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica para el Valle del Cauca, mientras que CVC se encargaría exclusivamente de la Dirección y de la Gestión ambiental. Dos años después el Gobierno Nacional vendió en subasta pública el 56.7% de las acciones de EPSA a un consorcio formado por Huston Industries y la Electricidad de Caracas.

En general, entre 1992-2002 Colombia firmó importantes convenios globales e internacionales, adhiriéndose a la Convención Ramsar mediante la Ley 357 del 21 de enero 1997.

En septiembre de 2000 se celebró la Cumbre del Milenio, por parte de las Naciones Unidas, efectuándose la Declaración del Milenio, aprobada por 189 países, incluyendo a Colombia. Mediante esta iniciativa se fijaron Objetivos y metas cuantificables que se supervisan mediante indicadores precisos. El Objetivo 7 trata sobre: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

En el año 2002 se celebró la Cumbre de la Tierra en Johannesburgo, se puso énfasis en el desarrollo social, especialmente la erradicación de la pobreza, el acceso al agua y a los servicios de saneamiento, y la salud. Se confirma la meta cuantitativa fijada para el año 2015 de reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso al agua potable; así como las de mejorar considerablemente la vida de por lo menos cien millones de habitantes de turgio.



**Figura 1.22.** Pobreza extrema en el mundo  
Fuente. URL-2

También se estableció una meta cualitativa: incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente. Así también acordó fortalecer la contribución del desarrollo industrial a la erradicación de la pobreza.

A pesar de todo lo anterior es necesario reconocer que en la praxis los avances no son coherentes con lo establecido en la formalidad de los tratados, convenciones y leyes. Estados Unidos bajo el gobierno George Bush tomó una política ambiental en contravía de los tratados y cumbres internacionales.

En ese mismo sentido en el período de 2002 a 2010, bajo la presidencia de Álvaro Uribe Vélez; fusionó el ministerio de medio ambiente (creado por mandato de la ley 99 de 93), con el de desarrollo y vivienda. Priorizó la búsqueda del crecimiento económico con respecto a la conservación ambiental.

Gran controversia generó el enfrentamiento de los ambientalistas, académicos y sectores de la oposición política, a la ley forestal y al proyecto de ley de aguas, a la quema de la caña, promovido por el Gobierno Uribe. Muy cuestionada también, fue la licencia para la construcción del puerto de Palermo, que no tomaba en consideración el concepto y recomendaciones aportadas por la Secretaría de la Convención Ramsar.

Además el Gobierno Colombiano no ratificó la Convención de Estocolmo (sobre contaminantes orgánicos persistentes) y la Convención de Rotterdam (sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional).

Uribe trazo una política a largo plazo llamada Visión Colombia 2019, para la cual definió dos principios orientadores y cuatro grandes objetivos, excluyendo al medio ambiente y el desarrollo sostenible. Para darle garantías a los inversionistas de capital se disminuyeron las categorías sectoriales de proyectos para el otorgamiento de las licencias ambientales, al punto que no negó el otorgamiento de ninguna licencia referente a proyectos de alto impacto.

Colombia continúa en un conflicto armado para el cual no se han aplicado políticas económicas y sociales que las enfrenten. Las consecuencias demográficas de la

violencia han sido el despoblamiento de grandes regiones campesinas y la migración acelerada y caótica a las ciudades, con un enorme efecto desestabilizador de las regiones. Nuevamente se pone en evidencia la necesidad de adoptar criterios para ordenar el territorio y la población, en armonía con los ecosistemas naturales de los suelos ocupados, en condiciones de dignidad humana para las personas.

En el Valle del Cauca el cultivo de caña de azúcar ocupa una gran extensión, para algunos investigadores mayor a la debida, siendo más coherente y armónico con la biodiversidad un desarrollo tipo granja frutícola, y cultivos de pan coger, lo cual protege el bosque, el suelos y las fuentes hídricas.

Hacia finales del 2010 y principios del 2011, el País sufrió una gran inundación en las cuencas alta y baja de los ríos Cauca y Magdalena, afectando a los Departamentos del Atlántico, Magdalena, Sucre, Bolívar, Córdoba y Valle del Cauca, que dejan más de 2.000.000 de dignificados.



**Figura 1.23.** Inundaciones en Colombia, Años 2010 y 2011  
Fuente. URL-2

Según la evaluación de los expertos Norteamericanos, la catástrofe guarda similitud con lo ocurrido por el huracán Katrina, el mayor desastre natural de los Estados Unidos, en la cual se afectó también el Valle del Tennessee.

Sobre el Katrina debe informarse que según (Day et al. 2003, 2005, Yáñez-Arancibia y Day 2004), la pérdida de humedales del delta del Mississippi y la construcción de canales que aislaron al Río del delta, en 1965 por el Cuerpo de ejército de Estados Unidos de ingenieros, alteró el régimen hidrológico, configurando las condiciones favorables para el huracán que resultaron mortíferas y catastróficas.



**Figura 1.24.** Inundaciones en New Orleans, ocasionadas por el Huracán Katrina. Año 2005

Fuente. URL-2

A pesar de la tragedia por las inundaciones en Colombia y en nuestra región, no se han realizado la reflexión sobre el carácter ambiental de la misma. La CVC y la Universidad del Valle han avanzado sustancialmente en la comprensión del río en su cuenca alta a su paso por el Departamento del Valle del Cauca.



**Figura 1.25.** Rotura del canal del Dique. Año 2010

Fuente. URL-3

Al prologar la importante obra investigativa elaborada por ambas instituciones titulada “El Río Cauca en su valle alto” (2007), el Ingeniero Guillermo Regalado, técnico e impulsor del Plan Lilienthal, dice:

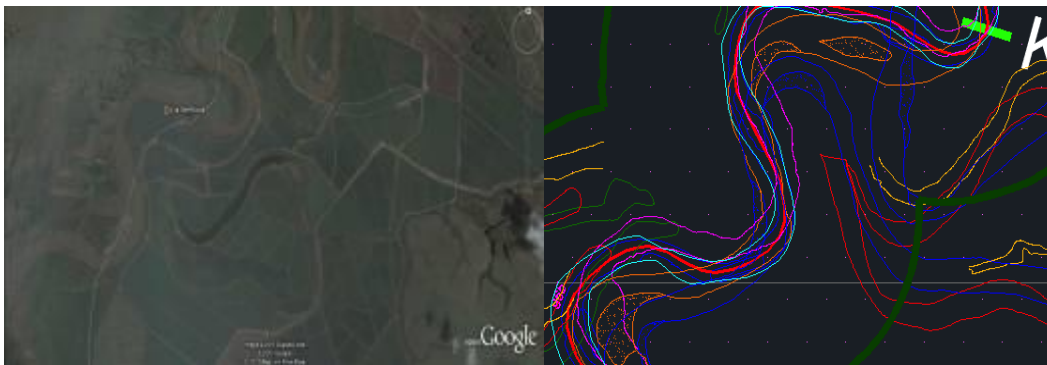
“Con la construcción del embalse regulador de Salvajina se ha logrado armonía con el río Cauca que ya no es el indomeñable señor de la tragedia, pero, es oportuno advertir que faltan muchas obras en la planicie para que complete el objetivo de regulación para lograr el grado de protección que amerita la región.”

Sobre las inundaciones se evidencia una advertencia del Sistema Natural, ó mejor del Sistema Socioambiental, pues buena parte del impacto se debe a la acción antrópica, a sus pobladores y gobernantes; las inundaciones y el desastre reflejan un mal uso cultural del territorio y de nuestra ecología.



En el Valle del Cauca, muchos humedales alcanzaron su cota máxima de llenado (aunque esto se traduzca a veces como inundaciones y pérdidas); otros de los cuales antes se hablaba, han renacido, y se formaron nuevas madre viejas.

Seguidamente se presentan algunos ejemplos de humedales de la zona sur del Valle del Cauca, que no se encuentran registrados en el mapa Corporativo de Humedales, pero sin embargo se puede inferir su existencia de la cartografía sobre la dinámica histórica de la morfología del río Cauca, producida por Freddy Guzmán; no obstante se realiza el proceso de búsqueda en las imágenes satelitales disponibles en Google, de donde obtuvimos que éstos ecosistemas aún resisten en el territorio, y se observa la enorme presión y acciones de desecación que se realizan.



**Figura 1.26.** Humedal 1. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado  
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



**Figura 1.27.** Humedal 2. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado  
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



**Figura 1.28.** Humedal 3. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado  
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



**Figura 1.29.** Humedal 4. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado  
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



**Figura 1.30.** Humedal 5. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado  
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



**Figura 1.31.** Humedal 6. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado  
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005



**Figura 1.32.** Humedal 7. Ubicado en el municipio de Jamundí no registrado  
Fuente: URL-1; Guzmán, 2005

Para el primer periodo invernal del año 2011, el País nuevamente volvió a sufrir una Catástrofe invernal, esta vez mucho más acentuada y desastrosa; cerca de 3'318.564 personas afectadas, 448 muertos y 447 mil viviendas averiadas, numerosas pérdidas materiales y el colapso de gran parte de la zona andina y caribe de Colombia donde se ubica el 80% de la población Colombiana.



**Figura 1.33.** Catástrofe Ola Invernal Colombia  
Fuente. Hitoshi BABA, Ph.D. 2011



**Figura 1.34.** Catástrofe Ola Invernal Colombia  
Fuente. Hitoshi BABA, Ph.D. 2011

Las inundaciones son la respuesta del sistema ecológico en la búsqueda de su equilibrio dinámico. Lo extremo de lo sucedido, es el reflejo de lo acontecido en toda la cuenca, en donde existen altas tasas de deforestación y pérdida y drenaje de ciénagas, lagunas y madre viejas.

Comisiones de expertos de Holanda y Japón visitaron la zona de desastre en La Mojana, El Banco (Magdalena) y el Canal del Dique, quienes recomendaron crear



un gran humedal en La Mojana, que funcione como un área protegida y que amortigüe las aguas de los caudales cuando estos sobrepasen sus cotas de inundación. Todo a costa de reubicar a una parte de sus pobladores.



**Figura 1.35.** Comisión de Expertos Holandeses y Japoneses  
Fuente. Hitoshi BABA, Ph.D. 2011

"Aquí no saben vivir con el invierno. Y deben aprender a hacerlo más rápido de lo que lo han planeado -si es que lo han planeado-, porque no habrá muchas treguas".

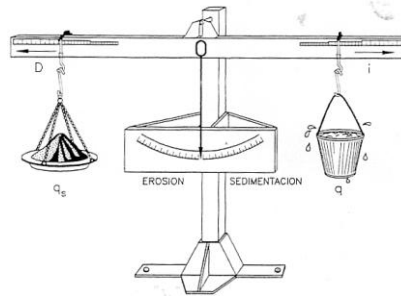
Por su parte el Ingeniero Sanitario Fortunato Carvajal, cabeza de la comisión Holandesa, reconocida autoridad mundial en hidráulica propuso como modelo la cuenca del río Mekong, en Asia, la cual tiene una extensión 4 veces mayor a la del Magdalena y el Cauca juntos, y cuyo curso transcurre a través de 6 países, sobre lo cual dijo:

"Allí hay una civilización muy desarrollada, pero, a la vez, esta le dio toda la importancia a los humedales, que son protegidos y no reciben ninguna intervención. Eso mismo se debe hacer aquí".

Se ha desconocido el carácter funcional de los bosques, ríos y humedales; cada árbol por ejemplo, es en sí mismo una represa y un humedal que almacenan aguas en sus hojas, que tienen a su vez la forma de cuenca; por lo cual en un bosque tenemos una gran infraestructura biológica de almacenamiento, una gran represa natural. De esta forma se comunican y se entrelazan lo orgánico con lo inerte, o lo biótico con lo abiótico, en esas respiraciones o dinámicas de expansión y contracción del sistema que son necesarias y con substanciales a los ecosistemas.

Por lo común se realizan obras de protección de inundación en los ríos desconociendo que éstos transportan no solamente un flujo de aguas sino también un flujo de sedimentos, lo cual en un río busca siempre su equilibrio entre los dos estados. Una herramienta sencilla para entender cualitativamente, aunque con limitaciones, el fenómeno de equilibrio de fondo es la Balanza de Lane (1955), que propone una relación entre cuatro variables: el caudal líquido unitario  $q$ , el caudal sólido unitario de fondo  $q_s$ , la pendiente  $i$  y el tamaño del sedimento  $D$ .

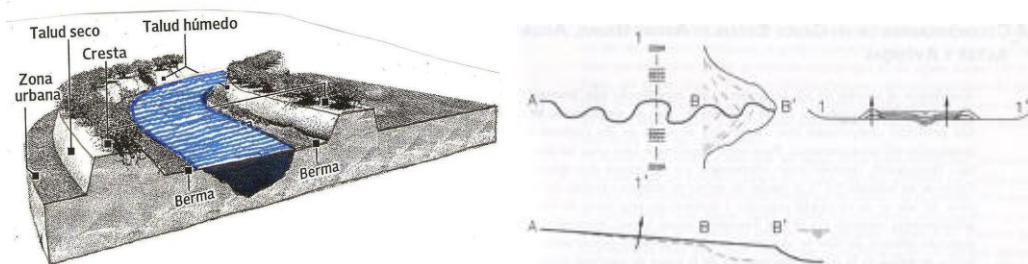




**Figura 1.36.** Analogía Balanza de Lane; 1955  
Fuente. URL-2

De manera que si aumenta el caudal de agua en el río se producirá erosión, lo cual a su vez conduce al corte de meandros. Si la carga de sedimentos es alta, debido a tasas de deforestación en la cuenca, habrá sedimentación. De allí la importancia de los humedales en la dinámica del río, puesto que estos funcionan como balanza del río.

Cuando se introduce un dique para evitar inundaciones en un área, se piensa solamente en el caudal líquido del río, desconociendo el caudal sólido, por lo que los sedimentos se depositan en el mismo cauce del río, debido a la imposibilidad de depositarse en la llanura de inundación, por lo que se ingresa en una espiral del error, puesto que cada vez habrá que levantar más la altura del dique para que contenga las aguas.



**Figura 1.37.** Planta, perfil longitudinal y sección transversal de un río encauzado en vías de sedimentación y formación de un cauce colgado  
Fuente. Vide, M., 1997

No se pueden confundir las causas con los efectos, no es levantando más los jarillones, ni reconstruyendo los que se rompieron, como debemos seguir y atender la crisis. Eso significaría que no sabemos vivir en estas tierras, que no aprendemos de la madre y maestra Natura; y nos condenaría a quedarnos enfrentando eternamente los síntomas del malestar pero no las causas de la enfermedad.



**Figura 1.38.** Taponamiento de las roturas en los diques por las fuerzas armadas de Colombia

Fuente. Periódico El País, Colombia

En mayo del 2011 el río Mississippi el evento extremo histórico mayor de niveles de agua del cual se tenga registro, lo cual provoco devastadoras inundaciones en el oeste medio de los estados unidos principalmente en Illinois, Missouri, Kentucky, Tennessee, Arkansas y Mississippi, por lo que las autoridades se vieron obligadas a evacuar más de un millar de viviendas, por lo que el presidente Obama declaró el área como zona de desastre Federal.



**Figura 1.39.** Inundaciones en la cuenca del río Mississippi. Antes y después abril de 2010 y mayo de 2011

Fuente. URL-4

El reconocido meteorólogo Jeff Masters de la Weather Underground dijo: "la Estructura de Control del Río Viejo... fracasó será un serio golpe a la economía de Estados Unidos, y la Gran Inundación del Río Misisipi de 2011 será su prueba más severa".

Nuestro saber ingenieril, así como la cultura de ocupación y explotación del territorio han sido tomadas del modelo Norteamericano, el cual ha tenido un desarrollo eficiente, pero el evento planetario del cambio climático también los ha afectado, y todo éste despliegue ingenieril han resultado deficientes; al igual que en Colombia, en la cuenca del río Mississippi también desecaron y drenaron grandes extensiones de humedales; por lo que el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos, se vio obligado para proteger ciudades, a inundar extensas zonas rurales.



**Figura 1.40.** Inundaciones provocadas por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades

Fuente. US Army Corp of Engineers. 2011

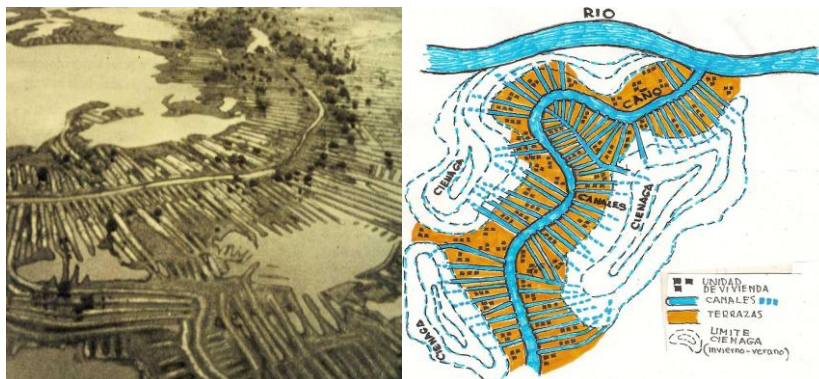
Debemos comprender que los ríos y los humedales se comunican, que las fluctuaciones y pulsos son lo natural para los ríos del trópico; otros pueblos entendieron que las inundaciones son riqueza y convenientes para la fertilidad de los suelos, y las supieron manejar y amortiguar.



**Figura 1.41.** Apertura de vertederos realizada por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades

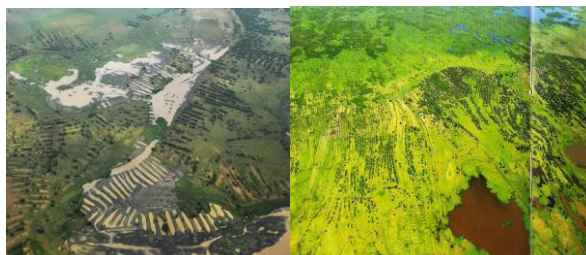
Fuente. US Army Corp of Engineers. 2011

Culturas anfibias como la Zenú, se desarrollaron como vastas civilizaciones gracias a su desarrollo hidráulico. Construyeron obras de ingeniería que estabilizaban la dinámica morfológica del río, disipan la energía, disminuyen los caudales, y fertilizaban la llanura de inundación, produciendo pesca.





**Figura 1.42.** Obras hidráulicas de canales y camellones Zenúes 200 años antes de cristo  
Fuente. Universidad del Valle, 2011



**Figura 1.43.** Vestigios arqueológicos de obras hidráulicas de los Zenúes  
Fuente. Universidad del Valle, 2011

Recientemente ha comenzado a escala global un severo cambio climático de funestas consecuencias para la Vida en general. El mejor aporte que el Valle del Cauca y Colombia pueden hacer para la solución de la creciente crisis Ecológica en conexión con los fabulosos mecanismos de auto-regulación del Planeta Tierra es salvar, recuperar, preservar y conservar sus humedales. Urge desarrollar el criterio de dominio público hidráulico, realizar el deslinde de los humedales y hacer cumplir lo ordenado en la legislación ambiental sobre la franja forestal protectora, porque al parecer el medio que nos sustenta no resiste un error más. Sin embargo, en este contexto debería aparecer una activa y consciente participación de parte de la Comunidad cuya existencia en una u otra forma está marcada por el devenir equilibrado y consistente de los Humedales, pues toda determinación legislativa ambiental debe poseer igualmente una implicación socio-política nacional.

En la evaluación de los Ecosistemas del Milenio de 2005 se concluyó que “la degradación y desaparición de humedales (tanto continentales como costeros) es más rápida que la experimentada por otros ecosistemas. La crítica situación manifiesta a través del Cambio Climático Global, con el fenómeno determinante del Efecto Invernadero exige ineludiblemente una pronta y urgente revisión del Modelo hegemónico.

Un apropiado soporte a esta nueva cosmovisión de equilibrio y de Sustentabilidad Ecológica aparece desde hace cuatro décadas en el escenario internacional, en los 70’s, la novedosa “Hipótesis Gaia”, promovida y defendida especialmente por el Científico Físico-Químico inglés James Lovelock, que considera a la Tierra como un Organismo Viviente, en virtud de lo cual posee y Hace uso de diversos Mecanismos de Autorregulación para el mantenimiento de su funcionalidad, similar al Estado de Homeóstasis, presente en los seres vivos.

Además advierte que una drástica alteración podría generar consecuencias deletéreas para la vida misma en general, incluida la probabilidad del efecto Filogenético en la especie humana y muchas otras especies de relevancia evolutiva. Para el 2000, la Hipótesis Gaia se convierte en Teoría sobre GAIA.





Es justamente en este contexto que los Humedales en cuestión poseen vital importancia, como un mecanismo esencial de Autorregulación, concretamente en las regiones bañadas por el río Cauca y el Magdalena, y no-únicamente visto regionalmente sino ante todo planetariamente.

Por consiguiente su recuperación y defensa tiene naturaleza preeminente, ya que a estos mecanismos de autorregulación están íntimamente ligados todos los ecosistemas, los hábitats y la vasta y polifacética biota, existente en todo el planeta Tierra.

Considerando el evidente Calentamiento Global actual, con eventos cada vez más extremos de precipitaciones y sequías en inconsistentes e impredecibles períodos, que han llevado a trágicas consecuencias también para la población civil en Colombia, adicionalmente con insoportables sequías, destrucción de cultivos y presumibles incendios forestales inducidos en relativamente breves pero fulminantes períodos estivales, está absolutamente justificada la presente propuesta como Proyecto de Dimensión Científica, Ético-Humanística y Socio-Política en aras de la preservación, conservación, protección y recuperación de los humedales en su máximo estado natural posible, pues con su intencional desconocimiento, desprecio o reprobación, correría alto riesgo no solamente la permanencia de la invaluable biodiversidad, presente en los humedales fluvi-Vallecaucanos, gracias al papel neutralizante y equilibrador de las inundaciones, con el subsecuente carácter regulador de la termodinámica y salinidad de los mismos, y además habituales contribuyentes de riqueza orgánica, minerales y elementos-trazas, sino también pondría en peligro la existencia de uno de los mecanismos de autorregulación más antiguos y relevantes para la geo-génesis, la evolución de la vida y la justa e imperiosa permanencia de la prodigiosa riqueza biótica en el planeta Tierra.

Obviamente, una nueva política ambiental y social en conexión con los humedales, sólo sería funcionalmente exitosa dentro del marco de un modelo Holístico, Sistémico e Integrativo, válido para la conservación de la Tierra como hábitat natural de las diversas formas de vida surgidas y coexistentes desde tiempos inmemoriales en el curso de la evolución creadora, en un macrosistema dinámico y abierto.

### **1.1.2. POLÍTICA**

*Carlos González - Fundación FUNECOROBLES*

En este capítulo se presenta en una forma concisa la declaración de políticas del marco de referencia general de la Actualización del Plan de Manejo de la Madre Vieja La Trozada; describiendo las diferentes políticas internacionales, nacionales, regionales y locales que manifiestan la importancia y muestran las directrices encaminadas a normalizar el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales, enfocado a los ecosistemas de humedales.



### 1.1.2.1. *Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Internacional*

En 1971 en la ciudad de Ramsar, Irán, se desarrolló la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, y se ratificó por 123 países. La adhesión de Colombia a la Convención Ramsar se logró mediante la Ley 357 de 1997 (Enero 21), produciéndose la adhesión protocolaria con el Decreto reglamentario 224 de 1998 (Junio 18).

El término genérico "**Convención**" es sinónimo del término genérico "**Tratado**". Convención se utiliza en general para el caso de tratados multilaterales formales que incluyen a un gran número de partes. Normalmente, las convenciones están abiertas a la participación de la totalidad de la comunidad internacional o de un gran número de Estados; por lo general, los instrumentos negociados bajo los auspicios de una organización internacional se titulan convenciones.

Los humedales interiores del país (Colombia) son de gran importancia no sólo desde el punto de vista ecológico sino también socioeconómico, por sus múltiples funciones, valores y atributos, los cuales son esenciales para la sociedad en su conjunto. Sin embargo, la alteración de su equilibrio natural por actividades antrópicas tiene un costo económico, social y ecológico.

En este sentido, la Convención Ramsar (2000) plantea que la perturbación de los humedales debe cesar, que la diversidad de los que permanecen debe conservarse, y cuando sea posible, se debe procurar rehabilitar o restaurar aquellos que presenten condiciones aptas para este tipo de acciones.

En el párrafo 1 del artículo 3 de la Convención Ramsar se estipula que "Las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, y en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio".

Con este propósito, en la Séptima Conferencia de las Partes –COP– de la Convención Ramsar, celebrada en Costa Rica en 1999, se aprobaron los lineamientos para elaborar y aplicar políticas nacionales de humedales, en los cuales se mencionan los siguientes elementos para lograr su conservación:

- Fijación de objetivos de conservación de humedales en las políticas gubernamentales
- Fortalecimiento de la coordinación y la comunicación entre los organismos gubernamentales
- Creación de más incentivos a la conservación de los humedales
- Fomento de un mejor manejo de humedales después de su adquisición o retención
- Conocimientos más elaborados y su aplicación



- Educación dirigida al público en general, a los tomadores de decisiones, los propietarios de tierras y al sector privado
- Fomento de la participación de las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales

Otro elemento de apoyo con el que se cuenta para la formulación de políticas nacionales de humedales son las directrices para su uso racional de la Convención Ramsar, en las cuales se describen como componentes la necesidad de mejorar las disposiciones institucionales y de organización; incrementar la comprensión y la conciencia de los valores de los humedales; levantar inventarios y monitorear su situación; determinar las prioridades de los programas; y elaborar planes de acción para sitios determinados.

Por otra parte, en los Planes Estratégicos de la Convención 1997-2002 se planteó que se procuraría que las Partes Contratantes establecieran políticas nacionales, bien de forma independiente o bien como elementos claramente identificables de otras iniciativas nacionales de planificación de la conservación. Ya para el Plan Estratégico planteado para el período 2009 – 2015 el objetivo es ofrecer orientación a las Partes Contratantes de manera particular, pero también al Comité Permanente, así como a otros muchos colaboradores de la Convención, sobre la manera en que deben centrar sus esfuerzos para aplicar la Convención sobre los Humedales durante los dos próximos trienios.

En la Agenda 21 – Cumbre de Río (1992), se planteó como prioridad para los recursos de agua dulce, la protección de los ecosistemas y la ordenación integrada de los recursos hídricos; y se hizo un llamado mundial para establecer Planes de Acción para su conservación.

La conservación de estos ecosistemas es prioritaria para cumplir con los objetivos de protección contemplados en otros tratados internacionales de los cuales Colombia es parte, como por ejemplo el Convenio sobre la Diversidad Biológica. La Convención Ramsar ha establecido alianzas estratégicas con otros Tratados y Convenios Internacionales, tales como el Convenio de Diversidad Biológica y el Tratado de Kioto<sup>5</sup>.

#### 1.1.2.2. *Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Nacional - Leyes, Decretos y Resoluciones*

Las primeras disposiciones nacionales legales en materia ambiental en Colombia fueron anteriores a la Constitución de 1991 y entre tantas se cita el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Decreto Ley 2811 de 1974 que en sus objetivos establecidos en el Artículo 2 tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados.

---

<sup>5</sup> Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. 2008. Protocolo de Recuperación y Rehabilitación Ecológica de humedales en Centros Urbanos



La reglamentación de las aguas, ocupación de los cauces y la declaración de reservas y agotamiento, en orden a asegurar su preservación cuantitativa para garantizar la disponibilidad permanente del recurso; de conformidad con lo establecido por los artículos 80 y 82 del Decreto Ley 2811 de 1974, las aguas se dividen en dos categorías: aguas de dominio público y aguas de dominio privado. Para efectos de interpretación, cuando se hable de aguas, sin otra calificación, se deberá entender las de uso público.

Los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o no; las aguas que corran por cauces artificiales que hayan sido derivadas de un cauce natural; los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos; las aguas que están en la atmósfera; las aguas lluvias; las aguas privadas que no sean usadas por tres (3) años consecutivos, a partir de la vigencia del Decreto - Ley 2811 de 1974, cuando así se declare mediante providencia del INDERENA<sup>6</sup>, hoy MAVDT, previo el trámite previsto en este Decreto, y las demás aguas, en todos sus estados y formas a que se refiere el artículo 77 del Decreto - Ley 2811 de 1974, siempre y cuando no nazcan y mueran dentro del mismo predio son de **uso público**. De igual modo y correspondiendo con lo anterior encontramos el Decreto No. 1541 de 1978 para las aguas no marítimas.

La Ley 99 de 1993 establece, como una de las funciones del MMA<sup>7</sup>, ahora Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, formular, concertar y adoptar políticas orientadas a regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales.

A partir de La Ley 99 de 1993 se establece el SINA<sup>8</sup> para el manejo ambiental del país, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil. Por tal razón, la planificación ambiental del territorio se constituye en una de las tareas más importantes del SINA, y en particular de las Corporaciones Autónomas. (Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002-2012). La Ley además estipula que: *“La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible”*.

Además indica; “Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial”.

La Ley 70 de 1993 establece la normatividad para los grupos étnicos, para el caso de los humedales refiere específicamente el Artículo 21, el cual estipula que: *“los integrantes de las comunidades negras, titulares del derecho de propiedad colectiva, continuarán conservando, manteniendo o propiciando la regeneración de la vegetación protectora de aguas y garantizando mediante un uso adecuado la*

<sup>6</sup> Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente

<sup>7</sup> Ministerio del Medio Ambiente

<sup>8</sup> Sistema Nacional Ambiental





*persistencia de ecosistemas especialmente frágiles, como los manglares y humedales, y protegiendo y conservando las especies de fauna y flora silvestre amenazadas o en peligro de extinción”.*

Continuando cronológicamente, nace el Decreto 1753 de 1994 por la cual se reglamentan los procedimientos para intervenir en los humedales, política nacional de sostenibilidad ambiental.

En 1997 se aprueba la adhesión de Colombia a la Convención relativa a los humedales de importancia internacional – Convención de Ramsar, por medio de la Ley 357 de 1997.

La Ley 388 de 1997 sobre ordenamiento territorial, junto con la Ley 99 de 1993 y la Constitución de 1991 y sus respectivos decretos reglamentarios, han implicado un profundo cambio en la forma de concebir la gestión ambiental de parte del estado, del sector productivo, de las organizaciones comunitarias y de las instituciones del saber.<sup>9</sup>

En 1998, el Ministerio del Medio Ambiente conjuntamente con el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt, elaboraron las bases técnicas para la formulación de una política nacional de los ecosistemas acuáticos. Durante el 2001, se realizaron cinco (5) talleres regionales para la discusión y concertación de esta Política.

Para la formulación de la Política Nacional de Biodiversidad se parte de los siguientes principios generales<sup>10</sup>:

1. La biodiversidad es patrimonio de la nación y tiene un valor estratégico para el desarrollo presente y futuro de Colombia.
2. La biodiversidad tiene componentes tangibles a nivel de moléculas, genes y poblaciones, especies y comunidades, ecosistemas y paisajes. Entre los componentes intangibles están los conocimientos, innovaciones y prácticas culturales asociadas.
3. La biodiversidad tiene un carácter dinámico en el tiempo y el espacio, y sus componentes y procesos evolutivos se deben preservar.
4. Los beneficios derivados del uso de los componentes de la biodiversidad deben ser distribuidos de manera justa y equitativa en forma concertada con la comunidad.
5. En el contexto de esta política se reconoce la importancia de la protección a los derechos de propiedad intelectual individual y colectiva.
6. La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad debe abordarse desde el punto de vista global, siendo indispensable el compromiso internacional entre las naciones.

<sup>9</sup> Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002-2012

<sup>10</sup> Plan de Desarrollo Departamental “VAMOS JUNTOS POR EL VALLE DEL CAUCA” 2004-2007



7. La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad requieren un enfoque intersectorial y deben ser abordados en forma descentralizada, incluyendo la participación del Estado en todos sus niveles y de la sociedad civil.
8. Se adoptará el principio de precaución, principalmente en la adopción de medidas relacionadas con la erosión genética y la bioseguridad.

También en diciembre de 2001, el Ministerio del Medio Ambiente, haciendo uso de la responsabilidad que le fue conferida por la Ley 99 de 1993 (Artículo 5, numeral 24) estableció la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia.

Para responder al reto de conservar y aprovechar sosteniblemente estos ecosistemas en el país, la cual servirá de base para la gestión nacional, regional, local y para la consecución de cooperación internacional para el logro de sus objetivos. Esta Política de carácter específico reconoce las responsabilidades gubernamentales en torno a estos ecosistemas, los problemas que los afectan y plantea acciones para solucionarlos.

Los principios fundamentales de la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia son los siguientes y están encaminados a la formulación, concertación y adopción de políticas orientadas a la conservación y uso racional de los humedales, siendo de índole inaplazable en su consideración pública y privada:

- **Visión y Manejo Integral:** Los humedales interiores de Colombia son ecosistemas estratégicos y vitales para el desarrollo presente y futuro de la Nación. Por lo tanto su conservación, manejo y uso racional requieren de una visión integral que garantice su sostenibilidad teniendo en cuenta criterios ecológicos, sociales y ambientales.
- **Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial:** La elección de estrategias de planificación y de manejo de los humedales del país deben basarse en perspectivas sistémicas que reconozcan las inter-relaciones entre los diferentes ecosistemas que sustentan. Para tal efecto se requiere una aproximación multisectorial en el diseño e implementación de estrategias de manejo.
- **Articulación y Participación:** Los humedales, por sus características ecológicas y los beneficios que prestan, son ecosistemas integradores de diferentes intereses de la sociedad, por tanto su conservación, recuperación, manejo y uso racional deben ser tarea conjunta y coordinada entre el estado, las comunidades, organizaciones sociales y el sector privado.
- **Conservación y Uso Racional:** Los humedales son ecosistemas que cumplen múltiples funciones, prestan diversos servicios ambientales y tienen un carácter dinámico por lo tanto, sus componentes y procesos se deben mantener.
- **Responsabilidad Global Compartida:** Por ser ecosistemas con características particulares de beneficio ecológico global, su conservación y



uso sostenible deben ser fortalecidos mediante la cooperación internacional especialmente con otras Partes Contratantes de la Convención Ramsar.

- **Precaución:** En razón de que cualquier cambio en las características de los componentes de los humedales repercute de manera directa y global sobre el funcionamiento de estos ecosistemas, y otros adyacentes, el desarrollo de cualquier actividad debe analizarse de manera responsable e integral, especialmente en aquellas situaciones donde exista incertidumbre a cerca de las relaciones precisas de causa - efecto. Para este fin, cuando exista incertidumbre sobre tales relaciones se debe aplicar el principio de precaución.
- **Reconocimiento a las Diferentes Formas de Conocimiento:** El desconocimiento de las relaciones ecológicas y potencial estratégico para la nación de los humedales se ve reflejado principalmente en los procesos de deterioro sobre estos ecosistemas, por lo tanto el conocimiento tradicional, la valoración, y la capacitación deben ser los instrumentos que dinamicen los procesos de cambio.

La Resolución 157 de 2004 (Febrero 24) por la cual se reglamentó el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Ley 357 de 1997, da un paso más sobre los avances que el país realiza por estos ecosistemas.

El gobierno Departamental en su Plan de Desarrollo<sup>11</sup> 2008 – 2011, Valle del Cauca, específicamente en el tema del sector medio ambiente, objetivo específico 4.1 establece aprovechar el potencial de la biodiversidad vallecaucana y sus beneficios ambientales mediante su uso racional, su conservación y conocimiento. Aplicando dos estrategias de gestionar con los municipios, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC-, la Nación, el sector privado y las organizaciones de base comunitaria la recuperación y conservación de ecosistemas estratégicos con énfasis en los que se produce el recurso hídrico mediante alianzas estratégicas y convenios.

De igual forma se plantea la estrategia de implementar los planes de manejo y ordenamiento de ecosistemas estratégicos y cuencas hidrográficas en coordinación con los municipios, la CVC, la Nación y actores públicos y privados. Así mismo se busca con la CVC y todos los organismos nacionales, regionales y municipales vinculados con el sector ambiental, garantizar el suministro de agua con criterio de equidad y prioridad social en cuanto a cantidad, calidad, continuidad cobertura y costos del servicio, dentro de un concepto amplio de gestión integral del recurso hídrico<sup>12</sup>.

Finalmente la Resolución 196 del 2006 (Febrero 1) “*Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia*”, es

<sup>11</sup> Plan de Desarrollo Departamental “BUEN GOBIERNO, CON SEGURIDAD LO LOGRAREMOS” 2008-2011

<sup>12</sup> Plan de Manejo Integral del río Cauca, Valle del Cauca.



el marco de referencia y derrotero a seguir en la actualización del presente plan de manejo.

### 1.1.2.3. *Puntos Específicos de la Normatividad sobre Humedales en el Ámbito Nacional*

A continuación se transcriben las normas constitucionales y generales que atañen a humedales y su zona protectora<sup>13</sup>.

#### A. Constitución Política de Colombia 1991

Los siguientes Artículos de la Constitución Nacional hacen referencia a la protección, manejo y conservación del ambiente.

**“Artículo 8.-** Es obligación del Estado y de los particulares proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”.

**“Artículo 58.-** Se garantiza la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivos de utilidad pública o interés social, resultaren en conflicto los derechos de los particulares con la necesidad por ella reconocida, el interés privado deberá ceder al interés público o social. La propiedad es una función social que implica obligaciones. Como tal le es inherente una función ecológica. El Estado protegerá y promoverá las formas asociativas y solidarias de propiedad. Por motivos de utilidad pública o de interés social definidos por el legislador, podrá haber expropiación mediante sentencia judicial e indemnización previa. Está se fijará consultando los intereses de la comunidad y del afectado. En los casos que determine el legislador, dicha expropiación podrá adelantarse por vía administrativa, sujeta a posterior acción contencioso-administrativa, incluso respecto del precio”

**“Artículo 63.-** Protección de los bienes de uso público, interés cultural, histórico y comunitario. Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardos, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables”

**“Artículo 65.-** Fomento agropecuario, forestal y pesquero. La producción de alimentos gozará de especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras”

**“Artículo 79.-** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlos. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente,

<sup>13</sup> Memorandos internos 0300-09-1305 de Agosto 27 de 2002 y 0300-09-1387-2002 de Septiembre 9 de 2002 de la Oficina Jurídica de la CVC.





conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”

“**Artículo 80.**- El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.”

“**Artículo 81.**- Corresponde al estado regular el ingreso y la salida al país de los recursos genéticos y su utilización de acuerdo con el interés nacional. Queda prohibida la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos. El Estado regulará el ingreso al país y la salida de él de los recursos genéticos, y su utilización, de acuerdo con el interés nacional”

“**Artículo 95.**- La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades. Toda persona esta obligada a cumplir la Constitución y las leyes. Son deberes de la persona y el ciudadano: **Numeral 8.**- Los ciudadanos deben velar por la protección de los recursos naturales del país y por la conservación de un ambiente sano.”

“**Artículo 366,** “el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación.”

#### B. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974)

“**Artículo 1.**- El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables son de utilidad pública e interés social.”

“**Artículo 9.**- El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios:

**Numeral e.**- Los recursos naturales renovables no se podrán utilizar por encima de los límites permisibles que, al alterar las calidades físicas, químicas o biológicas naturales, produzcan el agotamiento o el deterioro grave de esos recursos o se perturbe el derecho a ulterior utilización en cuanto esta convenga al interés público.”

“**Artículo 42.**- Pertenecen a la Nación los recursos naturales renovables y demás elementos ambientales regulados por este Código que se encuentren dentro del territorio nacional, sin perjuicio de los derechos legítimamente adquiridos por particulares y de las normas especiales sobre baldíos.”

“**Artículo 51.**- El derecho de usar los recursos naturales renovables puede ser adquirido por ministerio de la ley, permiso, concesión y asociación.”



“**Artículo 80.-** Sin perjuicio de los derechos privados adquiridos con arreglo a la ley, las aguas son de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Cuando en este Código se hable de aguas sin otra calificación, se deberán entender las de dominio público”

“**Artículo 83.-** Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado: a) El álveo o cauce natural de las corrientes; b) El lecho de los depósitos naturales de agua; c) Las playas marítimas, fluviales y lacustres; d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho; e) Las áreas ocupadas por los nevados y los cauces de los glaciares; f) Los estratos o depósitos de las aguas subterráneas”

**Artículo 137º.-** Serán objeto de protección y control especial:

a.- Las aguas destinadas al consumo doméstico humano y animal y a la producción de alimentos;

b.- Los criaderos y **habitats** de peces, crustáceos y demás especies que requieran manejo especial;

Las fuentes, cascadas, lagos, y otros depósitos o corrientes de aguas, naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección.

En los casos previstos en este artículo se prohibirá o condicionará, según estudios técnicos, la descarga de aguas negras o desechos sólidos, líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas.

Los artículos 193 a 197 sobre conservación, defensa y toma de medidas para la protección del recurso flora y los Artículos 302 al 304 sobre preservación de los recursos del paisaje, se establece que la comunidad tiene derecho a disfrutar del paisaje urbano que garantiza su bienestar, por ello corresponde a la administración garantizar la preservación.

“**Artículo 267.-** Son bienes de la Nación los recursos hidrobiológicos existentes en aguas territoriales y jurisdiccionales de la República, marítimas, fluviales o lacustres. La explotación de dichos recursos hidrobiológicos hecha por particulares, estará sujeta a tasas. Las especies existentes en aguas de dominio privado y en criaderos particulares no son bienes nacionales, pero estarán sujetos a este Código y a las demás normas legales en vigencia”

“**Artículo 273.-** Por su finalidad la pesca se clasifica así: 1. Comercial, o sea la que se realiza para obtener beneficio económico y puede ser: a) Artesanal, o sea la realizada por personas naturales que incorporan a esta actividad su trabajo o por cooperativas u otras asociaciones integradas por pescadores, cuando utilizan sistemas y aparejos propios de una actividad productiva de pequeña escala; b) Industrial, o sea la realizada por personas naturales o jurídicas con medios y sistemas propios de una industria de mediana o grande escala. 2. De subsistencia, o sea la efectuada sin ánimo de lucro, para proporcionar alimento a quien la ejecute y a su familia. 3. Científica, o sea la que se realiza únicamente para investigación y estudio. 4. Deportiva, o sea la que se efectúa como recreación o ejercicio, sin otra finalidad que su realización misma. 5. De control, o sea la que se realiza para regular determinadas especies, cuando lo requieran circunstancias de orden social, económico o ecológico. 6. De fomento, o sea la que se realiza con el



exclusivo propósito de adquirir ejemplares para establecer o mantener criaderos particulares de especies hidrobiológicas”.

El artículo 329 precisa que las reservas naturales son aquellas en las cuales existen condiciones de diversidad biológica destinadas a la conservación, investigación y estudio de sus riquezas naturales, por ejemplo los humedales del Valle Geográfico del río Cauca.

C. Franja forestal protectora. Ley 79 de 1986

Por la cual se provee a la conservación del agua y se dictan otras disposiciones.

**“Artículo 1.-** Declárense áreas de reserva forestal protectora, para la conservación y preservación del agua, las siguientes:

- a) Todos los bosques y la vegetación natural que se encuentren en los nacimientos de agua permanentes o no, en una extensión no inferior a doscientos (200) metros a la redonda, medidos a partir de la periferia.
- b) Todos los bosques y la vegetación natural existentes en una franja no inferior a cien (100) metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos, lagunas, ciénagas o depósitos de agua que abastezcan represas para servicios hidroeléctricos o de riego, acueductos rurales y urbanos, o estén destinados al consumo humano, agrícola, ganadero, o la acuicultura o para usos de interés social.
- c) Todos los bosques y la vegetación natural, existentes en el territorio nacional, que se encuentren sobre la cota de los tres mil (3.000) metros sobre el nivel del mar.

D. Ley 21 de 1991. Por medio de la cual se aprueba el convenio No. 169 sobre pueblos indígenas y tribales.

**“Artículo 7.-** Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural”.

E. Ley 70 de 1993. Desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política Colombiana en cuanto a comunidades Negras.

**“Artículo 51.-** Las entidades del Estado en concertación con las comunidades negras, adelantarán actividades de investigación, capacitación, fomento, extensión y transferencia de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento ecológico, cultural, social y económicamente sustentable de los recursos naturales, a fin de fortalecer su patrimonio económico y cultural”



**“Artículo 53.-** En las áreas de amortiguación del Sistema de Parques Nacionales ubicados en las zonas objeto de esta ley se desarrollarán conjuntamente con las comunidades negras, modelos de producción, estableciendo estímulos económicos y condiciones especiales para acceder al crédito y capacitación. Igualmente, en coordinación con las comunidades locales y sus organizaciones, se desarrollarán mecanismos para desestimular la adopción o la prosecución de prácticas ambientalmente insostenibles”.

F. Ley 160 de 1994

Mediante el Decreto por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 69 de la Ley 160 de 1994. EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, en ejercicio de las tribuciones que le confiere la Constitución Nacional, y en desarrollo de la Ley 99 de 1993, y de la Ley 160 de 1994,

**“Artículo 1.-** Para que pueda proceder la adjudicación conforme a los reglamentos que expida el Incora, a campesinos o pescadores en los casos a que se refiere el inciso quinto de la Ley 160 de 1994, es preciso que la desecación se haya producido por retiro de las aguas, ocurrido por causas naturales, que tal retiro haya sido definitivo e irreversible y que se haya delimitado la franja protectora del respectivo cuerpo de agua.

**“Artículo 2.-** El hecho del retiro de las aguas por causas naturales y en forma definitiva e irreversible, deberá comprobarse por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. De comprobarse tal hecho, la entidad ambiental procederá a delimitar la franja de protección del cuerpo de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. La franja a que se refiere el inciso anterior pertenece a la Nación y por consiguiente no es adjudicable.”

**“Artículo 3.-** El Ministerio del Medio Ambiente, en ejercicio de la función prevista por el numeral 24o. del artículo 5 de la Ley 99 de 1993 regulará las condiciones de conservación y manejo del respectivo cuerpo de agua. Dicha regulación se remitirá al INCORA para que se tenga en cuenta en la reglamentación de la titulación del área adjudicable.”

G. Ley 165 de 1994. ratifica el convenio sobre la diversidad biológica

**“Artículo 8.-** El gobierno respetará, preservará, y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos de vida pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean estos conocimientos, innovaciones y prácticas, y promoverá que los beneficios derivados de la





utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente”.

#### H. Ley 300 de 1996, Ley General de Turismo

Esta Ley fortalece y promueve el ecoturismo a nivel nacional e internacional. El ecoturismo es una gran alternativa de educación para la conservación ambiental y de desarrollo socio-económico, ya que Colombia es uno de los países de mayor biodiversidad, diversidad étnica y por consiguiente de mayor oferta ecoturística.

#### I. Normas Contenidas en el Código Civil

“**Artículo 674.-** Se llaman bienes de la Unión aquellos cuyo dominio pertenecen a la República. Si además su uso pertenece a todos los habitantes de un territorio, como el de las calles, plazas, puentes y caminos, se llaman bienes de la unión de uso público o bienes públicos del territorio”

“**Artículo 677.-** Los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales son bienes de la Unión, de uso público en los respectivos territorios. Exceptuándose las vertientes que nacen y mueren dentro de una misma heredad; su propiedad, uso y goce pertenecen a los dueños de las riberas, y pasan con estos a los herederos y demás sucesores de los dueños”

“**Artículo 678.-** El uso y goce que para el trascrito, riego, navegación y cualesquiera otros objetos lícitos, corresponden a los particulares en las calles, plazas, puentes y caminos públicos, en ríos y lagos, y generalmente en todos los bienes de la Unión de uso público, estarán sujetos a las disposiciones de éste código y a las demás que sobre la materia contengan las leyes”

“**Artículo 720.-** El suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus creces y bajas periódicas, forma parte de la ribera o del cauce, y que no accede mientras tanto a las heredades contiguas”.

#### J. Decreto 1541 de 1978 (Aguas No Marítimas)

Norma relacionada con el recurso agua. dominio, ocupación, restricciones, limitaciones, condiciones de obras hidráulicas, conservación y cargas pecuniarias de aguas, cauces y riberas. Tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso agua en todos los estados y comprende los siguientes aspectos:

“**Artículo 5.-** Son aguas de uso público: a) Los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o no; b) Las aguas que corran por cauces artificiales que hayan sido derivadas de un cauce natural; c) Los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos; d) Las aguas que están en la atmósfera; e) Las aguas lluvias; f) Las aguas privadas que no sean usadas por tres (3) años consecutivos, a partir de la vigencia del Decreto – Ley 2811 de 1974, cuando así declare mediante providencia del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA-, previo el trámite previsto en este Decreto, y g) Las demás aguas, en todos sus estados y formas a que se refiere el



artículo 77 del Decreto – Ley 2811 de 1974, siempre y cuando no nazcan y mueran dentro del mismo predio.”

“**Artículo 8.-** No se puede derivar aguas de fuentes o depósitos de aguas de dominio público, ni usarlas para ningún objeto, sino con arreglo a las disposiciones del Decreto Ley 2811 de 1974 y del presente reglamento”.

“**Artículo 10.-** Hay objeto ilícito en la enajenación de las aguas de uso público. Sobre ellas no puede constituirse derechos independientes del fundo para cuyo beneficio se deriven. Por tanto, es nula toda acción o transacción hecha por propietarios de fundos en los cuales existan o por los cuales corran aguas de dominio público o se beneficien de ellas en cuanto incluyan tales aguas en el acto o negocio de cesión o transferencia de dominio. Igualmente será nula la cesión o transferencia, total o parcial, del solo derecho al uso del agua, sin la autorización a que se refiere el artículo 95 del Decreto – Ley 2811 de 1974”

“**Artículo 11.-** Se entiende por cauce natural la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias; y por hecho de los depósitos naturales de aguas, el suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efectos de lluvias o deshielo.”

“**Artículo 12.-** *Playa fluvial* es la superficie de terreno comprendida entre la línea de las bajas aguas de los ríos y aquella a donde llegan éstas ordinaria y naturalmente en su mayor incremento. *Playa lacustre* es la superficie de terreno comprendida entre los más bajos y los más altos niveles ordinarios y naturales del respectivo lago o laguna”

“**Artículo 13.-** Para los efectos de la aplicación del artículo anterior, se entiende por líneas o niveles ordinarios las cotas promedio naturales de lo últimos quince (15) años, tanto para las más altas como para las más bajas. Para determinar estos promedios se tendrá en cuenta los datos que suministren las entidades que dispongan de ellos y en los casos en que la información sea mínima o inexistente se acudirá a la que puedan dar los particulares”

“**Artículo 14.-** Para efectos de aplicación del artículo 83, letra d, del Decreto – Ley 2811 de 1974, cuando el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria, INCORA, pretenda titular tierras aledañas a ríos o lagos procederá, conjuntamente con el INDERENA a delimitar la franja o zona a que se refiere este artículo, para excluirla de la titulación. Tratándose de terrenos de propiedad privada situados en las riberas de los ríos, arroyos o lagos, en los cuales no se ha delimitado la zona a que se refiere el artículo anterior, cuando por mermas, desviación o desecamiento de las aguas, ocurridos por causas naturales, quedan permanentemente al descubierto todo o parte de sus cauces o lechos, los suelos que los forman no accederán a los predios ribereños sino que se tendrán como parte de la zona o franja a que alude el artículo 83, letra d) del Decreto Ley 2811 de 1974, que podrá tener hasta (30) metros de ancho” .

#### K. Decreto 1594 de 1984

Usos de aguas y residuos líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físicos-químicos son: Preservación de Flora y Fauna, agrícola, pecuario y recreativo. El recurso de agua comprende las superficies subterráneas,



marinas y estuarianas, incluidas las aguas servidas. Se encuentran definidos los usos del agua así:

- a) Consumo humano y doméstico.
- b) Preservación de flora y fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.
- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.

L. Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia 2002 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Por medio de la cual se generan estrategias para la conservación y uso sostenible de los humedales interiores del país, y se establecen principios rectores para la planificación y manejo de estas áreas desde una perspectiva ecosistémica. La Política define como una de las acciones prioritarias la declaratoria, por parte de las corporaciones regionales, los municipios y otras entidades territoriales, de los humedales bajo categorías de protección contempladas en los planes de ordenamiento y la definición y puesta en marcha de los respectivos planes de manejo.

**Resolución 157 de 2004** – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Por medio de esta Resolución se reglamenta el uso sostenible, la conservación y el manejo de los humedales y se desarrollan aspectos referidas a la Convención de Ramsar.

**Resolución 196 de 2006** – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Es la última disposición legal a nivel nacional generada para los ecosistemas de humedal, por la cual se adopta la guía técnica para la formulación complementación o actualización, por parte de las autoridades ambientales competentes en su área de jurisdicción, de los planes de manejo para humedales prioritarios y para la delimitación de los mismos.

M. Decreto 1996 de 1999. Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la ley 99 de 1993 sobre las Reservas Naturales de la Sociedad Civil

**“Artículo 1.-** Definiciones. Para la correcta interpretación de las normas contenidas en el presente decreto adoptarán las siguientes definiciones: Reserva natural de la sociedad civil. Denomínese reserva natural de la sociedad civil la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales. Se excluyen las áreas en que se exploten industrialmente recursos maderables, admitiéndose solo la explotación maderera de uso doméstico y siempre dentro de parámetros de sustentabilidad. Muestra de



Ecosistema Natural. Se entiende por muestra de ecosistema natural, la unidad funcional compuesta de elementos bióticos y abióticos que ha evolucionado naturalmente y mantiene la estructura, composición dinámica y funciones ecológicas características al mismo”.

“**Artículo 5.-** Del Registro o Matrícula. Toda persona propietaria de un área denominada reserva natural de la sociedad civil deberá obtener registro único a través de la unidad administrativa especial del sistema de parques nacionales naturales del ministerio del Medio Ambiente.”

N. Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010. Estado Comunitario. Desarrollo de Todos. Ley 1151 de 2007

Cuyo objetivo 5 es lograr una gestión ambiental y del riesgo que promueva el desarrollo sostenible, planteándose como meta del cuatrienio declarar nuevas hectáreas bajo diferentes categorías de manejo para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

#### 1.1.2.4. *Políticas sobre humedales en el ámbito regional*

El conocimiento de la situación de los humedales en el Valle del Cauca se ha venido estructurando desde hace 15 años aproximadamente desde la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC- y desde la academia. Ha sido la laguna de Sonso la que más atención ha tenido, siendo objeto de múltiples acciones que han ido desde lo técnico hasta lo político o la combinación de ambos. La importancia de la laguna desde los puntos de vista hídrico, ecológico y socio económico lo han convertido en el centro de atención de la comunidad vallecaucana.

Otras madre viejas asociadas al sistema del río Cauca han sido objeto de diagnósticos muy generales<sup>14</sup> y de acciones de mantenimiento tímidas por cierto, pero a partir del año 2002 la CVC ha formulado más de veinte (20) Planes de Manejo de Humedales Lénticos en el valle interandino.

La CVC, como autoridad ambiental en el Valle del Cauca, formuló en forma concertada los lineamientos para conocer, conservar y usar sosteniblemente los Humedales. Formulando el Plan de Acción Departamental en Biodiversidad 2005 – 2015.

Además, con el apoyo del Sistema Departamental de Áreas Protegidas –SIDAP-, concebido como el conjunto de principios, normas, estrategias, acciones, procedimientos, recursos, actores sociales y áreas naturales protegidas en el Valle del Cauca, el cual actúa bajo el principio fundamental de la participación cualificada de los actores, y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca se lograron acuerdos conceptuales y metodológicos para definir prioridades

---

<sup>14</sup> Salcedo E., Gómez F., Fernández J. 1991 Plan de Manejo Integral de ecosistemas naturales asociados ubicados en el valle geográfico del río Cauca.





y rutas de trabajo, lo que llevo a la elaboración de una propuesta metodológica para la formulación de planes de manejo de las áreas que conforman el SIDAP que considere la metodología de criterios para la definición de los Objetivos y Criterios de Conservación, con base en los cuales se trabaja la identificación, priorización de áreas, la definición de categorías, declaratoria y formulación de planes de manejo para áreas protegidas.<sup>15</sup>

Por último la CVC, desarrolló en el año 2007 el documento denominado: “Elaborar pautas metodológicas para el seguimiento a planes de manejo y la evaluación de la efectividad en la gestión de un área de conservación, a través del análisis del estudio de casos”. Documento que brinda conceptos más trabajados sobre la aplicación de la Resolución 196 del 2006 (Febrero 1) “*Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia*”, y aporta herramientas y lineamientos definidos a nivel regional en el tema de formulación de los planes de manejo para humedales.

#### 1.1.2.4.1. Decreto 1381 de 1940

A través de la Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia (promovida por los principios de conservación, uso racional, participación comunitaria y restauración de la mencionada Convención), se establece una estrategia para hacer conservación práctica de humedales en relación al orden de magnitud de la intervención que resenten. Recientemente en el documento: ZONAS ESTRATEGICAS DE RESERVA EN EL VALLE DEL CAUCA, Grupo Vida Silvestre y Áreas Protegidas, CVC, Agosto 1 de 2002, que se publica como documento de trabajo para la creación del Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP), se reconocen 19 “humedales con sustento legal de conservación”. En el caso de la madreveja Trozada, la figura que establece su protección es el Decreto 1381 de 1940. (Contreras Rengifo, 2003).

Otra política de gran importancia a nivel regional es la formulación del CONPES 3624 de noviembre de 2009. Esta herramienta jurídica establece prioritariamente el programa para el saneamiento, manejo y recuperación ambiental de la cuenca alta del río Cauca. El cual tiene como objetivo definir un conjunto de estrategias orientadas a mitigar la contaminación de la cuenca alta del río Cauca y propender por su adecuado manejo ambiental, con el propósito de asegurar el cubrimiento de la demanda de bienes y servicios del río de manera sostenible en los Departamentos de Cauca y Valle del Cauca.

#### 1.1.2.4.2. Acuerdo C.D No. 038 de 2007

Por el cual la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC declara los humedales naturales del valle geográfico del río Cauca como reservas de recursos naturales renovables y se adoptan otras determinaciones.

<sup>15</sup> CVC. 2009. Humedales del Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación.



Esta declaración permite adelantar programas de restauración, conservación o preservación de estos ecosistemas, de conformidad con lo consagrado en el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables.

#### 1.1.2.5. *Políticas sobre humedales en el ámbito local*

El PBOT del municipio de Guadalajara de Buga enmarca las siguientes disposiciones con respecto a los humedales circunscritos en su territorio:

Protección del sistema Lagunar (P/SL): Asignadas a los humedales y zonas protectoras del sistema lagunar y de madre viejas ubicadas sobre el municipio en su zona plana. Esta categoría se establece para todas las madre viejas y lagunas del Municipio como son: laguna de Sonso, El Conchal, La Trozada, El Burro, Cantaclaro, La Marina, El Cedral así como el sistema lagunar de la zona de montaña oriental. Se deberá mantener la biodiversidad del paisaje e impedir aquellos usos y actividades que representen su deterioro como ecosistema estratégico.

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1. METODOLOGÍA

Jefferson Martinez

El presente documento sigue el marco metodológico definido por la Convención Ramsar (2002), ratificado para Colombia mediante la Resolución 0196 de 2006<sup>16</sup>. La estructura se compone de 6 secciones principales: Preámbulo, Caracterización, Evaluación, Zonificación, Definición de objetivos y Plan de Acción; tal como se presenta en el siguiente mapa mental:

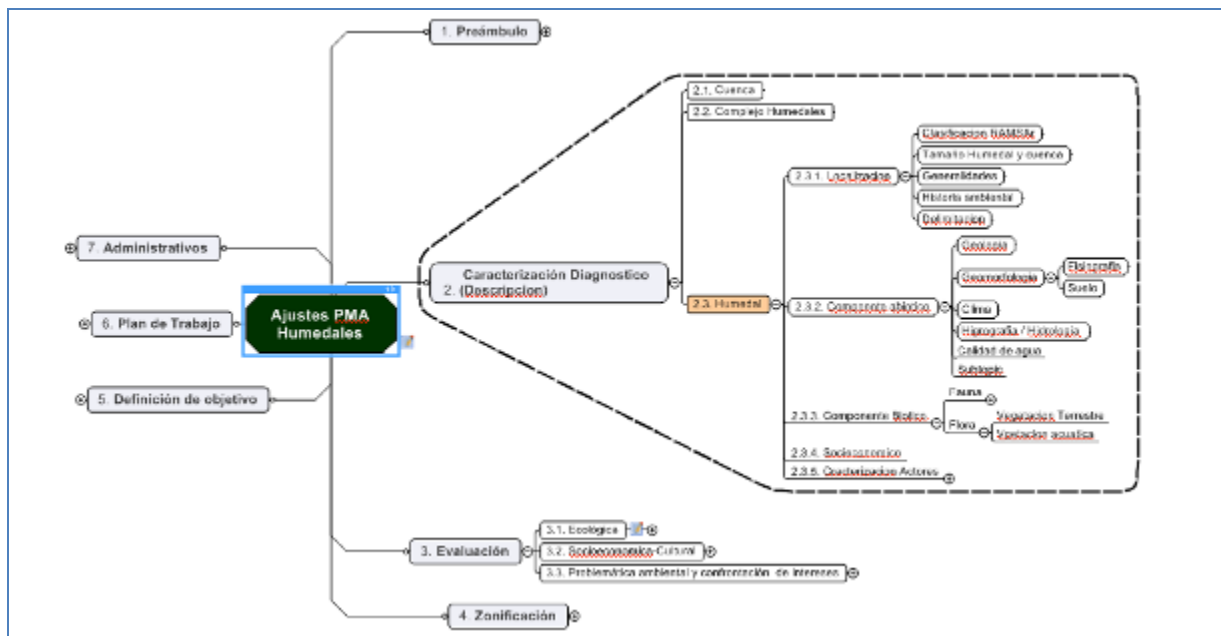


Figura 2.1. Mapa Mental metodológico del Proyecto

En lo referente al Preámbulo, se realiza una investigación histórica global, nacional, regional y local, de la dinámica de las políticas de conservación ambiental, mostrando las diferentes correlaciones de poderes entre el conservacionismo a ultranza y el actual modelo neoliberal. Durante el desarrollo del proyecto sucedieron episodios históricos que fueron analizados, tales como la catástrofe de la ola invernal en Colombia, lo cual se relacionó con lo acontecido en norteamérica en la cuenca del río Mississippi, de donde se tomó el modelo hídrico implementado por la CVC para la región Vallecaucana.

De manera que no solo se realiza un análisis del discurso jurídico, del derecho positivo, sino que se intenta realizar una reflexión filosófica sobre el contexto y una lectura

<sup>16</sup> Guía técnica para la formulación de Planes de Manejo de humedales en Colombia

bioética de la situación hasta llegar al momento histórico actual; se considera que éste es un texto pionero y de gran valor por los aspectos allí considerados.

La fase descriptiva correspondiente a la caracterización ecológica, comprende tres componentes: Abiótico, Biótico y Socioambiental. Debemos reconocer que el estado del conocimiento sobre los Humedales se encuentra aún en construcción, se consideran fundamentales las investigaciones de los profesores norteamericanos William Mitsch y James Gosselink en su texto de consulta obligada “Wetlands”.

Dada la complejidad del funcionamiento, estructura y organización del ecosistema; lo cual se hace aún mucho más complejo cuando interviene la dimensión social en la esfera ecológica. El equipo técnico se esforzó por considerar paradigmas epistemológicos de vanguardia, como la teoría de los sistemas de Von Bertalanffi, la de complejidad de Edgar Morin, los estudios ecológicos del profesor Odum, la ecología de la mente de Gregory Bateson, y la propuesta integradora de las tres ecologías de Felix Guattari.

### **2.1.1. SOBRE LO ABIÓTICO: FÍSICO Y QUÍMICO**

#### **2.1.1.1. FÍSICO - ECOHIDRÁULICO**

Sobre lo abiótico inicialmente se realizó la delimitación ecosistémica del Humedal, trascendiendo el concepto de trazado de parte aguas o análisis por cuenca de drenaje; lo cual es lo común en éste apartado; sino que realizamos la definición espacial buscando las fronteras ecológicas del ecosistema, los elementos naturales mediante los cuales se conecta con otros biosistemas. Los estudios morfodinámicos del río Cauca, elaborados por Freiddy Guzman y la determinación de la franja forestal protectora fueron un insumo de gran relevancia en ésta actividad.

Una vez definida la delimitación del ecosistema, sobre la base de los estudios de fundamentación Corporativos de investigaciones descriptivas efectuadas por importantes instituciones como la Universidad del Valle, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el Ideam y CVC. Seguidamente se procedió a interpolar la información sobre la geología, morfología, tipo de suelo, erosión, uso del suelo y uso potencial del suelo, entre otros requerimientos.

Los aspectos hidrodinámicos fueron construidos por el equipo de trabajo, la hidrología, climatología e hidráulica se obtuvieron procesando registros históricos de la instrumentación representativa del ecosistema, con información sobre las estaciones, suministrados por la CVC, el Ideam y Cenicafía para un periodo histórico de 10 años (2000-2010).

La caracterización climática se realizó con los registros de radiación solar, humedad relativa, temperatura y precipitación media de las estaciones hidroclimáticas adscritas a la región hidrológica de cada humedal. Esta región hidrológica se estableció de acuerdo a las series de precipitación de la década 2000-2010 que fueron

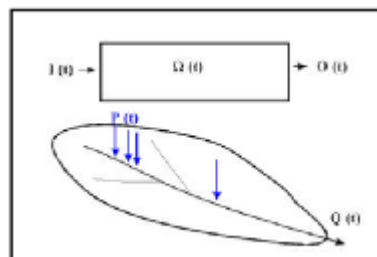


clasificadas a través de polígonos de Thiessen y permitieron establecer cuatro regiones de interés según la distribución de la precipitación para esta fase del estudio: Complejo Centro Norte (Humedales Bocas de Tuluá, El Cementerio, Madrigal, Ricaurte o La Herradura, San Antonio), Complejo Centro Sur (Humedales Conchal y La Trozada), Complejo Sur Occidente (Humedales Carambola, Higuierón y Platanares).

La caracterización hidráulica se realizó con los datos niveles de distintas estaciones limnigráficas sobre el Río Cauca. No se estableció en ningún momento un tránsito de caudales hasta la entrada de cada humedal, en su defecto se asumió el nivel registrado en la estación más cercana y la diferencia de cota entre el cero de mira, el fondo del canal de intercambio y la cota del espejo de agua en el canal de intercambio en el momento de la batimetría; permitieron establecer direcciones de flujo y un volumen aproximado de intercambio entre el Río Cauca y cada humedal.

La caracterización batimétrica se realizó con los datos cartográficos entregados en trabajos anteriores y campañas topográficas adelantadas por Agua y Paz para los Humedales Higuierón, La Trozada, Platanares, Conchal, Madrigal, Carambola, amarradas al sistema de elevación altitudinal empleado por la Corporación. Con esta información se procedió a establecer en hojas de cálculo la relación nivel-área-volumen de cada humedal y con las cotas del nivel de agua se estableció la dirección del gradiente hidráulico con respecto a los niveles del Río Cauca.

En ocasiones la base de los registros climatológicos históricos de la red de monitoreo de la Intitución Investigativa Cenicaña, presenta mayor representatividad con respecto a las estaciones de la Autoridad Ambiental. Puesto que se ubican directamente sobre la zona plana en un radio de monitoreo que comprende los ecosistemas de humedal. El record de registros corresponde a una década, lo cual es la mínima amplitud recomendada para efectuar estimativos analíticos hidrológicos. Empleando las modernas técnicas de simulación numérica para modelos predictivos hidrodinámicos desarrollados por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos, el Software H.E.C 2.



**Figura 2.2.** Esquema que muestra la variable de entrada, precipitación  $P(t)$ , la caja negra (cuenca) y la salida,  $Q(t)$ , que es el caudal en el punto de interés

Finalmente y procurando la coincidencia de las fechas de cada batimetría con los periodos hidrológicos analizados, se estableció un balance hídrico preliminar para intentar determinar la posible relación con las aguas subterráneas.

### 2.1.1.2. QUÍMICO - CALIDAD DE AGUAS

El Componente de Calidad de Agua comprende la recopilación, análisis y procesamiento de los registros históricos de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua suministrados por el Laboratorio Ambiental de la CVC. Se recopiló registros en algunos humedales desde el año 2001 hasta el año 2010.

Los parámetros fisicoquímicos analizados se ilustran en la siguiente Tabla:

**Tabla 2.1.** Parámetros Fisicoquímicos analizados

Parámetros de Calidad de Agua	Unidad
pH	Unidad
Temperatura	C°
Color	UPC
Turbiedad	UNT
Sólidos Totales	mg ST/L
Sólidos Suspendidos	mg SS/L
Sólidos Disueltos	mg SD/L
Demanda Biológica de Oxígeno	mg O/L
Demanda Química de Oxígeno	mg O/L
Oxígeno Disuelto	mg O/L
Conductancia Específica	µS/cm
Fosfatos	mg PO <sub>4</sub> /L
Fósforo Total	mg P/L
Nitrógeno Total	mg N/L
Hierro Total	mg Fe/L
Transparencia (Sechi)	m
Clorofila	mg clorofila/L
Profundidad	m
Coliformes Totales	NMP/100 mL
Coliformes Totales	NMP/100 mL

En cada uno de los humedales se analizó cada parámetro espacial y temporalmente contextualizándolo con el impacto que tendría en especial sobre el suelo y la vida acuática de acuerdo a autores reconocidos en el tema de los que caben destacar: Eugene P. Odum, Gary W. Warrett, William J. Mitsch, James G. Gosselink, María del Carmen Zúñiga de Cardoso y Jairo Alberto Romero Rojas.

Se calculan índices de calidad de agua en cada uno de los ecosistemas de acuerdo a la adaptación que elaboró Pérez y Rodríguez en el año 2006 para el cálculo de índices de calidad en Lagunas Tropicales, por último se determinó el estado trófico del humedal de acuerdo a la clasificación de Roldán.

### 2.1.2. SOBRE LO BIÓTICO: BIOLÓGICO

*María Juliana Bedoya Durán*

### 2.1.2.1. INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas de gran importancia por los procesos hidrológicos y ecológicos que en ellos ocurre. Algunos de estos procesos son la recarga de acuíferos, la mitigación de inundaciones, la remoción de sedimentos, contaminantes y nutrientes, siendo caracterizados por su alta diversidad biológica (Davis et al. 1996). Dada su gran productividad, estos pueden albergar una gran cantidad de individuos de diferentes especies; peces, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, plantas entre otros. A pesar de su importancia, en la actualidad, son los ecosistemas más amenazados viéndose perdidos o alterados debido al deterioro de los procesos naturales como consecuencia de actividades como la agricultura intensiva, la urbanización, la contaminación, la construcción de represas, la adecuación de tierra para infraestructura, la desecación y otras formas de intervención en el sistema ecológico e hidrológico, siendo sus principales amenazas el drenaje y desecación, contaminación, disposición inadecuada de residuos sólidos, escombros y colmatación, además de otros impactos negativos ocasionados por la construcción de obras civiles (Flórez y Mondragón, 2002).

Todos los humedales comparten una propiedad primordial: el agua juega un rol fundamental en el ecosistema, en la determinación de su estructura y las funciones ecológicas donde se encuentra. Esta predominancia del agua determina las características que tienen los humedales frente a los ecosistemas terrestres. Una de estas características, es que suelen presentar una gran variabilidad tanto en el tiempo como en el espacio, teniendo efectos muy importantes sobre la diversidad biológica que habita en ellos y que debe desarrollar adaptaciones para sobrevivir a estos cambios que pueden llegar a ser muy extremos (ciclos hidrológicos de gran amplitud con períodos de gran sequía y períodos de gran inundación).

Los humedales proporcionan recursos naturales de gran importancia para la sociedad. Por esto, es necesario su uso sostenible y racional. Su conservación y uso debe desarrollarse a través de un enfoque integral que considere distintos ecosistemas asociados, como las cuencas de quebradas y ríos que alimentan, desembocan o surten el humedal. Cuando las condiciones ecológicas de los ambientes acuáticos no han sufrido alteraciones drásticas e irreversibles, se presenta en ellos una compleja red trófica, producto de su desarrollo a través del tiempo; la base de tal red se apoya en la existencia de una singular composición florística; situación que resulta atractiva para diversos grupos de fauna silvestre que aprovechan la oferta de refugio y concentración constante de alimento en la zona.

Los humedales son ecosistemas dinámicos: están sujetos a una amplia gama de factores naturales que determinan su modificación en el tiempo. La intervención humana actúa sobre la dinámica de estos sistemas y su efecto depende de la magnitud, intensidad y tasa de recurrencia de la perturbación, así como del estado del sistema y de su resiliencia (capacidad de retornar al estado anterior a la intervención). Los conflictos entre las actividades humanas y la conservación de los humedales se presentan en varios órdenes de magnitud.

Sin embargo, y a pesar del creciente entendimiento sobre sus valores, atributos y funciones, los humedales son en la actualidad uno de los ecosistemas más amenazados por diferentes actividades humanas no sostenibles y, en donde estos ecosistemas fueron o son representativos, están siendo destruidos y/o alterados sin tener en cuenta que los impactos ambientales derivados de esta intervención pueden tener efectos a largo plazo que afecten la calidad de vida de la población y del ambiente en general.

Por lo anterior, es indispensable organizar y desarrollar modelos de interacción de los ecosistemas acuáticos, en donde se analicen factores que determinen las características tróficas del ecosistema: composición, distribución y densidad de la biota, los flujos y tasas de reciclaje de nutrientes, la productividad en general del sistema y relacionarlos con los factores ambientales que afectan la capacidad fisiológica en un ecosistema, pues es solo de esta forma como podría entenderse su real estado, y con base en esto analizar la contribución por parte de la autoridad ambiental a las estrategias de manejo adecuadas y de carácter urgente para los humedales en el Valle del Cauca.

#### 2.1.2.2. *METODOLOGÍA*

Los inventarios de humedales son una herramienta absolutamente necesaria para el desarrollo de planes o acciones de conservación de estos ecosistemas. A través de un inventario se da respuesta a una serie de preguntas básicas como el número, la localización y las características descriptivas de los humedales de una región, con lo cual se obtiene la línea base mínima, o los ajustes necesarios a muestreos deficientes para desarrollos posteriores (CRC-WWF, 2006).

Durante los últimos años y a partir de la firma por parte del gobierno de Colombia de la Convención Ramsar, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial solicitó a las Corporaciones Regionales la realización de inventarios de los humedales en sus jurisdicciones y en el año 2004, a través de la Resolución No. 0157, reglamentó la forma de llevar a cabo dichos ejercicios como paso previo a la formulación, concertación y aplicación de planes de manejo de los humedales del país.

Como los humedales trabajados son sitios muy intervenidos y en la mayoría de los casos tienen hábitats de extensión muy reducida, un gran porcentaje de las especies de aves, anfibios, reptiles y mamíferos presentes, representan una comunidad de ambientes altamente intervenidos, y zonas abiertas. Por esta razón, adicional al trabajo de campo, se presenta la información realizada para el humedal en el pasado obtenidas por investigadores y ONGs de los diferentes grupos de fauna y flora.

##### 2.1.2.2.1. Área de Estudio

La madreveja La Trozada se encuentra ubicada entre las haciendas Tiacuante y San Antonio, municipio de Guadalajara de Buga, en el departamento del Valle del Cauca a unos 930 msnm. Actualmente esta madreveja ha sufrido grandes transformaciones en



sus terrenos aledaños; desde zonas para pastoreo de ganado, frutales y verduras, hasta caña de azúcar, proceso que ha transformado el acceso y la zona de amortiguación de la madre Vieja.



**Figura 2.3.** Vista del La Trozada en dos puntos; Época seca del humedal, descenso considerable del nivel de agua

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011



**Figura 2.4.** Humedal durante la época de muestreo; Septiembre de 2011 (época seca), en las fotografías se muestra la barrera con alambre y palos, realizada para separar y “controlar” las macrofitas del espejo de agua libre

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Actualmente, la invasión de macrofitas como buchón y lechuguilla, han ocasionado la reducción del espejo de agua. Aunque ocasionalmente se han realizado jornadas de remoción de buchón por parte de la CVC, este ha ganado una amplia zona del espejo de agua libre.

Los principales linderos del humedal, son potreros, utilizados para ganado, dentro de estos existen árboles aislados de gran porte, pero en general la vegetación es de crecimiento secundario (Figura 2.5).



**Figura 2.5.** Borde del Humedal; especies herbáceas que rodean gran parte del humedal  
Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

#### 2.1.2.2.2. Trabajo de Campo

Con el fin de actualizar estudios biológicos pasados en el humedal La Trozada, se realizó un inventario rápido de las especies de vertebrados (Aves, mamíferos, anfibios, reptiles y peces).

Inicialmente se realizó una revisión exhaustiva de información secundaria para todos los grupos, siendo esta la fuente para los resultados presentados de flora (vegetación terrestre y acuática), y macroinvertebrados acuáticos. Para todos los grupos de vertebrados se realizaron observaciones (aves-mamíferos) y capturas (mamíferos, anfibios, reptiles y peces) para su identificación.

Para esto, únicamente fueron colectadas las especies que en campo fueron difíciles de identificar y se depositaron en las colecciones científicas de la Universidad del Valle. El resto del material capturado se identificó en campo y fue liberado en el sitio de captura. Todas las especies registradas fueron catalogadas de acuerdo con su grado de amenaza: Regional (CVC), Nacional e internacional (IUCN), de acuerdo al tipo de registro (visual, auditivo, captura, aportado por la comunidad, información secundaria), abundancia relativa (raro, común, abundante), para el caso de los peces se adicionó su origen (Nativo, introducido o trasplantado) y Uso (Artesanal, Pesca deportiva, No ornamental y Sin Usos).

#### **Aves**

Se realizaron caminatas en la mañana desde las 8:00 hasta las 12:00 horas y en la tarde desde las 14:00 hasta las 18:00 horas. El muestreo consistió en la realización de desplazamientos bordeando el humedal y en zonas aledañas y de especial interés, registrando las especies observadas a ambos lados de la línea de observación. El tiempo promedio de cada recorrido fue de 4 horas. La detección de vocalizaciones, nidos, y rastros se consideró como una forma indirecta de reportar la presencia de las especies cuando fue difícil su avistamiento.



La caracterización de las especies, fue complementada con información proporcionada por la comunidad y los datos reportados por el anterior Plan de manejo del humedal (CVC-FIPAL, 2005) Las especies fueron catalogadas según su abundancia relativa dentro de los recorridos (Rara, común y abundante), así mismo se analizaron las comunidades de aves según los criterios de amenaza a nivel internacional (criterios establecidos por IUCN), nacional (Libro rojo de aves de Colombia; Renjifo et al. 2002) y regional, según los criterios de la CVC (Castillo y González, 2007).

### Mamíferos

Este trabajo trata de compilar la información existente acerca de los mamíferos presentes en el humedal La Trozada, y a través del trabajo de campo, recopilar información actual para complementar el plan de manejo existente del humedal. El trabajo de campo consistió en 24 horas de muestreo, en el mes de Septiembre, en esta jornada se utilizaron diferentes métodos para la recopilación de información de este grupo.

Para la captura de murciélagos, se emplearon siete redes de niebla (dos redes de 12 metros, y 5 de 6 metros; cada una de 3 metros de altura) que cubrieron en total 54 metros (Figura 2.6). Las redes fueron ubicadas a lo largo de caminos, bordes e interior de vegetación (bosque, rastrojos y potreros) y permanecieron abiertas desde las 17:30 hasta las 23:00 horas, aprovechando el pico de actividad que los murciélagos presentan en las primeras horas de la noche. Las redes fueron revisadas cada hora y los individuos capturados fueron guardados en bolsas de tela y transportados hasta el sitio base para ser identificados (Figura 2.7).



**Figura 2.6.** Disposición de redes de niebla en el humedal La Trozada  
Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011



**Figura 2.7.** Captura de murciélagos a través de redes de niebla  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Con base en información anterior reportada para el humedal (CVC-Fundación Natura 2003) y la revisión de especímenes preservados en la colección de mamíferos de la Universidad del Valle procedentes del humedal o áreas cercanas, se estableció la presencia potencial de especies. Este listado de especies corresponde a mamíferos que, a pesar de no haber sido registrados mediante los métodos de campo, por distribución y presencia en zonas con características similares podrían estar presentes en el área. También se tomó en cuenta la información de pobladores mediante entrevistas, en las que se estableció la presencia de mamíferos. Adicionalmente, para complementar y tratar de corroborar la información, se efectuaron recorridos de observación para el registro de especies diurnas y nocturnas, así mismo dentro de los recorridos se buscaron evidencias de presencia de otras especies (huellas, heces, madrigueras, etc.) no detectables por métodos tradicionales de muestreo.

Todos los individuos fueron identificados taxonómicamente hasta la categoría de especie, siguiendo la clasificación propuesta por Wilson y Reeder (2005) y Gardner (2007). Los individuos capturados fueron sexados (macho/hembra), y se tomaron datos como categoría etaria (juvenil/adulto) y el estado reproductivo; para corroborar la identificación de las especies, fueron tomadas algunas medidas morfológicas como antebrazo, pata, longitud del pelaje entre otras, esto por medio de un calibrador digital de 0,01 mm de precisión.

Con base en las especies registradas en campo y con base en las especies potenciales (especies encontradas en zonas cercanas de acuerdo a la Colección de mamíferos de la universidad del Valle), se estimó su vulnerabilidad a nivel Regional según Castillo *et al* 2007, a nivel nacional según Rodríguez-M. 2006, y a nivel global se tomó como referencia las especies reportadas en los listados rojos de especies amenazadas de la IUCN.



## Anfibios y Reptiles

Durante los muestreos se utilizó la técnica de encuentro visual al azar (Crump & Scout, 1994) y se realizaron recorridos diurnos y nocturnos a lo largo de senderos, en el borde y cuando fue posible acceder, dentro del humedal intentando abarcar la mayor variedad posible de hábitats y microhábitats. Se buscó sobre vegetación, en la hojarasca y la corteza de árboles, en el suelo se realizó la búsqueda levantando troncos caídos y piedras. Para la detección de anfibios, adicional a las búsquedas manuales, fueron realizados registros a través del canto de los machos.

Adicionalmente, se entrevistaron pobladores de las áreas con el fin de incorporar un mayor número de especies a través de la asociación de nombres científicos y nombres comunes. Los muestreos nocturnos fueron realizados entre las 18:00 y 23:00 horas y en el día entre las 09:00 y las 12:00 horas y entre las 14:00 y 17:00 horas. Los individuos fueron capturados manualmente y en lo posible, fueron registrados fotográficamente e identificados en el campo por conocimiento previo, descripción en literatura y/o su posible presencia en la zona de estudio. Cuando la identificación no fue factible en el campo, se sacrificó de acuerdo a las técnicas estándar y se identificó en laboratorio.

En este estudio se siguió la nueva clasificación de anfibios sugerida por Frost et al. (2006) y para reptiles la información fue corroborada por [www.reptile-database.com](http://www.reptile-database.com), adicionalmente con base en guías, listados y publicaciones importantes (Castro-Herrera & Vargas-Salinas 2008; Faivovich et al 2005; Castro H. et al 2007; Castro H. et al 1983) fueron identificados y clasificados los individuos registrados en campo.



**Figura 2.8.** Búsqueda y registro de anfibios y reptiles en el humedal La Trozada  
Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

## Peces

Para la caracterización de la fauna íctica se realizó una jornada de muestreo. Este tuvo una duración de cinco horas. Para las capturas se emplearon nasas de mano en las orillas, mientras que en las partes abiertas fueron utilizadas atarrayas de 8 y 9 centímetros para el registro de individuos de tallas comerciales y atarrayas con ojo de malla de 1 centímetro para la captura de individuos juveniles y registro de especies de tallas pequeñas (Figura 2.9).

Las especies colectadas fueron identificadas in situ ya fueron categorizadas de acuerdo al estatus de conservación y al origen. El uso de las especies fue determinado de acuerdo a información secundaria, contrastada con las conversaciones informales realizadas con los pescadores que se encontraban en la madreveja, así como con funcionarios y representantes comunitarios que coincidían en los lugares.

El estado de conservación se realizó siguiendo el libro rojo de peces para Colombia (Mojica et al, 2002) y regionalmente, se tuvo en cuenta el Plan de Acción en Biodiversidad del Valle del Cauca (Castillo-Crespo & González-Anaya, 2007). Para el caso del origen de las especies, los criterios tenidos en cuenta, fueron los propuestos por Gutiérrez (2006), para determinar el estado del conocimiento de las especies invasoras en Colombia.



**Figura 2.9.** Captura a través de atarraya de las especies de peces presentes en el humedal  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

### **Macroinvertebrados acuáticos y Flora (Vegetación terrestre y acuática)**

Los registros reportados en el estudio para Macroinvertebrados acuáticos y para las especies de Flora (Vegetación terrestre y Vegetación acuática), hacen parte de los estudios realizados en el pasado para el humedal. Principalmente se hace referencia al

plan de manejo realizado por la fundación Natura en el 2003 (Convenio No 0139; CVC-Fundación Natura), Flórez y Mondragón 2002 y Bolívar *et al* 2004.

## Resultados

Para el Humedal La Trozada se reportan dos estudios, el realizado por Flores y Mondragón en el 2002, el cual reporta las especies de Peces, macrófitas y vegetación marginal, zooplancton, macroinvertebrados y fitoplancton de la Madre Vieja y posteriormente la fundación Natura en Convenio con la CVC (Contrato de consultoría No 0139 CVC-Fundación Natura), realiza el plan de manejo, aportando el estado ambiental (hidrología, suelo, caracterización fisicoquímica, vegetación y fauna silvestre) y socioeconómico del humedal.

### 2.1.3. SOBRE LO SOCIOAMBIENTAL

La Fundación Agua y Paz vinculó al proyecto a ONG de la zona con reconocimiento por su activismo en programas en pro de la defensa del ecosistema. De modo que fueran las organizaciones de base comunitaria quienes adelantaran los trabajos de base, por lo común éstas organizaciones se integran por líderes que habitan éstos territorios, cuya experiencia de vida se asocia al conocimiento de la ecología natural del sistema y de su dinámica histórica.

El componente socio ambiental se centra en la aplicación de la metodología de IAP<sup>17</sup>, en la de Resolución de Conflictos Ambientales de CVC 2002-04, y en la Guía de Campo para definir participativamente el Objetivo de Conservación.

Acorde con la Resolución 196 de 2006 primero se identificaron los Actores claves de cada humedal, se definió la naturaleza de los conflictos entre los Actores, y se plantearon los compromisos, la negociación y resolución de los conflictos en el horizonte temporal del Plan de Manejo durante 12 años, equivalente al período de 3 gobiernos de 4 años municipales y de la Corporación Autónoma Regional, así como el período que comprende el PGAR<sup>18</sup>.

Se convocaron foros abiertos de participación con los principales actores para la discusión de experiencias en el territorio y construcción de escenarios de restauración de los ecosistemas.

<sup>17</sup> Investigación, Acción, Participación

<sup>18</sup> Plan de Gestión Ambiental Regional



Figura 2.10. Portadas Plegables Foros Abiertos

El Subsistema Socioambiental enriqueció los avances en curso de las investigaciones ecológicas en las áreas Biótico y Abiótico, pues la comunidad, ó mejor los Actores claves expresaron sus posiciones con la información actualizada de estos subsistemas.

Como complemento a esta guía se incluyó la metodología desarrollada por Campo, 2007, mediante contrato 0170 para la CVC, la cual determina los aspectos metodológicos para la formulación de Planes de Manejo Ambiental en sitios del SIDAP<sup>19</sup>.

#### 2.1.4. EVALUACIÓN

Las evaluaciones fueron 2: la científica y la comunitaria. Consistió en la identificación y definición de las presiones que se ejercen sobre la ecología del Humedal, en su estructura, organización y funcionamiento. En ese sentido se realizó un análisis de tensores y limitantes del biosistema.

La lista inicial de presiones comunes en ecosistemas de humedal se tomó de lo estipulado por la UICN<sup>20</sup> (1992), contextualizando a las condiciones que marcan la identidad de cada Humedal.

Se realizaron esfuerzos por aplicar métodos deductivos que fueron desde los biomas de la tierra hasta estudio de representatividad de ecosistémica para el Valle del Cauca, basado en el mapa de ecosistemas de Colombia IDEAM *et al.* (2.007) "Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia." y lo encontrado en el Convenio CVC de 2.009, el cual construye categorías de ecosistemas del Valle del Cauca, y los específicos de ubicación del Humedal, como Helobioma. Igualmente métodos inductivos sobre todo lo relacionado con la calidad del agua en donde a partir de análisis específicos particulares se concluyen aspectos general del sistema.

<sup>19</sup> Sistema Departamental de Áreas Protegidas del Valle del Cauca

<sup>20</sup> Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza



De especial relevancia fue la aplicación del análisis estructural, mediante la metodología desarrollada por Michael Godel, conocida como MICMAC, el cual mediante multiplicación de matrices matemáticas logra representar la morfogénesis del sistema.

Como se resultado se lograron identificar y clasificar las variables más relevantes para la conservación y/o restauración del ecosistema así como las que no tienen ninguna incidencia en el mejoramiento de este. Esto será un insumo clave para la dirección y priorización de proyectos.

### **2.1.5. ZONIFICACIÓN**

En este apartado se realizaron 3 zonificaciones, la ecológica, la estipulada por la Resolución 196 de 2006 y la relativa al plan propuesto. En la zonificación ecológica se encontraron las 3 regiones constitutivas de la organización y estructura del humedal, según lo investigado para éste tipo de biosistemas en el estado del arte sobre humedales.

Se definieron la zona acuática del ecosistema, la anfibia y la terrestre. De acuerdo a esto, este documento es pionero en la construcción de la morfogénesis del Humedal, puesto que integra diversas investigaciones base con el fin de representar con fidelidad la realidad del mismo. Es así como partiendo sobre lo encontrado por Freiddy Guzman en su estudio sobre la franja forestal protectora, y empleando los videos de las inundaciones ocurridas en diciembre de 2010 en el Valle del Cauca, mediante puntos de control se logró determinar la cota de inundación del ecosistema, que define la región anfibia del mismo.

Se construyeron mapas cartográficos que identifican zonas de importancia para la conservación y restauración, áreas de relictos boscosos, superficies de recuperación de suelo y control de erosión.

Con el propósito de que la Corporación CVC disponga de una herramienta que le permita direccionar las acciones y los proyectos futuros se definieron en un Mapa Cartográfico las subzonas de proyectos, estas permiten identificar en el territorio las áreas en donde se ejecutaran estos.

### **2.1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS**

Sobre la base de lo definido en el acuerdo 38 de 2007, por el cual se declaran los humedales naturales del valle geográfico del río Cauca como reservas de recursos naturales renovable, se empleó el modelo MACTOR elemento constitutivo del paquete de programas desarrollado por LIPSOR (Laboratorio de Investigación en Prospectiva Estratégica y Organización, París, Francia).

Sobre la base de Mactor se ingresan los actores representativos de la morfogénesis del sistema, y los objetivos, los cuales coinciden con las variables resultado del sistema, es

decir aquellos elementos dinámicos que muestran las señales de salida del ecosistema, y que por lo tanto representan la salud del mismo; de allí se califica la relación real que tienen los actores con los objetivos, captando el conflicto de intereses y la correlación de fuerzas; con lo cual el software mediante métodos de matemáticas matriciales obtiene los resultados que incluyen las influencias directas que son de fácil observación y encuentra las relaciones indirectas que resultan ocultas a los mismos actores.

### **2.1.7. PLAN DE ACCIÓN**

Este apartado contiene lo considerado en el Plan Nacional de Restauración (MAVDT, 2009), y fue construido con un horizonte de 12 años, de manera que coincidiera con 3 periodos municipales, un nuevo PGAR, y 3 Plan de Acción de CVC.

El contenido programático, proyectos y acciones constitutivas, se basa sobre lo arrojado por el modelo MICMAC, el cual define las variables claves del sistema, por lo que las acciones van encaminadas a enfrentar la problemática originada por las tensiones al sistema ecológico en la estructura física, química, biológica y social, del mismo, tal como se presenta a continuación:

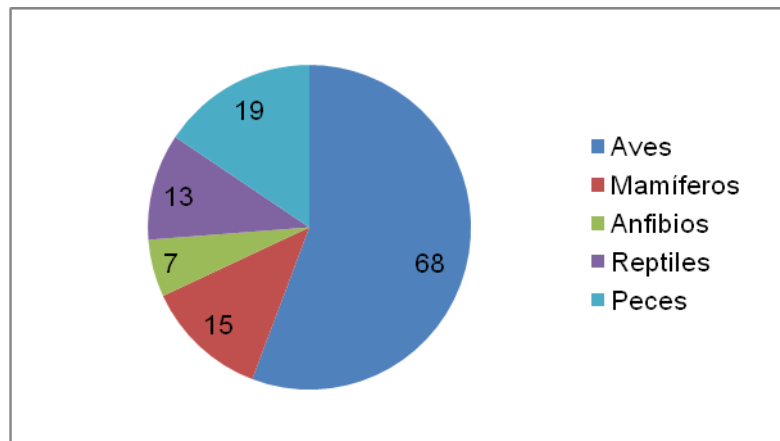
1. Restablecimiento ecohidraulico – física.
2. Recuperación sanitaria - químico.
3. Restauración biótica – biológico.
  - 3.1 Revegetalización.
  - 3.2 Control de plantas invasoras.
4. Programa producción sostenible.
5. Programa social.
  - 5.1 Proyecto de educación ambiental.
  - 5.2 Proyecto de fortalecimiento institucional.
  - 5.3 proyecto de recuperación de espacio y dominio hidráulico público.
6. Investigación aplicada
  - 6.1 Proyecto de investigación aplicada ecológico.
  - 6.2 Proyecto de investigación aplicada ecohidraulico.
  - 6.3 Proyecto de investigación aplicada Socioambiental.
  - 6.4 Proyecto de investigación aplicada sanitario.
7. Seguimiento, monitoreo y evaluación.
  - 7.1 proyecto seguimiento y control ambiental – autoridad ambiental CVC.
  - 7.2 proyecto monitoreo.
  - 7.3 proyecto evaluación

Finalmente se construye un aplicativo amigable que permite la sistematización del Plan y aplicar la metodología establecida en la Resolución 196, basada en el concepto de manejo adaptable.

## **2.2. COMPONENTE BIÓTICO**

### 2.2.1. FAUNA

De acuerdo a los estudios anteriores, y al estudio actual de la fauna del humedal La Trozada, este, se compone de 68 especies de aves, de las cuales 23 son acuáticas (típicas de humedales) y 45 son de hábitat variados, 7 especies de Anfibios, 13 de reptiles, 16 especies de mamíferos y 19 especies de peces. Algunas de las especies actualmente encontradas no fueron reportadas en el pasado y son reportadas por primera vez, este resultado implica la importancia del monitoreo en el tiempo para cubrir el rango de variación que puede presentarse de acuerdo a la época y al estado sucesional del humedal.



