

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

HUMEDAL "HIGUERÓN"

Convenio de Asociación CVC No. 043 de 2010



DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA  
REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DICIEMBRE DE 2011



## TABLEA 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>
1.1. ANTECEDENTES .....	21
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>
2.1. METODOLOGÍA .....	66
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 .....	72
2.1.3. SOBRE LO SOCIOAMBIENTAL .....	77
2.1.4. EVALUACIÓN .....	78
2.1.5. ZONIFICACIÓN .....	78
2.1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS .....	79
2.1.7. PLAN DE ACCIÓN .....	79
2.2. COMPONENTE BIÓTICO .....	80
2.2.1. FAUNA .....	80
2.2.1.1. AVES .....	81
2.2.1.2. MAMÍFEROS .....	85
2.2.1.3. ANFIBIOS Y REPITLES .....	89
2.2.1.4. Peces .....	91
2.2.2. FLORA .....	92
2.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE Y ACUÁTICA .....	93
2.2.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
2.3. COMPONENTE ABIÓTICO .....	97
2.3.1. LOCALIZACIÓN .....	97
2.3.1.1. LOCALIZACIÓN HUMEDAL HIGUERÓN .....	97
2.3.2. FISIOGRAFÍA .....	97
2.3.2.1. METODOLOGÍA .....	97
2.3.2.1.1. Componente Abiótico .....	97



2.3.2.1.2.	DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL HIGUERON Y SU FRANJA PROTECTORA ...	100
2.3.2.2.	CARACTERIZACIÓN GENERAL .....	100
2.3.3.	GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y USO DEL SUELO .....	101
2.3.3.1.	GEOLOGÍA .....	101
2.3.3.2.	UNIDADES GEOLÓGICAS .....	102
2.3.4.	GEOMORFOLOGÍA .....	103
2.3.4.1.	GEOLOGIA ESTRUCTURAL .....	104
2.3.4.2.	DINÁMICA FLUVIAL.....	104
2.3.4.3.	ANÁLISIS MULTITEMPORAL SISTEMA RIO CAUCA – MADREVIEJA.....	104
2.3.5.	TIPOS DE SUELOS .....	105
2.3.5.1.	USO ACTUAL DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN DE LA MADREVIEJA 106	
2.3.5.2.	EROSIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DE CAPTACIÓN.....	108
2.3.5.3.	USO POTENCIAL.....	108
2.3.6.	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	109
2.3.6.1.	PRESENTACIÓN.....	110
2.3.6.2.	EL CICLO HIDROLÓGICO DEL HUMEDAL .....	110
2.3.6.3.	LA ECO-HIDROLOGÍA DE LOS HUMEDALES .....	111
2.3.6.4.	RÉGIMEN HIDROLÓGICO HUMEDAL HIGUERON .....	112
2.3.6.4.1.	Ubicación de la estación limnigráfica .....	112
2.3.6.4.2.	Ubicación de la estación pluviométrica e hidroclimatológica .....	113
2.3.6.4.3.	Caracterización climatológica e hidrológica .....	114
2.3.6.1.	CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DEL HUMEDAL HIGUERÓN .....	122
2.3.6.1.1.	Estudio de la conexión del Río Cauca con el humedal Higuieron .....	122
2.3.6.1.2.	Curvas Nivel-Área-Volumen .....	123
2.3.6.1.3.	Índice Área-Volumen .....	124
2.3.6.2.	BALANCE HÍDRICO PRELIMINAR .....	124
2.3.6.2.1.	Evapotranspiración.....	125
2.3.6.2.2.	Precipitación .....	127
2.3.6.2.3.	Caudal de intercambio Río Cauca - Humedal Higuieron .....	127
2.3.6.2.4.	Almacenamiento.....	127
2.3.6.2.5.	Balance.....	128
2.3.7.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	129
2.3.7.1.	Índices de calidad del agua .....	130
2.3.7.2.	Índices de calidad de agua modificado para el manejo de lagunas tropicales de inundación .....	133
2.3.7.3.	Calidad de agua en el río Cauca .....	134
2.3.7.4.	Tributarios aguas arriba del humedal Higuieron.....	135
2.3.7.5.	Calidad de agua estudios antecedentes.....	135
2.3.7.6.	Análisis de parámetros físico – químicos .....	136
2.3.7.6.1.	pH .....	136
2.3.7.6.2.	Temperatura .....	139
2.3.7.6.3.	Turbiedad.....	140
2.3.7.6.4.	Color Real.....	141
2.3.7.6.5.	DBO <sub>5</sub> .....	142
2.3.7.6.6.	Conductividad .....	143
2.3.7.6.7.	Sólidos totales .....	144
2.3.7.6.8.	Sólidos suspendidos.....	145
2.3.7.6.9.	DQO.....	146
2.3.7.6.10.	Oxígeno Disuelto .....	147
2.3.7.6.11.	Nutrientes .....	149
2.3.7.6.12.	Nitrógeno .....	149
2.3.7.6.13.	Nitrógeno Total .....	150
2.3.7.6.14.	Nitrógeno Amoniacal .....	151