**Figura 2.11.** Riqueza de especies de vertebrados del Humedal La Trozada por grupo

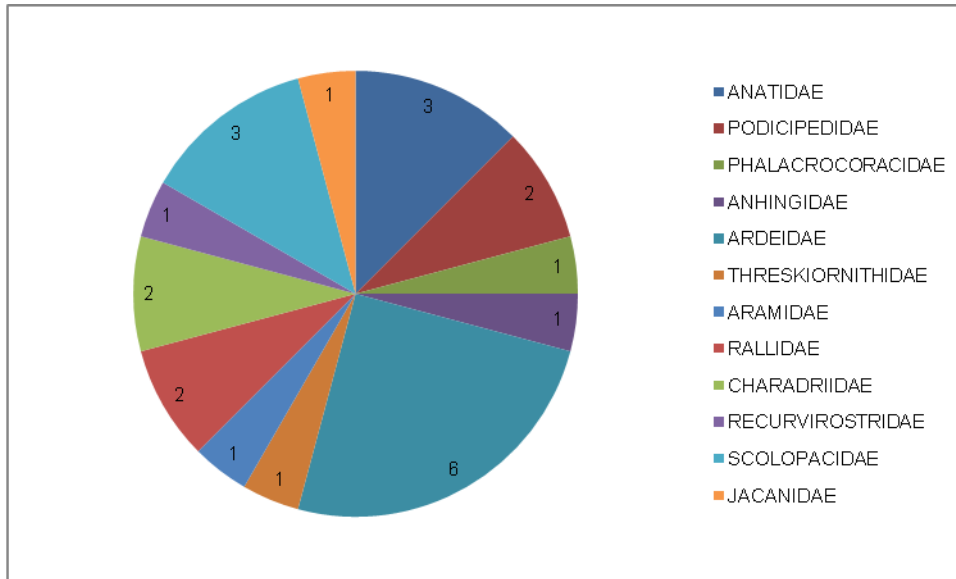
En general, a pesar de no existir un estudio amplio y en el tiempo para las especies de vertebrados presentes en el humedal, es evidente la baja riqueza de especies presente, esto sobre todo a nivel de especies de vertebrados de tamaño mediano y grande (Mamíferos y reptiles) los cuales son reportados basicamente por la comunidad que interactua en el humedal y que en el tiempo, han notado su disminución, y, para la mayoría de los casos, su extinción o desplazamiento local. Aunque el método de muestreo y el tiempo son factores claves que pueden determinar la presencia o detección de una especie, es importante el fuerte efecto del hombre sobre este ecosistema, y la transformación del uso de la tierra, que seguramente a permitido la disminución no solo en riqueza sino tambien de su diversidad.

Los taxones reportados en estudios anteriores aún persisten y en algunos casos se han incrementado. Esta baja diversidad podría estar asociada al deterioro del ecosistema, aunque esto, es solo posible evaluarlo a través del monitoreo en el tiempo, que permita hacer estimaciones poblacionales y de abundancia, que reflejen ciertos patrones en las poblaciones que allí persisten.

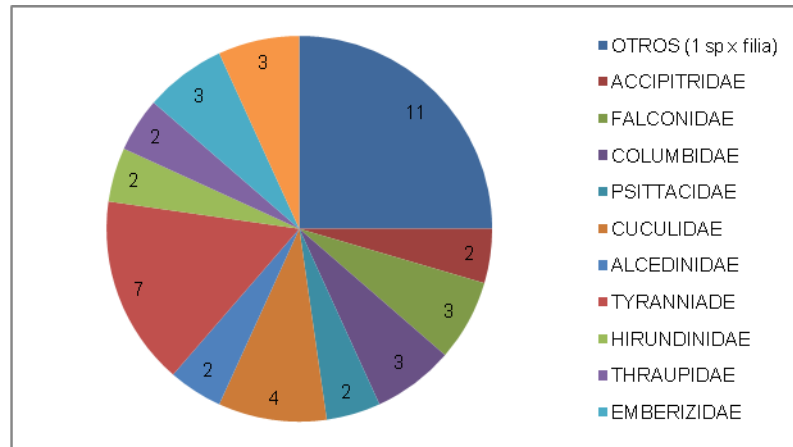
#### 2.2.1.1. AVES

Durante el trabajo de campo fueron registradas 68 especies de 34 familias, de las cuales 12 familias (35.3 %) son de hábitos principalmente acuáticos. De los estudios

anteriores se compartieron 43 especies y no fueron reportadas 14. Con base en el trabajo de campo realizado se adicionan 25 especies (Tabla 2.2). De acuerdo a la caracterización por tipo de hábitat que utilizan las especies; de las especies acuáticas, la familia mejor representada fue Ardeidae con seis especies (Figura 2.12) y las familias mas abundantes de hábitos terrestres en cuanto a numero de especies fueron Tyrannidae con siete representantes y Cuculidae con cuatro especies (Figura 2.13).



**Figura 2.12.** Riqueza de especies por familia (hábitat principalmente acuático) reportadas durante el estudio



**Figura 2.13.** Abundancia de especies reportadas para las familias de hábitat principalmente terrestres

En el estudio realizado por Aragón y Libreros en el 2002, fueron identificadas 32 especies de aves, cuatro de estas especies fueron migratorias. Mas adelante en el estudio realizado por la fundación Natura en el 2003, fueron identificadas 29.



De la especies registradas para el humedal, 6 son catalogadas como migratorias, 5 borelaes y una austral (Salaman *et al* 2009). De acuerdo al grado de amenaza que pueden presentar las especies de aves a nivel Regional, Nacional o Global, 11 reportan algún grado de amenaza; El pato colorado *Anas cyanoptera*, es la única especie con amenaza tanto regional como Nacional, siendo su estatus vulnerable, lo que significa que esta especie enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional en el mediano plazo (Renjifo *et al*, 2002) el resto de las especies; *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor*, *Podilymbus podiceps*, *Tachybaptus dominicus*, *Anhinga anhinga*, *Ardea cocoi*, *Pandion haliaetus*, *Rostrhamus sociabilis*, *Falco femoralis* y *Pionus menstruus*, presentan vulnerabilidad debido principalmente a la reducción de sus territorios en el Valle del Cauca (Tabla 2.3).

**Tabla 2.3.** Especies de Aves del Humedal La Trozada con algún grado de Amenaza (Regional, Nacional o Global)

Familia	Especie	Nombre común	Amenaza		
			Regional	Nacional	IUCN
ANATIDAE	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Iguasa común	S2 - S2S3		LC
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguasa María	S2 - S2S3		LC
	<i>Anas cyanoptera</i> (Mb)	Pato Colorado	S1 - S1S2	EN	LC
PODICIPEDIDAE	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor piquigrueso	S2 - S2S3		LC
	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor chico	S1 - S1S2		LC
ANHINGIDAE	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja	S1 - S1S2		LC
ARDEIDAE	<i>Ardea cocoi</i>	Garzón azul	S2 - S2S3		LC
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	S2 - S2S3		LC
ACCIPITRIDAE	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero común	S2 - S2S3		LC
FALCONIDAE	<i>Falco femoralis</i>	Halcón plomizo	S1 - S1S2		LC
PSITTACIDAE	<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cabeciazul	S2 - S2S3		LC

Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

El Pato Colorado (*Anas cyanoptera*) (Figura 2.14) es una especie acuática, en peligro de extinción tanto para el Valle del Cauca, como a nivel nacional. Su amenaza es dada principalmente por la reducción de los espejos de agua en los humedales, y por los avanzados procesos tanto de contaminación como de eutrofización que reducen su obtención de alimento. La escasez de sitios de reproducción y disminución de oferta alimenticia tienen en amenaza esta especie. Actualmente las poblaciones en Valle Geográfico del Río Cauca han sido monitoreadas por entidades como WCS y Calidris, las cuales han realizado trabajos importantes con especies acuáticas y en especial del pato colorado.



**Figura 2.14.** Tres individuos de *Anas cyanoptera* (Pato Colorado), presente en el humedal, Se observan dos machos y una hembra  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011



**Figura 2.15.** Especie con amenaza Regional S2-S2S3; *Ardea Cocoi* (Garzón Azul)  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

A pesar de existir un espejo de agua considerable, que se ha mantenido en el tiempo por el retiro de macrófitas por parte de los pobladores locales, es importante destacar que su área descubierta se ha reducido en casi un 50%, y en el periodo de muestreo (Septiembre), el nivel del agua había descendido considerablemente dejando descubierta una gran área (Figura 2.16).



**Figura 2.16.** Reducción del nivel del agua en el Humedal en época seca

Fuente: Maria Juliana Bedoya D-2011

En épocas de lluvia, cuando aumenta el nivel de agua, se incrementa el número de individuos de especies acuáticas, y según registros y pobladores locales es común observar bandadas de iguazas, y especies como garzas, ibis, patos, playeras, dentro del espejo de agua.

Muchas especies de aves acuáticas han desarrollado diversas adaptaciones morfológicas y fisiológicas para hacer mejor uso de los recursos que brindan los humedales. Otras, como muchos passeriformes encontrados en el humedal La Trozada (Figura 2.18), no exhiben adaptaciones particulares al medio acuático y utilizan estos ambientes en forma temporal, por ejemplo durante el período de nidificación y cría, o se han establecido en los árboles y vegetación aledaña al humedal. Es importante resaltar que la riqueza y abundancia de aves acuáticas que habitan un humedal depende de diversos factores, como el régimen hidrológico, tamaño y heterogeneidad del sitio, y la estructura de la vegetación, por lo que la abundancia y diversidad de estas especies están reflejando en este caso, una buena disponibilidad de hábitat para especies de hábitos terrestres, siendo necesario evaluar el humedal en épocas de inundación para estimar el uso por parte de especies acuáticas que propiamente utilizan el espejo de agua y pueden ser indicadores del estado del humedal.



**Figura 2.17.** Arrendajo (*Cacicus cela*), aprovechando especies de porte alto como Chiminango (*Pithecellobium*) para la construcción de nidos

Fuente: Maria Juliana Bedoya D-2011



Dado que las aves constituyen uno de los componentes mas característicos de la fauna que habita los humedales (Blanco, 1999, Weller, 1999). Muchas de estas aves pueden hacer uso de dichos humedales durante solo una parte del año para cubrir una determinana etapa de su ciclo anual (e.g., la nidificación y reproducción, muda del plumaje) y estos pueden representar imporantes áreas de concentración durante la migración anual de algunas especies. Siendo este aspecto importante a la hora de hacer monitoreos, pues la época de migración conincide con la epoca lluviosa, por lo que definir el estado de un huemdal debe cubrir el rango de variación que estos presentan en el año.



a.



b.



c.





d.



e.

**Figura 2.18.** Especies de Aves observadas en el humedal La Trozada en Septiembre de 2011. a. Tres especies (*Anas cyanoptera*, *Phimosus infuscatus* e *Himantopus mexicanus*), b. Juvenil de *Milvago chimachima*; c. *Colaptes punctigula*; d. *Phalacrocorax olivaceus*, descansando en una Ceiba b. *Ardea alba*

Fuente: Maria Juliana Bedoya D-2011

Las especies de aves son objetos de conservación clave en los humedales, pues su riqueza y abundancia reflejan en gran medida las características ambientales locales tales como: tipos de vegetación emergente o sumergida, aporte de detritos (y nutrientes) que provienen del río y se depositan y la presencia de peces (provenientes del río), que se constituyen en fuentes clave en su alimentación. Adicionalmente y no menos importante, el tamaño del humedal es otro factor clave que afecta la riqueza de especies y la abundancia de aves acuáticas (Weller 1999), principalmente debido a que los sitios de mayor tamaño albergan una mayor heterogeneidad ambiental y un mayor número de hábitats.

**Tabla 2.3.** Especies de Aves del humedal La Trozada

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro <sup>1</sup>	Hábitat <sup>2</sup>	Abundancia relativa <sup>3</sup>	Reportes anteriores <sup>4</sup>	Amenaza		
							Regional <sup>5</sup>	Nacional <sup>6</sup>	IUCN <sup>7</sup>
ANATIDAE	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo - Iguasa Común	Visual	A	Rara	2	S2 - S2S3		LC
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguasa María	Inf. Sec.	A		2, 3	S2 - S2S3		LC
	<i>Anas cyanoptera</i> (Mb)	Pato Colorado	Visual	A	Abundante		S1 - S1S2	EN	LC
ODONTHOPHORIDAE	<i>Rhynchortyx cinctus</i>	Perdíz selvática	Inf. Sec.	T		2			LC
PODICIPEDIDAE	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor piquigrueso	Inf. Sec.	A		2, 3	S2 - S2S3		LC
	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor chico	Inf. Sec.	A		2, 3	S1 - S1S2		LC

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro <sup>1</sup>	Hábitat <sup>2</sup>	Abundancia relativa <sup>3</sup>	Reportes anteriores <sup>4</sup>	Amenaza		
							Regional <sup>5</sup>	Nacional <sup>6</sup>	IUCN <sup>7</sup>
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	Visual	A	Abundante	2,3			LC
ANHINGIDAE	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja	Inf. Sec.	A		2	S1 - S1S2		LC
ARDEIDAE	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guaco común	Visual	A	Común				LC
	<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	Visual	A	Común	2, 3			LC
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garzita bueyera	Visual	T	Común	2			LC
	<i>Ardea cocoi</i>	Garzón azul	Visual	A	Común	2	S2 - S2S3		LC
	<i>Ardea alba</i>	Garza real	Visual	A	Común	2			LC
	<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	Visual	A	Común				LC
THRESKIORNITHIDAE	<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito	Visual	T	Abundante				LC
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	Visual	T	Común	2			LC
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	Inf. Sec.	T		2, 3	S2 - S2S3		LC
ACCIPITRIDAE	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracorello común	Inf. Sec.	A		2, 3	S2 - S2S3		LC
	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán caminero	Inf. Sec.	T		2, 3			LC
FALCONIDAE	<i>Milvago chimachima</i>	Pigua	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara	Inf. Sec.	A		3			LC
	<i>Falco femoralis</i>	Halcón plumizo	Inf. Sec.	T		3	S1 - S1S2		LC
ARAMIDAE	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	Visual	A	Rara	2,3			LC
RALLIDAE	<i>Porphyrion martinica</i>	Polla azul	Visual	A	Rara	2,3			LC
	<i>Gallinula chloropus</i>	Polla gris	Visual	A	Común				LC
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	Pellar	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlito collarejo	Inf. Sec.	A		2, 3			LC
RECURVIOROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela americana	Visual	A	Común	2, 3			LC
SCOLOPACIDAE	<i>Actitis macularius</i> (Mb)	Andarrios manchado	Visual	A	Común	2,3			LC
	<i>Tringa solitaria</i> (Mb)	Andarrios solitario	Visual	A	Rara				LC
	<i>Tringa melanoleuca</i> (Mb)	Patiamarillo grande	Visual	A	Rara				LC
JACANIDAE	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de ciénaga	Visual	A	Común	2			LC
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcasa naguiblanca	Visual	T	Común				LC
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	Visual	T	Común	2			LC
	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma morada	Visual	T	Rara				LC
PSITTACIDAE	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito	Visual	T	Abundante	2, 3			LC
	<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cabeciazul	Visual	T	Abundante	2, 3	S2 - S2S3		LC
CUCULIDAE	<i>Coccyzina pumila</i>	Cuco enano	Visual	T	Común				LC

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro <sup>1</sup>	Hábitat <sup>2</sup>	Abundancia relativa <sup>3</sup>	Reportes anteriores <sup>4</sup>	Amenaza		
							Regional <sup>5</sup>	Nacional <sup>6</sup>	IUCN <sup>7</sup>
	<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero grande	Visual	T	Abundante				LC
	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	Visual	T	Abundante	2			LC
	<i>Tapera naevia</i>	Tres pies	Visual	T	Común	2			LC
STRIGIDAE	<i>Megascops choliba</i>	Currucutú	Visual	T	Común				LC
NYCTIBIIDAE	<i>Nyctibius griseus</i>	Bien parado	Auditivo	T	Común				LC
TROCHILIDAE	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufo	Visual	T	Común				LC
ALCEDINIDAE	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador grande	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador chico	Visual	T	Común				LC
PICIDAE	<i>Colaptes punctigula</i>	Carpintero pechipunteado	Visual	T	Común	2			LC
FURNARIIDAE	<i>Synallaxis albescens</i>	Chamicero pálido	Auditivo	T	Común				LC
TYRANNIADAE	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	Visual	T	Común				LC
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechi rojo	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda crestinegra	Visual	T	Común				LC
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofue	Visual	T	Común	2, 3			LC
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí	Visual	T	Abundante	2, 3			LC
	<i>Tyrannus sabana (Ma)</i>	Sirirí tijeretón	Visual	T	Abundante	2			LC
	<i>Fluvicola pica</i>	viudita blanquinegra	Inf. Sec.	T		2, 3			LC
HIRUNDINIDAE	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina barranquera	Visual	T	Común				LC
	<i>Hirundo rustica (Mb)</i>	Golondrina tijereta	Inf. Sec.	T		2			LC
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	Visual	T	Común				LC
TURDIDAE	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirla oyera	Visual	T	Común				LC
THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo	Visual	T	Común	2			LC
	<i>Tanagra vitriolina (En)</i>	Tangara rastrojera	Visual	T	Común				LC
EMBERIZIDAE	<i>Sicalis flaveola</i>	Canario coronado	Visual	T	Común	2			LC
	<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero saltarín	Visual	T	Común				LC
	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero capuchino	Visual	T	Común	2			LC
PARULIDAE	<i>Dendroica petechia</i>	Reinita dorada	Visual	T	Rara				LC
ICTERIDAE	<i>Cacicus cela</i>	Arrendajo culiamarillo	Visual	T	Común				LC
	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	Monjita cabeciamarilla	Visual	T	Rara	3			LC
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón común	Inf. Sec.	T		2			LC

<sup>1</sup> Tipo de Registro: Visual, Captura, Comunidad, Información secundaria (Inf. Sec.)

<sup>2</sup> Hábitat: Principalmente acuático (A), Principalmente Terrestre (T)

<sup>3</sup> Abundancia relativa: Abundante, Rara, Común

<sup>4</sup> **Reportes anteriores:** 1: Flórez y Mondragón 2002 / 2: Estudio CVC-Fundación Natura 2003  
<sup>5, 6, 7</sup> **Amenaza:** Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

\* **Otras categorías:** Migratorio Boreal (Mb), Migratoria Austral (Ma), Endémica o casi endémica (En).

### 2.2.1.2. MAMÍFEROS

Durante el trabajo de campo fueron registradas directamente y con base en registros actuales de pobladores locales 10 especies pertenecientes a 5 familias (Figuras 2.19 y 2.20). Adicionalmente se reportan 5 especies más, que fueron incluidas dentro del Plan de Manejo realizado en el año 2003 (CVC-Fundación Natura, 2003). Lo anterior propone una riqueza aproximada de 15 especies de mamíferos.

Adicionalmente se incluyen 24 especies con base en especímenes de la colección de Mastozoología de la Universidad del Valle, reportados para zonas aledañas y con potencial distribución hacia zonas con características similares dentro del Valle (Tabla 2.4). Los resultados del muestreo y los datos históricos establecen la presencia de cerca de 39 especies de mamíferos para el Humedal La Trozada y ecosistemas asociados. Lo anterior, expresa el número de especies potenciales, este número debe ser evaluado con monitoreos en el tiempo, para estimar con certeza la mastofauna actual del humedal.

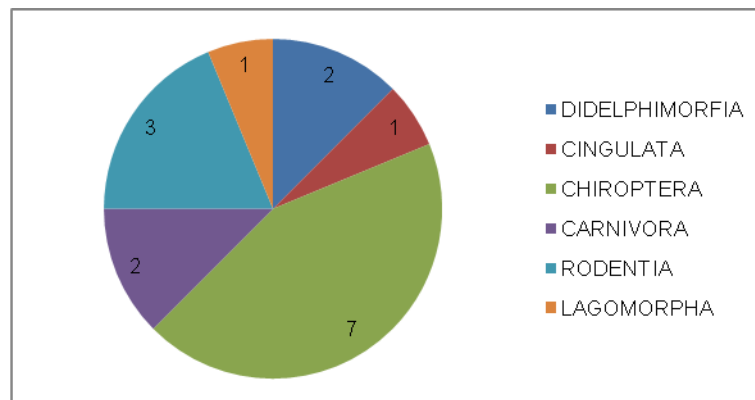
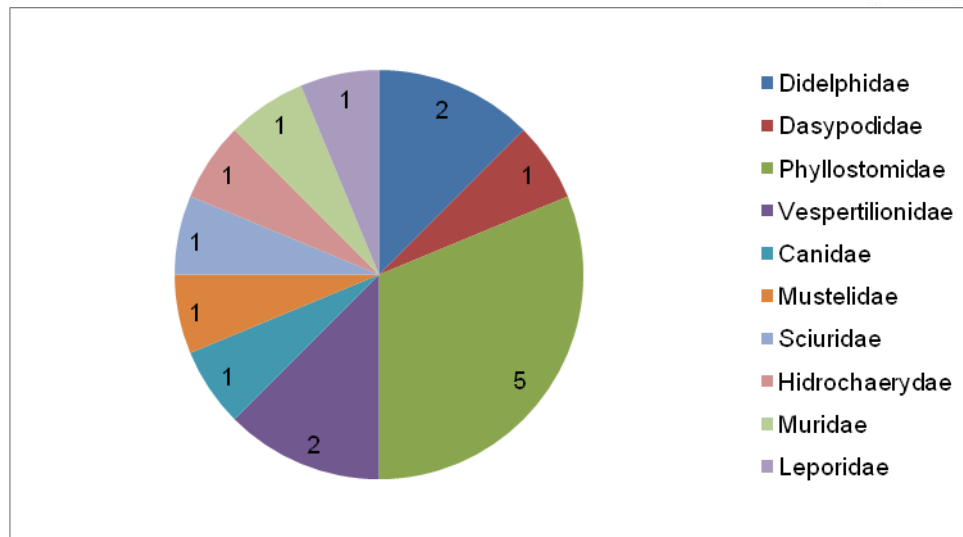


Figura 2.19. Ordenes de Mamíferos reportados para el humedal





**Figura 2.20.** Especies por familias reportadas en el estudio y con base en las especies registradas en el plan de manejo del humedal

De acuerdo al grado de amenaza de las especies detectadas o reportadas para el humedal, solo el chigüiro, especie para la cual solo existen registro antiguos, presenta algún riesgo, aunque esta población necesita ser reevaluada para poder establecer su estatus en el Valle del Cauca. Esta especie, a pesar de ser la subespecie introducida para el valle del Cauca, ha mantenido sus poblaciones en los diferentes humedales del Valle, pero su caza en el pasado y el fuerte impacto que ha generado el cambio en el uso del suelo (cultivos principalmente de caña de azúcar), parece haber impactado en sus poblaciones hasta el punto de existir solo unos cuantos individuos.

El Chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) está considerado con alta prioridad para la conservación en Valle del Cauca (CVC-IAvH, 2004) y a pesar de ser una especie introducida, existen poblaciones que se han mantenido por la conexión de las diferentes madres viejas de río Cauca y las zonas de inundación, aunque cada vez sea más escasa la observación de estos animales en los humedales en el valle en general. La composición de la dieta y las preferencias alimenticias de los chigüiros cambian estacionalmente como respuesta a los cambios temporales del clima que influyen en la calidad y abundancia de los forrajes (Barreto y Herrera, 1998, Quintana *et al.* 1994), por lo que su desplazamiento para buscar refugio los ha convertido en especies altamente vulnerables y que para el caso específico de La Trozada ya no son vistos en la actualidad.

Según el plan de manejo para la Laguna de Sonso (CVC-Asoyotoco, 2005), es probable que en estos ambientes puedan existir especies de roedores pequeños importantes por su carácter de endemismo (Micuré: *Micoureus demararae*, el Ratón Rastrojero Grande; *Zygodontomys brunneus* y una especie de Ratón campestre: *Akodon sp. nov.* por describir) (CVC-Asoyotoco, 2005), dado que las especies endémicas deben ser especialmente tenidas en cuenta por su especificidad, es preocupante y necesario estudios enfocados en roedores de tamaño pequeño, pues la acelerada degradación

del hábitat que se presenta en el humedal y en general en los humedales del Valle del Cauca, principalmente por la influencia de los cultivos de caña de azúcar, son factores que pueden causar procesos de extinción masiva los cuales pueden llevar a la pérdida de estas especies. La detección de estas especies con métodos apropiados, es urgente para estas zonas, pues poblaciones estables se convertirían en objetos de conservación claves.

La diversidad de mamíferos encontrados para la Madre Vieja La Trozada, refleja los altos impactos antropogénicos, pues la observación de especies medianas o pequeñas cada vez es mas escasa, según pobladores locales, por lo que es necesario evaluar el impacto que causa el uso de la tierra en zonas aledañas al humedal, pues no existe una zona amortiguadora ni de transición, espacios que son los refugios de estas especies y que actualmente son cada vez mas escasos.

Desde los estudios realizados en 2003 en el humedal, no se reportan estudios posteriores y es claro como el humedal a sufrido grandes procesos de transformación, y hasta ahora, no se tienen estudios de fauna completos, y en mucha menor proporción para las especies de mamíferos, las cuales necesitan de metodos de captura efectivos y variados que debene ser utilizados en el tiempo para poder registrar con mayor certeza las especies que podrían estar presentes en el humedal.

Adicional a la fauna de mamíferos nativos, hay especies domésticas como mascotas: perros y gatos; que al no tener un control o manejo adecuado pueden llegar a afectar notablemente las poblaciones de mamíferos presentes. En este humedal, especialmente, se observó la presencia de aproximadamente 15 perros, los cuales vigilan, y son alimentados por uno de los habitantes del humedal. Esta situación, se ha demostrado en otros casos, causa la extinción de poblaciones y especies de aves, que en ausencia de ellos no presenta apropiadas respuestas antidepredadores (CVC-Asoyotoco 2007), por lo que su control y vigilancia dentro del humedal debe ser manejada.





**Figura 2.21.** Especies de Mamíferos Capturadas en el Humedal La Trozada. a. *Myotis nigricas*, b. Mandíbula de *Didelphis marsupialis* (Chuca común), c. *Eptesicus brasiliensis*, d. *Carollia perspicillata*. e. *Artibeus jamaicensis* (Murciélago frutero grande).

Fuente: María Juliana Bedoya D-2011

**Tabla 2.4.** Listado de especies de mamíferos

Orden	Famili a	Especie	Nombre común	Tipo de Regi stro <sup>1</sup>	Abundancia relativ a <sup>2</sup>	Repor tes anteri ores <sup>3</sup>	Amenaza		
							Regi onal <sup>4</sup>	Nacio nal <sup>5</sup>	IU CN <sup>6</sup>
DIDELPHI MORFIA	Didelphid ae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chuca común o Zariguella	Comun idad		2, 3, UV			LC
		<i>Chironectes minimus</i>	Chucha de Agua	Inf. Sec.		2, UV			LC
		<i>Philander opossum</i>	Chucha de cuatro ojos	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Micoureus demerarae</i>	Marmosa grande gris	Inf. Sec.		UV	S1		LC
		<i>Marmosa sp</i>	Marmosa	Inf. Sec.		UV			LC
CINGULAT A	Dasypod idae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	Comun idad					LC
CHIROPT ERA	Phyllost omidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero grande	Captur a	Abundant e	2, 3, UV			LC
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande	Captur a	Abundant e	UV			LC



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro <sup>1</sup>	Abundancia relativa <sup>2</sup>	Reportes anteriores <sup>3</sup>	Amenaza		
							Regional <sup>4</sup>	Nacional <sup>5</sup>	IUCN <sup>6</sup>
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago común de cola corta	Visual	Común	UV			LC
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago nectarívoro	Captura	Abundante	2, 3, UV			LC
		<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago Vampiro	Inf. Sec.		2, 3, UV			LC
		<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludos de hombros amarillos	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos de dos dientes	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago peq. de hombros amarillos	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago longirostro de Geoffroy	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Mimon crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago nariz de Lanza Mayor	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélago de nariz ancha de heller	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago frutero chico	Inf. Sec.		UV			LC
	Vespertilionidae	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	Murciélago pardo	Captura	Común	UV			LC
		<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negro peq.	Captura	Común	UV			LC
	Emballonuridae	<i>Peropteryx kappleri</i>	Murciélago grande cara de perro	Inf. Sec.		UV			LC
	Molossidae	<i>Eumops auripendulus</i>	Murciélago negro de bonete	Inf. Sec.		UV			LC
PRIMATES	Cebidae	<i>Aotus lemurinus</i>	Mono nocturno	Inf. Sec.		UV	S2S3	VU	VU
CARNIVORA	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro cañero	Inf. Sec.		2, UV			LC
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	Inf. Sec.		2, UV			LC
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí	Inf. Sec.		UV	S3		LC
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Pudu mephistophiles</i>	Ciervo enano	Inf. Sec.		UV	S1S2	NT	VU
RODENTIA	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla coli roja	Comunidad		2, UV			LC
	Cricetidae	<i>Oecomys sp</i>	Ratón arrocero arborícola	Inf. Sec.		UV			LC
	Cricetidae	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Ratón arrocero amarillento	Inf. Sec.		UV			LC
	Cricetidae	<i>Handleyomys alfaroi</i>	Ratón arrocero grande	Inf. Sec.		UV			LC
	Cricetidae	<i>Oryzomys albigularis</i>	Ratón de bosque nublado	Inf. Sec.		UV			LC
	Cricetidae	<i>Melanomys caliginosus</i>	Ratón arrocero oscuro	Inf. Sec.		UV			LC
	Cricetidae	<i>Akodon sp</i>	Ratón de pastizal	Inf. Sec.		UV			LC
	Cricetidae	<i>Zygodontomys brunneus</i> (En)	Ratón cañero andino	Inf. Sec.		UV			LC
	Erethizontidae	<i>Echinoprocta rufescens</i>	Puercoespín	Inf. Sec.		UV			LC
	Hidrochaeridae	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Chiguiro	Comunidad		3, UV	SX		LC
LAGOMOR	Leporida	<i>Sylvilagus</i>	Conejo sabanero	Inf.		3			LC

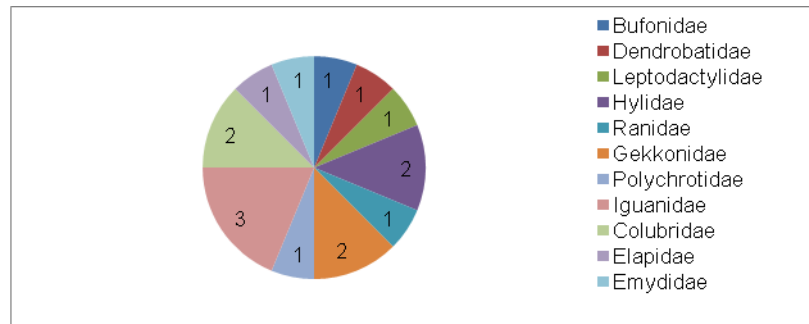


Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro <sup>1</sup>	Abundancia relativa <sup>2</sup>	Reportes anteriores <sup>3</sup>	Amenaza		
							Regional <sup>4</sup>	Nacional <sup>5</sup>	IUCN <sup>6</sup>
PHA	e	<i>brasiliensis</i>		Sec.					

<sup>1</sup> **Tipo de Registro:** Visual, Captura, Comunidad, Información secundaria (Inf. Sec.) <sup>2</sup> **Abundancia relativa:** Abundante, Rara, Común <sup>3</sup> **Reportes anteriores:** UV: 1: Flórez y Mondragón 2002 / 2: Estudio CVC-Fundación Natura2003/ 3: Aragón y Libreros 2002/ UV: Registro potencial de la especie; Tomado de la Colección de Mamíferos de la Universidad del Valle, de zonas en el Valle, cercanas al área de estudio y con características similares <sup>4, 5, 6</sup>  
**Amenaza:** Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

### 2.2.1.3. ANFIBIOS Y REPTILES

Durante el trabajo de campo fueron registradas 16 especies pertenecientes a 5 órdenes y 12 familias (Figura 2.22), de las cuales 6 especies son anfibios y 10 reptiles. De acuerdo a los estudios anteriores se comparten 3 de las 10 especies reportadas y se adicionan 6 especies (Tabla 2.5).



**Figura 2.22.** Número de especies de anfibios y reptiles por familia reportados para el humedal durante el estudio y con base en la información proporcionada en el plan de manejo.

Las especies de rana más abundantes durante el muestreo fueron *Colostethus fraterdanieli*, esta especie a pesar de no ser capturada, fueron escuchados en coro muchos individuos en diferentes zonas en el humedal. Con respecto a los reptiles la especie *Gonatodes albogularis*, fue muy común y abundante en troncos secos y corteza de arboles grandes.

En el listado de anfibios colombianos con algún riesgo de extinción (Rueda, 1998), no está reportada ninguna de las especies mencionadas para el Humedal La Trozada. Con respecto a las especies de Reptiles, es necesario evaluar las posibles especies de tortugas presentes, pues estas se encuentran generalmente con algún estatus de amenaza (Castillo y Gonzáles, 2007), aunque para el humedal solo esta reportada una especie: *Rhynoclemmys sp.*, de acuerdo al plan e manejo realizado por la CVC y la fundación Natura en el 2003, se hace necesario y urgente corroborar este registro para el humedal, con estudios intensivos en el espejo de agua.

Con respecto a la Rana Toro (*Lithobates catesbeianus*), dada su gran capacidad de colonización y dispersión, esta especie se ha convertido en plaga, especialmente para el valle del Cauca. Hasta el momento *L. catesbeianus* ha ocasionado un efecto devastador sobre las especies nativas principalmente de anfibios y peces en aquellas localidades donde ha sido liberada (Daza-Vaca & Castro-Herrera 2000); por esta razón, la rana toro constituye una alerta de posible amenaza especialmente para las especies locales de anfibios. En el humedal, esta especie parece tener una población estable pues fueron encontrados varios individuos de diferentes tamaños, tanto dentro de la zona lacustre como en sus alrededores.



a)



b)



c)



d)

**Figura 2.23.** Fotografías de las especies de Anfibios y Reptiles registradas en el Humedal La Trozada

Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

**Tabla 2.5.** Listado de especies de anfibios y reptiles

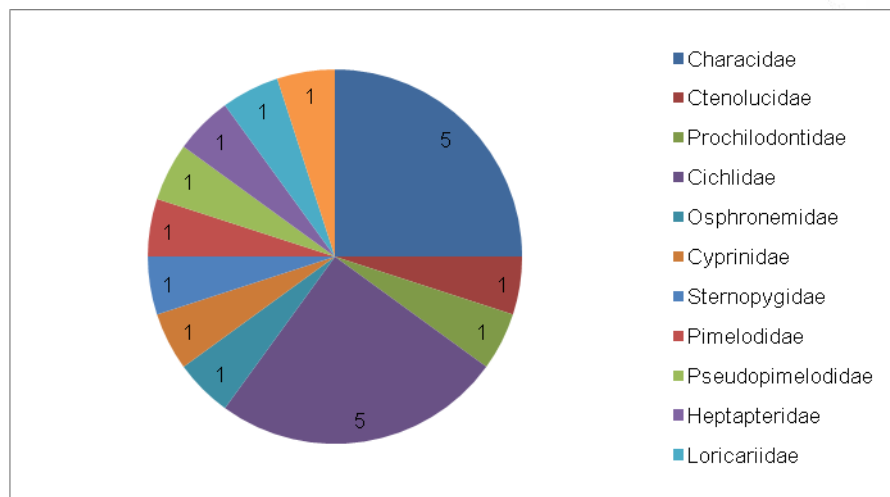
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro <sup>1</sup>	Abundancia relativa <sup>2</sup>	Reportes anteriores <sup>3</sup>	Amenaza		
							Regional <sup>4</sup>	Nacional <sup>5</sup>	IUCN <sup>6</sup>
ANURA	Bufonidae	<i>Rinhela marina</i>	Sapo común	Captura	Común	2			LC
	Dendrobatiidae	<i>Colostethus fraterdanieli</i>	Rana silvadora	Auditivo	Común/Abundante	2			NT
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>		Captura	Común				NE
	Hylidae	<i>Dendropsophus columbianus</i>	Rana de pozo	Captura	Común				LC
	Hylidae	<i>Hypiboas pugnax</i>		Captura	Común/Abundante				
	Ranidae	<i>Lithobates catesbeianus</i>	RanaToro	Visual-Captura	Abundante	2			
SQUAMATA	Gekkonidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Gueco Cabecirrufo	Visual	Común/Abundante				NE
	Gekkonidae	<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Gueco Enlutado	Visual	Común				NE
	Polychrotidae	<i>Anolis ventrimaculatus</i>		Visual	Rara				NT
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	Inf. Sec.		2			NE
	Iguanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>		Inf. Sec.		2			
	Iguanidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>		Inf. Sec.		2			
SERPENTES	Colubridae	<i>Drymarchon corais</i>	Petacota	Inf. Sec.		2			
	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Cazadora verde	Inf. Sec.		2			
	Elapidae	<i>Micrurus mipartitus</i>	Rabo de ají	Inf. Sec.		2			
TESTUDINATA	Emydidae	<i>Rhynoclemmys sp.</i>		Inf. Sec.		2			

<sup>1</sup> **Tipo de Registro:** Visual, Captura, Comunidad, Información secundaria (Inf. Sec.) <sup>2</sup> **Abundancia relativa:** Abundante, Rara, Común <sup>3</sup> **Reportes anteriores:** 1: Flórez y Mondragón 2002 / 2: Estudio CVC-Fundación Natura2003/ 3: Aragón y Libreros 2002/ <sup>4, 5, 6</sup> **Amenaza:** Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

#### 2.2.1.4. Peces

Durante el trabajo de campo fueron registradas 20 especies pertenecientes a 12 familias (Figura 2.24), de las cuales 16 fueron reportadas durante el estudio a través de capturas y por las referencias de los habitantes y pescadores de la zona (Tabla 2.6). De acuerdo a los estudios anteriores, 2 de las existentes para el humedal no habían sido capturas o mencionadas (*Pterigoplychthys undecimalis*, y *Poecilia Caucana*). Las familias más abundantes fueron Characidae y Cichlidae con cinco representantes cada una.





**Figura 2.24.** Riqueza de especies de peces por familia; capturadas o registradas para el humedal

Los ciclos anuales en los ecosistemas tropicales se rigen por períodos lluviosos y secos, que son de tipo alternado y difieren de los cambios estacionales en la temperatura, como es común en otras latitudes (Galvis et al. 1989). Estas condiciones se reflejan en las expansiones y contracciones periódicas de los ambientes acuáticos, que son factores que rigen la dinámica de las poblaciones de peces tropicales, como ocurre en los humedales del complejo del alto Cauca, que dentro de sus temporadas lluviosas y secas presenta una serie de eventos, que influyen en la ocupación de las especies de acuerdo a la disponibilidad de espacio.

De ahí que especies como el bocachico (*P. magdalenae*) presenten un ciclo de vida estrechamente relacionado con los patrones hidrológicos de inundación y estiaje y factores como la alimentación, el crecimiento y la reproducción estén determinados por el nivel de las aguas y la relación que exista entre los humedales y los ríos como espacio disponible para las migraciones de esta especie (Mojica et al, 2002). En el período en el cual se llevó a cabo la fase de campo, el humedal se encontraban con poco espejo de agua y una evidente disminución de su profundidad, esto debido a factores como: sedimentación, extracción de agua para cultivos, aumento de la vegetación acuática y potrerización de la zona de amortiguación, aspectos que traen consigo la disminución del oxígeno disuelto y la pérdida de condiciones favorables para albergar la fauna íctica nativa.

En condiciones adversas (poco espejo de agua libre, altas temperaturas y poco oxígeno), se observan algunas especies introducidas y trasplantadas adaptadas a sobrevivir en ese tipo de ambientes, como las tilapias nilóticas (*O. niloticus*), los gouramies (*T. trichopterus*), y los guppies (*Poecilia* spp.), las cuales toman el oxígeno del aire, característica que las convierte en especies tolerantes a los procesos de intervención antrópica, que han acelerado la degradación y transformación de estos ecosistemas, trayendo consigo cambios en la estructura e integridad de la ictiofauna nativa.



Los criterios que se tienen en cuenta para determinar si un ecosistema acuático se encuentra afectado en su integridad, se da por la presencia y abundancia de especies tolerantes. Los guppies (*Poecilia spp.*), pertenecen al orden Cyprinodontiforme, el cual se caracteriza por sus adaptaciones a estados de hipoxia, reproducción en ambientes con poco oxígeno y en cortos intervalos de tiempo, aspectos que garantizan la gran densidad que pueden alcanzar en ambientes fuertemente intervenidos (Jaramillo-Villa & Caramashi, 2008), permaneciendo incluso mucho tiempo después en lugares donde las demás especies desaparecen (Araujo, 1998). Coincidiendo con las características de las especies tolerantes, se encuentran los gouramies (*T. trichopterus*) y betas (*B. splendens*) especies introducida que pertenecen a un grupo conocido como peces laberinto, cuya particularidad son las de tomar oxígeno del aire, permitiéndoles vivir en aguas extremadamente pobres en oxígeno (Schliewen, 1997) y cuya abundancia en estos humedales en los últimos años se ha incrementado.

La tilapia nilótica (*O. niloticus*), especie capturada durante la jornada de campo, es actualmente una de las especies más abundante en los humedales del Valle del Cauca. Esta especie filtradora, ocupa una posición trófica intermedia entre los productores primarios y los piscívoros, es una especie que se encuentra en la base de las cadenas alimentarias y presenta gran plasticidad trófica, es además altamente tolerante a las variaciones del ambiente, y presenta flexibilidad en las tasas de crecimiento y tamaño de maduración. (Starling et al, 2002). Su alimentación se basa principalmente en fitoplancton, zooplancton y detritos suspendidos. La tilapia se considera, puede llegar a reducir la biomasa de zooplancton tanto de manera directa al consumirlos, como por el consumo indirecto de los principales recursos de los que dependen el zooplancton. Es muy probable que las tilapias, en su etapa juvenil, la cual se caracteriza por depender del zooplancton, puedan llegar a afectar el reclutamiento de otras especies, por la competencia por el zooplancton con los alevinos de esas otras especies. (Attayde et al, 2007). La tilapia nilótica por ser una especie muy prolífica con tendencia a formar grandes poblaciones, no solo compite por alimento, sino también por espacio con otras especies, ya que es territorial y agresiva ocupando los márgenes de los humedales, que son los lugares de preferencia para el desove de la mayoría de las especies nativas. (Lowe-McConnel, 2000).

Además de la competencia por recursos y lugares de desove, la tilapia nilótica puede llegar a la afectación de otras especies a través de la modificación de la calidad del hábitat. Esta especie, revuelve y suspende el sedimento para la construcción de nidos, alterando la turbidez del agua y reduciendo la transparencia. Lo anterior coincide con la dinámica que esta especie tiene en los humedales, donde se observó que a pesar de las condiciones anoxicas que se presentan, hay una gran cantidad de individuos juveniles, lo que permite suponer que la reproducción de esta especie en estos ambientes, es exitosa.



a)



b)

**Figura 2.25.** Especies fotografadas en el humedal La trozada. a) *Pterigoplycthis undecimalis* (corroncho) y b) *Poecilia caucana* (Gupy).

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

**Tabla 2.6** Listado de especies de peces

Familia	Especie	Nombre común	Origen <sup>1</sup>	Tipo de Registro <sup>2</sup>	Abundancia relativa <sup>3</sup>	Reportes anteriores <sup>4</sup>	Amenaza			Usos <sup>8</sup>
							Regional <sup>5</sup>	Nacional <sup>6</sup>	IUCN <sup>7</sup>	
Characidae	<i>Argopleura magdalenis</i>	Sardinita	N	Inf. Sec.	Común	1				SU
Characidae	<i>Astianax fasciatus</i>	Sardina coliroja	N	Comunidad - visual	Común	1, 2				SU
Characidae	<i>Colossoma macropomun</i>	Cachama	T	Comunidad	Rara	1, 2				PA
Characidae	<i>Salminus affinis</i>	Picuda	N	Comunidad	Rara	1, 2	S1	VU		PA
Ctenolucidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeto	T	Comunidad - visual	Común	1, 2				OR
Characidae	<i>Genycharax tarpon</i>	Boquiancha	N (end.)	Comunidad	Rara		S1	VU		SU
Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	N	Inf. Sec.	Común	1, 2	S2	CR		PA
Cichlidae	<i>Andinoacara pulcher</i>	Tilapia o mojarra luminosa	T	Comunidad - visual	Común	1, 2				OR
Cichlidae	<i>Caquetaia kraussi</i>	Mojarra amarilla	T	Comunidad - capturas	Común					PA
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia o mojarra nilotica	I	capturas	Común	1, 2				PA-PD
Cichlidae	<i>Cichla</i> sp.	Tucunaré	T	Comunidad	Rara					PA-PD
Cichlidae	<i>Tilapia rendalli</i>	Tilapia rendal	I	Comunidad	Rara	2				PA
Osphronemidae	<i>Trichogaster trichopterus</i>	Gourami	I	Comunidad	Común					OR
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	I	Comunidad	Rara	2				PA
Sternopygidae	<i>Sternopygus macrurus</i>	Veringo	N	Comunidad	Rara	2				PA
Pimelodidae	<i>Pimelodus</i> sp. (Alto Cauca)	Barbudo	N	Inf. Sec.	Rara	1	SU			PA
Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	N	Inf. Sec.	Rara	1				PA
Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	Guabina/bagre	N	Comunidad	Común	1				PA
Loricariidae	<i>Pterigoplycthis undecimalis</i>	Corroncho	N	Capturas	Común					PA-OR
Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Pipona	N	Capturas	Común					PA-OR

<sup>1</sup> Origen (Peces): Transplantada (T), Introducida (I), Nativa (N)

<sup>2</sup> Abundancia relativa: Abundante, Rara, Común

<sup>3</sup> **Reportes** Previos (Literatura): **1:** Flórez y Mondragón 2002 / **2:** Estudio CVC-Fundación Natura 2003.

<sup>4, 5, 6,</sup> **Amenaza:** Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

<sup>7</sup> **Usos:** Sin Usos (**SU**), Pesca Artesanal (**PA**), Pesca deportiva (**PD**), Especie de valor como ornamental (**OR**)

## 2.2.2. FLORA

La ampliación de la frontera agrícola y la subsiguiente fragmentación del Bosque Seco Tropical Inundable, ha impactado no sólo la diversidad florística sino también la fauna, que de una u otra manera depende de ella para su alimentación, refugio, sitio para anidar, etc. La desaparición de las especies arbóreas con frutas que servían de alimento a las especies frugívoras (aves, roedores, primates y murciélagos) posiblemente ha contribuido a la extinción local de fauna en el complejo de humedales del centro geográfico del Valle de Cauca, del alto Río Cauca (CVC-Asoyotoco, 2007). Las especies arbóreas con producción masiva de frutas tales como el Manteco (*Laetia americana*), el Burrilico (*Xylopia ligustrifolia*), el Espino de Mono (*Pithecellobium lanceolatum*) y el Higuerón (*Ficus glabrata*) entre otras que son Especies Piedra Angulares. Muchas dependen de los frugívoros (aves, murciélagos y entre otros) para la distribución de sus semillas y para su dispersión. (De Leo & Levi 1997; Khanina 1998)

### 2.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE Y ACUÁTICA

En el Valle del Cauca, los ecosistemas se encuentran ampliamente transformados en ambientes cultivados, principalmente por caña de azúcar, por lo cual, las características bióticas de estos corresponden a ambientes con un alto grado de intervención. Así por ejemplo, la vegetación dominante se compone principalmente de pastos propios de zonas transformadas, lo cual indica que se encuentra en un proceso avanzado de sucesión y/o de transformación por intervención antropogénica. La zona amortiguadora en el humedal es muy poca, o casi ausente, siendo en su mayoría cubierta por pastos, los cuales son utilizados por el ganado, con algunos arboles de porte alto como ceibas y chiminangos. (Figura 2.26).



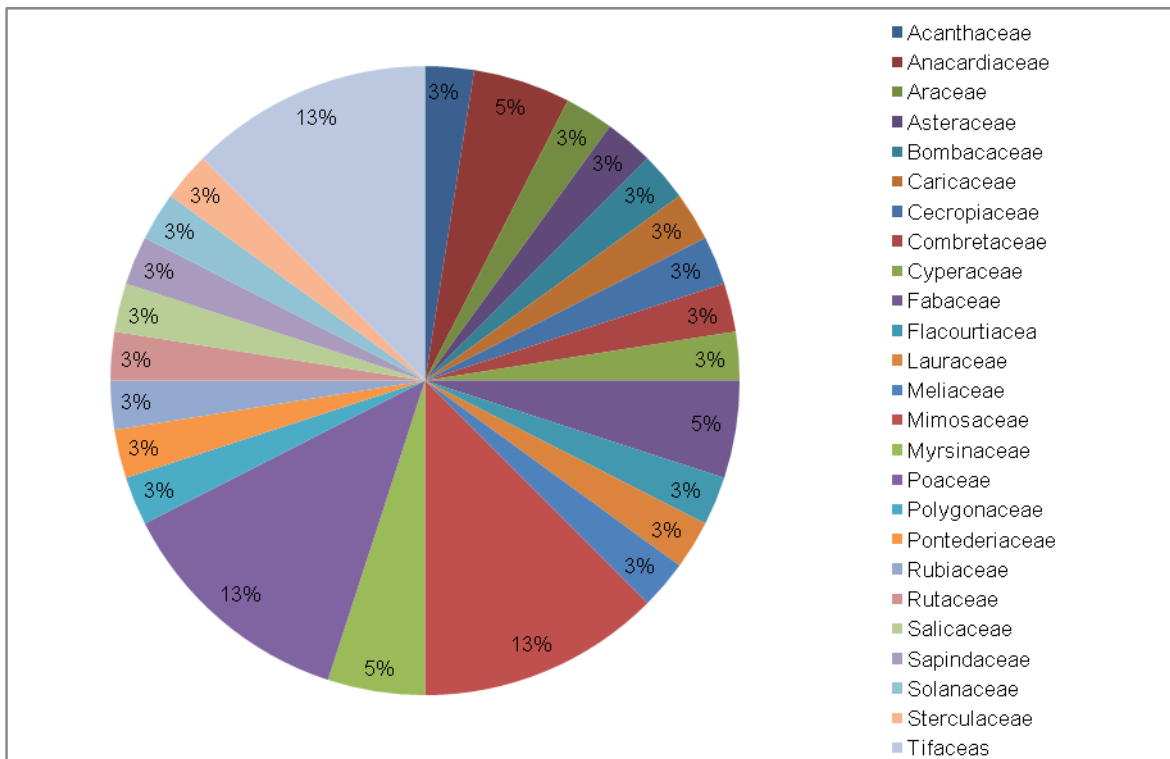




**Figura 2.26.** Especies de Arboles, mas significativas y de porte alto dentro de la zona amortiguadora del humedal

Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

En los muestreos de vegetación realizados en el pasado se han registrado hasta 41 especies de plantas, pertenecientes a 26 familias (Figura 2.27). Las familias con mayor riqueza para el humedal fueron Poaceae, Mimosaceae y el grupo de las Tífaseas con 5 cada una, seguidas de Anacardiaceae, Fabaceae y Myrcinaceae con dos especies cada una. Las otras familias estuvieron representadas por solo una especie (Tabla 2.7).





**Figura 2.27.** Riqueza de especies vegetales por familia, representativas del Humedal La Trozada

La Trozada, se caracteriza por tener diferentes ambientes; Espejo de agua, el cual se encuentra libre de macrófitas acuáticas en casi un 50%, aspecto que se ha mantenido por la separación realizada por la comunidad, a través de un alambre y palos, para evitar el paso de estas hacia el espejo de agua libre (Figura 2.28).



**Figura 2.28.** Barrera de guadua realizada para evitar el paso de macrófitas al espejo de agua libre.

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

De acuerdo a lo reportado en el plan de manejo y a la corroboración en campo es posible identificar microhabitats dentro de los cuales se pueden distinguir comunidades vegetales predominantes. Un espejo de agua libre y una gran porción con macrófitas acuáticas, como buchón y lechuguilla, matorral de borde, pastos y arbustos y árboles nativos, introducidos y frutales.



**Figura 2.29.** Vista del Humedal, donde se observa al fondo algunos árboles de talla grande, repartidos en el borde.

### Macrófitas

La vegetación macrófita de humedales como este, refleja diferentes etapas de sucesión, indicando diferentes intervenciones antropogénicas. El estado trófico hipereutrófico y la poca circulación del agua favorece el crecimiento de plantas macrófitas, dominado por buchón de agua que en parte, contribuye con los procesos de asimilación de nutrientes ocasionado su excesiva proliferación (CRC-WWF 2006). Estos, de forma regulada asimilan metales pesados, y regulan la temperatura, ofreciendo hábitat y refugio para la ictiofauna.

Al tiempo, desplaza la vegetación nativa, incrementado la evaporación del agua por evapotranspiración, impidiendo el transporte acuático y, por ende, restringe la pesca artesanal, aumenta la carga orgánica por sedimentación, reduce la penetración de luz para poblaciones fitoplanctónicas y el intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el agua (Figura 2.30).



**Figura 2.30.** Macrófitas en el humedal La Trozada; especie de cigüeñuela (*Himantopus mexicanus*) utilizando este microhábitat.

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Las macrófitas (el buchón de agua, el junco y la zarza) son cruciales para dos especies amenazadas: el chigüiro y la tortuga bache. Para la última, estas plantas hacen parte de su hábitat y de su área de actividad. Por lo que su control debe ser efectivo, guardando las proporciones necesarias para ofrecer las condiciones para el conjunto de especies que requieren de estas especies.

Las plantas acuáticas condicionan las propiedades físico-químicas del agua y la estructura de otras comunidades bióticas (por ej. zooplancton y peces) (Jeppesen et al., 1998), mediante la regulación de los intercambios entre los ecosistemas terrestres y acuáticos (Wetzel, 1990; Mitsch y Gosselink, 1993). Estas plantas, en especial *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes*, son consideradas las principales malezas acuáticas en sistemas tropicales y subtropicales. Además de impactar negativamente múltiples usos de los sistemas (navegación, pesquerías, irrigación, recreación, producción de energía hidroeléctrica y agua potable), esta vegetación podría promover el desarrollo de mosquitos (e.g. Savage et al., 1990) y de otros hospedadores intermediarios de enfermedades. Así mismo la presencia de estas plantas flotantes puede afectar fuertemente la trama trófica a través de efectos directos e indirectos sobre distintas comunidades (invertebrados, plancton, peces), tanto litorales como pelágicas.

Es importante destacar que estas especies de macrófitas, típicas de estos ambientes, de forma regulada, asimilan metales pesados, y regulan la temperatura del agua, ofreciendo hábitat y refugio para la ictiofauna. Así mismo estas especies al tiempo, desplazan la vegetación nativa, incrementado la evaporación del agua por evapotranspiración, impidiendo el transporte acuático y, por ende, restringe la pesca artesanal, aumentando la carga orgánica por sedimentación, reduciendo la penetración de luz para poblaciones fitoplanctónicas y el intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el agua (Figura 2.31). Adicionalmente, los ácidos húmicos liberados por su hojas en descomposición, colorean el agua de un tono pardo oscuro que absorbe la luz en la superficie, limitando la fotosíntesis y causa un ambiente acuático de condiciones anóxicas (Patiño, 1991)

Dada la alta productividad de los humedales especialmente en el Valle del Cauca, la expansión de *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* ha sido rápida, casi exponencial haciendo necesario, invertir dinero en las estrategias de manejo para evitar la colmatación total de los espejos de agua. La capacidad reproductiva, su adaptabilidad, los requerimientos nutricionales y la resistencia a ambientes adversos, convierten al buchón de agua en las aguas naturales, una especie imposible de erradicar y de control sumamente difícil (Harley, 1990, Gutiérrez et al., 1994). La práctica más utilizada para su extracción y el mantenimiento del espejo de agua en el humedal es la utilización de mano de obra de los pescadores, y vecinos con el apoyo económico de CVC.





**Figura 2.31.** Vegetación acuática que recubre el humedal en un gran porcentaje, este además es aprovechado como refugio, y sitios de forrajeo par algunas especies de aves

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

**Tabla 2.7.** Listado de Especies Vegetales (Acuáticas y Terrestres) del Humedal La Trozada

Familia	Especie	Nombre común	Origen <sup>1</sup>	H. Crec. <sup>2</sup>	Ambiente <sup>3</sup>	Amenaza <sup>4</sup>	Fuente <sup>5</sup>
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacadero	Na	A	Tr		3
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	In	A	Tr		2
Anacardiaceae	<i>Xylopia ligustrifolia</i>	Burilico	Na	A	Tr		1, 2
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechugao lechuguilla	Na	Hr	Ac		1, 2, 3
Bignoniaceae	<i>Crescenta cujete</i>	Totumo	America Central	A	Tr		2
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Na	A	Tr	LC <sup>2</sup>	1, 2
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	Na	A	Tr		1, 2
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	Na	A	Tr		2
Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i>	Madroño	Na	A	Tr		2
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	In	A	Tr		2
Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cachimbo o cámbulo	Na	A	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Erythrina glauca</i>	Chamburo	Na	A	Tr		3
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	Na	A	Tr		2
Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza	Na	Ar	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espino e mono	Na	A	Tr		1
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Na	A	Tr		2, 1
Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	Samán	Na	A	Tr		1, 2
Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i>	Martín Galvis	Na	A	Tr		1
Flacourtiaceae	<i>Laetia corymbulosa</i>	Manteco	Na	A	Tr		1, 2
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	In	A	Tr		1, 2
Meliaceae	<i>Guarea trichilioides</i>	Cedro macho	Na	Ar	Tr		1, 2
Myrtaceae	<i>Eugenia malaccensis</i>	Manzana de agua	In	A	Tr		2
Myrtaceae	<i>Myrcia acuminata</i>	Arrayán	Na	A	Tr		1
Poaceae	<i>Brachyaria sp.</i>	Pasto braquiara	In	Hr	Tr		1, 2, 3
Poaceae	<i>Cynodon</i>	Pasto estrella	In	Hr			1, 2, 3
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadua	Na	Hr	Tr		1, 2, 3
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	Cañabrava	Na	Hr	Tr y T		3
Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Pasto	Na	Hr	Tr y T		1
Polygonaceae	<i>Polygonum densiflorum</i>	Tabaquillo	In	Hr	T		2, 3
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua	In	Hr	Ac		1, 2, 3
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	In	Ar	Tr		1, 2
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	In	A	Tr		1, 2



Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	Na	A	Tr	1, 2, 3
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Chambimbe	Na	A	Tr	1
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i>	Friegaplatos	Na	Ar	Tr	2
Sterculaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	Na	A	Tr	1,2
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	Junco o enea	In	Hr	T	1
-	-	Clavo de laguna				1
-	-	Aguinga				1
-	-	Oreja de sapo				1
-	-	Ignea				1

<sup>1</sup> Origen: Nativa (Na), Introducidas (In), Endémica (Ed)

<sup>2</sup> Hábito de Crecimiento: Arbustivo (Ar), Árbol (A), Herbáceo (Hr), Liana (L), Enredadera (Er)

<sup>3</sup> Ambiente: Acuático (Ac), Terrestre (Tr), Transición (t)

<sup>4</sup> Amenaza: Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 2006). Categoría regional S1 = En Peligro Crítico; S2 = En Peligro; S3 = Vulnerable; S1S2, S2S3 = Rango Incierto; SX = Presuntamente Extinto; SU = Inclasificable (NatureServe, 2005)

<sup>5</sup> Fuente: 1) CVC-Fundación Natura 2003; 2) Aragón y Libreros 2003; 3) Flórez y Mondragón 2002

### Macroinvertebrados acuáticos

Flórez y Mondragón (2002) reportan para el humedal quince especies de macroinvertebrados representados en 8 órdenes y 23 familias (Figura 2.32), de estas especies, seis son indicadoras de contaminación ambiental (Tabla 2.8).

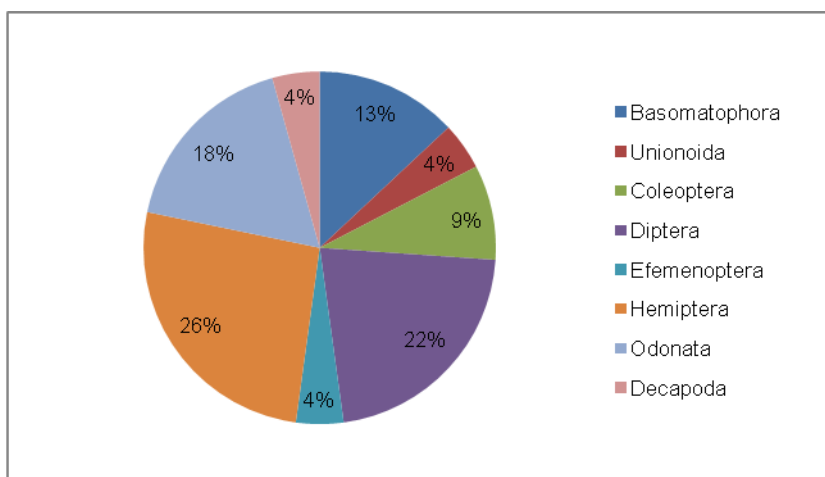


Figura 2.32. Porcentaje de Familias por órdenes de Macroinvertebrados encontrados en el Humedal (Datos tomados de CVC-Fundación Natura 2006)

Tabla 2.8. Macroinvertebrados reportados para el humedal La Trozada reportados por 1. Flórez y Mondragón, 2002; 2. Aragón y Libreros, 2002 y 3. Bolívar *et al.*, 2004 (Plan de Acción en Biodiversidad CVC-IAvH)

Clase	Orden	Familia	Especie	Ref.	Obs.
Insecta	Diptera	Culicidae	<i>Culex</i>	1, 3	
		Chironomidae	<i>Chironomus sp1</i>	1, 3	Ind. Cont.
	Ephemeroptera	Polymitarcyidae	<i>Campsurus</i>	2, 3	
	Heteroptera	Notonectidae	<i>Notonecta</i>	2, 3	
			<i>Buenoa</i>	2, 3	
		Belostomatidae	<i>Limnogonus</i>	2	
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Telebasis</i>	2, 3	
			<i>Ischnura</i>	2, 3	
	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp</i>	2, 3	

	Unionoidea	Mycetopodidae	<i>Adonontites sp</i>	2	
Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea</i>	2, 3	Ind. Mat. Org.
		??	<i>Sp1, sp2, sp3</i>	2	
	Basomatophora	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>	1, 3	
Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida		1	
Aracnoideae	Acarina	género 1		1	
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	<i>Dugesia</i>	1	

Las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras que organismos tolerantes (Chironómidae, Oligoquetos), son característicos de agua contaminada por materia orgánica (Roldán, 1999).

De las especies reportadas por Flórez y Mondragón en el 2002, para el humedal La Trozada, se reporta una de estas especies (*Chironomus sp1*), lo que indica que existen algún grado de contaminación por materia orgánica, aspecto que debe ser corroborado con estudios más específicos que permitan establecer con base en su abundancia y/o diversidad la dinámica de estas especies y tener estimados certeros de la calidad del agua del humedal.

Los macroinvertebrados juegan un papel muy importante en el consumo y descomposición de la vegetación acuática, y constituyen una fuente fundamental de alimento para otras comunidades, particularmente aves y peces. Por lo que su estudio permite estudiar las relaciones tróficas, que pueden presentarse en el humedal y que actualmente, mantienen poblaciones importantes.

### 2.2.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es necesario y urgente, estrategias de monitoreo en el tiempo de grupos indicadores e importantes en las cadenas tróficas, para así determinar con certeza, el estado del humedal y las posibles amenazas que pesan sobre ellos, como base para sacar evaluar y concluir acerca de los procesos que ahora ocurren.

Esencialmente, el inventario (de referencia) de humedales se utiliza para reunir información que describa las características ecológicas de los humedales; la evaluación considera las presiones y los riesgos conexos de los cambios negativos en las características ecológicas; y el monitoreo, que puede incluir tanto estudios como reconocimiento, brinda información sobre la cuantía de los cambios. Las tres, son actividades de reunión de datos importantes e interactivas, para identificar los rasgos fundamentales de los humedales. Tomadas en conjunto, proporcionan los datos necesarios para formular estrategias e intervenciones normativas y de manejo para mantener el carácter definido del ecosistema de humedales y, por tanto, los beneficios/servicios de los ecosistemas.

De acuerdo al Marco integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales (Convención Ramsar), se hace necesario poner en funcionamiento planes

de manejo, con inclusión de programas de monitoreo. Existe, por lo tanto, una necesidad de garantizar que la recopilación y comunicación de la información sea más exhaustiva, ya que es fundamental para determinar las futuras políticas y prioridades para la conservación y el uso racional de los humedales, y se base en una clara comprensión de los propósitos y objetivos del inventario, la evaluación y el monitoreo.

## **2.3. COMPONENTE ABIÓTICO**

### **2.3.1. LOCALIZACIÓN Y FISIOGRAFÍA**

*Leandro Díaz Q.*

#### **2.3.1.1. LOCALIZACIÓN HUMEDAL LA TROZADA**

El humedal La Trozada se ubica en el departamento del Valle del Cauca, municipio de Guadalajara de Buga, Corregimiento Chambimbal, Haciendas San Antonio y Tiacuante. El centro poblado más cercano es el municipio de Guadalajara de Buga y el corregimiento Chambimbal, Guadalajara de Buga que se encuentra localizado 2,5 Km del humedal La Trozada; y la ciudad con mayor influencia Guadalajara de Buga.

El humedal La Trozada limita al norte con el humedal El Cedral o Sandrana y a su vez con el peaje del municipio de Riofrío localizado en la vía Panorama, al sur con el río Guadalajara, al oriente con el municipio de Guadalajara de Buga y al oeste Con el río Cauca.

El humedal La Trozada se localiza en la margen derecha del río Cauca frente a la abscisa K230+1832.39 (K0+000 Represa de Salvajina). El humedal La Trozada se encuentra en el marco de referencia de coordenadas 1128648.16E, 907649.01N y 1128887.32 E, 907509.67N del IGAC, con una altitud promedio de 939 msnm.

Existe una vía de acceso al humedal, esta vía es un carreteable que parte desde la vía 40 que conduce al municipio de Guadalajara de Buga hasta llegar al humedal la Trozada, atravesando el río Guadalajara por un puente artesanal y posteriormente haciendas dedicadas a la actividad ganadera, el humedal La Trozada en sus niveles de agua depende del nivel freático, y su formación como humedal bien dado desde la creciente del año 1976.

En este sector el río Cauca se caracteriza por los diferentes rasgos geomorfológicos, uno son las planicies conocidas como planicie aluvial (RA), dicha planicie es aquella donde se sitúa el humedal La Trozada, la cual se compone por sedimentos transportados por el antiguo trazo del río. De acuerdo al archivo histórico de aerofotografías facilitado por la CVC se identifica en una fointerpretación al río Cauca como ha cambiado su cauce hacia el occidente dejando como evidencia el humedal La Trozada.

En este sector el río Cauca se caracteriza por ser altamente meandrónico, con una amplitud de curvatura bastante estrecha, dejando en evidencia futuros escenarios donde el río Cauca puede sufrir un estrangulamiento formando humedales.

### **2.3.2. FISIOGRAFÍA**

#### **2.3.2.1. METODOLOGÍA**

##### **2.3.2.1.1. Componente Abiótico**

### **CARTOGRAFÍA PARA EL HUMEDAL Y SU CUENCA DE CAPTACIÓN**

Para determinar la cuenca de captación del humedal, geología, geomorfología, el tipo, uso-actual, grado de erosión y uso-potencial de los suelos, se recopiló la siguiente información cartográfica:

Plano del humedal La Trozada, escala 1:25.000 IGAC (261-III-D).

Coberturas del SIG de CVC de la cuenca del río Guadalajara.

Coberturas del SIG de CVC de las inundaciones 2010-2011.

Aerofotografía Vuelo FAL F-461 Faja 33 Foto 194 Escala 1:26.200 del 2.007

Para el análisis de la dinámica fluvial y análisis multitemporal del humedal se contó con el informe de Caracterización Geológica, Biológica y Ordenamiento de los Humedales del valle alto del río Cauca y Diagnóstico del estado de la franja forestal protectora elaborada por CVC-Universidad del Valle en 2009.

### **CARACTERIZACIÓN DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

La caracterización geológica y geomorfológica, el análisis de la dinámica fluvial y análisis multitemporal de la madreveja y su cuenca de captación se basó en los siguientes estudios:

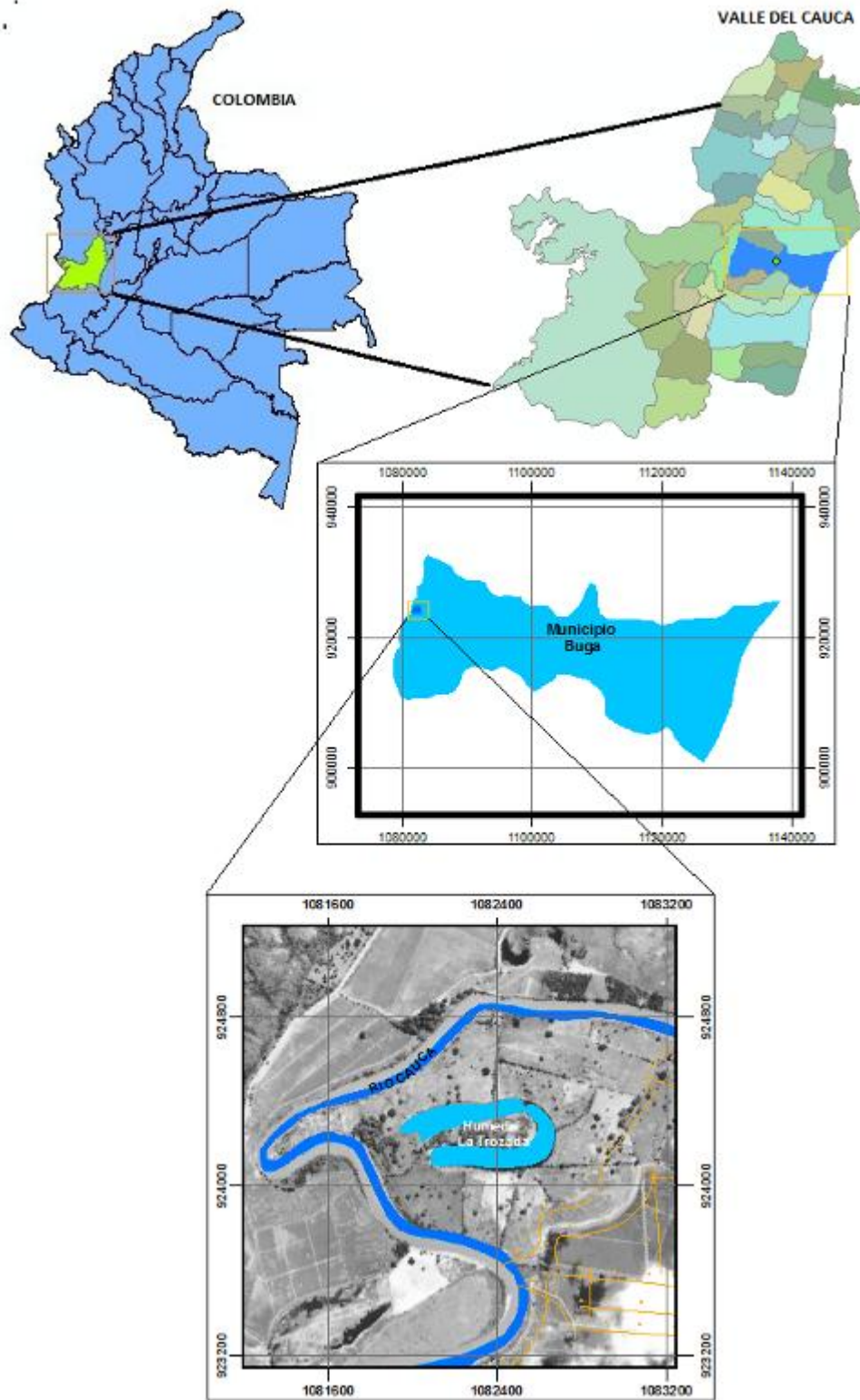
CVC-Universidad del Valle. Caracterización Geológica y Biológica y Ordenamiento de los Humedales del valle alto del río Cauca y Diagnóstico del estado de la franja forestal protectora, 2009.

CVC- Informe del Sistema de Información Geográfica de la Unidad de Manejo de Cuenca Guadalajara – San Pedro, UMC 12, 2003.

### **CARACTERIZACIÓN DEL SUELO**

La caracterización del suelo se realizó a partir de los estudios de suelos semi-detallados de IGAC- CVC del año 1982, tomado de los estudios del UMC 12 para unidad Guadalajara – San Pedro. Para evaluar la cuenca de captación de la madreveja y el grado de erosión de la cuenca.





**Figura 2.33.** Vuelo FAL F-461 Faja 33 Foto 194 Escala 1:26.200. Localización General del humedal La Trozada

### 2.3.2.1.2. DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL LA TROZADA Y SU FRANJA PROTECTORA

inundaciones que dejó la ola invernal periodo 2010-2011, de igual manera se contó con Información espacial de la cuenca del río Guadalajara, esta información espacial fue facilitada por la CVC para realizar el análisis de los datos en el marco de los sistemas de información geográficos SIG que tiene por finalidad estructurar datos espaciales, asociaciones topológicas y relaciones entre los datos. En el dominio de los datos espaciales fue posible diseñar y modelar una superficie TIN (Triangulated Irregular Networ), con la finalidad de realizar la representación del terreno de manera eficiente y precisa, como resultado se refleja la naturaleza y calidad de los datos así como la pertinencia de los métodos y funciones aplicadas. Se realizó validación de los resultados con la Aerofotografía Vuelo FAL F-461 Faja 33 Foto 194 Escala 1:26.200 del 2007 y el video CVC- Video inundaciones 2010.

Los SIG como apoyo en la toma de decisiones para el desarrollo sustentable ambiental, se define en diversos criterios para el análisis espacial de los datos (los cinco tipos de funciones de análisis espacial están tomados de Longley, P. A.; Goodchild M. F.; Maguire, D.J. y Rhind, D.W. (2001): Geographic Information... p.282). Los criterios analizados son Interrogaciones, medidas de objetos y elementos, transformaciones, sumarios y optimización. Como producto final analizado se determinó el área máxima de expansión y el área mínima de contracción del humedal La Trozada, de igual modo se delimito su cuenca de drenaje superficial en miras de la planificación del ecosistema del humedal La Trozada.

### *2.3.2.2. CARACTERIZACIÓN GENERAL*

inundaciones que dejó la ola invernal periodo 2010-2011, de igual manera se contó con Información espacial de la cuenca del río Guadalajara, esta información espacial fue facilitada por la CVC para realizar el análisis de los datos en el marco de los sistemas de información geográficos SIG que tiene por finalidad estructurar datos espaciales, asociaciones topológicas y relaciones entre los datos. En el dominio de los datos espaciales fue posible diseñar y modelar una superficie TIN (Triangulated Irregular Networ), con la finalidad de realizar la representación del terreno de manera eficiente y precisa, como resultado se refleja la naturaleza y calidad de los datos así como la pertinencia de los métodos y funciones aplicadas. Se realizó validación de los resultados con la Aerofotografía Vuelo FAL F-461 Faja 33 Foto 194 Escala 1:26.200 del 2007 y el video CVC- Video inundaciones 2010.

Los SIG como apoyo en la toma de decisiones para el desarrollo sustentable ambiental, se define en diversos criterios para el análisis espacial de los datos (los cinco tipos de funciones de análisis espacial están tomados de Longley, P. A.; Goodchild M. F.; Maguire, D.J. y Rhind, D.W. (2001): Geographic Information... p.282). Los criterios analizados son Interrogaciones, medidas de objetos y elementos, transformaciones, sumarios y optimización. Como producto final analizado se determinó el área máxima de expansión y el área mínima de contracción del humedal La Trozada, de igual modo

se delimito su cuenca de drenaje superficial en miras de la planificación del ecosistema del humedal La Trozada.

**Tabla 2.9.** Área del humedal La Trozada y de la cuenca de captación

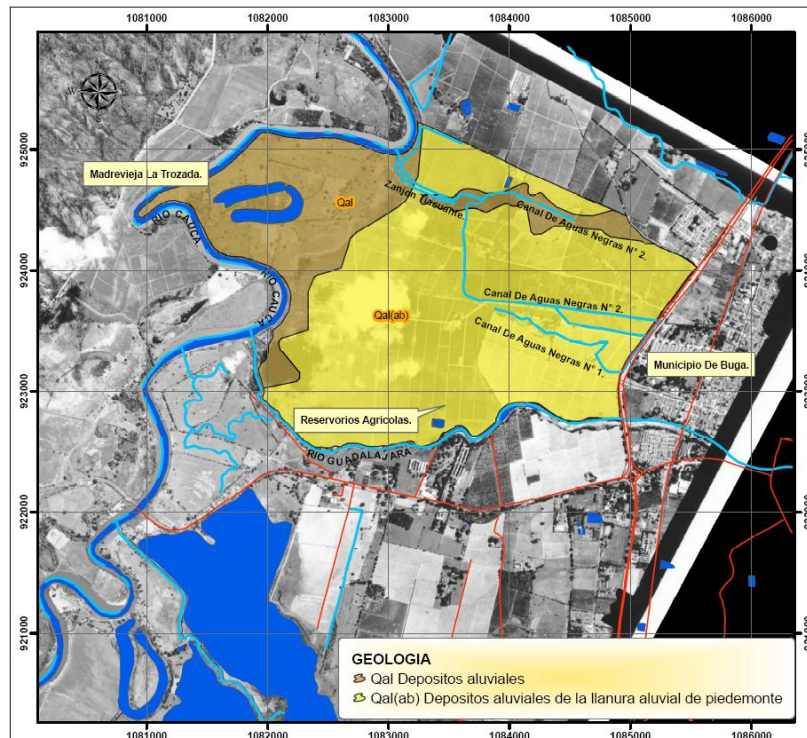
	Área (Ha)
Espejo de Agua	12,2
Área de drenaje	725,0
Área Total de la cuenca de captación	737,2

### 2.3.3. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y USO DEL SUELO

Claudia Marcela Peña Martínez

#### 2.3.3.1. GEOLOGÍA

El humedal La Trozada se encuentra localizado sobre depósitos aluviales, identificados en el mapa como (Qal), rasgo característico de las madrevejas dejadas por el paso del río, abarca un área 190.77 Ha, que equivale al 26.35% del área total del ecosistema. El porcentaje restante corresponde a depósitos aluviales de la llanura aluvial de piedemonte, identificados como Qal(ab); en la Tabla 2.10 se relacionan estas unidades y se aprecian en la Figura 2.34.



**Figura 2.34.** Geología de la madreveja La Trozada

**Tabla 2.10.** Descripción de las unidades geológicas

Identificador	Unidad geológica	Litología	Área (Ha)	%
Qal	Depósitos aluviales	Depósitos aluviales	190.77	26.35



Qal (ab)	Depósitos aluviales de la llanura aluvial de piedemonte	Depósitos aluviales de la llanura aluvial de piedemonte	533.31	73.65
----------	---	---	--------	-------

### 2.3.3.2. Unidades Geológicas

Cuaternario aluvial del Río Cauca (Qal): Los materiales aluviales son comunes a lo largo de los cursos de los ríos principales y consistentes en depósitos clásticos gruesos a muy gruesos, de gravas estratificadas y relativamente bien seleccionadas, gravas arenosas y arenas con unidades locales de limos (Ingeominas, 2001).

Depósitos aluviales de la llanura aluvial de piedemonte Qal (ab): Está conformada por material sedimentario transportado por la cuenta del río Guadalupe que se ha depositado formando abanicos que le dan los rasgos geomorfológicos de piedemonte.

### 2.3.4. GEOMORFOLOGÍA

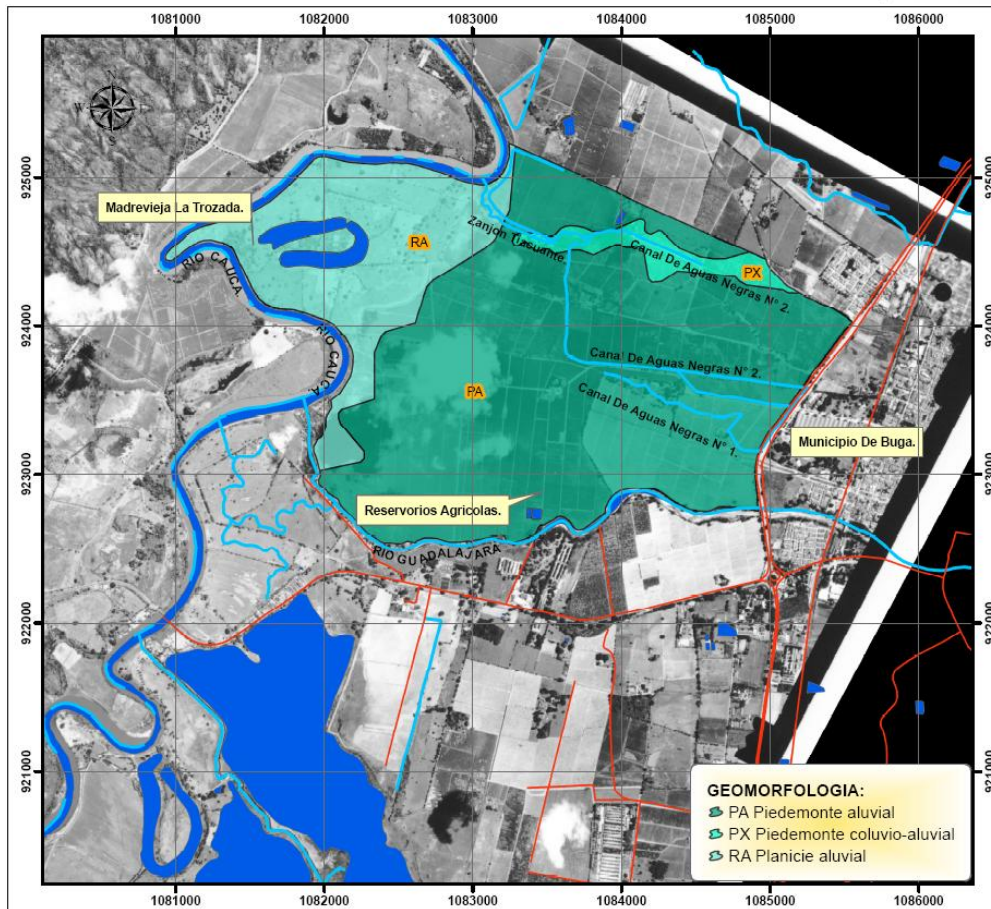
La zona de estudio se compone de diferentes rasgos geomorfológicos. En la imagen puede apreciarse cómo el río ha modificado su cauce cada vez más hacia la margen izquierda, formando una planicie conocida como la planicie aluvial (RA), y es donde se encuentra ubicado el humedal, la cual se compone por sedimentos transportados por el antiguo trazo del río.

En estudios anteriores se han determinado 4 niveles de terrazas, las cuales corresponden a las unidades de Piedemonte aluvial y Piedemonte coluvio-aluvial, y que representan abanicos de depósitos que transporta la cuenca del Río Guadalupe (Figura 2.34). En la Tabla 2.11 se especifican las áreas que cubren cada una de estas unidades:

**Tabla 2.11.** Unidades geomorfológicas

Símbolo	Unidad geomorfológica	Descripción	Área (Ha)	%
PX	Piedemonte coluvio-aluvial	Abanicos de piedemonte en depósitos superficiales clásticos hidrogravigenicos e hidrogenicos	28.33	3.91
RA	Planicie aluvial	Plano de desborde en la planicie aluvial	162.44	22.43
PA	Piedemonte aluvial	Abanicos recientes de piedemonte en depósitos superficiales clásticos hidrogenicos	533.31	73.65
TOTAL			724.08	100





**Figura 2.34.** Geomorfología humedal La Trozada

#### 2.3.4.1. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las estructuras geológicas próximas a este ecosistema son el sistema Palmira-Buga que se caracteriza por ser de tipo inverso y se considera potencialmente activo.

#### 2.3.4.2. DINÁMICA FLUVIAL

De acuerdo a las fotos aéreas se puede apreciar que el río ha cambiado su cauce hacia el occidente dejando como evidencia el humedal La Trozada. Este sector se caracteriza por ser altamente meandrítico, con algunas curvas bastante cerradas donde se podría pensar que en un futuro se formaría una nueva madreveja.

#### 2.3.4.3. ANÁLISIS MULTITEMPORAL SISTEMA RIO CAUCA – MADREVIEJA

El humedal La Trozada comenzó su formación cuando el cauce del río Cauca fue migrando hacia el occidente.

Con base en las características geomorfológicas se identificaron cuatro niveles de terraza en la zona del humedal en el año 1957, la presencia de agua era aleatoria y en pequeñas cantidades.

Para el año 1964 se reconocieron seis niveles de terraza gracias a fotografías aéreas, en ese entonces el humedal contaba con presencia esporádica de agua y se reconocieron las zonas de migración del humedal desde el sur hacia el norte. Se registro un aumento considerablemente de actividades antrópicas con respecto a lo visto en el año 1957, afectando en mayor proporción el área de influencia del humedal.

En el año 1986 se identificaron cuatro niveles de terraza, el humedal contaba con la presencia de plantas hidrófilas en gran parte de su superficie. Casi 20 años después, en 1998, el humedal contaba con agua aproximadamente en un 60% de su cauce. Se tienen la presencia cultivos, afectando directamente el área del humedal y dificultando la identificación de las terrazas.

En el año 2005 se registra una profundidad promedio de 3,0 m aunque en algunas zonas se obtuvieron profundidades bastante bajas donde predomina la vegetación de pantano.

### 2.3.5. TIPOS DE SUELOS

Los conjuntos de suelos que pertenecen a la madre vieja La Trozada son tomados de los informes presentados en la UMC 12 de Guadalajara – San Pedro. En la Figura 2.35 y en la Tabla 2.11 se presentan los conjuntos de suelos que se encuentran en la cuenca de este humedal.

**Tabla 2.11.** Tipos de suelos

UNIDAD	FASES	AREA (Ha)	%
BSa	Complejo La Balsa	7.47	1.03
MVaz	Consociación Madre vieja	8.56	1.18
(CT-MN)ar	Asociación Corintias - Manuelita	16.91	2.34
GNa	Consociación Genova	28.33	3.91
GLar	Complejo Corintias - Galpon	114.98	15.88
(CU-MN)a	Complejo Cruces - Manuelita	145.80	20.14
CKa	Consociación Coke	146.42	20.22
(JR-MN)a	Complejo Jordan - Manuelita	255.62	35.30
	TOTAL	724.08	100



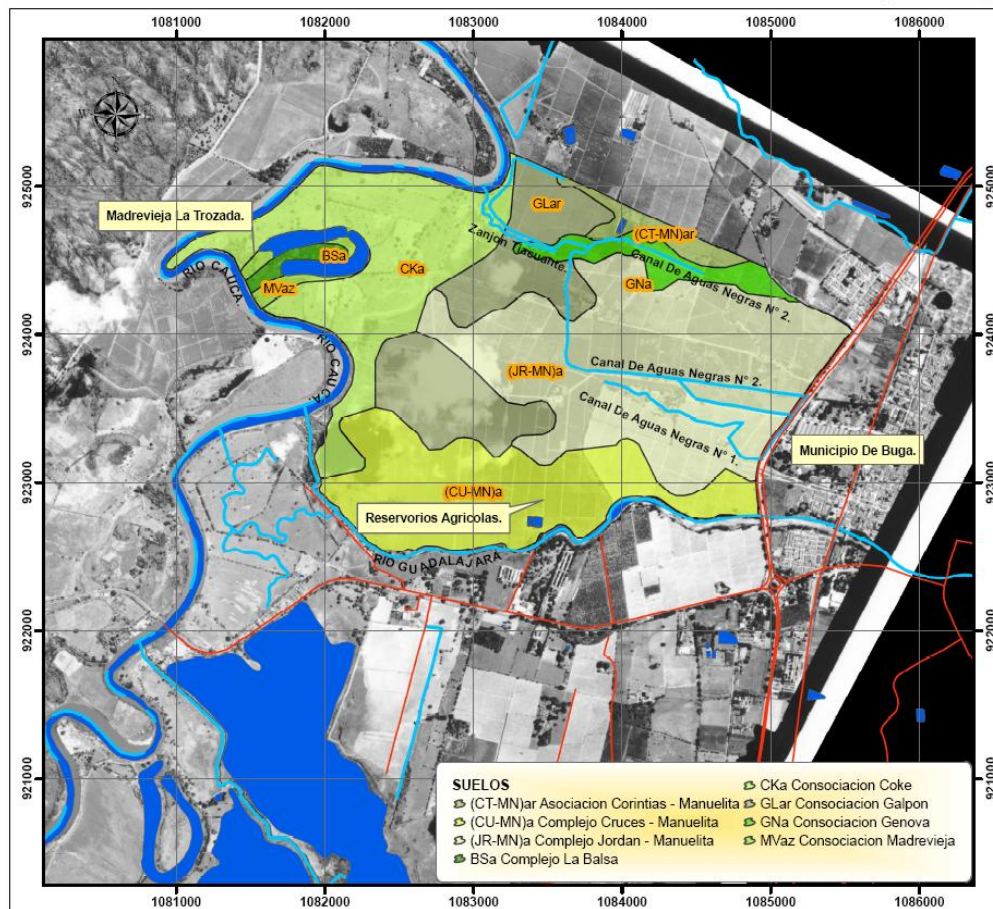


Figura 2.35. Distribución de los tipos de suelos en el ecosistema

Las unidades cercanas al humedal y que se localizan sobre la margen del río están conformadas por sedimentos aluviales moderadamente gruesos, en relieve plano cóncavo, con pendientes no mayores de 1%, pobremente drenados. Estos suelos son propicios para los cultivos.

Los suelos que abarcan una mayor área corresponden al complejo Jordan-Manuelita, éstos se han desarrollado a partir de arcillas de origen diabásico y son profundos a moderadamente profundos, limitados por arcillas masivas o nivel freático temporal; el drenaje varía de pobre a bueno, predominando la condición de drenaje bueno a moderado. Por sus características de poca permeabilidad, estos suelos son altamente erodables.

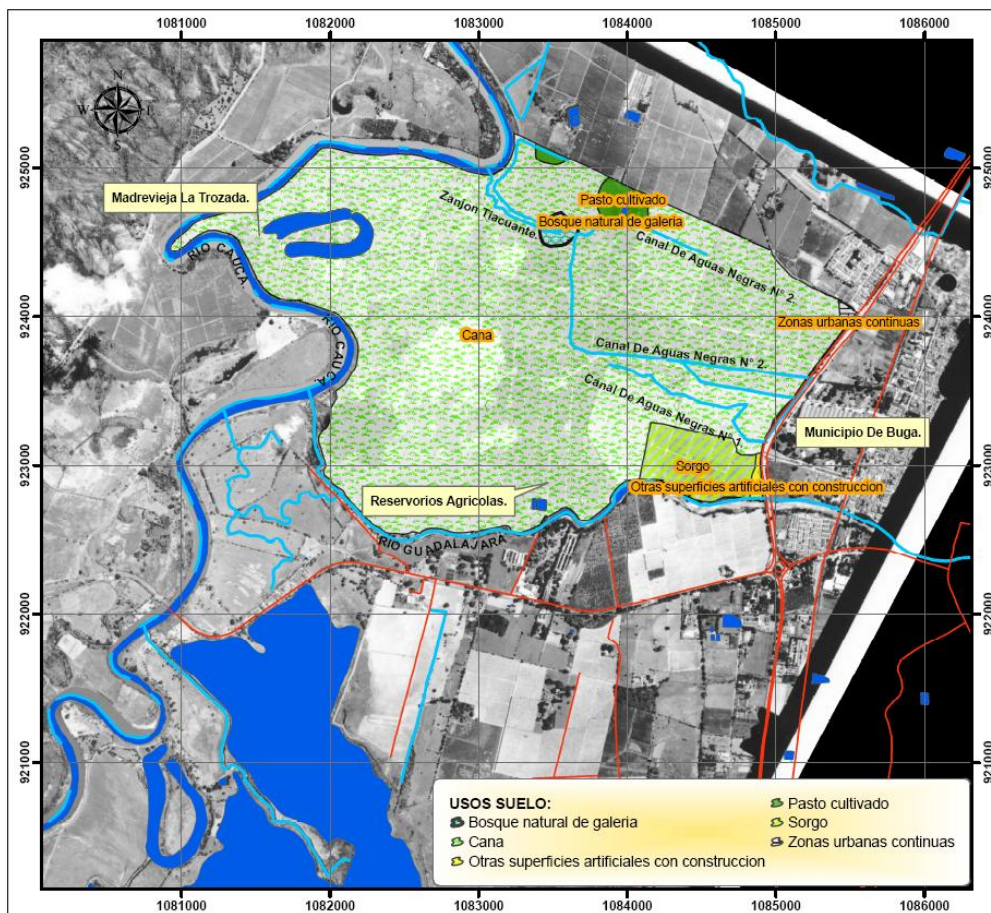
#### 2.3.5.1. USO ACTUAL DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN DE LA MADREVIEJA

En este ecosistema predominan los cultivos, se destaca especialmente el de caña de azúcar el cual abraza casi toda el área, en menor proporción también se encuentran cultivo de sorgo y pastos. Se tiene esta condición debido a que los suelos son fértiles y

de buen drenaje. En la Figura 2.36 y en la Tabla 2.13 se presentan los usos de los que se encuentran en esta región.