2.3.7.6.15.	Nitratos .....	152
2.3.7.6.16.	Nitritos.....	152
2.3.7.6.17.	Fósforo.....	153
2.3.7.6.18.	Relación Nitrógeno : Fósforo N:P.....	155
2.3.7.6.19.	Hierro Total .....	156
2.3.7.6.20.	Clorofila.....	157
2.3.7.6.21.	Transparencia (Sechi) .....	158
2.3.7.6.22.	Coliformes Totales y Fecales .....	160
2.3.7.7.	Cálculo del índice de calidad de agua en el humedal Higueron.....	161
2.3.7.8.	Conclusiones .....	162
2.3.8.	<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>163</b>
2.3.8.1.	ESTRUCTURA DE LAS COMISIONES .....	163
2.3.8.2.	METODOLOGÍA .....	163
2.3.8.3.	SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO .....	163
2.3.8.4.	NIVELACIÓN .....	164
2.3.8.5.	LOCALIZACIÓN DE SECCIONES .....	164
2.3.8.6.	PRODUCTO FINAL DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	164
2.3.9.	EQUIPO ESPECÍFICO UTILIZADO .....	165
2.4.	<b>COMPONENTE SOCIO-AMBIENTAL .....</b>	<b>171</b>
2.4.1.	INTRODUCCIÓN .....	171
2.4.2.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	173
2.4.2.1.	RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	174
2.4.3.	BASE PARA EL MANEJO DE CONFLICTOS AMBIENTALES.....	175
2.5.	<b>ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS Y SOCIO AMBIENTALES .....</b>	<b>176</b>
2.5.1.	CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA Y SOCIO – AMBIENTAL .....	176
2.5.1.1.	DIVISION POLITICO-ADMINISTRATIVA.....	176
2.5.1.2.	HISTORIA DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	176
2.5.2.	ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS PREDOMINANTES EN LA CUENCA Y EL COMPLEJO DE HUMEDALES .....	177
2.5.3.	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	179
2.5.4.	EDUCACIÓN.....	179
2.5.5.	SALUD .....	180
2.5.6.	VIVIENDA .....	181
2.5.7.	SERVICIOS PÚBLICOS.....	182
2.5.8.	ESTRATIFICACION SOCIOECONÓMICA .....	183
2.5.9.	INFRAESTRUCTURA VIAL.....	183
2.5.10.	RECREACION Y TURISMO .....	183
2.5.11.	GASTRONOMIA .....	184
2.5.12.	CULTURA .....	184
2.5.13.	ACTORES SOCIALES .....	185
2.5.14.	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO .....	185
2.5.15.	CARACTERIZACIÓN DE ACTORES SEGÚN METODOLOGÍA SIDAP - CVC .....	186
3.	<b>EVALUACIÓN .....</b>	<b>189</b>
3.1.	<b>EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>189</b>
3.1.1.	UBICACIÓN EN BIOMA .....	189
3.1.2.	FRAGMENTACIÓN.....	192
3.1.3.	EFECTO DOMINANTE DE LA CUENCA AFERENTE.....	193
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.....	194
3.1.4.	SI LAS ENTRADAS DE AGUA SON CORTADAS EL HUMEDAL DESAPARECE	194