**Tabla 2.13.** Usos del suelo

CODIGO	NOMBRE	AREA (Ha)	%
ZUC	Zonas urbanas continuas	1.20	0.17
OICC	Otras superficies artificiales con construcción	1.80	0.25
BNF	Bosque natural de galería	4.15	0.57
CHBD	Pasto cultivado	9.68	1.34
CHBD	Sorgo	29.14	4.02
CABD	Caña	678.10	93.65
	TOTAL	724.08	100



**Figura 2.36.** Distribución de los usos del suelo

### 2.3.5.2. EROSIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN

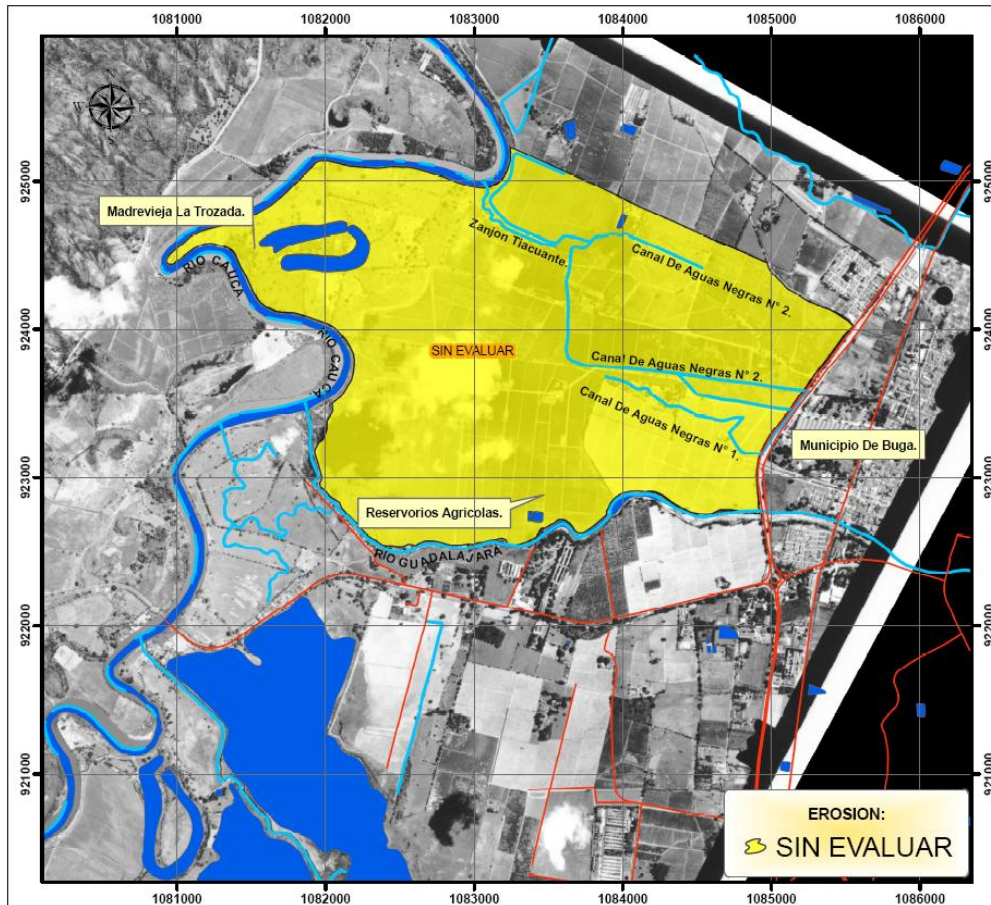
En esta cuenca aun no se ha evaluado las áreas donde se presentan procesos de erosión, sin embargo se tiene en cuenta que debido al tipo de suelos esta puede ser posible hacia la zona donde se encuentran los canales de aguas negras. En la Tabla



2.14 y en la Figura 2.37 se muestra la región que falta por la evaluación del potencial de erosión.

**Tabla 2.14.** Zonas de erosión

CODIGO	GRADO EROSION	AREA (Ha)	%
SE	SIN EVALUAR	724.08	100.00
	TOTAL	724.08	100



**Figura 2.37.** Grados de erosión en la cuenca

### 2.3.5.3. USO POTENCIAL

De acuerdo a la Tabla 2.15 y Figura 2.38 se puede apreciar que los suelos de la cuenca de La Trozada tienen su uso potencial en la clase V que corresponde a todos aquellos cultivos que mediante inversiones fuertes de capital se pueden mejorar y pasar a una clase con menores limitaciones, tal es el caso de la caña de azúcar.

En un menor porcentaje se tiene también la presencia de la clase I, cerca a las riberas del río Cauca, en ésta no se tienen limitaciones de uso, o son muy pocas.

Tabla 2.15. Uso potencial del suelo

CODIGO	AREA (Ha)	%
ZU	1.20	0.17
INF	1.80	0.25
F	4.15	0.57
I	166.26	22.96
V	550.67	76.05
TOTAL	724.08	100

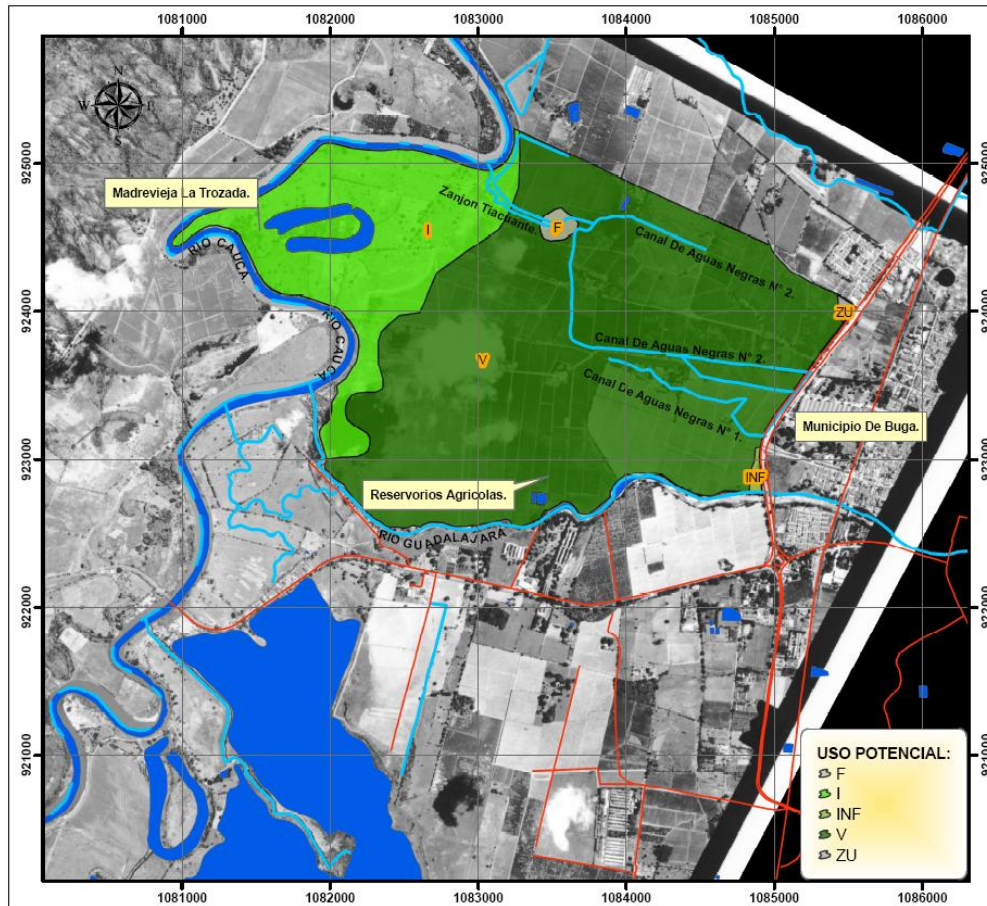


Figura 2.38. Uso potencial de los suelos

### 2.3.6. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Edwar Andrés Forero Ortiz

#### 2.3.6.1. PRESENTACIÓN

La importancia del ciclo hidrológico en un ecosistema humedal no solo determina los procesos de ciclaje de nutrientes, productividad y mantenimiento de la flora y fauna del mismo, su funcionalidad va mas allá de ser solo un sistema local. Al igual que una esponja, los humedales están particularmente adaptados para absorber agua. Este rol



de los humedales es más obvio en aquellos que viven en zonas contiguas a ríos y costas y que en general están expuestos a desbordamientos y tormentas (Lewis, 2008).

Tras los eventos acaecidos en las costas de Nueva Orleans en Estados Unidos en el año 2005, numerosos investigadores se han pronunciado frente a la urgente necesidad de restaurar los ecosistemas de humedales en la costa para prepararse para un próximo Katrina (Times, Agosto de 2010). Los humedales a lo largo de la línea de costa de Lousiana han servido por mucho tiempo como primera línea de defensa contra las mareas altas y las tormentas violentas (Badget, 2006). Ciudades como Nueva Orleans estarán 1.5 pies por debajo del nivel del mar en el año 2050, esto debido al fenómeno de subsidencia<sup>21</sup> que se presenta por el peso de las construcciones en suelos con características hídricas aptas para la presencia de humedales (Badget, 2006).

En ese orden de ideas se hace urgente reflexionar seriamente acerca de las posibilidades que pueden ofrecer los humedales en Colombia como medida de control para las cada vez más frecuentes inundaciones que afectan a un gran número de compatriotas en todo el territorio nacional y cómo a través de ese servicio se puede lograr la sostenibilidad de estos ecosistemas altamente amenazados.

#### 2.3.6.2. EL CICLO HIDROLÓGICO DEL HUMEDAL

Las condiciones hidrológicas son extremadamente importantes para el mantenimiento de la estructura y función de un humedal. La alteración de estas condiciones pueden causar fuertes impactos que son muy difíciles de restablecer (Mitsh & Gosselink, 1993). El hidroperíodo o ciclo hidrológico de cada humedal es el resultado del balance entre entradas y salidas de agua, el tipo de suelo y las condiciones subsuperficiales. Este hidroperíodo puede tener variaciones dramáticas en su estacionalidad año a año (Fenómeno Enzo) y aun así es el mayor determinante en las funciones del humedal.

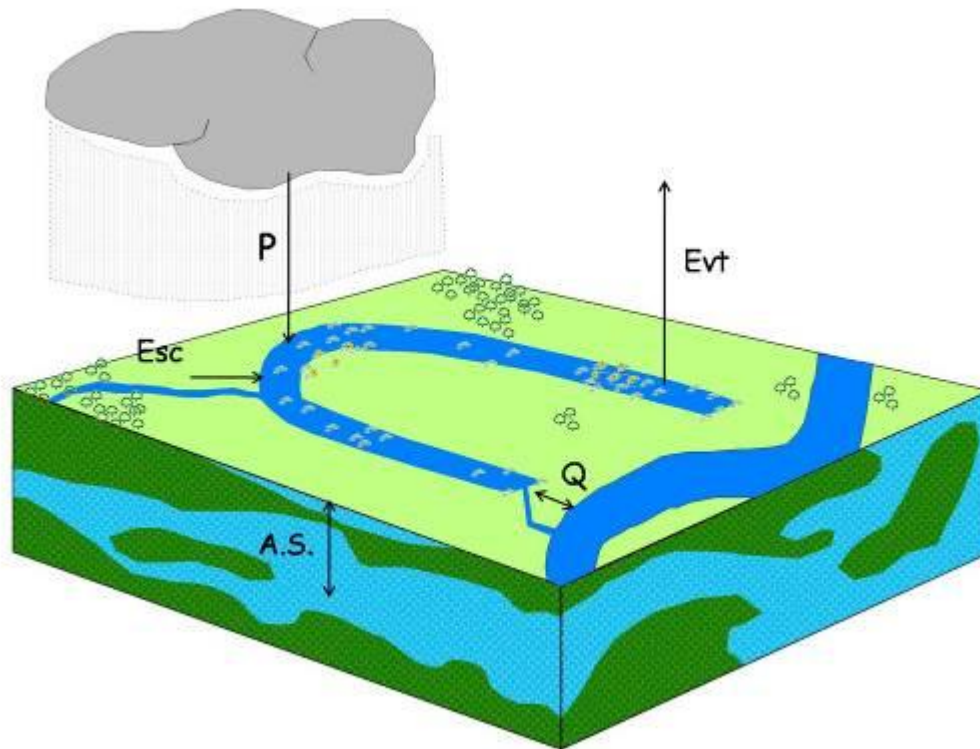
Las principales variables hidrológicas incluyen la precipitación (**P**), intercambio con ríos adyacentes (**Q**), escorrentía desde zonas más altas (**Esc.**), intercambio con aguas subterráneas (**A.S.**) y evapotranspiración de la vegetación flotante en el humedal (**Evt**) (Ver Figura 2.39). El conocimiento del hidroperíodo de cada humedal permite determinar de manera metódica cual es la principal fuente hídrica que provee este ecosistema en diferentes estaciones climáticas para establecer lineamientos de manejo apropiadas (Bernal, 2010).

Un caso especial ocurre en aquellos humedales que están en áreas de influencia de planos de inundación adyacentes a ríos o canales y que se desbordan constantemente. Estos ecosistemas se denominan humedales *riparios*. La inundación en esos humedales varía en intensidad, duración y número de desbordes por año, aun sí la probabilidad de inundación es predecible (Mitsh & Gosselink, 1993). Algunos investigadores indican que la duración de la inundación y/o la saturación del suelo en

---

<sup>21</sup> Compactación de suelo.

períodos húmedos son más influyentes en las comunidades de plantas que la frecuencia de la inundación (US Engineers Corps, 1997).



**Figura 2.39.** Principales variables hidrológicas en un humedal ripario

Los flujos que crean la morfología y los hábitats del plano de inundación son diferentes a los que determinan el régimen de humedad (frecuencia y duración de la inundación) de los terrenos riparios.

Se requiere acreción<sup>22</sup> vertical y horizontal de sedimentos para construir el plano de inundación de manera que para que éste crezca, se necesitan caudales con profundidades suficientes para inundar y con sedimentos suficientes para permitir la depositación en la parte de menor energía del plano. Estos caudales de acreción pueden darse cada año, cada dos años o cada cuatro años, dependiendo de las características particulares del sistema (Whiting citado por Pinilla, 2007).

### 2.3.6.3. LA ECO-HIDROLOGÍA DE LOS HUMEDALES

La interacción de la hidrología, vegetación y suelos es fundamental en el desarrollo de las características únicas de cada humedal. La vegetación hidrofítica<sup>23</sup> se define aquí como la suma de plantas macrófitas que permanecen en áreas con inundaciones

<sup>22</sup> Depositación

<sup>23</sup> Crece en presencia de agua.



frecuentes y de duración considerable o en suelos con una saturación periódica. Un suelo hídrico es un suelo que es saturado, inundado o encharcado y que favorece el crecimiento de vegetación hidrofítica; por lo general estos suelos permanecen a determinados niveles de saturación en cercanías del humedal y son responsables de almacenar la humedad que el humedal demanda en periodos secos (Ramsar, 2007).

El proceso metodológico debe conducir al establecimiento de un balance hídrico en el cuerpo de agua en cuestión que en otras palabras corresponde al nivel 2 de las directrices Ramsar adoptado por la Republica de Colombia a través de la resolución número 196 del primero de Febrero de 2006 (Minambiente, 2006).

En ese orden de ideas, el análisis de la información hidrológica y climática de una zona de humedal no debe ser elaborada como parte de un protocolo técnico, sino que debe dar bases para la correcta delimitación de un humedal, que como ya se ha mencionado, puede cubrir amplias franjas que van más allá de los límites superficiales del espejo de agua.

#### 2.3.6.4. RÉGIMEN HIDROLÓGICO HUMEDAL LA TROZADA

Para la realización de este análisis se usó la información suministrada por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña, 2011) para la zona del estudio y la CVC (2011) para el Río Cauca, descrita en la Tabla 2.16:

**Tabla 2.16.** Estaciones cercanas al humedal La Trozada

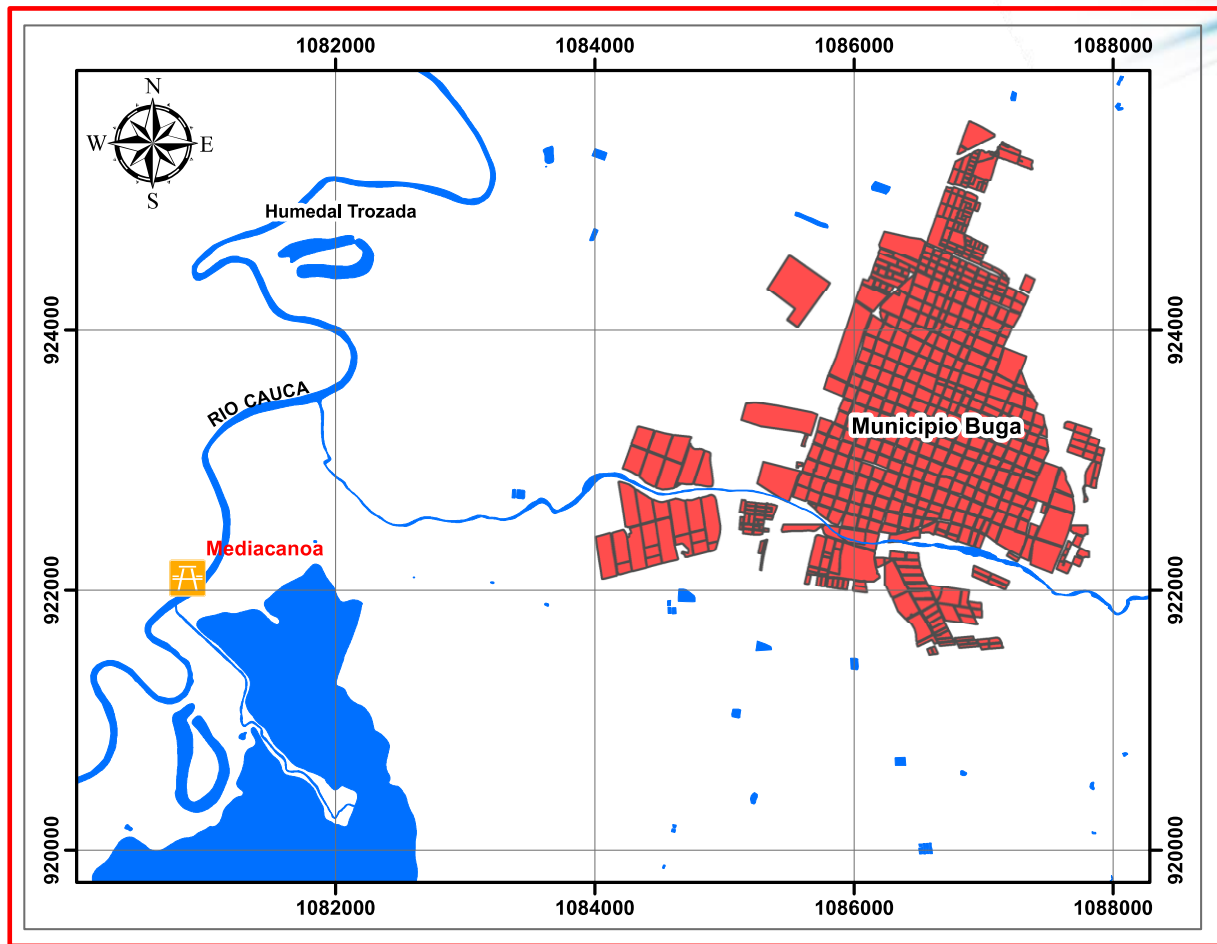
Estación	Tipo	Periodo
Buga – CENICANA	Pluviométrica – Hidroclimatología	2000-2010
Mediacanoa – CVC	Limnigráfica	2000-2010

##### 2.3.6.4.1. Ubicación de la estación limnigráfica<sup>24</sup>

Para identificar la influencia del Río Cauca en el humedal ripario La Trozada, se procedió a escoger la estación de registro de niveles más cercana. En un proceso posterior y si es posible se debe procurar el uso de modelos de simulación hidráulica para realizar un tránsito de niveles al punto de conexión del humedal con el Río Cauca. Por lo pronto y para efectos del establecimiento de un modelo hidrológico conceptual la metodología aquí presentada es preliminar.

Se seleccionó la estación limnigráfica Mediacanoa ubicada en las coordenadas 1080857,37 E, 922091,825 N. La estación tiene un cero de mira o fondo de regla igual a 927,586 msnm amarrada al sistema de coordenadas IGAC. En la Figura 2.40 se observa la ubicación de la estación en relación con el Humedal La Trozada.

<sup>24</sup> De lectura de niveles en un Río.



**Figura 2.40.** Localización sobre el Río Cauca de la estación limnigráfica Mediacanoa

#### 2.3.6.4.2. Ubicación de la estación pluviométrica e hidroclimatológica

Para identificar la influencia de las condiciones ambientales en el humedal La Trozada, se procedió a escoger la estación de registros pluviométricos e hidroclimatológicos más cercana. Gracias a Cenicaña (2011) se cuenta con los registros de la Estación “Buga”, con la localización presentada en las siguientes figuras.



Figura 2.41. Localización de la estación pluviométrica e hidrológica “Buga” propiedad de Cenicaña

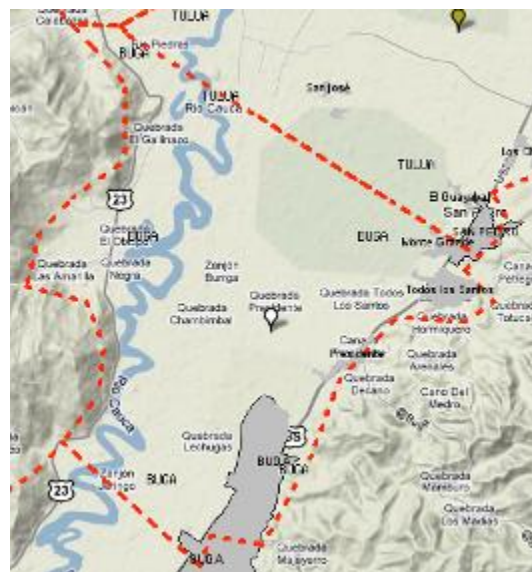


Figura 2.42. Polígono de influencia de la Estación de Buga

A continuación se presenta las principales características climáticas e hidrológicas en inmediaciones del humedal La Trozada.

#### 2.3.6.4.3. Caracterización climatológica e hidrológica

##### **Radiación Solar**

La energía recibida del sol, al atravesar la atmósfera de la Tierra calienta el vapor de agua en unas zonas de la atmósfera más que otras, provocando alteraciones en la densidad de los gases y, por consiguiente desequilibrios que causan la circulación atmosférica. Esta energía produce la temperatura en la superficie terrestre y el efecto de la atmósfera es aumentarla por efecto invernadero y mitigar la diferencia de temperaturas entre el día y la noche y entre el polo y el ecuador. La región de mayor radiación solar en el país es la península de La Guajira y sus valores máximos se presentan en el mes de julio. Con el mismo comportamiento durante el año, le sigue la parte media del valle geográfico del río Cauca, el valle del río Magdalena hasta la costa Atlántica y la zona de Cúcuta (García, 2006).

El Humedal La Trozada ubicado en la zona plana al centro sur del departamento registra para el periodo 2000-2010 una distribución media mensual multianual como se muestra en la Tabla 2.17., siendo el valor medio más bajo en el mes de Septiembre con  $352 \text{ Cal/cm}^2/\text{d}$  y un pico en el mes Marzo de  $412 \text{ Cal/cm}^2/\text{d}$ , el valor medio corresponde a  $383 \text{ Cal/cm}^2/\text{d}$  (ver Figura 2.43).

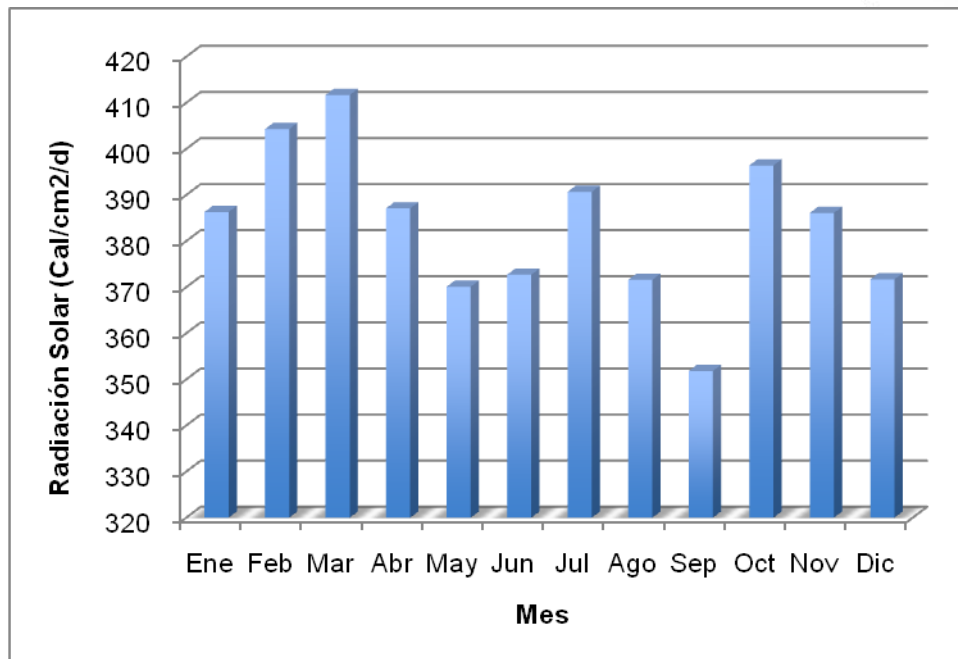
### **Temperatura**

Las variaciones de frío y calor que se presentan en una zona específica del territorio se pueden monitorear a través de los registros de temperatura del aire. La zona plana al centro sur del departamento, registra oscilaciones de temperatura que van de  $22,6 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $23,7 \text{ }^\circ\text{C}$  en el periodo 2000-2010 (ver Tabla 2.17) y una temperatura media de  $23,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . (ver Figura 2.44).

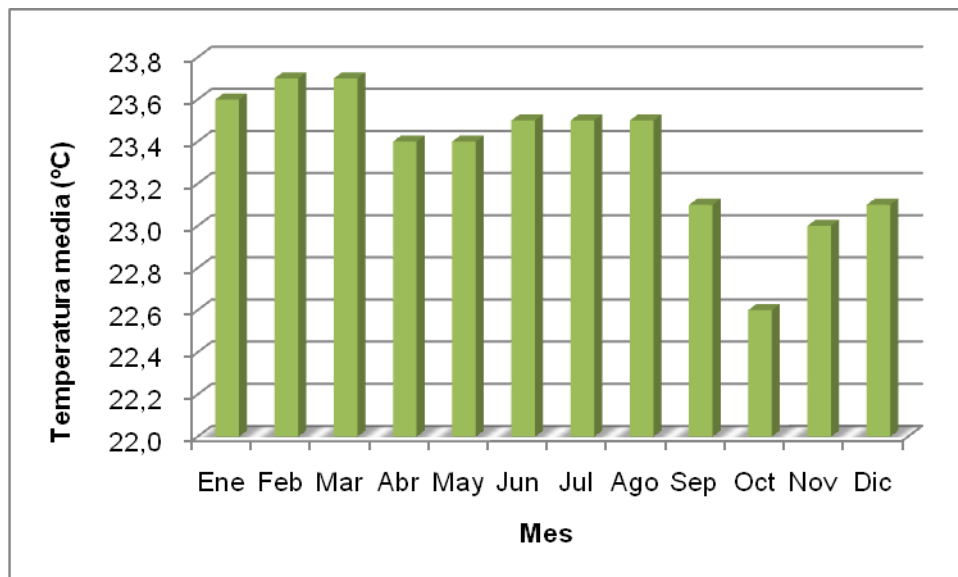
### **Humedad Relativa**

El contenido de vapor de agua en la atmósfera es de gran importancia en la ocurrencia de un gran número de procesos biológicos, químicos y físicos, entre los que se pueden mencionar el desarrollo de la vegetación y la formación de lluvia (Jiménez, 1992). La humedad relativa es la proporción de la presión de vapor existente con respecto a la presión de saturación del aire correspondiente a la temperatura ambiente. El humedal La Trozada se localiza en una zona que describe los mayores picos de humedad relativa en los meses Abril-mayo y Noviembre-Diciembre ( $>81\%$ ) y los registros más bajos en Enero con un  $76\%$ , el valor medio corresponde a  $78\%$ . Los valores registrados para el periodo hidrológico 2000-2010 se encuentran tabulados en la Tabla 2.17 (Columna 2) y en la Figura 2.45 se aprecia gráficamente el comportamiento de la variable.

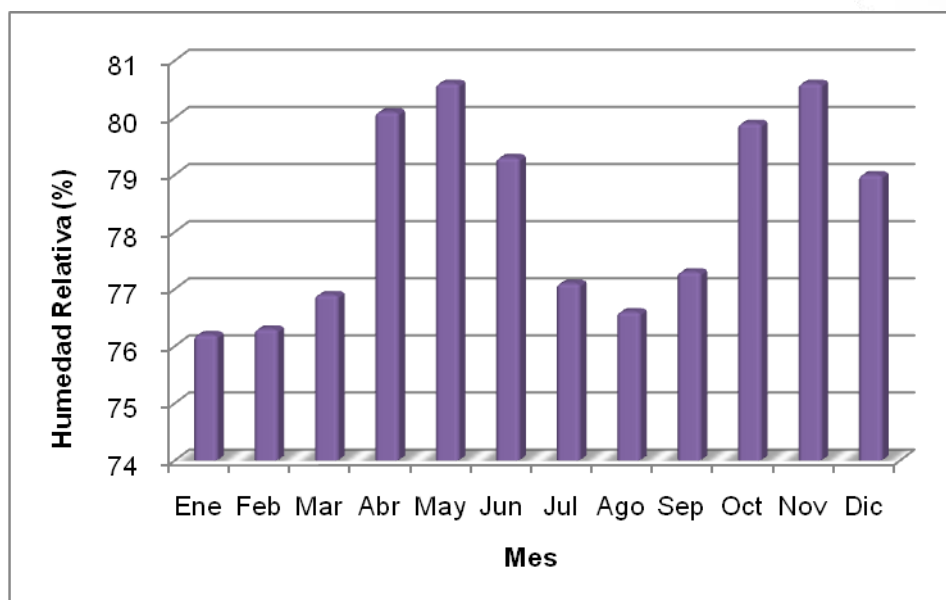




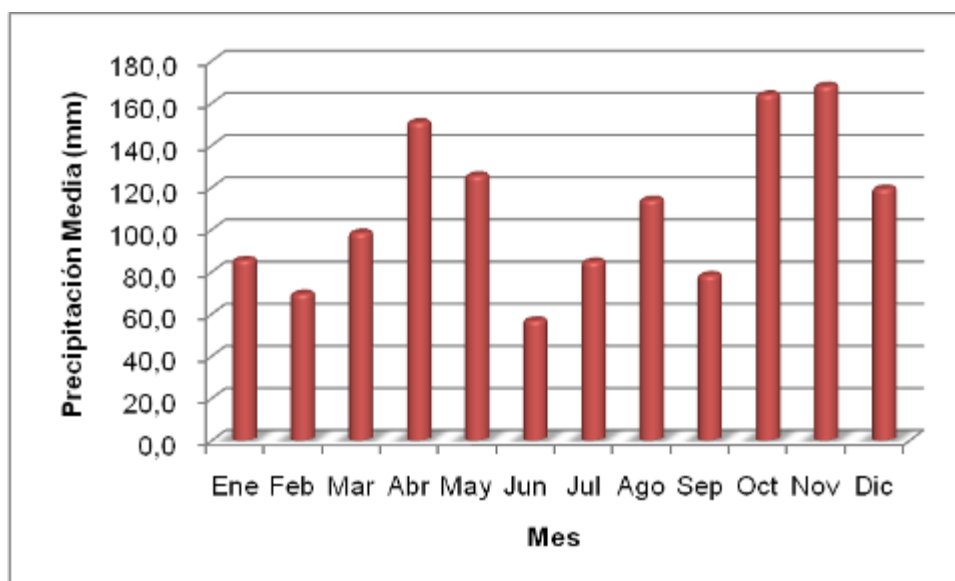
**Figura 2.43.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja La Trozada periodo 2000-2010 (a) Brillo Solar medio



**Figura 2.44.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja La Trozada periodo 2000-2010 (b) Temperatura media



**Figura 2.45.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja La Trozada periodo 2000-2010 (a) Humedad Relativa media



**Figura 2.46.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja La Trozada periodo 2000-2010 (b) Precipitación media

**Tabla 2.17.** Principales variables hidrológicas y climáticas en el área de influencia del humedal La Trozada – periodo 2000-2010

Mes	Radiación Solar (Cal/cm <sup>2</sup> /d)	Temperatura media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación Media (mm)
Ene	386	23,6	76	85,6
Feb	404	23,7	76	69,5
Mar	412	23,7	77	98,4
Abr	387	23,4	80	150,8
May	370	23,4	81	125,6

Mes	Radiación Solar (Cal/cm <sup>2</sup> /d)	Temperatura media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación Media (mm)
Jun	373	23,5	79	56,9
Jul	391	23,5	77	84,7
Ago	372	23,5	77	114,1
Sep	352	23,1	77	78,3
Oct	396	22,6	80	164,0
Nov	386	23,0	81	168,1
Dic	372	23,1	79	119,4

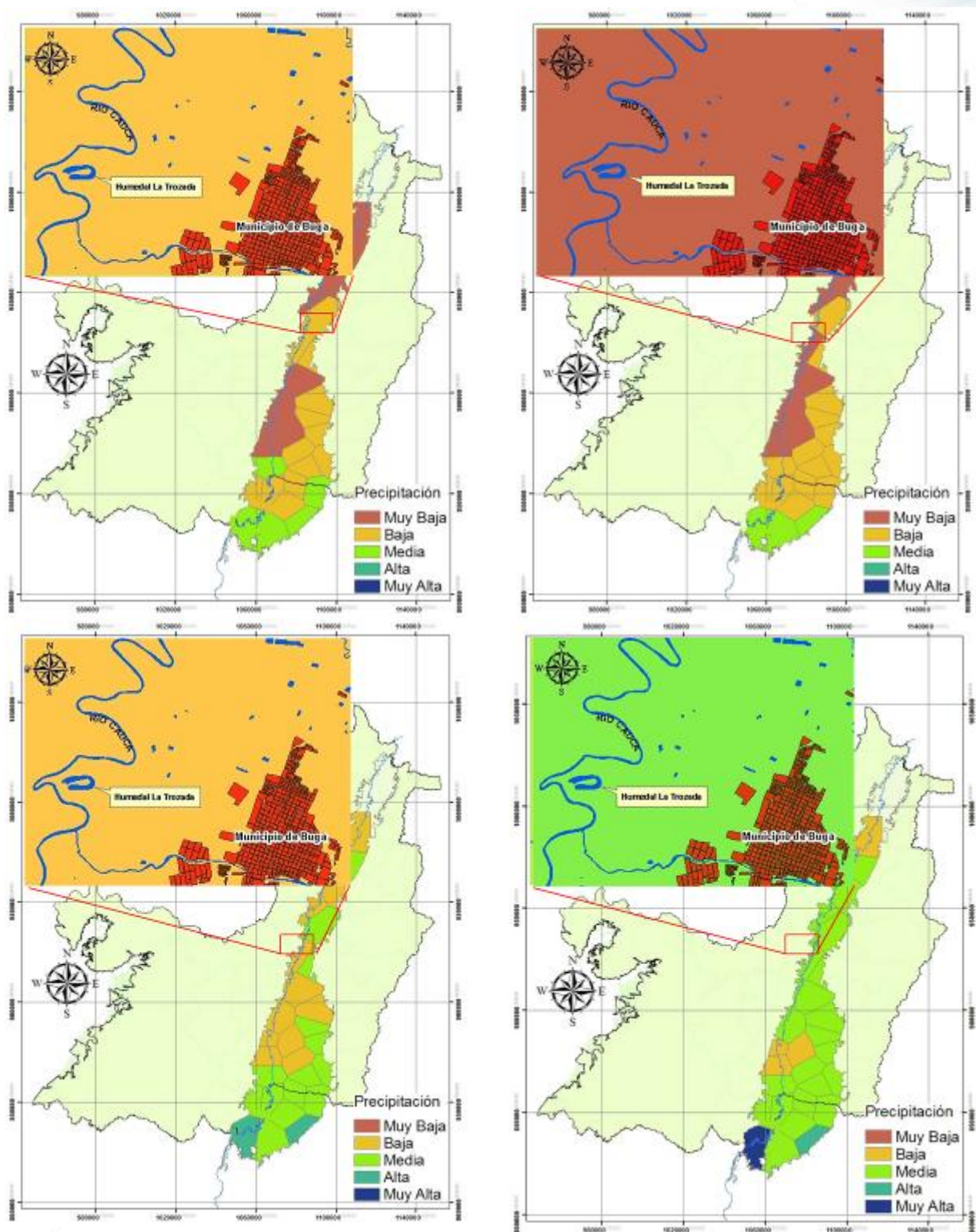
## Precipitación

Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia o de granizo). El calentamiento desigual de la superficie terrestre produce la aparición de capas de aire de diferentes densidades, este equilibrio al ser alterado por el ascenso de aire caliente o por la proveniencia de vientos fríos produce una condensación de esa masa de aire hasta el punto que las gotas de agua en las nubes no pueden ser soportadas por las corrientes de aire y se precipitan (Jiménez, 1992).

La zona plana al centro sur del departamento durante el periodo hidrológico 2000-2010 muestra ser una zona con mayores precipitaciones al resto de la zona del valle geográfico. Esto se puede atribuir a la confluencia de los frentes de humedad provenientes desde la cordillera Occidental y desde la meseta Caucana. El comportamiento de las lluvias describe un régimen bimodal caracterizado por dos periodos húmedos en Marzo-Mayo y Octubre-Diciembre; y dos periodos secos en Enero-Febrero y Agosto-Septiembre. Los mayores picos de precipitación alcanzan los 160 mm medios mensuales y un poco más de 80 mm medios mensuales en los periodos más bajos en la última década.

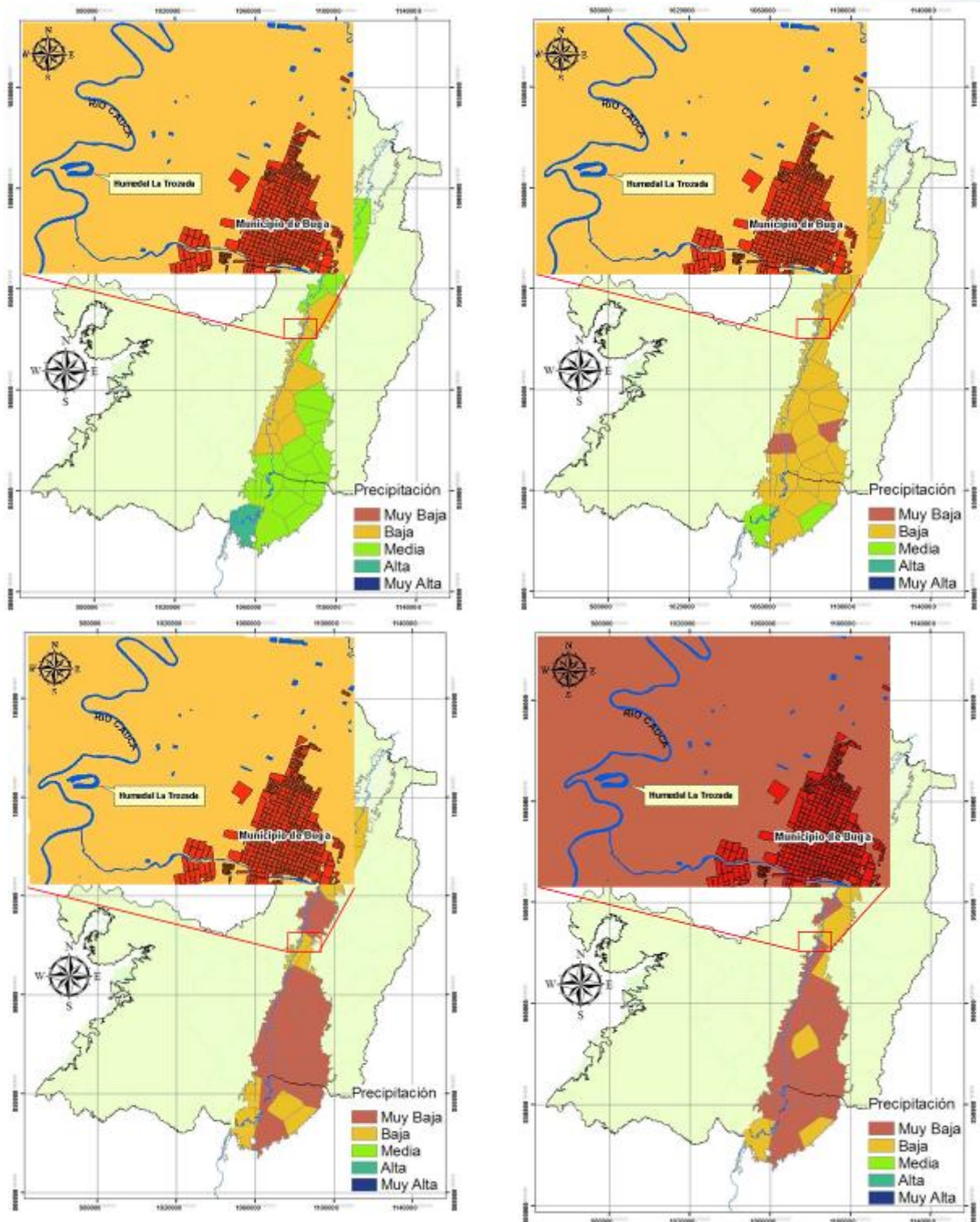
La Tabla 2.17 contiene en la columna 4 los valores medios de precipitación por mes registrados en las estaciones de influencia del humedal La Trozada. En la Figura 2.46 se observa el comportamiento de la precipitación en esa zona del departamento del Valle del Cauca. Nótese la coincidencia de los menores valores de precipitación y humedad relativa en contraste a los valores de temperatura y radiación solar para el mismo periodo.

La zonificación de las lluvias medias mensuales para la última década en el valle geográfico del río Cauca se presenta en las Figuras 2.47 a 2.49. En estas figuras se puede observar la localización del humedal La Trozada y se puede comparar la influencia hidrológica sobre el mismo mes a mes en comparación con otras zonas del departamento. Esta zonificación se realizó por medio del método de los polígonos de Thyssen.

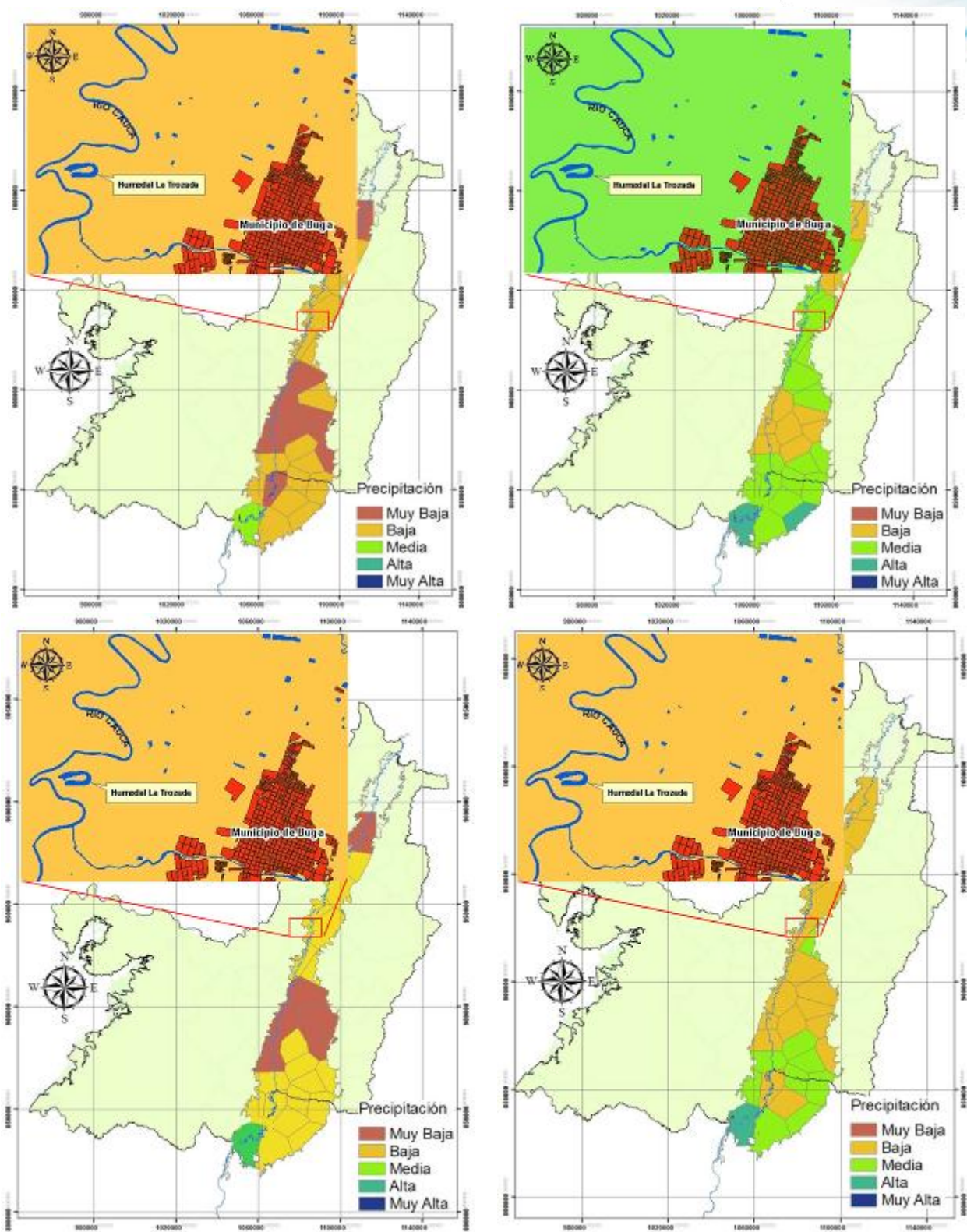


**Figura 2.47.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (1) Enero (2) Febrero (3) Marzo (4) Abril





**Figura 2.48.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (a) Mayo (b) Junio (c) Julio (d) Agosto



**Figura 2.49.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (a) Septiembre (b) Octubre (c) Noviembre (d) Diciembre



La cantidad de precipitación media ocurrida en la zona plana del Valle se clasificó de acuerdo al rango de valores propuesto por Cenicaña como se describe en la Tabla 2.18.

**Tabla 2.18.** Clasificación de la cantidad de lluvia según Cenicaña

Rango (mm/mes)	Clasificación
0 - 50	Muy Baja
50 - 100	Baja
100 - 200	Media o Normal
200 - 300	Alta
300 - 400	Muy Alta

### 2.3.6.1. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DEL HUMEDAL LA TROZADA

La fluctuación estacional que más afecta el aumento en los niveles de agua en el humedal (en el caso de los humedales riparios) es debida a las inundaciones y/o aumentos de nivel del río adyacente (Mitsch & Gosselink, 1993). Estos aportes no son iguales año tras año y aún en el mismo año puede presentarse oscilaciones dramáticas; tal como aconteció con el año 2009, año bastante atípico pues registró la última etapa del fenómeno Enzo en su oscilación Lluviosa (año 2008) y estuvo marcado el resto del año con un fuerte verano que hizo descender los niveles de los ríos de la región (Bernal, 2010).

Durante la época de inundación se produce la fertilización de las aguas en el humedal por el aporte de una gran cantidad de nutrientes y de sedimento por parte del río asociado y por la expansión del espejo de agua que causa la anexión de gran parte de la biota del ecosistema terrestre circundante que se desarrolló durante la época seca anterior. Esto permite que se den los procesos de reciclaje de los nutrientes atrapados en los humedales. Al llegar la época seca el ecosistema terrestre experimenta una expansión y aprovecha los nutrientes atrapados por la vegetación acuática, la fauna asociada, el bentos<sup>25</sup> y los sedimentos durante las lluvias inmediatamente anteriores disminuyendo las concentraciones de los nutrientes en el agua. Se trata de un mecanismo que impide la pérdida de nutrientes del sistema, ya que si bien escapan del ambiente acuático durante verano, parte de ellos retornan al agua en la siguiente inundación (Welcomme citado por Pinilla, 2007).

En consecuencia, la comprensión del régimen de caudales y niveles de agua en un río es de vital importancia tanto para el diseño de proyectos de manejo, aprovechamiento y control del recurso hídrico, como para conocer la dinámica del sistema de humedales y definir acciones que se orienten a su sostenibilidad (Sandoval, 2009). A continuación se presenta una caracterización hidráulica preliminar para el Humedal La Trozada.

#### 2.3.6.1.1. Estudio de la conexión del Río Cauca con el humedal La Trozada

<sup>25</sup> Comunidad que habita el fondo de los ecosistemas.

Para poder establecer el caudal de intercambio superficial entre el río y el humedal, es necesario conocer las características batimétricas y de sección del canal o canales que conecten al humedal con el Río Cauca.

Es necesario analizar los registros de niveles en un mínimo de 10 años y establecer la probabilidad de ocurrencia de los niveles registrados en las estaciones limnigráficas para identificar el porcentaje de tiempo en que teóricamente el Río no alcanza el nivel para ingresar por el canal de conexión al Humedal. La estimación de la curva de duración de niveles para las estaciones limnigráficas se realiza año por año para observar los años atípicos o influenciados por fenómenos externos, tales como efecto de crecientes en periodos de año niña y efectos de sequía extrema en periodos de año niño (Vogel, 1993).

Los estudios de inundabilidad y desbordamiento deben ser abordados de manera rigurosa y las conclusiones que de ahí se deriven deben considerar los aportes o niveles mínimos necesarios para mantener las condiciones ecohidrológicas del Humedal.

En el caso específico del humedal La Trozada, las inspecciones visuales y topográficas permiten definir la no existencia de conexiones hídricas superficiales entre el humedal y el Río Cauca.

#### 2.3.6.1.2. Curvas Nivel-Área-Volumen

Por medio de la batimetría existente se procede a relacionar las cotas de niveles y volumen almacenado; así como los niveles y el espejo de agua presente en el cuerpo de agua. Se debe aclarar que estas variables de estado, corresponden a la formación del almacenamiento permanente y no a las áreas de inundación y que pese a ser una buena aproximación no dejan de ser valores efectivos<sup>26</sup>.

De acuerdo a los registros batimétricos, la capacidad de almacenamiento máxima es igual a 319.049,38 m<sup>3</sup>, y se alcanza a los 932,45 msnm (en coordenadas IGAC).

A continuación se presenta en la Tabla 2.19 los valores tabulados para la elaboración de este modelo y en la Figura 2.50 las curvas de nivel-área-volumen para el Humedal La Trozada.

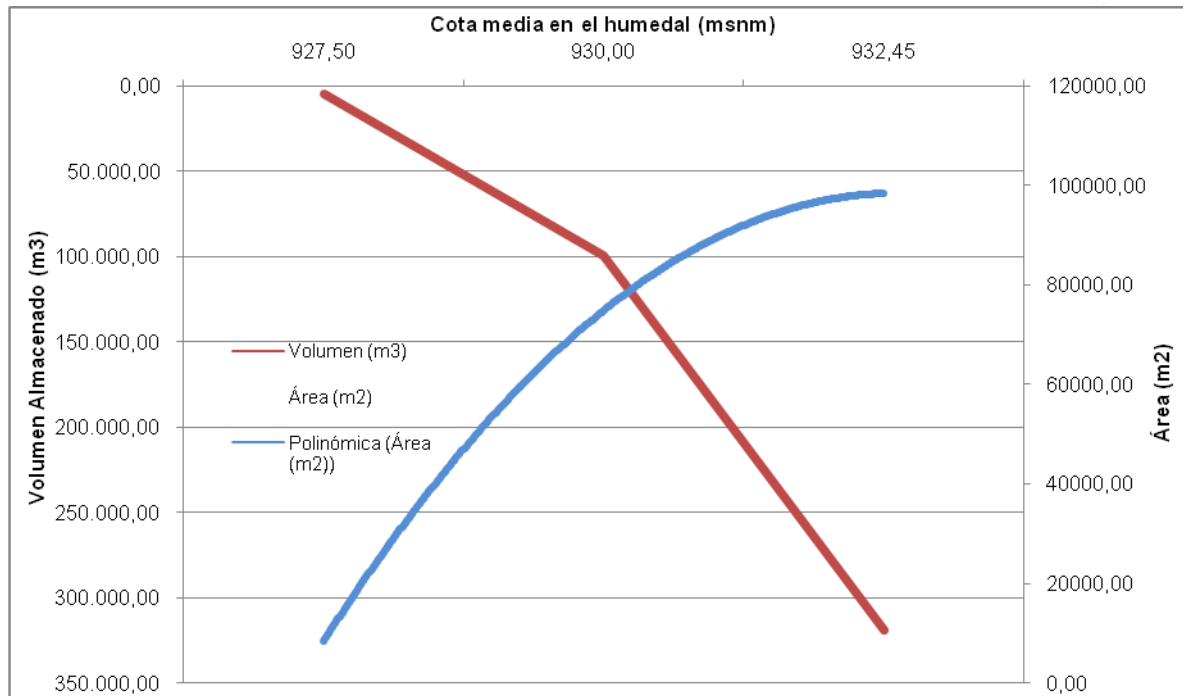
---

<sup>26</sup> Ponderados.



**Tabla 2.19.** Valores tabulados de las curvas Nivel-Área-Volumén para el Humedal La Trozada

Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )
927,50	4.943,53	8496,93
930,00	99.841,36	74966,62
932,45	319.049,38	98511,60

**Figura 2.50.** Curvas Nivel-Área-Volumen Humedal La Trozada

### 2.3.6.1.3. Índice Área-Volumén

Este índice relaciona el cociente entre el área y el volumen y permite evaluar la salud del ecosistema, los datos usados corresponden al nivel promedio encontrado al momento de la batimetría; 929,98 msnm (En coordenadas IGAC):

$$I_{AV} = \frac{A}{V} = \frac{74966,62 \text{ m}^2}{99841,36 \text{ m}^3} = 0,7508$$

El indicador que analiza la relación área-volumen señala que no se registró un cociente superior a uno; esto descarta la posibilidad que en el humedal el área sea potencialmente mayor al volumen, lo que evidenciaría una desecación y disminución del cuerpo de agua (colmatación) por una elevada sedimentación o somerización excesiva. Los valores inferiores a uno evidencian que el volumen de agua es considerablemente mayor al área y esto demuestra que el humedal posee caudales ecológicos que aún pueden mantener los equilibrios hidrológicos. (Pinilla, 2007). Es necesario ejecutar acciones enfocadas en disminuir este índice ya que es elevado.

### 2.3.6.2. BALANCE HÍDRICO PRELIMINAR

El hidroperiodo o estado hidrológico de un humedal, puede ser resumido como el resultado de los siguientes factores:

1. El balance hídrico entre entradas y salidas de agua
2. La delimitación o superficie de contorno del humedal
3. El tipo de suelo, la geología y las aguas subterráneas.

La primera condición define el modelo hidrodinámico del humedal; el segundo y el tercero definen la capacidad de almacenamiento de agua (Mitsch, 1993). El balance general entre almacenamiento de agua y entradas y salidas esta dado por la ecuación de continuidad (Giles, 1995):

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = P + Esc + AS_R + Q_{in} - Ev_t - AS_D \quad (2.1)$$

Donde:

$\Delta V/\Delta t$	: Almacenamiento
P	: Precipitación neta
Esc	: Entrada por escorrentía
$AS_R$	: Recarga de Agua Subterránea
$Q_{in}$	: Caudal de intercambio
$Ev_t$	: Evapotranspiración
$AS_D$	: Descarga de Agua Subterránea

El balance hídrico se planteará para los 10 últimos años; pues de ahí se obtienen dos insumos importantes para la ecuación de continuidad, estas son; el almacenamiento y el caudal de salida.

De tal forma se estimará la precipitación y la evapotranspiración media del periodo multianual en el periodo 2000-2010 gracias a datos obtenidos a través de Cenicaña.

#### 2.3.6.2.1. Evapotranspiración

Existen diversos métodos para el cálculo de la evapotranspiración; Penman, García López, Thornthwaite, Turc entre muchos otros. No obstante según Mitsch y Gosselink (1993) ninguno de todos estos métodos empíricos es enteramente satisfactorio.

En la literatura existente aun no hay una respuesta uniforme acerca del efecto que tiene la presencia de vegetación en el humedal respecto a la extracción de volumen de agua desde la superficie. Muchos autores afirman que la influencia de la vegetación es insignificante; otros indican que la extracción se incrementa; algunos más dicen que se reduce y que varía con el estado de desarrollo de la vegetación y la estacionalidad climática (Samarena, 2010).

Velez (2006) quien ha realizado estudios sobre el Jacinto de agua en el Valle del Cauca estimó que el Buchón de Agua incrementa la extracción por un factor de 3.2.

Eggelsman (citado por Mitch, 1993) encontró que la evaporación de un lago cubierto por vegetación acuática es generalmente menor que desde una superficie libre excepto durante los meses de verano. Estudios en lagos de Minnessota, Bay (citado por Mitch, 1993) encontraron que la extracción se incrementa entre un 88% a un 121 %. Eisenlohr (citado por Mitch, 1993) reporto un 10% de evaporación más baja. Hall (citado por Mitch, 1993) estimo que la permanencia de vegetación en un humedal en New Hampshire perdió un 80% más de agua durante la estación seca. Brown (citado por Mitch, 1993) encontró que las perdidas por evaporación fueron más bajas que desde una superficie de agua libre.

Las diferencias en los resultados de los experimentos y la dificultad de medir evaporación y evapotranspiración conducen a plantear una aproximación para las condiciones climatológicas del área de localización del Humedal La Trozada.

Un buen indicador de la magnitud de esta variable lo constituye el procedimiento aplicado por Cenicafé en Colombia. El centro de investigaciones del Café - Cenicafé elaboró una expresión ajustada a los registros hidroclimatológicos de un amplio espectro de estaciones en Colombia, esta expresión está dada por:

$$EVP_r = 4.658 \exp(0.0002h) \quad (2.2)$$

Donde:

$EVP_r$ : Evapotranspiración real en mm/día  
 h : Cota sobre el nivel del mar, en m

Para el caso del humedal La Trozada, la evapotranspiración real estaría determinada por la altitud de la estación pluviométrica más cercana (Mediacanoa) que es igual a 927,586 msnm. Por tanto la evaporación real en la zona sería del orden:

$$EVP_r = 5,98 \text{ mm/día o } 179,4 \text{ mm/mes.}$$

No obstante para efectos de un análisis mes a mes del fenómeno de evapotranspiración está se determinara a partir de los valores de evaporación calculados por el método de Penman-Monteith usando el software CropWat (circulación libre FAO), para ello se requirieron datos de temperatura mínima, temperatura máxima, humedad relativa, velocidad del viento y localización geográfica del sitio de estudio (Ver Figura 2.51).

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled							
País	Colombia			Estación	Buga		
Altitud	939	m.	Latitud	3,96	°N	Longitud	76,28 °W
Month	Temp Min	Temp Max	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m <sup>2</sup> /día	mm/día
January	16,5	33,2	76	426	10,0	23,4	5,87
February	17,0	33,7	76	456	10,0	24,4	6,22
March	16,8	33,6	77	438	10,0	25,1	6,22
April	17,0	33,7	80	449	10,0	24,8	6,00
May	17,6	33,1	81	447	10,0	23,7	5,63
June	17,1	33,6	79	390	10,0	23,0	5,64
July	17,0	33,4	77	434	10,0	23,3	5,88
August	16,8	33,3	77	428	10,0	24,2	6,01
September	16,2	33,4	77	446	10,0	24,8	6,18
October	16,2	32,6	80	447	10,0	24,4	5,74
November	16,6	32,7	81	382	10,0	23,5	5,39
December	16,8	32,7	79	384	10,0	22,9	5,41
<b>Average</b>	<b>16,8</b>	<b>33,3</b>	<b>78</b>	<b>427</b>	<b>10,0</b>	<b>24,0</b>	<b>5,85</b>

Figura 2.51. Resultados del modelo Penman-Monteith para el cálculo de la Et en inmediaciones del Humedal La Trozada

El resultado para los promedios hallados de evapotranspiración en los últimos 10 años se afectara por un coeficiente de 140% (1.4), el cual fue reportado por Mitsch & Gosselink (1993) quienes estiman que las tasas de extracción debidas a la vegetación acuatica son mayores a las tasas de extracción calculadas por el metodo de Penman para condiciones no acuaticas, ver Tabla 2.20.

#### 2.3.6.2.2. Precipitación

Al igual que la evapotranspiración, los registros de precipitación para la zona de estudio corresponden a los valores multianuales de los últimos 10 años, aprovechando los datos obtenidos a través de Cenicaña. La precipitación media mensual para esa fecha sobre el Humedal La Trozada se registra en la Tabla 2.20.

#### 2.3.6.2.3. Caudal de intercambio Río Cauca-Humedal La Trozada

Debido a que no existe canal de conexión entre el Río Cauca y el humedal, no es posible determinar un caudal de intercambio superficial entre los dos cuerpos de agua.

#### 2.3.6.2.4. Almacenamiento



A partir del levantamiento topográfico y batimétrico en el Humedal La Trozada, se pudo estimar los valores aproximados de almacenamiento de acuerdo al nivel medio registrado en esa misma fecha. El Volumen almacenado corresponde a 99841,36 m<sup>3</sup> el cual se presenta para un nivel medio de 930,00 (sistema IGAC).

#### 2.3.6.2.5. 0.1.1.2.4. Balance

Finalmente, con los insumos estimados se procede a realizar un balance hídrico para el mes de Diciembre Multianual con datos de una década. Con miras a establecer la magnitud del intercambio con las aguas subterráneas se asumirá que los aportes por acequias y zanjones son mínimos. Un valor negativo en el balance final indicara una posible infiltración desde el Humedal hacía el Acuífero, mientras que un valor positivo significara que el acuífero aporta agua al Humedal.

**Tabla 2.20.** Principales variables para el balance en el Humedal La Trozada

Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Prec. (mm/mes)	Evt (mm/mes)	Qin (m <sup>3</sup> /seg)
99841,36433	74966,62366	0,003453324	227,22	0,1

Unificando la variable salida/entrada de aguas subterráneas (AS) y considerando que el aporte de zanjones y acequias es mínimo (dado que no se tienen datos) la ecuación de continuidad simplificada queda de la siguiente manera:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = P - Ev_t + Q_{in} \pm AS \quad (2.6)$$

Luego de realizar conversión de unidades y de involucrar el área del humedal en las variables Evapotranspiración y Precipitación se tiene:

**Tabla 2.20b.** Variables para el balance hídrico en el Humedal La Trozada

Área (m <sup>2</sup> )	74966,62366			
Variables	Volumen (m <sup>3</sup> )	Prec. (mm/mes)	Evt (mm/dia)	Qin (m <sup>3</sup> /seg)
Datos entrada	99841,36433	119,4	7,574	0,0001
en dia	3328,05	3,98	7,57	0,10
en segundos	0,038519045	4,60648E-05	8,7662E-05	
en metros		4,60648E-08	8,7662E-08	
por area	0,038519045	0,003453324	0,006571727	0,0001

$$0,038 \frac{m^3}{s} = 0,0034 \frac{m^3}{s} - 0,0065 \frac{m^3}{s} + 0,0001 \frac{m^3}{s} \pm AS$$

$$\pm AS = 0,041 \frac{m^3}{s}$$

Este resultado indica que existe la posibilidad que el Humedal este descargando al Acuífero adyacente, es decir sufre pérdidas por infiltración (Bernal, 2010). Dado que no existe un compendio amplio de información no se puede asegurar que efectivamente esa agua esté recargando el acuífero. Existe la posibilidad que el Humedal La Trozada

tenga un comportamiento típico de humedal ribereño, es decir; recibe el exceso de agua del río asociado y la conduce al acuífero adyacente.

No obstante, la incertidumbre asociada a la estimación de la evapotranspiración es un elemento a tener en cuenta en próximas investigaciones, dado que si ese valor llega a ser más alto que el propuesto en este estudio, el cierre de la ecuación de continuidad puede indicar que el Humedal está recibiendo agua extra por parte de alguna variable. De igual forma, se debe establecer una comisión para verificar los posibles canales y/o zanjones de que estén aportando agua al Humedal y de encontrarlos, de debe programar una serie de campañas de aforo.

Estos análisis pretenden brindar un avance hacia las directrices planteadas por la convención Ramsar y acogidas por Minambiente 2006; según lo cual se debe intentar establecer en la mejor medida de las posibilidades el balance hídrico de cada humedal.

Es cierto que aún no se dispone de un adecuado monitoreo ni de la instrumentación requerida para tal fin, pero este tipo de informes pueden direccionar en buena forma los insumos que se deben conseguir para dar continuidad a este proceso.

### 2.3.7. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

*Edwar Andrés Forero Ortiz*

Un análisis a los resultados de los monitoreos de las variables de calidad de las aguas, permiten inferir la salud del ecosistema en sus fases acuática, anfibia y terrestre. Igualmente posibilita identificar las causas que degradan o atentan contra la estructura del sistema, así como el uso del territorio en la cuenca de captación.

No obstante la Corporación CVC no cuenta con un registro amplio de datos de monitoreo para éste factor en todos los humedales objeto de estudio, lo cual resulta precario para efectuar análisis e inferir aspectos y definir acciones a implementar en el manejo.

Para el humedal La Trozada se cuenta con los registros detallados en la siguiente Tabla, los cuales se tomaron para tres secciones longitudinales del cuenco lagunar (Sur, Centro y Norte).

**Tabla 2.21.** Registros de Calidad de Agua

Años	Periodo
2009	Húmedo
2010	Seco

El presente análisis parte de estos registros y aspira a identificar para cada parámetro los valores reportados, sus causas en lo cuantitativo y cualitativo, su relación con los umbrales definidos en la Resolución 1594 de 1984 en lo relacionado con la vida acuática; los orígenes entrópicos y/o naturales de concentración de las sustancias, su

variación temporal y espacial; así como la relación integral entre variables de calidad de agua.

### 2.3.7.1. Índices de calidad del agua

Los índices de calidad de agua son funciones matemáticas que permiten determinar cuantitativa y cualitativamente el estado de un cuerpo de agua, en este caso se quiere indicar el estado del ecosistema y su capacidad para mantener la vida.

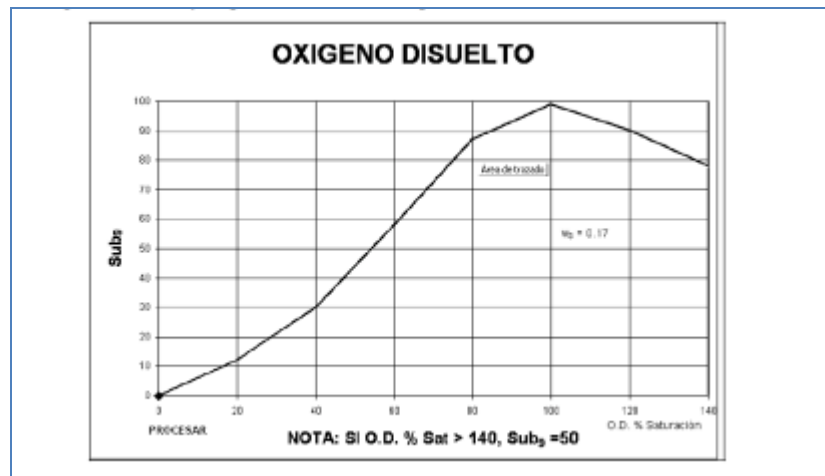
Uno de los indicadores más conocido es el ICA, desarrollado en el año de 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (NSF), creado para medir los cambios en la calidad de agua en tramos de los ríos especial y temporalmente. El índice ICA es una función matemática que se obtiene del producto de nueve parámetros el cual tiene un peso ponderado (entre 0 – 100) según el valor del parámetro.

Expresión numérica:

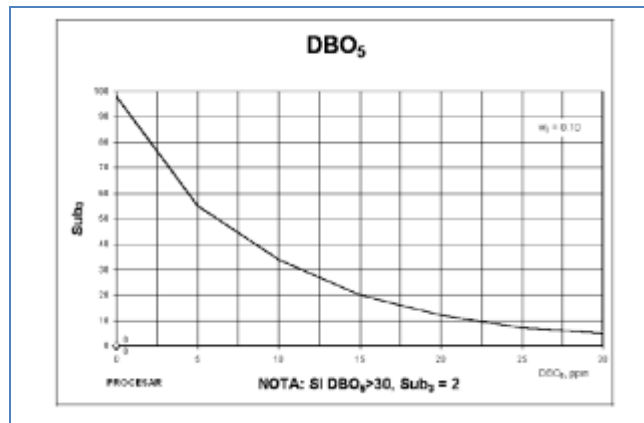
$$ICA = \prod_{i=1}^n (sub_i)^{w_i} \quad (2.X)$$

**Tabla 2.22.** Variables y pesos del ICA

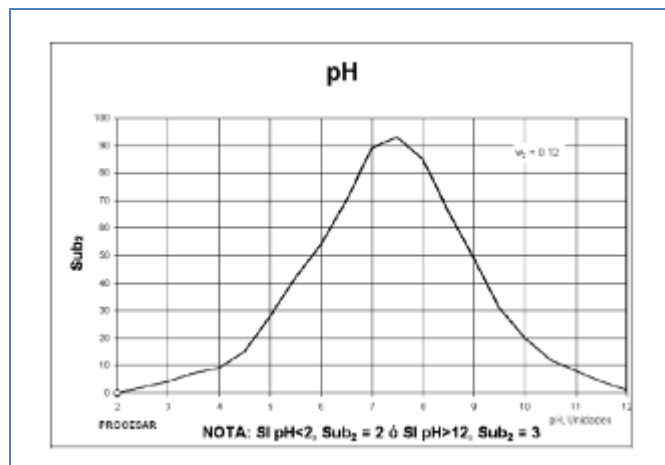
Parámetro	wi
% de Saturación de O <sub>2</sub>	0.17
DBO <sub>5</sub>	0.10
pH	0.12
Turbiedad	0.08
Fosfatos	0.10
Nitratos	0.10
Sólidos Totales	0.08
Temperatura	0.10
Sólidos disueltos	0.15



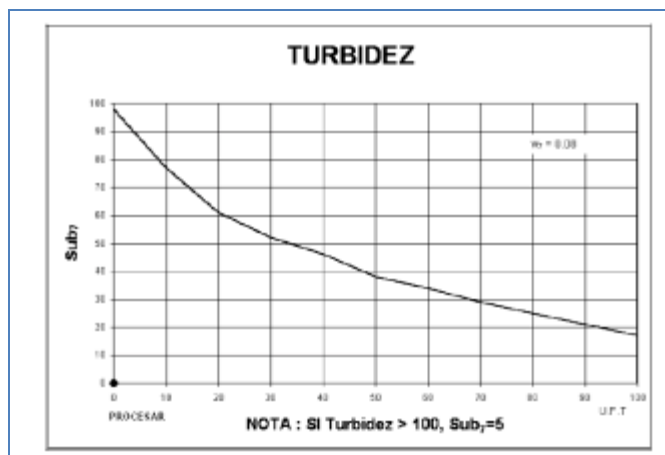
**Figura 2.52.** Estimación de parámetros oxígeno disuelto (Sub<sub>i</sub>)



**Figura 2.53.** Demanda Biológica de oxígeno DBO<sub>5</sub>



**Figura 2.54.** Potencial de Hidrogeno pH



**Figura 2.55.** Turbiedad



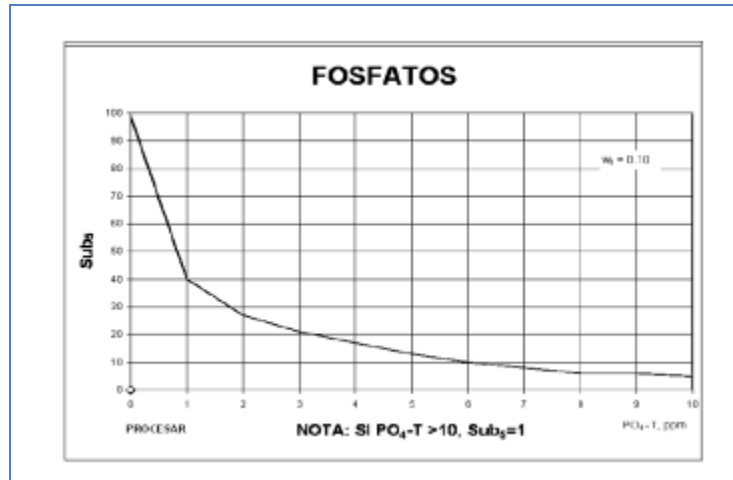


Figura 2.56. Fosfatos

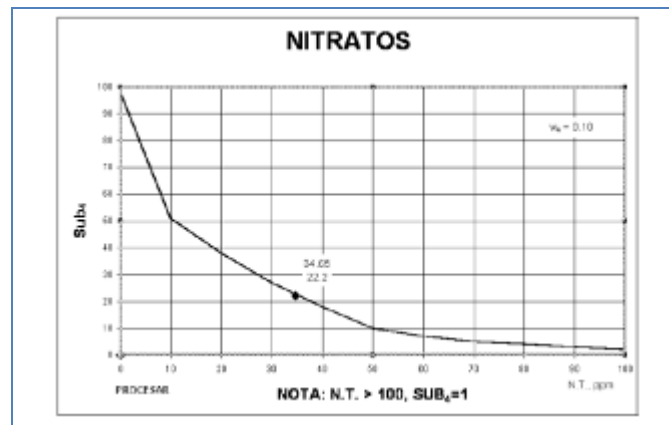


Figura 2.57. Nitratos

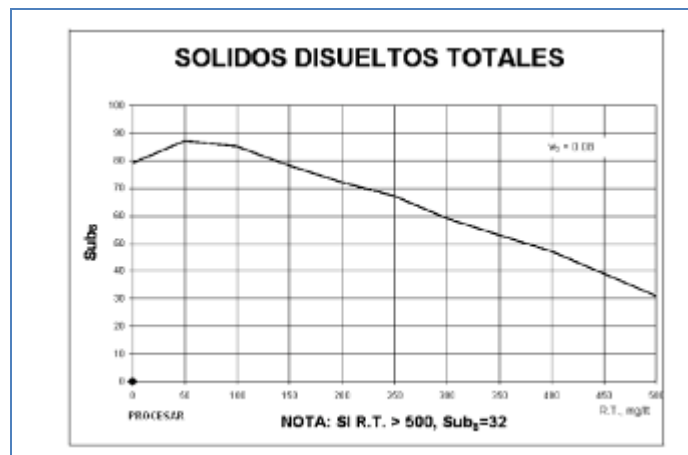


Figura 2.58. Sólidos Disueltos

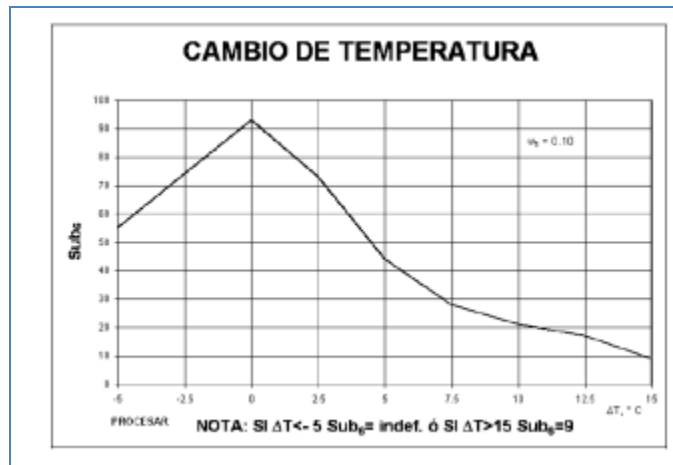


Figura 2.59. Temperatura

### 2.3.7.2. Índices de calidad de agua modificado para el manejo de lagunas tropicales de inundación

El modelo de ICA – NSF se adaptó para aplicarlo a lagunas tropicales de inundación, esta adaptación modifica algunos exponentes dando más peso a los parámetros de Saturación de Oxígeno Disuelto y Solidos Suspendidos. A continuación se indica la ecuación de índices de calidad modificado (Pérez – Rodríguez 2006).

$$ICA - L = (Q_{stO_2})^{0.18} * (Q_{SS})^{0.16} * (Q_{pH})^{0.12} * (Q_{DQO})^{0.12} * (Q_{NO_3})^{0.11} * (Q_{Ptotal})^{0.11} * (QT)^{0.11} * (Q_{ct})^{0.09}$$

Se proponen nuevos parámetros fisicoquímicos y nuevas curvas para calcular los ponderados. Las siguientes curvas ilustran la metodología para el cálculo del índice de Calidad.

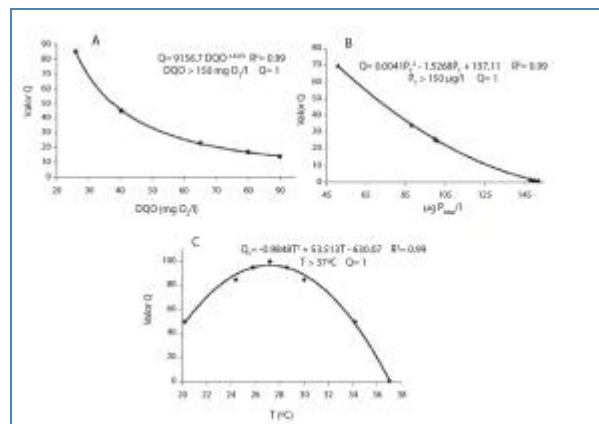


Figura 2.60. Cálculo del índice de Calidad

**Tabla 2.23.** Índice de Calidad de Agua para lagunas tropicales de Inundación

CALIDAD DE AGUA	VALOR	Descripción de la Calidad de Agua
-----------------	-------	-----------------------------------

CALIDAD DE AGUA	VALOR	Descripción de la Calidad de Agua
Excelente	86 – 100	No presenta peligros para el ecosistema. Es adecuada para el desarrollo de todas las especies.
Buena	71 - 85	Sostiene una alta biodiversidad de vida acuática. Se presentan períodos donde algún indicador muestra peligros para el ecosistema. En este caso, si la situación no mejora en un período breve, se empezarían a ver cambios en la composición del ecosistema.
Regular	51 - 70	Existen signos de contaminación, como aumento en la concentración de nutrientes. Se observa una reducción de la diversidad en los organismos acuáticos y un desequilibrio en el crecimiento de algas y vegetación acuática.
Mala	26 - 50	Sostiene una baja biodiversidad de vida acuática, principalmente de especies tolerantes. Manifiesta problemas con fuentes de contaminación puntual y no puntual.
Pesima	0 - 25	Posibilita el crecimiento de poblaciones elevadas de un limitado número de organismos resistentes, aguas muy contaminadas.

### 2.3.7.3. Calidad de agua en el río Cauca

De acuerdo a los datos suministrados por la CVC en sus estaciones de monitoreo (CVC, 2011), los análisis de calidad de agua en el sector comprendido entre el tramo Yotoco y Mediacanoa se caracterizan por presentar una calidad de agua regular. La Tabla 2.XX reporta las concentraciones de los parámetros de importancia para el análisis de calidad de agua del Río Cauca en las estaciones más cercanas al humedal.

En el contexto específico del humedal La Trozada, el río Cauca presenta condiciones adversas de calidad de sus aguas para el desarrollo de la vida acuática, y son suficientes para deteriorar de manera energética la viabilidad ecológica del Río en ese tramo.

**Tabla 2.24.** Parámetros de calidad del agua del Río Cauca, año 2010. Estaciones Tramo Yotoco a Mediacanoa

Parámetro	Unidad	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	1,30
pH	Und.	7,08
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	3,00
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20,11
Turbiedad	UNT	106,13
Fósforo Total	mg P/L	0,21
Nitrógeno Total	mg N/L	3,72
Sólidos Totales	mg ST/L	233,88
Temperatura	°C	25,29

### 2.3.7.4. Tributarios aguas arriba del humedal La Trozada

Se presenta la desembocadura del Río Guadalajara en el Río Cauca a aproximadamente 1 kilómetro aguas arriba del humedal La Trozada, distancia que permite aseverar que la contaminación presente en el Río Guadalajara puede afectar la

calidad del agua en el Río Cauca y por consiguiente, debido a la comunicación subsuperficial presente entre este y el humedal La Trozada; es necesario analizar la calidad del agua del Río Guadalajara.

#### 2.3.7.4.1. Río Guadalajara

La Tabla 2.25 detalla los resultados de los muestreos a los parámetros fisicoquímicos de importancia para el análisis del impacto de la calidad del agua del río en el humedal.

**Tabla 2.25.** Parámetros de calidad del agua del Río Guadalajara, año 2010. Antes de la desembocadura en el Río Cauca

Parámetro	Unidad	Valor
Oxígeno Disuelto	mg O/L	7,6
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O/L	<1,94
Temperatura	°C	20,0
pH	unidad	8,1
Turbiedad	UNT	61,0
Fosfatos	mg PO <sub>4</sub> /L	<0,0640
Nitratos	mg N-NO <sub>3</sub> /L	0,3
Sólidos Totales	mg ST/L	88,0
Sólidos Disueltos	mg SD/L	48,5

Al realizar un análisis detallado de la calidad del agua del Río Guadalajara, es posible detallar que los diferentes parámetros, como el oxígeno disuelto (7,6 mg O/L) y la turbiedad (61 UNT), se encuentran en unos rangos adecuados para la vida acuática.

La Figura 2.62 muestra de manera esquemática los efluentes del río Cauca.

#### 2.3.7.5. *Calidad de agua estudios antecedentes*

#### **Plan de Manejo Ambiental CVC – Fundación Natura, 2003**

Con el plan de manejo desarrollado por la CVC y la Fundación Natura se iniciaron los primeros estudios y análisis de calidad del agua. El presente informe incorpora los anteriores análisis y los actualiza con nueva información recopilada de la CVC en el año 2010.





**Figura 2.61.** Localización del Humedal La Trozada respecto al Río Cauca

Fuente: Modificado de Google Earth, 2011

#### 2.3.7.6. *Análisis de parámetros físico – químicos*

A continuación, se ejecuta un análisis por variable de calidad para posteriormente efectuar la integración y unificar los términos de calidad de agua para el sistema.

##### 2.3.7.6.1. pH

En lo que respecta a éste parámetro en los ecosistemas de humedal, Mitsch y Gosselink (2003) aseguran que: la mayoría de los humedales de ríos aluviales contienen aguas muy mineralizadas, y sus concentraciones de iones oscilan entre 6 y 7 unidades; puesto que contienen altas concentraciones de iones disueltos.

Por su parte para el trópico Colombiano Roldan (1992) asegura que: los lagos y las ciénagas de las partes bajas tropicales presentan rangos amplios de pH entre 5.0 y 9.0 dependiendo de su estado de eutrofización y alcalinidad, los cuales presentan uniformidad o pocas variaciones con la profundidad. Lo anterior se encuentra en coherencia con el pH encontrado en el humedal La Trozada que a lo largo del tiempo se ha mantenido en estos rangos.

Referente a lo biológico, los peces de agua dulce en general tienen un mejor desarrollo en aguas con pH entre 6.5 y 7.0 unidades; Zuñiga, (2006) argumenta que los peces pueden aclimatarse fácilmente a ambientes alcalinos, mientras que en aguas ácidas no tienen ninguna adaptabilidad. El Plancton es más productivo en rangos de pH entre 7.5 y 8.5 unidades.

A través del estudio ejecutado por CVC – Fundación Natura (2003), datos de estudios antecedentes (Aragón y Libreros, 2003) y los datos recopilados por la CVC (2010), el análisis del presente estudio se permite aseverar que las condiciones de pH en el humedal presentan una tendencia neutra, representada en el valor promedio de 7,334 unidades.

**Tabla 2.26.** Valores históricos de pH (unidad)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	7,8	7,49	--	--	7,645
Centro	--	--	7,300	7,090	7,195
Norte	--	--	7,450	7,140	7,295
Sur	--	--	7,330	7,070	7,200
<b>Promedio</b>	<b>7,800</b>	<b>7,490</b>	<b>7,360</b>	<b>7,100</b>	<b>7,334</b>

Las inundaciones de los ríos aluviales, como es el caso del río Cauca, realizan un proceso de equilibrio natural en el suelo, actúan como un efecto buffer en los mismos, puesto que si estos son alcalinos los acidifican hasta neutralizarlos, y si son ácidos los basifica hasta su neutralización; transcurridas 8 semanas después de ésta. Esto significa que las inundaciones son importantes para mantener equilibrado el pH del suelo. (Ver Figura 2.64)

Sari y Zahína, (2001) citado por Zuñiga encontraron que el valor de pH tiene una influencia directa en la calidad del agua, en condiciones acidas muchos contaminantes son más solubles, mientras que en condiciones básicas fácilmente se forman precipitados insolubles.

#### 2.3.7.6.1. Temperatura

La temperatura es un factor condicionante, según Odum y Warret (2006), la gran mayoría de las especies se encuentran restringidas a un intervalo de temperatura. La temperatura promedio de la región a lo largo del año se mantiene entre los rangos (23°C – 24°C) siendo favorable para la mayoría de las formas de vida.

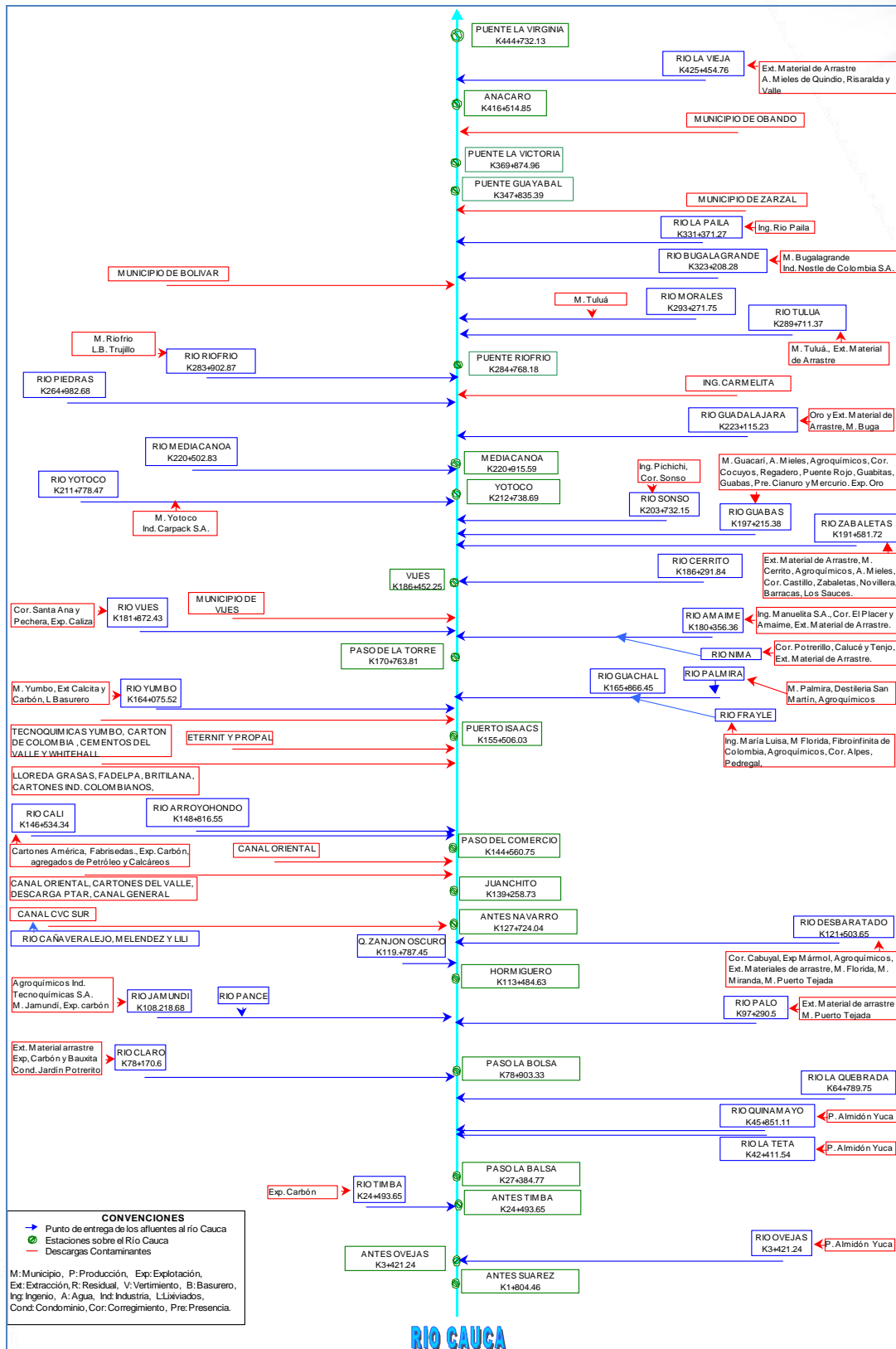
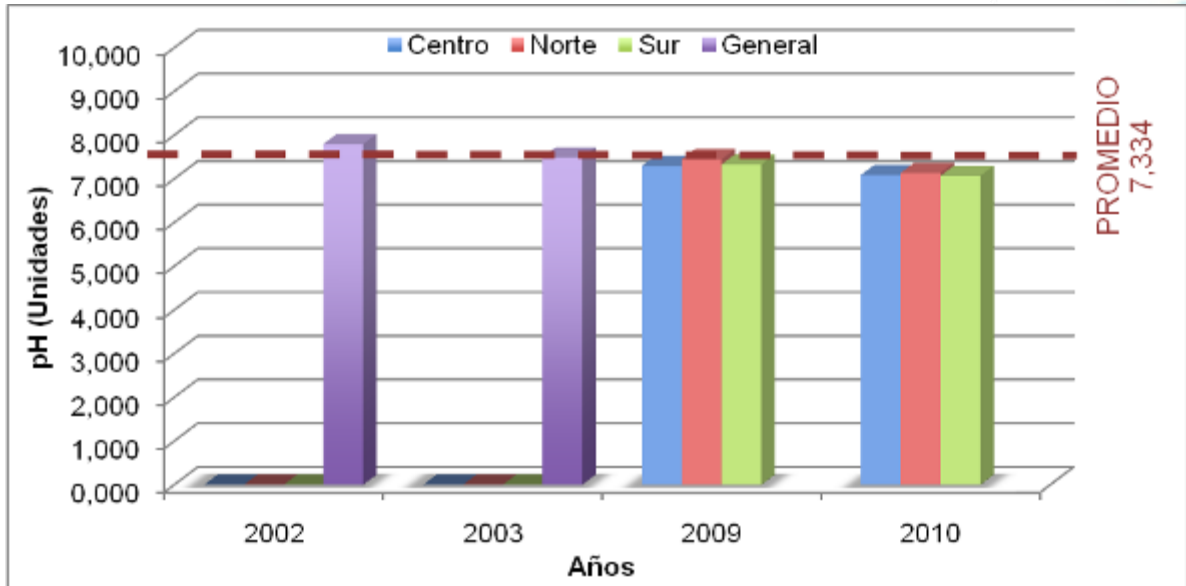
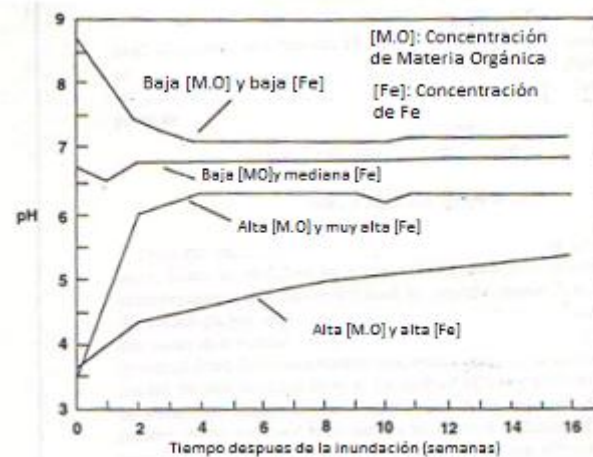


Figura 2.62. Efluentes del Río Cauca  
Fuente: PMC, 2001



**Figura 2.63.** Humedal La Trozada – Medición de pH  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010



**Figura 2.64.** Los cambios en el pH de los suelos orgánicos y diferentes contenidos de Hierro después de las inundaciones  
Fuente: Ponnampereuma, 1972, as modified by Faulkner and Richardson, 1989; copyright 1989, Lewis Publishers, Chelsea, MI, used with permission)

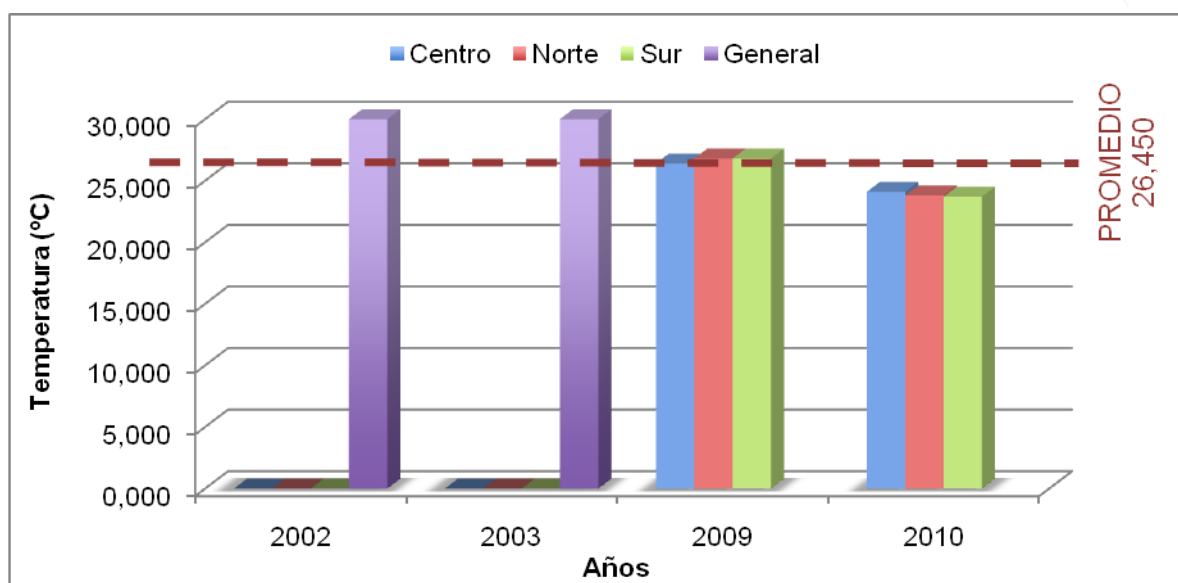
De la revisión del estado del arte para este factor se tiene que se relaciona con la actividad biológica, con el grado de saturación del oxígeno disuelto y del carbonato de calcio. También se asegura que no es conveniente fluctuaciones muy amplias, puesto que las especies acuáticas solo pueden vivir en un estrecho rango y un aumento de solo unos grados en la temperatura puede alterar el grado de supervivencia de las especies.

**Tabla 2.27.** Valores históricos de Temperatura (°C)



Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	30,000	30,000	--	--	30,000
Centro	--	--	26,400	24,100	25,250
Norte	--	--	26,800	23,800	25,300
Sur	--	--	26,800	23,700	25,250
<b>Promedio</b>	<b>30,000</b>	<b>30,000</b>	<b>26,667</b>	<b>23,867</b>	<b>26,450</b>



**Figura 2.65.** Humedal La Trozada – Medición de Temperatura (°C)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Las anteriores mediciones permiten inferir que la temperatura en el humedal La Trozada se han mantenido dentro de un margen adecuado para la vida, presentando oscilaciones temporalmente y espacialmente entre periodos secos, (23,7 – 30 °C), por lo cual se esperan cambios que comprometen la concentración de oxígeno disuelto y la biota acuática.

El promedio de la temperatura en el Humedal La Trozada es de 26,45°C, que de acuerdo con la clasificación realizada por Roldán (1992), es un lago *Oligomíctico*, los cuales están localizados en bajas alturas, con aguas cálidas y sujetos a pocas variaciones de temperatura a lo largo del año, con débiles y escasos pocos periodos de circulación térmica.

#### 2.3.7.6.2. Turbiedad

La turbiedad en el agua es originada por la presencia de partículas disueltas y en suspensión, como arcillas, material orgánico e inorgánico, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos.

Los humedales rivereños son sedimentadores o sumideros naturales, receptores de fuertes pulsos hidrológicos y de materiales de sistemas aguas arriba. Las zonas ribereñas cubren una amplia variedad de entornos y procesos, el hilo común es la vinculación entre la zona ribereña, el río y las tierras altas adyacentes.



**Figura 2.66.** Complejo de humedales receptores de fuertes pulsos hidrogeológicos

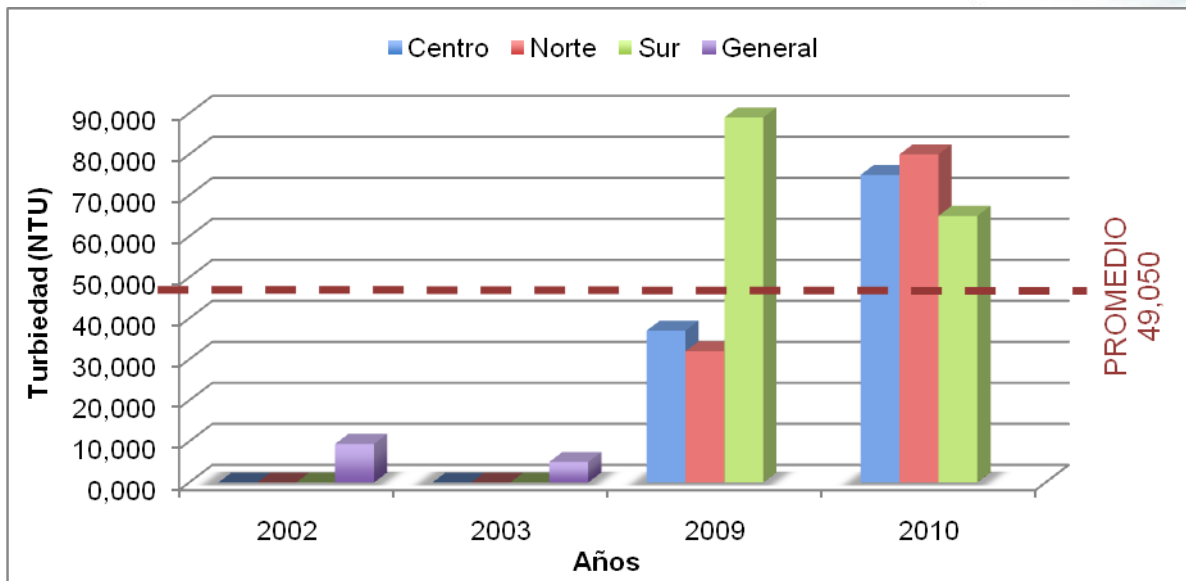
Estos sistemas aguas arriba y las zonas inundables han sido transformados como resultado de prácticas de gestión de agua, distritos de riego, drenaje de suelos, regulación de caudal, construcción de diques, y actividades agrícolas y ganaderas. La cuenca del río Cauca no ha sido ajena a esta condición.

**Tabla 2.28.** Valores históricos de Turbiedad (NTU)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	9,4	5	--	--	7,200
Centro	--	--	37,000	75,000	56,000
Norte	--	--	32,000	80,000	56,000
Sur	--	--	89,000	65,000	77,000
<b>Promedio</b>	<i>9,400</i>	<i>5,000</i>	<i>52,667</i>	<i>73,333</i>	<b>49,050</b>

Los rangos de turbiedad encontrados en los periodos de verano e invierno oscilan entre 5 y 89 UNT, estos últimos datos influenciados por las épocas de intensas lluvias presentadas entre los años 2009 y 2010. La excesiva turbiedad afecta la cantidad de luz que penetra al agua, esto interfiere en el proceso fotosintético reduciendo la actividad biológica del ecosistema, además inhiben el desarrollo microorganismos del fitoplancton. La sedimentación de grandes volúmenes de material suspendido precipita hacia el fondo los organismos planctónicos y además la presencia de materia orgánica perjudica las comunidades de macro invertebrados bentónicos (Zúñiga, 1996).



**Figura 2.67.** Humedal La Trozada – Medición de Turbiedad (NTU)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

### 2.3.7.6.3. Color Real

El color en el agua está asociado a sustancias en solución, en cuerpos de aguas naturales, es generado por la descomposición de material vegetal, ligninas, taninos, ácidos húmicos y fulvitas, algas y algunos minerales. Además de esto las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución.

**Tabla 2.29.** Valores históricos de Color Real (UPC)

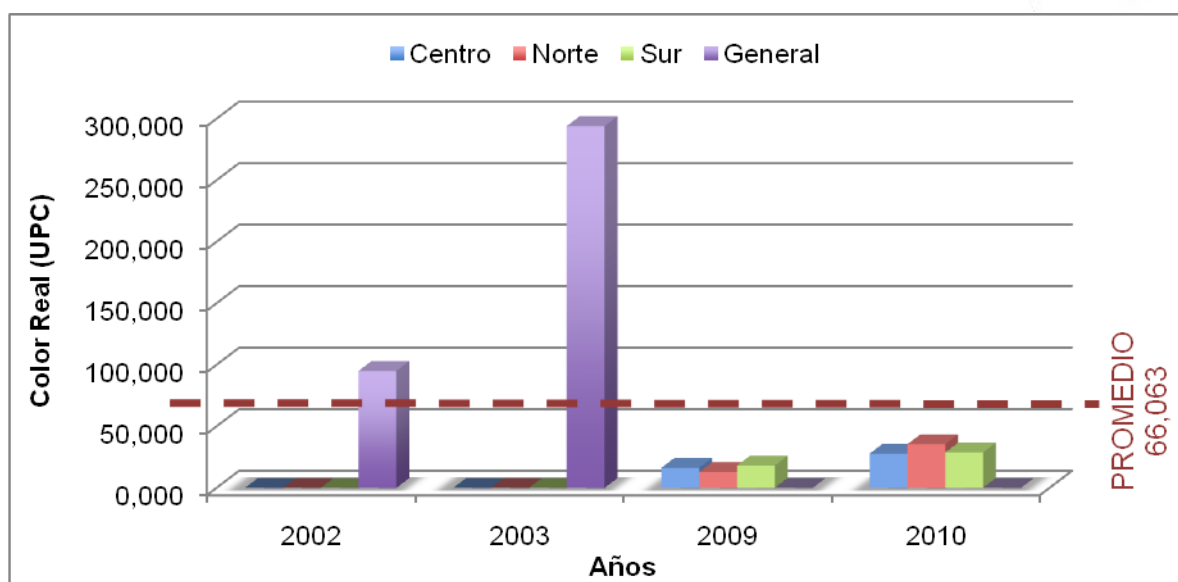
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	95	294	--	--	194,500
Centro	--	--	16,300	27,800	22,050
Norte	--	--	12,900	35,500	24,200
Sur	--	--	18,200	28,800	23,500
<b>Promedio</b>	<i>95,000</i>	<i>294,000</i>	<i>15,800</i>	<i>30,700</i>	<b>66,063</b>

El color en la fase acuática del humedal, se asocia al contacto con almacenamientos orgánicos, producto de la descomposición exponencial de las plantas acuáticas del cuerpo lagunar, caracterizados por taninos, ácidos húmicos, humus y toma un tinte amarillo-café.

Para el caso del Humedal La Trozada se tiene que los niveles de color máximos están en el orden de 294 UPC, producto de los altos niveles de sedimentos y en especial por la vegetación acuática predominante en el humedal, que se manifiestan también en la turbiedad. Los valores promedio oscilan entre 15 y 30 UPC, permitiendo aclarar que el

parámetro de color no tiene incidencia negativa en la vida acuática bajo condiciones normales.



**Figura 2.68.** Humedal La Trozada – Medición de Color Real (UPC)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

#### 2.3.7.6.4. DBO<sub>5</sub>

El contenido de materia orgánica de los suelos de tierras inundables suele encontrarse en un rango del 2 al 5 %. La descomposición de la materia orgánica se da en vía aeróbica y anaeróbica. El contenido de materia orgánica de los suelos inundables dependen de una serie de procesos, la producción primaria, los insumos alócatenos, las tasas de descomposición y erosión.

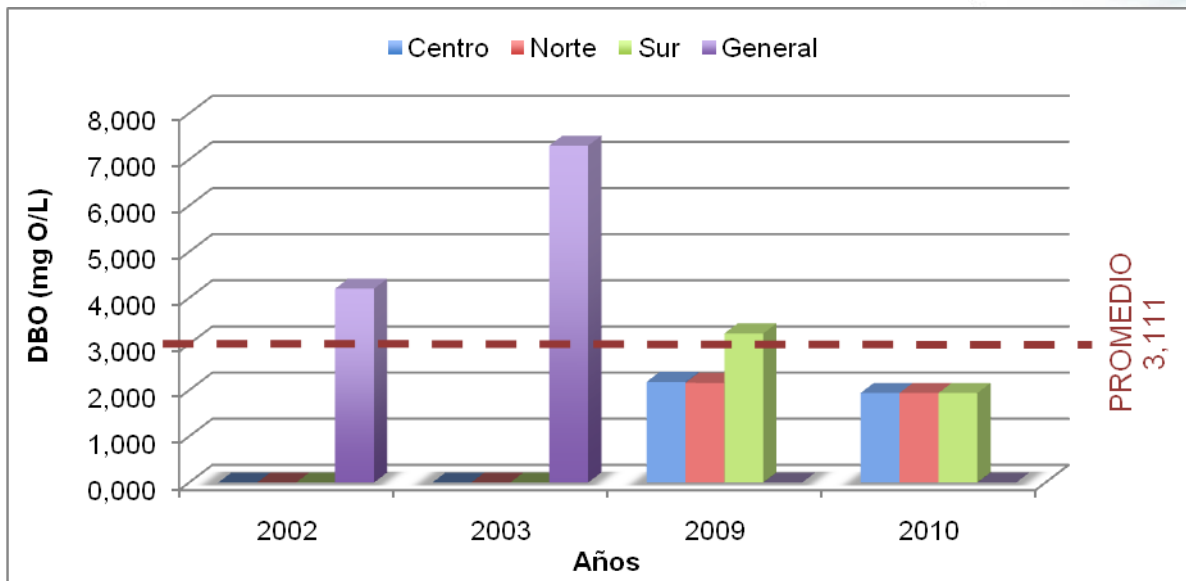
Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas es el ensayo de DBO<sub>5</sub>. Esencialmente, la DBO<sub>5</sub> es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aeróbicas, en un periodo de 5 días y a 20 °C. El ensayo supone la medida de la cantidad de oxígeno consumido por organismos vivos en la utilización de la materia orgánica presente en un residuo.

**Tabla 2.30.** Valores históricos de DBO<sub>5</sub> (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				
	2002	2003	2009	2010	Promedio
General	4,2	7,3	--	--	5,750
Centro	--	--	2,180	1,940	2,060
Norte	--	--	2,160	1,940	2,050
Sur	--	--	3,230	1,940	2,585
<b>Promedio</b>	<b>4,200</b>	<b>7,300</b>	<b>15,800</b>	<b>1,940</b>	<b>3,111</b>





**Figura 2.69.** Humedal La Trozada – Medición de DBO (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Los valores promedio registrados de DBO<sub>5</sub> (3,11 mg O/L) exceden por poco la disponibilidad de oxígeno en el medio, esto significa que una vez consumido el oxígeno, el metabolismo y la oxidación de la materia orgánica en el humedal se da de manera anaeróbica lo que implica reducción de la biodiversidad puesto muchos organismos en especial los peces son sensibles a los ambientes en donde el oxígeno es escaso.

#### 2.3.7.6.5. Conductividad

El Agua pura es un buen conductor de la electricidad. El agua destilada ordinaria en equilibrio con dióxido de carbono en el aire tiene una conductividad aproximadamente de  $10 \times 10^{-6} \text{ W}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  (20 dS/m). Debido a que la corriente eléctrica se transporta por medio de iones en solución, la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones. De tal manera, que la conductividad aumenta cuando el agua disuelve compuestos iónicos.

**Tabla 2.31.** Conductividad en distintos tipos de aguas

Fuente: Romero, 1996

Descripción	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
Agua Ultrapura	$5.5 \cdot 10^2$
Agua	50 - 500
Agua del mar	500

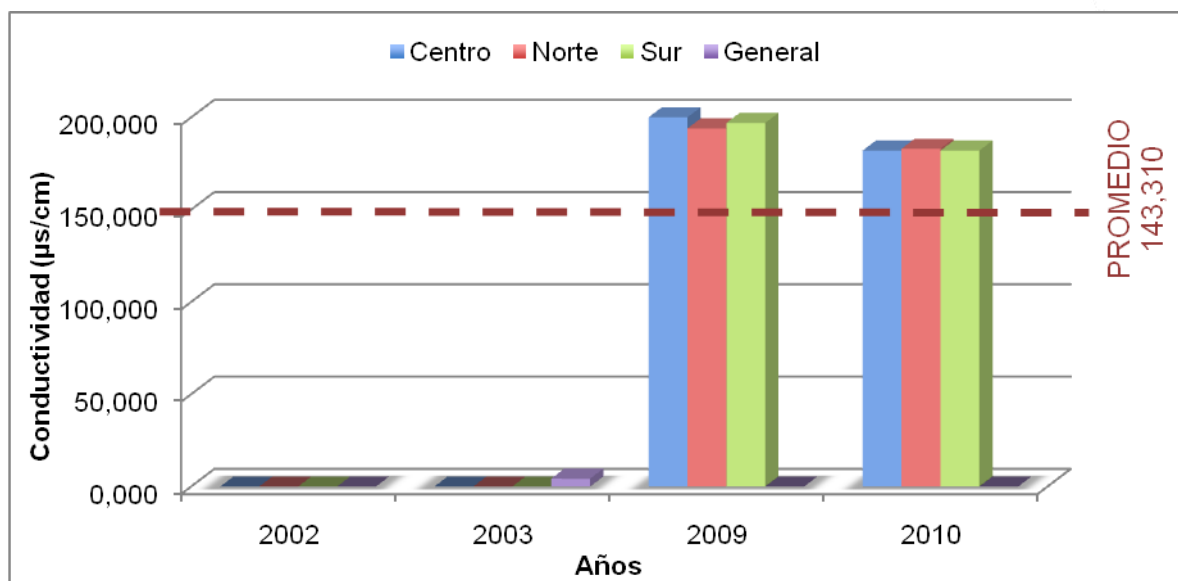
Según Romero la conductividad del agua depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación.

**Tabla 2.32.** Valores históricos de Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
-----------	------

	2002	2003	2009	2010	Promedio
General	---	4,24	--	--	4,240
Centro	--	--	200,000	182,000	191,000
Norte	--	--	194,000	183,000	188,500
Sur	--	--	197,000	182,000	189,500
<b>Promedio</b>	--	<b>4,240</b>	<b>15,800</b>	<b>182,333</b>	<b>143,310</b>



**Figura 2.70.** Humedal La Trozada – Medición de Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

En el humedal La Trozada las concentraciones de sustancias disueltas se han mantenido constantes a nivel espacial y temporalmente en periodos húmedos y secos, el parámetro está dentro de lo esperado en aguas naturales (50 – 500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).

A través de la estimación de la conductividad, es posible estimar que el agua del humedal La Trozada se clasifica en un grado bajo de Dureza (Orozco, 2007).

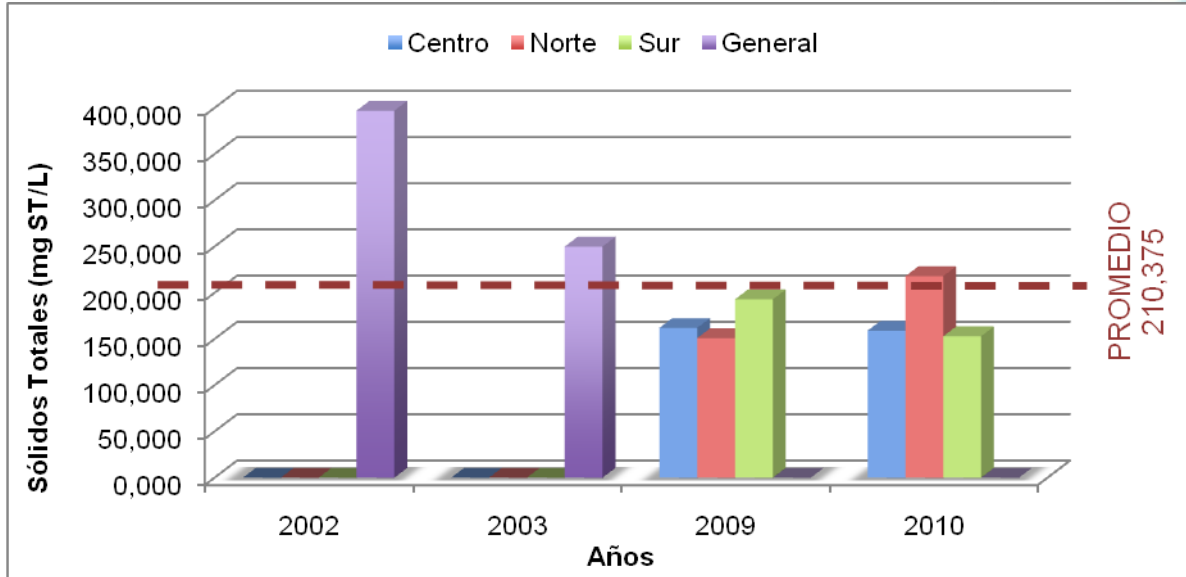
#### 2.3.7.6.6. Sólidos totales

El humedal La Trozada presenta valores de Sólidos Totales consistentes con lo hallado en el parámetro de conductividad, es decir, promedios que oscilan entre los 151,00 y los 397,00 mg ST/L.

**Tabla 2.33.** Valores históricos de Sólidos Totales (mg ST/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				
	2002	2003	2009	2010	Promedio
General	397,000	250,000	--	--	323,500
Centro	--	--	162,000	159,000	160,500
Norte	--	--	151,000	218,000	184,500
Sur	--	--	193,000	153,000	173,000
<b>Promedio</b>	<b>397,000</b>	<b>250,000</b>	<b>168,667</b>	<b>176,667</b>	<b>210,375</b>



**Figura 2.71.** Humedal La Trozada – Medición de Sólidos Totales (mg ST/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Los promedios para los sólidos totales rebasan los valores normales esperados para un humedal en actividad normal (máximo 100 mg ST/L), pudiendo dificultar la posibilidad del uso del agua del humedal para su potabilización y consumo humano (OMS, 2003).

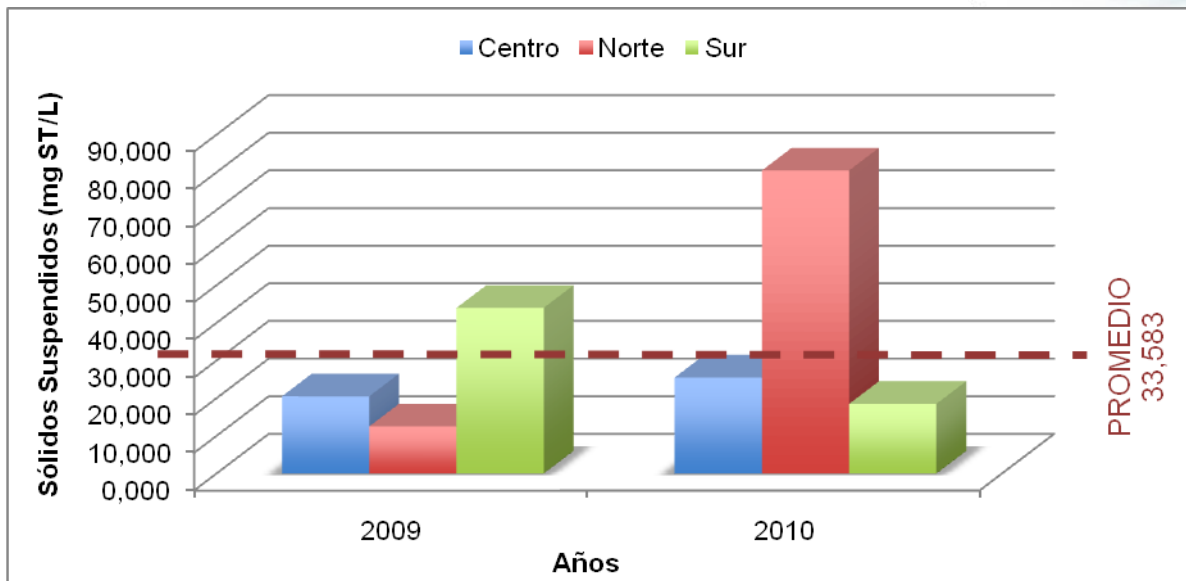
#### 2.3.7.6.7. Sólidos suspendidos

La presencia de sólidos suspendidos indican el estado de la cuenca de drenaje, entre más sean las concentraciones de sólidos suspendidos, más deteriorada se encontrará la cuenca por efecto de arrastre de procesos erosivos.

**Tabla 2.34.** Valores históricos de Sólidos Suspendidos (mg SS/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	20,500	25,500	23,000
Norte	12,500	80,500	46,500
Sur	44,000	18,500	31,250
<b>Promedio</b>	<b>25,667</b>	<b>41,500</b>	<b>33,583</b>



**Figura 2.72.** Humedal La Trozada – Medición de Sólidos Suspendidos (mg SS/L)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Zuñiga, (1996) sostiene que las concentraciones de sólidos sedimentables y sólidos suspendidos no deben exceder de más del 10% la profundidad del punto de compensación que favorece la actividad fotosintética, esto significa que las concentraciones de sólidos en suspensión definen la capacidad del ecosistema para la preservación de comunidades acuáticas, de esta manera la EPA define los siguientes criterios.

**Tabla 2.35.** Criterio de Sólidos suspendidos

Fuente: Zuñiga, (1996)

NIVEL DE PRESERVACIÓN O PROTECCIÓN	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (mg/L)
Máximo nivel de preservación	25
Nivel de protección moderada	80
Bajo nivel de preservación	400
Nivel de protección muy crítico	400

En el humedal La Trozada se registraron valores que oscilan entre 12,5 mg/L y 80 mg/L, lo que se encuentra dentro del límite para una moderada preservación de las comunidades acuáticas.

#### 2.3.7.6.8. DQO

La demanda química de oxígeno es un parámetro analítico de polución que mide el material orgánico en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte.

La relación entre la DQO y la DBO conocida como índice de Biodegradabilidad indica la susceptibilidad a la biodegradación. La relación entre la DQO y la DBO indica la



cantidad de sustancias que no se degradan biológicamente, los valores superiores a 1.5 indican que las sustancias son moderadamente biodegradables.

**Tabla 2.36.** Valores históricos de DQO (mg O/L)

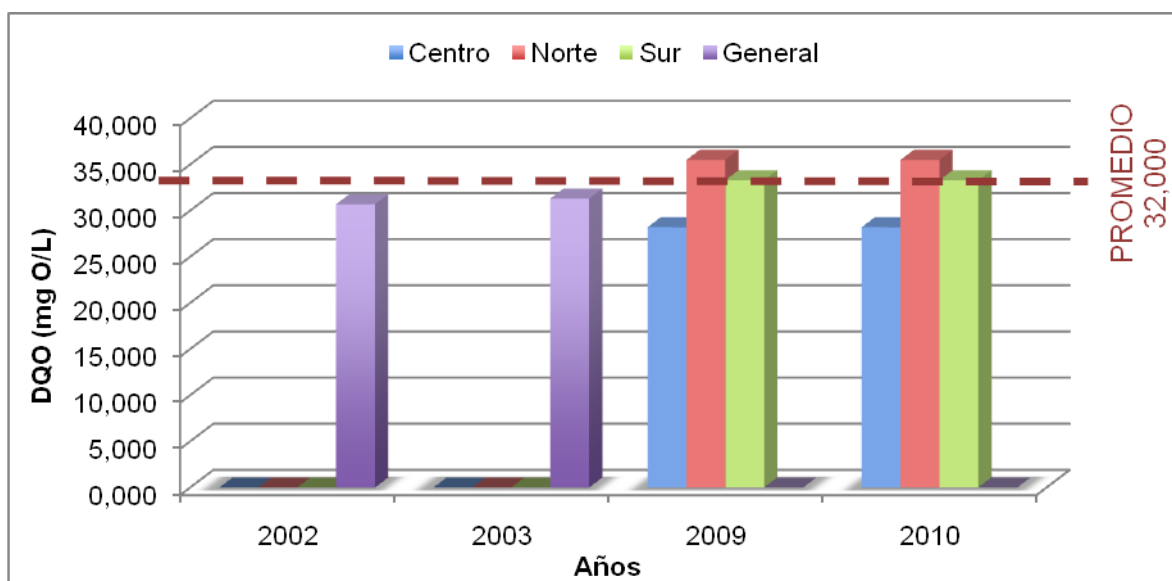
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	30,7	31,3	--	--	31,000
Centro	--	--	28,200	28,200	28,200
Norte	--	--	35,500	35,500	35,500
Sur	--	--	33,300	33,300	33,300
<b>Promedio</b>	<b>30,700</b>	<b>31,300</b>	<b>32,333</b>	<b>32,333</b>	<b>32,000</b>

**Tabla 2.37.** Relación DQO/DBO

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	7,310	4,288	--	--	5,799
Centro	--	--	12,936	14,536	13,736
Norte	--	--	16,435	18,299	17,367
Sur	--	--	10,310	17,165	13,737
<b>Promedio</b>	<b>7,310</b>	<b>4,288</b>	<b>13,227</b>	<b>16,667</b>	<b>12,660</b>



**Figura 2.73.** Humedal La Trozada – Medición de DQO (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

La Relación DQO/DBO calculada indica que existe mayor presencia de sustancias no biodegradables, las relaciones encontradas en el año 2010, mayores que las encontradas para el año 2009 indican que en el agua predominan sustancias no degradables biológicamente, esto puede suponer la alta presencia de iones que interfieren como nitritos, cloruros, sulfitos y sulfuros.

### 2.3.7.6.9. Oxígeno Disuelto

El suministro de oxígeno en el agua procede principalmente de dos fuentes, la fotosíntesis de las plantas acuáticas y la difusión en la atmosfera. Adum y Warren, (2009) sostienen que el oxígeno es uno de los elementos limitantes en particular en lagos y en aguas con fuerte carga orgánica.

Cuando ingresa materia orgánica a un humedal, el oxígeno disponible en el suelo y en el agua se agota por la actividad metabólica de los organismos aerobios que lo usan como mecanismo de oxidación de las moléculas inorgánicas.

La mayoría de los microorganismos han desarrollado novedosas formas de adaptación, cuando se reduce la disponibilidad de oxígeno los microorganismos o las bacterias conocidas como facultativas usan otros compuestos inorgánicos para la oxidación. Otros organismos especialmente la fauna superior (peces no soportan la reducción del oxígeno disuelto. Las repercusiones más significativas a nivel de todo el balance ecológico de un cuerpo de agua lo constituye la reducción del oxígeno disuelto, para toda la vida presente y en especial para la población de peces ellos desaparecen cuando la concentración de oxígeno disuelto es menor de 2 mg O<sub>2</sub>/L (Zuñiga, 1996).

La reducción de oxígeno disuelto además de afectar la respiración de los organismos acuáticos, puede incrementar la toxicidad de agentes venenosos como sales de cobre, zinc, plomo y compuestos famélicos, muy frecuentemente en aguas residuales industriales. (Zuñiga, 1996).

Los estudios de Molano Campusano en el año de 1954 encontraron en la Laguna de Sonso, niveles de saturación de oxígeno disuelto de 6.7 PPM o mg/L, estos valores encontrados muestran un ecosistema que puede sostener organismos superiores de fauna y flora. La siguiente figura muestra la circulación del oxígeno disuelto en un ecosistema.

**Tabla 2.38.** Valores históricos de OD (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	3,2	5,14	--	--	4,170
Centro	--	--	3,030	0,500	1,765
Norte	--	--	4,340	0,500	2,420
Sur	--	--	3,080	0,500	1,790
<b>Promedio</b>	<i>3,200</i>	<i>5,140</i>	<i>3,483</i>	<i>0,500</i>	<b>2,536</b>

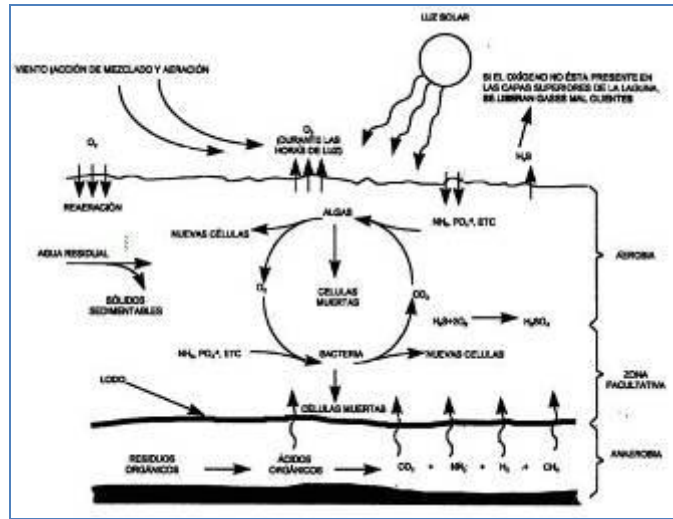


Figura 2.74. Oxígeno en el Agua

Las concentraciones históricas de oxígeno disuelto en el humedal La Trozada denotan una caída importante en los niveles de oxígeno disuelto, de un promedio entre 3 y 5 hacia valores de 0,5 mg O/L. Esto significa que en el último año el cuerpo del agua del humedal se transformó en un sistema anaerobio que no tiene la capacidad de sostener formas superiores de fauna y flora.

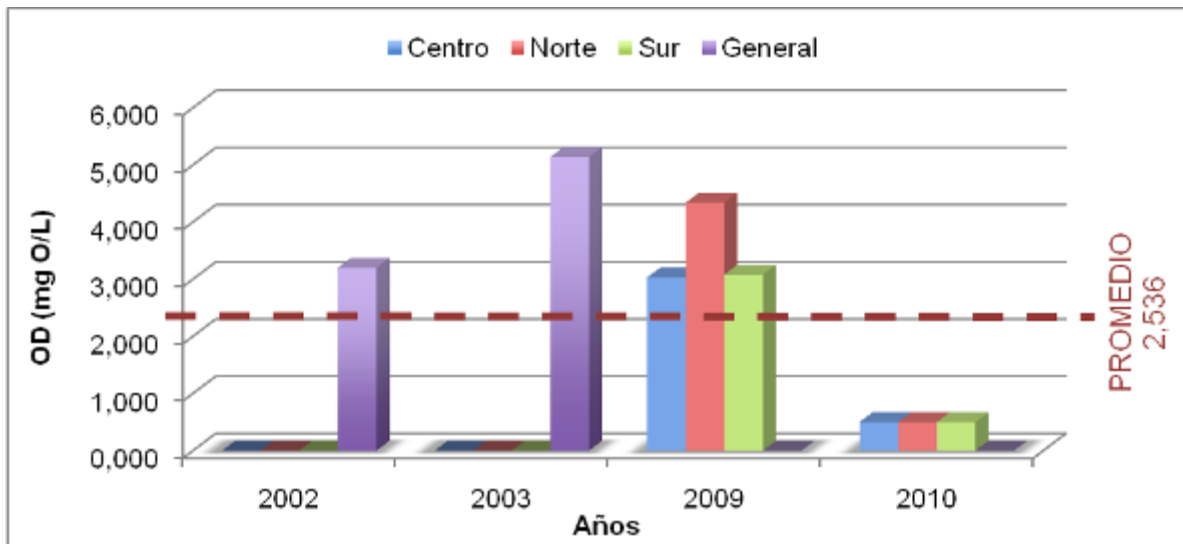


Figura 2.75. Humedal La Trozada – Medición de OD (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

La reducción de oxígeno disuelto además de afectar la respiración de los organismos acuáticos, puede incrementar la toxicidad de agentes venenosos como sales de cobre, zinc, plomo y compuestos famélicos, muy frecuentemente en aguas residuales industriales. Zúñiga, (1996) sostiene que el proceso de metilación hace asimilable el mercurio por parte de los organismos vivos, es favorecido por la reducción de los niveles disponibles de oxígeno disuelto en el agua.

Estudios realizados en Gran Bretaña han demostrado que algunas especies de peces puedan prosperar en ambientes bastantes poluídos, siempre y cuando los niveles de oxígeno no se mantengan muy distanciados de su punto de saturación.

#### 2.3.7.6.10. Nutrientes

Las inundaciones y los pulsos hidrológicos transportan sedimentos que contienen muchas sustancias dentro de las que caben destacar: materia orgánica, partículas, sólidos, nutrientes, tóxicos y contaminantes. La absorción de nutrientes y de contaminantes hasta la misma descomposición de plaguicidas en el suelo estará en función del tiempo de permanencia de la inundación.

#### 2.3.7.6.11. Nitrógeno

Para Mitch y Gosselink (2003) El nitrógeno es a menudo uno de los nutrientes más limitantes en el suelo.

El nitrógeno y sus diferentes formas están definidos en un ciclo complejo de flujo de materia y energía. Odón y Warrant (2006) describen que el nitrógeno del protoplasma se descompone partiendo de formas orgánicas a inorgánicas, por una serie de bacterias, cada una especializada en una parte específica del ciclo., una de las formas más oxidadas del nitrógeno son el amonio y el nitrato, sustancias que las plantas asimilan más fácilmente. En otra vía del ciclo, el nitrógeno retorna a la atmosfera por acción de las bacterias desnitrificadoras. La siguiente figura muestra el ciclo de nitrógeno.



Figura 2.76. Ciclo del Nitrógeno

En los humedales el nitrógeno ingresa al ecosistema a través de la descomposición microbiana, del metabolismo de los animales en forma de Urea y artificialmente por efluentes que contienen fertilizantes en los cultivos.



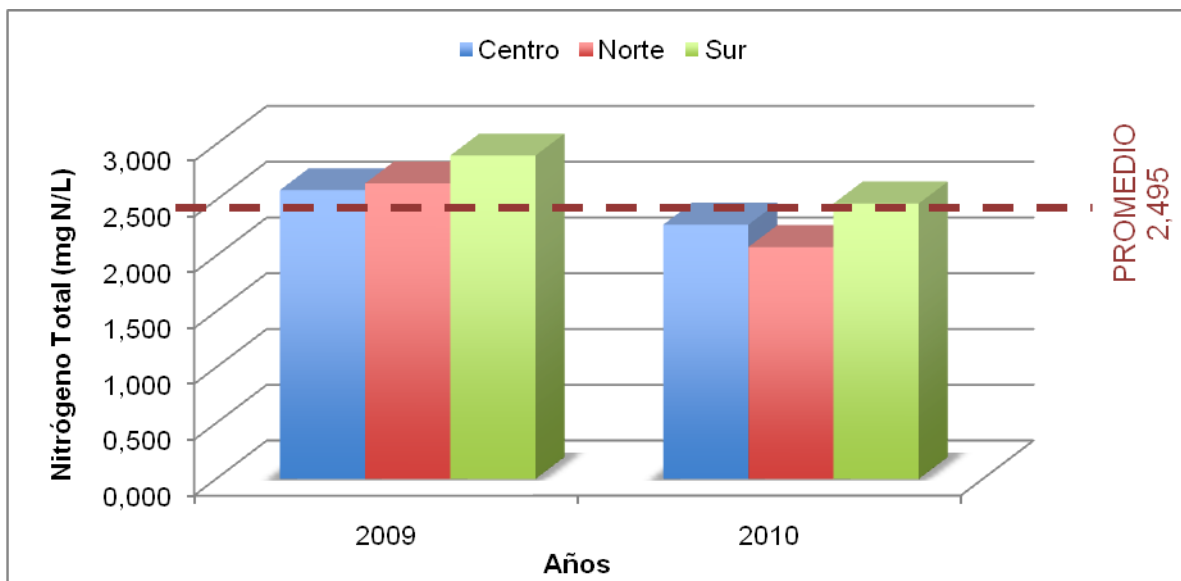
Para Romero (1993), en programas de control de polución de ríos, es necesario conocer los valores de las formas de nitrógeno. El nitrógeno, por una parte, es uno de los elementos esenciales para el crecimiento de algas y, por otra parte, causa una demanda de oxígeno al ser oxidado por las bacterias nitrificantes, reduciendo los niveles de oxígeno disuelto. En general, en aguas residuales, el contenido de nitrógeno total es de 20 – 70 mg/L mientras que en ríos y aguas sin polución fuerte de 0.1 – 3mg/L.

#### 2.3.7.6.12. Nitrógeno Total

**Tabla 2.39.** Valores históricos de Nitrógeno Total (N/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	2,590	2,280	2,435
Norte	2,650	2,080	2,365
Sur	2,900	2,470	2,685
<b>Promedio</b>	<b>2,713</b>	<b>2,277</b>	<b>2,495</b>



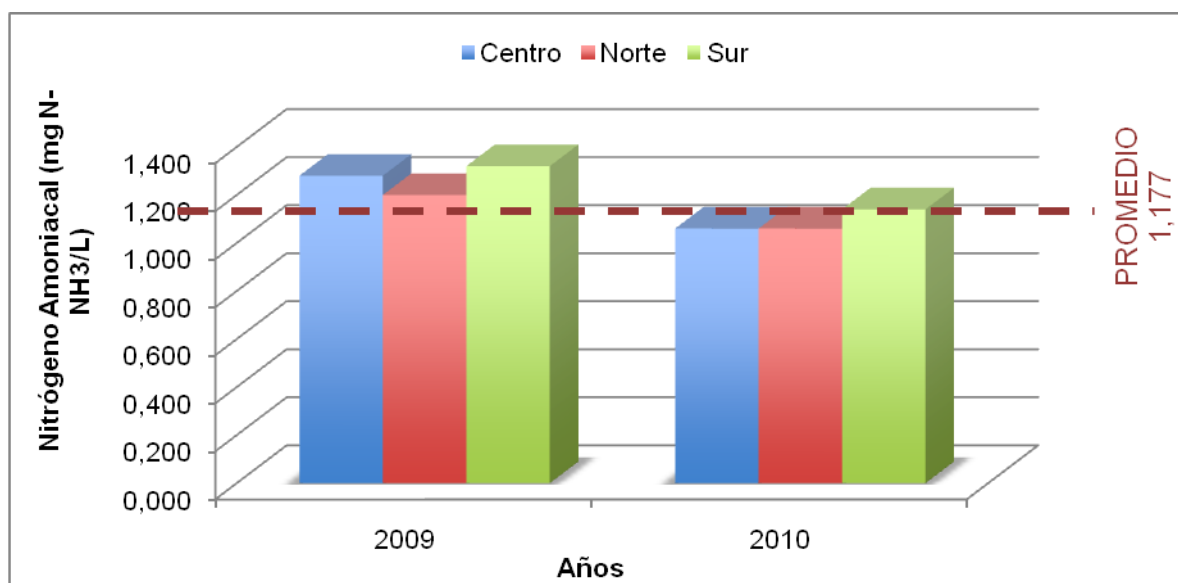
**Figura 2.77.** Humedal La Trozada – Medición de Nitrógeno Total (N/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

2.3.7.6.13. Nitrógeno Amoniacal**Tabla 2.40.** Valores históricos de Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH<sub>3</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	1,280	1,060	1,170
Norte	1,200	1,060	1,130
Sur	1,320	1,140	1,230
<b>Promedio</b>	<b>1,267</b>	<b>1,087</b>	<b>1,177</b>

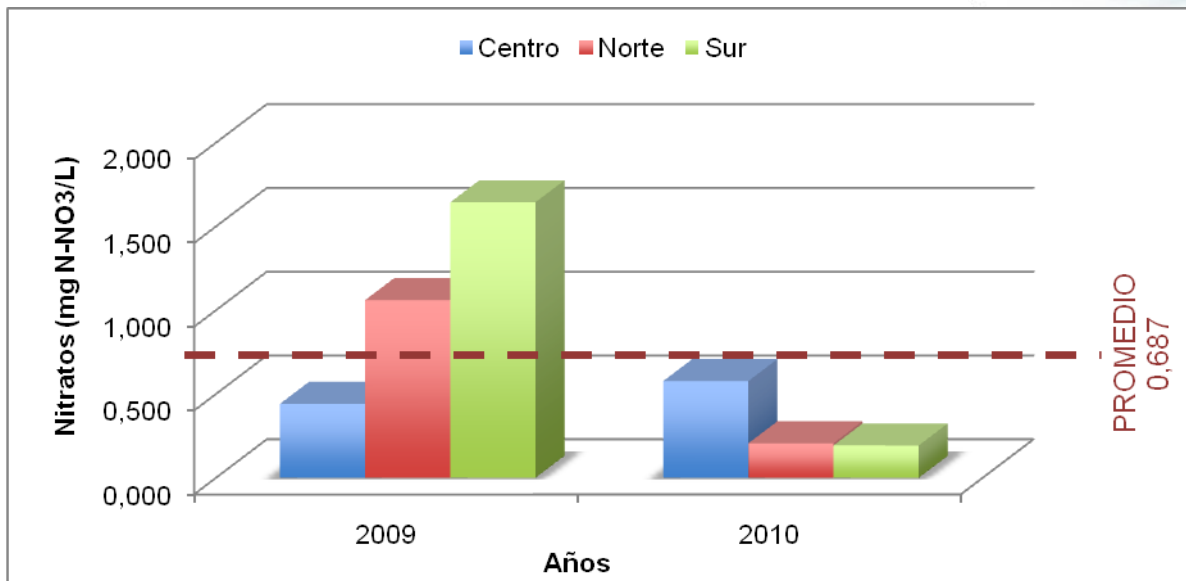
**Figura 2.78.** Humedal La Trozada – Medición de Nitrógeno Amoniacal (N-NH<sub>3</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

2.3.7.6.14. Nitratos**Tabla 2.41.** Valores históricos de Nitratos (mg N-NO<sub>3</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	0,441	0,577	0,509
Norte	1,060	0,206	0,633
Sur	1,644	0,193	0,919
<b>Promedio</b>	<b>1,048</b>	<b>0,325</b>	<b>0,687</b>

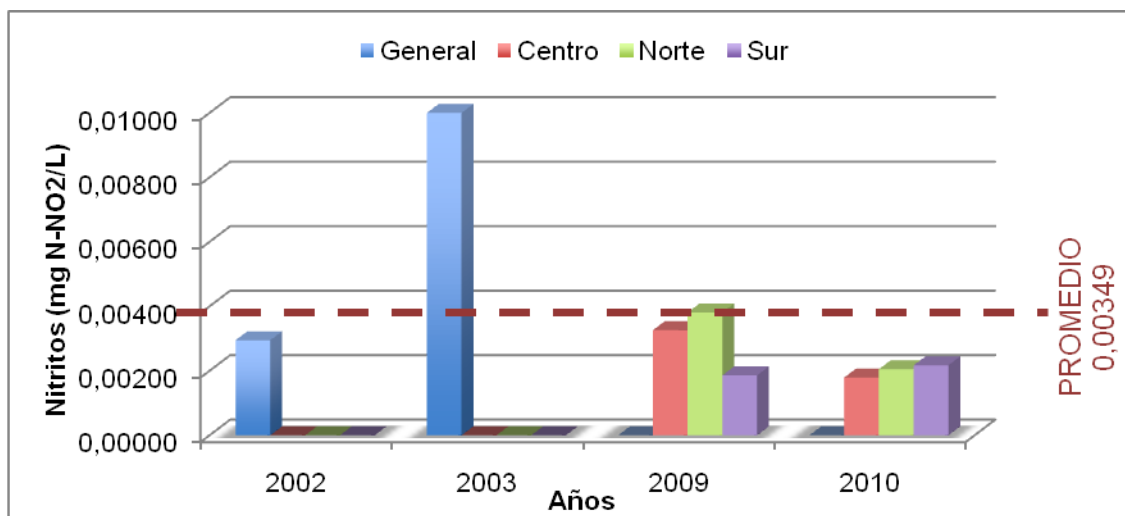


**Figura 2.79.** Humedal La Trozada – Medición de Nitratos (mg N-NO<sub>3</sub>/L)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

#### 2.3.7.6.15. Nitritos

**Tabla 2.42.** Valores históricos de Nitritos (mg N-NO<sub>2</sub>/L)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	0,00295	0,01000	--	--	0,00648
Centro	--	--	0,00326	0,00179	0,00253
Norte	--	--	0,00381	0,00205	0,00293
Sur	--	--	0,00186	0,00217	0,00202
<b>Promedio</b>	<b>0,00295</b>	<b>0,01000</b>	<b>0,00298</b>	<b>0,00200</b>	<b>0,00349</b>



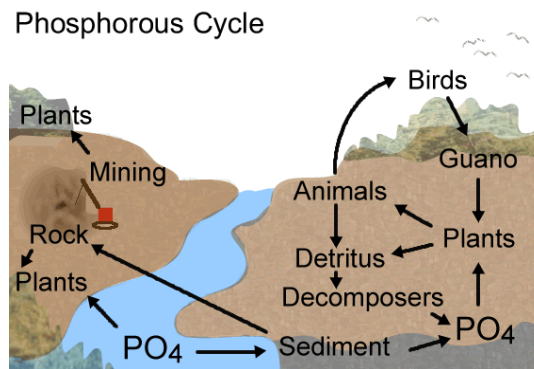
**Figura 2.80.** Humedal La Trozada – Medición de Nitritos (mg N-NO<sub>2</sub>/L)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Las concentraciones históricas de Nitrógeno Total en el humedal La Trozada exceden en algunas ocasiones el valor de 3.0 mg N/L, se considera que tales concentraciones son un indicador de polución fuerte, provocando la excesiva eutroficación del sistema.

#### 2.3.7.6.16. Fósforo

En el ciclo bioquímico del fósforo la fuente primaria son las rocas fosfatadas, el fósforo llega a las plantas a través del suelo por mecanismos de lixiviación y luego continuar la cadena trófica a organismos superiores.

Lo excrementos de la avifauna regresan el fósforo al medio natural en forma de orto fosfatos, estos son arrastrados por el agua a ciénagas y corrientes de agua para ser de nuevo consumido por plantas, algas y microorganismos. La siguiente figura ilustra lo anterior.



**Figura 2.81.** Ciclo del Fósforo

Fuente: URL-2

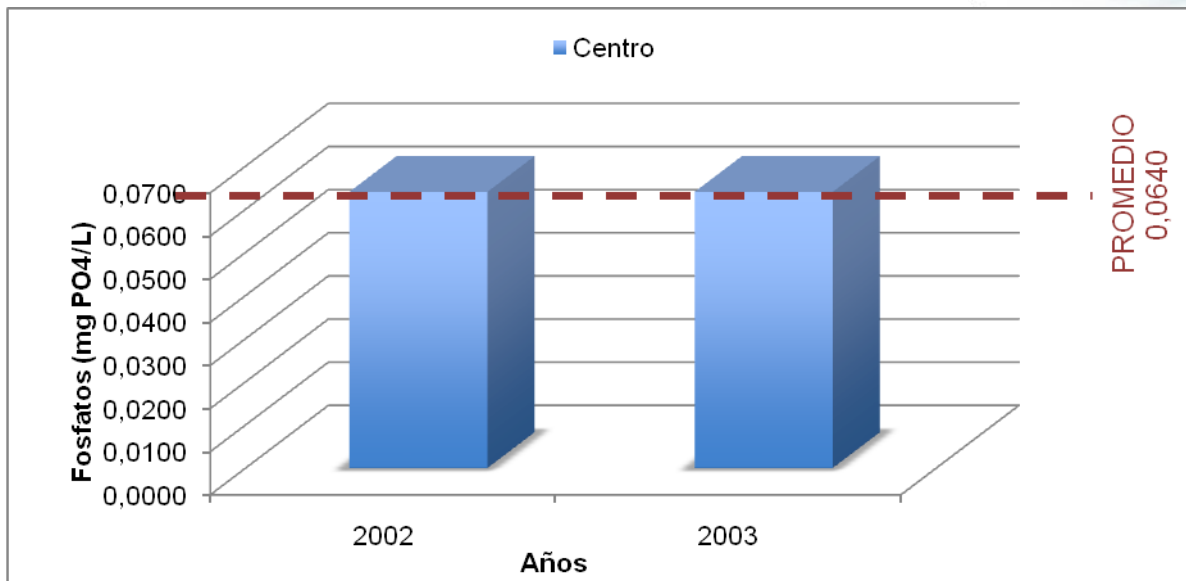
El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales; actualmente es considerado como uno de los nutrientes que controla el crecimiento de algas. Las algas requieren para su crecimiento fósforo y consecuentemente, un exceso de fósforo produce un desarrollo exorbitado de algas. (Romero, 1993).

**Tabla 2.43.** Valores históricos de Fosfatos (mg PO<sub>4</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	0,0640	0,0640	0,0640
Norte	<0,0640	<0,0640	0,0640
Sur	<0,0640	<0,0640	0,0640
<b>Promedio</b>	<b>0,0640</b>	<b>0,0640</b>	<b>0,0640</b>



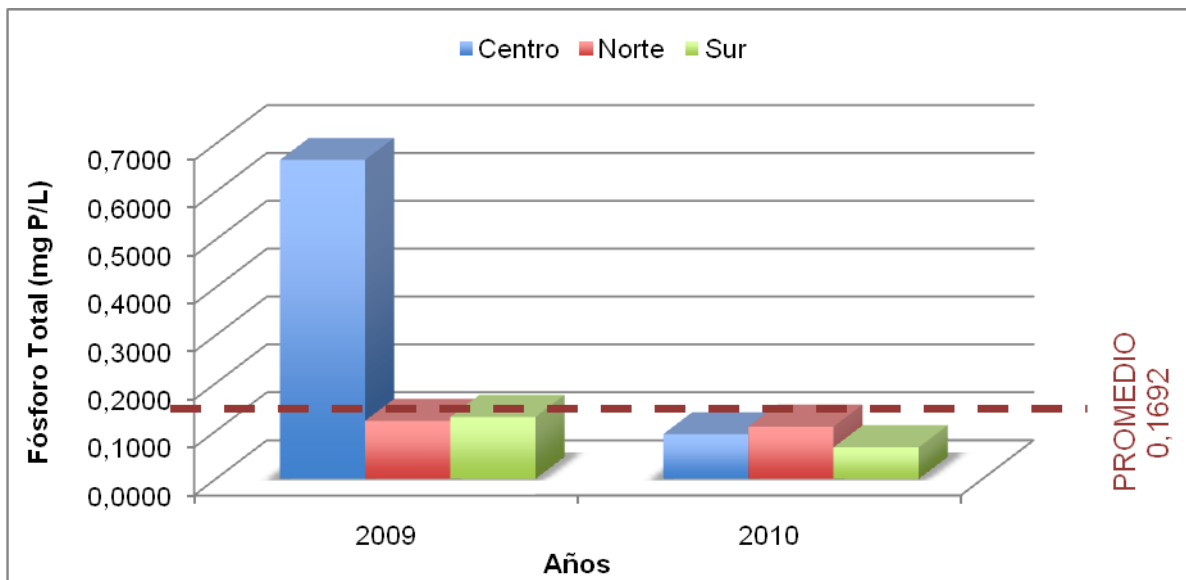


**Figura 2.82.** Humedal La Trozada – Medición de Fosfatos (mg PO<sub>4</sub>/L)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

**Tabla 2.44.** Valores históricos de Fósforo Total (mg P/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	0,6660	0,0932	0,3796
Norte	0,1210	0,1090	0,0640
Sur	0,1290	0,0658	0,0640
<b>Promedio</b>	<b>0,3053</b>	<b>0,0893</b>	<b>0,1692</b>



**Figura 2.83.** Humedal La Trozada – Medición de Fósforo Total (mg P/L)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Para Romero 1993, en general, en aguas naturales la concentración de fósforo (Fosfato) es baja, de 0.01 a 1 mg/L, en agua residuales domésticas varía normalmente entre 1 – 15 mg/L; en aguas de drenaje agrícola entre 0.05 – 1 mg/L y en aguas superficiales de lagos entre 0.01 – 0.04 mg/L.

Las concentraciones históricas de Fosforo Total en el humedal La Trozada en periodos secos han sido superiores a 0,1 mg P/L, lo que provoca la eutrofización del ecosistema en combinación a las altas concentraciones de nitrógeno, lo que se traduce en una aceleración de la desecación del ecosistema pues se aceleran los procesos sucesionales en el humedal.

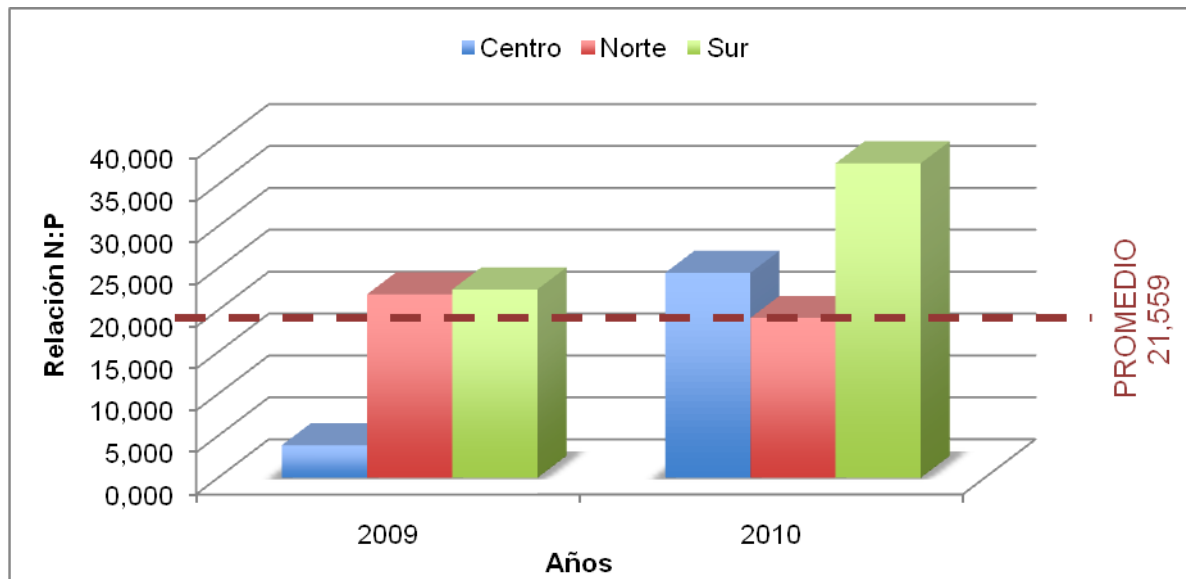
#### 2.3.7.6.17. Relación Nitrógeno:Fósforo N:P

A continuación se indican las mediciones de los valores de Nitrógeno y fosforo para los años 2003, 2006, 2007, 2009 y 2010 con sus respectivas relaciones N:P.

**Tabla 2.45.** Valores históricos de Nitrógeno y Fosforo Total (mg N,P/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Año	Parámetro	Sur	Centro	Norte	Promedio
2009	Nitrógeno Total (N)	2,900	2,590	2,650	
	Fósforo Total (P)	0,129	0,666	0,121	
	Relación N:P	22,481	3,889	21,901	<b>16,090</b>
2010	Nitrógeno Total (N)	2,470	2,280	2,080	
	Fósforo Total (P)	0,066	0,093	0,109	
	Relación N:P	37,538	24,464	19,083	<b>27,028</b>
				<b>Promedio</b>	<b>21,559</b>



**Figura 2.84.** Relación de Nitrógeno y Fosforo

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Las relaciones históricas de nitrógeno y fósforo medidas en todo el espejo de agua exceden el valor de 5 por mucho, siendo 21,55 el promedio de la relación encontrada. Según la CEPIS, (1993) esto significa que el humedal está limitado por fósforo.

#### 2.3.7.6.18. Hierro Total

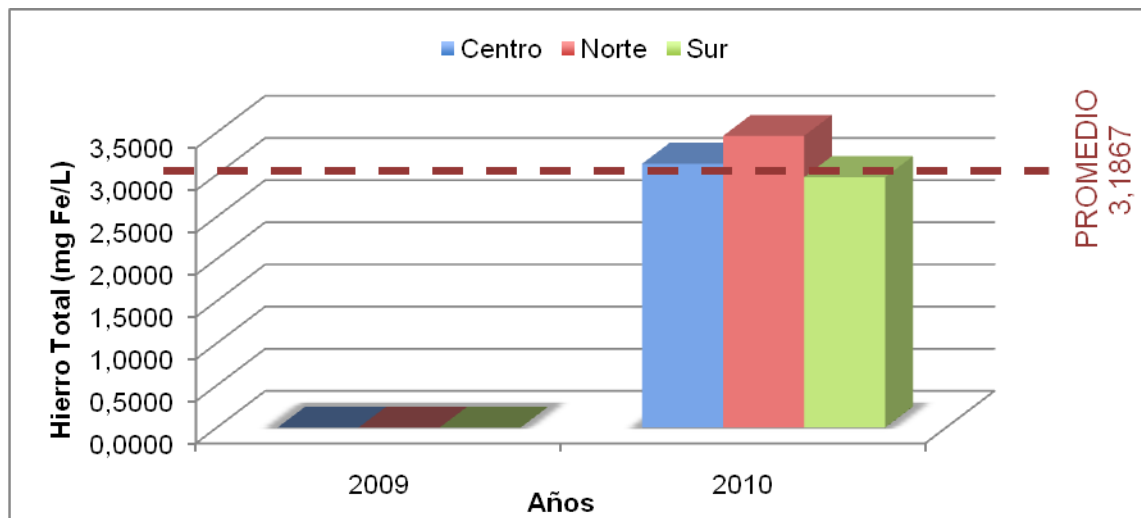
**Tabla 2.46.** Valores históricos de Hierro Total (mg Fe/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	--	3,1300	3,1300
Norte	--	3,4600	3,4600
Sur	--	2,9700	2,9700
<b>Promedio</b>	--	<b>3,1867</b>	<b>3,1867</b>

El hierro es un parámetro que puede indicar la presencia de efluentes ácidos de minas. Según Romero, (1996) las aguas con hierro y manganeso al ser expuestas al aire, por acción del oxígeno, se hacen turbias e inaceptables estéticamente debido a la oxidación del hierro y el manganeso los cuales forman precipitados coloidales, afectando la fotosíntesis del fitoplancton, además de arrastrándolo y precipitarlo hacia el fondo. La turbiedad generada por los óxidos de hierro afecta a los peces irritando sus branquias haciéndolos más vulnerables a infecciones.

La presencia de hierro en el agua puede ser por efluentes ácidos de minas de carbón, específicamente la pirita y las aguas subterráneas que contienen hierro ferroso en solución. Zuñiga, (1991), reportó concentraciones de hierro de orden de 532 mg/L en la Quebrada la Soledad, afluente del Río Pance.



**Figura 2.85.** Humedal La Trozada – Medición de Hierro Total (mg Fe/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Las concentraciones de hierro encontradas en el año 2010 no tienen un efecto significativo sobre la vida acuática.

### 2.3.7.6.19. Clorofila

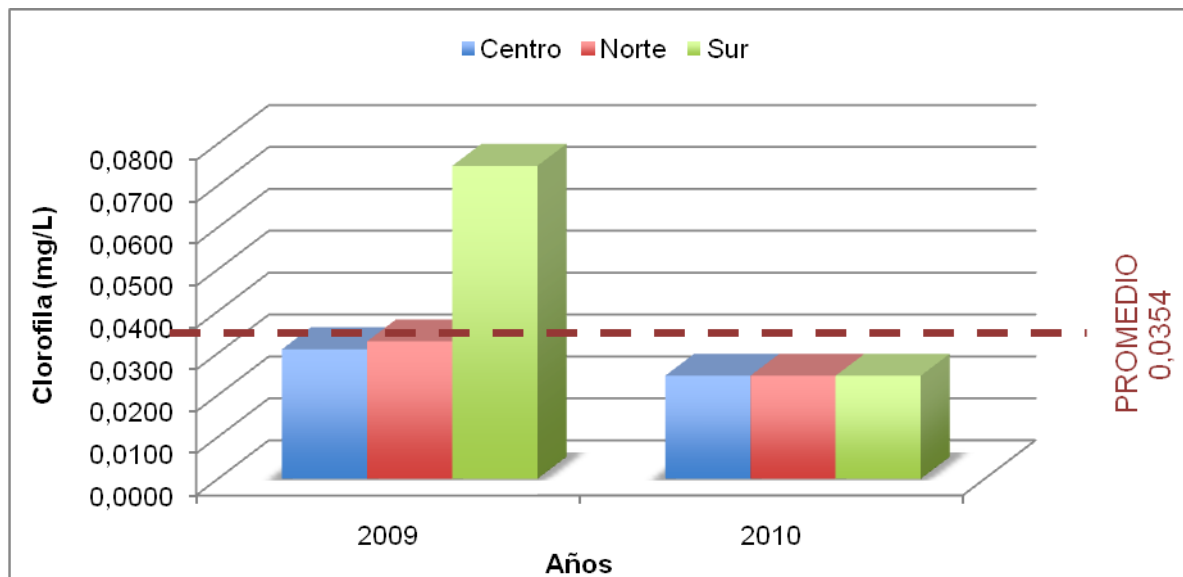
**Tabla 2.47.** Valores históricos de Clorofila (mg/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	0,0309	0,0246	0,0278
Norte	0,0328	0,0246	0,0287
Sur	0,0747	0,0246	0,0497
<b>Promedio</b>	<b>0,0461</b>	<b>0,0246</b>	<b>0,0354</b>

La clorofila es el pigmento foto receptor responsable de la primera etapa en la transformación de la energía de la luz solar en energía química, y consecuentemente la molécula responsable de la existencia de vida superior en la Tierra. Se encuentra en orgánulos específicos, los cloroplastos, asociada a lípidos y lipoproteínas.

La clorofila es el elemento básico para la transformación de la energía del sol en el proceso de fotosíntesis, puede detectarse fácilmente gracias a su comportamiento frente a la luz. Medir ópticamente la concentración de clorofila en una muestra de agua es sencillo y permite una estimación suficiente de la concentración de fitoplancton (algas microscópicas) e, indirectamente, de la actividad biológica; de esta manera la medición de clorofila es un instrumento importante de vigilancia de los procesos de eutrofización.



**Figura 2.86.** Humedal La Trozada – Medición de Clorofila (mg/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010



La presencia de Clorofila es un indicador que define la categoría trófica del humedal, es decir define su clasificación trófica, ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, entrófico e hipereutrófico.

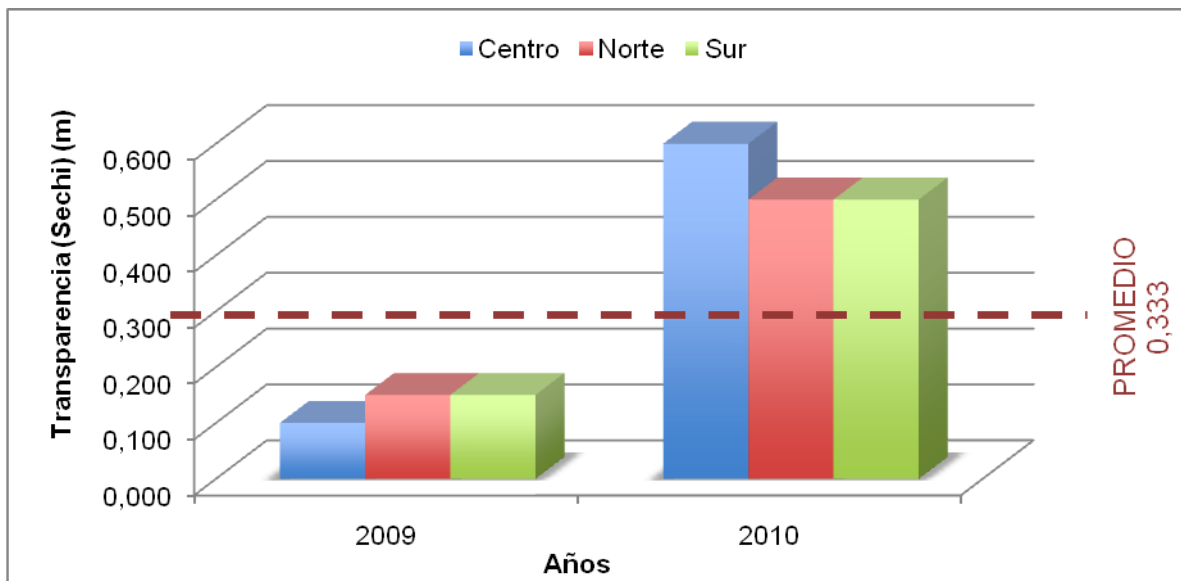
Las concentraciones de clorofila en tiempo seco en los años 2009 y 2010 son características de un humedal hipereutrificado, puesto que exceden concentraciones superiores a 25 µg/L. En el año 2009 se encontraron concentraciones máximas de 74 µg/L, mientras que en el año 2010 se alcanzaron valores de 25 µg/L.

#### 2.3.7.6.20. Transparencia (Secchi)

**Tabla 2.48.** Valores históricos de Transparencia Secchi (m)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años		
	2009	2010	Promedio
Centro	0,100	0,600	0,350
Norte	0,150	0,500	0,325
Sur	0,150	0,500	0,325
<b>Promedio</b>	<b>0,133</b>	<b>0,533</b>	<b>0,333</b>



**Figura 2.87.** Humedal La Trozada – Medición de Transparencia Secchi (m)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Este parámetro es una medida de la transparencia del agua, indica la distancia en que la turbiedad y las sustancias disueltas en el agua impiden la visibilidad. A continuación se evaluará el estado trófico del humedal de acuerdo a la siguiente Tabla.

**Tabla 2.49.** Valores límites para la clasificación trófica de humedales

Categoría Trófica	TP (ug/L)	Ch/ Media (ug/L)	Ch/ Máxima(ug/L)	Medida de Secchi (m)	Mínimo de Secchi (m)
Ultraoligotrófico	<4.0	<1.0	<2.5	>12.0	>6.0
Oligotrófico	<10.0	<2.5	<8.0	>6.0	>3.0

Categoría Trófica	TP (ug/L)	Ch/ Media (ug/L)	Ch/ Máxima(ug/L)	Medida de Secchi (m)	Mínimo de Secchi (m)
Meso trófico	10-35	2.8 - 8	8 - 25	6 - 3	3 – 1.5
Eutrófico	35 - 100	8 – 25	25 -75	3 – 1.5	1.5 – 0.7
Hipereutrófico	> 100	> 25	> 75	< 1.5	< 0.7

Explicación de términos:

**TP=** media anual de la concentración de fósforo total en el lago (ug-La Trozada)

**Ch/media** = media anual de la concentración de clorofila a en las aguas superficiales (ug/L)

**Ch/máxima** = pico anual de la concentración de clorofila a, en las aguas superficiales (ug/L)

**Medida de Secchi** = media anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

**Mínimo de Secchi** = mínimo anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

**Tabla 2.50.** Clasificación trófica del humedal La Trozada Año 2010

Categoría Trófica	TP (ug/L)	Chl Media (ug/L)	Chl Máxima(ug/L)	Medida de Secchi (m)	Mínimo de Secchi (m)
	196	35	74,7	0,33	0,10
Hipereutrófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Asociando las variables de concentración de fósforo, clorofila y transparencia de nuevo el humedal La Trozada se caracteriza unánimemente como un ecosistema Hipereutrófico.

#### 2.3.7.6.21. Coliformes Totales y Fecales

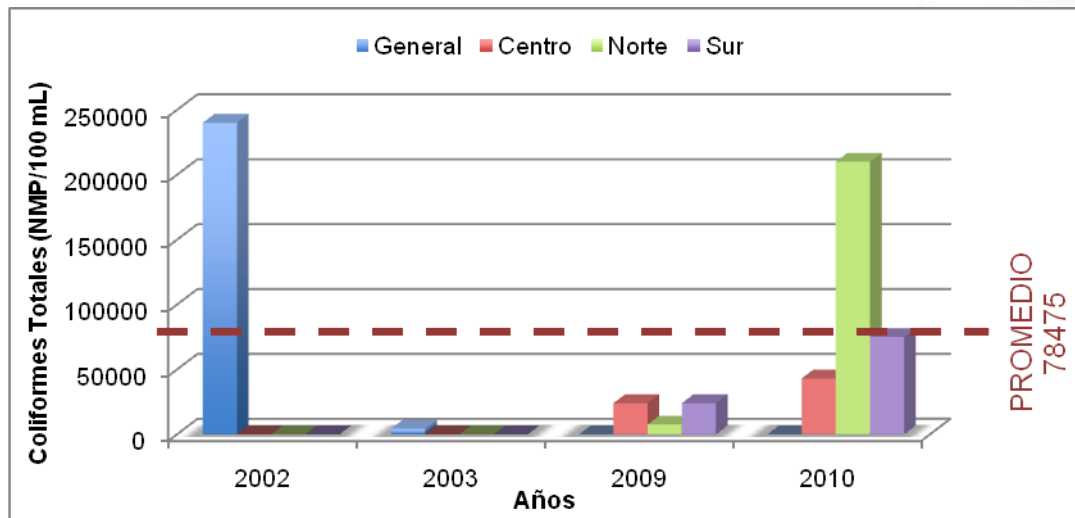
Romero, (1993) sostiene que el agua contiene sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. Muchas de las bacterias del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales y materia fecal.

El grupo coliforme es un indicador de excrementos humanos y animales de sangre caliente y sangre fría, por lo que encontrarlas es un indicador de presencia de vida (fauna) en el humedal o en su cuenca de drenaje.

**Tabla 2.51.** Valores históricos de Coliformes Totales (NMP/100mL)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				
	2002	2003	2009	2010	Promedio
General	240000	4300	--	--	122150
Centro	--	--	24000	43000	33500
Norte	--	--	7500	210000	108750
Sur	--	--	24000	75000	49500
<b>Promedio</b>	<i>240000</i>	<i>4300</i>	<i>18500</i>	<i>109333</i>	<b>78475</b>



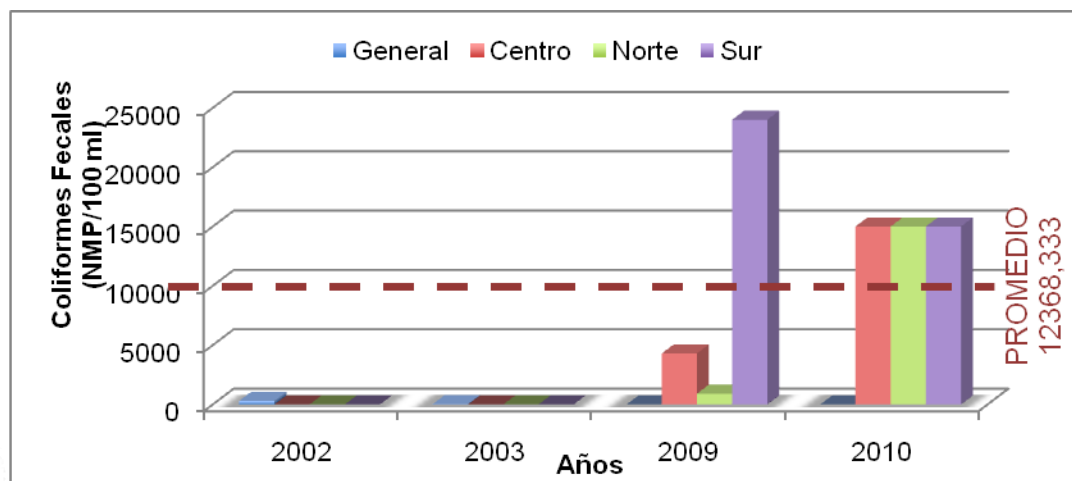
**Figura 2.88.** Humedal La Trozada – Medición de Coliformes Totales (NMP/100mL)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Sin embargo en las heces fecales pueden encontrarse organismos patógenos de origen bacterias, protozoos patógenos y virus que afectan a la salud humana en caso de que el agua sea para consumo humano.

**Tabla 2.52.** Valores históricos de Coliformes Fecales (NMP/100mL)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años				Promedio
	2002	2003	2009	2010	
General	300	36	--	--	168
Centro	--	--	4300	15000	9650
Norte	--	--	910	15000	7955
Sur	--	--	24000	15000	19500
<b>Promedio</b>	<b>300</b>	<b>36</b>	<b>9737</b>	<b>15000</b>	<b>9318</b>



**Figura 2.89.** Humedal La Trozada – Medición de Coliformes Fecales (NMP/100mL)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

La presencia de Coliformes Fecales indica contaminación por materia fecal, de los valores obtenidos se descarta que la fuente sea totalmente animal gracias a las altas concentraciones de coliformes por lo que se advierte de descargas antropogénicas de aguas residuales en el humedal.

Lo anterior significa que el agua del humedal La Trozada genera un riesgo biológico mediano, de acuerdo al decreto 1594 de 1984, el cual establece como máximo concentraciones de coliformes totales de  $5.0E+05$  y Fecales de  $1.0E+03$ .

### 2.3.7.7. Cálculo del índice de calidad de agua en el humedal La Trozada

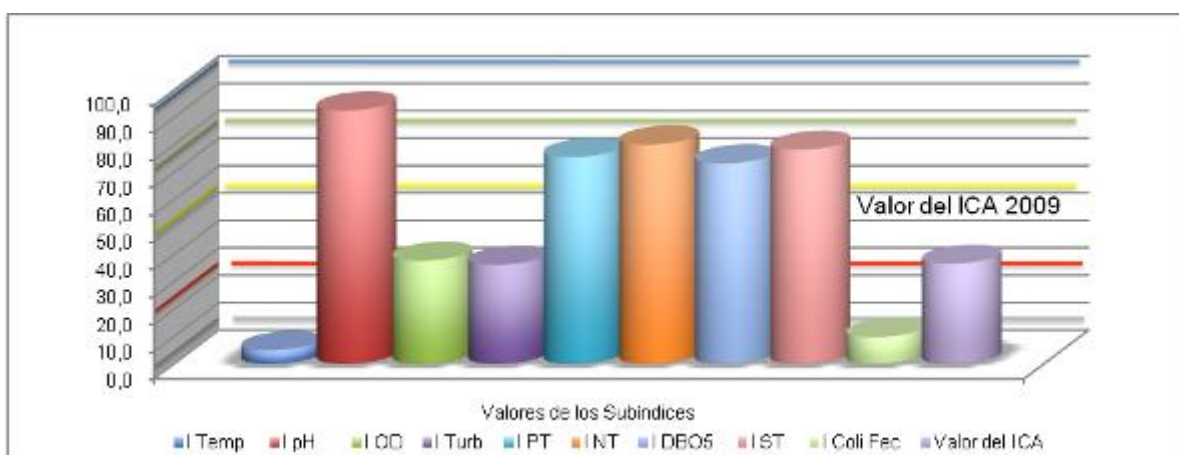
La estimación de la calidad del agua a través del índice ICA permite identificar por colores el estado del parámetro en estudio, tal como se detalla en la siguiente Tabla.

**Tabla 2.53.** Guía de color para índice ICA

Calidad de Agua	Valor	Color
Excelente	91 a 100	Azul
Buena	71 a 90	Verde
Regular	51 a 70	Amarillo
Mala	26 a 50	Rojo
Pésima	0 a 25	Gris

**Tabla 2.54.** Cálculo Índice de Calidad Año 2009 y 2010

Año	Valores de los Subíndices									ICA	
	I <sub>Temp</sub>	I <sub>pH</sub>	I <sub>OD</sub>	I <sub>Turb</sub>	I <sub>PT</sub>	I <sub>NT</sub>	I <sub>DBO5</sub>	I <sub>ST</sub>	I <sub>Coli Fec</sub>	Valor del ICA	Clasificación de las aguas del humedal
2009	5,0	92,5	37,7	36,2	75,5	80,1	73,2	78,2	9,8	<b>36,6</b>	Mala
2010	5,0	92,0	5,6	25,9	92,0	83,0	78,7	77,1	8,3	<b>25,9</b>	Mala



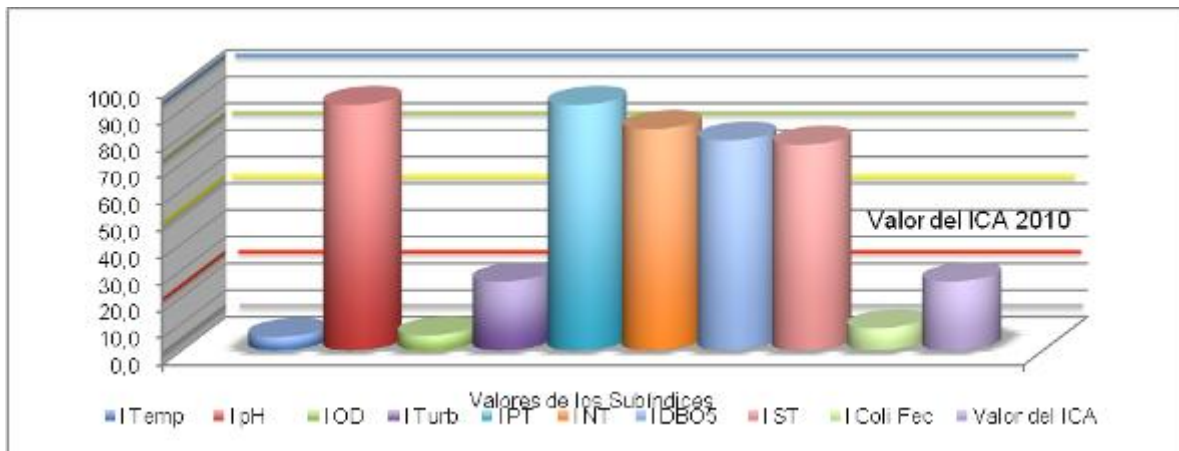
**Figura 2.90.** Índice de Calidad Humedal La Trozada, Año 2009

Los índices de Calidad de Agua en el humedal La Trozada para el año 2010 es de 36,6, esto lo clasifica dentro de una categoría de calidad de agua Mala es decir “Sostiene una



baja biodiversidad de vida acuática, principalmente de especies tolerantes. Manifiesta problemas con fuentes de contaminación puntual y no puntual”.

De manera alarmante es posible observar un deterioro en la calidad de las aguas del humedal La Trozada, comparando el índice obtenido en el año 2009 (36,6) contra el obtenido el año 2010 (25,9); analizando detalladamente se encuentra una degradación importante en los niveles de Oxígeno Disuelto.



**Figura 2.91.** Índice de Calidad Humedal La Trozada, Año 2010

### 2.3.7.8. Conclusiones

De los resultados del análisis de calidad del agua se estima que el Río Cauca tiene influencia directa en la calidad del agua del humedal, debido a conexiones subsuperficiales existentes entre los dos cuerpos de agua y a la similitud presentada en los parámetros evaluados.

La calidad aceptable de las aguas del Río Guadalajara no impactan en la calidad del agua del humedal La Trozada, no obstante la cercanía de la desembocadura al Río Cauca, indicando que el cuerpo principal de agua no altera su composición fisicoquímica por una descarga de un río menor, por ende, no alcanza a impactar positivamente en la calidad del agua del humedal.

El humedal está siendo amenazado por factores que impactan negativamente la calidad de las aguas progresivamente, tal como demuestra el deterioro de sus aguas entre los años 2009 y 2010 por causa de la eutroficación por aumento de nutrientes, disminución del oxígeno disuelto, entre otros.

## 2.3.8. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

### 2.3.8.1. ESTRUCTURA DE LAS COMISIONES



## a. PERSONAL:

- Tecnólogo en Topografía
- Dibujante Operador de Autocad Land
- Asistente de topografía o cadenero Primero
- Auxiliar de Topografía o cadenero segundo
- Ayudantes o Trocheros (personas del sector 2 por cada comisión)

## b. EQUIPO:

- GPS (Ver carta especificaciones).
- Estación Total (Ver carta especificaciones).
- Carteras electrónicas
- Computador que tenga instalado los siguientes programas: sistema operativo Windows XP, Autocad LAND 2000

## Conformación Comisiones de Topografía:

1. Joel Antonio Ruiz (Topógrafo UNIVALLE)
  - Cristian Verjan (Est. Ingeniería Topográfica)
  - Aiver Eduardo Ramirez
  - Ayudantes de la Zona
2. Alejandro Ruiz Mora (Ingeniero Topográfico UNIVALLE)
  - Carlos Holmes Rendón (Cadenero 1ro.)
  - Alberto Galeano Cadenero 2do.
  - Ayudantes de la Zona

2.3.8.2. *METODOLOGÍA*

Para llevar a cabo con éxito el levantamiento topográfico, preliminarmente se recopiló la información planas suministrada por el contratista, para así lograr una visualización global y detallada proyecto. Se realizaron recorridos de reconocimiento para los diferentes humedales.

2.3.8.3. *SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO*

Se ubicaron dos mojes en concreto para ser georeferenciados y que a su vez sirvan para futuros trabajos en el humedal, se geoposicionaron con un GPS de alta precisión y a partir de estos se creó una poligonal de amarre, ubicando deltas a todo lo largo del recorrido.

2.3.8.4. *NIVELACIÓN*

De acuerdo a la necesidad de que el proyecto quedara georeferenciado a la red utilizada en la modelación del Rio Cauca (PMC), se partió del Puntos de Control GPS 13. Partiendo del punto anteriormente mencionado se realizó la correspondiente

nivelación, con el fin de trasladar a cada uno de los humedales los valores de elevación que lo enlazan al sistema PMC. Para ello se utilizó un nivel de precisión digital.

#### 2.3.8.5. LOCALIZACIÓN DE SECCIONES

Se plantearon primero las secciones batimétricas en la oficina tratando que las secciones coincidieran con las tomadas en los estudios previos, definidas las secciones se introdujeron los datos en un navegador para poder encontrarlas fácilmente en campo de esta manera se materializaron, colocando en cada una de las secciones dos Banderolas para realizar la limpieza de la sección y luego se procedió a la toma de datos, con una estación total. Se tomaron 6 secciones sobre el humedal, no presenta espejo de agua, ni tampoco canal de comunicación.



**Figura 2.92.** En la fotografía se aprecia el buchón presente en todo el humedal

#### 2.3.8.6. PRODUCTO FINAL DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se presentaron un total de 2 planos distribuidos así:

- Plano 1: Planta General Humedal.
- Plano 2-4: Secciones para el Humedal La Trozada

Los planos fueron generados en el Software AutoCad Land, se entrega en medio magnético los archivos dwg, txt, xls, y jpg de todos los elementos radiados, así mismo como los proyectos de trabajo.

#### 2.3.9. EQUIPO ESPECÍFICO UTILIZADO

**Tabla 2.60.** Estación Total Electrónica TOPCON GTS-212D

Lectura Mínima: 1"/5" (0.2mgon/1mgon)	
Precisión Angular: 5" (1.5mgon)	
Distancia máxima de la medida: 1,800m (5,900ft)	
Precisión en distancia: +/- (3mm+2ppm) m.s.e.	
Compensador Automático: Dual-axis	

**Tabla 2.61.** Nivel óptico SOKKIA C300

	Marca: Sokkia
	Tipo instrumento: Nivel Óptico
	Procedencia: Stock
	Aumentos: 28 X
	Precisión Nivelación: 2.0 mm
	Círculo Horizontal: Graduado 1g
	Compensador automático: Magnético
	Protección: IPX4
	Peso: 1.8 Kg
	Accesorios incluidos: Maleta, trípode aluminio, mira 4m / 2mm
Nivel automático marca Sokkia modelo C300 con precisión de $\pm 2$ mm/Km. nivelado con aumentos de 28x, con círculo horizontal de 360 grados , incluye estuche de plástico y trípode ligero de aluminio con tornillo central de 5/8 x 11" de extensión.	

**Tabla 2.62.** Navegador GPS MAPGOCSx

	Señal de alta sensibilidad
	Brújula electrónica
	Memoria SD de 512Mb
	Precisión +- 2m
	Transferencia de datos por puerto USB
Resistente al agua	

**Tabla 2.63.** Colector de Datos Externo: Husky FS / 2

	MB PROCESADOR DE 16 BITS
	Duración de la batería de hasta 30 horas usando baterías de tipo aa '8086 de procesador y ms-dos versión 3.30 del sistema operativo
	Teclado numérico en el gran alcance de la mano del usuario.
	Peso de sólo 26 oz
	La pantalla LCD retroiluminada ofrece una completa de 8



	<p>x 40 caracteres pantalla.</p> <p>La construcción de aleación de magnesio proporciona una excepcionalmente ligera, robusta carcasa con la fuerza para resistir las más duras condiciones climáticas y de manejo.</p> <p>Completamente sellado y probado rigurosamente a las normas militares contra descargas eléctricas, inmersión, rangos de temperatura extrema y la supervivencia de una caída de cuatro pies sobre el concreto</p>
--	---

Tabla 2.64. Equipo menor y accesorios





	
<b>TRIPODE</b>	<b>BASTON</b>
	
<b>BRUJULA</b>	<b>PRISMA Y PORTAPRISMA</b>

Tabla 2.65. GPS SYSTEM 1200

La mejor tecnología GPS y RTK.	Rápida adquisición de satélites, mediciones de alta precisión, seguimiento con baja elevación, disminución del efecto multipath, resistente a interferencias, rápido intervalo de actualización, latencia baja y RTK rápido, fiable y de largo alcance.
Interface estandarizado GPS/TPS	Teclado y pantalla táctil, interface sencillo de manejar y potente gestor de datos, programas incluidos: todos fáciles de usar e idénticos para GPS y TPS.
Programable por el usuario	Escriba sus propios programas para sus aplicaciones y requisitos especiales y trabaje de la manera que quiera. Beneficiarse del potencial y flexibilidad del System 1200.
Totalmente resistente al agua, increíblemente robusto	El GPS1200 está diseñado para trabajar en cualquier lugar y bajo las más duras condiciones imaginables. Flotan, soportan el agua en cascada, sacudidas y vibraciones, polvo, arena y nieve, temperaturas entre $-40^{\circ}\text{C}$ y $+65^{\circ}\text{C}$ .

Totalmente versátil	El GPS1200 puede usarse como referencia o móvil de estático a tiempo real. Es pequeño, ligero y soporta todos los formatos y dispositivos de comunicación. Puede usarse sobre bastón, en una minimochila, sobre un trípode o incluso sobre una máquina de construcción, barco o avión.
Para todas las aplicaciones	Puede usar el GPS1200 para todo: control, topografía, ingeniería, catastro, replanteo, monitorización, sísmicos.
Iconos de estado	Indican los modos actuales de medición y operación, grabación y estado de baterías, configuración del instrumento, etc.
Teclas de funciónconfigurables	Asignar comandos, funciones, pantallas, etc. a estas teclas para acceso inmediato
Menú de usuario configurable	Configure su propio menú de usuario según su forma de trabajar y la de su personal. Muestre lo que necesite y oculte el resto.
Teclado QWERTY	El diseño QWERTY estándar en el teclado del controladorfacilita la rápida y fácil introducción de datos alfanuméricos e información.
Menú de programas	Acceso directo a todo los programas cargados, ya sean levantamientos, replanteos, COGO etc. y programas de aplicación opcionales.
Gran pantalla gráfica	LCD 1/4 VGA de alta resolución, con pantalla a color opcional (RX1250), fácil de leer con cualquier luz.La pantalla y el teclado se iluminan para trabajar en la oscuridad.
Pantalla táctil	La pantalla táctil del controlador permite el acceso inmediato sin usar el teclado. Puede ver datos e información relacionada con puntos y objetos y acceder a todo tipo de funciones directamente a través de la pantalla. Use la pantalla táctil y/o el teclado, como usted prefiera
	<p><b>Antena SmartTrack</b></p> <p>Las SmartStation es una TPS1200+ con una Smart-Antenna ATX1230 GG.Todas las funciones GNSS y TPS se controlan desde el teclado de la TPS, base de datos común, todas la información se muestra en la pantalla de la TPS.</p> <p>Pulse la tecla TPS y mediante RTK determine la posición con precisión centímetrica, luego mida y replantee con la TPS. Puede hacer lo que desee con SmartStation. También puede usar la SmartAntena independientemente sobre un bastón con un controlador RX1250.</p> <p>Elección del bastón para RTK</p> <p>El bastón de fibra de carbono o de aluminio con soporte ajustable y ergonómico.</p>
	<p><b>Receptores GPS1200</b></p> <p>GX1230 (GG)/ATX1230 GG</p> <p>Receptor universal para todas las aplicaciones.</p> <p>14 L1 + 14 L2 (GPS)</p> <p>Soporta L2C</p> <p>12 L1 + 12 L2 (GLONASS)GX1230 GG/ATX1230 GG</p> <p>2 SBAS</p> <p>Registro de datos</p> <p>RTK y DGPS 100% disponible</p> <p>Función Móvil o Referencia GX1220 (GG)/GX1210</p> <p>14 L1 + 14 L2 (GPS)</p> <p>GX1210: sólo 14 L1 (GPS)</p> <p>Soporta L2C</p> <p>GX1220 (GG)</p>

	<p>12 L1 + 12 L2 (GLONASS)GX1220 GG                  2 SBAS                  Registro de dato                  Opción: DGPS</p>
	<p>Escriba sus programas en GeoC++                  Aunque GPS1200 tiene multitud de funciones, rutinas y programas, puede que usted quiera trabajar de manera especial para tareas inusuales. Simplemente escriba sus propios programas en GeoC++ para que el GPS1200 funcione exactamente del modo que usted requiera. Una ventaja añadida es que los mismos programas pueden ser usados para las TPS1200.</p>

**Tabla 2.66.** GPS SYSTEM 1200

Receptores GPS1200	GX1230 GG/ATX1230 GG	GX1230	GX1220 (GG)	GX1210
<b>Tecnología GNSS</b>	SmartTrack+	SmartTrack	SmartTrack(+)	SmartTrack
<b>Tipo</b>	Doble frecuencia	Doble frecuencia	Doble frecuencia	Monofrecuencia
<b>Canales</b>	72 canales 14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS 12 L1 + 12 L2 GLONASS	14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS	14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS 12 L1 + 12 L2 GLONASS → GX1220 GG (con opción DGPS)	14 L1 GPS 2 SBAS (con opción DGPS)
<b>RTK</b>	SmartCheck+	SmartCheck	No	No
<b>Indicadores de estado</b>	3 indicadores LED: para alimentación, seguimiento, memoria			

Receptores GPS1200	GX1230 GG/GX1230/GX1220 GG/GX1220	GX1210	ATX1230 GG
<b>Puertos</b>	1 puerto de alimentación, 3 puertos seriales, 1 puerto de controlador, 1 puerto de antena	1 puerto de alimentación/controlador, Puerto de tecnología inalámbrica Bluetooth®	Nominal 12 VCC
<b>Tensión de alimentación, Nominal</b>	12 VCC		
<b>Consumo</b>	receptor 4,6 W + controlador + antena		1,8 W
<b>Entradas y PPS</b>	Opcional: 1 puerto de salida PPS 2 puertos de entrada	Opcional: 1 puerto de salida PPS 2 puertos de entrada	
<b>Antena estándar</b>	SmartTrack+ AX1202 GG	SmartTrack AX1201	SmartTrack+ ATX1230 GG
<b>Plano de tierra integrado</b>	Plano de tierra integrado	Plano de tierra integrado	Plano de tierra integrado

Lo siguiente es aplicable a todos los receptores excepto en lo señalado.

<b>Fuente de alimentación</b>	Dos baterías Ion-Li 4,2 Ah/7,4 V en interior del receptor. Una Ion-Li 2,1 Ah/7,4 V insertada en ATX1230 GG y RX1250.
<b>Baterías Ion-Li insertables</b>	Alimentan receptor + controlador + antena SmartTrack durante 17 horas (para registro de datos).
Lo mismo para GNSS y TPS	Alimentan receptor + controlador + antena SmartTrack + radiomódem de baja potencia o teléfono durante 11 horas (para RTK/DGPS). Alimenta SmartAntenna + controlador RX1250 durante unas 6 horas (para RTK/DGPS)
<b>Alimentación externa</b>	Entrada de alimentación externa 10,5 V a 28 V.
<b>Pesos</b>	Receptor 1,20 kg. Controlador 0,48 kg (RX1210) y 0,75 kg (RX1250). Antena SmartTrack 0,44 kg. SmartAntenna 1,12 kg. Batería Ion-Li insertable 0,09 kg (1,9 Ah) y 0,19 kg (1,9 Ah). Bastón de fibra de carbono con antena SmartTrack y controlador RX1210: 1,80 kg. Todo en bastón: bastón de fibra de carbono con SmartAntenna, controlador RX1250 y baterías insertables: 2,84 kg.