3.1.5.	ESTRUCTURA DE LOS HUMEDALES .....	195
3.1.6.	FUNCIONAMIENTO.....	197
3.1.7.	TENSORES DEL HUMEDAL .....	200
3.1.8.	DISTURBIOS A LA UNIDAD ECOLÓGICA HUMEDAL .....	206
3.2.	<i>ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MIC-MAC</i> .....	209
3.2.1.	VARIABLES QUE CONFORMAN LA MATRIZ .....	211
3.2.2.	RESULTADOS MIC-MAC.....	211
3.2.3.	VARIABLES DETERMINANTES .....	215
3.2.4.	VARIABLES CLAVES .....	215
3.2.5.	VARIABLES OBJETIVOS.....	218
3.2.6.	VARIABLES RESULTADOS .....	219
3.2.7.	VARIABLES REGULADORAS .....	220
3.2.7.1.	DE PRIMER ORDEN.....	220
3.2.8.	VARIABLES AUTÓNOMAS.....	220
3.2.9.	GRADO DE IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES ECOLÓGICAS .....	221
<b>4.</b>	<b>ZONIFICACIÓN .....</b>	<b>224</b>
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	224
4.2.	HISTORIA NATURAL Y CULTURAL DE USOS.....	225
4.3.	ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL HUMEDAL HIGUERÓN .....	227
4.4.	ZONIFICACIÓN RESOLUCIÓN 196 DE 2006 HUMEDAL HIGUERÓN .....	229
4.5.	ZONIFICACIÓN DE PROYECTOS EN EL HUMEDAL HIGUERÓN.....	233
<b>5.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>236</b>
5.1.	<i>ANÁLISIS ESTRUCTURAL: APLICACIÓN AL ESCENARIO PRESENTE DEL MÉTODO MACTOR</i> .....	236
5.2.	RESULTADOS MACTOR.....	237
5.2.1.	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS.....	238
5.2.2.	RELACIONES DE FUERZA DE LOS ACTORES .....	239
5.2.3.	CONVERGENCIAS Y DIVERGENCIAS .....	240
5.3.	OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN .....	243
5.4.	PRIORIZACIÓN DE OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN.....	250
5.5.	ESCENARIO FUTURO DESEABLE.....	252
<b>6.</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN .....</b>	<b>256</b>
6.1.	RESTAURACIÓN.....	256
6.2.	CONTENIDO PROGRAMÁTICO.....	259
6.3.	PLAN DE ACCIÓN 2012 - 2023.....	262
6.3.1.	OBJETIVOS .....	262
6.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	262
6.3.3.	ESTRATEGIAS .....	263
6.4.	PROGRAMAS.....	264
6.4.1.	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN ECOHIDRÁULICO - FÍSICA .....	265
6.4.1.1.	PROYECTOS .....	265
6.4.2.	PROGRAMA DE RECUPERACIÓN SANITARIA - QUÍMICO .....	266
6.4.3.	PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA - BIOLÓGICO .....	267
6.4.3.1.	PROYECTO REVEGETALIZACIÓN .....	267
6.4.3.2.	PROYECTO CONTROL DE PLANTAS INVASORAS .....	268
6.4.4.	PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE .....	268
6.4.5.	PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL.....	269
6.4.5.1.	EDUCACION AMBIENTAL.....	269



6.4.5.2.	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL .....	270
6.4.6.	PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN .....	270
6.4.6.1.	PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE ESPACIO Y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO 270	
6.4.7.	PROGRAMA INVESTIGACIÓN APLICADA .....	271
6.4.7.1.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOLÓGICO.....	271
6.4.7.2.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOHIDRÁULICO .....	272
6.4.7.3.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA SANITARIO .....	273
6.4.8.	PROGRAMA DE MANEJO ADAPTABLE .....	273
6.4.8.1.	PROYECTO SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL – AUTORIDAD AMBIENTAL CVC 273	
6.4.8.2.	PROYECTO MONITOREO.....	274
6.4.8.3.	PROYECTO EVALUACIÓN.....	275
6.5.	PERFILES DE PROYECTOS.....	276
6.5.1.	COMPONENTE FÍSICO / PROGRAMA ECOHIDRÁULICO .....	276
6.5.1.1.	SUBPROGRAMA REESTABLECIMIENTO HIDRÁULICO .....	276
6.5.1.1.1.	Adecuación Morfológica del Humedal.....	277
6.5.1.1.2.	Construcción de canal de conexión del humedal con el río Cauca. ....	280
6.5.1.1.3.	Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión.....	282
6.5.1.2.	SUBPROGRAMA INSTRUMENTACIÓN .....	284
6.5.1.2.1.	Instalación de limnómetro y registro de lecturas. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.5.1.3.	SUBPROGRAMA RECUPERACIÓN DE ZONA AMBIENTALES .....	286
6.5.1.3.1.	Disposición adecuada de lodos en la cuenca del Humedal El Higuérón .....	286
6.5.2.	COMPONENTE QUÍMICO .....	288
6.5.2.1.	PROGRAMA RECUPERACIÓN SANITARIA.....	288
6.5.2.1.1.	Implementación de sistema de oxigenación. ....	288
6.5.2.1.2.	Operación del sistema de oxigenación. ....	293
6.5.2.1.3.	Construcción de sistemas sépticos a 5 propiedades aledañas al humedal.....	295
6.5.3.	COMPONENTE BIOLÓGICO .....	297
6.5.3.1.	PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA .....	297
6.5.3.1.1.	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 pentrandia), y especies en extinción tradicionales del ecosistema. ....	297
6.5.3.1.2.	Bosque Productor Protector .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.5.3.1.3.	Control de Plantas Invasoras .....	304
6.5.4.	PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE .....	307
6.5.4.1.	Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos.....	307
6.5.4.2.	Ganadería: Sistema Silvopastoril Intensivo. ....	312
6.5.4.3.	Producción Íctica en jaulas. ....	316
6.5.4.4.	Fortalecimiento de la producción íctica en Jaulas. ....	320
6.5.4.5.	Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales de bosque seco inundable .....	321
6.5.5.	PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL .....	324
6.5.5.1.	SUBPROGRAMA EDUCACION AMBIENTAL .....	324
6.5.5.1.1.	Fortalecimiento de PRAES de las instituciones aledañas al humedal.....	324
6.5.5.1.2.	Sensibilización y resolución de conflictos de la comunidad del área de influencia directa del humedal.....	326
6.5.5.2.	SUBPROGRAMA FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL.....	327
6.5.5.2.1.	Observatorio socioambiental .....	327
6.5.5.2.2.	Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental.....	329
6.5.5.2.3.	Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal. 330	



6.5.5.2.4. Fortalecimiento del comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal.....	332
6.5.6. PROGRAMA CONSERVACIÓN.....	333
6.5.6.1. SUBPROGRAMA RECUPERACIÓN DE ESPACIO Y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO.....	333
6.5.6.1.1. Aislamiento zona anfibia +30m (externo e interno).....	333
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>341</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 Otoya, 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> Fotografías del humedal Higuierón en época seca.....	72
<b>Figura 2.4.</b> Disposición de redes de Niebla en sitios estratégicos en el humedal Higuierón .....	73
<b>Figura 2.5.</b> Captura y manipulación de murciélagos en el Humedal .....	74
<b>Figura 2.6.</b> Identificación en campo y registro de especies de reptiles en el humedal .....	75
<b>Figura 2.7.</b> Captura con jama del humedal higuierón, dada las condiciones no es posible realizar pesca con atarraya .....	76
<b>Figura 2.8.</b> Portadas Plegables Foros Abiertos .....	77
<b>Figura 2.9.</b> Fauna del Humedal Higuieron por grupo.....	81
<b>Figura 2.10.</b> Riqueza de especies acuáticas por familia reportadas para el humedal .....	82
<b>Figura 2.11.</b> Abundancia de especies reportadas para las familias de hábitat principalmente terrestres en el humedal Higuierón .....	82
<b>Figura 2.11.</b> Especies de Aves observadas en el humedal Higuierón .....	83
<b>Figura 2.12.</b> Riqueza de las especies de mamíferos por familia para el humedal, con base en registros actuales e información anterior .....	86
<b>Figura 2.13.</b> Especies de mamíferos fotografiadas en el humedal Higuieron: a) <i>Artibeus lituratus</i> (Murciélago frutero grande); b) <i>Artibeus jamaicensis</i> (Murciélago frutero grande). .....	87
<b>Figura 2.14.</b> Riqueza de especies de anfibios y reptiles por familia, reportados para el humedal durante el estudio. ....	89
<b>Figura 2.15.</b> Fotografías de las especies de Anfibios y Reptiles registradas en el Humedal Higuierón; a) <i>Cnemidophorus lemniscatus</i> (lagarto lobo); b) <i>Dendrophidion bivittatus</i> (Esterilla); c) <i>Lepidodactylus lugubris</i> ; d) <i>Rhinella marina</i> (Sapo Común); e) <i>Dendropsophus columbianus</i> ; f) <i>Gonatodes albogularis</i> (gueco cabecirufo); g) <i>Iguana iguana</i> (Iguana); h) <i>Dendropsophus columbianus</i> y i) <i>Leptodactylus fragilis</i> .....	90
<b>Figura 2.16.</b> <i>Poecilia caucana</i> ; única especie capturada durante el muestreo (Humedal en temporada seca) .....	92
<b>Figura 2.17.</b> Siembra de árboles sin resultado efectivo por parte de la entrada constante de ganado al humedal. Especies de árboles, más significativas dentro de la zona amortiguadora del humedal (Guácimos- Guazuma umnifolia- y Chiminangos – <i>Pithecellobium dulce</i> -).....	93
<b>Figura 2.18.</b> Especies de macrófitas que recubre las pocas zonas con espejo de agua dentro del humedal .....	94
<b>Figura 2.19.</b> Vuelo FAL F-407 Faja 37A Foto 187 Escala 1:31.3000. Localización General del humedal Higuieron .....	99
<b>Figura 2.20.</b> Geología de la madre vieja Higuieron.....	102
<b>Figura 2.21.</b> Geomorfología humedal Higuierón.....	104
<b>Figura 2.22.</b> Distribución de los tipos de suelos en el ecosistema .....	106