<b>Temperatura</b>	Funcionamiento: Receptor -40 °C hasta +65 °C ISO9022 Antenas -40 °C hasta +70 °C MIL-STD-810F Controladores -30 °C hasta +65 °C Controlador RX1250c -30 °C hasta +50 °C Almacenamiento: Receptor -40 °C hasta +80 °C Antenas -55 °C hasta +85 °C Controladores -40 °C hasta +80 °C Controlador RX1250c -40 °C hasta +80 °C
<b>Humedad</b>	Receptor, antenas y controladores ISO9022, MIL-STD-810F hasta 100 % humedad.
<b>Protección contra agua, polvo y arena</b>	Receptor, antenas y controladores: Resistente al agua a inmersión temporal de 1 m. IP67, MIL-STD-810F Hermético al polvo
<b>Choque/Caída contra superficie dura</b>	Receptor: resiste la caída de 1 m contra una superficie dura. Antenas: resiste la caída de 1 m sobre una superficie dura.
<b>Dejar caer bastón</b>	Receptor, antenas y controladores: resisten la caída si se viene abajo el bastón.
<b>Vibraciones</b>	Receptor, antenas y controladores: ISO9022 Aguantan vibraciones sobre grandes máquinas de construcción. Sin pérdidas de señal. MIL-STD-810F



<b>SmartTrack+</b>	El tiempo necesario para adquirir todos los satélites después del encendido: normalmente unos 50 seg. Readquisición de satélites tras pérdida de señal (p. ej. al atravesar un túnel): normalmente con 1 seg. Muy elevada sensibilidad: adquiere más del 99 % de las observaciones posibles sobre una elevación de 10 grados. Nivel de ruido muy bajo. Seguimiento resistente. Sigue señales débiles con muy poca elevación y en condiciones adversas. Mitigación del multipath. Resistente las interferencias	<b>Controladores</b>	Pantalla 1/4 VGA de alto contraste con opción de color (RX1250)
<b>Tecnología GNSS avanzada de medición</b>	Precisión de medición: Fase portadora en L1: 0,2 mm emc. En L2: 0,2 mm emc. Código (pseudo distancia) en L1 y L2: 20 mm emc.	<b>RX1210/RX1250</b>	Pantalla táctil, 11 líneas x 32 caracteres. Windows CE 5.0 en RX1250. Teclado QWERTY totalmente alfanumérico. Tetas de función y tetas definibles por el usuario. Iluminación para pantalla y tetas. También puede utilizarse con TPS1200+ para entrada alfanumérica y codificación extensa.
<b>SmartCheck+</b>	Inicialización normalmente 8 segundos.	<b>Funcionamiento con controlador</b>	Mediante teclado y/o a través de pantalla táctil. Concepto de funcionamiento gráfico. Tetas de función y tetas definibles por el usuario. Se muestra toda la información.
<b>Tecnología RTK avanzada de largo alcance</b>	Intervalo de actualización de posición seleccionable hasta 20 Hz. Latencia < 0,03 s Alcance 30 km o más en condiciones favorables. Autocomprobación.	<b>Información mostrada</b>	Toda la información mostrada: estado, seguimiento, registro de datos, base de datos, RTK, DGPS, navegación, levantamiento, replanteo, calidad, cronómetro, alimentación, coordenadas geográficas, cartesianas, cuadrícula, etc. Pantalla gráfica (plano) de levantamiento. Acercamientos. Puede accederse a puntos levantados directamente por la pantalla táctil.
<b>Precisiones</b>	Gnámatico Horizontal: 10 mm + 1 ppm Vertical: 20 mm + 1 ppm Estático (ISO 17123-B) Horizontal: 5 mm + 0,5 ppm Vertical: 10 mm + 0,5 ppm Fiabilidad: 99,99 % para líneas base de hasta 30 km.	<b>Pantalla gráfica de levantamiento</b>	Lo mismo para GNSS y TPS
<b>Redes de estaciones de referencia</b>	Móvil RTK totalmente compatible con redes de estaciones de referencia de formatos de Leica Spider I-MAX & MAX, VRS y Corrección de área (FKP).	<b>Pantalla replanteo</b>	Gráfico con zoom. Digital, polar y ortométrico. Precisión: 10 mm + 1 ppm a 20 Hz (0,05 seg.) actualización. Sin degradación por intervalos altos de actualización.
<b>DGPS</b>	DGPS, incluye soporte de WAAS y EGNOS. Los formatos RTCM V2.1/2.2/2.3/3.0/3.1. soportados para transmisión y recepción.	<b>Funcionamiento sin controlador</b>	Encendido automático. Indicador de estado LED. Para estaciones de referencia y mediciones estáticas.
GX1230 (GG), ATX1230 GG, GX1220 (GG) - estándar GX1210 - opcional	Emc línea base: normalmente 25 cm emc con la estación de referencia adecuada.	<b>Sólo para GX1200</b>	
<b>Intervalo actualización posición y latencia</b>	Aplicable a RTK, DGPS y posiciones de navegación. Intervalo de actualización seleccionable desde 0,05 seg (20 Hz) hasta 1 seg. Latencia menor de 0,03 seg.	<b>Registro de datos</b>	En tarjetas CompactFlash: 64, 256 Mb y 1 Gb Memoria interna del receptor (opcional): 64 y 256 Mb.
Salida NMEA	NMEA 0183 V3.00 y Leica propietario.	<b>Capacidad</b>	64 Mb suficiente para (30 % menos para GPS/GLONASS): Aprox. 500 horas de registro de datos L1 + L2 a intervalos de 15 seg. Aprox. 2 000 horas de registro de datos L1 + L2 a intervalos de 60 seg. Aprox. 90 000 puntos RTK con códigos.
<b>Post-proceso con el software</b>	Horizontal: 10 mm + 1 ppm, dinámico Vertical: 20 mm + 1 ppm, dinámico	<b>Gestión de datos</b>	Gestión de trabajo definible por el usuario. Identificadores de punto, coordenadas, códigos, atributos, etc. Rutinas de búsqueda, filtrado y visualización. Promedio multipuntos. Cinco tipos de sistemas de codificación que cubren todos los requisitos.
<b>Leica Geo Office</b>	Horizontal: 5 mm + 0,5 ppm, estático Vertical: 10 mm + 0,5 ppm, estático	Lo mismo para GNSS y TPS	
<b>Todos los receptores GPS1200 de doble frecuencia</b>	Para líneas largas con observaciones largas Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm, estático Vertical: 6 mm + 0,5 ppm, estático	<b>Sistemas de coordenadas</b>	Elipsoides, proyecciones, modelos geoidales, coordenadas, transformaciones, parámetros de transformación, sistemas de coordenadas específicos del país.
<b>Notas sobre funcionamiento y precisiones</b>	Las figuras ofrecidas son para condiciones de normales a favorables. El funcionamiento y las precisiones pueden variar dependiendo del número de satélites, geometría de satélites, hora de observación, efemérides, ionosfera, multipath etc.	Lo mismo para GNSS y TPS	
		<b>Programas de aplicación</b>	Estándar: todas las funciones de COGO. Punto oculto. Opcional: Avance, Línea de referencia, Replanteo MDT, Plano de referencia, División de área y Levantamiento de sección X, Exportación DXF y Cálculos de volumen
		<b>Programable</b>	Programable por el usuario en GeoC++.
		Lo mismo para GNSS y TPS	Los usuarios pueden escribir y cargar programas para sus propios requisitos y aplicaciones especiales.
		<b>Comunicación</b>	Se puede conectar uno o dos de los siguientes dispositivos: radiomódem, GSM, GPRS, CDMA.
		<b>Enlaces de datos</b>	Se puede recibir o transmitir en diferentes frecuencias y/o formatos. Soporta Time sliding.

## 2.4. COMPONENTE SOCIO-AMBIENTAL

*Jefferson Martínez - Fundación AGUA Y PAZ*

### 2.4.1. INTRODUCCIÓN

El Valle del Cauca presenta una extensión superficial de 22.140 km<sup>2</sup>, conformado por 4 regiones fisiográficas, el Pacífico, las cordilleras Occidental y Central, y la zona plana del Valle Geográfico del río Cauca con un área cercana a 3.370 km<sup>2</sup>, característica de las culturas beneficiarias de los excedentes de los ríos aluviales, sobre la cual se realiza principalmente explotación de la Caña de Azúcar.

Dice K, Marx, citado por Dussel, que: “La historia humana se distingue de la historia natural en que la una está hecha por el hombre y la otra no. La tecnología nos descubre la actitud del hombre ante la naturaleza, el proceso directo de producción de su vida y, por tanto, de las condiciones de su vida social y de las ideas y representaciones espirituales que de ellas se derivan”.

Como puede observarse el énfasis es la vida, natural, real y material. La Ecología natural, es decir la formación de biomas, de comunidades de paisaje y especies, el río como vínculo y medio, son instrumentos de producción para la vida. Así mismo, la tecnología, lo hecho por el hombre, es para la producción de su propia vida. De donde se sigue que sin territorio ecológico, no hay ni vida, ni producción, ni trabajo.

La historia mundial según Dussel, se ha construido sobre las 6 primeras altas civilizaciones de la historia, la Mesopotámica, Egipcia, la del Valle del Indo, del río Amarillo, y de la América nuclear. Estos sistemas culturales fueron imperios teocráticos de regadío, ubicados mayoritariamente en la zona tropical del planeta.

Resulta interesante saber que estas culturas se desarrollaron sobre la tecnología hidráulica. Dussel, enseña como desde los grandes canales y diques del Egipto, los métodos de utilizar el limo en Mesopotamia o el Río Amarillo, las Chinampas de los Aztecas en el lago de Texcoco, las terrazas de los collas en las laderas del Lago Titicaca. Es alrededor de la tecnología hidráulica como se desarrollan obras viales y construcciones, que posteriormente hizo surgir los sistemas de medidas (de peso, monedas); con los excedentes de la agricultura y el trabajo de los vasallos, surgen las clases sociales.

Los pueblos semitas (árabes, judíos y después los cristianos), se expandieron por la Mesopotamia. Se trataba de un pueblo de pastores de camellos y cabras, produjeron una revolución pastoril, que según Dussel, les permite una avanzada tecnología militar, a través de la cual dominaría las zonas agrícolas de alta concentración demográfica, con lo cual se extendió al trabajo de la tierra, que permitió la implantación del modelo de producción feudal, basado en la dominación de unos señores sobre el campesino esclavo.

Después los pueblos semitas toman a la naturaleza como un acto creado por un único dios, desmitifica la divinidad de la naturaleza, se torna en comerciante de los excedentes de las culturas de los ríos, se transforman en sedentarios europeos, y se incluye en un modelo de producción tributario, dominado por los judíos.

Posteriormente se constituiría la sociedad capitalista industrial, que toma a la naturaleza como medio para lograr la riqueza, algo explotable, de manera que el hombre se convierte en un lobo, no solamente para el hombre mismo, sino también para la natura.

Desprovista de toda sacralidad, la naturaleza es tomada simplemente como un banco de recursos, conformada por elementos que requieren ser transformados, para obtener y acumular riqueza. El hombre es esclavizado como instrumento de trabajo y tomado como objeto instrumental, como máquina sometida a ejercitación de protocolos rutinarios que debilitan su espíritu, conformando lo que a bien Dussel ha llamado el Oscurecimiento Mundial.

Para diversos autores nuestro país y el Valle del Cauca, se encuentra inmerso en esa tendencia. Entre los siglos XVI y XIX, ocurrieron transformaciones sociales, económicas, políticas y religiosas diametralmente opuestas a las establecidas por las comunidades tradicionales indígenas que habitaron el territorio. Se conforman unidades productivas feudales denominada Hacienda. En las primeras décadas del siglo pasado, vendrían las vías, la construcción del Ferrocarril del Pacífico entre Cali y el Puerto de Buenaventura, con miras a lograr exportar la producción agrícola, dándole a los Hacendados las condiciones favorables para la construcción de la que sería una industria muy rentable.

Éste capital requería para su crecimiento, mayor cantidad de tierra, por lo cual el territorio configurado también por grandes extensiones de ciénagas, lagunas y madres viejas, fueron vistos como espacios improductivos, por lo cual se implementaron proyectos de drenaje y desecación, a través de obras como represas, embalses, diques, compuertas y desviaciones de cauce, con el saber técnico ingenieril basado en la ciencia del siglo XVII, del mundo mecánico lineal Newtoniano, institucionalizado en las escuelas de ingeniería Occidentales Europeas y Norteamericanas, al cual se adscribió la Naciente Institución Universitaria de la región.

**Tabla 2.67.** Proyectos de Drenaje

Fuente: CAMACHO PEREA, Miguel: *"El Valle del Cauca, constante socioeconómica del Colombia"*. Imprenta Departamental. Santiago de Cali, 1962. Pág. 14

Proyecto de Drenaje	Hectáreas desecadas
Aguablanca	5.000
La Unión-Roldanillo	11.200
Juanchito	9.060
Buga	12.930
Cartago	17.820
Timba	5.480
Salvajina	3.960

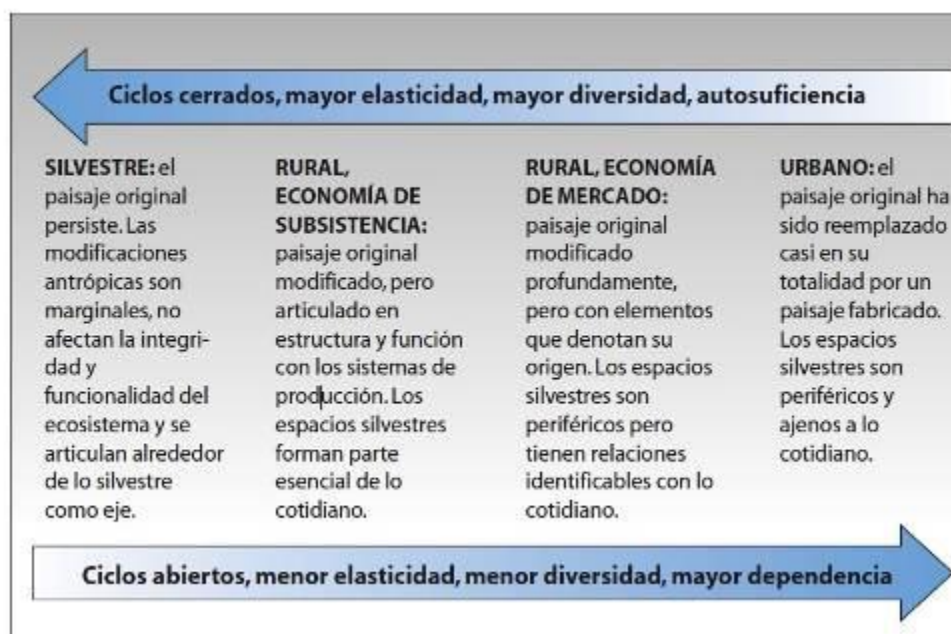


Lo cual coincide con la sistemática reducción del espacio de los ecosistemas de humedal y bosque:

**Tabla 2.68.** Reducción de Ecosistemas

Ecosistema	Extensión -año 1957	Extensión - año 1986	Extensión – año 2009
Humedales	10.049	2795	2590
Bosques	25.320	8668	

Se crearon muchas empresas industriales en las ciudades lo cual representó un atractivo para personas de otras zonas del país, que llevo a una explosión demográfica de la ciudad capital y de los municipios intermedios.



**Figura 2.93.** Características ecológicas de distintas formas de apropiación de territorio

Fuente: Tomado de Imaginarios de naturaleza en la transformación del paisaje vallecaucano entre 1950 y 1970; Rivera C, Naranjo L, Duque A, Revista Habladurías • Año 2 • Número 2 • Julio - Diciembre 2005

## 2.4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

*Carolina Victoria Bonilla - Fundación AGUA Y PAZ*

El Plan de Manejo Ambiental del Humedal La Trozada, es un instrumento de planificación que orientará la gestión para lograr los objetivos planteados en el proyecto realizado por la CVC como contratante y la Fundación Agua y Paz como entidad contratista. Este documento es el resultado de un proceso de construcción colectiva en el que participaron los actores sociales e institucionales involucrados.



La planificación del manejo es una forma de pensar que incluye registrar, evaluar y planificar. Es un proceso que está sujeto a la revisión constante. Un plan de manejo debe ser considerado un documento flexible y dinámico, siendo estos documentos técnicos y no jurídicos. Es importante designar una autoridad responsable para la dirección del plan de manejo.

Su estructura consiste en: (a) preámbulo, el cual hace referencia a las políticas ambientales de orden nacional y local; adicionalmente se realiza la caracterización de los componentes ecológicos, sociales y económicos; (b) evaluación, donde se desarrollan los procesos de la problemática ambiental, ecológica y socioeconómica, se definen los objetivos a largo plazo, determinando los factores que influyen en el cumplimiento de los objetivos, se termina con la planificación de objetivos realizables en el corto y largo plazo y (c) plan de acción, establecimiento de un plan de trabajo constituido por estrategias, líneas programáticas y proyectos.

Se conformó un equipo interdisciplinario con especialidad en ciencias sociales y ciencias naturales, inicialmente se hace la revisión bibliográfica disponible y recopilación documental, se parte de los planes de manejos existentes.

Posteriormente, se convoca a la comunidad y los actores involucrados para la socialización del proyecto y para invitarlos en la elaboración conjunta del plan de manejo, sobre todo en el plan de acción. La modalidad será de talleres en los que se busque participación, discusión y consenso, el papel del equipo será el de coordinar las acciones en ningún momento de imponerlas.

Se realizan entrevistas a los visitantes del humedal y a los actores y autoridades involucradas, se les aplica la ficha sugerida en la guía de la resolución 196/2006. Se identificarán los conflictos ambientales y se propondrá un esquema para su transformación.

#### 2.4.2.1. *RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN*

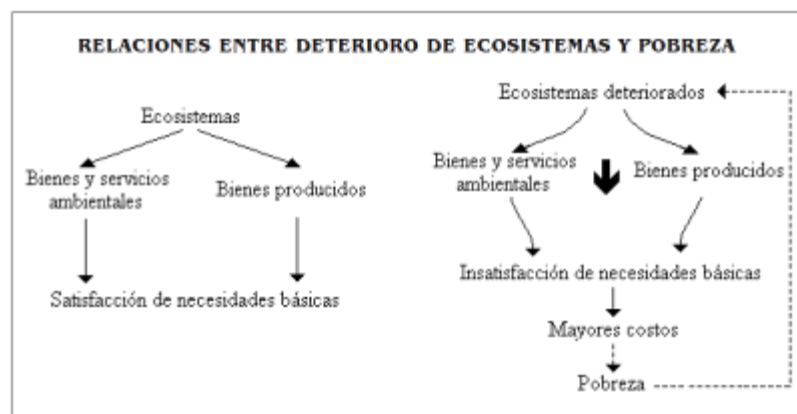
El componente socioambiental del plan de manejo se construyó siguiendo el principio de participación amplia de los actores pertinentes. Tal como se encuentra definido en los documentos rectores, es necesario realizar una evaluación técnica – científica y una comunitaria.

El siguiente aparte del documento contiene lo relativo a la evaluación comunitaria en la búsqueda de información secundario tales como los planes de manejo de la laguna realizados con anterioridad y el PBOT del municipio de Buga y a las características representativas del humedal tales como la inundabilidad de este humedal que depende de su conectividad con el río Cauca, al confinamiento con dique, a la presencia de cultivos de caña de azúcar a los alrededores, a la no presencia de comunidad asociada al humedal ni a sus servicios ambientales y a la pertenencia de predios privados.

Por ende, se procedió a realizar nuevas investigaciones, a partir de la recopilación de datos mediante encuestas directas a la comunidad; sobre todo a los pescadores, tanto los actuales como los que fueron. La idea central de esa variante metodológica, se construye sobre una directriz, que parte del reconocimiento de los pescadores como especie constitutiva de la cadena trófica, en su condición de heterótrofos terminales.

Para lo cual, una especie de interés en su conservación son los pescadores. La especie íctica insigne en el Valle del Cauca fue el Bocachico, lo que incluye en el desarrollo de su ciclo de vida a las madre viejas y el río en conjunto, como sistema integral. De allí que el deterioro de éstos ecosistemas significó también la reducción en su población.

Igualmente, en la recolección de información primaria, se citó a la comunidad a una reunión en de socialización en conjunto con la autoridad ambiental pero no hubo asistencia excepto por algunos integrantes de ECOUPALT - Empresa Comunitaria Unida de Paz, Libertad y Trabajo, conformada por 195 familias de desplazados por la violencia junto con desmovilizados del paramilitarismo y campesinos a los cuales el Estado les otorgó la hacienda Sandrana-Samaria en el municipio de San Pedro y con relación al humedal La Trozada.



**Figura 2.94.** Relaciones entre ecosistemas y pobreza

Fuente: IDEA. Tomado de Ecosistemas Estratégicos de Colombia (Márquez, 2003)

Sin embargo, durante el levantamiento de la información biótica, se logró hacer contacto con antiguos pescadores quienes afirmaron la dificultad en realizar su actividad dadas las condiciones de degradación del humedal y afirmando que solo logran aprovechar cuando la época de invierno cesa y quedan alevinos que crecen en el humedal.

### 2.4.3. BASE PARA EL MANEJO DE CONFLICTOS AMBIENTALES

Otra metodología utilizada para el desarrollo del componente socio-ambiental fue la Guía para el Trámite y Manejo de Conflictos Ambientales elaborada por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC -, de igual manera se utilizó como soporte los lineamientos establecidos en el documento elaborado por esta institución



denominado: “*Elaborar pautas metodológicas para el seguimiento a planes de manejo y la evaluación de la efectividad en la gestión de un área de conservación, a través del análisis del estudio de casos*”.

Los conflictos ambientales hay que entenderlos como situaciones consustanciales a la interacción entre grupos humanos y de éstos con la naturaleza, que tienen aspectos negativos pero también positivos, por cuanto se erigen en oportunidades para la creatividad y para el cambio. Por eso, sin negar sus aspectos negativos, los conflictos ambientales deben asumirse y transformarse a través de la participación y la creatividad.

En las palabras de Bloomfield y Reilly (1998, p.18): “El manejo del conflicto es el trato positivo y constructivo de la diferencia y la divergencia. Más que defender métodos para resolver el conflicto, la pregunta más real que se hace uno en manejo de conflictos es: como tratar con él de una forma constructiva, como juntar lados opuestos en un proceso cooperativo, como diseñar un sistema que sea práctico, alcanzable y cooperativo para el manejo constructivo de la diferencia”<sup>27</sup>.

Cabe destacar el potencial de la cartografía social (mapeo participativo) como una herramienta para la transformación de conflictos ambientales y sociales al nivel familiar, nacional e internacional. Las ventajas de la cartografía social como una herramienta para valorar, planear y como una herramienta analítica para la transformación del conflicto.<sup>28</sup>

La CVC promueve e impulsa la transformación de los conflictos ambientales, hacia situaciones más benéficas desde el punto de vista socio-ambiental. El manual para el manejo de los conflictos ambientales privilegia enfoques para la resolución o transformación de los conflictos ambientales con base en la construcción de acuerdos entre las partes enfrentadas, que contribuyan a disminuir las tensiones sociales implícitas en ellos y a revertir el deterioro ambiental<sup>29</sup>.

#### **2.4.4. ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS Y SOCIO AMBIENTALES**

#### **2.4.5. CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA Y SOCIO – AMBIENTAL**

##### **2.4.5.1. DIVISION POLITICO - ADMINISTRATIVA**

<sup>27</sup>Bloomfield y Reilly (1998, p.18)

<sup>28</sup>ELENA P. BASTIDAS AND CARLOS A. GONZALES, Social Cartography as a Tool for Conflict Analysis and Resolution: The Experience of the Afro-Colombian Communities of Robles

<sup>5</sup>Oficina de Integración con la sociedad Civil y Entes Territoriales. Trámite y manejo de conflictos ambientales. CVC. 2002.

<sup>29</sup>Oficina de Integración con la sociedad Civil y Entes Territoriales. Trámite y manejo de conflictos ambientales. CVC. 2002.

El departamento del Valle del Cauca se encuentra ubicado al sur occidente de Colombia entre los 3°03' y 5°01' de latitud norte y los 72°42' y 77°33' de longitud al oeste de Greenwich y representa el 1.9% del total de la superficie de Colombia. Este departamento está constituido por dos grandes vertientes hidrográficas muy diferenciadas entre sí: la del océano Pacífico y la del Atlántico. En la parte alta de esta última se encuentra el valle geográfico del río Cauca con altitud promedio de 1.000 m y extensión de 3.200 Km<sup>2</sup> y donde la dinámica del río ha desarrollado gran cantidad de humedales entre ciénagas, lagunas y Madrevieja.<sup>30</sup>

El departamento del Valle del Cauca limita por el norte con los departamentos de Chocó y Risaralda, por el oriente con los departamentos del Quindío y Tolima, por el sur con el departamento del Cauca y por el occidente con el departamento del Chocó y el océano Pacífico. El municipio de Buga está conformado por dos regiones diferentes: una plana, situada en el occidente y ubicada en el valle del río Cauca y otra montañosa al oriente, que comprende la vertiente occidental de la cordillera central, con alturas superiores a los 4.000 m.s.n.m. Entre los accidentes orográficos se destacan los páramos de Las Hermosas, Miraflores, Salado, la Suiza y La Rusia, las Cuchilla del Rosario, Los Altos de La Imprenta y Pan de Azúcar y el Cerro Mesetas, con alturas de 4.100 y 4.205 m.s.n.m.

**Tabla 2.69.** Límites del Municipio de Guadalajara de Buga

NORTE	San Pedro y Tuluá
SUR	Cerrito, Ginebra y Guacarí
ORIENTE	Departamento del Tolima
OCCIDENTE	Yotoco
EXTENSION TOTAL	832Km <sup>2</sup>
ALTITUD DE LA CABECERA MUNICIPAL	969 m.s.n.m
TEMPERATURA MEDIA	24°C
DISTANCIA DE REFERENCIA	73 Km de Cali

Fuente: Página web Alcaldía de San Pedro, 2008

Sus tierras se distribuyen en los siguientes pisos térmicos: cálido 168 Kms<sup>2</sup>; medio 150 Kms<sup>2</sup>; frío 324 Kms<sup>2</sup> y páramo 190 Km<sup>2</sup>. Están regadas por los ríos: Cauca, Guadalajara, Loro, Sonso y Tuluá, además de numerosas corrientes menores. Cerca del río Cauca, se encuentran las Ciénagas del Cedral y Chircal.

#### **2.4.6. HISTORIA DE BUGA**

Buga la Cuatricentaria ciudad del Valle del Cauca, una de las más antiguas de Colombia, tuvo según los historiadores, cuatro fundaciones en diferentes sitios y en distintas fechas.

Los vecinos de Guadalajara de Buga, dado las circunstancias anotadas y las pocas tierras aptas para actividades agropecuarias que tenía, pidieron a la alta autoridad el

<sup>30</sup> CVC. 2009. Humedales del Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación.



traslado de la población a tierras planas. Durante la época de la conquista sus tierras estaban pobladas por diversas y valientes tribus guerreras que ofrecieron resistencia a la invasión de sus tierras por parte de los conquistadores.

El nombre de Buga, proviene de las tribus que poblaban los altos valles de la cordillera Central, donde fue fundada "Buga La Vieja". Etimológicamente hablando, el nombre de Buga es de origen Caribe, si se tiene en cuenta que los Pijaos, los Quinamanoes y Bugas eran de ascendencia Caribe, procedentes de archipiélagos Antillanos, penetraron al interior del país a través de los ríos Colombianos, para instalarse en Sierras y Valles.

Fue reedificada en el territorio de los indios Quinamanoes en la región denominada "Babaya" que estaba situada en la parte montañosa, al pie del Cerro de Pan de Azúcar.

La segunda fundación recibió el nombre de "Guadalajara de Buga" y una tercera con el mismo nombre, para llegar posteriormente a capital de la provincia entre 1834 y 1887, año en que se organizó como Municipio; en 1908 fue capital del Departamento de Buga por veinte meses hasta la creación del Departamento del Valle. Se ignora la fecha exacta de su fundación que de todas maneras se realizó en 1555 siendo trasladada a la Cordillera y nuevamente al Valle.

En 1569 el alcalde Ruy Baez de Sosa ofreció sus tierras para trasladar la ciudad a orillas del río Guadalajara, la traslación tuvo lugar el 4 de Marzo de 1570, siendo su primer Teniente Gobernador y de Justicia mayor, el Capitán Luis Velásquez; su primer alcalde, el Capitán Melchor Velásquez de Valdenebro fundador de Toro y primer "Alferez Real" Capitán Diego Lazo de la Vega, quién además ejerció de alcalde.

En 1810 Buga formó parte de las ciudades confederadas del Valle del Cauca y aportó la sangre y el patriotismo de sus hijos entre otros la del General José María Cabal, Francisco y Miguel Cabal. El Rey de España Don Felipe II, le otorgó el título de Ciudad a fines del siglo XVI y le concedió su escudo de armas por los muchos servicios prestados a la corona. El día 11 de Enero de 1822, visitó el Libertador Simón Bolívar a Buga.

Luego el 26 y 27 de Diciembre de 1829; sendas placas conmemorativas colocadas en las casas en donde se alojó, nos recuerdan este suceso noble e importante para la ciudad. La Fundación realizada el 4 de marzo de 1570 en un sitio muy cercano a lo que hoy día son terrenos del SENA, llamada Sepulturas, es aceptada oficialmente como definitiva de la fundación de Guadalajara de Buga aunque un tiempo después fue trasladada a la Margen derecha del Río Piedras, hoy Río Guadalajara, siendo su plaza original el hoy parque "José María Cabal", marco de sus originales construcciones. Elevada a la Categoría de Municipio por la Ordenanza No. 11 de febrero 9 de 1884 (página web Alcaldía de Buga, 2008).

### 2.4.7. ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS PREDOMINANTES EN LA CUENCA Y EL COMPLEJO DE HUMEDALES

Las actividades predominantes en el departamento del Valle del Cauca están sustentadas en la prestación de servicios, le siguen la industria y las actividades agropecuarias. Entre los servicios, los más importantes son los comerciales, el transporte, la banca y las comunicaciones. La agricultura está bastante tecnificada, el producto más relevante para la economía departamental es la caña de azúcar, donde se encuentran las plantaciones más grandes e importantes del país; le siguen la caña panelera, el sorgo, yuca, algodón, soya, maíz, café palma africana y cacao. En la industria se destacan los alimentos, particularmente el procesamiento de azúcar, la producción de químicos, fármacos, plásticos y la industria editorial. La ganadería es mayoritariamente vacuna<sup>31</sup>.

En cuanto a las actividades socio-económicas predominantes en el municipio de Buga son los sectores más representativos dentro del Producto Interno Bruto el cultivo del café, la caña de azúcar, productos agrícolas, ganado vacuno y porcino, aves de corral, leche, silvicultura, huevos, pesca, hulla lignitia y minerales.

En el sector secundario de la economía se encuentra la producción de alimentos y bebidas, la construcción y otras industrias; y por ultimo en el sector terciario encontramos la generación de energía y agua, comercio, servicio de reparación de automotores, hoteles y restaurantes, transporte, comunicaciones, servicios financieros, empresariales y sociales y servicios de gobierno.

### 2.4.8. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

El municipio de influencia del humedal corresponde a Buga, para este, el DANE realizó una proyección al 2010 la cual arrojó que el municipio de Guadalajara de Buga cuenta con 116,893 en la cabecera y en el corregimiento de Chambimbal con 2.175. Del total de la población del municipio, el 48,3% son hombres y el 51,7% mujeres.

**Tabla 2.70.** Población del municipio de Buga al 2.010

MUNICIPIO	TOTAL	URBANA	RURAL
Guadalajara de Buga	116.105	99.540	16.565

Fuente: DANE, 2005



**Figura 2.95.** Población por sexo del municipio de Guadalajara de Buga – Valle del Cauca

<sup>31</sup> Página Web: [www.todacolombia.com](http://www.todacolombia.com)

Fuente: DANE, 2005

### 2.4.9. EDUCACIÓN

En el municipio de Buga existen 14 instituciones educativas y 74 sedes en el Municipio que son: El Placer (14 sedes), Agrícola de Monterrey (5 sedes), La Magdalena (6 sedes), Manuel Antonio Sanclemente (6 sedes), Nuestra Señora de Fátima (3 sedes), Académico (5 sedes), Agrícola Guadalajara de Buga (4 sedes), Tulio Enrique Tascón – Chambimbal (4 sedes), Gran Colombia (3 sedes), Ángel Cuadros (8 sedes), Narciso Cabal Salcedo (3 sedes), San Vicente (6 sedes), Tulio Enrique Tascón (a sedes) y Jose María Villegas (3 sedes).

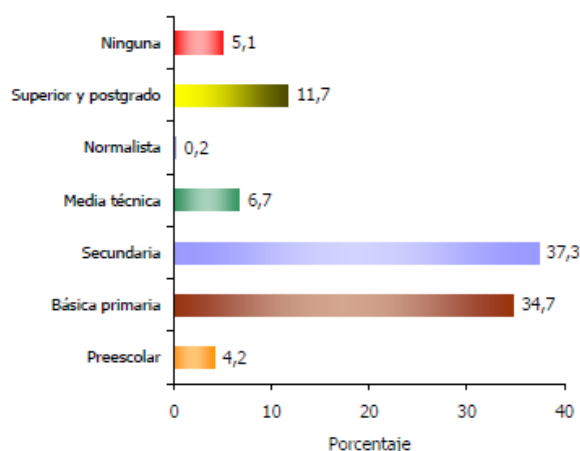
La población en edad escolar es de 33.149 niños y jóvenes, es decir, la comprendida entre 4.5 años (nivel preescolar) y 17-18 años en nivel educación media. Con base en el dato de matrícula del periodo 2002-2003, se deduce que la población atendida por el sector oficial es de 20.558 estudiantes, equivalentes al 60,6% del total. El sector no oficial prestó servicios a 7.410 correspondiente al 22% de la población en edad escolar.

**Tabla 2.71.** Cobertura del sistema de educación municipal de Buga, periodo 2002-2003

POBLACION EN EDAD ESCOLAR	SECTOR OFICIAL			SECTOR NO OFICIAL	TOTAL
	URBANO	RURAL	TOTAL		
Preescolar	1.160	253	1.413	1.379	2.792
Primaria	8.422	2.081	10.503	3.026	13.529
Secundaria y media	6.409	447	6.856	3.005	11.347
Media técnica	1.457	29	1.486	-	-
TOTAL	17.448	2.810	20.258	7.410	27.668

Fuente: Documento diagnóstico para el Plan de Desarrollo Municipal, 2004 - 2007

El 67,1% de la población en cabecera de 3 a 24 años asiste a un establecimiento educativo formal, el 34,7% de la población residente en Buga, ha alcanzado el nivel básica primaria; el 37,3% ha alcanzado secundaria y el 11,7% el nivel superior y postgrado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 5,1%.



**Figura 2.96.** Nivel educativo en el municipio de Guadalajara de Buga – Valle del Cauca

Fuente: DANE, 2005

### 2.4.10. SALUD

Con base en el Documento diagnóstico para el Plan de Desarrollo Municipal, 2004 – 2007, el municipio cuenta con dos ESE del nivel I de atención, dos instituciones del nivel II que prestan algunas especialidades del nivel II y cinco instituciones prestadores de servicios de salud, es decir, en promoción y prevención.

También cuenta aproximadamente con el 36% (51.840), de la población con afiliación al régimen contributivo de salud; el 16% (23.040), con afiliación al régimen subsidiado y el 48% de la población no es asegurada, es decir que no tiene acceso a la seguridad social en salud, lo cual representa cerca de 69.120 personas que no son cubiertas por el sistema.

En el humedal en sí, los habitantes de la Isla cuentan con servicio de salud a través del Sistema de Beneficiarios SISBEN, por lo general acuden al hospital Divino Niño del municipio Guadalajara de Buga (PMI de las madre viejas La Trozada, Bocas de Tuluá, Madrigal, La Herradura y Cementerio, 2003).

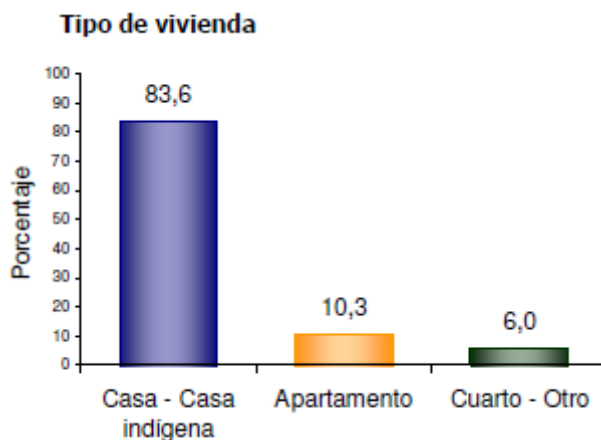
### 2.4.11. VIVIENDA

Basados en las estadísticas del Censo de 2005, Buga cuenta con un total de 31.7607 de las cuales 27.295 corresponden al área urbana y 4.312 al área rural. El 83,6% de las viviendas son casas.

**Tabla 2.72.** Censo de viviendas para el municipio de Buga, 2005

MUNICIPIO	TOTAL	URBANA	RURAL
Guadalajara de Buga	31.607	27.295	4.312

Fuente: DANE, 2005



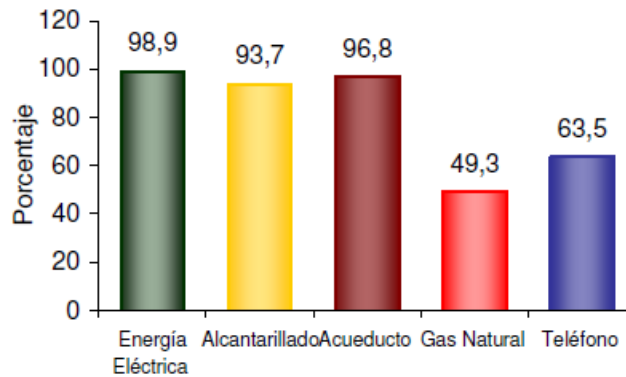
**Figura 2.97.** Tipo de vivienda en el municipio de Guadalajara de Buga - Valle del Cauca

Fuente: DANE, 2005



### 2.4.12. SERVICIOS PÚBLICOS

En Buga el 98,9% de las viviendas tiene conexión a energía eléctrica y el 49,3% tiene conexión a Gas Natural.



**Figura 2.98.** Servicios con que cuentan las viviendas de Guadalajara de Buga  
Fuente: DANE, 2005

### 2.4.13. INFRAESTRUCTURA VIAL

Con base en el Plan de Manejo Integral de las madre viejas La trozada, Bocas de Tuluá, Madrigal, La Herradura y Cementerio de 2003, existen tres rutas de acceso siendo la más usada el callejón privado de aproximadamente dos kilómetros que pertenece a las haciendas San Antonio y Tiacuante al que llaman Callejón San Antonio y va desde la vía Panamericana atravesando estas haciendas hasta la madre vieja; los habitantes y dueños de predios de la parte interna (Isla) al llegar a la madre vieja se desplazan en canoa hasta sus predios. En época de invierno a unos 500 metros de la madre vieja, el callejón se inunda por lo que es necesario doblar por otro callejón, hasta la orilla del río Cauca.

Las otras dos rutas de acceso a la madre vieja son: Un camino de trocha que bordea de Sur a Norte por el jarillón del río Cauca y conecta las veredas El Povenir y Chambimbal; un callejón que sale desde el barrio Paloblanco, que tiempo atrás era conocido como Callejón Tiacuante y hoy es la prolongación de la calle 16 del casco urbano de la ciudad de Buga.

El acceso se ha identificado como un conflicto por parte de los colindantes internos y externos, debido a que visitantes externos han ocasionado daños en los alambrados por lo que a veces se restringe el paso.

### 2.4.14. TURISMO EN BUGA

Buga, por ser la Capital Espiritual de América, es un excelente sitio para el turismo religioso, cuenta con una valiosa arquitectura colonial, clima cálido y con una infraestructura hotelera atractiva, entre ellos el Hotel Guadalajara con estilo arquitectónico.

Entre los principales sitios turísticos del municipio también se encuentra el Museo Arqueológico de Darién, El Lago Calima, la Hacienda El Paraíso, el Museo de la Caña en la Hacienda Piedechinche, El Museo del Señor de los Milagros, La Iglesia de San Francisco construida en 1746, el Puente de la Libertad, la Plaza Cabal y los Portales y La Estación del Ferrocarril.

Como atractivos naturales están la Reserva Natural de la Laguna de Sonso, el Parque Nacional Natural de Las Hermosas, La Estación Biológica El Vínculo y el Instituto de Piscicultura Tropical.

Los eventos representativos e insignias de esta municipalidad son la Exposición Nacional de Agricultura en julio, Festibuga en agosto, Novena y Fiestas del Señor de Los Milagros en Septiembre, las Fiestas Patronales y el Encuentro Nacional Interveredal de Música Popular (página web Alcaldía de Buga, 2008).

#### **2.4.15. ACTORES SOCIALES**

Encontramos para el humedal La Trozada:

##### **ORGANIZACIONES GUBERNAMENTALES**

Alcaldía administración Municipal de Buga  
Secretaría de Agricultura y Fomento de Buga  
Secretaría de Planeación de Buga  
Secretaría Bienestar Social de Buga  
Concejo municipal de Buga  
DAR Centro Sur CVC  
Instituto Técnico Agrícola de Buga  
Policía Nacional de Buga  
Aguas de Buga S.A.  
SEDAMA

#### **2.4.16. ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO**

En el informe regional de desarrollo humano, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD; 2008, muestra los valores calculados del índice de desarrollo humano (IDH) para las municipalidades que conforman la Región.

Estima los niveles de progreso medio conseguido por una comunidad a partir de tres dimensiones, integradas en un solo indicador, el cual se compone de 3 estimativos:

- Disfrutar de una vida larga y saludable, medida a partir de la esperanza de vida al nacer.
- Disponer de educación, que representa el conocimiento, medido a partir de la tasa de alfabetización en adultos y la tasa bruta combinada de matriculación.
- Disfrutar de un nivel de vida digno, medido a partir del PIB, per cápita en términos de la paridad del poder adquisitivo (PPA) en dólares estadounidenses.

Según el PNUD, se conforman tres (3) categorías de acuerdo con los umbrales en los que oscile la extensión del índice calculado, los cuales son:

- Desarrollo humano Elevado (IDH  $\geq 0.8$ ; o con base 100:  $\geq 80.0$ )
- Desarrollo humano medio (IDH entre 0.5 y  $\leq 0.8$ ; o con base 100: entre 50.0 y  $\leq 80.0$ )
- Desarrollo humano bajo (IDH  $< 0.5$ ; o con base 100:  $\leq 50.0$ )



**Figura 2.99.** Índice de Desarrollo Humano en municipios  
Fuente: DANE, 2005

#### 2.4.17. CARACTERIZACIÓN DE ACTORES SEGÚN METODOLOGÍA SIDAP - CVC

A través de las socializaciones efectuadas para el humedal La Trozada realizadas los días detallados a continuación, se pudo establecer diferentes dinámicas listadas así:

**Tabla 2.73.** Lugares y fechas de socializaciones

Fecha	Lugar Socialización
Febrero 6 de 2012	CVC DAR Centro Sede Buga
Septiembre 14 de 2011	CVC DAR Centro Sede Buga

A través de los criterios definidos en el capítulo de identificación y caracterización de los actores sociales involucrados en alguna zona del Sistema Departamental de Áreas Protegidas en el Valle del Cauca (SIDAP Valle) (CVC *et al*, 2007), se presenta la identificación de los elementos fundamentales de caracterización de los actores en las siguientes tablas.

**Tabla 2.74.** Información de actores sociales

Nombre	Ubicación	Ocupación	Respecto al humedal	
			Rol	Interés
CVC	CVC DAR Centro Sur, Municipio de Buga	Corporación autónoma regional de carácter	Protección del medio ambiente del humedal	Lograr un desarrollo sostenible del humedal La Trozada en base a condicionamientos

Nombre	Ubicación	Ocupación ambiental	Respecto al humedal	
				ambientales, sociales y técnicos
Dueño del Predio Colindante, Mario Germán Cabal	Municipio de Buga	Agricultura y Ganadería	Se encuentran perjudicados debido a la inundación de la zona anfibia del humedal	Propenden por sus cultivos y la mantención de sus terrenos, que el humedal no crezca su zona acuática para que no los afecte
Alcaldía de Guadalajara de Buga	Municipio de Buga	Administración local del municipio de Buga	Implementar programas y proyectos enfocados en el plan de manejo	Define políticas dentro del POT y otros lineamientos que permiten asegurar la subsistencia del humedal y de sus habitantes circunvecinos
Agricultores minifundistas colindantes al humedal	Humedal La Trozada	Agricultores de productos de pan coger	Aprovechamiento de tierras fértiles para cultivo de alimentación propia	Propenden por sus cultivos y la mantención de sus terrenos, que el humedal no crezca su zona acuática para que no los afecte

**Tabla 2.75. Relaciones y conflictos de los actores**

Actor	Posición de soluciones a conflictos	Posición sobre soluciones respecto a otros actores	Amenazas	Oportunidades
Agricultores minifundistas colindantes al humedal	Aportar sus conocimientos para el mejoramiento del humedal pero sin afectar sus cultivos de pan coger	Colaboración y participación ambiental	Restricción de entrada al humedal y contaminación del mismo	Participación en actividades económicas influenciadas con la conservación del humedal
Dueño del Predio Colindante, Mario Germán Cabal	Asiste a las reuniones, más es reticente a las soluciones planteadas por el Plan de Manejo no por los fundamentos técnicos del documento, el cual celebra, sino por su posible aplicación errónea por la CVC	Las recibe, más argumenta que el peso económico de los cambios expresados en el plan de manejo es importante	Problemáticas por el uso del suelo, se sugiere acercamientos más profundos de la autoridad ambiental	Tiene la posibilidad de acometer una política de gestión ambiental y conservación del humedal instrumentando y llevando a los pobladores de sus tierras a ver el humedal como una reserva natural, y poder gestionar esto como un acto de Responsabilidad Ambiental económicamente sostenible
CVC	Se presenta como el mediador de los conflictos a presentar	Pondera soluciones a nivel técnico ambiental que permitan que los actores sean representados adecuadamente	Percepción negativa de la comunidad debido a problemas ambientales gestionados indebidamente en el pasado, y de los	Como autoridad ambiental, tiene la posibilidad de efectuar cambios trascendentales en la percepción y manejo de un recurso natural tan importante como es el humedal



Actor	Posición de soluciones a conflictos	Posición sobre soluciones respecto a otros actores	Amenazas	Oportunidades
			propietarios de los terrenos colindantes (Ingenio Rio Paila - La Castilla)	
Alcaldía de Guadalajara de Buga	No es parte integral de los conflictos, poco interés en la temática	No se hace expresión de estar a favor o en contra de algún actor en particular	Debe integrar el Plan de Manejo en el POT del municipio, y existe el riesgo de la poca integración del mismo	Puede articular grandes avances en temas ambientales dándole importancia al ítem de la conservación del humedal

**Tabla 2.76.** Clasificación de actores

Escala / Categoría	Públicos	Locales	Beneficiarios	Interesados
Local	Alcaldía	Dueño del Predio Colindante, Mario Germán Cabal		Agricultores minifundistas colindantes al humedal
Regional	CVC			
Nacional				
Internacional				

**Tabla 2.77.** Priorización de actores

Priorización	Señalética	Actores
Prioritarios	☹	Agricultores minifundistas colindantes al humedal
Aliados	☺	CVC
Importantes	●	CVC
Influyentes	C*	
Débiles	☞	
indiferentes	○	Alcaldía
Hostiles	☺	Dueño del Predio Colindante, Mario Germán Cabal

### 3. EVALUACIÓN

Jefferson Martínez - John Alexander Posso

#### 3.1. EVALUACIÓN AMBIENTAL

##### 3.1.1. UBICACIÓN EN BIOMA

Según el informe de Evaluación de Ecosistemas del Milenio más del 50% de humedales que existían en partes de Norte América, Europa, Australia y Nueva Zelandia fueron destruidas durante el Siglo XX y muchos otros en diversas partes del mundo fueron degradados. Algo mucho más alarmante del Informe es la afirmación: “la degradación y desaparición de humedales es más rápida que la experimentada por otros ecosistemas”.

Las figuras siguientes ilustran las principales formaciones ecológicas o biomas del sistema tierra. En ellas se puede apreciar el ecosistema al cual se circunscriben los humedal del Valle del río Cauca, los cuales hacen parte de un único bioma que comprende todo Suramérica, paralelo al océano pacifico y que busca conexión con el océano atlántico, conocido como el sistema montañoso de los Andes.

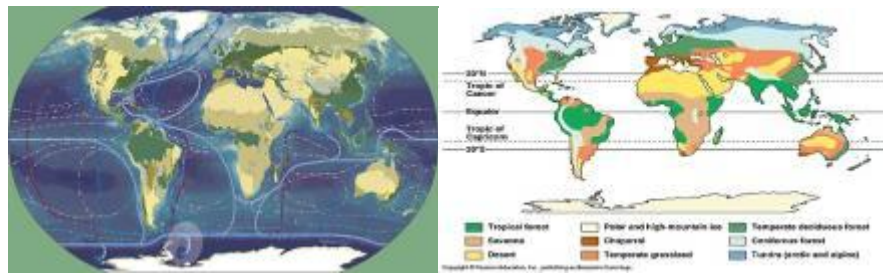


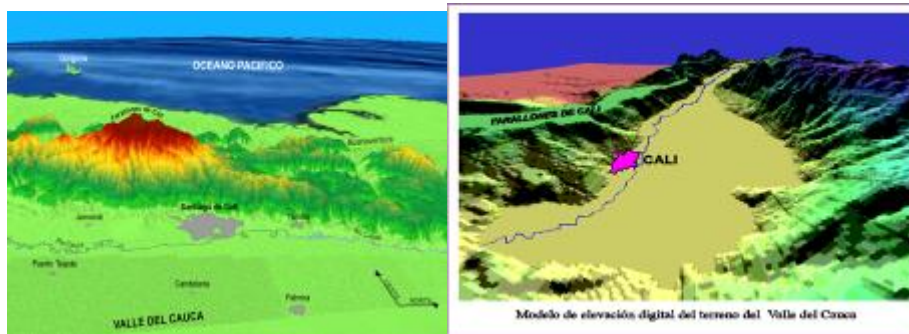
Figura 3.1. Biomas de la Tierra  
Fuente: URL-2

Al extremo norte del Bioma corresponde el Valle del río Cauca, subcuenca del río Magdalena perteneciente a la Vertiente Caribe.



Figura 3.2. Biomas en Colombia  
Fuente: URL-2

La cuenca del Valle del río Cauca se encuentra configurada entre la vertiente oriental de la Cordillera Occidental y la vertiente occidental de la Cordillera Central. Los volúmenes de agua evaporados desde el océano Pacífico se precipitan en la cara occidental de la misma, formando el bosque húmedo de selva tropical, mientras que del otro lado de la cordillera, las precipitaciones son escasas debido los volúmenes de agua en forma de vapor no son interceptados, y continúan fluyendo hasta chocar contra la cara occidental de la Cordillera Central, la cual es más alta; caracterizada por grandes páramos, génesis de caudalosos ríos, cuya energía y sedimentos, corren lateralmente el río Cauca hacia las estribaciones de la Cordillera Occidental.

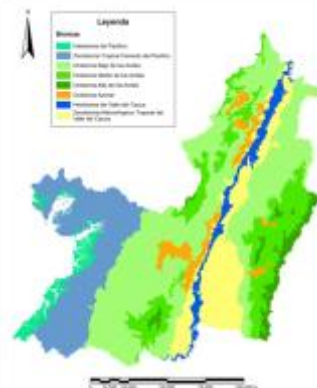


**Figura 3.3.** Terreno del Valle del Cauca

Fuente: URL-2

Como se observa en la anterior figura los vientos cargados de humedad que soplan desde el océano Pacífico, precipitan mayoritariamente sobre la vertiente occidental. Mientras que del otro lado, del sotavento, se presenta un fenómeno llamado sombra de lluvia que induce a la formación de ecosistemas desérticos, como el bosque subxerofítico.

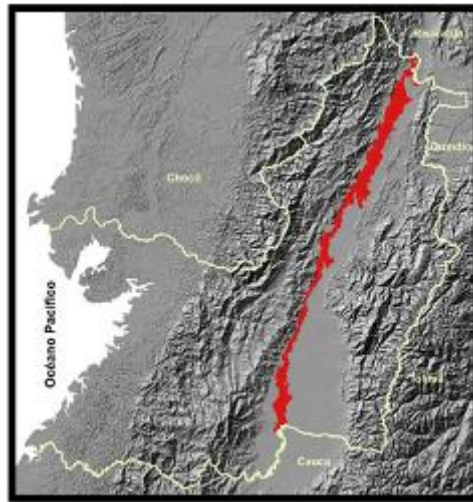
Dentro del Convenio No. 256 de 2009 entre CVC y Funagua, se elaboró el estudio de representatividad ecosistémica para el Valle del Cauca, el cual determinó cincuenta y cuatro (54) categóricos ecosistémicos en la región del Valle del Cauca.



**Figura 3.4.** Terreno del Valle del Cauca

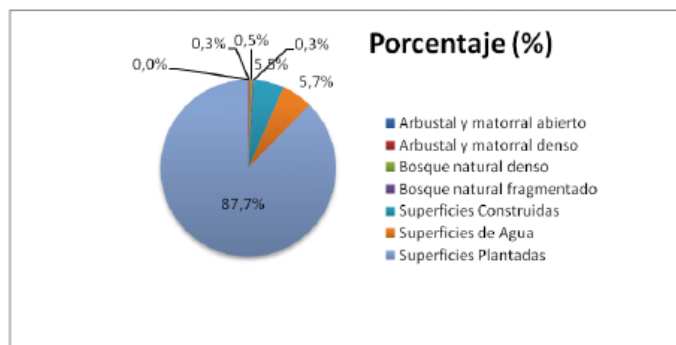
Fuente: CVC – FUNAGUA, 2010

Se ubica en la planicie aluvial del río Cauca como paisaje principal del ecosistema exhibe como relieve el plano de desborde del río Cauca concernientes a cubetas de desborde, cubetas de decantación, albardones, orillares, meandros abandonados, planos de terraza y vegas altas, estas geformas modelan un relieve plano. La composición de los sedimentos aluviales son arenas, limos y arcillas principalmente. Constituido por las cuenca del río Cauca en el municipio de Buga.



**Figura 3.5.** Localización del ecosistema BOCSERA  
Fuente: CVC – FUNAGUA, 2010

Este ecosistema ha sido transformado casi en su totalidad, con un 93,2% de transformación que coloca de manifiesto la degradación que ha sufrido el ecosistema a causa de la vasta utilización de tierras para cultivos. Es importante resaltar que el área construida representa solamente el 5,5% lo cual deja en evidencia la dimensión de la capacidad antrópica para la transformación de su entorno, en cuanto a cobertura natural la cual apenas sobrepasa el 1,1% en este caso, al compararla con la que presentan los otros ecosistemas que componen este bioma (BICSERA y BOCHURA), se puede apreciar que es en éste donde el área natural es mayor (758 ha), lo mismo sucede con los cuerpos de agua (3,835.6 ha).



**Figura 3.6.** Porcentaje en áreas de tipos de suelos



### 3.1.2. FRAGMENTACIÓN

La fragmentación de los ecosistemas, consiste en introducir discontinuidades en las cintas energéticas y de materiales, por lo cual el sistema queda encerrado y confinado de manera que sus ciclos se dinamizan y se consume en menor tiempo, catalizándose la sucesión biológica natural que es pasiva hacia estadios inducidos de sucesión.

Por su parte a nivel químico acontece la adición de concentraciones nuevos y mayores de elementos o compuestos en los ciclos, como resultado del metabolismo de los sistemas agroindustriales y domésticos.

Este subecosistema presenta la mayor fragmentación de los subecosistemas pertenecientes a la categoría de Helobiomas del Valle a pesar de poseer el área más extensa es el que mayor número de fragmentos tiene, estos son muy pequeños (3.2hectáreas), y además son de forma irregular, esta cobertura desaparece prácticamente al tomar como efecto borde 200 metros y por ende no tendría ningún área efectiva para conservar.

Los ecosistemas de humedal del Valle del Geográfico del río Cauca, sistemáticamente han sufrido impactos de origen antrópico que han modificado su estructura, organización y funcionamiento.

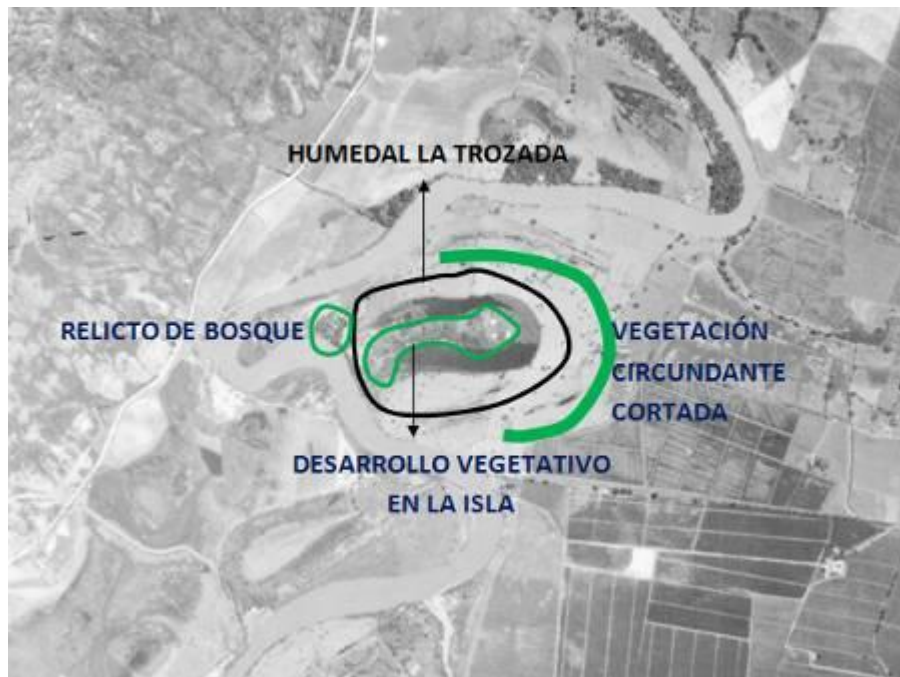


**Figura 3.7.** CVC, Vuelo C-364, Foto 588, Escala 1:33.000, Año 1944

En la anterior fotografía correspondiente al año 1.944, se detalla la futura zona de conformación del humedal que para esta época era un meandro del río Cauca. En 1.976 se presenta el estrechamiento del meandro y los parches de bosque existentes 3 décadas atrás, fueron cortados en su totalidad; dentro del humedal se limitan a relictos de bosque.



**Figura 3.8.** CVC, Vuelo C-1641, Foto 093, Escala 1:32.000, Año 1976



**Figura 3.9.** CVC, Vuelo C-2249, Foto 239, Escala 1:29.900, Año 1986

En la fotografía del año 86 se refleja como el meandro deja de pertenecer al río para convertirse en el humedal La Trozada. El relictos de bosque de la zona norte que se veía en el año 76 fue talado al igual que el circundante, todo con objetivos agropecuarios. En

la isla se nota un desarrollo vegetativo el cual es apropiado visto como hábitat de especies que se adapten a este nuevo ecosistema mientras que el espejo de agua se encuentra cubierto por buchón de agua en casi más de dos tercios de su área.



**Figura 3.10.** FAL, Vuelo F-407, Foto 184, Escala 1:31.300, Año 1998

La fotografía de 1.998 muestra que la cobertura es cercana al 85% del espejo de agua pero con una distribución diferente a la del año 1.986. A los alrededores del humedal se conforman las parcelas de tal forma que confinan al humedal limitando la conectividad de las especies de flora y fauna. En el 2007 la superficie de agua se ve libre de plantas acuáticas debido a una limpieza que se realizó en conjunto con la autoridad ambiental, favoreciendo la disminución de procesos de terrificación por eutroficación.

Sin duda no es posible pensar en la restauración del sistema, puesto que los elementos constitutivos han presentado transformación irreversible, a pesar de esto, es posible avanzar hacia su rehabilitación, en el sentido de recuperar atributos estructurales o funcionales del sistema; puesto que es claro que no es posible retornar al ecosistema original.





Figura 3.11. FAL, Vuelo F-461, Foto 194, Escala 1:26.200, Año 2007

**3.1.3. EFECTO DOMINANTE DE LA CUENCA AFERENTE**

Dentro de la cuenca aferente, el humedal no puede estar en otro sitio sino al final y abajo. La mayor parte de los flujos y procesos ecológicos van en esa misma dirección. Como consecuencia, la mayor parte de las condiciones ambientales y dinámicas ecológicas del humedal dependen de las estructuras y eventos aguas arriba.



Figura 3.12. Bosque cálido húmedo en planicie aluvial

Tal como se sostiene la frase que ha hecho carrera en la ecología: *“un ecosistema acuático es expresión de su cuenca”*. A mayor cantidad de agua, mayor influencia de la cuenca aferente; lo cual tiene dos significados, uno para la zona terrestre y otro para la acuática. En la fase terrestre la influencia es más leve, con dinámicas más propias, es decir es más autárquico. Mientras que en las zonas inundables la influencia es más determinante, pues el cuerpo de agua está totalmente determinado (heterárquico), al punto que refleja más la configuración sintética de la cuenca, más que las de su ronda.



Aunque su potencial para almacenar y acumular aguas es reconocido como su principal fortaleza, esto a su vez se constituye en un factor de fragilidad debido a que ingresan en él también nutrientes y organismos procedentes en gran manera de sistemas externos, lo cual termina por agotarlos.

Los tensores e impactos que más agreden la estructura y composición se asocian para los ingresos al sistema, mediante inundaciones, desbordes o comunicación estacional para eventos invernales con el cauce principal, tienen que ver con:

**3.1.3.1. MAYOR TASA DE INGRESOS DE MATERIA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y EN GENERAL SEDIMENTOS AL SISTEMA CON RESPECTO A LA TASA DE SALIDA**

De allí su carácter de reservorios biogeoquímicos, de las sustancias provenientes por escorrentía en el tránsito por la cuenca de captación, en donde se incluyen los aportes adicionales de materia orgánica y nutrientes de los centros poblados e industriales.

De manera que con la misma intensidad y velocidad con la que ingresan sedimentos y nutrientes al sistema, se acelerará su colmatación lo cual es más agravante si se trata de un contaminante bioacumulable, pues a través del ecosistema ingresa en las cadenas tróficas de los otros biosistemas.

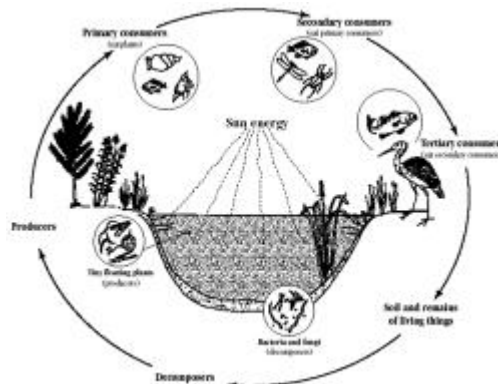


Figura 3.13. Cobertura del Bioma

**3.1.4. SI LAS ENTRADAS DE AGUA SON CORTADAS EL HUMEDAL DESAPARECE**

El taponamiento de canales aportantes, desviación de sus aguas, el drenaje de tierras de sus zonas amortiguadoras, constituye un gran impacto ecológico negativo al sistema. Puesto que se dejan de realizar los procesos que lo sustentan y mantienen.

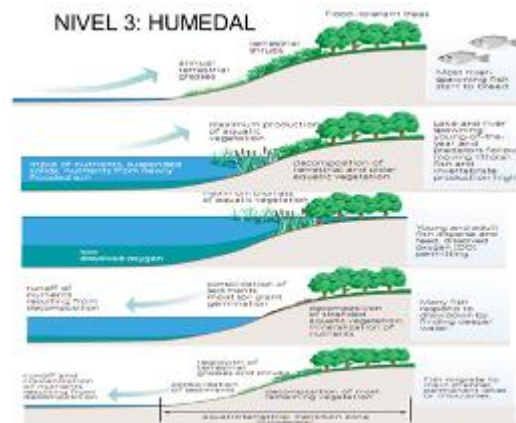
Es importante conservar el régimen de pulsos y fluctuaciones del nivel de aguas, puesto que es allí donde se dan los intercambios energéticos y de masa entre los subsistemas constituidos del gran sistema que se desarrolla en el territorio de la cuenca.

Los diques representan un uso y modelo de ocupación del suelo en contravía del carácter ecológico del territorio que lo sustenta, al cortar la comunicación entre los subsistema constitutivos, fracturar su composición e introducir entropía al sistema lo cual termina por acelerar sus procesos y llevarlos a su extinción.

**3.1.5. ESTRUCTURA DE LOS HUMEDALES**

La estructura de los humedales es de capas concéntricas desde lo acuático hasta lo terrestre; lo cual explica su gran diversidad. Las distintas franjas se intercomunican entre sí y se transforma de acuático a terrestre y de terrestre a acuático. Naturalmente los humedales presentan tres escenarios cuya extensión es sustancialmente variable entre unos y otros:

- Fase acuática: consiste en el cuerpo lagunar permanente; la cual algunos pueden no presentarla.
- Fase anfibia: se trata de una franja, cuya extensión es variable en extensión, y comprende las zonas que se inundan con mayor frecuencia y aquellas que solo se inundan durante periodos invernales de crecientes máximas.
- Fase terrestre: cercana al humedal y nunca alcanzada por las aguas; puede ser continua o discontinua.



**Figura 3.14.** Dinámicas del humedal

Para los humedales asociados a ríos aluviales, en donde la pendiente hidráulica y del terreno es muy baja, se caracteriza por amplias fluctuaciones del nivel de las aguas, conformándose franjas anfibia con distintos períodos de inundabilidad muy extensas.



**Figura 3.15.** Periodo de bajo régimen pluviométrico  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Se conforma una red de comunidades diferenciadas que se relevan gradualmente a lo largo de un amplio gradiente de inundación y drenaje. La estructura vegetal de los humedales está determinada por la pendiente del terreno y la amplitud de las crecientes.



**Figura 3.16.** Fotografía en periodo invernal  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011



Figure 3.21. Landforms and aspects of a floodplain. Topographic features on the floodplain caused by meandering channels.

**Figura 3.17.** Complejo de humedales

Los suelos de las zonas anfibias de los humedales son higromórficos y presentan restricciones severas al desarrollo de la vegetación de mayor porte, consistentes en la falta de oxígeno en el suelo, lo que lleva a una descomposición incompleta de la

materia orgánica que tiende a acumularse en forma de turba, lo que a su vez conlleva un pH bajo.

Cuando las fluctuaciones en el nivel de las aguas no son demasiado grandes, típicamente se desarrollan franjas concéntricas de macrófitas acuáticas, empezando con las enraizadas emergentes (ej: juncos, eneas y pasto alemán) que compiten agresivamente por los suelos más saturados de las orillas y las zonas someras donde logran anclar. A mayor profundidad se localizan las enraizadas sumergidas (ej: *Elodea*, *Potamogeton*, *Egeria*) que pueden llegar a formar grandes masas, dependiendo de la concentración de nutrientes, la profundidad y la corriente.



**Figura 3.18.** Plantas macrófitas en el humedal

Sobre las zonas más profundas se disponen las franjas de las plantas flotantes (Ej: lenteja de agua, buchón y helecho de agua; respectivamente: *Lemna spp.*, *Eichornia crassipes* y *Azolla*). Las flotantes tienden a acumularse en las zonas de menor corriente y donde pueden trabarse con la vegetación enraizada, por cual tienden a formar una franja continua a continuación de las anteriores.

### **3.1.6. FUNCIONAMIENTO**

La hidrodinámica y en especial el régimen de fluctuaciones de niveles de agua es la característica más determinante de su composición biótica y abiótica, la cual define los flujos de energía y nutrientes. La dinámica hidrológica funcional del humedal se configura por 3 ingresos al sistema:

- Los cursos afluentes, los cuales transportan materiales, propágulos y organismos de las cuencas superiores.



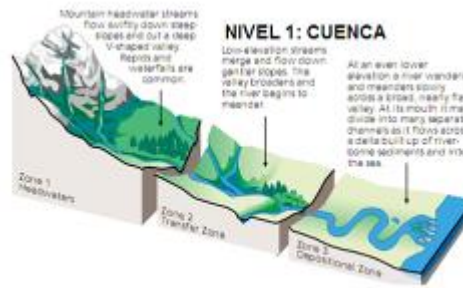
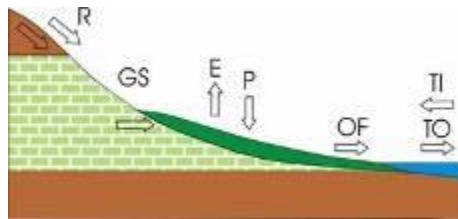


Figure 1.27: Three longitudinal profile zones. Channel and floodplain characteristics change as rivers flow from headwaters to mouth.  
Source: Miller (1990). ©1990 McGraw-Hill Publishing Co.

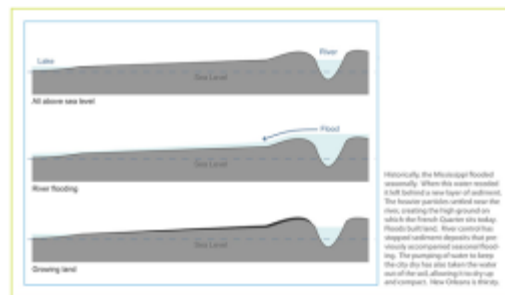
**Figura 3.19.** Esquemas de funcionamiento

- La escorrentía directa, que son las aguas que drenan directamente de las superficies aledañas al humedal, en forma difusa o a través de cursos de primer orden. Este flujo es importante en la relación del humedal con los cambios en su entorno inmediato.



**Figura 3.20.** Escorrentía humedal

- Las crecientes, impulsadas por las dinámicas torrenciales y fluviales, las cuales promueven el intercambio de energía, materiales y organismos con otros ecosistemas, conectados de modo más o menos intermitente con el humedal.

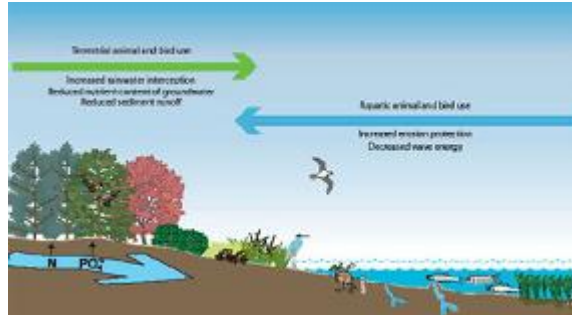


**Figura 3.21.** Flujos de crecientes

Estos flujos no sólo son entradas de agua, son las principales entradas de energía de este tipo de ecosistemas dado que:

Los humedales dependen básicamente de la productividad terrestre. Su productividad autóctona es generalmente muy inferior a la que ingresa con los flujos mencionados.

Toda la dinámica del humedal y, en especial, el modelado de la base geomorfológica y los flujos de nutrientes, materia orgánica y organismos, están determinados por las fuerzas hidráulicas. Por tanto, las entradas de agua son el motor del sistema.



**Figura 3.22.** Dinámica hídrica

En lo concerniente a la productividad que sostiene al humedal es preciso diferenciar:

- La productividad alóctona: representada en la biomasa y la materia orgánica producida por otros ecosistemas y que entra al humedal con los afluentes y las crecientes.
- La productividad autóctona, la cual comprende la producción terrestre proveniente de la vegetación de la fase terrestre y de la vegetación vascular anfibia de la fase anfibia. La primera fluye al vaso del humedal con la escorrentía directa. La segunda generalmente se produce durante las aguas bajas y luego es incorporada directamente a la fase acuática por las inundaciones. Esta productividad depende de la fertilidad de los suelos, la cual a su vez está dada por las características de las aguas de desborde (actuales y del pasado).



**Figura 3.23.** Producción terrestre

### 3.1.7. TENSORES DEL HUMEDAL

La Trozada es un humedal con problemáticas que se convierten en tensores potenciales, uno de ellos es la fragmentación del ecosistema por la cimentación del dique en el área de borde que a su vez sirve como vía de acceso con el objeto de controlar las inundaciones de los predios aledaños donde el uso del suelo obedece a

ganadería y cultivo de caña de azúcar. Este dique también sirve como acceso al humedal y lo anterior genera restricción en la inundabilidad de la zona anfibia.

En cuanto a los cultivos en época de invierno e influenciado por el fenómeno de la niña, en 2010 se incrementaron los niveles históricos de precipitación, situación que generó la inundación de la isla del humedal y provocando la pérdida de todo el cultivo de cacao que se adelantaba en este espacio, queriendo confirmar que el río no olvida su cauce original y siempre tiende a recuperarlo.



**Figura 3.24.** Dique para control de inundaciones en cultivos aledaños  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011



**Figura 3.25.** Cultivo inundados en época invernal  
Fuente: CVC, 2011

Para los pescadores la época de invierno deja buenos frutos porque la conectividad hidrológica permite la llegada de especies como el bocachico y la tilapia que garantizan la seguridad alimentaria de los habitantes de la zona.



Otro de los tensores más marcados es la pérdida de espejo de agua por cubrimiento de plantas macrófitas. La producción acuática comprende dos procesos distintos, la productividad del plancton y la de las macrófitas (en su mayoría plantas vasculares). Si bien suele ser bastante inferior a las otras fuentes, la productividad acuática juega un importante papel en la regulación de los flujos y concentraciones de nutrientes en el agua, así como en los procesos de colmatación que determinan el tiempo de vida del humedal como ecosistema acuático.



**Figura 3.26.** Barrera restrictiva de propagación de macrófitas

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Por esta razón, se implementaron las barreras restrictivas de propagación de plantas macrófitas con el objetivo de dejar libre gran parte de la superficie acuática y limitando su presencia a los extremos del humedal, contribuyendo a la disminución de los procesos de terrificación por eutroficación y degradación del ecosistema.



**Figura 3.27.** Uso incompatible del suelo

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Sin embargo, en época de verano el humedal pierde una considerable parte de su espejo porque falta de alimentación por el afluente del río Cauca y por fuentes acuíferas; los terrenos que quedan desprotegidos son utilizados como zona de pastoreo por los terratenientes.



Por último, encontramos otro tensor que no es tan marcado como los anteriores pero si hace infiere en el desarrollo de la cadena trófica en la isla, y es la presencia de cerca de 15 perros en esta área. En este espacio hay 3 casas pero solo habitan dos personas que son las que cuidan tanto los cultivos como los hogares; sin embargo, alimentar esta cantidad de caninos es complejo lo cual genera que se alimenten de cualquier especie próxima y/o que en su defecto, las especies faunísticas se alejen de la isla.

## **FACTORES DE TENSIÓN**

Las comunidades, entre terratenientes y pobladores de la isla, no han logrado adaptaciones específicas a la estacionalidad de las inundaciones, con franjas de especies con distintas tolerancias a la desecación o el anegamiento ni a los cambios hidráulicos que modifican constantemente el régimen de inundaciones y de sedimentación de cada área.

En consecuencia, debido la continua y permanente disponibilidad de agua y de nutrientes procedentes de toda la cuenca, los humedales se estructuran como hábitats óptimos para gran variedad de especies de fauna y flora, y les permite ofrecer servicios a las comunidades.

Se hace necesario comprender las distintas esferas de composición del ecosistema, construidas por la diversidad de procesos y gradientes ecológicos que confluyen hacia ellos, para identificar sus tensores y amenazas.

Es por lo anterior por lo cual el manejo de los humedales no se circunscribe solo a su espejo lagunar, sino que abarca amplísimas zonas como:

- Cuencas de los afluentes.
- Cuencas de los cauces que ocasionalmente desbordan hacia el humedal.
- Franjas relacionadas por la escorrentía directa.
- Cuencas receptoras del efluente del humedal.
- Áreas fuente de las especies visitantes.
- Áreas de estación de las especies migratorias.
- Regiones que usan y explotan económicamente de los servicios ambientales y recursos naturales provistos (pesca, energía eléctrica, riego, control de inundaciones, amortiguación de vertimientos, etc.).

## **IMPULSORES DE TRANSFORMACIÓN Y PÉRDIDA**

Un disturbio es un evento catastrófico que desvía la estructura y funcionamiento del sistema, y conduce el territorio sistémico de manera total o parcial hacia un estado de pérdida de sus atributos y funciones generando ecosistemas degradados y/o transformados.

El documento de política Plan Nacional de Restauración (MAVDT, 2009), define cinco categorías causales o impulsores, los cuales son los siguientes:

Transformación del ecosistema.  
Invasiones biológicas.  
Sobreexplotación.  
Contaminación.  
Cambio Climático.

En lo referente a la transformación del ecosistema hace referencia a los disturbios antrópicos provenientes de los sectores productivos agropecuarios y agroindustriales, la deforestación, la expansión urbana, la degradación y el cambio del régimen hidrológico.

Este motor incide en la composición y estructura del suelo, la diversidad biológica, la dinámica hídrica, los ciclos de nutrientes y la capacidad de elasticidad y resistencia del ecosistema, induciéndolo hacia otros estados de sucesión activa.

En lo que respecta a las invasiones biológicas hacen referencia a la introducción, trasplante e invasión de especies exóticas. El tercer impulsor es la sobreexplotación, el cuarto motor es la contaminación que considera el aporte de excedentes de riego y el drenaje de las zonas agrícolas colindantes que incorpora contaminantes de tipo químico, pero también la contaminación orgánica proveniente de los centros poblados, vertimientos en general, y el aporte de material particulado proveniente de la cuenca.

Finalmente el cambio climático se ha constituido como un factor impulsor de pérdida y transformación, además se ha observado su capacidad para dinamizar los otros motores y generar sinergismo que amenazan el sistema.



**Figura 3.28.** Dique-Vía de acceso humedal La Trozada  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Finalmente el equilibrio dinámico se encuentra en función de dos factores; de un lado la estructura, funcionamiento y autoorganización del sistema que definen su resistencia y elasticidad; y del otro lado de las condiciones de la perturbación, en términos de intensidad, duración y tamaño.

### 3.1.8. **DISTURBIOS A LA UNIDAD ECOLÓGICA HUMEDAL**

Los disturbios de mayor poder de afectación a la estructura ecológica de un humedal se pueden clasificar según la metodología Ramsar en cinco categorías:

1. Cambios en el régimen hídrico.
2. Contaminación de las aguas.
3. Modificación física.
4. Explotación de productos biológicos.
5. Introducción de especies biológicas.

En el humedal La Trozada la escala de valores materiales, los procesos y productos que se pueden obtener del humedal no son valorados por el mercado hegemónico, las características ecológicas del territorio han sido transformadas hacia otros modelos para los cuales exista tasa de ganancia monetaria, cuantitativa; sin considerar un desarrollo cualitativo, con efectos positivos en lo humano. De allí que al examinar las funciones, bienes y servicios asociados al ecosistema, tenemos que éstos frutos del humedal, son colectivos y comunes.

**Tabla 3.1.** Funciones de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el Humedal La Trozada  
Fuente: Tomado y adaptado de UICN (1992)

Funciones y productos de los humedales	Importancia en el Humedal La Trozada
Control de inundaciones	Media. El río Cauca logra amortiguar parte de su caudal esencialmente en época de invierno, el dique sigue siendo una limitante de inundación en la zona anfibia.
Reposición de aguas subterráneas (recarga de acuíferos)	Alta. En tiempo seco el río Cauca no garantiza el aporte directo de afluente pero si se llega por infiltración, lo contrario a lo que ocurre en época de invierno.
Descarga de acuíferos (almacenamiento de agua)	Alta. La descarga de acuíferos es alta por influencia del río Cauca.
Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes	Media. El humedal metaboliza parte de la carga de sedimentos y nutrientes que ingresa en invierno, los cuales los introduce en la red trófica, y lo restante es acumulado como sedimentos en el fondo, que posteriormente conformará suelo o en su defecto, será arrastrado por los caudales de los efluentes.
Retención de sustancias tóxicas	Media. Por escorrentía, las aguas de riego llegan al humedal y son asimiladas por las plantas macrófitas.
Retención de nutrientes	Alta. Muy importante y más si se considera que el monocultivo y de la ganadería es excesiva en la nutrición de los cultivos. Los nutrientes drenan al humedal, pero no logran ser metabolizados por el humedal ni reincorporados a la biomasa y terminan convirtiéndose en sedimentos.
Exportación de biomasa (fauna y flora)	Media. Aunque la productividad biológica es exponencial, por causa del alto nivel de nutrientes que ingresan. Tan solo unas especies vegetales invasoras prosperan, las cuales cuentan con la fortuna de un contexto adecuado para su crecimiento. No obstante esta productividad se encuentra asociada a la fase terrestre, y al proceso de terrificación; por

Funciones y productos de los humedales	Importancia en el Humedal La Trozada
	lo tanto la fauna y flora terrestre se pueden ver beneficiadas, y la acuática en parte por el control de propagación de las macrófitas, puesto que también constituye una amenaza para los peces, por detrimento de sus aguas, debido al consumo de oxígeno por parte de las plantas acuáticas en la noche, en donde no es posible la fotosíntesis; y al detrimento que le causa a la calidad de las aguas, el aporte de sedimentos orgánico a la fase acuática, una vez termina el ciclo de vida la planta acuática, y se reproduce.
Estabilización del microclima	Alta. Evidentemente el humedal, es una isla de enfriamiento del ecosistema local. La fase acuática en sí, se comporta como espejo al reflejar la radiación solar y devolverla a la atmosfera.
Transporte por agua	Media. No hay un transporte de agua importante que garantice la conectividad de las especies de flora y fauna excepto en época de invierno por influencia del río Cauca.
Mitigación del cambio climático	Baja. Evidentemente desde lo local, el humedal ha perdido la capacidad de enfriamiento y estabilización por los procesos de desertificación actuales.
Depuración de aguas	Medio. En periodos invernales cuando el nivel de turbiedad es alto, permite la mitigación de sólidos suspendidos del río con el almacenamiento de agua y sedimentos y reflejado aguas abajo.
Reservorio de biodiversidad	Bajo. Está perdiendo su riqueza de especies.
Productos de humedales	Medio. El aprovechamiento se limita a la oferta de peces.
Recreación / Turismo	Media. Algunas personas acceden al humedal cuando hay oferta de peces aunque se ve limitado por ser predios privados.
Valor Cultural	Bajo. No hay ninguna comunidad asociada al humedal. En los linderos se capta agua para agroindustria.
Productos	Importancia en el Humedal La Trozada
Forestales, vida silvestre, forrajeros, agrícolas, abastecimiento de agua	Bajo. No se obtiene productos relacionados.
Atributos	Importancia en el Humedal La Trozada
Diversidad biológica	Es importante, aunque la caracterización muestra posible reducción de la riqueza de especies.
Singularidad del patrimonio cultural	No hay ninguna comunidad asociada al humedal.

Las funciones de los humedales son los procesos naturales que ocurren en el ecosistema. Algunos a simple vista intangible, no susceptible de cuantificación inmediata. Como por ejemplo: control hidrológico, control de erosión, entre otros. No obstante los costos de daños evitados, gastos evitados, cambios en la productividad y costos de reubicación y reemplazo son elevados y se hacen presentes una vez dejan de producirse.



**Tabla 3.2.** Funciones ecosistémicas de los humedales asociadas a bienes y servicios económicos

Fuente: Woodward y Wui (2001).

Funciones	Bienes y servicios de valor económico
Recarga y descarga de acuíferos	Aumenta la cantidad de agua
	Aumenta la productividad de la pesca aguas abajo
Control de calidad de agua	Reducción de costos de purificación de agua
Retención, remoción y transformación de nutrientes	Reducción de costos de purificación de agua
Hábitat de especies acuáticas	Mejoras comerciales y recreacionales en la pesca. Apreciación de especies sin uso comercial
Hábitat de especies terrestres y avifauna	Observación recreacional y caza de vida salvaje. Apreciación de Especies sin uso comercial.
Producción y exportación de biomasa	Producción de alimento e insumos para la agricultura
Control de inundaciones y atenuación de crecientes	Reduce los daños debido a inundaciones y al tránsito de crecientes torrenciales
Estabilización de sedimentos	Reducción de la erosión
Mejoramiento ambiental.	Comodidad producida por la cercanía al ecosistema

### 3.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MIC-MAC

El territorio ecosistémico del humedal se estructura, organiza y funciona por la interacción de partes, que a su vez son sistemas. Los elementos sistémicos, son consideradas variables, que para el caso del humedal, pertenecen al universo físico, químico, biológico y socioeconómico, tanto como partes internas, como partes externas al sistema. Las partes forman el todo, pero siguiendo la Teoría General de los Sistemas, la parte es incluso más que el Todo.

De la caracterización técnica científica y comunitaria, se listaron cerca de 40 variables que interactúan en la dinámica del Humedal, para posteriormente proceder a efectuar el análisis; el estructuralismo busca las estructuras a partir de las cuales se produce el significado u objetivo dentro de una cultura o mente.

Según Garcés; 1999 sobre la base de una matriz configurada por las variables potencialmente explicativas del sistema, se realiza una aproximación cualitativa-cuantitativa de los impactos cruzados directos. La Matriz de doble entrada, se estiman las relaciones causales entre las variables y su intensidad relativa, sin importar si su influencia es positiva o negativa; de manera que se realiza la valoración de intensidad de impacto, con la solidez y consistencia cuantitativa del álgebra de matrices.

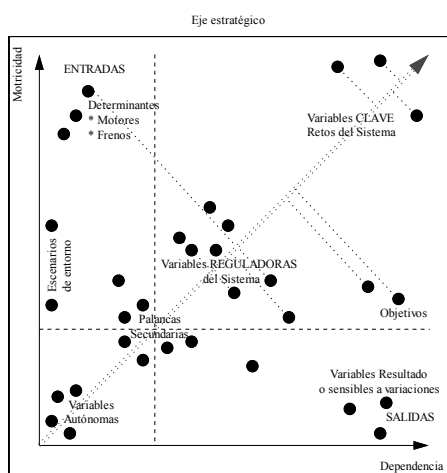
Garcés; 1999 ilustra como el método Mic-Mac permite analizar la matriz de impactos directos y los bucles de interacción indirectos entre los distintos factores; basado en el álgebra de matrices, la cual en uno de sus teoremas plantea que la multiplicación iterativa de una matriz por sí misma consigue llegar a una matriz resultado estable la

cual representa las relaciones básicas del sistema y nos muestra los índices de motricidad y dependencia de cada una de las variables.

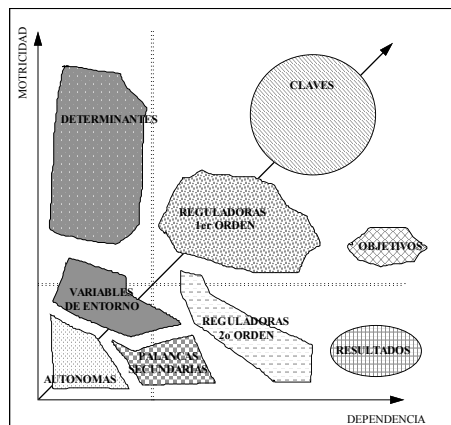
Los coeficientes de la Matriz corresponden a los cruces ecológicos de las relaciones entre las variables, se califican de acuerdo a la influencia e intensidad de la variable en el sentido lineal de la causa – efecto, de la siguiente manera:

- 0 para ninguna influencia
- 1 para impacto débil
- 2 para influencia media
- 3 para impacto fuerte

Lo valioso del método es que sobre una matriz cualitativa se pasa hacia lo cuantitativo mediante una calificación simple de relaciones causa – efecto en el sentido lineal mecánico en el que son observadas las interacciones por el equipo técnico – científico que elaboró la caracterización, considerando la caracterización comunitaria; luego mediante el rigor matemático del Algebra Matricial, las preposiciones pasan a ser combinadas, de manera que las influencias directas, lineales, se calibran con las influencias indirectas no lineales, hasta que los coeficientes de las matrices en su multiplicación NxN, logra estabilizarse, indicando con ello, que el sistema se ha estructurado.



**Figura 3.29.** Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia  
Fuente: Tomado de Garcés, 1999



**Figura 3.30.** Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia  
Fuente: Tomado de Garcés, 1999

La diagonal del plano de motricidad-dependencia es el eje de la estrategia; entre más alejados estén los factores del origen serán más estratégicos.

La distribución de las variables en el plano nos permite establecer una tipología de clasificación de los factores o variables en subsistemas interrelacionados y jerarquizados así según Garcés, 1999:

**Autónomas:** al lado del origen, son poco influyentes, tienen poca motricidad y poca dependencia; constituyen tendencias pasadas o inercias del sistema. Generalmente la mayor parte de los presupuestos estatales se canaliza hacia estos factores con el efecto ya conocido: ninguno y a un gran costo de recursos.

**Determinantes,** en la zona superior izquierda del plano, son muy motrices y poco dependientes; pueden constituirse en motores o frenos del sistema.

**De Entorno,** en la parte media a la izquierda, con motricidad media y dependencia baja; pueden dar lugar a escenarios alternativos.

**Objetivo,** son medianamente motrices y bastante dependientes; tienden a estar bajo nuestra jurisdicción.

**Palancas Reguladoras de primer orden,** ubicadas en la zona central del plano, sirven para soportar e impulsar las variables claves hacia sus metas.

**Palancas Reguladoras de segundo orden,** ubicadas también en la zona central del plano, un poco más hacia la derecha que las anteriores, trabajan engranadas con ellas.

**Claves,** en la zona superior derecha del plano, son muy motrices y muy dependientes, sobredeterminan el funcionamiento del sistema y constituyen sus retos o desafíos estratégicos. Es en torno a ellos que más debe profundizarse. Sobre ellos los actores deben pronunciarse y comprometerse.

### 3.2.1. VARIABLES QUE CONFORMAN LA MATRIZ

Sobre la base de la evaluación técnico-científica y comunitaria, integrando el trabajo de campo, de laboratorio, con el trabajo teórico y de modelación de las disciplinas físicas, químicas, biológicas y socioeconómicas, se listaron las variables sensitivas,

constitutivas del sistema, ecológico, social y mental – cultural del humedal; se procede a efectuar la priorización de variables de mayor a menor nivel crítico; es decir se listan según los expertos y la comunidad las variables más importantes en su orden:

### **3.2.2. RESULTADOS MIC-MAC**

Luego de la multiplicación matricial, se logra la estabilización de los coeficientes, en la sexta interacción, de ésta forma se ha logrado la comunicación directa e indirecta de la totalidad de las variables constitutivas del sistema, tal como sucede en un modelo ecológico rizomático, en donde desde cualquier factor se impacta a otro, sin importar la distancia y el plano al que pertenezca. Así tenemos que para La Trozada:

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del Método MicMac, para el humedal La Trozada, el cual indica en la tabla siguiente las variables críticas del actual estado ecológico del sistema.

#### **3.2.1. VARIABLES DETERMINANTES**

Tal como se define en la literatura las variables determinantes pueden constituirse en motores o frenos del sistema. De acuerdo a los resultados del MIC-MAC el modelo de drenaje regional, la contaminación difusa, la autoridad ambiental, las prácticas agrícolas y ganaderas incompatibles, la servidumbre y la dinámica morfológica del río determinan el estado del ecosistema, esto significa que cualquier variación de estas variables influye directamente en el ecosistema.

**Tabla 3.3.** Lista de Variables





N°	Título largo	Título corto	Descripción	Tema
1	Calidad del agua	Cagua	Pict	PulH
2	Productividad Ictica	Pict	3	1
3	Pulso Hidrológico	PulH		0
4	Modelo de drenaje regional y de microcuenca	MDR	3	
5	Conectividad alterada / fragmentación hidraulica	ConHid	3	3
6	Conectividad forestal alterada / fragmentación	ConFores	3	3
7	Calidad del suelo	Csuelo	1	1
8	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación	AgrIn	2	2
9	Prácticas ganaderas	GanIn	3	0
10	Contaminación difusa (no puntual)	CD	1	0
11	Contaminación puntual	CP	1	0
12	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)	EinV	1	0
13	Proceso de terrificación	Terrif	3	2
14	Extencion Volumetrica Fase Acuatica	PFaseA	3	3
15	Degradación directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación	DST	3	3
16	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuatica)	DFA	3	3
17	Diversidad en flora (terrestre, anfibia, acuatica, fitoplacton y bentos)	DFL	2	1
18	Comunidad Aledaña Concientizada	C	2	2
19	Edad y estado sucesional del humedal	ESUC	0	0
20	Dinamica Morfológica del Rio	DMorFR	3	3
21	Autoridades de control	AA	1	2
22	Incentivos economicos a sector agrícola Hegemonico	SAH	0	1
23	Cambio climático y eventos extremos	CC	3	3
24	Pescadores	Pesc	2	3
25	Servidumbres	Servd	2	1
26	Vías	Vías	0	0
27	Domesticación Caninos	DomC	0	0

Tabla 3.4. Matriz de Variables

	1 : Cagua	2 : Pict	3 : PulH	4 : MDR	5 : ConHid	6 : ConFores	7 : Csuelo	8 : AgrIn	9 : GanIn	10 : CD	11 : CP	12 : EinV	13 : Terrif	14 : PFaseA	15 : DST	16 : DFA	17 : DFL	18 : C	19 : ESUC	20 : DMorFR	21 : AA	22 : SAH	23 : CC	24 : Pesc	25 : Servd	26 : Vías	27 : DomC		
1 : Cagua	0	3	1	1	0	0	2	1	0	2	1	3	3	3	2	2	3	2	1	0	0	3	0	3	1	0	0		
2 : Pict	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
3 : PulH	3	3	0	3	2	2	3	2	1	1	3	2	1	2	2	2	3	2	2	3	0	3	2	2	0	0	0	0	
4 : MDR	2	3	3	0	3	3	3	0	1	1	2	3	3	3	2	2	2	1	3	1	3	3	1	3	3	0	0	0	
5 : ConHid	3	3	3	1	0	2	2	3	1	1	2	3	2	2	3	2	3	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
6 : ConFores	1	1	1	1	1	0	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	0	2	3	1	3	0	0	0	
7 : Csuelo	2	1	1	2	2	1	0	2	2	1	2	3	2	3	3	2	1	1	2	2	0	2	1	1	1	0	0	0	
8 : AgrIn	1	1	2	2	2	2	2	0	0	1	1	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	0	0	0	
9 : GanIn	2	2	0	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	3	1	1	3	0	0	0	
10 : CD	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
11 : CP	2	3	2	0	2	1	2	1	1	1	0	3	1	1	3	2	2	3	1	1	0	3	1	1	1	0	0	0	
12 : EinV	2	2	3	0	2	2	1	1	1	0	2	0	2	3	2	2	1	1	2	1	3	2	2	1	1	0	0	0	
13 : Terrif	2	3	2	1	2	2	1	0	0	1	2	3	0	2	2	2	1	1	1	0	2	3	3	1	1	0	0	0	
14 : PFaseA	1	3	2	1	2	2	2	0	0	0	2	2	2	0	1	2	2	2	2	1	0	2	2	3	2	0	0	0	
15 : DST	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	2	3	2	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	0	1	
16 : DFA	2	2	2	1	1	3	1	0	0	0	2	2	1	2	0	2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
17 : DFL	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	2	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
18 : C	1	3	0	0	2	2	1	1	1	1	1	0	3	0	2	2	1	0	2	0	2	3	0	0	0	0	0	3	
19 : ESUC	1	1	2	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
20 : DMorFR	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	0	1	1	1	3	0	0	2	1	1	2	0	0	0	
21 : AA	2	2	3	3	3	3	2	0	2	0	2	3	3	1	2	2	2	2	3	1	0	3	3	1	2	0	3	3	
22 : SAH	3	2	1	3	2	2	2	3	3	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	0	2	1	2	0	1	1	
23 : CC	1	1	1	1	3	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	
24 : Pesc	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
25 : Servd	2	2	2	1	2	2	1	3	3	1	2	2	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	3	1	0	0	1	1	
26 : Vías	1	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0	2	2	0	3	0	0	0	
27 : DomC	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	

Plano de influencias / dependencias directas potenciales

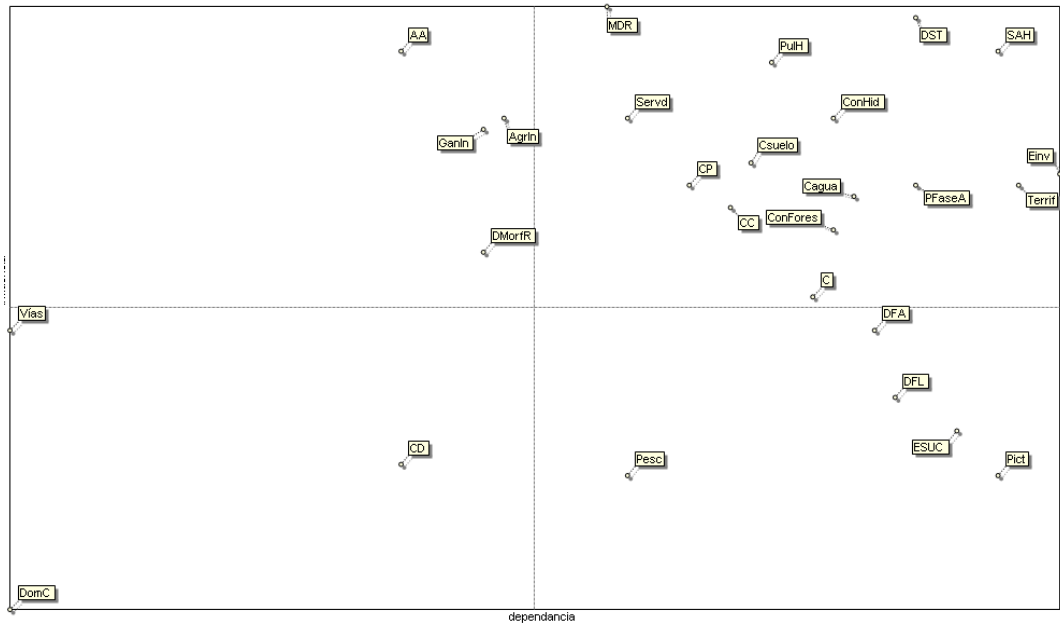


Figura 3.31. Resultados MIC

Tabla 3.3. Resultados MAC

	1 : Cagua	2 : Pict	3 : PulH	4 : MDR	5 : ConHid	6 : ConFores	7 : Csuelo	8 : AgrIn	9 : GanIn	10 : CD	11 : CP	12 : Einv	13 : Terrif	14 : PFaseA	15 : DST
1 : Cagua	2335189	2814902	2099926	1527744	2146800	2247227	1956984	1404527	1272759	1067821	1888992	2894633	2656334	2432415	2468211
2 : Pict	612249	737848	550182	400748	562501	588988	512755	368151	333626	279594	495320	758696	696088	637228	646643
3 : PulH	3307459	3985867	2973080	2163652	3039787	3182536	2771160	1989098	1802213	1512083	2675288	4098508	3760924	3444564	3495142
4 : MDR	3740056	4508346	3362977	2446488	3439194	3599764	3134747	2249170	2038017	1710925	3025364	4635769	4253784	3896126	3953902
5 : ConHid	2986823	3599083	2684394	1953988	2744812	2873454	2501785	1797583	1629066	1364758	2415854	3700756	3396489	3109910	3155306
6 : ConFores	2432726	2931976	2187097	1591841	2236395	2341187	2038801	1462831	1325450	1112543	1967815	3015020	2766480	2533674	2571394
7 : Csuelo	2913072	3510631	2618642	1906029	2677495	2802988	2440535	1752583	1588456	1331190	2356420	3609592	3313017	3033122	3077934
8 : AgrIn	3223013	3884827	2898397	2109090	2963524	3102183	2701574	1937612	1755918	1474231	2607032	3995351	3665589	3357012	3407297
9 : GanIn	2955575	3562074	2657352	1934004	2716922	2844338	2476927	1776632	1609853	1351542	2390711	3663343	3360624	3078019	3124022
10 : CD	849298	1023503	763363	555532	780513	817132	711471	510853	462873	388154	686981	1052310	965670	884411	897338
11 : CP	2603773	3138913	2341957	1704008	2394316	2506442	2183182	1564800	1417699	1191508	2106121	3228524	2961614	2712658	2753358
12 : Einv	2832363	3413538	2545813	1852334	2604025	2725461	2373136	1704518	1544610	1295130	2290752	3509530	3221219	2950070	2993405
13 : Terrif	2701349	3256061	2428902	1767528	2483622	2599901	2264226	1623947	1471435	1235594	2184971	3348353	3072003	2813705	2855721
14 : PFaseA	2460754	2965992	2212602	1610218	2262348	2368352	2062666	1479020	1339820	1125833	1990465	3050578	2798127	2563345	2601646
15 : DST	3604341	4343656	3240003	2358259	3313031	3468307	3019990	2167653	1964270	1647834	2915501	4466683	4098295	3753281	3808987
16 : DFA	1690204	2036841	1519572	1106004	1553524	1626279	1416101	1016763	921612	772422	1366966	2094945	1922229	1759960	1785903
17 : DFL	1313216	1582500	1180623	859560	1207060	1263687	1100314	789596	715711	600081	1062141	1627568	1493114	1367137	1387612
18 : C	1937966	2336242	1742533	1266959	1782191	1865316	1624305	1166085	1056366	886813	1567827	2401513	2204722	2019567	2048922
19 : ESUC	1154545	1391597	1038264	755615	1061549	1111156	967850	694240	629008	528236	933735	1431665	1313159	1202687	1220692
20 : DMorFR	2267445	2732427	2037980	1483475	2084052	2181599	1899578	1364322	1236336	1036440	1834076	2809721	2578446	2361071	2395941
21 : AA	3639835	4386644	3272514	2381956	3345925	3502751	3050362	2188556	1983130	1664394	2944152	4511600	4139052	3790627	3847182
22 : SAH	3580629	4314264	3217959	2342710	3290124	3444573	2998906	2154638	1952822	1635750	2896162	4436317	4071322	3727595	3782219
23 : CC	2563540	3089758	2304748	1676822	2356747	2466937	2148006	1542531	1397870	1172149	2073872	3176820	2915936	2670048	2709301
24 : Pesc	725974	874815	652588	474969	666864	698315	608076	436401	395507	331545	587097	899595	825286	755737	766750
25 : Servd	3102877	3738980	2788714	2029709	2851745	2985270	2599127	1867680	1692558	1418061	2509764	3844458	3528764	3231061	3278197
26 : Vias	1924504	2319677	1730764	1259581	1769600	1852460	1613451	1156368	1047847	880491	1556746	2385958	2188414	2004489	2034870
27 : DomC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	16 : DFA	17 : DFL	18 : C	19 : ESUC	20 : DMorFR	21 : AA	22 : SAH	23 : CC	24 : Pesc	25 : Servd	26 : Vías	27 : DomC
1 : Cagua	2390922	2414383	2186966	2526465	1248280	1152803	2558274	1928481	1797004	1449426	0	0
2 : Pict	626651	632743	573109	662096	327269	301806	670129	505835	470940	379484	0	0
3 : PulH	3385307	3418675	3096858	3577167	1767904	1632998	3621610	2730980	2543726	2052167	0	0
4 : MDR	3829099	3867049	3502725	4045953	1999220	1847204	4098418	3088074	2878286	2321541	0	0
5 : ConHid	3057191	3086852	2795774	3230188	1596531	1473761	3269032	2466476	2296265	1851688	0	0
6 : ConFores	2490205	2515003	2278373	2631525	1300447	1200941	2664979	2008873	1871348	1510146	0	0
7 : Csuelo	2981800	3010919	2727175	3150890	1557052	1437415	3189333	2405914	2240059	1806776	0	0
8 : AgrIn	3299497	3332557	3019245	3486765	1722839	1591163	3531867	2661710	2480165	2001484	0	0
9 : GanIn	3025319	3055508	2768313	3196749	1579849	1458886	3237820	2440937	2273843	1834831	0	0
10 : CD	869312	877773	795057	918464	453964	419248	929812	701313	653108	526692	0	0
11 : CP	2665847	2693029	2440048	2817286	1392031	1285675	2854431	2150145	2004688	1617975	0	0
12 : Einv	2899265	2927518	2651172	3063570	1513716	1398475	3101651	2337996	2178232	1756589	0	0
13 : Terrif	2765282	2793006	2530319	2922050	1443975	1333676	2959847	2230534	2078568	1677196	0	0
14 : PFaseA	2519148	2544617	2305385	2661831	1315504	1214887	2696881	2031931	1894045	1528163	0	0
15 : DST	3689270	3725590	3374877	3898257	1926518	1778945	3947248	2976547	2772036	2236346	0	0
16 : DFA	1730142	1747238	1582776	1828117	903410	833802	1850571	1395869	1300126	1048515	0	0
17 : DFL	1344130	1357565	1229935	1420148	701955	647697	1438019	1084754	1009991	814712	0	0
18 : C	1984297	2003672	1814469	2096807	1036023	958179	2123620	1599642	1491387	1202765	0	0
19 : ESUC	1182047	1194043	1081739	1249176	617168	569656	1265320	953316	888777	717099	0	0
20 : DMorFR	2320944	2343592	2122635	2452406	1211953	1118806	2482597	1872387	1743569	1406259	0	0
21 : AA	3725917	3763157	3409202	3937137	1945651	1796231	3987294	3005943	2800288	2259427	0	0
22 : SAH	3664611	3700100	3351464	3872130	1913775	1766374	3918340	2957193	2752265	2219835	0	0
23 : CC	2624456	2649974	2400013	2773286	1370306	1265807	2807719	2116946	1971935	1590455	0	0
24 : Pesc	742939	750168	679719	784923	387947	358127	794383	599631	558152	450281	0	0
25 : Servd	3176021	3206792	2904193	3356015	1658472	1531358	3396341	2562000	2385540	1923807	0	0
26 : Vías	1970099	1990081	1803297	2081891	1028762	950050	2109521	1589504	1481200	1195748	0	0
27 : DomC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

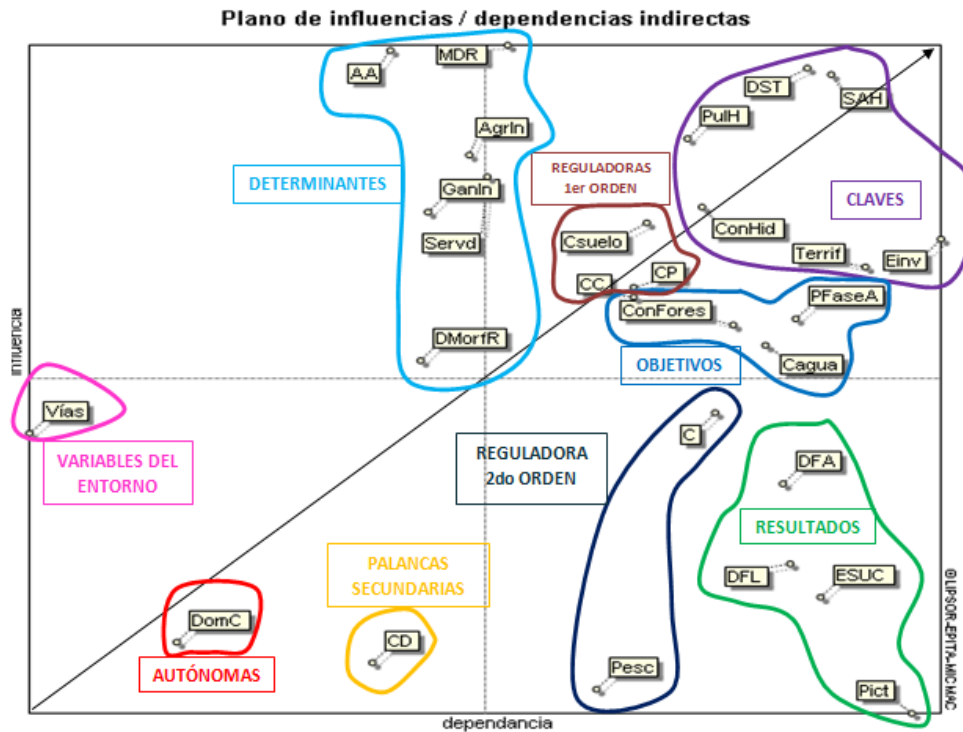


Figura 3.32. Agrupación de variables potenciales según resultados MIC-MAC

**Tabla 3.5.** Lista de Variables determinantes

MDR	Modelo drenaje regional
AA	Autoridad Ambiental
AgrIn	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación
Ganin	Prácticas ganaderas incompatibles con la conservación
Servd	Servidumbres
DMorfR	Dinámica Morfológica del río

El modelo de drenaje regional es central para solucionar problemas locales, los cuales a su vez contribuyen a graves impactos a nivel regional y nacional, atildados hoy por los efectos extremos del cambio climático en marcha; por lo que en lo social, desde las políticas locales no es factible generar contrapesos a las políticas globales, nacionales y regionales; por lo que urge un manejo integral sistémico y de la globalidad del territorio ecológico donde la autoridad ambiental juega un papel preciso.

En ese mismo sentido las prácticas agropecuarias que confinan el humedal realizadas en la zona anfibia y amortiguadora son incompatibles con la salud del ecosistema, en conexión con la actual fragmentación forestal existente dentro del humedal. De aquí que estas prácticas vayan en contravía con la dinámica morfológica del río y se conviertan en frenos del ecosistema.

### 3.2.2. VARIABLES CLAVES

El estado actual del ecosistema es el producto de los usos que se le dan al territorio en la cuenca del ecosistema lo cual se encuentra en coherencia con las prácticas agrícolas y ganaderas, el pulso hidrológico que alimenta el humedal, la degradación directa del ecosistema, la fragmentación hidráulica mediante diques, dando como resultado la llegada de especies invasoras.

Todo lo anterior configura las condiciones que pauperizan la diversidad biológica del ecosistema, y que se refleja en la disminución y extinción de especies de fauna y flora, y de la generación de condiciones favorables para el desarrollo de especies invasoras.

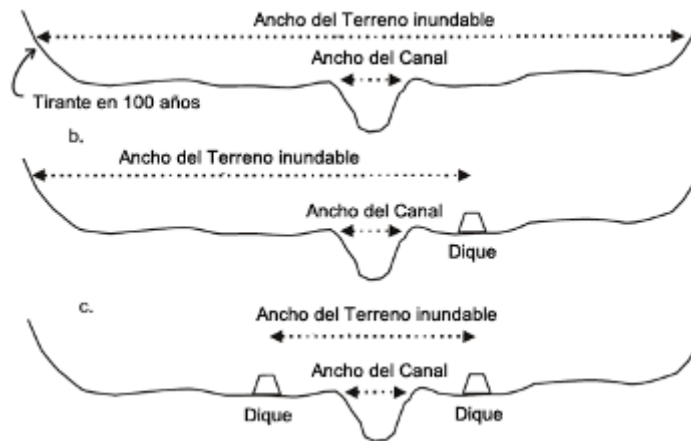
**Tabla 3.6.** Lista de Variables claves

SAH	Incentivos económicos al sector agrícola hegemónico
PulH	Pulso Hidrológico
DST	Degradación directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación
ConHid	Conectividad alterada / fragmentación hidráulica
Einv	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)
Terrif	Terrificación

A causa de la variables claves, actualmente existe alteración de la estructura trófica, pérdida de oferta de alimento para la fauna, transformación de vegetación nativa, pérdida de riqueza de especies, alteración en las asociaciones de especies, alteración

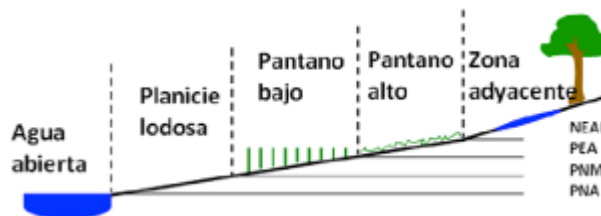


en la disminución espacial de las especies, alteraciones en las relaciones entre las especies (tipos coactivo y cooperativo).



**Figura 3.33.** Relaciones entre tirantes de inundación y espejos de agua en humedales

Todos estos factores se encuentran hilados por un mismo modelo económico de ocupación de la cuenca que en este humedal se ha visto fallido por sus condiciones de inundabilidad y de inclusión fluvial del río Cauca; hoy sabemos que las obras de protección y control de inundaciones, diques y adecuación del territorio, son de alguna manera técnicas de destrucción de un sistema ecológico. Los actuales objetivos son de conservación de éstos ecosistemas, los cuales antes se drenaban y desecaban para ampliar la frontera agrícola, es decir la zona terrestre del humedal, eliminando la zona anfibia y acuática.



**Figura 3.34.** Zonas de un humedal

Agregando a lo anterior, la conversión del meandro a humedal se dio de forma natural entre los años 1.944 y 1.986 de acuerdo con el registro fotográfico, sin embargo, los propietarios colindantes del humedal realizaron acciones tales como tala del bosque circundante, diques de confinamiento del humedal que a su vez se utilizan como vía de acceso y actividades agropecuarias que han acelerado el proceso de envejecimiento de este espacio fundamentalmente por los continuos procesos de terrificación y manifestando así un marcado deterioro en la conectividad tanto forestal como faunística y en la interrelación de las especies que allí habitan.

**3.2.3. VARIABLES OBJETIVOS**

**Tabla 3.7.** Lista de Variables Objetivos

Cagua	Calidad del agua
ConFores	Conectividad forestal alterada / fragmentación
PFaseA	Extensión Volumétrica Fase Acuática

El modelo MIC MAC sectoriza las variables de calidad de agua, conectividad forestal y extensión volumétrica de la fase acuática como variables objetivo, es decir que encaminando proyectos de mejoramiento de dichas variables el sistema responderá con el mejoramiento de las variables claves y la consecución de los resultados esperados.

La extensión volumétrica de la fase acuática se constituye por la pérdida de profundidad, la reducción del número de extractos verticales en relación a la conectividad forestal, la alteración en zonación horizontal y vertical, la alteración en el esquema de actividad y periodicidad, la alteración en la capacidad de resiliencia, las alteraciones en el esquema temporal y espacial del ecosistema terrestre y acuático, la oscilación del volumen de agua almacenado, las áreas de suelos periódicamente inundados, los volúmenes instantáneos de agua y la concentración en zonas en las entradas de caudal.

### 3.2.4. VARIABLES RESULTADOS

Es común confundir las causas con los efectos de las mismas, la metodología nos permitió categorizar las variables de manera que no atendamos como es común, los síntomas de la enfermedad, dejando intactas sus causas.

Si bien es cierto que en ecología, los efectos se tornan nuevamente sobre sus causas para reforzarlas, por lo que muchos factores son a su vez causa y efecto de sí misma; debemos entender que existen variables que son más señales y resultados del sistema.

**Tabla 3.8.** Lista de Variables Resultados

DFA	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuática)
ESUC	Edad y estado sucesional del humedal
Pict	Productividad Íctica
DFL	Diversidad en flora (terrestre, anfibia, acuática, fitoplancton y bentos)

En ese sentido se tiene que todo lo relacionado con la productividad íctica, el estado sucesional del humedal, la diversidad en fauna y en flora son los indicadores del estado de salud del mismo.

La productividad del ecosistema es baja, la terrificación para actividades agropecuarias hace que cada vez el espacio acuático se reduzca por lo que como especie incluida en la cadena trófica, como heterótrofo terminal se encuentran reducidos y amenazados.



Figura 3.35. Esquema de cadena trófica

Más aún su caracterización corresponde a las condiciones del humedal, y no son causa en sí de la problemática de transformación y contaminación, sino que es a través de otros factores como se logra su mejoramiento, y no a través de sí mismas.

### 3.2.5. VARIABLES REGULADORAS

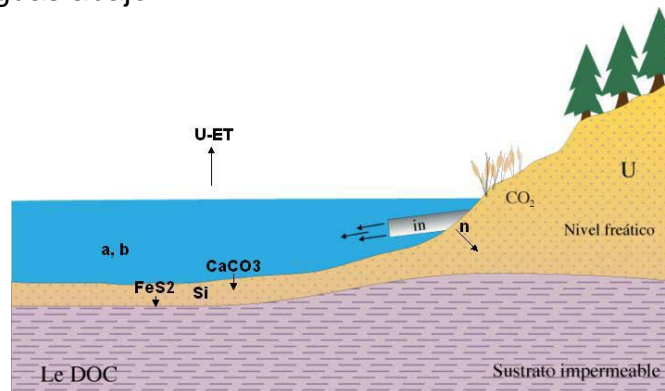
#### 3.2.5.1. DE PRIMER ORDEN

Tabla 3.9. Lista de Variables Reguladoras de primer orden

Csuelo	Calidad del suelo
CC	Cambio climático y eventos extremos
CP	Contaminación puntual

La contaminación puntual, el cambio climático y la calidad del suelo son variables de motricidad alta pero de gobernabilidad menor o dependencia débil, engranadas con las variables indicadores de las condiciones de inestabilidad del sistema, que son altas en influencia y dependencia.

Los parámetros de calidad del suelo me indican su estado y la cantidad de contaminantes que puedan drenar hacia el humedal y pueden afectar tanto al ecosistema como aguas abajo.



Le Doc- Infiltración carbono orgánico disuelto.  
 U-ET- Absorción radicular-Evapotranspiración.  
 CO<sub>2</sub>- Zona con generación de anhídrido carbónico desde las raíces de las freatofitas.  
 CaCO<sub>3</sub>- Zona de precipitación de carbonato cálcico.  
 FeS<sub>2</sub>- Zona de precipitación de sulfuros de fierro.  
 Si- Zona de re-disolución de silice y carbonato cálcico.  
 A, b- Algas y bioturbación.  
 N- Nitrificación.

Figura 3.36. Intercambios fisicoquímicos en humedales

Es decir que son determinantes por su influencia y capacidad de afectación significativa en todo el sistema, pero que de alguna manera su gobernabilidad es menor o limitada.

**3.2.5.2. DE SEGUNDO ORDEN**

**Tabla 3.10.** Lista de Variables Reguladoras de segundo orden

C	Comunidad
Pesc	Pescadores

La comunidad y los pescadores son una influencia fuerte en el sistema humedal, sin embargo su gobernabilidad o dependencia es menor que en las variables claves.

**3.2.6. PALANCAS SECUNDARIAS**

**Tabla 3.11.** Lista de Variables como palancas secundarias

CD	Contaminación Difusa
----	----------------------

Las variables definidas como palancas secundarias son dependientes y no tienen ningún efecto sobre el sistema, esto significa que cualquier acción directa sobre estas variables no afecta en lo más mínimo el ecosistema. Por lo tanto invertir en la contaminación difusa no tendrá el menor impacto en el humedal.

**3.2.7. VARIABLES AUTÓNOMAS**

Corresponde a los factores poco influyentes o motrices y poco dependientes, las cuales corresponden a la inercia, tendencia o desconexión del sistema.

**Tabla 3.12.** Lista de Variables Autónomas

DomC	Domesticación Caninos
------	-----------------------

Las variables anteriores indican que el escenario presente de contaminación y transformación no es afectado significativamente por las alteraciones causadas por la domesticación de caninos dentro de la isla.

**3.2.8. VARIABLES DEL ENTORNO**

**Tabla 3.13.** Lista de Variables Autónomas

Vías	Vías
------	------

El dique que se utiliza como vía de acceso, al lado del origen, es poco influyentes, tienen poca motricidad y poca dependencia; constituye una tendencia pasada. Generalmente la mayor parte de los presupuestos estatales se canaliza hacia estos factores con el efecto ya conocido: ninguno y a un gran costo de recursos.



### 3.2.9. GRADO DE IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES ECOLÓGICAS

**Tabla 3.14.** Resultados de importancia en el Mic-Mac

N°	Título corto	Título largo	POSICIÓN DE PRIORIDAD SEGÚN ANALISIS	MIC	POSICIÓN DE PRIORIDAD SEGÚN MIC	MAC
1	Cagua	Calidad del agua	4	MDR	4	MDR
2	Pict	Productividad Ictica	15	DST	21	AA
3	PulH	Pulso Hidrologico	21	AA	15	DST
4	MDR	Modelo de drenaje regional y de microcuenca	22	SAH	22	SAH
5	ConHid	Conectividad alterada / fragmentación hidraulica	3	PulH	3	PulH
6	ConFores	Conectividad forestal alterada / fragmentación	25	Servd	8	AgrIn
7	Csuelo	Calidad del suelo	5	ConHid	25	Servd
8	AgrIn	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación	8	AgrIn	5	ConHid
9	GanIn	Prácticas ganaderas	9	GanIn	9	GanIn
10	CD	Contaminación difusa (no puntual)	7	Csuelo	7	Csuelo
11	CP	Contaminación puntual	12	Env	12	Env
12	Env	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)	11	CP	13	Terrif
13	Terrif	Proceso de terrificación	13	Terrif	11	CP
14	PFaseA	Extencion Volumetrica Fase Acuatica	14	PFaseA	23	CC
15	DST	Degradación directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación	1	Cagua	14	PFaseA
16	DFA	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuatica)	23	CC	6	ConFores
17	DFL	Diversidad en flora (terrestre, anfibia, acuatica, fitoplacton y bentos)	6	ConFores	1	Cagua
18	C	Comunidad Aledaña Concientizada	20	DMorfR	20	DMorfR
19	ESUC	Edad y estado sucesional del humedal	18	C	18	C
20	DMorfR	Dinamica Morfológica del Rio	16	DFA	26	Vías
21	AA	Autoridades de control	26	Vías	16	DFA
22	SAH	Incentivos economicos a sector agrícola Hegemonico	17	DFL	17	DFL
23	CC	Cambio climático y eventos extremos	19	ESUC	19	ESUC
24	Pesc	Pescadores	27	DomC	27	DomC
25	Servd	Servidumbres	10	CD	10	CD
26	Vías	Vías	2	Pict	24	Pesc
27	DomC	Domesticación Caninos	24	Pesc	2	Pict

Resulta interesante observar como el método MIC, produce una priorización de variables diferente a la estipulada por el equipo técnico científico más el comunitario, dando otro orden de prioridad.

Finalmente el MAC, produce la priorización de variables considerando la incidencia directa e indirecta de las misma, el cual resulta muy diferente al inicialmente estipulado, de acuerdo con la evaluación analítica de los técnicos y la comunidad, y más afinado que el MIC; revelando la verdadera prioridad de las variables, la cual es como la presenta en la Tabla anterior el MICMAC.

De acuerdo con los resultados dados por Mic-Mac, se obtiene que las variables más sensitivas son el modelo de drenaje regional, la degradación del ecosistema y la autoridad ambiental como reguladora del medio ambiente en el departamento.

**Tabla 3.15.** Clasificación de las variables



Fila	Variable	Variable
1	4 - MDR	4 - MDR
2	15 - DST	21 - AA
3	21 - AA	15 - DST
4	22 - SAH	22 - SAH
5	3 - PulH	3 - PulH
6	25 - Servd	8 - AgrIn
7	5 - ConHid	25 - Servd
8	8 - AgrIn	5 - ConHid
9	9 - GanIn	9 - GanIn
10	7 - Csuelo	7 - Csuelo
11	12 - Einv	12 - Einv
12	11 - CP	13 - Terrif
13	13 - Terrif	11 - CP
14	14 - PFaseA	23 - CC
15	1 - Cagua	14 - PFaseA
16	23 - CC	6 - ConFores
17	6 - ConFores	1 - Cagua
18	20 - DMorfR	20 - DMorfR
19	18 - C	18 - C
20	16 - DFA	26 - Vías
21	26 - Vías	16 - DFA
22	17 - DFL	17 - DFL
23	19 - ESUC	19 - ESUC
24	27 - DomC	27 - DomC
25	10 - CD	10 - CD
26	2 - Pict	24 - Pesc
27	24 - Pesc	2 - Pict

@LIPSOR-EPITR-MIC MAC

## 4. ZONIFICACIÓN

*Claudia M. Peña - John Alexander Posso*

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Las categorías espaciales se definieron considerando los lineamientos de la Resolución VIII.14 de Ramsar en el ámbito internacional, así como los de la Resolución 157 de 2004, además de la Guía para la formulación de Planes de Manejo para Humedales de importancia internacional y otros humedales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el ámbito Nacional.

La zonificación es el reconocimiento de comunidades territoriales, sobre la base de lo expresado y contenido en el suelo, la cinta marrón del ecosistema, que conserva la huella física, química, biológica y social del sistema. Éste proceso deja una huella en territorio, y construye conjuntos territoriales con características específicas de unidad.

El proceso de planificación ambiental participativa del Humedal, exigen reconocer el territorio en su estado actual, comprendiendo su condición, sobre la base del análisis de su dinámica histórica. Se requiere identificar las tensiones ambientales, las presiones y las limitaciones internas del biosistema; provenientes de la explotación de la oferta de los recursos naturales del Ecosistema acuático, anfibio y terrestre, por parte de las comunidades biológicas presentes constitutivas de sus cadenas tróficas.

Ramsar, mediante Resolución VIII.14, estratégicamente establece para los Humedales la categoría de Reserva de Biosfera, para los cual construye un concepto trinitario de zonificación, de la manera siguiente: una zona central para la conservación y protección, otra como zona de amortiguación para investigación y capacitación, y finalmente una zona de transición para uso sostenible.

Colombia por su parte a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)<sup>32</sup>, definió para humedales lo siguientes: “Área de preservación y protección ambiental”, “Área de recuperación ambiental”, y “Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos”. Las clasificaciones, requiere especificar 4 tipos de usos posibles: “Uso Principal”, “Usos Compatibles”, “Usos Condicionados”, y “Usos Prohibidos”.

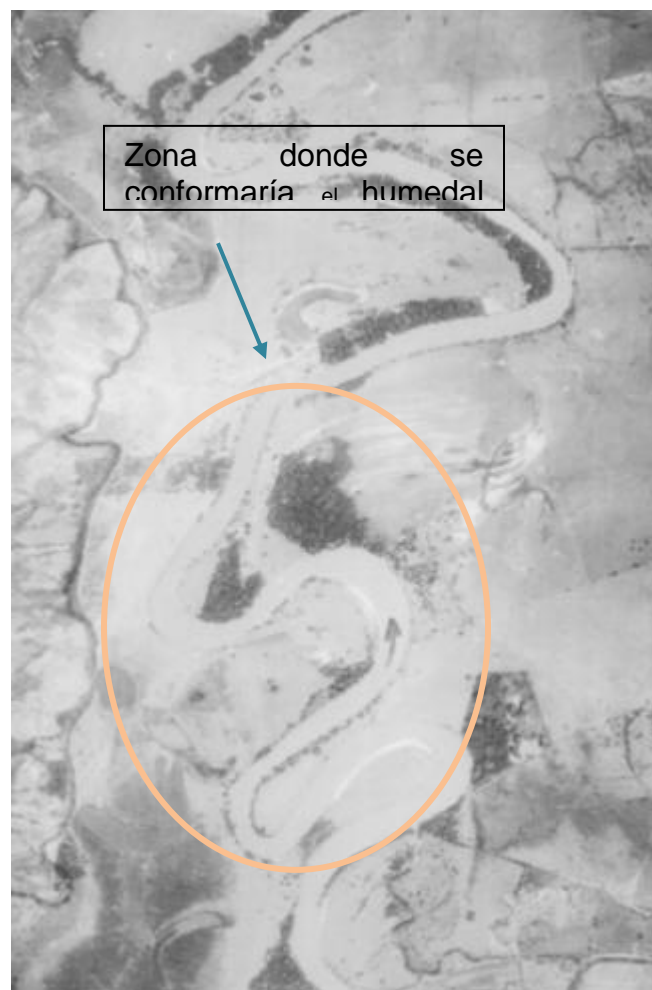
Se establecen las clasificaciones en coherencia con la estructura misma del sistema; la fase acuática y anfibia se define como Área de conservación y protección ambiental por sus condiciones de ecosistema de interés crítico, pero con requerimientos de recuperación y reversión del estado sucesional actual en el mediano plazo.

<sup>32</sup> Resolución 196 de 2006, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

La fase anfibia correspondiente al territorio comprendido entre la contracción y expansión máxima de la extensión del potencial acuático, la cual queda circunscrita entre la cota mínima de verano y la cota máxima de la estación humedad. La zona anfibia se establece como zona de conservación, puesto que hace parte integral de la organización del Humedal, no obstante se define su tendencia hacia la recuperación ambiental, debido a las transformaciones que ha sufrido.

## 4.2. HISTORIA NATURAL Y CULTURAL DE USOS

En adelante se presentan las imágenes aéreas disponibles para el área del ecosistema, de donde se pueden observar la dinámica histórica del territorio.



**Figura 4.1.** Fotografía 588. Año 1944

Se observa la formación del humedal.





**Figura 4.2.** Año 1976



**Figura 4.3.** Año 1986

El humedal se separó completamente y se observa gran acumulación de sedimentos que ha dado lugar para la presencia de árboles, cultivos y sistemas de riego.



**Figura 4.4.** Vuelo F-461. Fotografía 194. Año 2007

Se adecuan terrenos para fines agrícolas.

### **4.3. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL HUMEDAL LA TROZADA**

La siguiente figura contiene la zonificación ecológica del humedal La Trozada. En su cuenca de drenaje, y fronteras sistémicas, se definieron las áreas de la dinámica en el espacio y el tiempo; tales son: zona acuática, franja de protección acuática, zona anfibia, franja de protección zona anfibia y zona terrestre.

El área de influencia ecológica se encuentra totalmente cubierta por cultivos de caña de azúcar, las cuales se realizan con técnicas de cultivo convencionales que constituyen una amenaza a la integridad del sistema; la infraestructura biológica, se encuentra totalmente extinguida.

Tiene una superficie de 737.2 ha, de las cuales 525.25 ha corresponden a la zona terrestre, para lograr los objetivos de conservación propuestos en el Plan, esta zona tendrá que revertir sus usos, y transformarse a sistemas agroecológicos y de producción más limpia, acorde con lo definido en la Resolución 196 de 2006, y en armonía con el Acuerdo de la CVC, que lo declaró Reserva de Recursos Naturales.

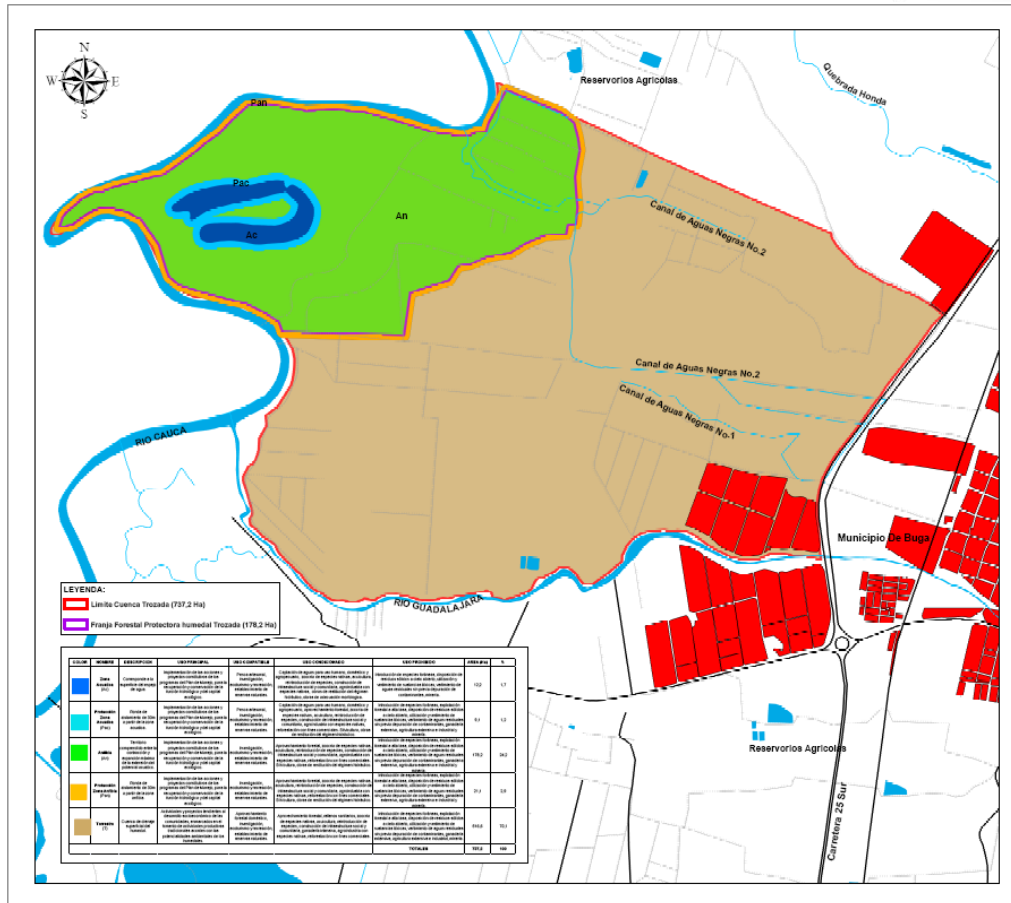


Figura 4.5. Zonificación ecológica del humedal La Trozada

Una de las áreas de mayor fragilidad ecológica es la denominada “Zona anfibia”, esta fluctúa entre lo terrestre y lo acuático, es el área espacial de contracción y expansión del sistema en el tiempo, por lo tanto se debe restringir cualquier actividad ajena a su naturaleza de zona inundable, además deberá estar vinculada a una zona de aislamiento de 30m. La zona anfibia tiene una superficie de 178.2 ha y una zona protectora de 12.43 ha; y en estricto rigor es el área total del ecosistema de humedal.

La fase acuática comprende un área de 12.2 ha, la cual debe ser vinculada a una zona de aislamiento de 30m con una superficie de 9.1 ha. Su uso deberá restringirse solo a su naturaleza de espejo de agua, por lo que requiere el control y seguimiento continuo y la búsqueda permanente del mejoramiento de la calidad de sus aguas; aunque se permiten realizar aprovechamientos de pesquería y el desarrollo de proyectos ícticos controlados.

La siguiente Tabla indica las zonas de importancia ecológica del humedal.

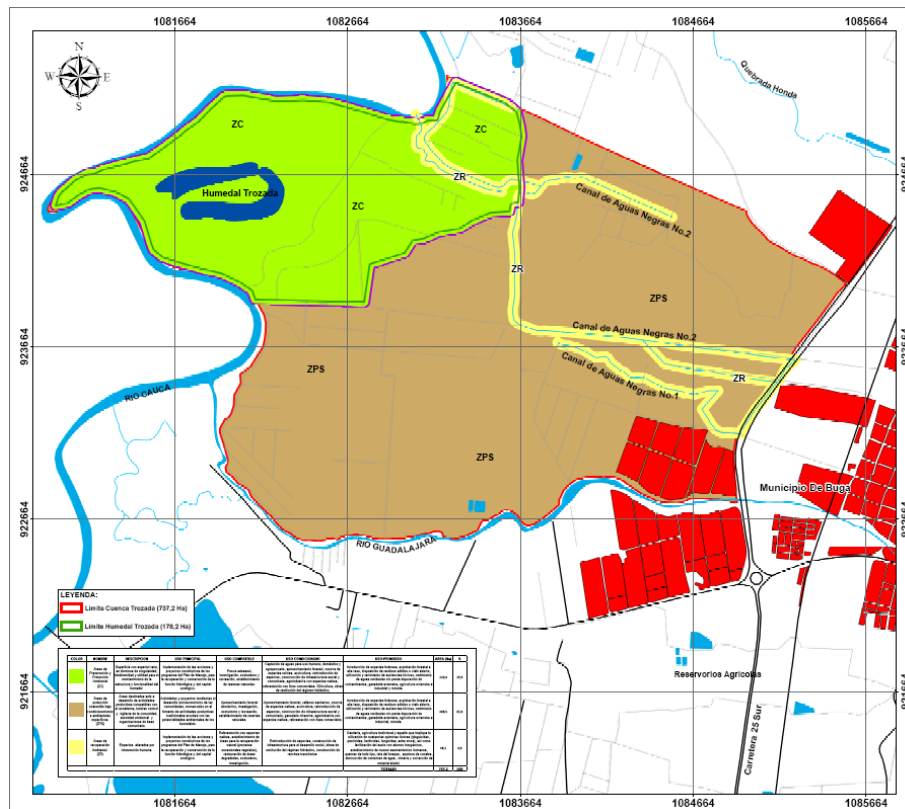
**Tabla 4.1.** Zonas de importancia ecológica del humedal

ZONA	Área (ha)	%
Zona acuática	12.21	1.7
Zona de protección acuática	9.10	1.2
Zona anfibia	178.24	24.2
Zona de protección anfibia	12.43	1.7
Zona terrestre	525.25	71.2
<b>Total</b>	<b>737.2</b>	<b>100</b>

**4.3.1. ZONIFICACIÓN RESOLUCIÓN 196 DE 2006 HUMEDAL LA TROZADA**

La siguiente figura contiene el mapa de zonas de conservación, recuperación y uso sostenible, requerido por la Resolución 196 de 2006 del MAVDT. el anexo No. 01 Contiene aclaraciones adicionales al presente aparte de zonificación y hace parte integral del presente plan de manejo.

Las áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos tendrán usos restringidos y solo se permitirán actividades compatibles con el humedal, los usos tendrán la supervisión de la comunidad y de las instituciones que velan por la conservación del ambiente. La zona de producción sostenible comprende un área de 468.5 ha.



**Figura 4.6.** Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal La Trozada



La zona del humedal definida como “anfibia” se declara como Área de preservación y protección ambiental la cual en la medida de lo posible deberá aislarse, esta comprende una superficie de 211.98 ha.

Se define como Área de recuperación Ambiental, las márgenes de los canales de aguas negras presentes en el ecosistema, esta zona comprende una superficie de 33.55 ha.

La siguiente Tabla indica la zonificación del humedal La Trozada.

**Tabla 4.2.** Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal

ZONA	Área (ha)	%
Áreas de preservación y protección ambiental – Relictos Boscosos	211.98	28.8
Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos	491.70	66.7
Áreas de recuperación Ambiental	33.55	4.6
<b>Total</b>	<b>737.2</b>	<b>100</b>

## ÁREAS DE PRESERVACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Superficie con especial valor, en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del humedal.

### **Uso Principal**

- Preservación de áreas naturales
- Transición a actividades productivas acordes con la inundabilidad.
- Implementación de las acciones y proyectos constitutivos de los programas del Plan de Manejo para la recuperación y conservación de la función hidrológica y del capital ecológico.

### **Usos Compatibles**

- Pesca artesanal.
- Investigación.
- Ecoturismo y recreación.
- Establecimiento de reservas naturales.

### **Usos Condicionados**

- Captación de aguas para uso humano, doméstico y agropecuario.
- Aprovechamiento forestal doméstico.
- Aprovechamiento forestal.
- Zootecnia de especies nativas.

- Acuicultura.
- Reintroducción de especies nativas.
- Construcción de infraestructura social y comunitaria.
- Agroindustria y ganadería de bajo impacto (sistemas silvopatoriles y agroforestales).
- Uso de especies acuáticas invasoras.
- Obras de restitución del régimen hidráulico.
- Uso de compost.

### **Usos Prohibidos**

- Quemaz,
- Construcción de pozos.
- Introducción de especies foráneas.
- Disposición de residuos sólidos a cielo abierto
- Rellenos sanitarios
- Utilización y vertimiento de sustancias tóxicas
- Vertimiento de aguas residuales sin previa depuración de contaminantes
- Aplicación de plaguicidas y fertilizantes
- Agricultura y ganadería extensiva.
- Aplicación de vinaza líquida.
- Cementerios.

### **ÁREAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE BAJO CONDICIONAMIENTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS**

Áreas destinadas al desarrollo de actividades productivas compatibles con el ecosistema, realizadas con criterios de producción limpia y sostenible.

#### **Uso Principal**

Actividades y proyectos tendientes al desarrollo socioeconómico de las comunidades, enmarcados en el fomento de actividades productivas acordes con las potencialidades ambientales de los humedales.

Todos los proyectos deben responder a los lineamientos de este plan de manejo y de otros planes y evaluaciones que se desarrollen en procura de la conservación de las funciones ecológicas de los humedales.

#### **Usos Prohibidos**

- Ganadería y agricultura extensiva.
- Introducción de especies foráneas.
- Rellenos sanitarios.

- Disposición de residuos sólidos a cielo abierto.
- Utilización y vertimiento de sustancias tóxicas.
- Vertimiento de aguas residuales sin previa depuración de contaminantes.
- Aplicación de vinaza líquida.
- Cementerios.

### **Usos Compatibles**

- Agroindustria y ganadería de bajo impacto (sistemas silvopastoriles y agroforestales).
- Investigación.
- Ecoturismo y recreación.
- Establecimiento de reservas naturales.

### **Usos Condicionados**

- Captación de aguas para uso humano, doméstico y agropecuario.
- Aprovechamiento forestal.
- Aprovechamiento forestal doméstico.
- Zootecnia de especies nativas.
- Acuicultura.
- Reintroducción de especies nativas.
- Construcción de infraestructura social y comunitaria.
- Aplicación de plaguicidas y fertilizantes.
- Reforestación con fines comerciales.
- Minería.

## ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL

Espacios alterados por intervención humana que requieren de un proceso de recuperación.

### **Uso Principal**

Implementación de las acciones y proyectos constitutivos de los programas del Plan de Manejo, para la recuperación y conservación de la función hidrológica y del capital ecológico.

### **Usos Prohibidos**

- Ganadería y agricultura extensiva.
- Utilización y vertimiento de sustancias tóxicas.
- Vertimiento de aguas residuales sin previa depuración de contaminantes.
- Aplicación de plaguicidas y fertilizantes.
- Fertilización del suelo con abonos inorgánicos.
- Aplicación de vinaza líquida.

- Establecimiento de nuevos asentamientos humanos.
- Quemas.
- Tala de bosque.
- Cementerios.

### **Usos Compatibles**

- Reforestación con especies nativas.
- Establecimiento de áreas para la recuperación natural (procesos sucesionales vegetales).
- Restauración de áreas degradadas.
- Ecoturismo.
- Investigación.

### **Usos Condicionados**

- Reintroducción de especies nativas.
- Construcción de infraestructura para el desarrollo social.
- Obras de restitución del régimen hidráulico.
- Apertura de canales.
- Obstrucción de corrientes de agua
- Minería
- Extracción de material aluvial.

Dadas las restricciones de las diferentes áreas que impone la zonificación, los propietarios proponen a la CVC y a la Alcaldía que se les compren los predios, solicitudes expresadas a través de las socializaciones ejecutadas en el marco del convenio actual del ajuste a los planes de manejo del Valle del Cauca por la Fundación Agua y Paz.

## **4.4. ZONIFICACIÓN DE PROYECTOS EN EL HUMEDAL LA TROZADA**

La siguiente figura muestra el ordenamiento del territorio y el gobierno que se le debe dar al mismo, de modo que se pueda lograr los objetivos de conservación. Se circunscribe en toda la cuenca del ecosistema, incluye la franja protectora del margen izquierdo del río Cauca, la fase acuática o espejo de agua, así como aquellas zonas que requieren revertir el proceso sucesional y buscar la recuperación del cuenco del humedal.

El ordenamiento territorial define las áreas considerando la estructura del ecosistema (acuática, anfibia y terrestre), para lo cual se emplea una técnica de gobierno de crecimiento conservacional endógena, que parte desde lo más interno o fase acuática hacia lo más externo y fronteras sistémica terrestres. La fase acuática y anfibia es la unidad del Humedal, y corresponde al área de conservación estricta, aunque requiera



recuperación. La fase terrestre se encuentra compuesta por áreas que requieren recuperación y las restante pueden ser productivas pero solamente siguiendo técnicas limpias.

Las corrientes hídricas, centrales en el balance hídrico del Humedal, son transversales a las zonas definidas por los cuales transita, de allí que se requiere dar cumplimiento real a lo que de manera formal establece nuestra legislación ambiental de modo que logremos coherencia ética y jurídica, por lo que urg respetar la franja forestal protectora y consolidar su aislamiento.

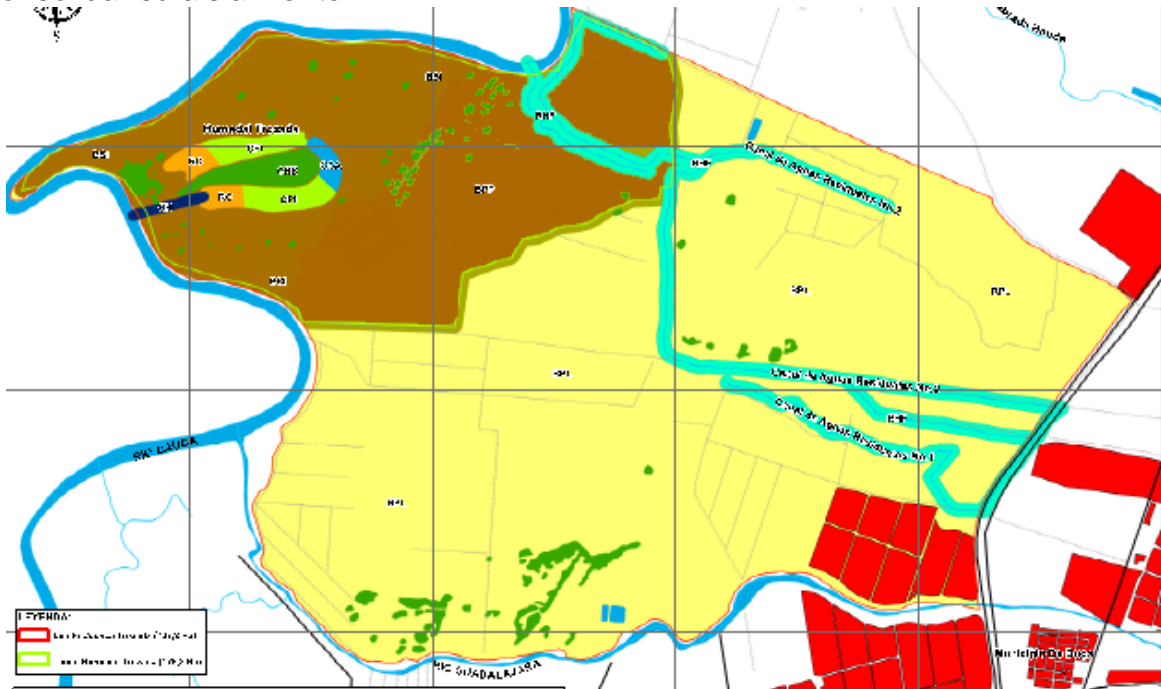


Figura 4.7. Zonificación de acciones

Igualmente se prestó especial atención a la búsqueda de relictos boscosos, los cuales son declarados como zonas de conservación; así partimos de la infraestructura biológica consolidada, y buscamos la conectividad de los diferentes relictos para generar un gradiente biótico, que funcione como elementos de ignición energética, de materiales e información.

La siguiente Tabla presenta el resumen de lo argumentado:

Tabla 4.3. Resumen ordenamiento

COLOR	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	ÁREA ha	%
	Conservación Relicto Boscoso (CRB)	Área de bosque destinada a la conservación	18,5	2,5
	Reconversión producción limpia (RPL)	Reconversión de actividades productivas que causen daño al ecosistema por otras que sean compatibles con este.	464,5	63,0
	Conectividad Hidráulica (CH)	Superficie destinada al desarrollo de proyectos que mejoren la capacidad hidráulica y conexión con el Río Cauca.	1,4	0,2
	Restauración de bosque seco inundable (BSI)	Área destinada a la reforestación de especies características de bosque seco inundable.	190,3	25,8
	Recuperación de Cuenca (RC)	Áreas destinadas al desarrollo de proyectos de recuperación de la cubeta lacustre, mediante dragado de sedimentos consolidados.	3,6	0,5
	Control de plantas invasivas (CPI)	Área destinada a la extracción y confinamiento de plantas invasivas (buchón de agua, lechuguilla, asola, enea, pasto, etc.)	6,9	0,9
	Recuperación hidráulica y forestal (RHF)	Superficie destinada a la siembra de especies forestales de importancia para el ecosistema y al restablecimiento hidráulico de la morfología del cauce o cuenco lagunar	50,4	6,8
	Control de calidad de agua y plantas invasivas (CCA)	Zona del ecosistema destinada a proyectos encaminados al mejoramiento de la Calidad de Agua	1,6	0,2
TOTALES			737,2	100

Para la restauración ecológica del ecosistema es necesario que se implementen proyectos encaminados a la restauración de bosque seco inundable en una superficie de 190.3 ha, extracción de 6.9 ha de plantas invasivas y a la transformación de 464.5 ha a producción limpia.

### ZONA DE EDUCACIÓN RECREACIÓN PASIVA

Se plantea una serie de senderos yemas de integración para el tránsito, interpretación, educación y recreación pasiva, de los visitantes.

### ZONA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Para el mejoramiento de la calidad del agua, el principal uso en este sector será la implementación de sistemas físicos y biológicos de tratamiento de las aguas afluentes al humedal, mediante procesos sencillos de separación de residuos sólidos y depuración de aguas con vegetación macrófita acuática.

**Uso compatible:** utilización de la zona como hábitat de alimentación y anidación de fauna.

**Uso condicionado:** la zona también puede ser usada como sitio de investigación, con los debidos permisos y seguimiento.

**Uso prohibido:** ingreso y tránsito del público, ya que claramente entrañaría riesgos para la salud y seguridad de la población.

### ZONAS DE CONTROL DE PLANTAS ACUÁTICAS INVASIVAS

Corresponde a las áreas ubicadas al interior del humedal ocupadas por plantas de tipo invasivo como las eneas, pasto, junco que aceleran el proceso de terrificación del humedal y las zonas que requieren limpieza y descontaminación.

### **Uso permitido**

En las zonas de control el uso permitido está relacionado con la investigación científica de forma controlada, actividades de mantenimiento del ecosistema y recreación pasiva.

### **Uso prohibido**

No se permite la recreación activa y en algunas zonas el paso estará restringido, para procurar las condiciones necesarias para la restauración del ecosistema.

En coherencia con la estructura ecológica del humedal, así como de su delimitación definida mediante la evaluación científica, en aquellos territorios ecosistémicos, los cuales se encuentren en las áreas categorizadas como anfibia y terrestre, en cumplimiento de lo ordenado en la Resolución 196 de 2006 es necesario definir una zonificación de preservación y protección ambiental.

De donde se sigue que solo son posibles los usos agrícolas y ganaderos desarrollados mediante buenas prácticas de producción limpia, cuyo impacto ambiental sobre el cuerpo lagunar y el ecosistema en general, sean el menor posible. Por lo que los actuales usos convencionales deberán gradual y sistemáticamente transformarse hacia sistemas de producción con criterios de manejo sostenible.

Lo anterior se establece sobre la base de los impactos ambientales negativos probados que éstas actividades hacen sobre la calidad, productividad y diversidad del ecosistema, además de tratarse de áreas inundadas según eventos invernales periódicos, por lo que los usos dados al suelo corren el riesgo de inundabilidad inherente a las características del Humedal, y son asumidos por los propietarios de los terrenos.

## 5. OBJETIVOS

*Jefferson Martínez López - Edwar Andrés Forero Ortiz*

### 5.1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MACTOR

El Teatro de Actores: Método Mactor. Convergencias y divergencias entre actores. Negociación. Ganar-Ganar.

Resulta interesante observar como en el proceso de terrificación, presenta un conflicto entre el potencial de la fase acuática y el de la fase terrestre, pero éste se extiende también al conflicto entre quienes su territorio es la fase acuática, y para los otros el cual es la fase terrestre; es decir entre los pescadores y los dueños de la tierra, que realizan uso agropecuario.

Según Garcés, 1999 el enfoque prospectivo es participativo a nivel de los actores sociales; el abanico o cono de futuros posibles, depende en gran parte de las estrategias de los actores, de la confrontación de los respectivos proyectos de cada uno de ellos, y de los esfuerzos de negociación entre actores para lograr un futuro compartido. Este ejercicio de juego de actores ayuda a la pertinencia y a la coherencia del proyecto de futuro.

El método Mactor es una valiosa estrategia para analizar y contrastar las estrategias de los actores en la siguiente forma: 1- Precisa objetivos, proyectos, medios y motivaciones de cada actor con respecto a los retos estratégicos del territorio. 2- Especifica las convergencias y las divergencias entre actores con respecto a las variables claves. 3- Jerarquiza objetivos y tácticas posibles. 4- Pondera relaciones de fuerzas directas e indirectas. 5- Explora alianzas y formula y armoniza hipótesis entre los actores en procura del futuro deseable y posible del territorio.

Construimos la matriz de actores por objetivos MAO; en la columna ubicamos a los actores y en la fila los objetivos; a manera de ejemplo supongamos (j) actores (n) objetivos; el cruce entre actores y objetivos admite tres valoraciones, (+) para actor favorable al objetivo, (-) para actor opuesto al objetivo, y (0) para indiferencia o neutralidad con respecto al objetivo.

Como los objetivos derivados de los retos estratégicos son múltiples, el manejo de los conflictos y alianzas potenciales se vuelve de difícil manejo. El álgebra matricial nos provee de una interesante propiedad: una matriz multiplicada por su transpuesta; lo cual permite mostrar las alianzas y conflictos entre los actores.



## 5.2. RESULTADOS MACTOR

Construcción del cuadro estrategias de los actores:

Inicialmente se realiza la identificación de los actores realmente influyentes del sistema que controlan las variables ecológicas claves del análisis estructural Micmac; actores pertenecientes al marco de competencias institucionales a nivel regional y local.

**Tabla 5.1.** Identificación de actores

N°	Título largo	Título corto
1	Sector Agrícola	SC
2	Sector Ganadero	SG
3	Autoridad Ambiental	AA
4	Autoridad municipal	AM
5	Autoridad Departamental	AD
6	Comunidad	C
7	Empresa de Servicio Público de Alcantarillado	ESP
8	Academia	ACA
9	Pescadores	Pes

Posteriormente se elabora la carta de Identidad de los actores considerando sus metas, misión, fortalezas y debilidades. Seguidamente se examina la influencia de cada actor sobre los otros. El método exige pensar en el choque de los actores en función de sus intereses y medios asociados a los mismos.

**Tabla 5.2.** Influencia de actores

N°	Actor	Metas y Objetivos	Fortalezas	Debilidades
1	Sector Agrícola	Aumento de la productividad, y de los territorios para cultivo.	Poder económico, representación en espacios políticos de decisión; e incentivos económicos por cultivo.	Amenaza por inundación, pérdida de cultivos, pérdida de productividad de los suelos, déficit hídrico.
2	Sector Ganadero	Conservación e incremento de la productividad del ganado	Representación fuerte en el sector agropecuario; propiedad de la tierra.	Amenaza por inundación, pérdida de cabezas de ganado, pérdida de productividad de los suelos, déficit hídrico.
3	Autoridad Ambiental	Ejercer la autoridad ambiental en el territorio, implementar la legislación (PMA), y ordenamiento del territorio.	Disponibilidad de recursos, información ambiental y registros históricos.	Debilitamiento de su autonomía; paradigma ingenieril de desarrollo económico; información disgregada, falta de monitoreo de los humedales.
4	Autoridad municipal	Conservación del ecosistema; mejoramiento del índice de desarrollo humano; jurisdicción	Recursos económicos, poder de ejecución.	Dispersión de esfuerzos, ejecución sin rigor en la priorización; administración segmentada de la cuenca; precaria competencia

N°	Actor	Metas y Objetivos	Fortalezas	Debilidades
		sobre el territorio.		técnica.
5	Autoridad departamental	Aumento del índice de desarrollo humano; conservación del ecosistema; preservación cultural.	Recursos económicos, aplicabilidad de la gestión, jurisdicción del territorio.	Ejecución inadecuada de recursos, ausencia de visión regional; débil articulación con las demás instituciones.
6	Comunidad	Conservación del ecosistema; mitigación de las inundaciones; productividad íctica; diversidad.	Representación política; conservación cultural; unidad étnica.	Débil poder económico; falta de representatividad en la Autoridad Ambiental; carencia de espacios físicos colectivos.
7	Empresa de Servicio Público de Alcantarillado	Administrar, crear y mantener el sistema de disposición de aguas residuales de la ciudad,	Interacción técnica y administrativa con problemáticas ambientales.	Precariedad en soluciones estratégicas respecto a disposición adecuada de las aguas residuales del municipio.
8	Academia	Generación y difusión del conocimiento con autonomía y vocación de servicio social. Construcción de una sociedad justa y democrática.	Investigación científica; conocimiento; capacidad de reflexión; capacidad innovación	Paradigma científico tradicional. Especialismos. Falta cobertura y difusión del conocimiento. Construcción de saber desde la praxis y saberes de las comunidades étnicas tradicionales.
9	Pescadores	Aumento de la productividad íctica y mejoramiento de su calidad de vida	Conocimiento ecológico del ecosistema	No tienen representación Política, y no existe propiedad sobre el territorio acuático.

### 5.2.1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Los objetivos estratégicos o resultados se obtienen del método Micmac, el cual calcula las variables que corresponden a resultados o efectos de la dinámica del sistema ecológico, por lo que se constituyen en señales que el sistema envía, informando sobre su salud. En este sentido los objetivos son:

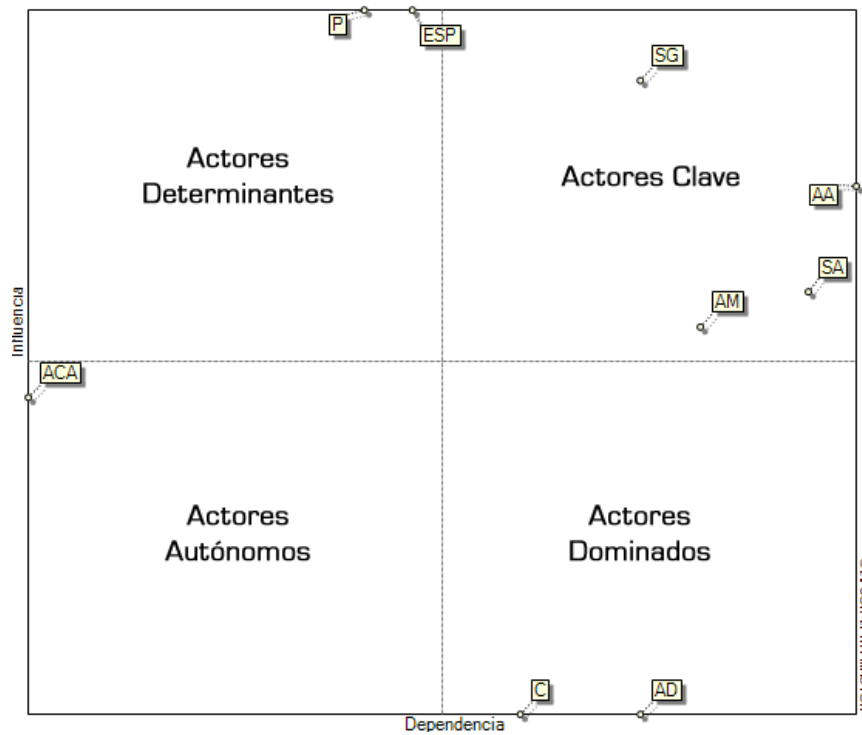
**Tabla 5.3.** Objetivos Estratégicos

N°	Título largo	Título corto
1	Mejoramiento de la calidad del agua	MCA
2	Conservación del potencial espacial de la fase acuática	CFA
3	Reversión del estado sucesional	RES
4	Naturalizar proceso de terrificación	NPT
5	Mejoramiento de la calidad del suelo zona anfibia	MZA
6	Aumento de la diversidad en fauna y flora	ADFF
7	Aumento de la productividad íctica	AUIC

Seguidamente se analiza la relación de cada actor, con respecto a los objetivos, considerando su acuerdo o desacuerdo con el mismo.

### 5.2.2. RELACIONES DE FUERZA DE LOS ACTORES

Se diligencia la matriz de influencias directas entre los actores, valorando los medios de cada actor, las relaciones de fuerzas son calculadas por el programa Mactor teniendo en cuantas las relaciones directas entre actores más las indirectas, es decir cuando un actor B influye sobre C, por mediación del actor A.

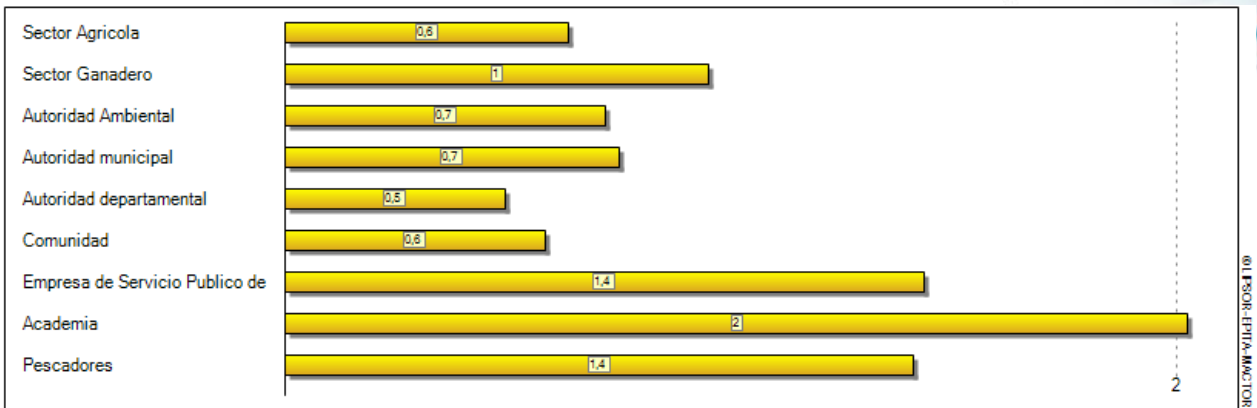


**Figura 5.1.** Relaciones de Fuerza de los Actores.

El Mactor muestra que los actores dominantes en el actual rol son el Sector Ganadero y el Sector Agrícola. La Autoridad Ambiental es un actor clave en conjunto con la Autoridad Municipal, por lo que les compete cambiar la correlación de fuerzas para la consecución de los objetivos.

La Academia se muestra distante y alejada de la dinámica, por lo que durante de la implementación del Plan debe integrarse, y convertirse en variable clave. La sociedad civil y la Autoridad Departamental juegan un papel con poca capacidad de influencia, por lo que deberán de ampliar ese rol.

Como actores determinantes en las dinámicas se demuestra la importancia de los Pescadores y la Empresa del Servicio Público de Alcantarillado, debido a que los pescadores son los principales interesados en la vida del humedal. Gracias a las descargas del sistema de alcantarillado del municipio de Buga en el humedal, es neceser involucrar activamente a la ESP encargada del tema, Aguas de Buga.



**Figura 5.2.** Histograma de relaciones de fuerza entre actores

La Academia se muestra como actor preponderante en la vida del humedal, debido a la posibilidad del accionar de su conocimiento en el mismo. Confrontando la posibilidad directa de solucionar uno de los más graves problemas del humedal respecto a la descarga de aguas residuales.

**5.2.3. CONVERGENCIAS Y DIVERGENCIAS**

El software también detalla las convergencias existentes entre actores sobre los objetivos, en donde se evidencia que la Autoridad Ambiental debe integrarse con las demás autoridades (local y regional) y con la Sociedad Civil. Por su parte los propietarios, Epsa e Invias, muestran gran convergencia.

Además las divergencias indican que la Autoridad Ambiental y la Academia, deben integrarse y equilibrar positivamente la balanza mediante la vinculación a los objetivos del Plan de los Sectores Agrícola y Ganadero. Es decir que urge desarrollar estrategias de integración y acercamiento, para el trabajo conjunto por los Objetivos. Mactor permite observar como es la correlación de fuerzas sobre los objetivos, en el escenario actual.

La Empresa de Servicios Públicos debe acometer sus políticas y accionar llegando a acuerdos con los demás actores, ya que se encuentra totalmente alejada de las políticas y accionar con respecto al humedal.



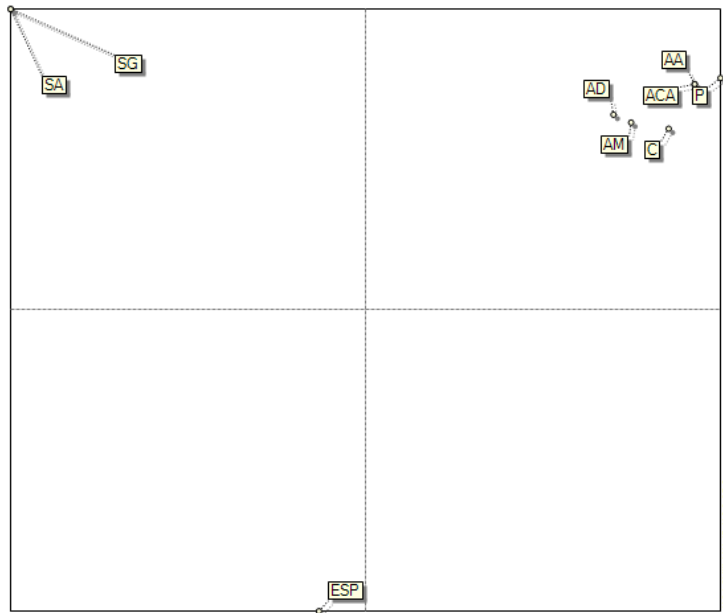
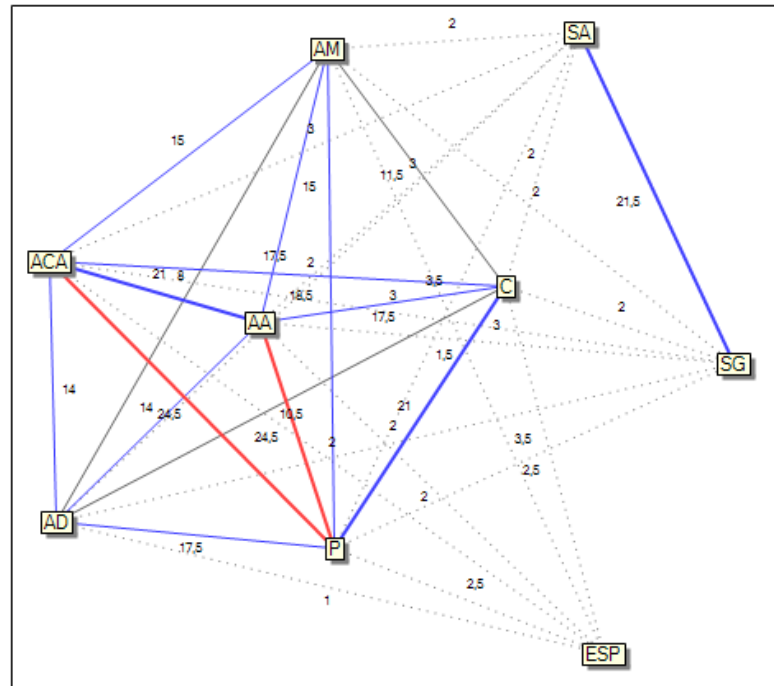


Figura 5.3. Convergencias y divergencias

Sobre el logro de los objetivos del Plan, se tiene que: el mejoramiento de las condiciones de calidad de los suelos, es la meta de menor resistencia entre los actores, por lo que se debe iniciar por éste objetivo.

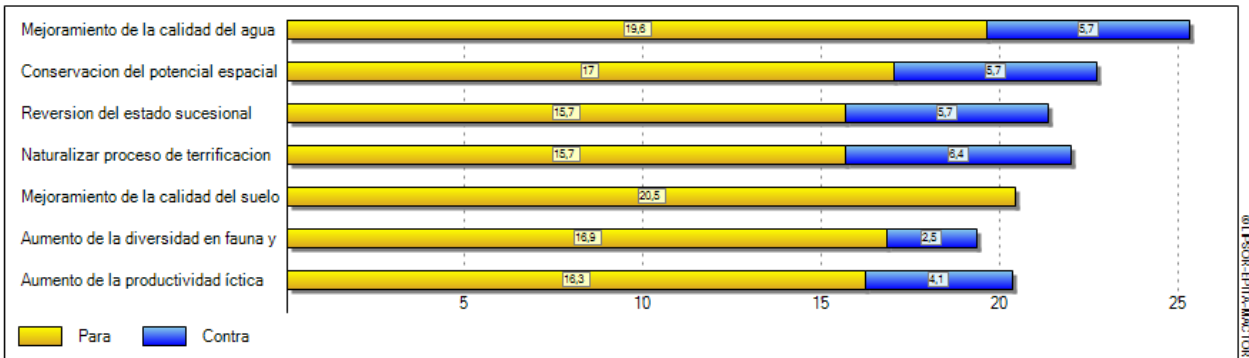


- ..... Convergencias más débiles
- Convergencias débiles
- Convergencias medias
- Convergencias relativamente importantes
- Convergencias más importantes

Figura 5.4. Convergencias entre actores

Los Pescadores, la Autoridad Ambiental y la Academia deben unirse como detalla el software, debido a la similitud de visión prevista de los objetivos a lograr con respecto al humedal. Es necesario acometer una aproximación de los sectores Agrícola y Ganadero a dichas alianzas, debido a su importancia inherente en la vida del humedal.

En el Humedal los objetivos de conservación muestran resistencia a su realización por parte de los actores determinantes, y el actual rol que se juega. Realmente parece necesario revertir la actual dinámica, debido a que no se tendrán resultados positivos si se continúa en el actual estado inercial.



**Figura 5.5.** Histograma de la aplicación de los actores sobre los objetivos

Finalmente Mactor muestra las distancias entre los actores para el logro de los objetivos; de donde se sigue que la meta de mejoramiento de la fertilidad y conservación de los suelos de la fase terrestre de los humedales es distante del resto de los objetivos. Seguidamente presentamos algunos de los principales líderes y gestores del ecosistema:



Reinaldo Lozano (Q.E.P.D). Funcionario de la CVC. Dedico su vida laboral y profesional a la defensa de los humedales del Valle del Cauca.

**Figura 5.6.** Líderes y gestores del ecosistema

### 5.3. OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN

Las Tablas 5.4 y 5.5 exponen los objetivos de conservación para el humedal La Trozada.

**Tabla 5.4.** Objetivos de Conservación Humedal La Trozada

<b>OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN</b>				
<b>I. OBJETIVO: ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE LOS PROCESOS ECOLÓGICOS Y EL FLUJO GENÉTICO NECESARIO PARA PRESERVAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA</b>				
<b>1.1. Preservar en su estado natural muestras que representen en su integridad los ecosistemas o combinación de los ecosistemas del país</b>				
CRITERIOS	APLICA (si-no)	LOCALIDAD	OBSERVACIONES EJEMPLO	FUENTE
1.1.1. Ecosistema con baja representatividad ecosistémica a nivel nacional y/o regional	Si	Municipio de Guadalajara de Buga	Según Plan de Manejo Ambiental Agua y Paz (2011), La Fase Acuática comprende un área de 12,2 Ha; y la zona anfibia 178,2 Ha.	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Delimitación y Zonificación)
1.1.2. Diversidad de ecosistemas dentro del área considerada	Si	Ecosistema Anfibio. Conformado por 3 sistemas: acuático, anfibio y terrestre	Ecosistema Acuático concéntrico, lacustre. Litoral, ecosistema anfibio, con fajas palustres, y ecosistema terrestre.	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción )
1.1.3. Áreas con ecosistema natural continuo, poco o nada fragmentado, con parches	No			
1.1.4. El fragmento de bosque presenta una forma de parche redondeada que disminuye efecto de borde	No			
<b>1.2. Proteger espacios que son esenciales para la perpetuación de especies silvestres que presentan características particulares de distribución, estatus poblacional, requerimientos de hábitat o endemismo</b>				
1.2.1. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "en peligro crítico (CR)" por la IUCN.	Si	Área de espejo de agua del humedal		Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)
1.2.2. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "en peligro (EN)" por la IUCN.	Si	Área de espejo de agua del humedal		Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)
1.2.3. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "Vulnerables (VU)" por la IUCN.	Si	Área de espejo de agua del humedal		Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)
1.2.4. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "casi amenazado (NT)" por la IUCN.	Si	Área de espejo de agua del humedal		Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)



<p>1.2.5. Presencia de alguna especie clasificada como amenazada a nivel regional categorías CVC, SI, S1S2, S2S3, S3</p>	<p>Si</p>	<p>Área de espejo de agua y Área forestal protectora del humedal</p>	<p>AVES: S1- S1S2: Anas cyanoptera (Pato Colorado); Anhima cornuta (Aruco); Sarkidiornis melanotos (Pato brasileño); Tachybaptus dominicus (Zambullidor chico); Anhinga anhinga (Pato aguja); Lateralus exilis (Avetorillo bicolor); Platalea ajaja (Espátula rosada); Theristicus caudatus (Cocli) / S2 - S2S3: Dendrocygna autumnalis (Pisingo); Dendrocygna bicolor (Iguasa María); Anas discors (Barraquete azul); Podilymbus podiceps (Zambullidor piquigrueso); Egretta caerulea (Garza azul); Ardea cocoi (Garzón azul); Pandion haliaetus (Águila pescadora); Rostrhamus sociabilis (Caracorello común); Elanus caeruleus (Elanio común) // PECES: S2: Prochilodus magdalenae (Bocachico) // MAMÍFEROS: S2S3: Puma yaguarundí (Yaguarundí) / SX: Hydrochaeris hydrochaeris (Chiguiro) // REPTILES: S1-S2: Chelydra serpentina (Tortuga bache).</p>	<p>Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)</p>
<p>1.2.6 Especies no amenazadas pero con tendencias a la declinación en las poblaciones o especies raras, especies endémicas o casi endémicas, o presencia de especies taxonómicamente únicas (especies no incluidas en los criterios anteriores) Especies Cites I y II.</p>	<p>Si</p>	<p>Área de espejo de agua del humedal</p>	<p>N. A</p>	<p>Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)</p>





<p>1.2.7. Presencia de sitios con concentración de especies migratorias o residentes para reproducirse, alimentarse o descansar.</p>	<p>Si</p>	<p>Área de espejo de agua del humedal</p>	<p>AVES Migratorias: Anas cyanoptera (Pato Colorado); Anas discors (Barraquete azul); Egretta caerulea (Garza azul); Pandion haliaetus (Águila pescadora); Actitis macularius (Andarrios maculado); Charadrius collaris (Chorlitejo collarejo); Tringa solitaria (Andarrios solitario); Numenius phaeopus (Zarapito trinador); Tringa flavipes (Andarrios patiamarillo); Tringa melanoleuca (Andarrios mayor); Callidris mauri (Correlimos de Alaska); Callidris melanotos (Playerito pectoral); Tyrannus sabana (Sirirí tijeretón); Hirundo rustica (Golondrina tijereta).</p>	<p>Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)</p>
--	-----------	---	---	---



**OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN**

**II. GARANTIZAR LA OFERTA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES ESENCIALES PARA EL DESARROLLO HUMANO**

**2.1. Mantener las coberturas vegetales necesarias, para regular la oferta hídrica, así como para prevenir y controlar la erosión y la sedimentación masivas**

CRITERIOS	APLICA (si-no)	LOCALIDAD	OBSERVACIONES EJEMPLO	FUENTE
2.1.1. Presencia de nacimientos de ríos de los cuales depende el suministro para consumo humano de comunidades humanas.	No			
2.1.2. Existencia de Áreas con cobertura vegetal nativa que evitan o disminuyen la posibilidad de presentarse deslizamientos o inundaciones	No			
2.1.3. Existencia de humedales o cuerpos de agua que evitan o disminuyen la posibilidad de presentarse inundaciones	Si	Humedal en general	El cuenco lagunar presenta una capacidad de almacenamiento de 65471 m3 con Área de 79854 m2	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Caracterización hidráulica)
2.1.4. Sistemas hidrobiológicos de donde se obtiene el agua para generación de energía eléctrica	No			

**2.2 Conservar la capacidad productiva de los ecosistemas para el uso sostenible de los recursos de fauna y flora, terrestre y acuática**

2.2.1. Presencia de ecosistemas naturales en cercanías de modelos agroforestales o silvopastoriles	No			
2.2.2. Presencia de especies vegetales silvestres relacionadas con la agricultura y la silvicultura	Si	Área forestal protectora del humedal	Árbol del pan, frijol del año, guadua	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011. (Uso Potencial de la Tierra)
2.2.3. Especies medicinales con potencial farmacológico comprobado.	Si	Área forestal protectora del humedal	Suelda con suelda, anamú, Martín Galvis, mata ratón, altamisa, carambo, prontoalivio, sarza, dormidera, biyuyo, higuera, muérdago	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011. (Uso Potencial de la Tierra)
2.2.4. Presencia de áreas o especies que suministran servicios ambientales relacionados directamente con la productividad agrícola (secuestro carbono, control biológico, etc.)	Si	Área forestal protectora del humedal y humedal en general	Se comenta la importancia del humedal como hábitat de especies que pueden realizar control biológico en cultivos ubicados en las cercanías	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011. (Uso Potencial de la Tierra)



2.2.5. Existencia de humedales o bosques que suministran recursos para las comunidades humanas o especies con potencial de uso o para la domesticación	Si	Área forestal protectora del humedal y humedal en general	Especies ícticas del humedal. Se hace referencia especial a Tilapia, Bocachico. En cuanto a la flora, se nombran las guamas, guayabas y mango presentes en el sector. Leña: manteco, chiminango, guasimo, guadua, sauce, samán, chitato	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011. (Uso Potencial de la Tierra)
2.2.6. Existencia de sitios que proveen protección en alguna etapa al ciclo de vida de especies importantes para el hombre	No			
<b>2.3. Proveer espacios naturales para la investigación, el deleite, la recreación y la educación para la conservación</b>				
2.3.1. Existencia de algún programa de investigación a largo plazo en el área	No			
2.3.2. Presencia de sitios con potencial para la recreación y el turismo	Si	Humedal en general.	Se resalta la importancia del humedal para la educación ambiental y la posibilidad de realizar paseos acuáticos.	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2011.
2.3.3. Áreas donde se presenten manifestaciones geológicas, rasgos geofísicos o geomorfológicas de gran valor científico, estético o recreativo	No			
2.3.4. Presencia de ecosistemas naturales dentro de las zonas urbana y suburbana, que promueva la presencia de la biodiversidad	No			

<b>OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN</b>				
<b>III. GARANTIZAR LA PERMANENCIA DEL MEDIO NATURAL COMO FUNDAMENTO DE LA INTEGRIDAD Y PERVIVENCIA DE LAS CULTURAS TRADICIONALES</b>				
<b>3.1. Conservar vestigios arqueológicos, y sitios de valor histórico y cultural asociados a ecosistemas naturales</b>				
CRITERIOS	APLICA (si-no)	LOCALIDAD	OBSERVACIONES EJEMPLO	FUENTE
3.1.1. Existencia de sistemas boscosos, no boscosos o humedales asociados a la cosmogonía de alguna cultura ancestral	No			
3.1.2. Presencia de grupos étnicos que mantengan patrones culturales de uso sostenible de los recursos naturales en áreas de importancia para la biodiversidad	No			

## OBJETIVOS



3.1.3. Valores históricos o muestras de culturas antepasadas.	No			
3.1.4. Presencia de especies asociadas a sistemas de conocimiento tradicional	No			

**Tabla 5.5. Ponderación Objetivos de Conservación**

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	OBJETIVOS A CUMPLIR POR LAS ÁREAS PROTEGIDAS	CRITERIOS	Cumple	Ponderación Ob. Esp	Ponderación total/comp	TOTAL
I. Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y el flujo genético necesario para preservar la diversidad biológica	1.1 Preservar en su estado natural muestras que representen en su integridad los ecosistemas o combinaciones de los ecosistemas del país	1.1.1. Ecosistema con baja representatividad ecosistémica a nivel nacional y/o regional	Si	1	0,50	0,82
		1.1.2. Diversidad de ecosistemas dentro del área consideras	Si	1		
		1.1.3. Áreas con ecosistema natural continuo, poco o nada fragmentado, con parches	No	0		
		1.1.4. El fragmento de bosque presenta una forma de parche redondeada que disminuye efecto de borde	No	0		
	1.2. Proteger espacios que son esenciales para la perpetuación de especies silvestres que presentan características particulares de distribución, estatus poblacional, requerimientos de hábitat o endemismo.	1.2.1. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "en peligro crítico (CR)" por la IUCN.	Si	1	1,00	
		1.2.2. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "en peligro (EN)" por la IUCN.	Si	1		
		1.2.3. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "Vulnerables (VU)" por la IUCN.	Si	1		
		1.2.4. Zonas con presencia de alguna especie clasificada como "casi amenazado (NT)" por la IUCN.	Si	1		
		1.2.5. Presencia de alguna especie clasificada como amenazada a nivel regional categorías CVC, SI, S1S2, S2S3, S3	Si	1		
		1.2.6. Especies no amenazadas pero con tendencias a la declinación en las poblaciones o especies raras, especies endémicas o casi endémicas, o presencia de especies taxonómicamente únicas (especies no incluidas en los criterios anteriores) Especies Cites I y II.	Si	1		





OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	OBJETIVOS A CUMPLIR POR LAS ÁREAS PROTEGIDAS	CRITERIOS	Cumple	Ponderación Ob. Esp	Ponderación total/comp	TOTAL
		1.2.7. Presencia de sitios con concentración de especies migratorias o residentes para reproducirse, alimentarse o descansar.	Si	1		
II. Garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano.	2.1. Mantener las coberturas vegetales necesarias, para regular la oferta hídrica, así como para prevenir y controlar la erosión y la sedimentación masivas.	2.1.1. Presencia de nacimientos de ríos de los cuales depende el suministro para consumo humano	No	0	0,25	0,39
		2.1.2. Existencia de Áreas con cobertura vegetal nativa que evitan o disminuyen la posibilidad de presentarse deslizamientos o inundaciones	No	0		
		2.1.3. Existencia de humedales o cuerpos de agua que evitan o disminuyen la posibilidad de presentarse inundaciones	Si	1		
		2.1.4. Sistemas hidrobiológicos de donde se obtiene el agua para generación de energía eléctrica	No	0		
	2.2 Conservar la capacidad productiva de los ecosistemas para el uso sostenible de los recursos de fauna y flora, terrestre y acuática	2.2.1. Presencia de ecosistemas naturales en cercanías de modelos agroforestales o silvopastoriles	No	0	0,67	
		2.2.2. Presencia de especies vegetales silvestres relacionadas con la agricultura y la silvicultura	Si	1		
		2.2.3. Especies medicinales con potencial farmacológico comprobado.	Si	1		
		2.2.4. Presencia de áreas o especies que suministran servicios ambientales relacionados directamente con la productividad agrícola (secuestro carbono, control biológico, etc.)	Si	1		
		2.2.5. Existencia de humedales o bosques que suministran recursos para las comunidades humanas o especies con potencial de uso o para la domesticación	Si	1		
		2.2.6. Existencia de sitios que proveen protección en alguna etapa al ciclo de vida de especies importantes para el hombre	No	0		
	2.3. Proveer espacios naturales para la	2.3.1. Existencia de algún programa de investigación a largo plazo en el área	No	0	0,25	



OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	OBJETIVOS A CUMPLIR POR LAS ÁREAS PROTEGIDAS	CRITERIOS	Cumple	Ponderación Ob. Esp	Ponderación total/comp	TOTAL
	investigación, el deleite, la recreación y la educación para la conservación.	2.3.2. Presencia de sitios con potencial para la recreación y el turismo	Si	1		
		2.3.3. Áreas donde se presenten manifestaciones geológicas, rasgos geofísicos o geomorfológicas de gran valor científico, estético o recreativo	No	0		
		2.3.4. Presencia de ecosistemas naturales dentro de las zonas urbana y suburbana, que promueva la presencia de la biodiversidad	No	0		
III. Garantizar la permanencia del medio natural como fundamento de la integridad y pervivencia de las culturas tradicionales	3.1. Conservar vestigios arqueológicos, y sitios de valor histórico y cultural asociados a ecosistemas naturales	3.1.1. Existencia de sistemas boscosos, no boscosos o humedales asociados a la cosmogonía de alguna cultura ancestral	No	0	0,00	0,00
		3.1.2. Presencia de grupos étnicos que mantengan patrones culturales de uso sostenible de los recursos naturales en áreas de importancia para la biodiversidad	No	0		
		3.1.3. Valores históricos o muestras de culturas antepasadas.	No	0		
		3.1.4. Presencia de especies asociadas a sistemas de conocimiento tradicional	No	0		

## 5.4. PRIORIZACIÓN DE OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN

De acuerdo al SIDAP, el objetivo general de conservación del humedal La Trozada es:

I. Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y el flujo genético necesario para preservar la diversidad biológica

Los objetivos específicos de conservación son los siguientes:

1.2. Proteger espacios que son esenciales para la perpetuación de especies silvestres que presentan características particulares de distribución, estatus poblacional, requerimientos de hábitat o endemismo.

2.2 Conservar la capacidad productiva de los ecosistemas para el uso sostenible de los recursos de fauna y flora, terrestre y acuática

### PRIORIZACION DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Debido a que el listado de valores del área de estudio resulta extenso se hizo necesario realizar una priorización de objetos de conservación. Para esta actividad se tuvo en cuenta la propuesta metodológica de la CVC (2007) y las guías metodológicas de TNC. Sin embargo, estas guías no hacen alusión a objetos de conservación relacionados con bienes, servicios y cultura, razón por la cual se utilizó la matriz de criterios de conservación para designar otras prioridades adicionales y sacar así la lista final de objetos de conservación de la reserva.

A continuación se describen los criterios expuestos para priorizar los objetos, una vez expuestos, se analizaran posibles traslapes y se definirá la lista de objetos totales.

- a. Identificar a escala gruesa los ecosistemas, comunidades y especies. Identificar las de menor extensión el área protegida.

Se incluye en este aparte la unidad biogeográfica con mayor número de amenazas y mayor fragmentación de sus ecosistemas; en general, la zona más intervenida es el ecosistema definido por Holdridge (1977): Bosque seco tropical (Bs-T).

Este punto hace referencia al criterio del Sidap No. 1.1.1. Ecosistema con baja representatividad ecosistémica a nivel nacional y/o regional.

- b. Consolidar especies y comunidades ecológicas individuales en agrupaciones mayores y ecosistemas respectivamente.

Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal La Trozada.

En este sentido se han incluido las especies que están incluidas en alguna categoría de amenaza nacional o las categorías regionales S1 ó S1S2.

Elementos que soportan:

## Aves

Anas cyanoptera (Pato Colorado); Anhima cornuta (Aruco); Sarkidiornis melanotos (Pato brasileño); Tachybaptus dominicus (Zambullidor chico); Anhinga anhinga (Pato aguja); Lateralus exilis (Avetorillo bicolor); Platalea ajaja (Espátula rosada); Theristicus caudatus (Cocli)

## Herpetos

Tortuga Bache (Chelydra serpentina)

## Peces

Prochilodus magdalenae (Bocachico)

Estos se encuentran a su vez dentro del ecosistema:  
Bosque seco tropical (Bs-T).

- c. Identificar las especies o las comunidades ecológicas particulares que tengan requerimientos especiales.

Especies con mayor grado de amenaza: Se incluyen aquí aquellas especies que presentan mayor amenaza de acuerdo a su estado de conservación, según la IUCN, la CVC; ver numeral b.

Como se afirmaba arriba, la guía metodológica suministrada por TNC y CVC (2007), no hace alusión a objetos de conservación relacionados con bienes, servicios y cultura, razón por la cual se utilizó la matriz de criterios de conservación para designar otras prioridades adicionales:

- d. Existencia de humedales o bosques que suministran recursos para las comunidades humanas o especies con potencial de uso o para la domesticación

Este punto hace referencia al criterio del Sidap No. 2.2.5. Especies ícticas del humedal. Se hace referencia especial a Tilapia. En cuanto a la flora, se nombran las guamas, guayabas y mango presentes en el sector. Leña: manteco, chiminango, guasimo, guadua, sauce, saman, chitato

- f. Presencia de sitios con potencial para la recreación y el turismo

Este objeto hace referencia a los criterios de conservación del Sidap: 2.3.2. Humedal en general. Se resalta la importancia del humedal para la educación ambiental y la posibilidad de realizar paseos acuáticos.

## **LISTADO FINAL DE OBJETOS:**

Una vez analizados los traslapes entre los diferentes criterios: se procedió a definir los objetos para el área protegida:



**Tabla 5.6. Listado Final de Objetos**

Objeto	Nombre propuesto	Presiones	Fuentes de Presión
Área forestal protectora (Bosque seco tropical)	Áreas de ecosistema amenazado	Composición biológica alterada, Destrucción o pérdida del hábitat físico	Desechos sólidos, quemas
Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal La Trozada.	Áreas de soporte a especies	Alteración de la calidad del agua, composición biológica alterada.	Contaminación difusa y puntual, conversión a agricultura.
<p>Aves</p> <p>Anas cyanoptera (Pato Colorado); Anhima cornuta (Aruco); Sarkidiornis melanotos (Pato brasileño); Tachybaptus dominicus (Zambullidor chico); Anhinga anhinga (Pato aguja); Lateralus exilis (Avetorillo bicolor); Platalea ajaja (Espátula rosada); Theristicus caudatus (Cocli)</p> <p>Herpetos</p> <p>Tortuga Bache (<i>Chelydra serpentina</i>)</p> <p>Peces</p> <p><i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)</p>	Especies amenazadas	Calidad de agua, cambios en disponibilidad de alimento, composición biológica alterada, mortalidad excesiva, régimen hidrológico alterado, interacciones simbióticas alteradas, reproducción alterada	Contaminación difusa y puntual, relleno de terreno, Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación
Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal La Trozada. Se hace referencia especial a Tilapia	Especies y áreas que suministran recursos alimenticios para el ser humano	Calidad de agua, cambios en disponibilidad de alimento, composición biológica alterada, mortalidad excesiva, régimen hidrológico alterado, interacciones simbióticas alteradas, reproducción alterada	Contaminación difusa y puntual, relleno de terreno, Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación
Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal La Trozada.	Áreas para el turismo y la educación	Calidad de agua, composición biológica alterada	Contaminación difusa y puntual, relleno de terreno, Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación

## 5.5. ESCENARIO FUTURO DESEABLE

Immanuel Kant, gigante del pensamiento, centro su sistema en las preguntas: que sabemos?, que debemos hacer?, que podemos esperar?, y qué es el hombre?. En otro tiempo, y con otra representación distinta, éstas preguntas aparecen sin resolver en los sujetos ecológicos, solo que esta vez, también nos preguntamos que es un ecosistema?.

Sobre humedales tenemos un saber reduccionista, fragmentado, sectorial, lineal, mecanicista, utilitarista y de explotación. La cultura pastoral, de expansión de la tierra, actúa en contravía de las culturas anfibia, para las cuales prevalece el agua, por lo que el saber que se ha hecho acto, la técnica, el qué hacer?, ha servido mayoritariamente para desecar y drenar, pero no para conservar y mejorar.

Lo que se puede esperar?, no es muy prometedor, el porvenir de los humedales Vallecaucanos parece cerrado, si se observa la acelerada tasa de su extinción, en la década de los 50's se registraban 15.286 Ha, para el año 2007 la cifra se estimaba en 2795 Ha. Estados previos de depauperización, los presentan como elementos de tratamiento de aguas residuales, anóxicas y sin señales de vida.

Puesto que nuestra obligación es hacer futuro, habrá que inventar otra realidad ecológica. Una que revierta las actuales tendencias de empobrecimiento biológico y extinción. Desear otro texto y otro contexto ambiental, que contenga el imaginario realizable de una comunidad operante, que opta por engancharse a la vida, en sus múltiples formas y manifestaciones.

El escenario deseado representa una configuración posible, no necesariamente una realidad, que se hace necesario imaginar para esclarecer la acción presente que permite pasar de una situación origen a una situación futura. Sería como hacer bajar el futuro hasta el presente, no solamente desearlo como algo sobre lo cual se pone la esperanza, que se espera de manera pasiva, sino hacerlo venir a la realidad aquí y ahora, en cada acto que realizamos.

El sentido de la anticipación es esclarecer la acción. Sin embargo la complejidad de los sistemas y sus cruces, entre los universos natural y social, es conflictivo; por lo que se requieren de un gran acuerdo institucional y político, para lograr la recuperación de los humedales.

Basados en el enfoque de la complejidad, y teniendo como categórico ético la dignidad humana, la cual exige salud y productividad del hábitat que lo sustenta; hemos propuesto, tomar como centro a la comunidad de pescadores, y al pescador como especie principal de conservación, en su relación ecológica de heterótrofo terminal.