<b>Figura 2.23.</b> Distribución de los usos del suelo.....	107
<b>Figura 2.23.</b> Grados de erosión en la cuenca.....	108
<b>Figura 2.24.</b> Uso potencial de los suelos.....	109
<b>Figura 2.25.</b> Principales variables hidrológicas en un humedal ripario.....	111
<b>Figura 2.26.</b> Localización sobre el Río Cauca de la estación limnográfica Paso de la Torre.....	113
<b>Figura 2.27.</b> Localización de la estación pluviométrica e hidrológica “Arroyohondo” propiedad de Cenicaña.....	114
<b>Figura 2.28.</b> Polígono de influencia de la Estación de Arroyohondo.....	114
<b>Figura 2.29.</b> Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Higuieron periodo 2000-2010 (1) Brillo Solar medio.....	116
<b>Figura 2.30.</b> Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Higuieron periodo 2000-2010 (2) Temperatura media.....	116
<b>Figura 2.31.</b> Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Higuieron periodo 2000-2010 (3) Humedad Relativa media.....	117
<b>Figura 2.32.</b> Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Higuieron periodo 2000-2010 (4) Precipitación media.....	117
<b>Figura 2.33.</b> 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.....	119
<b>Figura 2.34.</b> Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (5) Mayo (6) Junio (7) Julio (8) Agosto..	120
<b>Figura 2.35.</b> Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (9) Septiembre (10) Octubre (11) Noviembre (12) Diciembre.....	121
<b>Figura 2.35.</b> Curvas Nivel-Área-Volumen Humedal Higuieron.....	124
<b>Figura 2.35.</b> Resultados del modelo Penman-Monteith para el cálculo de la Et en inmediaciones del Humedal Higuieron.....	127
<b>Figura 2.35.</b> Estimación de parámetros oxígeno disuelto (Sub <sub>i</sub> ).....	131
<b>Figura 2.36.</b> Demanda Biológica de oxígeno DBO <sub>5</sub> .....	131
<b>Figura 2.37.</b> Potencial de Hidrogeno pH.....	131
<b>Figura 2.38.</b> Turbiedad.....	132
<b>Figura 2.39.</b> Fosfatos.....	132
<b>Figura 2.40.</b> Nitratos.....	132
<b>Figura 2.41.</b> Sólidos Disueltos.....	133
<b>Figura 2.42.</b> Temperatura.....	133
<b>Figura 2.43.</b> Cálculo del índice de Calidad.....	134
<b>Figura 2.44.</b> Localización del Humedal Higuieron respecto al Río Cauca.....	135
<b>Figura 2.45.</b> Efluentes del Río Cauca.....	137
<b>Figura 2.46.</b> Humedal Higuieron – Medición de pH.....	138
<b>Figura 2.47.</b> Los cambios en el pH de los suelos orgánicos y diferentes contenidos de Hierro después de las inundaciones.....	138
<b>Figura 2.48.</b> Humedal Higuieron – Medición de Temperatura (°C).....	139
<b>Figura 2.49.</b> Complejo de humedales receptores de fuertes pulsos hidrogeológicos.....	140
<b>Figura 2.50.</b> Humedal Higuieron – Medición de Turbiedad (NTU).....	141
<b>Figura 2.51.</b> Humedal Higuieron – Medición de Color Real (UPC).....	142
<b>Figura 2.52.</b> Humedal Higuieron – Medición de DBO (mg O/L).....	143
<b>Figura 2.53.</b> Humedal Higuieron – Medición de Conductividad (µs/cm).....	144
<b>Figura 2.54.</b> Humedal Higuieron – Medición de Sólidos Totales (mg ST/L).....	145
<b>Figura 2.55.</b> Humedal Higuieron – Medición de Sólidos Suspendidos (mg SS/L).....	146
<b>Figura 2.56.</b> Humedal Higuieron – Medición de DQO (mg O/L).....	147