Al pensar en La Trozada, se nos llenan los ojos de imágenes. Parte del paisaje es un ecosistema productivo, alrededor del cual se han organizado varias familias de



pescadores, de forma que para ellos existe seguridad alimentaria. Las plantas acuáticas no crecen tan aceleradamente, porque se ha logrado reducir el aporte de nutrientes provenientes de los excesos de las actividades agropecuarias; se han conectado los relictos boscosos, ampliándose su potencia, y generando corredores biológicos, que se ha traducido en infraestructura ecológica para que las especies existentes encuentren allí albergue y alimento.

El Humedal ha crecido, puesto que se le han devuelto las áreas perdidas por terrificación, de modo que su fase acuática se ha potencializado, retornando el sistema hacia niveles de sucesión natural inducida más cercanos a su periodo de formación, y más alejados de su colmatación final. Se han eliminado las obras de drenaje, y de control de inundaciones que impacta el balance hídrico del Humedal.

El conflicto existente entre tierra y agua, entre los usos agropecuarios y los de conservación, la productividad íctiologica, se ha debido reconocer, mediante el pacto de acuerdos con principios claros, en donde ambas miradas confluyen, y todos los actores ganan; más aún se unen para buscar su preservación, conservación y productividad. De ésta forma se llevara a cabo la construcción de mesas interinstitucionales que convocan a los actores, la cual tiene por objeto la administración del Plan de Manejo Ambiental, y la gestión de la realización del futuro imaginado.

El ecosistema se parece más a espacios vivos para la pesca, contemplación y conocimiento, que a elementos de tratamiento de aguas residuales, característicos de malos olores y proliferación de especies parasitas invasoras que lo asfixian hasta provocar su muerte.

Pero La Trozada también existe en la cibercartografía, hace parte de nuestro patrimonio ambiental natural y social cibernético, es por eso que hemos sugerido la implementación de técnicas informáticas para sistematizar en la red, pero sobre todo para llevar a la praxis la metodología de ciclo adaptable, mediante la retroalimentación continua de los efectos de las acciones que se realizan para su conservación; mediante canales de la vanguardia que permiten sumar personas, ciudadanos comprometidos, de modo que el proceso tenga coherencia, verosimilitud, importancia y transparencia.

No es por su puesto un escenario idealizado, desprovisto de toda intervención humana y de su cultura, dejado a la inercia de la naturaleza y sus proceso; sino que sabemos que el saber científico alternativo, basado en el paradigma de la complejidad y los sistemas, también incluye la civilización, para lo cual habrá que aceptar la intervención de técnicas limpias, que permiten mejorar, y tonar más eficaces hasta a los mismos ciclos naturales. Por eso sugerimos la implementación de un sistema de reoxigenación, como una alternativa tecnológica para reintroducir oxígeno, que se traduce en vida aerobia al sistema, puesto que en sus actuales condiciones se reduce y agota; produciendo una catástrofe, que desencadena procesos absolutamente distintos a los característicos de biosistemas diversos y ricos.



Las acciones agropecuarias tendrán que desviarse gradualmente hacia técnicas con protocolos típicos de sistemas silvopastoriles y de agricultura orgánica; adoptando modelos exitosos consolidados en el Valle del Cauca. Es necesario realizar el repliegue del territorio ocupado por los sistemas agropecuarios tradicionales, los cuales han mostrado que afectan severamente el ecosistema; se requiere cederle territorio a la naturaleza, para potencializarla hacia estados energéticos mayores, por lo que planteamos, en coherencia con nuestra jurisprudencia, el que se libere el dominio hidráulico público y la franja forestal protectora, en razón de tan solo la mitad del área definida, pero con la solicitud de que la otra mitad que conforma la unidad se continúe con las acciones productivas, pero implementando metodologías alternativas, de menor impacto ambiental.

Es triste reconocer como nuestro Humedal, todo él, se acerca cada vez más a esos estados de empobrecimiento biológico que caracterizan a los grandes desiertos del Planeta. La cuenca alta de sus afluentes se encuentra desprovista de suelo, y en su lugar se observa roca dura, la estructura ósea de la montaña. Nos negamos a aceptar esa realidad, y en su lugar vemos la cuenca nuevamente reforestada; habrá que recurrir a técnicas biomecánicas de recuperación de suelo, de manera que se amortiguen las aguas provenientes de la escorrentía y cese el alto aporte de sedimentos que llegan al cuenco del Humedal por lavado.

El futuro de La Trozada incluye la consolidación de un parque ecológico, dotado de elementos dispuestos para conocerlo desde la contemplación, abierto a la ciudadanía, con estatus real y formal de espacio colectivo y público. Como patrimonio ambiental de los Vallecaucanos se podrán realizar trabajos prácticos de sensibilización ambiental dirigidos a la infancia y adolescencia local y regional. La academia de la Región desarrollará proyectos de investigación aplicada de forma que orienta permanentemente a la Autoridad Ambiental en la toma de decisiones sobre las acciones de conservación y mejoramiento necesarias.

Finalmente pensamos en CVC, y la vemos como autoridad ante las comunidades, no por sus exigencias legales, sino por su ejemplo y conocimiento. Esperamos que dote al ecosistema de la instrumentación necesaria para monitorear sus estados de calidad y cantidad ambiental, consolidará a los actores como unidad de administración del Plan de Manejo, vigilará de la mano de la sociedad civil organizada el cumplimiento de los usos del suelo, y la implementación de las acciones para lograr el escenario deseado y alcanzado por todos.



## 6. PLAN DE ACCIÓN

---

*John Alexander Posso - Edwar Andrés Forero Ortiz*

De acuerdo a la Convención Ramsar, un plan de manejo de un sitio Ramsar u otro humedal forma parte de un proceso de planificación integral que ayuda a tomar decisiones respecto de los objetivos de manejo del mismo. El plan de manejo permite así mismo:

1. Identificar y describir las medidas de manejo requeridas para alcanzar los objetivos.
2. Determinar los factores que afectan o pueden afectar a las distintas características del sitio.
3. Definir las necesidades de monitoreo para detectar cambios en las características ecológicas y medir el grado de eficacia del manejo.
4. Demostrar que el manejo es efectivo y eficiente.
5. Mantener la continuidad de un manejo efectivo.
6. Dirimir todo conflicto de intereses.
7. Conseguir recursos para poner el manejo en práctica.
8. Hacer posible la comunicación de los sitios entre sí y con las organizaciones y los interesados directos.
9. Asegurar el cumplimiento de las políticas locales, nacionales e internacionales.

### 6.1. RESTAURACIÓN

Es el perfeccionamiento de las técnicas aplicadas al medio natural, que busca devolver la estructura, autoorganización y funcionamiento del sistema. Esto puede considerarse, entre otras, mediante la recuperación del suelo, la reforestación con especies nativas del humedal, la reconexión hidráulica con el medio.

Los humedales están sujetos al proceso de sucesión biológica, el cual se clasifica en dos categorías según ODUM; la sucesión autógena (autogenerada), en donde los cambios están determinados en mayor medida por interacciones internas; y la sucesión alógena, en donde son las fuerzas externas las que regulan o controlan el cambio.

El mismo autor asegura que las fuerzas autógenas se ilustran como suministro interno o retroalimentación, lo cual impulsa el sistema hacia un estado de equilibrio; de otro lado las fuerzas alógenas se consideran disturbios o tensores de suministro externo periódico, que retrasan o alteran la trayectoria de sucesión.

En los ecosistemas de humedal se presentan ambas formas de sucesión, en lo respectivo a la comunicación con el Río se establece una sucesión cíclica, puesto que el régimen de pulsos asociado a periodos estacionales.

Las afectaciones se ubican en tres categorías de tipo física, química y biológica, y se extienden hacia lo social. Es evidente que la posibilidad de efectuar lo anteriormente mencionado se encuentra en función de la intensidad en magnitud del disturbio, así como de su amplitud y especiación temporal.

Dentro de lo físico se ubican solo en lo hidrodinámico, fluctuaciones de nivel, régimen de pulsos, tiempos de retención, líneas preferenciales de flujo, velocidades, gradientes, lo cual es abordado en tres niveles, superficial, subsuperficial, y subterráneo.

Lo hidrológico, la morfología de la cuenca, su área de captación, forma de la cuenca, índices fisiográficos, tipos de suelos, resistencia al flujo. En lo químico podemos destacar la calidad de las aguas, concentraciones de variables fisicoquímicas, composición del suelo.

En lo biológico tenemos las plantas acuáticas (flotantes, sumergidas y emergentes), en las fase acuática, en la fase anfibia se dan otras especies, y en la terrestre especies con raíces. Las cuales se encuentran en función de la disponibilidad de nutrientes, de su ubicación en las cadenas tróficas y del régimen hidráulico.

En lo relativo a las aves tenemos variedades de especies que se armonizan a los ciclos pulsátiles del litoral del humedal, en función de esas variaciones acceden a los alimentos; mientras que otras se ajustan a la climatología global y los distintos biomas de la tierra.

Es decir en los ecosistemas de humedal todo está conectado con todo, a partir de cada centro neuronal se pueden acceder y comunicar con todos los centros neuronales que conforman la extensa red que estructura la mente del biosistema. Por lo increíble que parezca el sistema abarca la totalidad del globo, y se conecta a través del clima global.

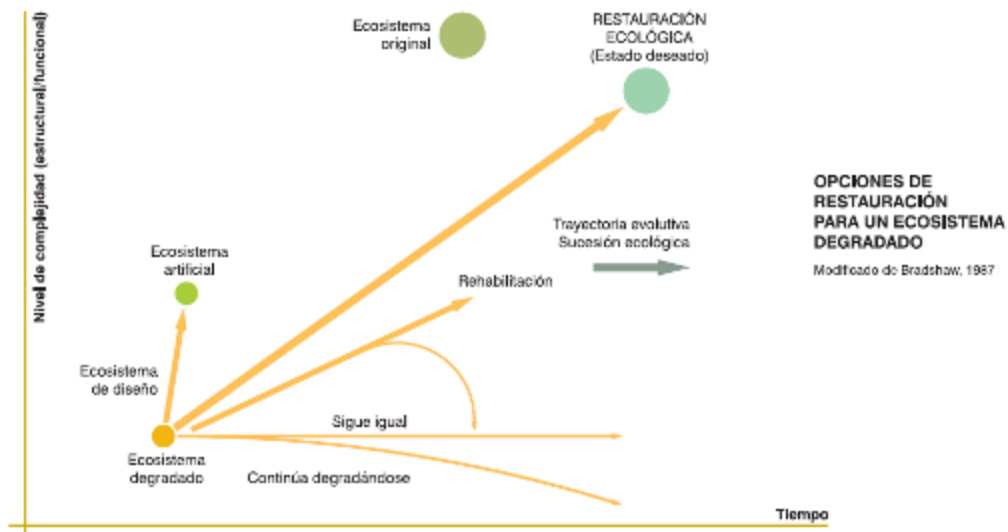
Márquez-Huitzil, 2005, definen cinco 5 pasos para la restauración:

1. Terminar con la causa de la afectación.
2. Mitigar los efectos producidos por la misma.
3. Llevar el sistema a condiciones semejantes a las que se presentaban en algún estadio sucesional previo.
4. Reincorporar elementos bióticos o abióticos originales al sistema.
5. Monitorear, evaluar e intervenir de forma iterativa las acciones de restauración, dirigiendo el proceso sucesional en coherencia con los objetivos de conservación.

Hobbs y Norton (1996) señalan la importancia de rehabilitar los siguientes atributos:

- Composición: especies presentes y sus abundancias relativas.
- Estructura: arreglo vertical y horizontal de la vegetación y componentes del suelo.

- Patrón de distribución: arreglo espacial de los componentes del sistema.
  - Heterogeneidad: un conjunto complejo de variables compuestas de los anteriores componentes, también sería importante la heterogeneidad del suelo.
  - Función: el desempeño de los procesos ecológicos básicos (transferencia de energía, agua y nutrientes).
  - Dinámica y resiliencia: procesos sucesionales, recuperación postdisturbio.



**Figura 6.1.** Modelo realista de la restauración ecológica en humedales urbanos

Fuente: Adaptado de Hobbs y Norton, 1996, David Rivera). La trayectoria finalmente conduce a un nivel alternativo de rehabilitación o recuperación ecológica. (tomado del protocolo distrital de restauración).

Los humedales se configuran por áreas inundables o firmes que los rodean, presentando una densa red de interacciones entre éstas y los cuerpos de agua.

Razón por la cual su delimitación ecosistémica resulta compleja. Más parece que estos compartimentos lénticos hacen parte del continuo ecológico de cualquier cuenca o región.

Tal vez, sería más exacto decir que en distintos ecosistemas se presentan acumulaciones variables y fluctuantes de agua, en torno a las cuales el ecosistema se organiza de un modo característico reconocible como el subsistema de humedal o, por sí mismas, como ecosistema de humedal.

Lo que si resulta claro para los investigadores, es que dentro de una gran diversidad de ambientes y ecosistemas, los humedales constituyen subsistemas en los cuales se concentran y se conectan muchos de los procesos ecológicos esenciales de una cuenca o región: la regulación hidrológica e hidráulica, los flujos biogeoquímicos, el tráfico de los organismos vivos, la regulación climática.

Sobre la base de lo anterior se sigue que la zona objeto para la recuperación, restauración y preservación del ecosistema no se delimita según lo definido por las cotas máximas de inundación, lo cual corresponde tan solo a la zona anfibia; sino que se requiere incluir la fase terrestre circundante, y en general toda la cuenca de captación superficial en la cual se inscribe.

Por lo que nuevamente es importante considerar que el ecosistema de humedal conforma una unidad entre sus zonas anfibia y terrestre y acuática, la cual puede ser ocasional o estacional.

## 6.2. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Para el caso de los humedales del Valle Geográfico del río Cauca, corresponde mayormente a ecosistemas de desborde, en las cuales no es fácil determinar la cuenca aferente y efluente, ya que en periodos de aguas altas la cuenca efluente puede contribuir en el balance hídrico por reflujos o desborde.

Si bien casi la totalidad de los ecosistemas de humedal del río Cauca, han sido desconectados e aislados del mismo mediante diques, además de regulados en sus pulsos por la represa Salvajina, se podría pensar que la restauración hidráulica, enviaría señales positivas de restauración en el sistema; no obstante el grado de afectación ha sido severo, por lo que ésta simple acción no es suficiente.

En casos típicos de recuperación total de humedales degradados, la intervención se plantea en cuatro frentes o líneas de acción, los cuales deben adelantarse, aproximadamente en el siguiente orden de prioridad y precedencia:

- Recuperación hidráulica, que abarca varios aspectos:
  - Restablecimiento de los tres tipos de entrada (afluentes, escorrentía directa y crecientes).
  - Restablecimiento de la periodicidad y amplitud de las crecientes.
  - Restablecimiento de la capacidad hidráulica (volumen y pendientes del cuenco). Las profundidades y pendientes también sirven para ajustar las cotas de inundación y para prevenir el avance sucesional de la fase terrestre sobre la anfibia y la acuática.
- Restablecimiento (o mejoramiento) de la diversidad batimétrica, favoreciendo aquellas profundidades y cotas de inundación que más favorecen a las aves acuáticas.
- Fractalización del litoral, procurando patrones que aumenten la oferta de hábitat y amplifiquen el efecto de borde (salvo frente a zonas adversas, como suelos contaminados), por medio de penínsulas y ensenadas de distintos tamaños.
- Recuperación sanitaria: la recuperación de la calidad de agua en cada una de las tres entradas (afluentes, escorrentía directa y crecientes). Aquí es importante fijar metas de concentración de diferentes sustancias, teniendo en cuenta el nivel de nutrientes adecuado para cada tipo de humedal (oligo, meso o eutrófico) y el control del proceso de eutrofización y colmatación.



En lo concerniente a la recuperación sanitaria, en términos de mejoramiento de la calidad de las aguas del ecosistema; se requieren efectuar acciones en el sentido de:

- Control de la erosión en la cuenca aferente.
- Control de la contaminación en la fuente (vertimientos domésticos e industriales).
- Tratamiento de los caudales receptores, mediante técnicas de fitorremediación.
- Control de metales pesados o contaminantes orgánicos persistentes; debido a la dificultad que representa su remoción, es necesario enfocarse en la prevención de su ingreso al sistema, puesto que estos ingresan en las cadenas tróficas y se acumulan, lo cual pone en grave situación de riesgo la salud de las personas de las comunidades que hacen uso de los productos del mismo.

Restauración biótica, en orden:

- Revegetalización: el restablecimiento de la cobertura vegetal propia de cada franja del humedal debe tener en cuenta algunas pautas básicas.

- Los grupos de especies propias de las franjas más cercanas a la fase acuática son generalmente cortas, debido a la transición inmediata de las pocas dominantes adaptadas a las condiciones especiales de higromorfia o inundaciones periódicas. Por tanto, la revegetalización puede proceder mediante una composición florística inicial con tales especies.

- Cada especie debe introducirse de acuerdo con su tolerancia específica a las inundaciones y al nivel freático. Terrenos que pueden parecer bien drenados a simple vista, pueden en realidad presentar niveles freáticos muy superficiales o drenajes muy deficitarios, lo que limita el desarrollo radicular de las especies no adaptadas a tales condiciones y la mortandad del material plantado.

- El diseño de la plantación debe procurar una provisión rica y diversa de hábitats y elementos claves para la avifauna: refugio, alimento, materiales y sitios de anidación, sitios de percha, sitios de cortejo, así como corredores adecuados para la movilidad a través de las franjas del humedal, teniendo en cuenta los requerimientos propios de cada especie en relación con cada uno de estos aspectos.

- La revegetalización debe evitar la homogenización de la periferia del humedal, procurando diversidad de densidades (más abiertas o cerradas) en cada franja y mantener las diferencias vegetacionales (florísticas y fisonómicas) propias de cada franja.

- La alternancia de corredores más abiertos o más cerrados (más o menos árboles) a través y conectando las franjas concéntricas, junto con la disposición de atractores (perchas, frutas muy apetecidas, sitios de anidación) en los extremos del gradiente, refuerza la movilidad transversal de la fauna (en especial de las



aves) lo que refuerza el aprovechamiento integral del hábitat y aumenta la capacidad de carga.

- Refaunación: en general, la restauración de la fauna parte de la restauración del hábitat y la eliminación de tensionantes. Siempre que esto resulte suficiente, es preferible no abordar medidas de suplementación o reintroducción de especies nativas, por su complejidad y los riesgos asociados.

Esto es aún más cierto en los humedales, donde la convergencia del tráfico biológico regional, refuerza el repoblamiento espontáneo, en tanto sobrevivan poblaciones reproductoras viables y se controlen los tensionantes típicos, como la caza y la sobrepesca.

Paisajismo: para alcanzar estados contemplativos y sentir la vida, los humedales son uno de los espacios más bellos del Valle del Cauca. Sus múltiples verdes, el amplio espectro de luces y reflejos, sonidos y silencios; las múltiples formas de la vegetación y del agua compone una bella sinfonía ecosistémica.

Es vital lograr que la comunidad pueda acceder a estos estados de recreación; no obstante la construcción de infraestructura de recreación, educación, turismo e investigación en el interior del ecosistema, requiere considerar en forma, localización, tamaño y materiales, los criterios de preservación del mismo, en términos de no originar disturbios al hábitat y a sus especies.

Debe en la medida de lo posible, de concentrar la estancia y circulación de los visitantes en las áreas menos frágiles y más distantes de las especies, facilitando la logística e infraestructura mínima para ello.

Los factores arriba listados muestran el orden de prioridad y la secuencia normal de intervención para la restauración de un humedal.

En resumen no es coherente ni eficiente destinar recursos, acciones y políticas a la protección del contenido biótico del humedal, cuando su funcionamiento hidráulico o condiciones de salud ecosistémico, se encuentran transformadas o están gravemente amenazadas.

**Tabla 6.1.** Plan de Acción Propuesto por CVC – Fundación Natura 2003 - 2009

<b>Línea Uno: Programa de Deslinde y acceso</b>
Proyecto: Deslinde predial de la madreveja La Trozada en el Departamento de Planeación Municipal de Guadalajara de Buga. Objetivo: Adelantar las acciones respectivas para el deslinde predial de la madreveja en el Departamento de Planeación Municipal de Guadalajara de Buga.
Proyecto: Reglamento interno y camino de acceso a la madreveja La Trozada. Objetivo: Elaborar el reglamento interno de uso y determinación y concertación del camino de acceso a la madreveja La Trozada.
<b>Línea Dos: Programa de Apropiación</b>
Proyecto: Gestión para incluir en los centros de educación del municipio de Guadalajara de Buga la



<p>importancia de la madre vieja.</p> <p>Objetivo: Acercar a los estudiantes de los centros educativos y los profesores de los centros de educación del Municipio de Buga sobre la importancia de la madre vieja, a través de la incidencia del programa académico y visitas ecológicas a la madre vieja.</p>
<p>Proyecto: Recuperación del conocimiento de los pobladores y pescadores sobre la madre vieja La trozada y el antiguo ecosistema del Alto Cauca.</p> <p>Objetivo: Recuperar los conocimientos de las personas cercanas del municipio Guadalajara de Buga alrededor de la pesca y otras actividades como la identificación de aves u otras especies que permitan la apropiación de la madre vieja a las nuevas generaciones.</p>
<p>Proyecto: Promoción de la Madre vieja La Trozada a través de los medios audiovisuales.</p> <p>Objetivo: Continuar la divulgación a través de medios audiovisuales comunitarios y regionales con la promoción de la Madre vieja La Trozada.</p>
<p>Proyecto: Capacitación en liderazgo ambiental.</p> <p>Objetivo: Capacitar a los líderes comunitarios del Comité Técnico en la formulación de proyectos, temas ambientales, jurídicos y de participación ciudadana.</p>
<p>Proyecto: Elaboración de material didáctico para la madre vieja La Trozada.</p> <p>Objetivo: Realizar material didáctico, como etiquetas, para el reconocimiento de los árboles y vegetación en general alrededor de la franja protectora, de tal manera que esta franja se convierta en un sendero ecológico.</p>
<p>Línea Tres: Programa de restauración y conservación</p> <p>Proyecto: Estudios hidrológicos e hidráulicos de la madre vieja.</p> <p>Objetivo: Realizar estudios básicos de los procesos hidrológicos e hidráulicos de la madre vieja. (Conocer y cuantificación los niveles de descarga e intercambio hídrico de la madre vieja a través de un monitoreo mensual)</p>
<p>Proyecto: Adecuación de infraestructura sanitaria en la isla.</p> <p>Objetivo: Adecuar con letrinas y otros servicios sanitarios a las viviendas de la isla para manejo de las aguas residuales domésticas.</p>
<p>Proyecto: Cambio de uso y fortalecimiento de sistemas agroforestales en la franja protectora de la Madre vieja La Trozada.</p> <p>Objetivo: Continuar la concertación para el cambio de uso en la franja protectora hacia la adecuación de sistemas agroforestales, con énfasis en guadua, árboles nativos y frutales y agricultura biológica.</p>
<p>Proyecto: Monitoreo del plancton y macroinvertebrados acuáticos presentes en la madre vieja La Trozada.</p> <p>Objetivo: Monitorear en diferentes épocas del año la presencia del plancton y macroinvertebrados acuáticos en la madre vieja La Trozada.</p>
<p>Proyecto: Ecología y Fenología de 3 especies vegetales nativas con algún grado de amenaza asociadas a la madre vieja La Trozada.</p> <p>Objetivo: Conocer algunos procesos ecológicos y fenológicos de 3 especies vegetales nativas con algún grado de amenaza asociadas a la madre vieja La Trozada.</p>
<p>Proyecto Ecología de 10 especies de aves nativas con algún grado de amenaza asociadas a la madre vieja La Trozada</p> <p>Objetivo: Conocer algunos requerimientos ecológicos de 10 especies de aves nativas con algún grado de amenaza, asociadas a la madre vieja La Trozada.</p>
<p>Proyecto: Bioecología de las tres especies de reptiles y una de mamíferos con algún grado de amenaza asociadas a la madre vieja La Trozada.</p> <p>Objetivo: Conocer algunos requerimientos bioecológicos de las tres especies de reptiles y una de mamíferos con algún grado de amenaza asociadas a la madre vieja La Trozada</p>
<p>Proyecto: Monitoreo del estado fisicoquímico del agua de la madre vieja de la Madre vieja La Trozada.</p> <p>Objetivo: Mantener un sistema de monitoreo del estado fisicoquímico del agua de la madre vieja La Trozada a través del análisis de 15 parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos cada 6 meses.</p>
<p>Proyecto: Bioecología de especies de peces con algún grado de amenaza y de importancia para la pesca asociadas a la madre vieja La Trozada.</p> <p>Objetivo: Realizar estudios relacionados con la bioecología de especies de peces con algún grado de amenaza y de importancia para la pesca asociadas a la madre vieja La trozada para continuar con el</p>

<p>conocimiento de las especies ícticas del Alto río Cauca y sus posibilidades de uso.</p> <p>Proyecto: Declaratoria de la madreveja La Trozada como área protegida municipal y regional. Objetivo: Declarar bajo una figura de protección el área Declaratoria bajo una figura de protección municipal y regional el área de la madreveja y las 9.03 hectáreas de franja protectora y apoyar las gestiones para la declaratoria de franja protectora del río Cauca como lo propone el POT de Guadalajara de Buga.</p>
<p><b>Línea 4. Programa de Aprovechamiento</b></p>
<p>Proyecto: Aprovechamiento de plantas con uso artesanal y doméstico presentes en la madreveja La Trozada. Objetivo: Aprovechas las plantas presentes en la madreveja La Trozada y capacitar a 10 personas en la realización de artesanías, compostaje y papel.</p>
<p>Proyecto: Peces en jaula en la madreveja La Trozada. Objetivo: Adecuación de espacios en la madreveja La Trozada para el cultivo de peces en jaula que beneficie a los pescadores locales.</p>

### 6.3. PLAN DE ACCIÓN 2012 - 2023

El horizonte del Plan se define a 12 años, en armoniza con 3 periodos de gobierno municipales y del Plan de Acción Corporativo de la CVC; coincide además con el intervalo temporal del nuevo PGAR que se formulará para el Valle del Cauca.

#### 6.3.1. OBJETIVOS

Recuperar las condiciones físicas, ecológicas y paisajísticas del Humedal que permitan restablecer la provisión de bienes y servicios ambientales, funciones y atributos, a las comunidades ubicadas en el área de influencia y el cumplimiento de las funciones como reservas de recursos naturales renovables.

#### 6.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recuperar la capacidad hidráulica y mejorar la calidad del agua que ingresa al humedal con el fin de propiciar las condiciones morfológicas y de flujo hídrico que garanticen la sostenibilidad biofísica del Humedal en el largo plazo.
- Restablecer total y/o parcialmente la estructura y función de los ecosistemas acuático, anfibio y terrestre del humedal, así como las condiciones para lograr la conectividad ecológica con otros elementos de la estructura ecológica principal.
- Crear espacios de acercamiento y participación comunitaria en donde se involucre a las comunidades vecinas, instituciones y organizaciones comunitarias a la gestión social para la recuperación integral del Humedal con el fin de contribuir a la sostenibilidad de los proyectos que se adelanten en el marco del Plan de Manejo Ambiental.
- Establecer lineamientos generales para los diseños paisajísticos y arquitectónicos de la infraestructura mínima requerida para la adecuación del uso del espacio público que permita ofrecer una base organizada para la educación ambiental y la recreación pasiva, compatible con los objetivos de reserva de recursos naturales.



### **6.3.3. ESTRATEGIAS**

El éxito de la implementación del Plan, requiere de la conformación del Comité Interinstitucional de Humedales del Valle del Cauca, el cual deberá integrarse por mesas regionales. La zona sur, en las áreas de jurisdicción de las Direcciones Ambientales Regionales Sur occidente y Suroriente, otra para la zona centro, en los territorio de jurisdicción Centro Sur y Centro Norte, y otra para la zona norte, en el ámbito territorial de las Direcciones Ambientales Brut y Norte, todas las cuales deberán articularse al comité interinstitucional de la Laguna de Sonso.

Cada institución participará con recursos económicos, técnicos, administrativos, científicos y logísticos, en el desarrollo del plan en sus acciones constitutivas. El Comité verificará el estado de la ejecución de las actividades de las entidades, solicitudes y quejas, y el estado de salud del humedal, mediante el seguimiento y control, sobre la base de monitoreo continuo a las características ecológicas.

Proyecto “Manejo Integral de Humedales”, el cual está basado en tres enfoques básicos (conocimiento, conservación y uso sostenible), siguiendo la directriz enmarcada en los objetivos del Convenio sobre Diversidad Biológica. Así mismo dentro de las agendas del comité se realizarán jornadas de inspección ecológica, se programaran campañas de reforestación y siembra de alevinos.

Se requiere que el comité cuente con la participación de miembros de Asocaña, Cenicaña en sus asuntos hidrológicos, Epsa, Procaña, Invias, Instituto Nacional de Conseciones - Inco, Gobernación del Valle, Dirección de Atención y Prevención de Emergencias, Ideam, Centro Internacional de Agritultura Tropical - CIAT, Procuraduría Ambiental y Agraria, Contraloría Ambiental, Personerías Municipales, Dagma, Dirección Nacional de Estupefacientes, Universidad del Valle, Universidad Nacional sede Palmira, Universidad Central del Valle, y Fundación Agua y Paz, en su calidad de Organización formuladora del Plan, CVC, y representantes de las ONG del Valle del Cauca, elegidas por su representante consejero en la institución CVC. Se propone una audiencia bimestral.

En el actual contexto de reconstrucción del País por la catástrofe de la Ola Invernal, es necesario vincular el comité a las nacientes instituciones: Colombia Humanitaria y el Fondo de Calamidades, de manera que se exploren fuentes alternativas de financiación, y se inscriba como elemento constitutivo de gestión de riesgo derivados por desastres naturales.

### **6.4. PROGRAMAS**

Para la implementación del Plan de Acción se definieron 8 programas estratégicos: recuperación eco hidráulico, recuperación sanitaria, recuperación biótica, producción sostenible, programa socioambiental, conservación y protección, investigación aplicada, y finalmente el programa de manejo adaptable.

Lo relativo al programa de investigación aplicada es competencia de las instituciones académicas, no obstante se requiere coordinación y apoyo de las demás organismos integrantes del Comité. Los resultados de las investigaciones deberán ser comunicados e ilustrados a las instituciones pertinentes para posteriormente ser incluidos en los desarrollos del Plan, acorde con la metodología de ciclo adaptable definida en la Resolución 196 de 2006.

El último programa denominado de manejo adaptable es competencia estricta de la Autoridad Ambiental CVC, aunque puede recibir apoyo de otros organismos, las acciones deben incluirse en los protocolos y funciones Corporativas, y serán ejecutadas por Funcionarios de la Entidad; para lo cual se requiere la inclusión de los potentes medios con los que cuenta la Corporación, tales como: Laboratorio de Calidad Ambiental, para lo monitoreos y evaluaciones de aguas y suelos, Vivero Corporativo, Instituto de Piscicultura, Grupos de Cartografía, Fortalecimiento de la Cultura Ambiental y Ciudadana, y de Biodiversidad para la construcción de los protocolos, así como los monitoreos y evaluaciones periódicas.

Por lo anterior, no es conveniente delegar, ni subcontratar dichas acciones puesto que se afecta directamente la misión Institucional, ya que se requiere empoderamiento y suficiencia por parte de CVC ante las comunidades para su legitimización, y apropiación de los objetivos de conservación de la Reserva de Recursos Naturales.



**Figura 6.2.** Mapa mental de los programas estratégicos

El orden y prioridad de intervención definido es por componentes: de modo que primero se atenderá la dimensión socioambiental; principalmente la resolución de los conflictos presentes, las incoherencias reales con lo establecido en la legislación, y la vinculación de la totalidad de los actores al Convenio interinstitucional; para lo cual se deberá apoyar en la implementación de herramientas de comunicaciones disponibles, tales como observatorio ambiental, pagina Web, y demás opciones informáticas eficientes.

Posteriormente se atenderá el aspecto físico del ecosistema, en lo relativo a la hidrodinámica; para seguidamente ocuparse de los aspectos químicos, y finalmente de los criterios biológicos y de conservación.

La técnica de intervención será de crecimiento endógeno, partiendo de lo más interno del Humedal, fase acuática, seguido de la fase anfibia y finalmente la fase terrestre hasta cubrir la totalidad de la cuenca del sistema.

Se requiere iniciar por restaurar las áreas de la fase acuática que se encuentran terrificadas y colmatadas, luego se procede a conservar los elementos o subsistema de interés crítico, que aún resisten bajo las actuales condiciones de presión. Seguidamente se realizara la recuperación de las áreas degradadas y finalmente se protegerá la integridad total del ecosistema.

Finalmente se debe lograr una conciliación entre las políticas conservacionistas y las políticas económicas de los sectores productivos. Por lo que urge lograr una negociación del tipo gana – gana, de manera que se tendrán que dar concesiones entre los intereses; es por eso que se definieron áreas de producción al interior de zonas de conservación y recuperación, aun cuando en estricto rigor, desde la perspectiva ecológica no se debieran permitir; de conformidad con lo estipulado en la Resolución 196 de 2006, de allí que se requiere efectuar reconversión tecnológica a prácticas de producción limpia para que exista compatibilidad.

El desmonte de las áreas productivas en zonas de conservación y protección debe realizarse gradualmente, y tendrán que ser reemplazadas por bosques productores protectores para que se mantenga la productividad de los dueños de la tierra.

**6.4.1. PROGRAMA DE RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO - FISICA**

Se considera el programa de mayor prioridad, puesto que se dirige hacia la restauración física del ecosistema en los espacios colmatados y extintos de la fase acuática, los cuales deberán ser restaurados para ampliar el potencial del Humedal.

**6.4.2. PROGRAMA DE RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO - FÍSICA**

Se considera el programa de mayor prioridad, puesto que se dirige hacia la restauración física del ecosistema en los espacios colmatados y extintos de la fase acuática, los cuales deberán ser restaurados para ampliar el potencial del Humedal.

**6.4.2.1. PROYECTOS**

**Tabla 6.2.** Programa de recuperación ecohidráulico - fisica

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Adecuación morfológica del humedal	Retirar los rellenos presentes en el Humedal y crear diversidad batimétrica.	Aumentar en, por lo menos, 1136.8 m <sup>3</sup> la capacidad de la fase acuática del humedal.	Zona Acuática
Instalación de limnometro	Instrumentar el ecosistema.	Efectuar 3 registros diarios de niveles de agua en el humedal.	Zona Acuática

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Diseño de canal de conexión del humedal con el río.	Diseño y construcción de un canal de conexión hidráulica entre el río Cauca y el humedal.	Construcción de 360.2 metros lineales de canal de conexión hidráulica.	Zona de conservación
Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión.	Mantener el adecuado funcionamiento del canal de conexión hidráulica entre el río Cauca y el humedal.	- Recuperación hidráulica de 360.2 metros lineales de sección transversal del canal. - Limpieza y extracción de vegetación de 360.2 m lineales de canal.	Zona de conservación Subzona de Conectividad hidráulica.

#### 6.4.3. PROGRAMA DE RECUPERACIÓN SANITARIA - QUÍMICO

El paso siguiente es enfrentar las causas de deterioro de la calidad de la fase acuática del ecosistema, de manera que se garantice un hábitat adecuado para las especies y el mejoramiento de la productividad íctica que garantice la vinculación de los pescadores y la comunidad en general, para la consecución de los objetivos de conservación.

**Tabla 6.3.** Programa de recuperación sanitaria - químico

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Implementación de sistema de oxigenación.	Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema	- Aumentar de 2.53 mg/L la concentración de Oxígeno Disuelto a 4.0 mg/L. - Remover por lo menos el 50% de DBO y SST afluentes al humedal. - Remover por lo menos un 20% de los patógenos que ingresan al humedal.	Zona Acuática Sub zona control de calidad de agua.
Operación del sistema de oxigenación	Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.	- Aumentar de 2.53 mg/L la concentración de Oxígeno Disuelto a 4.0 mg/L. - Remover por lo menos el 50% de DBO y SST afluentes al humedal. - Remover por lo menos un 20% de los patógenos que ingresan al humedal.	Zona Acuática Sub zona control de calidad de agua.

#### 6.4.4. PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA - BIOLÓGICO

Los proyectos constitutivos de éste programa se dirigen hacia la recuperación parcial o total de la estructura y organización del ecosistema, y de la conexión del mismo con otros sistemas de la estructura ecológica regional, muy en especial, el Río Cauca, y el complejo de humedales Local. Inicialmente se debe de buscar éste aspecto, aunque la tendencia de las áreas en donde se desarrollan las acciones es finalmente, cuando logren su consolidación y recuperación, las zonas se convierten en áreas de conservación y protección.



6.4.4.1. **PROYECTO REVEGETALIZACIÓN**

**Tabla 6.4.** Proyecto revegetalización

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Restauración de Bosque seco tropical inundable, con especies como: Chamburos ( <i>Erythrina fusca</i> ), Mantecos ( <i>Laetia americana</i> ), Pizamos, Burilícos ( <i>Xylopia ligustrifolia</i> ), Caracolíes ( <i>Anacardium excelsum</i> ), Yarumos ( <i>Cecropia mutisiana</i> ), Ceiba ( <i>Ceiba pentrandra</i> ) especies extintas tradicionales del ecosistema.	Restaurar el ecosistema boscoso asociado al complejo de humedales.	Restaurar 190.3 ha de bosque seco inundable conectado con corredores biológicos con los relictos boscosos existentes en el humedal La Trozada	Zona de conservación
Reforestación en quebradas.	Atendiendo la divisa Ramsar para el año 2011, denominada “Bosque y humedales”, se busca instalar infraestructura verde para el establecimiento de zonas protectoras de quebradas y cauces efímeros así como corredores en el ecosistema.	Restaurar 50.4 ha de bosque en zona protectora de la red de drenaje de la cuenca alta.	Zona de Recuperación. Subzona de recuperación hidráulica .

6.4.4.2. **PROYECTO CONTROL DE PLANTAS INVASORAS**

**Tabla 6.5.** Proyecto control de plantas invasoras

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en ambos brazos de la Madrevieja.	Enfrentar el acelerado proceso de terrificación de la fase acuática, que conduce el ecosistema a su extinción por colmatación.	Recuperación de 6.9 ha.	Ambos brazos del humedal.
Construcción de confinamiento trasversal en ambos márgenes de la Madrevieja.	Proteger y potencializar la fase acuática del ecosistema.	Retirar 6.9 ha/año de vegetación acuática	Ambos brazos del humedal.

6.4.5. **PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE**

Es estratégico lograr que el ecosistema continúe siendo rentable para los propietarios de la tierra, no obstante éstos deben saber que se ubican dentro de una reserva natural

y en un espacio definido por Ramsar como reserva de la biosfera. Además la Resolución 196 de 2006 le da absoluta predominancia a los criterios ecológicos.

No obstante las zonas cultivadas dentro de la estructura ecológica destinada a conservación y protección, en un porcentaje de al menos la mitad de su extensión, deben ser gradualmente restauradas a bosque productor protector y bosque seco tropical inundable. La otra mitad seguirá con los usos actuales pero efectuando reconversión a prácticas agropecuarias limpias.

**Tabla 6.6.** Programa producción sostenible

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar y otros.	Reducir el proceso de terrificación del Humedal y reducir la eutrofización de las aguas.	Reconversión tecnológica buenas prácticas agrícolas en una superficie de 464.5 ha. Reducción de un 50% de contaminación difusa en términos de DBO, DQO y Metales pesados, Nitrógeno y Fosforo.	Zona de protección sostenible
Producción Ictica en jaulas	Generar y afianzar a la especie heterótrofa terminal o pescadores, y dinamizar las cadenas tróficas del ecosistema.	Cultivo de 10.000 alevinos. Aumento del 50% del índice de desarrollo humano de los pescadores.	Zona acuática. Subzona de control de calidad de agua.
Fortalecimiento de la producción íctica en Jaulas	Hacer productiva la fase acuática del humedal.	Producción de 10.000 alevinos. Generación de recursos económicos.	Zona acuática. Subzona de control de calidad de agua.
Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales, bosque seco	Mantener en buenas condiciones fitosanitarias las plantaciones forestales sembradas.	- Consolidar un bosque de 190.3 ha de bosque seco inundable.	-Zona de Conservación. -Zona de recuperación.

**6.4.6. PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL**

Fundación Agua y Paz advierte que se debe crear el Comité Interinstitucional, y la vinculación de las instituciones, actores identificados, construir un plan estratégico y adoptar el cronograma de ejecución con compromisos reales de las partes; de modo que se logre el escenario futuro deseado. No se trata solamente de crear el Organismo, sino que es necesario brindar los recursos, procedimientos, insumos, compromisos y acuerdos entre las partes, sobre la base de ejercicios de planificación participativa, en donde los integrantes tienen absoluta claridad del escenario futuro deseado, los medios y esfuerzos a invertir para el logro del mismo.

6.4.6.1. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

**Tabla 6.7.** Programa Fortalecimiento Institucional

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal	Asesorar y apoyar las actividades que permitan fortalecer los PRAES en las instituciones educativas del área rural y urbana de influencia directa del Humedal.	Capacitar y vincular a los objetivos de conservación a 30 escolares/año.	
Observatorio socioambiental	Construcción del observatorio Socioambiental de Humedal, articulado al observatorio ambiental de la CVC	- Montaje del observatorio ambiental - Sistematización del plan de manejo. - Sistematización de informes y conceptos relativos al plan de manejo.	Cuenca del humedal
Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental	Sistematización y actualización del observatorio Socioambiental de Humedal, articulado al observatorio ambiental de la CVC	Observatorio ambiental en operación.	Cuenca del humedal
Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.	Fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal	Constitución y operación de comité interinstitucional en un periodo máximo de 4 meses.	Cuenca del humedal
Fortalecimiento del comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.	Fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal	Una organización de pescadores sólida y adscrita a los estamentos del sector de acuicultura del País.	Cuenca del humedal
Fortalecimiento y asesoría técnico-administrativa del humedal La Trozada: Censo, constitución legal, inscripción ante instituciones pertinentes, carnetización, asesoría y apoyo técnico, administrativo y financiero.			

6.4.7. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN

### 6.4.7.1. PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE ESPACIO Y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO

Los Humedales son espacios comunitarios, pertenecientes a la Nación, y aunque se ubican en territorios privatizados, para el Estado Social de Derecho que es Colombia, la propiedad privada tiene antes que nada una función ecológica, lo cual se encuentra consagrado en la Constitución Nacional. Debido a que los Humedales cumplen un objeto social, representado en bienes y servicios ambientales; son parte del Patrimonio ecológico por lo que deben contar con la posibilidad de acceso de las comunidades, con la debida vigilancia de las autoridades, de manera que los ciudadanos realicen los usos permitidos en el instrumento de Gobierno del territorio (PMA). De allí que se requiera de servidumbres, señalización y dotación de infraestructura acorde con los usos y características ecológicas.

A lo anterior se suma la ola invernal que afectó a Colombia; el Gobierno entendió la importancia de los Humedales como elementos hidráulicos, por lo que deben mantener esa funcionalidad para evitar el colapso de las regiones; de allí que las instituciones estatales competentes deban garantizar que no se extingan éstos ecosistemas y que se mantenga su carácter de espacios comunes y zonas de dominio hidráulico público, para afrontar el fenómeno de calentamiento global y eventos extremos.

**Tabla 6.8.** Proyecto de recuperación de espacio y dominio hidraulico público

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Diseño paisajístico y construcción de elementos arquitectónicos para la seguridad y adecuación del espacio público en la Reserva.	Diseñar y construir elementos paisajísticos y arquitectónicos de la infraestructura mínima requerida para la adecuación del uso del espacio público controlado que permita ofrecer una base organizada para la educación ambiental y la recreación pasiva, compatible con los objetivos de la reserva.	Construcción de sendero ecológico 2Km Construcción de mirador. Construcción de casetas.	Zona de conservación
Aislamiento zona anfibia +30m (externo e interno)	Proteger la fase acuática del ecosistema, de conformidad con lo establecido en la legislación ambiental vigente.	Protección de 220.6 ha de zona anfibia y acuática del humedal con sus respectivas franjas protectoras.	Zona de conservación

### 6.4.8. PROGRAMA INVESTIGACIÓN APLICADA



Los humedales son complejos, puesto que en ellos confluye el ecosistema acuático, anfibio y terrestre para conformar una unidad. La revisión del estado del arte de su conocimiento nos muestra que aún existen muchos aspectos que desconocemos. Es por lo anterior que la academia Vallecaucana debe concebirlos como, universos por descubrir, verdaderos laboratorios. En gran parte una de las causas por las cuales se han extinguido de manera tan acelerada en la Región, es quizás porque ignoramos su estructura, y la riqueza que le brindan a las comunidades, de allí que debemos abordar su estudio, superando los tradicionales paradigmas disciplinarios, y así contribuir a su conservación.

6.4.8.1. *PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOLÓGICO*

**Tabla 6.9.** Proyecto de investigación aplicada ecológico

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Determinación del coeficiente de evapotranspiración de las plantas acuáticas.	Establecer y aclarar el rol de las plantas acuáticas en el balance hídrico del sistema.	Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección Fase acuática.
Determinación de las causas de colonización y expansión de las plantas acuáticas, causas de la predominancia de unas especies sobre otras.	Esclarecer las causas del favorecimiento del desarrollo de unas especies con relación a las otras, determinar las fuentes y condiciones que permiten las condiciones, para la toma de correctivos.	Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección Fase acuática.
Generación de abonos orgánicos y/o de alimentos para animales, a partir de plantas acuáticas.	Convertir una problemática ambiental en un recurso.	Extracción de 2 hectáreas semestrales de plantas acuáticas para producción de Abonos orgánicos o alimentos para animales.	Zona de conservación y protección Fase acuática.

6.4.8.2. *PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOHIDRAULICO*

**Tabla 6.10.** Proyecto de investigación aplicada ecohídrico

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Estudio de las variables hidrológicas, de sedimentación y balance hídrico en el Humedal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrar las variables hidrológicas del Humedal.</li> <li>- Conocer la variación temporal de los diferentes parámetros hidrológicos, información a partir de la cual puede</li> </ul>	Instrumentación del ecosistema. Registro de variables hidroclimatológicas. Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección fase acuática.

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
	Establecerse el balance hídrico del Humedal. - Establecer un modelo de transporte de sólidos en suspensión que ingresan y que pueden ser retenidos en el sistema.		
Proyecto de modelación ecológica e hidrodinámica de humedales.	-Simulación de escenarios de cambio climático e interacción hidrológica con demás cuerpos hídricos. - Construcción del modelo litológico tridimensional. - Evaluación de la dinámica del agua subterránea alrededor del humedal. - Registrar la variación de los niveles de agua en el humedal y en el canal de intercambio con el Río Cauca.	- Fase I: Construcción del modelo conceptual y de flujo de cada humedal. -Levantamiento por medio de sondeos eléctricos verticales alrededor de cada humedal. -Diseño, construcción y monitoreo de baterías piezométricas alrededor del humedal. -Instalación de dos reglas limnimétricas en el canal de intercambio y en el cuerpo lagunar de cada humedal.	Cuenca del humedal
Estudio de cultivos alternativos en la zona anfibia del humedal	-Proponer formas de aprovechamiento del territorio en armonía con la zona anfibia del humedal.	Publicación de estudio.	Zona de conservación

6.4.8.3. **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA SANITARIO**

**Tabla 6.11.** Proyecto de investigación aplicada sanitario

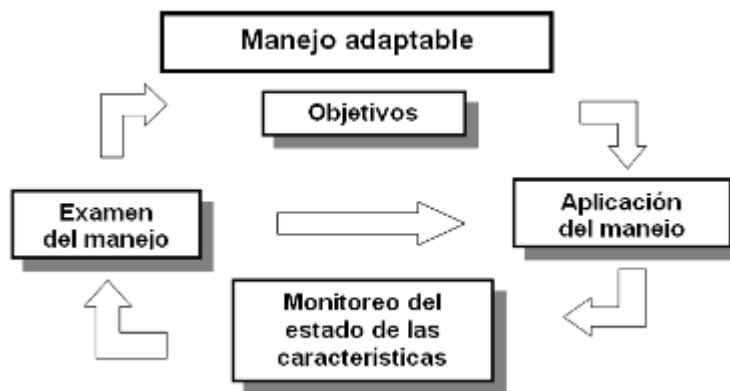
ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Proyecto alternativo de reciclado de nutrientes.	Reincorporar en los ciclos productivos una fracción de los nutrientes que llegan al ciclo biogeoquímico del humedal.	Reducción del 30% de nutrientes – Fosforo y nitrógeno.	Zona de conservación y protección fase acuática.

6.4.9. **PROGRAMA DE MANEJO ADAPTABLE**

El enfoque metodológico establecido en la Resolución 196 de 2006, es el denominado: “ciclo del manejo adaptable”; de esa forma los administradores del humedal deben:

- 1) aprender con la experiencia;

- 2) tomar en cuenta los factores dinámicos que afectan a las características y responder a ellos;
- 3) desarrollar o refinar los procesos de manejo en forma continua;
- 4) demostrar que la gestión es apropiada y efectiva.



**Figura 6.3.** El Ciclo del Manejo Adaptable

Éste contenido programático se enfoque en la búsqueda del empoderamiento y suficiencia de la Corporación como Autoridad Ambiental ante las comunidades, instituciones, comunidad, propietarios, pescadores y actores en general. La Corporación tendrá que aumentar el seguimiento a las infracciones que ocurren, y evitar e imposibilitar las condiciones que las hacen favorables, así mismo deberá construir protocolos de monitoreo para las componentes física, química y biológica del Humedal, y sobre la base de las evaluaciones redefinir las acciones.

**6.4.9.1. PROYECTO SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL – AUTORIDAD AMBIENTAL CVC**

**Tabla 6.12.** Proyecto seguimiento y control ambiental – autoridad ambiental CVC

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Apertura del expediente reserva de recursos naturales: Humedal La Trozada - En DAR Centro Sur	Sistematizar la historia natural y antrópica del ecosistema	Registro de solicitudes, conflictos, quejas y reclamos en la cuenca del ecosistema.	Cuenca del humedal.
		Publicación en el observatorio ambiental.	
Concesiones de agua	Legalizar y controlar los volúmenes de agua extraídos de la fase acuática	Reglamentar las concesiones de agua del ecosistema.	Cuenca del humedal.
		Publicación en el observatorio ambiental.	
Permisos de vertimientos puntuales	Legalizar y controlar los vertimientos de agua residuales vertidos al ecosistema.	Otorgar permisos de vertimientos y cobros de tasas retributivas.	Cuenca del humedal.
		Publicación en el observatorio ambiental.	
Permisos de vertimientos difusos	Legalizar y controlar los vertimientos difusos de	Otorgar permisos de vertimientos difusos y	Cuenca del humedal.

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
	agua residuales industriales vertidos al ecosistema.	cobros de tasas retributivas. Publicación en el observatorio ambiental.	
Adecuaciones de terreno	Legalizar y controlar los movimientos de tierra.	Reglamentar las modificaciones morfológicas del ecosistema.	Cuenca del humedal.
	Prohibir las denominadas obras de control de inundaciones y de erosión en la zona de conservación.	Publicación en el observatorio ambiental.	
Franja forestal protectora	Dar cumplimiento a la legislación vigente	Consolidación forestal de las fuentes hídricas.	Cuenca del humedal.
		Publicación en el observatorio ambiental.	
Infracciones ambientales - Quemias	Dar cumplimiento a la legislación vigente	Prohibir quemias en la cuenca del humedal.	Cuenca del humedal.
		Publicación en el observatorio ambiental.	
Reconversión agropecuaria	Dar cumplimiento a la reconversión tecnológica fijada en lo relativo a las áreas y usos del suelo.	Reemplazar las prácticas agropecuarias convencionales por tecnologías limpias y sostenibles.	Cuenca del Humedal
	Prohibir el uso de herbicidas, fungicidas, plaguicidas y abonos basados en sustancias peligrosas.		

6.4.9.2. PROYECTO MONITOREO

Tabla 6.13. Proyecto Monitoreo

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Protocolo de monitoreo de calidad de agua.	Seguimiento a la calidad del agua del ecosistema.	2 monitoreos en el año. Considerar la estación humedad marzo – abril ó noviembre – diciembre. La estación seca agosto-septiembre. Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección fase acuática
Protocolo de monitoreo de aves	Seguimiento a las especies, poblaciones y comunidades.	Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca.
Protocolo de monitoreo de íctica	Seguimiento a las especies, poblaciones y comunidades.	Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca.
Protocolo de monitoreo mamíferos	Seguimiento a las especies, poblaciones y comunidades.	Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca.



ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Protocolo de monitoreo flora	Seguimiento a las especies y su estado.	Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca.
Protocolo de monitoreo Socioambiental- tramite y resolución de conflictos	Registro, tramite, caracterización y actas de acuerdos.	Seguimiento semestral de la implementación del observatorio socioambiental. Publicación en el observatorio ambiental.	Cuenca del humedal.
Protocolo de monitoreo Socioambiental- tramite y resolución de conflictos	Velar por el mantenimiento y desarrollo de los acuerdos.	Efectuar acuerdos entre actores y administrar el plan de manejo ambiental	Cuenca del humedal
Protocolo de monitoreo de las practicas agropecuarias	Efectuar las mediciones pertinentes para verificar la correcta reconversión tecnológica al interior de la Reserva	Seguimiento semestral a las áreas destinadas a reconversión tecnológica. Medir Calidad de las aguas, calidad del suelo, prácticas de cultivo y estado fitosanitario de los cultivos	Cuenca del Humedal.

6.4.9.3. *PROYECTO EVALUACIÓN*

**Tabla 6.14.** Proyecto Evaluación

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Evaluación condiciones ecohidráulicas – realizar balance hídrico anual	Determinar la salud ambiental del ecosistema en términos de cantidad del recurso hídrico; y tomar las medidas pertinentes para la protección.	Informe anual de las condiciones en términos hidráulicos. Debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Cuenca
Evaluación condiciones de calidad de agua	Determinar la salud ambiental del ecosistema en términos de calidad del recurso hídrico; y tomar las medidas pertinentes para la protección.	Informe semestral de las condiciones de la calidad de las aguas. Debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Zona de conservación y protección fase acuática
Evaluación condiciones de riqueza íctica	Estimar la productividad íctica del ecosistema, y la adaptación de las especies a las condiciones de salud del sistema.	Informe semestral de las condiciones de productividad ícticas. debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Zona de conservación y protección fase acuática
Evaluación condiciones	Estimar en términos de	Informe semestral. Debe	Cuenca.

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
de biodiversidad	individuos y comunidades, la abundancia, adaptación y dinámica en general de las especies	contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir.	
Evaluación condiciones comunidad de pescadores	Establecer las condiciones de productividad de la pesquería en relación con las personas que se dedican tradicionalmente a ésta actividad.	Informe semestral, el cual debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Zona de conservación y protección fase acuática
Evaluación condición forestal de la reserva	De conformidad con los mantenimientos forestales realizados, evaluar el estado de desarrollo de los bosques.	Informe semestral, el cual debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Cuenca
Evaluación topográfica	Estimar la tasa de sedimentación y colmatación del Humedal.	Calcular la tasa de sedimentación y volúmenes de descolmatación. Informe semestral, el cual debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Zona de conservación y protección fase acuática
Evaluación de la reconversión agropecuaria	Determinar las áreas efectivas de reconversión tecnológica real dentro de la Reserva.	Informe anual de las áreas con reconversión tecnológica efectiva, estimación de niveles de productiva y estado de conservación del recurso suelo y agua.	Cuenca

## 6.5. PERFILES DE PROYECTOS

### 6.5.1. COMPONENTE FÍSICO / PROGRAMA RECUPERACIÓN ECOHIDRAÚLICO

#### 6.5.1.1. SUBPROGRAMA REESTABLECIMIENTO

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

#### 6.5.1.1.1. Adecuación Morfológica del Humedal.

##### **JUSTIFICACIÓN:**

Desde lo físico el Humedal debe conservar su funcionalidad en la atenuación y control de crecientes del río Cauca. Sin embargo, las obras de drenaje y adecuación para actividades agropecuarias fragmentan el ecosistema y generan separaciones en su estructura. A lo anterior se suma el que superficies se encuentran cubiertas con rellenos y vegetación terrestre que restringe su potencial de almacenamiento y su comportamiento como ecosistema anfibio.

Estas alteraciones representan, a nivel hidráulico, serios problemas para el ecosistema. Por lo tanto, es necesario definir e implementar zonas permanentemente inundadas, susceptibles de inundación y zonas secas necesarias para el humedal, así como tiempos de residencia del agua y direcciones de flujo, de tal manera que sea posible que el humedal mejore su capacidad de almacenamiento de agua y su dinámica hídrica.

De igual manera, el relleno que ha sufrido el humedal en los últimos años ha ocasionado una reducción el tiempo de retención del humedal, con lo cual se han disminuido drásticamente los períodos de inundación, pasando de días a horas y generando riesgo en la comunidad. Lo que hace necesario retirar los rellenos y sedimentos presentes en el humedal, buscando también disminuir las inundaciones.

##### **Objetivo General:**

Retirar los rellenos presentes en el Humedal y crear diversidad batimétrica.

##### **Objetivos Específicos:**

- Aumentar la capacidad de almacenamiento hídrico del humedal.
- Aumentar la diversidad de hábitats en el humedal.

##### **Alcances:**

Desde el punto de vista hidráulico, se propone retornar la dinámica humedal-cuenca que antiguamente existía, realizando dragados en prácticamente todo el Humedal, de tal forma que se aumenten sus tiempos de retención y esté en capacidad de recibir los ingresos de agua del río Cauca, ya que de lo contrario cualquier medida de recuperación tiene altas probabilidades de fracasar.

Para establecer las condiciones hidromorfológicas necesarias para la recuperación hidráulica del Humedal es necesario, como primera medida, hacer un estudio minucioso de la topografía y batimetría del Humedal, el cual permitirá conocer la configuración morfológica del mismo, así como los sitios que se encuentran en condiciones más críticas de colmatación; lo anterior determinará los sitios exactos a dragar como también el volumen de movimiento de tierra. Por último, se implementará el diseño del funcionamiento hidráulico, realizando movimientos de tierra con el más bajo impacto

ambiental posible y utilizando trabajadores pertenecientes a la comunidad aledaña al Humedal.

**METAS:**

Aumentar en, por lo menos, 1136.8 m<sup>3</sup> la capacidad de la fase acuática del humedal.

**ACTIVIDADES:**

A continuación se describen los lineamientos principales que deben seguir los diseños e implementación de la adecuación morfológica del humedal.

- Los dragados se proponen realizar en las inmediaciones del humedal y el área inundable, de tal forma que sea posible crear un cuerpo de agua en cada humedal.
- Las intervenciones que se proponen realizar son principalmente las siguientes:
- Retirar los sedimentos orgánicos ricos en nutrientes y sustancias tóxicas de tal forma que sea posible mejorar el hábitat acuático.
- Evacuar las aguas que se han enriquecido de sales progresivamente.
- Dragar a un máximo de 1,5 m para evitar que se formen fondos anóxicos.
- Establecer un adecuado manejo de los lodos a dragar.
- Las intervenciones hidráulicas y ecológicas deben ser realizadas por fases, ya que es necesario cumplir con lo siguiente:
- No se debe afectar la totalidad del humedal en una sola intervención por el impacto que se causaría sobre la fauna y flora.
- Debe existir un tiempo para recuperar el humedal del impacto causado y monitorear los efectos y mejorar la intervención para la fase siguiente; sin embargo, algunas fases pueden efectuarse de manera simultánea.

La intervención de este proyecto se llevará a cabo en la margen izquierda entre las secciones 2 y 3, proporcionándole una capacidad hidráulica de profundidad igual a 1.5 m. Volumen = 1136.8 m<sup>3</sup>

**Costos del proyecto:**

Para la estimación del presupuesto se usó como base el listado de precios oficiales de la Gobernación del Valle del Cauca del año 2011.

**Tabla 6.15.** Costos Adecuación Morfológica del Humedal

Código	Descripción	Unidad	Costo \$	Volumen m <sup>3</sup>	Costo Total \$
010203	Excavación a máquina sin retiro	m <sup>3</sup>	2610	1136.8	<b>2.967.048</b>



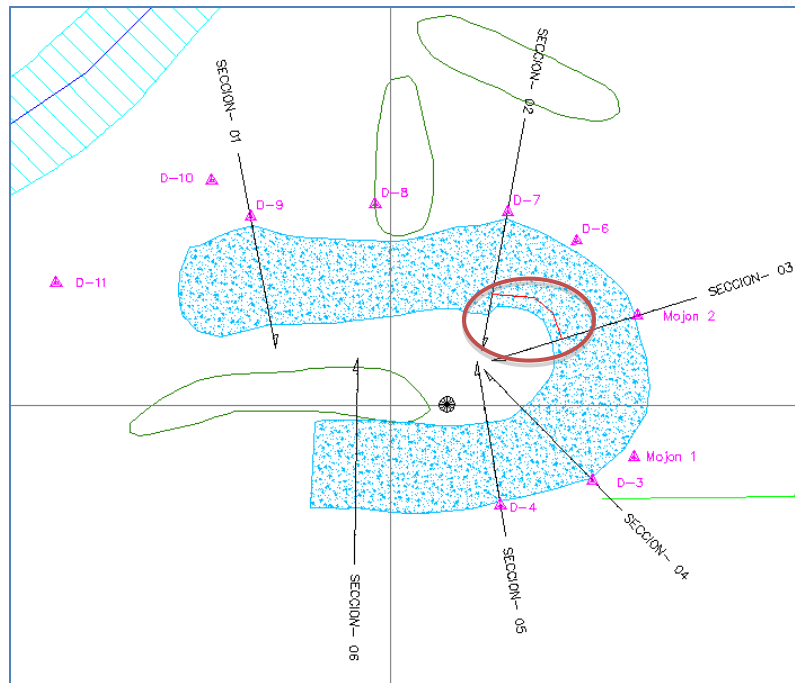


Figura 6.4. Humedal La Trozada. Sección a intervenir en el círculo rojo.

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**INDICADORES:**

Índice hidráulico actual

Índices Área:

$$A = 74966.62 \text{ m}^2$$

$$V = 99841.36 \text{ m}^3$$

$$I_{A/V} = \frac{A}{V} = \frac{74966.62 \text{ m}^2}{99841.36 \text{ m}^3} = 0.75$$

Índice hidráulico con restauración morfológica

$$A = 65064.22 \text{ m}^2$$

$$V = 99841.36 \text{ m}^3 + 1136.78 \text{ m}^3 = 100978.14 \text{ m}^3$$

$$I_{A/V} = \frac{A}{V} = \frac{65064.22 \text{ m}^2}{100978.14 \text{ m}^3} = 0.74$$

Aumento de la fase acuática y reversión sucesional del ecosistema:

V = 1.13 % aumento.

Recuperando morfológicamente el humedal se reduce el índice a 0.74.

El proyecto de restauración morfológica del humedal es fundamental para mejorar su capacidad hidráulica con miras a la regular las inundaciones, de manera que no se confundan las causas con los efectos; no se recomienda el dragado de los ríos debido a la fragilidad de los ecosistemas hídricos lenticos como el río Cauca, y a la afectación de su equilibrio dinámico de caudal líquido y caudal sólido.

#### 6.5.1.2. SUBPROGRAMA INSTRUMENTACIÓN

##### **NOMBRE DEL PROYECTO:**

Instalación de un sistema de Registro Automático de Nivel

##### **JUSTIFICACIÓN:**

No es posible tomar decisiones acertadas sobre el sistema desde lo analítico, sino se cuenta con las herramientas instrumentales para conocer la dinámica y funcionamiento del ecosistema. Puesto que la componente física es la de mayor relevancia en la estructura del Humedal, se requiere iniciar el registro de datos limnimétricos de niveles y variaciones de agua. De esta forma se podrán efectuar balances hídricos precisos, volúmenes de intercambio de agua con el Río, y futuras modelaciones hidrodinámicas.

La Corporación ésta en mora de implementar un riguroso sistema de seguimiento de la dinámica hidráulica de los humedales para tomar decisiones acertadas sobre caudales a concesionar, tanto superficiales como subterráneos, y para determinar volúmenes efectivos de almacenamiento en periodos invernales, aspecto muy necesario para los eventos extremos.

##### **OBJETIVO GENERAL:**

Instrumentar el ecosistema.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Registrar los niveles y fluctuaciones de agua diariamente en el humedal.  
Conocer el balance hídrico del Humedal.

##### **METAS:**

Efectuar 3 registros diarios de niveles de agua en el humedal.

##### **ACTIVIDADES Y REQUERIMIENTOS:**

- Adquisición de equipo – Registro Automático de Nivel.
- Instalación de equipo.
- Ingeniería del Proyecto.

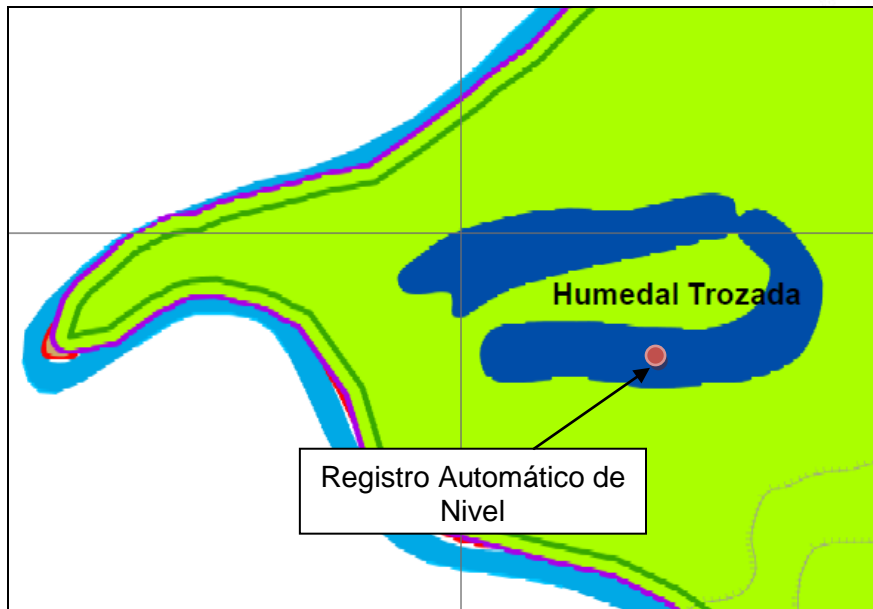


Figura 6.5. Ubicación del Registro automático de nivel en el humedal

**Costos del proyecto:**

Tabla 6.17. Costos Instalación de Sistema de Registro Automático de Niveles

Código	Descripción	Unidad	Costo \$	Costo Total \$ (2012)
	Equipo	un	\$5.000.000	\$ 20.000.000
	Instalación de equipo	un	\$10.000.000	
	Ingeniería del Proyecto	Un	\$5.000.000	

**Costo Total = \$20.000.000**

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de , Gobernación del Valle.

**INDICADORES:**

- Sistema de Registro Automático de Nivel Instalado y operando.
- Registros de Niveles de agua.
- Curva de variación de niveles.
- Calculo de caudales.
- Balance hídrico.

6.5.1.3. SUBPROGRAMA CONECTIVIDAD HIDRÁULICA

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.1.3.1. Diseño de canal de conexión del humedal con el río.

## JUSTIFICACIÓN:

La conectividad entre el Río Cauca y el Humedal es necesaria para la integridad de los ecosistemas, ya que permite el intercambio de aguas y por ende la limpieza del humedal, de igual forma evita el estancamiento y la acumulación de sedimentos que terminan colmatando el humedal, llevándolo a su extinción.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, es necesario plantear el diseño y construcción de un canal conector que permita la entrada de agua proveniente del río, de tal forma que mantenga constante la capacidad hidráulica del humedal, preservando el ecosistema.

## OBJETIVO GENERAL:

Diseño y construcción de un canal de conexión hidráulica entre el río Cauca y el humedal.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Permitir el intercambio de aguas para la estación seca, entre los sistemas humedal y río Cauca, sin interferir en el ciclo vital de la fauna íctica.

## METAS:

- Construcción de 360.2 metros lineales de canal de conexión hidráulica.
- Lograr reconexión hidráulica de humedal con el río Cauca.

## ACTIVIDADES:

- Localización y replanteo del canal.
- Descapote de materia vegetal.
- Excavación del canal.
- Retiro de material excavado.
- Colocación de colchón de arena como base (Capa de 5cm).
- Relleno con roca muerta para revestimiento del canal (Capa de 10cm).

## DISEÑO DEL CANAL

Los canales serán diseñados de tal forma que aporten un caudal significativo al humedal, éstos serán revestidos en roca muerta y tendrán una sección que cumpla las condiciones hidráulicas de flujo subcrítico. Los calculados se realizarán mediante el software Hcanales V.3.0.

**Tabla 6.17.** Parámetros de entrada

HUMEDAL	La Trozada
Abscisa	K 230 + 183
Cota humedal Entrada (m.s.n.m.)	932.45
Cota Río (m.s.n.m.)	935.75
Nivel medio fondo (m.s.n.m.)	932.49

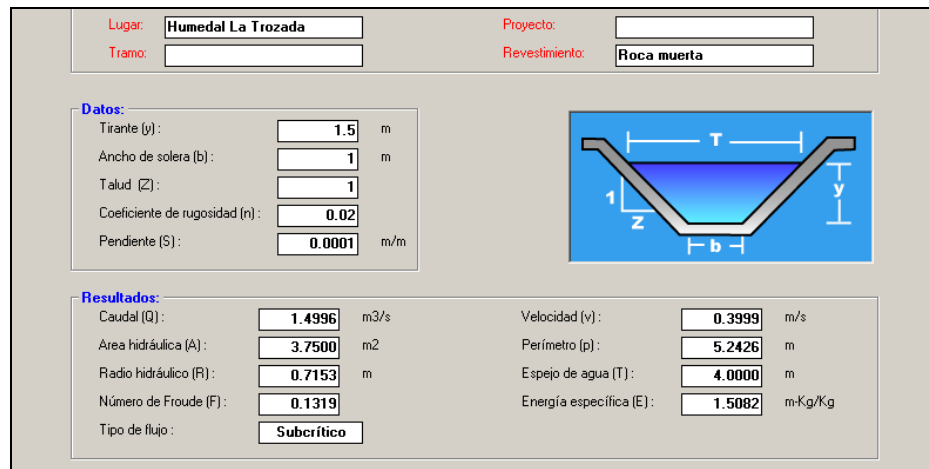


**Tabla 6.18.** Pendiente del canal

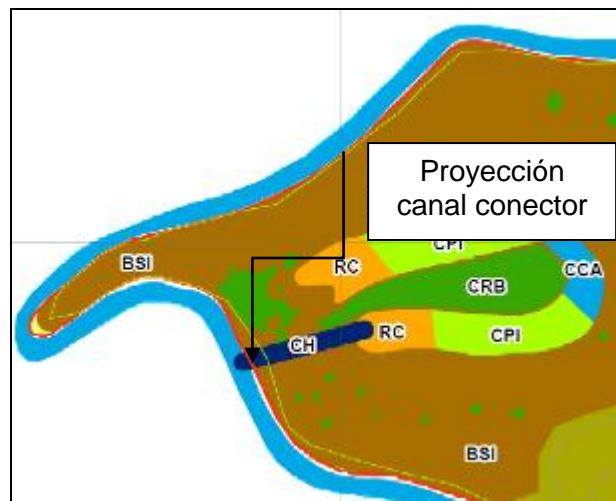
Distancia Río - Humedal (m)	360.2
Pendiente	0.0001
%	0.01

**Tabla 6.19.** Dimensiones y parámetros hidráulicos del canal

Tirante (m)	1.5
Solera (m)	1
Talud	1
Q (m3/s)	1.5
Número de Froude (< 1)	0.13
Espejo de agua (m)	4



**Figura 6.6.** Cuadro de cálculo software



**Figura 6.7.** Mapa de Zonificación humedal La Trozada – Conectividad hidráulica

**COSTOS DEL PROYECTO:**

Para la estimación del presupuesto se usó como base el listado de precios oficiales de la Gobernación del Valle del Cauca del año 2011.

**Tabla 6.17.** Costos del canal de conexión

DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	VR. UNIT	VR.TOTAL
CANAL EN TIERRA				41671970
LOCALIZACION-REPLANTEO ACUEDUCTO-ALCANTA	ML	360.20	\$ 1,260	\$ 453,852
DESCAPOTE A MANO	M2	1808.20	\$ 1,270	\$ 2,296,419
EXCAVACION A MANO	M3	2157.60	\$ 8,930	\$ 19,267,350
RETIRO DE SALDO EN SITIO	M3	2157.60	\$ 4,750	\$ 10,248,591
RELLENO ROCA MUERTA COMPACTADO-RANA	M3	226.93	\$ 25,970	\$ 5,893,268
COLCHON ARENA GRUESA E=5-7CM	M3	118.87	\$ 29,550	\$ 3,512,490
SUBTOTAL CANAL EN TIERRA				\$ 41,671,970
VALOR TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 41,671,970

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.1.3.2. Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión.

**JUSTIFICACIÓN:**

Mantener la conectividad entre el Río Cauca y el Humedal es vital para la salud de los ecosistemas; actualmente se realiza intercambio de aguas mediante un canal hidráulico, trazado por la zona de conectividad hidráulica del Humedal, en el brazo de la Madre Vieja que se ubica más aguas arriba. Considerando que se requiere revertir el proceso de terrificación que se encuentra en avanzado estado de sucesión, debe mejorarse la capacidad hidráulica del canal, de modo que exista mayor eficiencia del elemento, lo cual mejorara los tiempos de residencia de las aguas y su régimen de pulsos.

**OBJETIVO GENERAL:**

Mantener el adecuado funcionamiento del canal de conexión hidráulica entre el río Cauca y el humedal.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Mejorar la capacidad hidráulica del canal de intercambio de aguas para la estación seca, para la adecuada conectividad entre los sistemas humedal y río Cauca, permitiendo sin interferir en el ciclo vital de la fauna íctica.

**METAS:**



- Recuperación hidráulica de 360.2 metros lineales de sección transversal del canal.
- Limpieza y extracción de vegetación de 360.2 m lineales de canal.

**ACTIVIDADES:**

- Limpieza zanjón
- Retiro Manual plantas.

**COSTOS DEL PROYECTO:**

Para la estimación del presupuesto se usó como base el listado de precios oficiales de la Gobernación del Valle del Cauca del año 2011.

**Tabla 6.18.** Costos Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión

Codigo	Descripción	Unidad	Costo \$	Longitud (m)	Costo Total \$ Inicial
080517	Limpieza Cunetas, Zanjas, Descoles (Manual)	ml	1290	360.2	464.658

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**INDICADORES:**

Estimativo de Rugosidad Actual del Canal

n Manning = 0.5

Estimativo de rugosidad futuro

n Manning = 0.2

Mejoramiento del canal de intercambio:

n = 2.5 veces Q de intercambio.

**6.5.2. COMPONENTE QUÍMICO**

*6.5.2.1. PROGRAMA RECUPERACIÓN SANITARIA*

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.2.1.1. Implementación de sistema de oxigenación.

**JUSTIFICACIÓN:**

El nivel de oxígeno disuelto es la señal que mejor logra representar la salud de un ecosistema hídrico. Podría pensarse que es la variable que mejor describe las posibilidades que tiene el sistema para albergar vida íctica y productividad. Es también el factor de mayor sensibilidad a las presiones que sufre el ecosistema, y su más eficaz mecanismo de defensa, puesto que una vez ingresan a él contaminantes consume los niveles de oxígeno para su depuración. Debido a los usos del suelo en la cuenca de

drenaje se realizan tensiones acentuadas sobre el humedal, que son retroalimentadas por limitantes internos.

De modo que al ingresar altas cargas contaminantes al ecosistema, como respuesta se desarrollan las condiciones favorables que llevan al crecimiento exponencial e ilimitado de las plantas acuáticas, las cuales a su vez se convierten en un factor más de detrimento de la calidad del agua, al punto que acerca al ecosistema a niveles anóxicos que extinguen su vida aerobia. De allí que sea necesario desarrollar estrategias convergentes a nivel macro, mediante el gobierno de nuevos usos del suelo, pero también a nivel micro de reintroducción del elemento vital para contar con el potencial de depuración de los contaminantes internos, y crear las condiciones mínimas para el desarrollo de la vida acuática.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Aumentar de 2.53 mg/L a por lo menos 4 mg/L el contenido de oxígeno disuelto en la fase acuática del Humedal.

Mejorar las condiciones para el favorecimiento de la fauna y flora acuática.

#### **METAS:**

Mantener el nivel de Oxígeno Disuelto en 4 mg/L.

Remover por lo menos el 50% de DBO y SST afluentes al humedal.

Remover por lo menos un 20% de los patógenos que ingresan al humedal.

#### **Actividades:**

- Adquisición de equipo. Instalación de suministro energético. Arranque y operación. Monitoreo de concentración de oxígeno disuelto en subzona de control de calidad de agua. Informes de evaluación.



## DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN

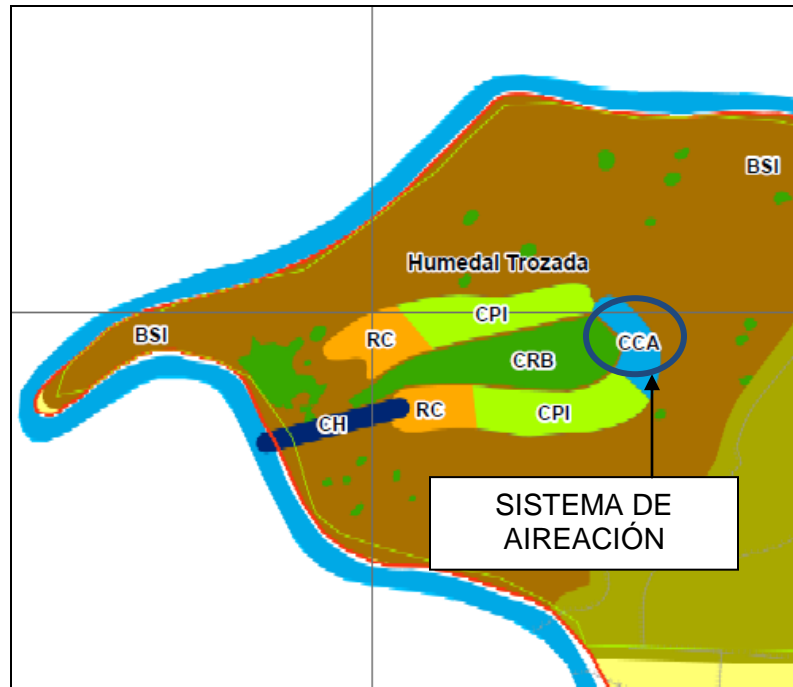


Figura 6.8. Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Ubicación del Sistema de Aireación

### COSTOS DEL PROYECTO:

#### Modelos de equipos aireadores





#### TANQUE CON BOMBA DOSIFICADORA

Activa la circulación del agua entre las capas superiores e inferiores, acelerando la mezcla del agua, evitando la estratificación e incrementando la oxigenación.

Minimiza la fluctuación diurna de pH, Temperatura y Oxígeno disuelto en el agua.

Ideal para acuicultura y tratamiento de aguas residuales.

Poder de 2HP 3PH con motor exclusivo para acuicultura

Reductor vertical de piñón.

Dimensiones: 1.660 x 2.060 x 835mm



Model: SA-A0205





Figura 6.9. Tanque con bomba dosificadora

### Aireador de paletas

**Aireador de Acero Inoxidable**



Haber producido el mejor aireador de paletas es según nuestros estándares. Ofrecer un peso excelente con nuestros propios estándares y crearlos un producto aún más confiable y de alto costo eficiencia. Un **Aireador de paletas de Acero Inoxidable** Le autoriza la cubierta plástica al motor y al tener un motor que se a prueba de agua y enfriado por agua, logramos un producto aun más durable que ofrece más energía eléctrica dentro a su área motor enfriado por agua.

**Aireador de Paletas con multi impulsores**



Aireadores de múltiples paletas de función eléctrica o a diesel están disponibles según las necesidades de nuestra cliente. El aireador a Diesel presenta una excelente solución para las áreas donde no llega la red eléctrica y también para casos de emergencias. El eje de 4.5 metros instalado por Diesel hace posible operar el motor silenciosamente en tierra.

### Aireador de paletas



SC - 1.8



SC - 2.2      SC - 8.75

Modelo	Potencia HP	Paletas	Válvulas	Pines
SC-0.75	0.75	2	220440	3
SC-0.75	1	2	220440	3
SC-1.5	2	4	220440	3
SC-2.24	3	4	220440	3
SC-2.2	3	6	220230	5




Figura 6.10. Paletas aireadoras

### MAOF Madan

Equipos para la industria de la Acuicultura

**MAOF Madan** una empresa de innovación, producción, asistencia técnica y servicios de la industria de la acuicultura en Colombia. Con el mejor equipo, los servicios, asesoramiento y el soporte. Conozca:

- 2 Alas de Generador en Rotadores
- 10% Motos de Consumo de Energía
- Más 1 Litro de Aceite por todo el Año
- 1 Año de Garantía en Mecánica



Un equipo de la acuicultura de hoy necesita al proveedor que entienda sus necesidades y este es el MAOF.

MAOF Madan. Sede de la Acuicultura

### Repuestos de Aireador de paletas



Set de Motor y Impulsor



Set de Motor e Impulsor de Acero Inoxidable



Set de Motor e Impulsor inoxidable con las mismas Propeller



Propeller



Cover del Motor



Cover de Acero Inoxidable



Impulsor



Impulsor



Caja del motor de Acero Inoxidable



Caja del motor con acero



Eje de Acero Inoxidable



Washer y Nut de Acero




Figura 6.11. Paletas aireadoras



COTIZACIÓN P.  
No. 0000092  
Fecha: Junio 7 DE 2011

N.I.T. 88802447-8

**Datos del Cliente**

Nombre: FUNDACION AGUA Y PAZ  
Nº: 800017800  
Dirección: Carrera 54 #14 - ED. Fibersud Rio Ajiguai HALL  
Teléfono: 0518667 - 00708112  
Ciudad: CALI Lista de Precios: E 8

De acuerdo con su amable solicitud, les cotizamos a continuación los siguientes elementos:

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
002 - 50-108	ARRISADOR 20X110 2HP 1PH 110V 60HZ SERVO 10802 -	ARRIS - AQUA	1,00	1,200,000.00	1,200,000.00
007 - 30-070	ARRISADOR 20X110 2HP 1PH 220V 60HZ SERVO 0707 -	MARCA - AQUA	1,00	1,200,000.00	1,200,000.00
008 - 30-070	ARRISADOR 20X110 2HP 1PH 110V 60HZ SERVO 0708 -	MARCA - AQUA	1,00	1,200,000.00	1,200,000.00
009 - 30-070	ARRISADOR 20X110 2HP 1PH 220V 60HZ SERVO 0709 -	MARCA - AQUA	1,00	1,200,000.00	1,200,000.00
008 - 30-070	ARRISADOR 20X110 2HP 1PH 110V 60HZ SERVO 0708 -	MARCA - AQUA	1,00	1,200,000.00	1,200,000.00
009 - 30-070	ARRISADOR 20X110 2HP 1PH 220V 60HZ SERVO 0709 -	MARCA - AQUA	1,00	1,200,000.00	1,200,000.00

CONDICIONES GENERALES DE FORMA	DEBEMOS	0.00
ENTREGA: INMEDIATA DE ACUERDO A EXISTENCIA DE STOCK EN NUESTROS	PLAZO	0.00
FORMA DE PAGO: CONTADO 100% ANTES DE RECIBIR		
VALOR DE LA OFERTA: 30 DIAS HÁBILES	SUBTOTAL	4,800,000.00
PERCENTUAL DE VENTA: 30% DE LA OFERTA	I.V.A.	1,200,000.00
CONDICIONES DE PAGO: 30% DE LA OFERTA	TOTAL	6,000,000.00

FAVOR CONSIDERAR A NUESTRO CENTRO DE ACUICULTURA S.A.S  
CRA. 070 BARRIO EL HERRERO 0518667-00708112 RECIBIDO 04/06/11

FIRMA APROBACIÓN

OVAS - EQUIPOS - FARMACÉUTICA - PECES - AGUAS AMBIENTAL - TODO EN ACUICULTURA

Avenida Caracas 72 (en Boyacá) No. 18 - 08 - PBX: +57 4131318 - Fax: +57 4131318 - Bogotá, Colombia - Suramérica  
Correo Electrónico: ventas@acuagraria.com.co - Super: acuagraria - Facebook: Acuagraria.com

Figura 6.12. Cotización a año 2011



COTIZACIÓN P.  
No. 00000934  
Fecha: Junio 7 DE 2011

N.I.T. 88802447-8

**Datos del Cliente**

Nombre: FUNDACION AGUA Y PAZ  
Nº: 800017800  
Dirección: Carrera 54 #14 - ED. Fibersud Rio Ajiguai HALL  
Teléfono: 0518667 - 00708112  
Ciudad: CALI Lista de Precios: E 8

De acuerdo con su amable solicitud, les cotizamos a continuación los siguientes elementos:

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
005 - 50-008	ARRISADOR 20X110 2HP 1PH 110V 60HZ SERVO 005 -	ARRIS - AQUA	1,00	2,124,200.00	2,124,200.00

CONDICIONES GENERALES DE FORMA	DEBEMOS	128.800.00
ENTREGA: INMEDIATA	PLAZO	0.00
FORMA DE PAGO: CONTADO 100% ANTES DE RECIBIR		
VALOR DE LA OFERTA: 30 DIAS HÁBILES	SUBTOTAL	2,124,200.00
PERCENTUAL DE VENTA: 30% DE LA OFERTA	I.V.A.	128,800.00
CONDICIONES DE PAGO: 30% DE LA OFERTA	TOTAL	2,253,000.00

FAVOR CONSIDERAR A NUESTRO CENTRO DE ACUICULTURA S.A.S  
CRA. 070 BARRIO EL HERRERO 0518667-00708112 RECIBIDO 04/06/11

FIRMA APROBACIÓN

OVAS - EQUIPOS - FARMACÉUTICA - PECES - AGUAS AMBIENTAL - TODO EN ACUICULTURA

Avenida Caracas 72 (en Boyacá) No. 18 - 08 - PBX: +57 4131318 - Fax: +57 4131318 - Bogotá, Colombia - Suramérica  
Correo Electrónico: ventas@acuagraria.com.co - Super: acuagraria - Facebook: Acuagraria.com

Figura 6.13. Cotización a año 2011

Para efectos prácticos y de presupuesto se elaboró con el sistema más costoso.

**Tabla 6.19.** Costos Implementación de sistema de oxigenación

Código	Descripción	Unidad	Costo \$	Cant.	Costo Total \$
170319	ACOM.E.3F(3#4/0+1#4/0)3"	Un	330.660	1	<b>330.660</b>
170915	TABLERO 3F 12 CTOS NTQ	Un	384.588	1	<b>384.588</b>
051014	MALLA A TIERRA 3 VARILLAS- PERNADA.	Un	1.024.848	1	<b>1.024.848</b>
	AIREADOR SPLASH 2HP 3HP 60 HZ LARGOEMBUDO SINO - AQUA	Un	2.777.040	1	<b>2.777.040</b>
	INSTALACIÓN Y ARRANQUE	Gb	3.400.000	1	<b>3.400.000</b>

**Costo Total = \$7.917.136**

**Ejecutores:**

CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

- Concentración de oxígeno disuelto.
- Concentración de DBO<sub>5</sub>.
- Concentración de DQO.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.2.1.2. Operación del sistema de oxigenación.

**JUSTIFICACIÓN:**

Definir niveles de concentración de oxígeno disuelto es un importante paso hacia el logro de los objetivos de calidad de la fase acuática, la estructura más concéntrica del Humedal. La literatura especializada sobre el tema ha definido umbrales mínimos de 4 mg/L, aspecto que fue adoptado por nuestra legislación ambiental, como parámetro para la conservación de la vida acuática.

Los dispositivos de oxigenación son muy comunes en sistemas de depuración de aguas en los cuales se emplean humedales artificiales, así como también en humedales artificiales comerciales para pesca, como medida eficaz para conservar el nivel de la variable en concentraciones que garanticen la vida acuática y la productividad íctica que reclaman las poblaciones más vulnerables, como lo son los pescadores.

Es por ello que de una manera novedosa se propone la implementación de éstos dispositivos, como medida requerida para incrementar los actuales niveles de la sustancia, puesto que se encuentra alrededor de concentraciones muy bajas, casi cercanos a los niveles anóxicos, lo cual cerraría toda posibilidad de vida.

**OBJETIVO GENERAL:**



Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Aumentar a por lo menos 4 mg/L el contenido de oxígeno disuelto en la fase acuática del Humedal.

**Metas:**

Mantener el nivel de Oxígeno Disuelto en 4 mg/L.

Remover por lo menos el 50% de DBO y SST afluentes al humedal.

Remover por lo menos un 20% de los patógenos que ingresan al humedal.

**Actividades:**

- Operador de sistema de oxigenación.
- Mantenimiento preventivo de equipo.

**DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**

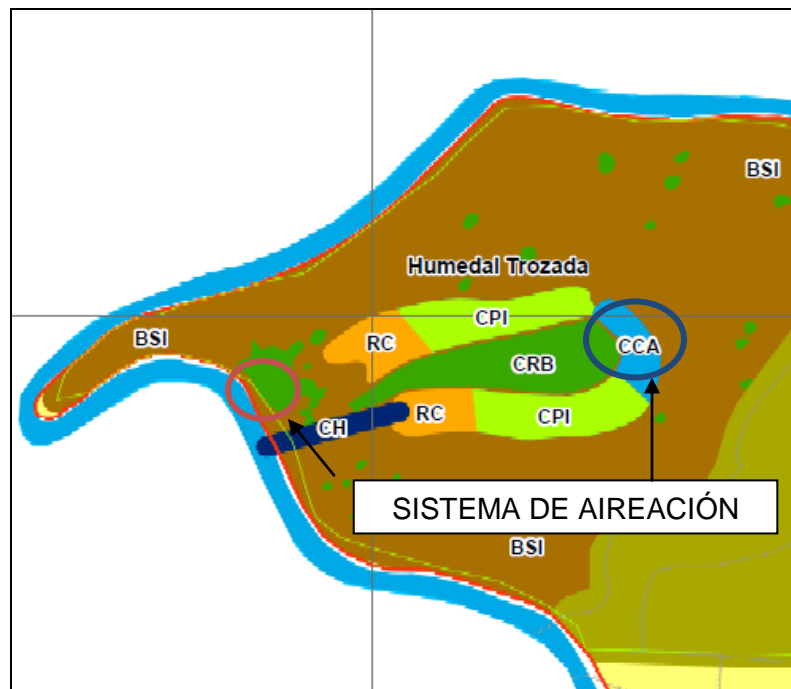


Figura 6.14. Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Operación del Sistema de Aireación

El área donde se requiere implementar el proyecto es en toda la fase acuática del mismo subzona de control de calidad de agua.

**COSTOS DEL PROYECTO:**

Tabla 6.20. Costos Operación del sistema de oxigenación

Descripción	Subtotal \$	Costo Total \$	Costo Total \$ proyectado
-------------	-------------	----------------	---------------------------

			plan
Operador de sistema de oxigenación. (8 veces al año)	2.000.000	4.500.000	63.930.000
Mantenimiento preventivo de equipo. (2 veces al año)	2.500.000		

**EJECUTORES:**

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

- Horas de re oxigenación.
- Consumo energético en wats.
- Porcentaje de incremento de oxígeno disuelto.

**6.5.3. COMPONENTE BIOLÓGICO**

6.5.3.1. *PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA*

6.5.3.1.1. SUBPROGRAMA REVEGETALIZACIÓN

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.3.1.2. Restauración de Bosque seco tropical inundable, con especies como: Chamburos (*Erythrina fusca*), Mantecos (*Laetia americana*), Pizamos, Burilícos (*Xylopia ligustrifolia*), Caracolíes (*Anacardium excelsum*), Yarumos (*Cecropia mutisiana*), Ceiba (*Ceiba pentrandra*), y especies en extinción tradicionales del ecosistema.

**JUSTIFICACIÓN:**

El ecosistema de Humedal y el Bosque seco tropical inundable constituyen una unidad indisoluble. Para que el ecosistema tenga el potencial de albergar vida, se requiere restablecer los flujos de energía, materiales e información, para lo cual debe de existir infraestructura biológica. Los árboles son biosistemas transformadores, captan un porcentaje de la energía externa procede del sol, y la introducen al ecosistema para ponerla a disposición de los demás organismos; además introducen modificaciones favorables en el clima local.

Debido a que el ecosistema se encuentra desprovisto de la suficiente cobertura vegetal, la energía solar es introducida al sistema por la fase acuática mediante las plantas flotantes y emergentes, lo cual se transforma en exceso de biomasa que altera el metabolismo del ecosistema, y acelera sus procesos naturales de sucesión biológica. Además las especies de fauna no disponen de infraestructura para sus ciclos biológicos, de allí la necesidad de reforestar con especies nativas casi en extinción del ecosistema



bosque seco tropical, de manera que avancemos hacia la restauración de la ecología natural.

**OBJETIVO GENERAL:**

Restaurar el ecosistema boscoso asociado al complejo de humedales.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Restaurar bosque seco inundable asociado al ecosistema.
- Conectar mediante la siembra de árboles relictos boscosos con de especies nativas en vía de extinción
- Crear hábitat para especies de fauna.
- Incrementar biodiversidad.

**METAS:**

Restaurar 190.3 ha de bosque seco inundable conectado con corredores biológicos con los relictos boscosos existentes en el humedal La Trozada.

**ACTIVIDADES:**

- Limpias y plateo: El área del plateo es donde se realizan las fertilizaciones futuras, por lo tanto se requiere un plato con 1 m de radio para cada plantón, lo que evita la competencia por luz y nutrientes con la vegetación asociada.
- Fertilización: El plan de fertilización para el mantenimiento se debe desarrollar según lo presupuestado en la matriz de costos.
- Control fitosanitario: Se requiere hacer el monitoreo con el fin de detectar cualquier tipo de plaga o enfermedad que pueda perjudicar la plantación.
- Fertilización: De acuerdo con el estado de las plantaciones se realizará la fertilización de las plantaciones.
- Control de hormiga arriera: Dada la importancia de los daños causados por la hormiga arriera como plaga, en las plantaciones forestales, se hace necesario la intervención de forma mecánica o biológica de todos los hormigueros que se encuentren en el área de influencia de la reforestación. El control de hormiga arriera debe ser eficiente, realizándose antes del establecimiento de la plantación y una vez plantados se debe controlar periódicamente, incrementándose sus labores al inicio de la temporada lluviosa del respectivo periodo.
- Siembra: dirigir la forma de llevar a cabo la siembra del material vegetal, después de tener preparado el sitio definitivo para el establecimiento de las plantas, la disponibilidad del material vegetal en el sitio de plantación y las condiciones climáticas, se procederá a establecer de acuerdo a las distribuciones establecidas en forma de cuadrado.
- Concertar con los propietarios de los predios el aislamiento, lo cuales se deben de basar en las siguientes labores: trazado, ahoyado, transporte de insumos, hincado, templado y grapado.