<b>Figura 2.57.</b> Oxígeno en el Agua .....	148
<b>Figura 2.59.</b> Humedal Higueron – Medición de OD (mg O/L).....	149
<b>Figura 2.60.</b> Ciclo del Nitrógeno .....	150
<b>Figura 2.61.</b> Humedal Higueron – Medición de Nitrógeno Total (N/L).....	151
<b>Figura 2.62.</b> Humedal Higueron – Medición de Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> /L).....	151
<b>Figura 2.63.</b> Humedal Higueron – Medición de Nitratos (mg N-NO <sub>3</sub> /L) .....	152
<b>Figura 2.64.</b> Humedal Higueron – Medición de Nitritos (mg N-NO <sub>2</sub> /L) .....	153
<b>Figura 2.65.</b> Ciclo del Fosforo.....	153
<b>Figura 2.66.</b> Humedal Higueron – Medición de Fosfatos (mg PO <sub>4</sub> /L).....	154
<b>Figura 2.67.</b> Humedal Higueron – Medición de Fósforo Total (mg P/L) .....	155
<b>Figura 2.68.</b> Relación de Nitrógeno y Fosforo .....	156
<b>Figura 2.69.</b> Humedal Higueron – Medición de Hierro Total (mg Fe/L) .....	157
<b>Figura 2.70.</b> Humedal Higueron – Medición de Clorofila (mg/L).....	158
<b>Figura 2.71.</b> Humedal Higueron – Medición de Transparencia Secchi (m) .....	159
<b>Figura 2.73.</b> Humedal Higueron – Medición de Coliformes Totales (NMP/100mL) .....	160
<b>Figura 2.74.</b> Humedal Higueron – Medición de Coliformes Fecales (NMP/100mL).....	161
<b>Figura 2.75.</b> Índice de Calidad Humedal Higueron, Año 2010 .....	162
<b>Figura 2.76.</b> En la fotografía se aprecia el buchón presente en todo el humedal.....	164
<b>Figura 2.77.</b> Características ecológicas de distintas formas de apropiación de territorio	173
<b>Figura 2.78.</b> Relaciones entre ecosistemas y pobreza .....	175
<b>Figura 2.79.</b> Producto Interno Bruto municipio de Yumbo años 1993-2005.....	178
<b>Figura 2.80.</b> Población por sexo del municipio de Yumbo – Valle del Cauca.....	179
<b>Figura 2.81.</b> Estructura de la población por sexo y grupos de edad.....	179
<b>Figura 2.82.</b> Nivel educativo en el municipio de Yumbo – Valle del Cauca.....	180
<b>Figura 2.83.</b> Porcentaje de afiliados a los regímenes de salud en el municipio de Yumbo	180
<b>Figura 2.84.</b> Porcentaje de la población municipal en los niveles 1, 2 y 3 del SISBEN ...	181
<b>Figura 2.86.</b> Cobertura de servicios públicos en el municipio de Yumbo - Valle del Cauca	182
<b>Figura 2.87.</b> Cobertura de servicios públicos en el municipio de Yumbo - Valle del Cauca	183
<b>Figura 2.88.</b> Índice de Desarrollo Humano en municipios.....	186
<b>Figura 3.1.</b> Biomas de la Tierra .....	189
<b>Figura 3.2.</b> Biomas en Colombia .....	189
<b>Figura 3.3.</b> Terreno del Valle del Cauca .....	190
<b>Figura 3.4.</b> Terreno del Valle del Cauca .....	191
<b>Figura 3.5.</b> Localización ecosistema bosque cálido Seco.....	191
<b>Figura 3.6.</b> Procentaje de tipos de superficies en el Valle del Cauca.....	192
<b>Figura 3.7.</b> Fotografías humedales del centro del Valle, obras de fragmentación y	193
deseccación.....	193
<b>Figura 3.8.</b> Bosque cálido húmedo en planicie aluvial .....	193
<b>Figura 3.9.</b> Cobertura del Bioma.....	194
<b>Figura 3.10.</b> Dinámicas del humedal .....	195
<b>Figura 3.11.</b> Periodo de bajo régimen pluviométrico en el humedal Higueron. Planos	196
severamente descubiertos. ....	196
<b>Figura 3.12.</b> Fotografía en periodo Invernal. Enero de 2010.....	196
<b>Figura 3.13.</b> Complejo de humedales .....	196
<b>Figura 3.14.</b> Lechuguilla del humedal .....	197
<b>Figura 3.15.</b> Esquemas de funcionamiento.....	198
<b>Figura 3.16.</b> Escorrentía humedal .....	198