**Tabla 6.21.** Actividades a ejecutar

Trazado
Ahoyado
Transporte menor

Hincado
Templado y grapado
Ahoyado estacones
Siembra estacones
Pintada e inmunizada

Postes: Se deben utilizar postes de 2,5 m de largo con un diámetro mínimo de 12 cm, provenientes de bosque plantado. Los postes deben enterrarse 50 cm en el suelo, separados entre sí 2,5 m y se deben colocar los denominados “pie de amigo” cada 30 m. En caso de utilizar guadua, la misma debe tener corte en nudo en ambos extremos para evitar la pudrición por acumulación de agua, para cualquiera que sea el poste se les debe aplicar una solución impermeabilizante (alquitrán derretido) a 50 cm en el extremo donde va a ser hincado.

### DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN

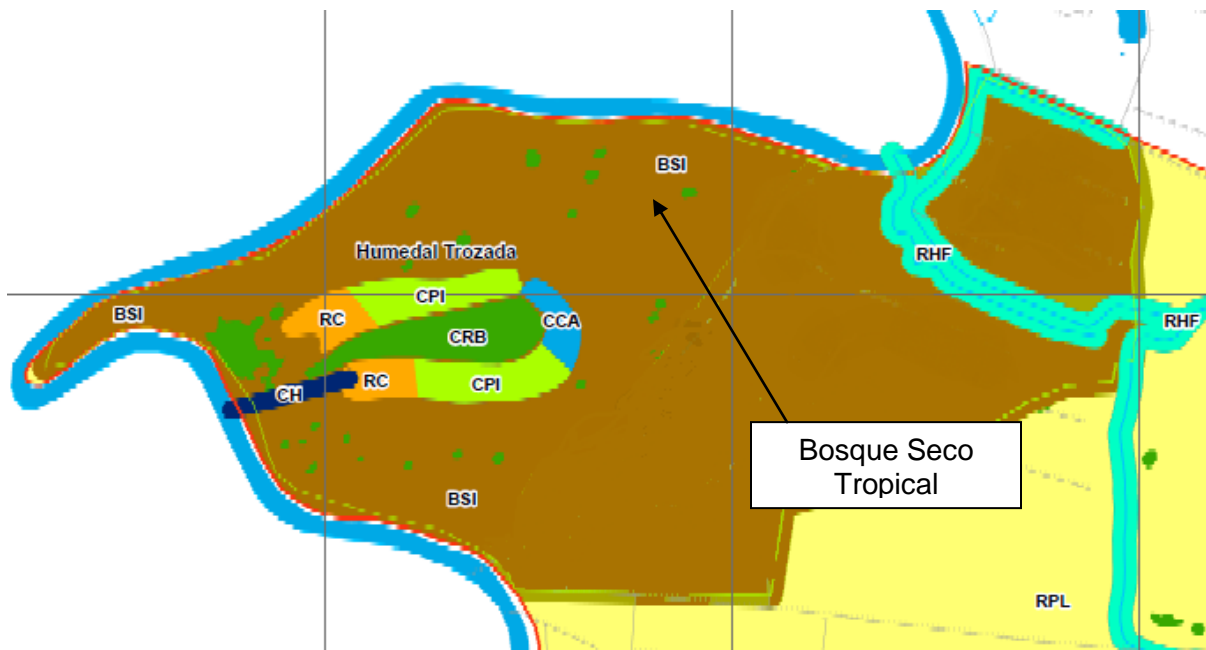


Figura 6.15. Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Zona de Bosque seco tropical inundable

### COSTOS DEL PROYECTO:

Para la estimación del presupuesto se calcularon los costos unitarios de la reforestación por hectárea Ha, para lo cual es necesario que las plantaciones se realicen con Plantones, para una densidad de 50 árboles por Ha, tal como se detalla a continuación:

### COSTO RESUMEN



**Tabla 6.22.** Costos Restauración de Bosque seco tropical inundable

Descripción	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
Reforestación	2.503.371	190.3	476.391.501

## ANÁLISIS UNITARIO

**Tabla 6.23.** Análisis unitario Restauración de Bosque seco tropical inundable

DISEÑO DE PLANTACION:		Cantidad	Costo Unitario \$	
1. Cantidad de Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK	80	1.550	
2. Cantidad de Correctivos / Ha (Kgr.)		0	0	
3. Cantidad de Microelementos / Ha (Kg.)		0	0	
4. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg.)	Lorsban	3,0	6.000	
5. Costo por jornal			25.000	
6. Transporte Insumos (16% de Insumos)		16%		
CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad Hectárea	Valor Unitario Has (\$)	Valor Total Hectárea (\$)
<b>1. COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.1. MANO DE OBRA</b>				
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	0,0	25.000	0
Trazado	Jornal	0,0	25.000	0
Plateo	Jornal	3,0	25.000	75.000
Ahoyado	Jornal	2,0	25.000	50.000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Transporte interno de insumos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Plantación (siembra)	Jornal	0,0	25.000	0
Control fitosanitario	Jornal	1,0	25.000	25.000
Reposición (Replante)	Jornal	2,0	25.000	50.000
Limpias	Jornal	4,0	25.000	100.000
Reposición (Replante)	Jornal	0,0	25.000	0
Reparación de cercos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Adecuación de caminos	Jornal	0,0	25.000	0
Protección de incendios	Jornal	1,0	25.000	25.000
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>		<b>16,0</b>		<b>400.000</b>
<b>1.2. INSUMOS</b>				
Reposicion Plantones	Plantones	50	25.000	1.250.000
Fertilizantes	Kgr.	50	1.550	77.500
Alambre		1	130.000	65.000
Postes	Poste	35	4.000	140.000
Correctivos	Kgr.	0	0	0
Microelementos	Kgr.	0	0	0
Insecticidas	Kgr.	3,0	6.000	18.000
<b>SUBTOTAL INSUMOS</b>				<b>1.550.500</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1.950.500</b>
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>				

Transp. Insumos				240.791
				312.080
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>552.871</b>
<b>TOTAL RESTAURACIÓN BOSQUE SECO TROPICAL INUNDABLE</b>				<b>2.503.371</b>

**Ejecutores:**

CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

Hectáreas reforestadas.

Número de especies de fauna conservadas.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.3.1.3. Reforestación en quebradas.

**JUSTIFICACIÓN:**

Los proyectos encaminados a la protección y reforestación de cauces que drenan al humedal tienen prioridad para la restauración y mejoramiento de la calidad del agua del ecosistema. A pesar de que en el área de influencia ecológica del humedal tiene usos productivos agropecuarios tradicionales, se requiere generar alternativas de producción en armonía con las cualidades del ecosistema y el estatus jurídico del cual gozan.

**OBJETIVO GENERAL:**

Atendiendo la divisa Ramsar para el año 2011, denominada “Bosque y humedales”, se busca instalar infraestructura verde para el establecimiento de zonas protectoras de quebradas y cauces efímeros así como corredores en el ecosistema.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Proteger con infraestructura verde las quebradas y cauces efímeros que drenan al humedal.
- Crear hábitat para especies de fauna.
- Conectar mediante la siembra de árboles relictos boscosos existentes.
- Incrementar biodiversidad.

**METAS:**

Restaurar 50,4 ha de bosque en zona protectora de la red de drenaje de la cuenca alta.

**ACTIVIDADES Y REQUERIMIENTOS:**

- Limpias y plateo: El área del plateo es donde se realizan las fertilizaciones futuras, por lo tanto se requiere un plato con 1 m de radio para cada plantón, lo que evita la competencia por luz y nutrientes con la vegetación asociada.
- Fertilización: El plan de fertilización para el mantenimiento se debe desarrollar según lo presupuestado en la matriz de costos.
- Control fitosanitario: Se requiere hacer el monitoreo con el fin de detectar cualquier tipo de plaga o enfermedad que pueda perjudicar la plantación.

- Fertilización: De acuerdo con el estado de las plantaciones se realizará la fertilización de las plantaciones, para lo cual se contará con los estudios de suelos realizados por la Corporación al momento del establecimiento y el conocimiento y experiencia del equipo ejecutor.
- Control de hormiga arriera: Dada la importancia de los daños causados por la hormiga arriera como plaga, en las plantaciones forestales, se hace necesario la intervención de forma mecánica o biológica de todos los hormigueros que se encuentren en el área de influencia de la reforestación. El control de hormiga arriera debe ser eficiente, realizándose antes del establecimiento de la plantación y una vez plantados se debe controlar periódicamente, incrementándose sus labores al inicio de la temporada lluviosa del respectivo periodo.
- Concertar con los propietarios de los predios el aislamiento, lo cuales se deben de basar en las siguientes labores: trazado, ahoyado, transporte de insumos, hincado, templado y grapado.

**Tabla 6.37.** Actividades Reforestación en quebradas

Trazado
Ahoyado
Transporte menor
Hincado
Templado y grapado
Ahoyado estacones
Siembra estacones
Pintada e inmunizada

Postes: Se deben utilizar postes de 2,5 m de largo con un diámetro mínimo de 12 cm, provenientes de bosque plantado. Los postes deben enterrarse 50 cm en el suelo, separados entre sí 2,5 m y se deben colocar los pie de amigo cada 30 m. En caso de utilizar guadua, la misma debe tener corte en nudo en ambos extremos para evitar la pudrición por acumulación de agua, para cualquiera que sea el poste se les debe aplicar una solución impermeabilizante (alquitrán derretido) a 50 cm en el extremo donde va a ser hincado.

**COSTOS DEL PROYECTO:**

**Tabla 6.38.** Costos Resumen Reforestación en Quebradas

Descripción	Unidad	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
Reforestación	ha	<b>1.613.641</b>	50,4	<b>81.327.506</b>

**ANÁLISIS UNITARIOS**

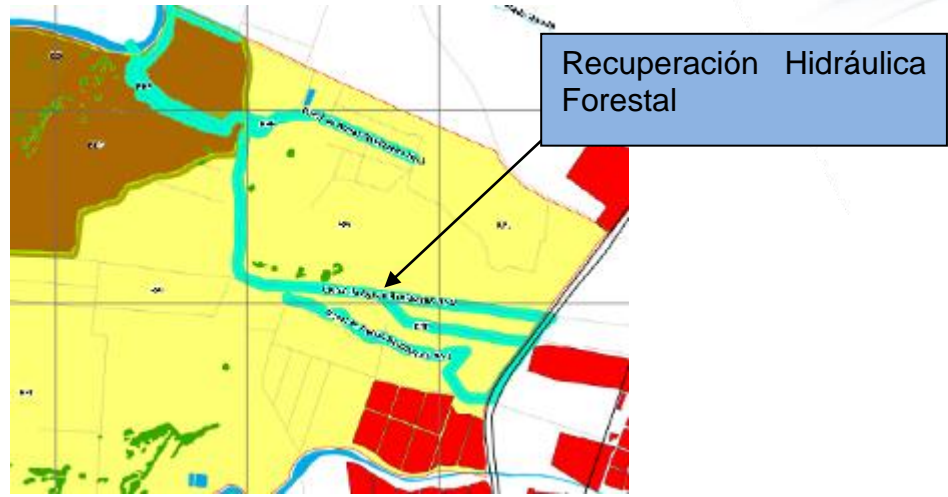
**Tabla 6.39.** Análisis unitarios Reforestación en Quebradas

DISEÑO DE PLANTACION:		Costo Unitario \$	
1. Cantidad de Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK	80	1.550
2. Cantidad de Correctivos / Ha (Kgr.)		0	0
3. Cantidad de		0	0

<b>Microelementos / Ha (Kg.)</b>				
<b>4. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg.)</b>	Lorsban	3,0	6.000	
<b>5. Costo por jornal</b>			<b>25.000</b>	
<b>6. Transporte Insumos (16% de Insumos)</b>		16%		
<b>CATEGORIA DE INVERSIÓN</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad Hectarea</b>	<b>Valor Unitario Has (\$)</b>	<b>Valor Total Hectarea (\$)</b>
<b>1. COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.1. MANO DE OBRA</b>				
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	0,0	25.000	0
Trazado	Jornal	0,0	25.000	0
Plateo	Jornal	3,0	25.000	75.000
Ahoyado	Jornal	2,0	25.000	50.000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Transporte interno de insumos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Plantación (siembra)	Jornal	0,0	25.000	0
Control fitosanitario	Jornal	1,0	25.000	25.000
Reposición (Replante)	Jornal	2,0	25.000	50.000
Limpias	Jornal	4,0	25.000	100.000
Reposición (Replante)	Jornal	0,0	25.000	0
Reparación de cercos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Adecuación de caminos	Jornal	0,0	25.000	0
Protección de incendios	Jornal	1,0	25.000	25.000
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>		<b>16,0</b>		<b>400.000</b>
<b>1.2. INSUMOS</b>				
Reposicion Plantones	Plantones	50	15.000	750.000
Fertilizantes	Kgr.	50	1.550	77.500
Alambre		1	130.000	65.000
Postes	Poste	35	4.000	140.000
Correctivos	Kgr.	0	0	0
Microelementos	Kgr.	0	0	0
Insecticidas	Kgr.	3,0	6.000	18.000
<b>SUBTOTAL INSUMOS</b>				<b>1.050.500</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1.450.500</b>
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>				
				0
Transp. Insumos				163.141
				0
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>163.141</b>
<b>TOTAL MANTENIMIENTO</b>				<b>1.613.641</b>



## DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



**Figura** Mapa de Zonificación humedal La Trozada – Recuperación Hidráulico Forestal

### SUBPROGRAMA:

#### 6.5.3.1.4. Control de Plantas Invasoras

### NOMBRE DEL PROYECTO:

Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en ambos brazos de la Madre Vieja.

### JUSTIFICACIÓN:

La conquista de la fase acuática por la fase terrestre se realiza a través de gradientes de colonización vegetal. Es de esa forma como se realiza la terrificación. Inicialmente la biomasa flota sobre el espejo de agua, captura energía y toma nutrientes del agua para crecer exponencialmente y cumple su acelerado ciclo biológico, y se sedimenta en el interior del cuenco del Humedal, contribuyendo así con mayores tasas de sedimentación que inducen a la colmatación. Pero además sobre las plantas acuáticas otras plantas oportunistas se ubican para consolidar un proceso de extinción que vence la fase acuática y la agota, para finalmente convertirse en tierra.

Por lo anterior para conservar el ecosistema debemos enfrentar y reducir éste amenazante proceso, el cual es acelerado porque las actividades agropecuarias en la cuenca del sistema lo favorecen. De modo que nos vemos obligados a retirar continuamente éste material antes de que se convierta en necromasa; e interrumpiendo la conquista que se realiza por parte de las plantas acuáticas.

**OBJETIVO GENERAL:**

Enfrentar el acelerado proceso de terrificación de la fase acuática, que conduce el ecosistema a su extinción por colmatación.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Recuperación de espejo de agua.
- Revertir el estado sucesional del humedal.
- Enfrentar y controlar el fenómeno de terrificación
- Mejorar la calidad de agua.
- Aumentar productividad de la fase acuática.

**METAS:**

Retirar 6.9 ha/año de vegetación acuática

**ACTIVIDADES:**

- Retiro manual de plantas acuáticas flotantes.
- Construcción de Confinamiento.
- Retiro a máquina de plantas acuáticas emergentes.

**DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**

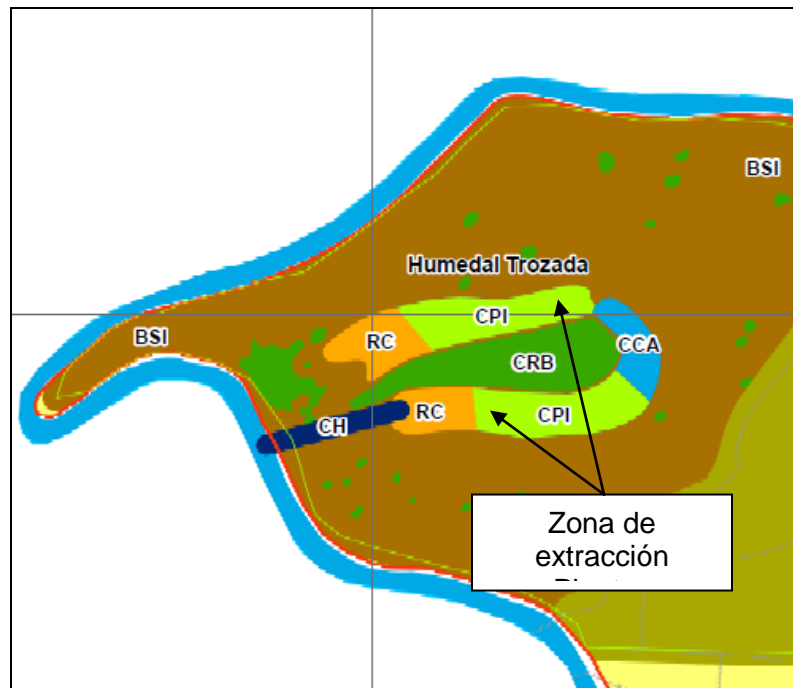


Figura 6.17. Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Extracción de vegetación acuática

**COSTOS DEL PROYECTO:**

COSTO MÁQUINA

**Tabla 6.27.** Costos Máquina Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja

Código	Descripción	Hora s/ha	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
330209	RETROEXCAVADORA DE ORUGA	30	3.600.000	4.83	<b>17.388.000</b>

## COSTO MANUAL

**Tabla 6.28.** Costos Manual Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en el brazo oriental de la Madre Vieja

Código	Descripción	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
	Limpieza manual	3.200.000	2.07	<b>6.624.000</b>

## ANÁLISIS UNITARIOS

**Tabla 6.29.** Análisis unitarios Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en ambos brazos de la Madre Vieja

ITEM	COSTOS		
	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
<b>1. Mano de obra</b>			
Transporte menor	3,00	22.000	66.000
Hincado	80,00	22.000	1.760.000
Templado y grapado	6,00	22.000	132.000
<b>Subtotal mano de obra</b>	<b>89,00</b>		<b>1.958.000</b>
<b>2. Insumos</b>			
Alambre Galvanizado No.12. (Kg)	40,0	3.950	158.000
Postes	100,0	6.000	600.000
Grapa (Kgr.)	1,0	4.000	4.000
Guadua de 6 metros	60,0	8.000	480.000
<b>SUBTOTAL INSUMOS</b>			<b>1.242.000</b>
<b>TOTAL CONFINAMIENTO</b>			<b>3.200.000</b>

## Resumen de costos

**Tabla 6.30.** Resumen de Costos Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en ambos brazos de la Madre Vieja

Actividades	SubTotal	Costo Total\$ Inicio	Tasa de implementación Ha/año	Costo Total\$ Del proyecto acumulado con proyección al horizonte del Plan
Maquinaria	17.388.000	24.012.000	1.83	25.220.000
Manual	6.624.000			

## EJECUTORES:

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

## INDICADORES:

6.9 Hectáreas de espejo de agua recuperado.

Concentración de oxígeno disuelto.  
Concentración de DBO<sub>5</sub>  
Concentración de DQO.  
Remoción en Kg de biomasa.

#### **SUBPROGRAMA:**

6.5.3.2. *PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE*

#### **NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.3.3. *Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar y otros.*

#### **JUSTIFICACIÓN:**

Aunque de manera formal los humedales del Valle del Cauca se encuentran bajo el estatus de Reserva de Recursos Naturales Renovables, mediante Acuerdo CD 038 de 2007, como estrategia para su designación como áreas protegidas; la realidad difiere mucho de éste logro nominal. La evaluación ambiental mostró claramente que la matriz de cultivos de caña de azúcar en la que se encuentran circunscritos, configura una amenaza para la ecología del sistema.

Aquellas áreas de la fase acuática que reciben los drenajes de los cultivos de la caña de azúcar, se encuentran altamente terrificadas, otras extintas por colmatación, y la calidad de agua indica eutroficación. Los cultivos de caña de azúcar convencionales parecen no ser muy amigables con la flora nativa de la región, de hecho, grandes extensiones de bosque han sido talados para darle paso al sector cañicultor, por lo que la fauna y en suma la diversidad es mínima.

Lo anterior no significa que no existan opciones, y que caña de azúcar y conservación ecológica sean totalmente incompatibles. Un claro ejemplo es la Reserva Natural El Hatico, en el municipio de Cerrito, perteneciente a la familia Molina; y la Hacienda la Lucerna, en el municipio de Buga, las cuales son 2 ejemplos exitosos de Hacienda Ecológica. Aquellas áreas destinadas para el cultivo de la caña de azúcar dentro de las áreas definidas como de Conservación y Protección deberán gradualmente adoptando los modelos anteriormente mencionados, los cuales también son altamente rentables, al punto que sus productos son exportados a países de Europa, Estados Unidos y Japón.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

Reducir el proceso de terrificación del Humedal y reducir la eutrofización de las aguas.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Implementar buenas prácticas agrícolas en la cuenca de la reserva de recursos naturales.

Reducir y Controlar la contaminación difusa.

#### **METAS:**



Reconversión tecnológica buenas prácticas agrícolas en una superficie de 464.5 ha. Reducción de un 50% de contaminación difusa en términos de DBO, DQO y Metales pesados, Nitrógeno y Fosforo.

### **ACTIVIDADES:**

- Elaboración y desarrollo de un plan de trabajo para la realización del acompañamiento técnico a los productores en las zonas de amortiguación de las áreas de interés ambiental.
- Realización de talleres de capacitación y actualización en técnicas de producción agroecológica.
- Realización de visitas de acompañamiento técnico a los predios de los productores.
- Definir el plan de requerimiento de insumos para cada los productores agroecológicos a fortalecer.
- Instalación, seguimiento y evaluación de parcelas de validación y demostrativas.

#### **Mejoramiento Genético**

- Comportamiento de variedades de caña de azúcar en sistema de producción orgánico.
- Red de ensayos comparativos de variedades en zonas de producción orgánico

#### **Manejo del cultivo:**

- Manejo de Residuos de Cosecha: uso como cobertura
- Utilización de diferentes fuentes de materia orgánica en el cultivo, tales como residuos industriales, estiércol de diferentes especies animales, abonos verdes, etc.
- Calibración de dosis de diferentes fuentes de materia orgánica incorporadas.
- Estudio de Sistemas de aplicación de los residuos orgánicos en caña de azúcar: distribución en área total o aplicada en surcos de plantíos.
- Determinación del % de control de malezas con el uso de abonos verdes en el cultivo de la caña de azúcar.
- Control biológico de plagas y enfermedades del cultivo.

#### **Producción de Semillas**

- Instalación de parcelas de multiplicación de semilla de caña de azúcar orgánica de variedades recomendadas.
- Instalación de semilleros en fincas de productores certificados
- Presentación de informes de avance y consolidado en informe final sistematizado.

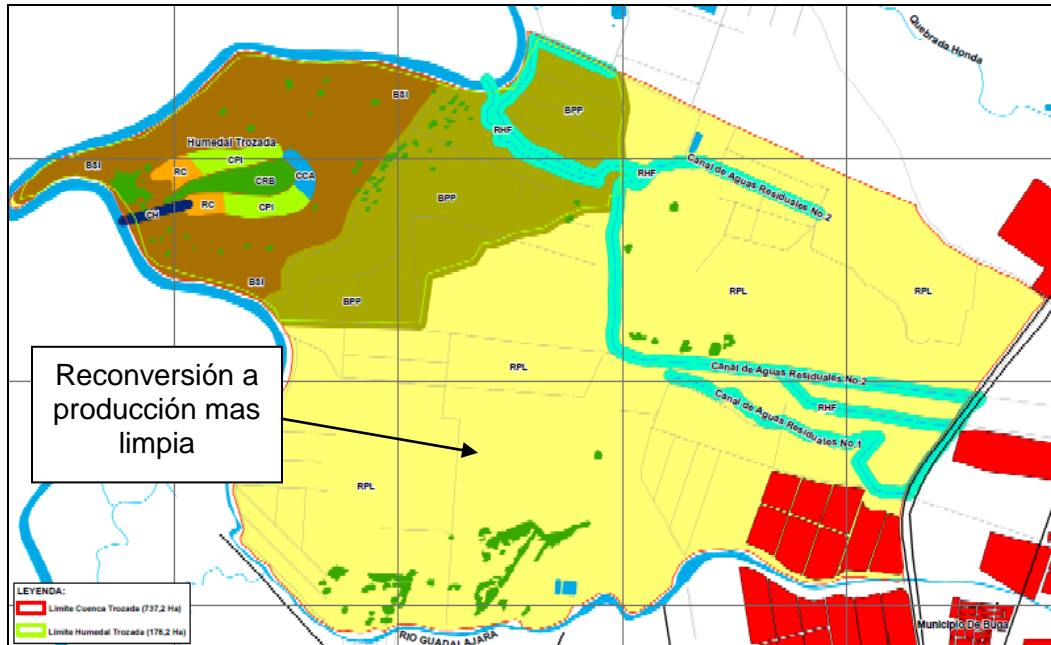
### **DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**

#### **COSTOS DEL PROYECTO:**

#### **RESUMEN**

**Tabla 6.31. Costos Reconversión tecnológica**

Descripción	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
Reconversión tecnológica (producción limpia)	5.293.509	464.5	2.458.834.930



**Figura 6.18. Mapa de zonificación de La Trozada - Reconversión a producción más limpia**

**ANÁLISIS UNITARIO**

**Tabla 6.32. Análisis unitario Reconversión tecnológica**

Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total
		Producto Utilizado	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2010
1.	LABORES					
1.1.	GERMINADOR					
	Desinfección					
	Control de Plagas y Enfermedades					
1.2.	VIVERO					
	Preparación					
	Control de Plagas y Enfermedades					
	Fertilización					
1.3.	ÁREA DE CULTIVO					\$ 1.030.000
	Tumba					
	Socola					
	Arada	Tracción Animal	Día	4	\$ 32.500	\$ 130.000

Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total
		Producto Utilizado (Buey)	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2010
	Rastrillada					
	Trazada		Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
	Hoyada					
	Fertilización		Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
	Aplicación Correctivos					
	Riego		Jornal	20	\$ 25.000	\$ 500.000
	Construcción Drenaje					
	Otras Labores de Adecuación					
<b>1.4.</b>	<b>SIEMBRA Y SOSTENIMIENTO</b>					<b>\$ 1.262.500</b>
	Siembra		Jornal	21	\$ 25.000	\$ 525.000
	Resiembra		Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
	Tutorado o Emparrillado					
	Manejo de Sombrío					
	Sombrío Definitivo					
	Sombrío Transitorio					
	Apuntalada o Amarre Aéreo					
	Plateo					
	Deschuponada					
	Deshije y Destronque					
	Colgada y Poda					
	Control Manual de Malezas		Jornal	20	\$ 25.000	\$ 500.000
	Aplicación de Herbicidas					
	Aplicación Pre - emergentes					
	Aplicación Post - emergentes					
	Aplicación de Fertilizantes		Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
	Control de Plagas		Jornal	4,5	\$ 25.000	\$ 112.500
	Control de Enfermedades					
<b>1.5.</b>	<b>COSECHA Y BENEFICIO</b>					
	Recolección					
	Pesada y Limpieza					
	Empacada					
	Clasificación					
	Transporte Interno					
	Transporte Externo					
			<b>SUBTOTAL CAPÍTULO 1</b>			<b>\$ 2.292.500</b>
<b>2.</b>	<b>INSUMOS</b>					
	Semillas	40 Cargas de Mula de 12 Arrobas	Tonelada	6	\$ 50.000	\$ 300.000
	Plántulas					
	Insecticidas biológicos		Kilo / Litro	2	\$ 30.000	\$ 60.000
	Fertilizantes Simples biológicos	Nitrógeno	Bulto	7	\$ 77.000	\$ 539.000
	Fertilizantes Compuestos biológicos	Potasio	Bulto	2	\$ 61.655	\$ 123.309

Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total
		Producto Utilizado	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2010
	Fertilizantes Foliares biológicos					
	Correctivos					
	Abono Orgánico					
	Control Biológico		Pulgada	100	\$ 187	\$ 18.700
	Agua				\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
	Empaques					
	Cabuya					
	Alambre					
	Estacas					
	Estacones					
			SUBTOTAL CAPÍTULO 2			\$ 2.041.009
3.	OTROS COSTOS					
	Administración					
	Asistencia Técnica					
	Arrendamiento		Mes	12	\$ 80.000	\$ 960.000
	Intereses		Mes	12		
	Otros					
			SUBTOTAL CAPÍTULO 3			\$ 960.000
	TOTAL COSTOS POR HECTÁREA (Labores, Insumos y Otros)				\$	5.293.509

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle, Propietarios.

**INDICADORES:**

Hectáreas reconvertidas.  
Producción (Kg/ha)

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.3.3.1. Producción Íctica en jaulas.

**JUSTIFICACIÓN:**

Hacer productiva la fase acuática más interna del ecosistema Humedal, y vincular a su vez a sectores de la población vulnerable, en el rol de pescadores, es una estrategia eficaz en la consecución de los objetivos de conservación. Además constituye en sí mismo una alternativa de control de la contaminación, de acercamiento a las comunidades, y de reactivación de la cadena trófica del sistema.

Existen experiencias exitosas de cría de peces en jaulas en humedales por parte de pescadores, tal como lo realizado por la Asogorrones en el Humedal Madrigal, en el municipio de Riofrío, que ha dado frutos muy positivos como aumento de recursos para la población de pescadores, mejoramiento de la calidad del agua, vigilancia y



seguimiento riguroso de las condiciones ecológicas por parte de la comunidad, y excedentes para comercialización.

Es necesario articular este proyecto paralelamente con la adopción de políticas acordes al establecimiento de asociaciones de pescadores, lo cual se ilustra en este plan de acción.

**OBJETIVO GENERAL:**

Generar y afianzar a la especie heterótrofa terminal o pescadores de la cadena trófica del ecosistema.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

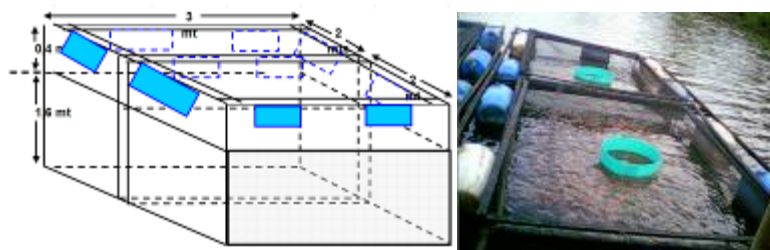
Mejorar los ingresos económicos de la comunidad de pescadores. Generar proyectos productivos en la fase acuática del ecosistema, como parte de la estrategia de su conservación.

**METAS:**

Cultivo de 10.000 alevinos. Aumento del 50% del índice de desarrollo humano de los pescadores.

**Actividades:**

- Determinación de la calidad físico química de las aguas (pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, turbiedad, alcalinidad, DBO, DQO y SST) en los sitios seleccionados para monitoreo.
- Comprar de 10000 alevinos.
- Construcción de 8 jaulas flotantes.
- Ceba de 10000 peces.
- Dotación de la asociación de pescadores con equipos para facilitar las labores de talla, peso y cosecha.
- Asociar la mayor cantidad de familias de la zona aledaña al Humedal.
- Presentar informes de sistematización de la experiencia.

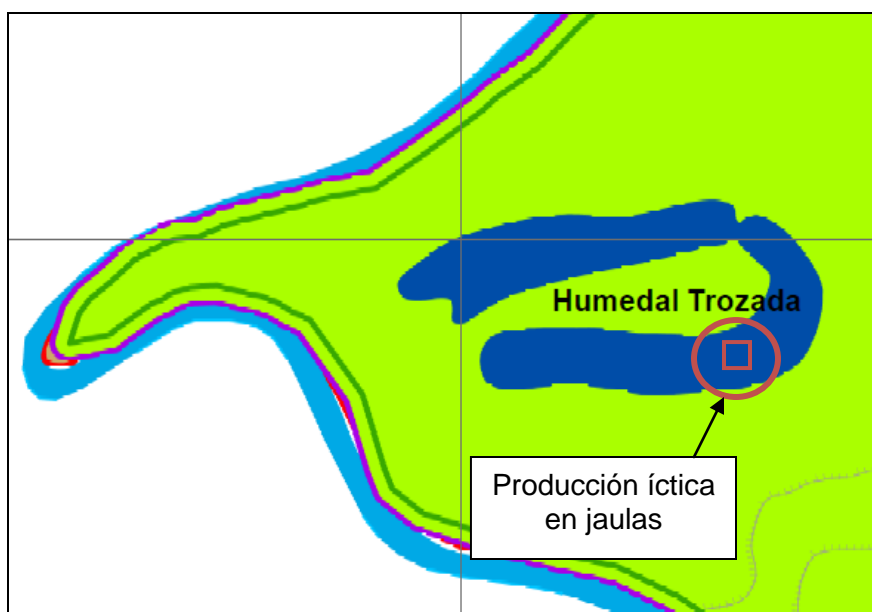


**Figura 6.19.** Esquema de Jaulas  
Fuente: Asogorrones; humedal Madrigal



**Figura 6.20.** Infraestructura para ceba de peces. Bodega flotante y jaulas  
Fuente: Asogorrones; humedal Madrigal

## DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



**Figura 6.21.** Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Producción Íctica.

## COSTOS DEL PROYECTO:

### ANÁLISIS UNITARIO

**Tabla 6.33.** Análisis unitario Jaulas  
**COSTO PARA CONSTRUCCIÓN DE 8 JAULAS FLOTANTES**

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unidad	Costo total
Listón de madera plástica de 3 metros	Listón	83	27.000	2.241.000
Vareta de madera plástica de 3 metros	vareta	33	24.000	792.000
Tornillo de $\frac{5}{16}$ x 1 metro	tornillo	30	3.500	105.000
Tuercas	tuerca	300	70	21.000
Arandelas	arandela	300	70	21.000
Cáñamo calibre 6	cáñamo	2 kg	20.000	40.000
Malla trical de 5x5 ml x 2,15 metros	rollo	2	900.000	1.800.000

Malla anti pájaro	metros	60	2.900	174.000
Caneca plásticas de 55 galones	canecas	32	50.000	1.600.000
Segueta	segueta	2	20.000	40.000
Brocas	broca	2	20.000	40.000
Lamina para ángulo	lamina	4	30.000	120.000
Jornales	jornal	10	25.000	250.000
<b>Subtotal</b>				<b>7.244.000</b>
Transporte			756.000	756.000
<b>total</b>				<b>8.000.000</b>

**Tabla 6.34. Detalle Costo Proyecto**

ACTIVIDAD	Unidad	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Construcción de Jaulas	jaulas	8	1.000.000	8.000.000
Compra de reproductores de tilapia roja hembras y machos	reproductor	1.000	\$ 5.000	5.000.000
Concentrado	Bulto	30	65.000	1.950.000
Hormona	Bulto	3	100.000	300.000
Maya reversión	metros	10	5.000	50.000
Cordel	metros	20	3.000	60.000
Carreta plástica	Carreta	1	200.000	200.000
Maya 3 milímetros	metros	5	7.000	35.000
Tubo pvc 1 1/2	metros	6	1.500	15.000
Uniones pvc	uniones	16	2.000	32.000
coladores	coladores	5	3.000	15.000
Rollo maya anti pájaros 1"	metros	500	1.000	500.000
Mojarrina	bultos	14	70.000	900.000
Transporte	transporte	global	1.000.000	1.000.000
Bodega Flotante		Global		3.000.000
Acompañamiento técnico	meses	6	1.000.000	6.000.000
<b>total</b>				<b>27.057.000</b>

**COSTO TOTAL = \$27.807.000**

**CRONOGRAMA ESPECÍFICO**

**Tabla 6.35. Cronograma Proyecto**

ACTIVIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Compra de reproductores	X				
Construcción de Jaulas	x	X			
Concentrado	x	x	x	x	X
Hormona	x	x	x	x	X
Maya reversión	X				
Cordel	X				
Carreta plástica	X				
Maya 3 milímetros	X				
Tubo pvc 1 1/2	X				
Uniones pvc	X				

ACTIVIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
coladores	X				
Rollo maya anti pájaros 1"	X				
Peces	x	x	x	x	X
Transporte	x	x	x	x	x

**Ejecutores:**

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

Producción (Kg/año).

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.3.3.2. Fortalecimiento de la producción íctica en Jaulas.

**JUSTIFICACIÓN:**

Ramsar mediante Resolución X.23 de 2008, confirmó las interdependencias entre la salud humana, la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y el manejo sostenible de los humedales; y es en ese sentido en que se inscribe éste proyecto, buscando que se atienda y vincule a la población de pescadores de la zona; para lo cual se deberá construir un proceso y no un proyecto puntual de construcción de jaulas para cría de peces, sino un acompañamiento y asesoría permanente, hasta lograr la sostenibilidad del proceso.

**Objetivo General:**

Hacer productiva la fase acuática del humedal.

**Objetivos Específicos:**

Generar ingresos para la comunidad de pescadores.

Apoyar el monitoreo de la calidad de las agua basado en los peces como indicadores biológicos.

Vincular a la comunidad de pescadores a la conservación y uso sostenible del ecosistema.

**METAS:**

Producción de 10.000 alevinos.

Generación de recursos económicos.

**ACTIVIDADES Y REQUISITOS:**

- Determinación de la calidad físico química de las aguas (pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, turbiedad, alcalinidad, DBO, DQO y SST) en los sitios seleccionados para monitoreo.
- Comprar de 1000 alevinos.
- Reparación de 12 jaulas flotantes.
- Alimentar 10000 peces.



- Asociar la mayor cantidad de familias de la zona aledaña al Humedal.
- Presentar informes de sistematización de la experiencia.

**DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**

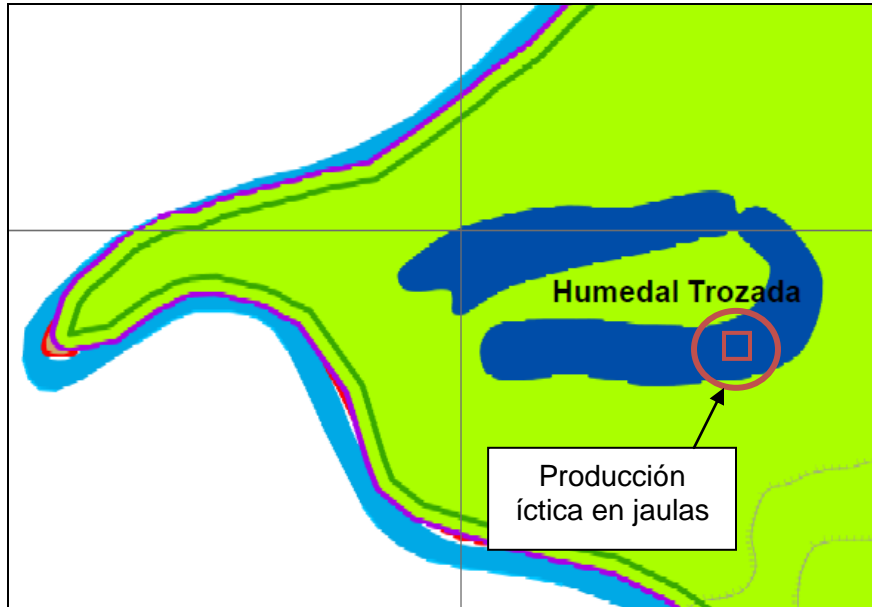


Figura 6.22. Mapa de Zonificación humedal La Trozada - Fortalecimiento producción íctica.

**COSTOS DEL PROYECTO:**

Tabla 6.36. Costos Fortalecimiento producción íctica

Descripción	Cantidad	\$ Costo	Costo Total \$	Costo Total \$ inicial (2012)	Costo Total\$ proyecto acumulado con proyección a horizonte del Plan
Suministro de alimento		6.000.000	6.000.000	11.000.000	156.270.000
Adquisición de alevinos	5.000	1.000	5.000.000		

**EJECUTORES:**

Comité Interinstitucional: CVC, Pescadores, Secretaria Departamental de Agricultura y Pesca, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**INDICADORES:**

Kg producidos.  
Pescadores beneficiados.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

### 6.5.3.3.3. Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales, bosque seco inundable.

#### **JUSTIFICACIÓN:**

Para la consolidación de los bosques a plantar es necesario que permanentemente se realicen las acciones requeridas de mantenimiento forestal, de seguimiento a su evolución, y aplicar las acciones correctivas que garanticen su cultivo por el tiempo que tarda el Plan de Manejo Ambiental. Lo anterior es una medida en el contexto del manejo eficiente de los recursos públicos, por lo que no se trata solamente de avanzar en la reforestación, sino que se requiere iniciar el seguimiento hasta que se consolide el Bosque, la infraestructura biológica para que se disparen los procesos biológicos al interior del Humedal.

#### **Objetivo General:**

Mantener en buenas condiciones fitosanitarias las plantaciones forestales sembradas.

#### **Objetivos Específicos:**

Consolidar el bosque plantado. Favorecer el crecimiento y consolidación de las plantaciones.

#### **Metas:**

- Consolidar un bosque de 190.3 ha de bosque seco inundable.

#### **Actividades y requerimientos:**

- Plateo.
- Limpia de Calles.
- Podas.
- Control fitosanitario suministrando: insecticidas y fungicidas biológicos para el control de plagas y enfermedades.
- Resiembra.
- Fertilización.

#### **DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**



Figura 6.23. Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales

**COSTOS DEL PROYECTO:**

**RESUMEN**

Tabla 6.37. Costos Mantenimiento, protección y conservación

Descripción	Unidad	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$ Inicial (2012)
Mantenimiento y protección de plantaciones forestales	ha	723.614	190.3	137.703.744

**ANÁLISIS UNITARIO**

Tabla 6.38. Análisis Unitario Mantenimiento, protección y conservación

DISEÑO DE PLANTACION:			Costo Unitario \$
1. Cantidad de Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK	80	1.500
2. Cantidad de Correctivos / Ha (Kgr.)		0	0
3. Cantidad de Microelementos / Ha (Kg.)		0	0
4. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg.)	Lorsban	3,0	6.000
5. Costo por jornal			25.000
6. Transporte Insumos (15% de Insumos)		16%	
		0%	METAS TOTALES
<i>Costos proyectados en pesos de 2008</i>			

**Tabla 6.39.** Análisis Unitario 2 Mantenimiento, protección y conservación

CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total Hectarea (\$)
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1. MANO DE OBRA				
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	0,0	25.000	0
Trazado	Jornal	0,0	25.000	0
Plateo	Jornal	4,0	25.000	100.000
Ahoyado	Jornal	2,0	25.000	50.000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Transporte interno de insumos	Jornal	1,0	25.000	25.000
Plantación (siembra)	Jornal	0,0	25.000	0
Control fitosanitario	Jornal	0,5	25.000	12.500
Reposición (Replante)	Jornal	2,0	25.000	50.000
Limpias	Jornal	4,0	25.000	100.000
Podas de formación	Jornal	0,0	25.000	0
Adecuación de caminos	Jornal	0,0	25.000	0
Protección de incendios	Jornal	1,0	25.000	25.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA		15,5		387.500
1.2. INSUMOS				
Plántulas (10% repos.)	Plántones	15	15.000	225.000
Fertilizantes	Kgr.	32	1.500	48.000
Correctivos	Kgr.	0	0	0
Microelementos	Kgr.	0	0	0
Insecticidas	Kgr.	3,0	6.000	18.000
SUBTOTAL INSUMOS				291.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS				678.500
2. COSTOS INDIRECTOS				
				0
Transp. Insumos				45.114
				0
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				45.114
TOTAL MANTENIMIENTO				723.614

**EJECUTORES:**

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**INDICADORES:**

Hectáreas de bosque seco inundable consolidadas.

Hectáreas de bosque productor protector consolidadas.

**6.5.4. PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL**

**6.5.4.1. SUBPROGRAMA EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**



#### 6.5.4.1.1. Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal

##### **JUSTIFICACIÓN:**

Resulta muy edificante para los niños, crear lazos afectivos con el ecosistema, para que al crecer, tengamos hombres respetuosos de los Humedales, y con principios sólidos en bioética, para que opten siempre por la vida y su conservación como opción.

La vinculación de la comunidad escolar e infantil a los objetivos de conservación es quizás la labor de mayor sostenibilidad, puesto que estas acciones con el correr del tiempo darán frutos. Las acciones de educación ambiental deben estar ligadas a las acciones, al aprender haciendo, de modo que el saber pase por la praxis para que se integre en la naciente personalidad de los niños.

##### **Objetivo General:**

Asesorar y apoyar las actividades que permitan fortalecer los PRAES en las instituciones educativas del área rural y urbana de influencia directa del Humedal, de manera que los jóvenes, profesores y demás miembros de la comunidad educativa sean actores representativos en el proceso de recuperación y Conservación del Humedal.

##### **Objetivos Específicos:**

- Una exposición itinerante que pueda servir como elemento dinamizador en relación con la conservación del ecosistema.
- Disponer de material informativo dirigido a las diferentes instituciones del área de influencia cercana al Humedal para mantener un flujo de Información continuada y constante sobre su valor ecológico y ambiental.
- Realización de actividades en centros escolares, locales municipales, etc. por ONG y entidades locales relacionadas con el conocimiento, comprensión, funciones y valores de los humedales que justifican su conservación.
- Conformación y consolidación de grupos comunitarios dispuestos a adelantar actividades para conservar el Humedal.

##### **Metas:**

Capacitar y vincular a los objetivos de conservación a 30 escolares/año.

##### **Actividades:**

- Realizar Jornadas, donde se cubran temáticas tales como: manejo de residuos sólidos, reforestación y conservación del ecosistema.
- Ilustrar sobre los bienes, servicios ambientales y atributos del humedal, contextualizándolo con sus condiciones ambientales específicas, aunado a prácticas de restauración ambiental, como jornadas de recolección de residuos y reforestación, dirigidos a la comunidad comprometida con los objetivos de conservación marcados en el Plan de Manejo.

**Tabla 6.40.** Costos Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al Humedal



Descripción	Unidad	Costo	Costo Total\$ Año 2012	Costo Total\$ Proyectado a horizonte plan
Capacitación y desarrollo de Talleres	Gb	1.000.000	2.000.000	10.500.000
Desarrollo de actividades	Gb	1.000.000		

**Costo Total = \$2.000.000**

**Ejecutores:**

Convenio Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle, Instituciones educactivas del Municipio de Buga.

**Indicadores:**

Número de proyectos ambientales escolares formulados.  
 Número de proyectos ambientales escolares implementados.  
 Número de escolares incluidos.

*6.5.4.2. SUBPROGRAMA FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL*

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.4.2.1. Observatorio socioambiental

**JUSTIFICACIÓN:**

Los modernos canales de comunicación han demostrado ser una herramienta poderosa de socialización, acceso, conocimiento y participación. CVC ha avanzado en la construcción del Observatorio Ambiental del Valle del Cauca, es necesario continuar con su elaboración, incluir en él la temática de humedales, de modo que se disponga de un instrumento de fácil acceso y comprensión para toda la ciudadanía.

Proponemos crear un Observatorio específico para Humedales, adscrito al Observatorio Corporativo, que sistematice la mayor cantidad de conocimiento que se ha elaborado sobre los ecosistemas de humedal, incluyendo evaluaciones, conceptos, monitoreos, entre otros; el cual debe funcionar como un canal de doble banda que permita a su vez la retroalimentación de las personas que accedan a él, por lo cual es necesario un profesional para su administración.

**Objetivo General:**

Construcción y alimentación del observatorio Socioambiental de Humedal, articulado al observatorio ambiental de la CVC

**Objetivos Específicos:**

Contar con un instrumento flexible, de fácil acceso que contenga la mayor información y sistematización de conocimientos del Humedal, y permita realizar el monitoreo, evaluación y recomendaciones de manejo a toda la comunidad vinculada virtualmente.

**Metas:**

- Montaje del observatorio ambiental
- Sistematización del plan de manejo.
- Sistematización de informes y conceptos relativos al plan de manejo.

**Actividades:**

- Suministro de equipos.
- Construcción e implementación de herramientas de redes sociales – Pagina web, Facebook, Twitter y Blogs para la permanente vigilancia del humedal.
- Capacitación para el uso y alimentación de herramienta informática de redes sociales a líderes comunitarios.
- Articulación de la herramienta informática local del humedal La Trozada, con el observatorio ambiental de la CVC.

**Tabla 6.41. Costos Observatorio socioambiental**

Código	Descripción	Unidad	Costo	Total
	Suministro de computador	1	1.500.000	<b>1.500.000</b>
	Construcción e implementación de herramientas de redes sociales – Pagina web, Facebook, Twitter y Blogs para la permanente vigilancia del humedal.	1	2.000.000	<b>2.000.000</b>
	Recolección y sistematización de toda la información disponible realizada, tales como: Estudio Plan de Manejo Ambiental, Estudios anteriores, expediente ambiental corporativo, informes, monitoreos ambientales, conceptos ambientales corporativos, fotografías, cartografía, acuerdos y legislación pertinente. Inclusión con sistema de alarma de los resultados de los monitoreos ambientales, indicadores y fichas de seguimiento	1	3.000.000	<b>3.000.000</b>
	Capacitación para el uso y alimentación de herramienta informática de redes sociales a líderes comunitarios.	1	2.000.000	<b>2.000.000</b>
	Articulación de la herramienta informática local del humedal La Trozada, con el observatorio ambiental de la CVC.	1	2.000.000	<b>2.000.000</b>

**Costo Total = \$10.500.000**

**Ejecutores:**

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

Aplicativo construido  
Herramienta en funcionamiento.

**NOMBRE DEL PROYECTO:****6.5.4.2.2. Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental****JUSTIFICACIÓN:**

El Observatorio Ambiental demanda que continuamente se incluyan los resultados del monitoreo y la evaluación de las características ecológicas del Humedal, de modo que se ajuste al enfoque metodológico del ciclo adaptable, definido por la Ramsar y adoptado por Colombia, mediante la Resolución 196 de 2006.

El conjunto de indicadores del sistema de monitoreo requiere de la mayor comunicación, así como de actualización permanente. Todos los trabajos materiales e inmateriales que se realicen deben de ser de acceso total a la comunidad, de manera que se vinculen al proceso muchas personas y se estimule su participación.

**Objetivo General:**

Sistematización y actualización del observatorio Socioambiental de Humedal, articulado al observatorio ambiental de la CVC

**Objetivos Específicos:**

Mantener actualizada la disponibilidad de información referente al ecosistema.

Posibilitar la interacción, y retroalimentación de la comunidad virtual del plan de Manejo Ambiental, en las acciones del ciclo de manejo adaptable (monitoreo, evaluación, y redefinición de acciones de implementación).

**Metas:**

Observatorio ambiental en operación.

Actividades de Recolección y sistematización:

- Plan de Manejo Ambiental
- Estudios anteriores
- Expediente ambiental Corporativo
- Informes
- Monitoreos ambientales
- Conceptos ambientales corporativos
- Fotografías
- Cartografiar
- Acuerdos y legislación pertinente.

Inclusión con sistema de alarma de los resultados de los monitoreos ambientales, indicadores y fichas de seguimiento.

**Costos del proyecto:**

**Tabla 6.42.** Costos Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental





Descripción	Unidad	Costo	Costo Total\$ Año 2012	Costo Total\$ proyectado horizonte Plan
Recolección y sistematización de toda la información disponible realizada, tales como: Estudio Plan de Manejo Ambiental, Estudios anteriores, expediente ambiental corporativo, informes, monitoreos ambientales, conceptos ambientales corporativos, fotografías, cartografía, acuerdos y legislación pertinente. Inclusión con sistema de alarma de los resultados de los monitoreos ambientales, indicadores y fichas de seguimiento	1	3.000.000	3.000.000	19.144.223

**Ejecutores:**

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

Observatorio ambiental en operación.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.4.2.3. Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.

**JUSTIFICACIÓN:**

El Plan de Manejo Ambiental debe de ser el documento rector de las instituciones que por razones misionales, constitucionales y de responsabilidad social y empresarial deben realizar esfuerzos y compromisos reales verificables que permitan la conservación del ecosistema. Instituciones estatales y privadas, de servicios, sectoriales, pescadores, activistas, propietarios y comunidad en general deben de ser incluidos, y contar con voz y voto dentro del mismo.

Se requiere que organismos como Asocaña, Cenicaña, Procaña, Ciat, Acuavalle, Universidades, Gobernación del Valle, Municipalidades, ONG, activistas y pescadores, entre otros; se adscriban a los objetivos, en el marco de un convenio articulado a las recientemente creados estamentos para atender la catástrofe de la ola invernal (Fondo de Calamidades y Colombia Humanitaria).

**Objetivo General:**

Fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal

**Objetivos Específicos:**

- Un comité coordinador conformado por representantes de los diferentes sectores sociales con la participación de: ASOCAÑA, CENICAÑA, GOBERNACION DEL VALLE,



ALCALDIA MUNICIPAL DE BUGA, CVC, PROPIETARIOS, ONG, PESCADORES ORGANIZADOS.

- Planes de acción sobre propuestas factibles del Comité local.
- Dominio y puesta en práctica de la lógica y dinámica organizacional
- Implementación de sistema de información y canales de comunicación articuladas a la conservación del Humedal que lleve a cabo la red social local.
- Manejo administrativo y operativo de la Reserva de Recursos Naturales por parte de la red social local.
- Construcción de infraestructura organizativa para el trabajo en red.
- Publicación en el observatorio ambiental.

**Metas:**

Constitución y operación de comité interinstitucional en un periodo máximo de 4 meses.

**Actividades:**

- Identificación de actores
- Realización de convocatorias
- Realización de acuerdos de participación.
- Constitución del organismo.
- Construcción, elaboración y aprobación de estatutos.
- Definición de estructura organizacional y de funcionamiento.
- Construcción de plan corporativo y de sostenibilidad.
- Construcción de acuerdos

**Costos del proyecto:**

**Tabla 6.43.** Costos Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Total
Consultoría de profesional en el área de ingeniería con experiencia en solución de conflictos ambientales y formación en Bioética.	Gb	2.500.000	4	10.000.000

**Costo Total = \$10.000.000**

**Ejecutores:**

CVC.

**Indicadores:**

Comité local interinstitucional constituido.  
Comité local en funcionamiento.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.4.2.4. Fortalecimiento del comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.

**JUSTIFICACIÓN:**

El comité interinstitucional debe mantenerse vigente y activo; su función es llevar a la praxis el plan de acción del PMA; empleando en ello el enfoque de ciclo adaptable. De allí que se vea la necesidad de apoyar su integración, y de realizar ejercicios prospectivos para la misión.

Por lo anterior se hace necesario convocar a sus integrantes periódicamente, construir un plan estratégico, con compromisos realizables, medibles, específicos y fechados, y socializar sus resultados empleando las herramientas disponibles.

**Objetivo General:**

Fortalecimiento de la organización administradora del Plan de Manejo Ambiental del Humedal.

**Objetivos Específicos:**

Construir un organismo encargado de la administración del Plan de Manejo Ambiental del ecosistema.

Consolidar un organismo que ejecute el plan de acción constitutivo del PMA.

**Metas:**

Un comité interinstitucional en funcionamiento periódico.

**Actividades:**

- Seguimiento al plan de acción del PMA.
- Seguimiento de acuerdos institucionales.
- Visitas y conceptos sobre el estado de avance del plan de acción.
- Evaluación de las políticas de manejo.

**Costos del proyecto:**

**Tabla 6.44.** Costos Fortalecimiento de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Costo Inicial\$ (2012)
Consultoría de profesional en el área de ingeniería con experiencia en solución de conflictos ambientales y formación en Bioética.	Gb	2.500.000	3	7.500.000

**Ejecutores:**

Comité Interinstitucional: CVC, propietarios, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle, Asocaña, Procaña, Propietarios, Comunidad.

**Indicadores:**

Comité local interinstitucional constituido.  
Comité local en funcionamiento.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.4.2.5. Fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa del humedal La Trozada: Censo, constitución legal, inscripción ante instituciones pertinentes, carnetización, asesoría y apoyo técnico, administrativo y financiero.

**JUSTIFICACIÓN:**

La consolidación de la agremiación de pescadores en torno al ecosistema, constituye el mejor indicador del estado de conservación del mismo. Si el ecosistema presenta buena salud en su estructura, organización y funcionamiento, entonces podrá soportar y ofrecer pesquería a la población; si colapsa o presenta detrimento en sus condiciones entonces la comunidad de pescadores también presentará la misma tendencia, de allí la importancia de mantener el grupo vigente, activo y hacer sostenible su participación y vinculación en los objetivos de conservación.

**Objetivo General:**

Fortalecimiento de la organización comunitaria del área de influencia directa del humedal.

**Objetivos Específicos:**

Consolidar y garantizar la continuidad para la obtención de los objetivos de conservación.

**Metas:**

Una organización de pescadores sólida y adscrita a los estamentos del sector de acuicultura del País.

**Actividades:**

- Capacitación en el manejo de etapas de alevinaje y juveniles.
- Capacitación en el manejo adecuado de calidad de agua (pH, Temperatura y Oxígeno).
- Capacitación en técnicas de comercialización.

**Costos del proyecto:**

**Tabla 6.45.** Costos Fortalecimiento y asesoría técnico - administrativa a la asociación de pescadores del centro del valle

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Costo Inicial \$ 2012
-------------	--------	-----------------------------	-------------------	-----------------------



Consultoría de profesional en áreas biológicas con experticia certificada en el desarrollo de proyectos de ictiología.	Gb	2.500.000	3	7.500.000
--	----	-----------	---	-----------

**Costo Total = \$7.500.000**

**Ejecutores:**

CVC.

**Indicadores:**

Organización constituida.

Numero de pescadores capacitados.

Inscripción ante instituciones sectoriales de la acuicultura.

Presentación de proyecto a instituciones para el fomento de la acuicultura.

Presentación de proyecto a instituciones de apoyo y financiación.

**6.5.5. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN**

**6.5.5.1. SUBPROGRAMA RECUPERACIÓN DE ESPACIO y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.5.1.1. Diseño paisajístico y construcción de elementos arquitectónicos para la seguridad y adecuación del espacio público en la Reserva.

**JUSTIFICACIÓN:**

Acercar a la comunidad al ecosistema, es una estrategia importante para lograr la base social que requiere el Humedal para su conservación. Es por ello que se requiere dotar de los elementos mínimos de infraestructura civil para que se realicen las actividades de conocimiento, recreación contemplativa y turismo ecológico. Además suele suceder que muchas personas de las comunidades aledañas desconozcan que cerca de su lugar de vida exista un ecosistema de Humedal, por lo que se deben señalar y difundir información sobre su riqueza, atributos, bienes y servicios que ofrecen.

**Objetivo General:**

Diseñar y construir elementos paisajísticos y arquitectónicos de la infraestructura mínima requerida para la adecuación del uso del espacio público controlado que permita ofrecer una base organizada para la educación ambiental y la recreación pasiva, compatible con los objetivos de la reserva.

**Objetivo Específico:**

Construcción y dotación de infraestructura necesaria para recreación contemplativa, educación ambiental, ecoturismo, e investigación.

**Metas:**

Construcción de sendero ecológico 2Km  
 Construcción de mirador.  
 Construcción de casetas.

**Actividades:**

- Diseños.
- Socialización con propietarios y comunidad.
- Construcción de acuerdos.
- Construcción.

**COSTOS DEL PROYECTO**

**COSTO DISEÑO**

**Tabla 6.46.** Costos Diseño paisajístico

Código	Descripción	Unidad	Costo	Total
	Diseño paisajístico	Gb	4.000.000	4.000.000

Nota: Se recomienda que este sea desarrollado por un arquitecto paisajista de la CVC. Los costos de construcción son aproximados, y se basa en otros desarrollos similares. No obstante dependen de los diseños efectuados.

**COSTO CONSTRUCCIÓN**

**Tabla 6.47.** Costos Construcción

Descripción	Unid	Cant	Costo/Unid	Sub Total	Costo Total\$
Construcción de sendero ecológico.	Km	2	7.000.000	14.000.000	177.700.000
Construcción de mirador	Obra	2	8.000.000	16.000.000	
Construcción Casetas	Obra	2	10.000.000	20.000.000	
Zonas de parqueo	m <sup>2</sup>	500	250.000	125.000.000	
Valla Informativa	Obra	1	2.500.000	2.500.000	

**EJECUTORES:**

Comité Interinstitucional: CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**INDICADORES:**

Diseño paisajístico aprobado por la CVC y la comunidad.  
 Construcción de elementos paisajísticos.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.6.1.1 Aislamiento zona anfibia +30m (externo e interno)

**JUSTIFICACIÓN:**

El aislamiento de las zonas de conservación es una medida de gran éxito, para inducir al ecosistema a su propia reparación, constituyendo una barrera para los tensores ambientales del sistema. De ésta forma el Humedal dispara los procesos inerciales para su propia recuperación. Se propone alrededor de los linderos de las propiedades se puede configurar un proyecto de aislamiento de cercas vivas, que a su vez conformen corredores biológicos.

**Objetivo General:**

Proteger la fase acuática del ecosistema, de conformidad con lo establecido en la legislación ambiental vigente.

**Objetivos Específicos:**

Proteger la zona del ecosistema definida como de área de conservación.

**Metas:**

Protección de 220.6 ha de zona anfibia de humedal.

Publicación en el observatorio ambiental.

**Actividades:**

- Realizar el proceso de concertación con los propietarios de los predios identificados.
- Medición y georeferenciación de las áreas a intervenir por predio.
- Definición de costos por predio acorde con las matrices de costos entregadas.
- Adelantar el proceso de contratación con cada uno de los propietarios de los predios concertados.
- Velar por la correcta ejecución de las actividades de aislamiento contratada con los propietarios de los predios, lo cuales se deben de basar en los siguientes ítems: trazado, ahoyado, transporte de insumos, hincado, templado y grapado, siembra de estacones, pintada e inmunizada.

**Alambre:** Se fijaran cuatro (4) hilos de alambre de púa calibre 12,5”, fijado con grapas a una distancia entre hilos de 40 cm.

**Estacones:** Con el propósito de convertir la cerca muerta en cerca viva se deben sembrar estacones de especies de la zona que permitan el rebrote cada 3 m, de esta manera se garantiza la perdurabilidad del aislamiento.

**COSTOS DEL PROYECTO**

**COSTO RESUMEN**

**Tabla 6.48.** Costos Aislamiento zona anfibia +30m

Descripción	Unidad	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Inicial \$ 2012 a desarrollar en 4 semestres
Aislamiento zona anfibia +30m	ha	788.709	220.6	173.989.205

**ANÁLISIS UNITARIOS.**

**Tabla 6.49.** Costos Aislamiento zona anfibia +30m

DISEÑO DE AISLAMIENTO		Costo Unitario \$
1. Distancia entre postes mts.	2,5	
2. Distancia pie amigos mts.	30,0	
3. Hilos alambre	3,0	
4. # Postes/KM	400,0	4.600
5. # Postes Piamigo/KM	33,0	4.600
6. Rollos alambre/KM	9,0	130.000
7. Grapas/km en kg.	9,0	4.500
8. Costo por Jornal		25.000
10 Costo Transp. mayor (17% de insumos)	17%	
11. Herramientas (5% M.O.)		

ITEM	COSTOS / KM (1000 ML)			COSTOS/ ML \$	COSTOS/HA
	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$		
1. Mano de obra					
Trazado	4	25.000	100.000	100	16.600
Ahoyado	12	25.000	300.000	300	49.800
Transporte menor	7	25.000	175.000	175	29.050
Hincado	4	25.000	100.000	100	16.600
Templado y grapado	5	25.000	125.000	125	20.750
Subtotal mano de obra	32		800.000	800	132.800
2. Insumos					
Alambre de pua (Rollo)	9,0	130.000	1.170.000	1.170	194.220
Postes	400,0	5.000	2.000.000	2.000	332.000
Pie Amigos	33,0	5.000	165.000	165	27.390
Grapa (Kgr.)	9,0	4.500	40.500	41	6.723
SUBTOTAL INSUMOS			3.375.500	3.376	560.333
Transporte mayor			575.759	576	95.576
Herramientas			0	0	0
<b>TOTAL AISLAMIENTO</b>			<b>4.751.259</b>	<b>4.751</b>	<b>788.709</b>

Tipo de poste	Madera
Dimensión (Largo m - Diámetro cm)	2 - 10
Inmunización	SI
Distancia entre postes (m)	2,50
Distancia entre pie de amigos (m)	30,0
Calibre alambre de púa	12,5
Rollos de Alambre / Ha	1,5

Número de hilos	3,0
Distancia entre hilos (cm)	40
Metros de alambre por rollo	350
Dimensión del hoyo cms. (prof. x lados)	50*40*40
Número de grapas por kilo	0
Postes y Pie Amigos / Ha	72
Kilos de Grapas / Ha	1,5



**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Buga, Gobernación del Valle.

**Indicadores:**

220.6 Ha aisladas

***PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA*****NOMBRE DEL PROYECTO:**

Plan de Conectividad Sistema Rio Cauca - Humedales. Propuesta de modelización de la dinámica del sistema complejo del alto río Cauca como estrategia alternativa para enfrentar la crisis ecológica por eventos climáticos extremos.

**JUSTIFICACIÓN:**

Hoy por hoy urge concebir y aplicar un modelo que se base en los revolucionarios paradigmas científicos de vanguardia, tales como la teoría de los sistemas dinámicos no lineales, del caos, la complejidad, la geometría fractal y la lógica difusa. Las modernas técnicas de modelización, construidas sobre esta base, han demostrado ampliamente su efectividad, en la medida en que logran entender, predecir y controlar con precisión asombrosa los fenómenos físicos y ecológicos.

La vieja concepción mecanicista, propia de las teorías científicas del siglo XVIII, reduccionistas, sectoriales y mecánicas, han sido y continúan siendo la herramienta con la que vemos y modificamos nuestros territorios; y ha sido esa ciencia, e ingeniería la que ha dirigido y sigue dirigiendo la planificación y praxis de las Instituciones, sobre sus ecosistemas. Actualmente esta ampliamente reconocido que esos modelos han sido la causa de la mayor crisis transversal de la historia.

No existe en el País una correcta valoración del servicio ambiental de los humedales en las amortiguaciones de las crecientes invernales y estabilidad climática de las regiones. Aunque de manera general se sabe de su importancia, aún no se tiene un modelo que permita determinar cualitativa, y mucho menos la medida en la cual ocurre tal regulación.

La modelización matemática propuesta se basa en sistemas dinámicos discretos para el estudio de las interacciones humedales –río, la cual tiene en cuenta el uso del suelo, que permite analizar los efectos del cambio climático, y estimar el actual estado de funcionalidad que prestan los humedales en el amortiguamiento de las inundaciones.

El modelo en su parte dinámica se puede integrar a diferentes modelos matemáticos del Río, en especial es compatible con modelos basados en las ecuaciones Navier Stokes, de tal forma que se pueda utilizar con herramientas como MIKE11, con las cuales hay mucho trabajo adelantado, aunque se puede extender para tener una concepción holística; consideramos que se deben construir modelizaciones de este tipo que permitan una transición y aprovechen el camino recorrido en otros trabajos. De allí que sea necesaria la compatibilidad, así mismo la flexibilidad para abrirle campo herramientas de mejor desempeño.

El modelo usa información de sistemas GIS, para el modulo de uso del suelo, e información obtenida por medio de sensores inteligentes para hacer simulaciones en tiempo real en el modulo dinámico que pueda ser integrada a sistemas de predicción y alerta temprana.

A través de la herramienta se propone construir un índice para medir el aporte de humedales a la estabilidad del Río, que es importante para determinar la utilidad de los humedales frente a los problemas de inundaciones, y cual es la forma adecuada de manejarlos para optimizar tal bien ambiental.

Se concibe un modelo lo suficientemente generalizable, como para que se pueda aplicar y adaptar con facilidad para el estudio, predicción e instrumentación de cualquier humedal o complejo de humedales, puesto que considera como un solo sistema modular, de estructura fractal, en donde la parte o subsistema conserva la misma organización y funcionamiento del todo.

El código fuente se publicara por medio de licencias de código abierto, lo que permite que el modelo se pueda seguir extendiendo y usando por diferentes grupos de investigación, que es lo más lógico en un proyecto que esta hecho para el servicio público.

### **Objetivo:**

Proponer un modelo para la rehabilitación de la conectividad Humedales -Rio, como instrumento para el conocimiento, predicción y control del sistema, como instrumento básico en los Planes de mitigación del riesgo por inundaciones, y en el ordenamiento del espacio fluvial Vallecaucano.

### **Objetivos Específicos:**

- Análisis y determinación del posible comportamiento caótico de la hidrología Vallecaucana.
- Determinación de la dimensión Fractal, y de atractores caóticos basados en los datos climatológicos.

- construcción de modelo matemático modular para el estudio de la dinámica del sistema humedales-río.
- Diseño de conectividad.

**Metas:**

Construcción de modelo matemático modular para el estudio de la dinámica Sistema Humedales – Río.

**Actividades:**

- Construcción de un modelo de dinámica de fluidos en medios porosos basada en autómatas celulares, se usa una variación del método de retículos de Boltzmann que incluye el índice de Conley para determinar la estabilidad del sistema.
- Construcción de un módulo basada en autómatas celulares y conjuntos difusos para determinar el impacto de los usos del suelo en los humedales.
- Construcción de un módulo para el estudio de la dinámica de fluidos en medios con vegetación.
- Se usa un modelo topológico para el estudio de la distribución de sedimentos en los humedales.
- Determinación de distribuciones estadísticas fractales para determinar periodos de actividad entre río y humedales.
- Uso de modelos de regresión y redes neuronales Bayesianas y aprendizaje asistido por variedades para estudiar los usos del suelo en el pasado e integrarlos en el modelo para usos en sistemas de predicción.
- Protocolo de *remote sensing* para la adquisición y procesamiento de la información, incluye un protocolo de sensores inteligentes.
- Protocolo para el procesamiento de la información obtenida de sistemas GIS y elaboración de índices de bifurcación de sistema estable a caótico basados en el índice de Conley, este el indicador de sensibilidad del sistema, que se puede usar como una herramienta en planes de gestión.

**Alcances.**

- El modelo puede ser usado para construir planes efectivos de conservación y para la evaluación de los planes en curso.
- El modelo permite evaluar la eficacia e importancia de los planes de reforestación para el sistema humedal-río y su impacto en la prevención de inundaciones.
- El modelo se puede usar para diseñar planes de usos del suelo y modelar el impacto ambiental y económico.
- El modelo permite entender la forma en que se depositan los sedimentos en los humedales y como esto influye en su dinámica, lo cual es importante para la gestión de obras civiles, planes de dragado y acciones destinadas a la preservación y optimizaron de los humedales como sistemas de regulación del río. Por ejemplo permite determinar si el dragado en una zona va a aumentar o disminuir la capacidad reguladora del humedal.

- Al entender la dinámica de los humedales y su papel regulador podemos plantearnos la construcción de humedales o sistemas artificiales que ayuden a mitigar los efectos devastadores de las olas invernales, en los cuales el modelo se puede usar para construir las herramientas de simulación necesarias.
- El modelo se puede integrar a modelos ecológicos que tengan en cuenta las especies y los ciclos de nutrientes, esto nos daría una idea del papel que juegan los humedales para la absorción de gases de efecto invernadero.
- El modelo es de fácil implementación y de gran eficiencia computacional y puede correr en sistemas de computación distribuida o en paralelo, lo que lo hace varias veces más eficiente y preciso que otros sistemas basados en aproximaciones de ecuaciones no lineales por medio de elementos finitos, como las extensiones de Mike11 para el estudio de humedales.
- Construcción de un protocolo para el diseño de una red de sensores inteligentes de bajo costo y de alta conectividad, esta red de sensores permite el procesamiento de datos en tiempo real y puede ser usada para complementar los sistemas de alerta temprana.
- Permite determinar el efecto de las aguas subterráneas en el humedal y su papel en las inundaciones.
- El modelo es de tipo difusión y se puede extender a un modelo global para el estudio del río y de los humedales como un solo sistema, es muy eficiente computacionalmente y permite el análisis en tiempo real (que no es una característica bien implementada en modelos tipo Navier Stokes por la complejidad de las propias ecuaciones), que es esencial para los sistemas de alerta temprana.
- El modelo permite el estudio de filtraciones de aguas estancadas por efecto de las inundaciones, lo cual es un problema importante para la recuperación de las zonas afectadas.
- Su desarrollo en código abierto permite el aprovechamiento y mejoramiento por parte de otros grupos de investigación.

### COSTOS DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Costo Inicial\$
				2012
director del proyecto: ingeniero con conocimientos y experiencia en hidrodinámica, modelación matemática y física de sistemas complejos	Gb	4.800.000	6	28.800.000
subdirector: Ingeniero con conocimiento y experiencia en hidrodinámica y modelación matemática.	Gb	4.800.000	6	28.800.000



Matemático con conocimientos en sistemas dinámicos y topología computacional	Gb	4.200.000	6	25.200.000
Tecnólogo con conocimiento en manejo de suelos y en medición de variables ambientales	Gb	2.700.000	3	8.100.000
Físico con conocimiento en mecánica estadística y sistemas de difusión	Gb	3.600.000	3	10.800.000
Matemático con conocimientos en simulación	Gb	3.600.000	3	10.800.000
Programador con conocimientos en desarrollo de GUI, programación en Perl y computación numérica en Python	Gb	2.500.000	3	7.500.000
Técnico o tecnólogo en electrónica con conocimiento en sensores y sistemas embebidos.	Gb	2.500.000	3	7.500.000
Estadístico con conocimiento en R y descubrimiento de conocimiento en bases de datos	Gb	3.600.000	3	10.800.000
Asistente - Administrados para el manejo de documentación	Gb	1.500.000	6	9.000.000
<b>TOTAL (1.1) + (1.2)</b>				<b>147.300.000</b>
<b>ADMINISTRACION</b>				
oficina	mes	600.000	6	\$ 3.600.000,00
mensajería y comunicaciones		GB		\$ 1.680.000,00
papelera, fotografía y audiovisuales		GB		\$ 4.600.000,00
transporte		GB		\$ 7.200.000,00



alquiler de equipos electrónicos y de verificación de campo	GB	\$ 6.000.000,00
<b>Subtotal 1.2</b>		<b>\$ 23.080.000,00</b>
<b>TOTAL (1.1) + (1.2)</b>		<b>\$ 170.380.000,00</b>

TOTAL COSTO DEL PROYECTO = \$170.380.000

**EJECUTORES:**

Comité Interinstitucional, CVC, ONG, Gobernación del Valle.

**INDICADORES:**

Modelo matemático modular construido para el estudio de la dinámica del sistema Humedal – Río.

***PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA***

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

Plan de Conectividad Sistema Rio Cauca - Humedales. Propuesta de modelización de la dinámica del sistema complejo del alto río Cauca como estrategia alternativa para enfrentar la crisis ecológica por eventos climáticos extremos.

**JUSTIFICACIÓN:**

Hoy por hoy urge concebir y aplicar un modelo que se base en los revolucionarios paradigmas científicos de vanguardia, tales como la teoría de los sistemas dinámicos no lineales, del caos, la complejidad, la geometría fractal y la lógica difusa. Las modernas técnicas de modelización, construidas sobre esta base, han demostrado ampliamente su efectividad, en la medida en que logran entender, predecir y controlar con precisión asombrosa los fenómenos físicos y ecológicos.

La vieja concepción mecanicista, propia de las teorías científicas del siglo XVIII, reduccionistas, sectoriales y mecánicas, han sido y continúan siendo la herramienta con la que vemos y modificamos nuestros territorios; y ha sido esa ciencia, e ingeniería la que ha dirigido y sigue dirigiendo la planificación y praxis de las Instituciones, sobre sus ecosistemas. Actualmente esta ampliamente reconocido que esos modelos han sido la causa de la mayor crisis transversal de la historia.

No existe en el País una correcta valoración del servicio ambiental de los humedales en las amortiguaciones de las crecientes invernales y estabilidad climática de las regiones. Aunque de manera general se sabe de su importancia, aún no se tiene un modelo que permita determinar cualitativa, y mucho menos la medida en la cual ocurre tal regulación.

La modelización matemática propuesta se basa en sistemas dinámicos discretos para el estudio de las interacciones humedales –río, la cual tiene en cuenta el uso del suelo, que permite analizar los efectos del cambio climático, y estimar el actual estado de funcionalidad que prestan los humedales en el amortiguamiento de las inundaciones.

El modelo en su parte dinámica se puede integrar a diferentes modelos matemáticos del Río, en especial es compatible con modelos basados en las ecuaciones Navier Stokes, de tal forma que se pueda utilizar con herramientas como MIKE11, con las cuales hay mucho trabajo adelantado, aunque se puede extender para tener una concepción holística; consideramos que se deben construir modelizaciones de este tipo que permitan una transición y aprovechen el camino recorrido en otros trabajos. De allí que sea necesaria la compatibilidad, así mismo la flexibilidad para abrirle campo herramientas de mejor desempeño.

El modelo usa información de sistemas GIS, para el modulo de uso del suelo, e información obtenida por medio de sensores inteligentes para hacer simulaciones en tiempo real en el modulo dinámico que pueda ser integrada a sistemas de predicción y alerta temprana.

A través de la herramienta se propone construir un índice para medir el aporte de humedales a la estabilidad del Río, que es importante para determinar la utilidad de los humedales frente a los problemas de inundaciones, y cual es la forma adecuada de manejarlos para optimizar tal bien ambiental.

Se concibe un modelo lo suficientemente generalizable, como para que se pueda aplicar y adaptar con facilidad para el estudio, predicción e instrumentación de cualquier humedal o complejo de humedales, puesto que considera como un solo sistema modular, de estructura fractal, en donde la parte o subsistema conserva la misma organización y funcionamiento del todo.

El código fuente se publicara por medio de licencias de código abierto, lo que permite que el modelo se pueda seguir extendiendo y usando por diferentes grupos de investigación, que es lo más lógico en un proyecto que esta hecho para el servicio público.

### **Objetivo:**

Proponer un modelo para la rehabilitación de la conectividad Humedales -Río, como instrumento para el conocimiento, predicción y control del sistema, como instrumento básico en los Planes de mitigación del riesgo por inundaciones, y en el ordenamiento del espacio fluvial Vallecaucano.

### **Objetivos Específicos:**

- Análisis y determinación del posible comportamiento caótico de la hidrología Vallecaucana.
- Determinación de la dimensión Fractal, y de atractores caóticos basados en los datos climatológicos.
- construcción de modelo matemático modular para el estudio de la dinámica del sistema humedales-río.
- Diseño de conectividad.

### **Metas:**

Construcción de modelo matemático modular para el estudio de la dinámica Sistema Humedales – Río.

### **Actividades:**

- Construcción de un modelo de dinámica de fluidos en medios porosos basada en autómatas celulares, se usa una variación del método de retículos de Boltzmann que incluye el índice de Conley para determinar la estabilidad del sistema.
- Construcción de un módulo basada en autómatas celulares y conjuntos difusos para determinar el impacto de los usos del suelo en los humedales.
- Construcción de un módulo para el estudio de la dinámica de fluidos en medios con vegetación.
- Se usa un modelo topológico para el estudio de la distribución de sedimentos en los humedales.
- Determinación de distribuciones estadísticas fractales para determinar periodos de actividad entre río y humedales.
- Uso de modelos de regresión y redes neuronales Bayesianas y aprendizaje asistido por variedades para estudiar los usos del suelo en el pasado e integrarlos en el modelo para usos en sistemas de predicción.
- Protocolo de *remote sensing* para la adquisición y procesamiento de la información, incluye un protocolo de sensores inteligentes.
- Protocolo para el procesamiento de la información obtenida de sistemas GIS y elaboración de índices de bifurcación de sistema estable a caótico basados en el índice de Conley, este el indicador de sensibilidad del sistema, que se puede usar como una herramienta en planes de gestión.

### **Alcances.**

- El modelo puede ser usado para construir planes efectivos de conservación y para la evaluación de los planes en curso.



- El modelo permite evaluar la eficacia e importancia de los planes de reforestación para el sistema humedal-río y su impacto en la prevención de inundaciones.
- El modelo se puede usar para diseñar planes de usos del suelo y modelar el impacto ambiental y económico.
- El modelo permite entender la forma en que se depositan los sedimentos en los humedales y como esto influye en su dinámica, lo cual es importante para la gestión de obras civiles, planes de dragado y acciones destinadas a la preservación y optimizaron de los humedales como sistemas de regulación del río. Por ejemplo permite determinar si el dragado en una zona va a aumentar o disminuir la capacidad reguladora del humedal.
- Al entender la dinámica de los humedales y su papel regulador podemos plantearnos la construcción de humedales o sistemas artificiales que ayuden a mitigar los efectos devastadores de las olas invernales, en los cuales el modelo se puede usar para construir las herramientas de simulación necesarias.
- El modelo se puede integrar a modelos ecológicos que tengan en cuenta las especies y los ciclos de nutrientes, esto nos daría una idea del papel que juegan los humedales para la absorción de gases de efecto invernadero.
- El modelo es de fácil implementación y de gran eficiencia computacional y puede correr en sistemas de computación distribuida o en paralelo, lo que lo hace varias veces más eficiente y preciso que otros sistemas basados en aproximaciones de ecuaciones no lineales por medio de elementos finitos, como las extensiones de Mike11 para el estudio de humedales.
- Construcción de un protocolo para el diseño de una red de sensores inteligentes de bajo costo y de alta conectividad, esta red de sensores permite el procesamiento de datos en tiempo real y puede ser usada para complementar los sistemas de alerta temprana.
- Permite determinar el efecto de las aguas subterráneas en el humedal y su papel en las inundaciones.
- El modelo es de tipo difusión y se puede extender a un modelo global para el estudio del río y de los humedales como un solo sistema, es muy eficiente computacionalmente y permite el análisis en tiempo real (que no es una característica bien implementada en modelos tipo Navier Stokes por la complejidad de las propias ecuaciones), que es esencial para los sistemas de alerta temprana.
- El modelo permite el estudio de filtraciones de aguas estancadas por efecto de las inundaciones, lo cual es un problema importante para la recuperación de las zonas afectadas.
- Su desarrollo en código abierto permite el aprovechamiento y mejoramiento por parte de otros grupos de investigación.

## COSTOS DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Costo Inicial\$
				2012
director del proyecto: ingeniero con conocimientos y experiencia en hidrodinámica, modelación matemática y física de sistemas complejos	Gb	3.800.000	6	22.800.000
subdirector: Ingeniero con conocimiento y experiencia en hidrodinámica y modelación matemática.	Gb	3.800.000	6	22.800.000
Biólogo - Ecólogo estudios de matemática aplicada y física de sistemas complejos	Gb	3.000.000	3	9.000.000
ingeniero Geólogo	Gb	3.000.000	3	9.000.000
Matemático con conocimientos en sistemas dinámicos y topología computacional	Gb	3.500.000	6	21.000.000
Tecnólogo con conocimiento en manejo de suelos y en medición de variables ambientales	Gb	2.500.000	3	7.500.000
Físico con conocimiento en mecánica estadística y sistemas de difusión	Gb	3.500.000	3	10.500.000
Matemático con conocimientos en simulación	Gb	3.600.000	3	10.800.000
Programador con conocimientos en desarrollo de GUI, programación en Perl y computación numérica en Python	Gb	2.500.000	3	7.500.000

Técnico o tecnólogo en electrónica con conocimiento en sensores y sistemas embebidos.	Gb	2.400.000	3	7.200.000
Estadístico con conocimiento en R y descubrimiento de conocimiento en bases de datos	Gb	3.400.000	3	10.200.000
Asistente - Administrados para el manejo de documentación	Gb	1.500.000	6	9.000.000
<b>subtotal 1.1</b>				<b>147.300.000</b>
<b>ADMINISTRACION</b>				
oficina	mes	600.000	6	\$ 3.600.000,00
mensajería y comunicaciones	GB			\$ 1.680.000,00
papelería, fotografía y audiovisuales	GB			\$ 4.600.000,00
transporte	GB			\$ 7.200.000,00
alquiler de equipos electrónicos y de verificación de campo	GB			\$ 6.000.000,00
<b>Subtotal 1.2</b>				<b>\$ 23.080.000,00</b>
<b>TOTAL (1.1) + (1.2)</b>				<b>\$ 170.380.000.00</b>

TOTAL COSTO DEL PROYECTO = \$170.380.000

**EJECUTORES:**

Comité Interinstitucional, CVC, ONG, Gobernación del Valle.

**EQUIPO EJECUTOR**

- Ingeniero con conocimientos y experiencia en hidrodinámica, modelación matemática y física de sistemas complejos.
- Ingeniero con conocimiento y experiencia en hidrodinámica y modelación matemática.
- Matemático con conocimientos en sistemas dinámicos y topología computacional.
- Tecnólogo con conocimiento en manejo de suelos y en medición de variables ambientales.
- Físico con conocimiento en mecánica estadística y sistemas de difusión.
- Matemático con conocimientos en simulación.



- Programador con conocimientos en desarrollo de GUI, programación en Perl y computación numérica en Python.
- Técnico o tecnólogo en electrónica con conocimiento en sensores y sistemas embebidos.
- Estadístico con conocimiento en R y descubrimiento de conocimiento en bases de datos.
- Asistente - Administrados para el manejo de documentación.

**INDICADORES:**

Modelo matemático modular construido para el estudio de la dinámica del sistema Humedal – Río.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

Barrenetxea, C. 2007. Problemas resueltos de contaminación ambiental: cuestiones y problemas. 216 p. ISBN 9788497321884

Barreto, G. & A. Herrera. 1998. Foraging patterns of capybara in seasonally flooded lands of Venezuela. J. Tr. Ecol. 14: 87-98.

Bolívar W., Echeverri J., Reyes M., Gómez N., Salazar M. I., Muñoz L. A., Velasco E., Castillo L. S., Quiceno M. P., García R., Pfaiffer A. M., Giraldo A. y Ruiz S. L. 2004. Plan de acción en biodiversidad del Valle del Cauca: Propuesta técnica. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. pp.166.

Bolívar, W & Renjifo, J. M. 2004. *Dendropsophus columbianus*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Descargada el 8 de Noviembre de 2011.

CALDERON, Eduardo. Listas Rojas Preliminares de Plantas Vasculares de Colombia, incluyendo orquídeas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [on-line]. URL: [http://www.humboldt.org.co/conservacion/plantas\\_amenazadas.htm](http://www.humboldt.org.co/conservacion/plantas_amenazadas.htm).

Castillo L. S., González, M., Comp. 2007. Avances En La Implementación Del Plan De Acción En Biodiversidad Del Valle Del Cauca. Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca. Conservación de recursos biológicos. Cali. Colombia.

Castro-Herrera, F., & Vargas-Salinas, F. 2008. Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Biota Colombiana, 9 (2): 251 – 277.

Castro-Herrera, F., Bolivar, W. & Herrera-M, M. I. 2007. Guía de anfibios y reptiles del Bosque de Yotoco, Valle del Cauca, Colombia. Grupo de investigación Laboratorio de herpetología, Universidad del Valle, Cali. Colombia. 70p.

Castro-Herrera, F., Kattan, G. & Murcia, C. 1983. Serpientes corales verdaderas y falsas del Valle del Cauca. Colombia. Coagro: 45: 15 – 43.

CRC - WWF 2006. Caracterización Ambiental preliminar de los humedales de la meseta de Popayan y puracé en el departamento del Cauca. Convenio No 1065-2212-04

CRC-WWF. 2004. Caracterización ambiental preliminar de los humedales de la meseta de Popayán y Puracé en el departamento del Cauca. Convenio 1065-22-1204.



Crump, M.L. y Scott N. Jr. (1994). Visual Encounter Surveys. In R. W. Heyer, Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek L.A. and Foster M.S. (Ed). Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington and London. Pag: 84-92

CVC-Asoyotoco. 2007. Plan de manejo ambiental integral Humedal Laguna de Sonso, Mpio de Guadalajara de Buga. Convenio No. 136 de 2005.

CVC-Fundación Natura (2003). PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LAS MADREVIEJAS LA TROZADA, BOCAS DE TULUA, MADRIGAL, LA HERRADURA Y CEMENTERIO. Contrato de consultaría No 0139. Cali. Colombia.

CVC-IAvH. (2004). Prioridades de Conservación de Fauna (Aves y Mamíferos) de la Jurisdicción de la CVC. Cali. Colombia. 45 p.

CVC. (2006a). Coordinación, Seguimiento y Consolidación de Resultados del Trabajo de las Mesas el Plan de Acción en Biodiversidad: Agenda de investigaciones, Categorización y Priorización de Especies Amenazadas del Valle del Cauca. Informe Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC No. 314 de 2005.

Davis, T.J., Blasco, D. y Carbonell, M., 1996, Manual de la Convención de Ramsar : una guía a la Convención sobre los humedales de importancia internacional, Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

Daza-V, J.D. y Castro-H.F. (1999). Hábitos Alimenticios de la Rana Toro (*Rana catesbeiana*) Anura: Ranidae, en el Valle del Cauca, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 23(suplemento especial): 265-274.

De Leo, G.A. y Levi, S. (1997). The Multifaceted Aspects of Ecosistema Integrity. Conservation Ecology (Online) 1(1):3.  
<http://www.consecol.org/vol1/iss1/art3>

Faivovich, J., Haddad, F. B., García, P., Frost, D. R., Campbell. J & Wheeler, W. C. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and Taxonomic revision. Bulletin of the American Museum of Natural History, Central Park west at 79th St, New York, N.Y. 294: 240 pp.

Flórez, P. E. y Mondragón, C.E. (2002). Lagunas y Madreviejas del Departamento del Valle de Cauca, Colombia. CVC. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Grupo de Hidrobiología. Cali. Colombia. 48 p.

Frost, D.R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R.H., Hass, A., Haddad, C.F.B., DeSa, R.O., Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S.C., Raxworthy, C.J., Campbell, J.A., Blotto, B.L., Moler, P., Drewes, R.C., Nussbaum, R.A., Lynch, J.D., Green, D.M., Wheeler, W.C. (2006). The Amphibian Tree of Life. Bulletin of the American Museum of Natural History, 297: 1-370.

Gálvis, G. et al. (1989). Estudio ecológico de una Laguna de desborde del río Metica. Fondo FEN Colombia – Universidad Nacional de Colombia. 164 p.

Gardner A. L. 2007. Mammals of South America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago, United States. 669p.

González, M. 2006. Coordinación, Seguimiento y consolidación de resultados del trabajo de las mesas del plan de acción en biodiversidad del Valle del Cauca: Agenda de investigación en biodiversidad y vertebrados amenazados del departamento. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC.

Gutiérrez F. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuestas de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos. Alexander Von Humboldt, Bogotá, D. C Colombia. 156 p.

Gutiérrez, E., Arreguín, F., Huerto, R. y Saldaña, P. (1994). Aquatic Weed Control. Int. J. Water Resources Development. 10: 291-312.

Harley, K.L.S. (1990). The Role of Biocontrol Control in the Management of Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*. Biocontrol News and Information. 11(1): 11-22.

Hernández-Cuadrado E. & Zapata, C. V. 2008. Historia de vida de *Typhlonectes natans* (Amphibia: Gymnophiona) en América del Sur: aplicaciones potenciales. 1: (1)

IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Descargada el 2 de Noviembre de 2011.

Jeppesen, E., Søndergaard, Ma., Søndergaard, Mo. y Christoffersen, K. 1998. The structuring role of submerged macrophytes in lakes (eds.). Springer-Verlag, New York, USA.

Khanina, L. (1998). Determining Keystone Species. Conservation Ecology (Online) 2(2):R2. <http://www.consecol.org/journal/col2/iss2/resp2>.

Letts, R. & Loaiza, M. R. 2010. Monitoreo biológico de ecosistemas acuáticos: Complementos para el desarrollo de una minería limpia en Peru. Universidad Peruana Calletano Heredia. Laboratorio de ecotoxicología.

Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma J.S., Galvis V., G., Villa-Navarro, F.A., Vasquez G., L., Prada-Pedrerros, S. & Ardila R., C. (2005). Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D.C. –Colombia. 346 p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. Taxones

Examinados para el Libro Rojo de la Flora Colombiana. [on-line].  
URL: [http://www.humboldt.org.co/conservacion/amenazadas/taxa\\_amenaza.html](http://www.humboldt.org.co/conservacion/amenazadas/taxa_amenaza.html)

Mitsch, W.J. y Gosselink. J.G. 1993. Wetlands. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.

Mojica, J.I., y Alvarez-León, R. (2002). Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Serie de libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C., Colombia.

OMS, 2003: Total dissolved solids in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/16)

Ortega-Lara, A., Usma, J. S., Bonilla, P. A, Santos, N. L. (2006). Peces de la cuenca Alta del Río Cauca, Colombia. Biota Colombiana, 7 (1): 39 – 54.

Patiño, A. (1991). Ecología y Compromiso Social, Itinerario de una lucha. Activistas Ecológicos. Fondo Editorial CEREC. Santafé de Bogotá. Colombia.

Quintana, R., S. Monge & A. Malvárez. 1994. Feeding habits of capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in afforestation areas of the Lower Delta of the Parana River, Argentina. Mammalia 58: 569-580.

Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia . Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

URL: [http://www.humboldt.org.co/conservacion/aves\\_amenazadas.htm](http://www.humboldt.org.co/conservacion/aves_amenazadas.htm)

Renjifo, L. M., Franco-Maya, A. M., Amaya-Espinel, J. D., Kattan, G. H. & López-Lanús (eds.) 2002. Libro rojo de las aves de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia

Ricklefs, R. 2001. Invitación a la ecología: la economía de la naturaleza, 4ed. Editorial Médica Panamericana, Colombia. 692 p. ISBN 8479034289

Rodriguez-M, J. V. 1998. Listas preliminares de mamíferos colombianos con algún riesgo a la extinción. Informe final presentado al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.[on-line].URL: [http://www.humboldt.org.co/conservacion/Listas\\_Preliminares.htm](http://www.humboldt.org.co/conservacion/Listas_Preliminares.htm).

Rodriguez-M, J. V., Alberico, M., Trujillo, F. & Jorgenson, J. 2006. Libro Rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de especies Amenazadas de





Colombia. Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Medio ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. Colombia. 433p.

Roldán, G., Ramírez, J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical, 2ed. Universidad de Antioquia. 440 p. ISBN 9789587141443

Rueda-Almonacid, J.V., Lynch, J.D. y Amézquita, A. (Eds.) (2004). Libro rojo de los Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. ICN Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia, Bogota-Colombia. 384 p.

Salaman, P., Donegan, T. & Caro, D. 2009. Listado de Aves de Colombia 2009. Conservación Colombiana, 8: 1-89.

Savage, H. M., Rejmankova, E., Arredondojimenez, J. I., Roberts, D. R. y Rodriguez, M. H. 1990. Limnological and botanical characterization of larval habitats for 2 primary malarial vectors, Anopheles albimanus and Anopheles pseudopunctipennis, in coastal areas of Chiapas state, Mexico. Journal of the American Mosquito Control Association 6 (4): 612-620

Weller, M. W. 1999. Wetlands birds: habitat resources and conservation implications. Cambridge University Press, Cambridge.

Wetzel, R.G. 1990. Land-water interfaces: Metabolic and limnological regulators. Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie 24: 6-24.

Wilson, D. E. y D. A. Reeder (Eds). 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. 2 Vols. 2142 pp.