<b>Figura 3.17.</b> Flujos de crecientes.....	198
<b>Figura 3.18.</b> Dinámica hídrica.....	199
<b>Figura 3.19.</b> Humedal Confluencia Zona Anfibia. ....	199
<b>Figura 3.20.</b> Macrófitas Acuáticas - <i>Eichornia crassipes</i> .....	200
<b>Figura 3.21.</b> Aporte de nutrientes por uso del suelo - ganadería .....	201
<b>Figura 3.22.</b> Gradiente de Terrificación .....	202
<b>Figura 3.23.</b> Fotografía Aérea que indica la fragmentación hidráulica del humedal .....	204
<b>Figura 3.24.</b> Zona del humedal.....	205
<b>Figura 3.25.</b> Presencia de escombros en el humedal y su cuenca de captación .....	205
<b>Figura 3.26.</b> Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia.....	210
<b>Figura 3.27.</b> Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia.....	210
<b>Figura 3.28.</b> Resultados MIC.....	213
<b>Figura 3.29.</b> Resultados MAC.....	214
<b>Figura 3.30.</b> Agrupación de Variables según resultados de MIC-MAC .....	214
<b>Figura 3.31.</b> Relaciones entre tirantes de inundación y espejos de agua en humedales	216
<b>Figura 3.32.</b> Zonas de un humedal.....	217
<b>Figura 3.33.</b> Superficie Inundable Intervenida. ....	217
<b>Figura 3.34.</b> Área de expansión del humedal reducida a su mínima expresión. ....	218
<b>Figura 3.35.</b> Esquema de cadena trófica .....	219
<b>Figura 3.36.</b> Casos de Dinámica Morfológica .....	220
<b>Figura 3.37.</b> Clasificación de las variables.....	223
<b>Figura 4.1.</b> Fotografía 396. Año 1943 .....	225
<b>Figura 4.2.</b> Año 1957 .....	226
<b>Figura 4.3.</b> Año 1972.....	226
<b>Figura 4.4.</b> Fotografía 068. Año 1986 .....	226
<b>Figura 4.5.</b> Fotografía 405. Año 1998 .....	227
<b>Figura 4.6.</b> Fotografía FAL-461- foto 132. Año 2007.....	227
<b>Figura 4.7.</b> Zonificación ecológica del humedal Higuierón.....	228
<b>Figura 4.8.</b> Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal Higuierón.....	230
<b>Figura 4.9.</b> Zonificación de acciones .....	233
<b>Figura 5.1.</b> Relaciones de Fuerza de los Actores. ....	239
<b>Figura 5.2.</b> Histograma de relaciones de fuerza entre actores.....	240
<b>Figura 5.3.</b> Convergencias y divergencias.....	241
<b>Figura 5.4.</b> Divergencias entre actores .....	241
<b>Figura 5.5.</b> Histograma de la aplicación de los actores sobre los objetivos .....	242
<b>Figura 5.6.</b> Líderes y gestores del ecosistema .....	242
<b>Figura 6.1.</b> Modelo realista de la restauración ecológica en humedales urbanos .....	258
<b>Figura 6.2.</b> Mapa mental de los programas estratégicos .....	264
<b>Figura 6.3.</b> El Ciclo del Manejo Adaptable.....	273
<b>Figura 6.4.</b> Humedal Higuierón, se interviene todo el espejo de agua y la porción marcada en el círculo blanco .....	279
<b>Figura 6.5.</b> Cuadro de cálculo software de diseño .....	281
<b>Figura 6.6.</b> Localización del canal colector .....	282
<b>Figura 6.7.</b> Zonificación Humedal Higuierón - Instalación de limnómetro y registro de lecturas .....	285
<b>Figura 6.8.</b> Mapa de zonificación de Humedal Higuierón – Zona de confinamiento de lodos y recuperación paisajística. ....	288
<b>Figura 6.9.</b> Mapa de zonificación Higuierón - Implementación del sistema de oxigenación .....	290
<b>Figura 6.9.</b> Tanque con bomba dosificadora.....	291



<b>Figura 6.10.</b> Paletas aireadoras.....	291
<b>Figura 6.11.</b> Paletas aireadoras.....	291
<b>Figura 6.12.</b> Cotización a año 2011 .....	292
<b>Figura 6.13.</b> Cotización a año 2011 .....	292
<b>Figura 6.14.</b> Mapa de zonificación de Higuerón - Operación del sistema de oxigenación.....	294
<b>Figura 6.15.</b> Sistema séptico prefabricado.....	296
<b>Figura 6.16.</b> Mapa de zonificación del Humedal El Higuerón - Sistemas sépticos .....	296
<b>Figura 6.17.</b> Mapa de zonificación del Humedal Higuerón – Recuperación de bosque seco inundable .....	299
<b>Figura 6.19.</b> Mapa de zonificación del humedal El Higuerón - Extracción de vegetación acuática .....	307
<b>Figura 6.20.</b> Mapa de uso de suelo del Humedal El Higuerón - Reconversión a producción más limpia.....	310
<b>Figura 6.21.</b> Mapa de uso de suelo del Humedal El Higuerón – Implementación sistema silvopastoril intensivo .....	315
<b>Figura 6.22.</b> Esquema de Jaulas .....	317
<b>Figura 6.23.</b> Infraestructura para ceba de peces. Bodega flotante y jaulas.....	318
<b>Figura 6.24.</b> Mapa de zonificación El Higuerón - Producción Íctica .....	318
<b>Figura 6.24.</b> Mapa de zonificación del Humedal El Higuerón- Fortalecimiento producción íctica .....	321
<b>Figura 6.25.</b> Mapa de zonificación de Humedal Higuerón - Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales .....	323





## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.1.</b> Áreas de impacto de la CVC .....	27
<b>Tabla 2.1.</b> Parámetros Fisicoquímicos analizados .....	69
<b>Tabla 2.2.</b> Listado de especies de Aves.....	83
<b>Tabla 2.3.</b> Listado de especies de mamíferos.....	87
<b>Tabla 2.5.</b> Listado de especies de anfibios y reptiles .....	91
<b>Tabla 2.6.</b> Listado de especies de plantas .....	95
<b>Tabla 2.7.</b> Área del humedal Higuieron y de la cuenca de captación.....	101
<b>Tabla 2.8.</b> Descripción de las unidades geológicas.....	102
<b>Tabla 2.9.</b> Unidades geomorfológicas.....	103
<b>Tabla 2.10.</b> Tipos de suelos.....	105
<b>Tabla 2.11.</b> Usos del suelo .....	107
<b>Tabla 2.12.</b> Zonas de erosión .....	108
<b>Tabla 2.13.</b> Uso potencial del suelo .....	109
<b>Tabla 2.14.</b> Estaciones cercanas al humedal Higuieron.....	112
<b>Tabla 2.15.</b> Principales variables hidrológicas y climáticas en el área de influencia del humedal Higuieron – periodo 2000-2010 .....	117
<b>Tabla 2.16.</b> Clasificación de la cantidad de lluvia según Cenicaña .....	122
<b>Tabla 2.17.</b> Valores tabulados de las curvas Nivel-Área-Volumén para el Humedal Higuieron .....	123
<b>Tabla 2.18.</b> Principales variables para el balance en el Humedal Higuieron .....	128
<b>Tabla 2.18b.</b> Variables para el balance en el Humedal Higuieron.....	128
<b>Tabla 2.19.</b> Registros de Calidad de Agua.....	129
<b>Tabla 2.20.</b> Variables y pesos del ICA .....	130
<b>Tabla 2.21.</b> Índice de Calidad de Agua para lagunas tropicales de Inundación.....	134
<b>Tabla 2.22.</b> Parámetros de calidad del agua del Río Cauca, año 2010. Estación Puerto Isaacs .....	134
<b>Tabla 2.23.</b> Valores históricos de pH (unidad) .....	136
<b>Tabla 2.24.</b> Valores históricos de Temperatura (°C) .....	139
<b>Tabla 2.25.</b> Valores históricos de Turbiedad (NTU) .....	140
<b>Tabla 2.26.</b> Valores históricos de Color Real (UPC) .....	141
<b>Tabla 2.27.</b> Valores históricos de DBO <sub>5</sub> (mg O/L) .....	142
<b>Tabla 2.28.</b> Conductividad en distintos tipos de aguas .....	143
<b>Tabla 2.29.</b> Valores históricos de Conductividad (µs/cm).....	144
<b>Tabla 2.29.</b> Valores históricos de Sólidos Totales (mg ST/L) .....	144
<b>Tabla 2.30.</b> Valores históricos de Sólidos Suspendidos (mg SS/L) .....	145
<b>Tabla 2.31.</b> Criterio de Sólidos suspendidos .....	146
<b>Tabla 2.32.</b> Valores históricos de DQO (mg O/L) .....	147
<b>Tabla 2.33.</b> Relación DQO/DBO .....	147
<b>Tabla 2.58.</b> Valores históricos de OD (mg O/L).....	148
<b>Tabla 2.34.</b> Valores históricos de Nitrógeno Total (N/L).....	150
<b>Tabla 2.35.</b> Valores históricos de Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH <sub>3</sub> /L) .....	151
<b>Tabla 2.36.</b> Valores históricos de Nitratos (mg N-NO <sub>3</sub> /L) .....	152
<b>Tabla 2.36.</b> Valores históricos de Nitritos (mg N-NO <sub>2</sub> /L) .....	152
<b>Tabla 2.37.</b> Valores históricos de Fosfatos (mg PO <sub>4</sub> /L).....	154
<b>Tabla 2.38.</b> Valores históricos de Fósforo Total (mg P/L).....	154
<b>Tabla 2.39.</b> Valores históricos de Nitrógeno y Fosforo Total (mg N,P/L) .....	155
<b>Tabla 2.40.</b> Valores históricos de Hierro Total (mg Fe/L) .....	156



<b>Tabla 2.41.</b> Valores históricos de Clorofila (mg/L).....	157
<b>Tabla 2.42.</b> Valores históricos de Transparencia Sechi (m) .....	158
<b>Tabla 2.43.</b> Valores límites para la clasificación trófica de humedales .....	159
<b>Tabla 2.44.</b> Clasificación trófica del humedal Higuieron Año 2010.....	159
<b>Tabla 2.45.</b> Valores históricos de Coliformes Totales (NMP/100mL).....	160
<b>Tabla 2.46.</b> Valores históricos de Coliformes Fecales (NMP/100mL).....	161
<b>Tabla 2.47.</b> Guía de color para índice ICA .....	161
<b>Tabla 2.48.</b> Cálculo Índice de Calidad Año 2009 y 2010 .....	162
<b>Tabla 2.49.</b> Estación Total Electrónica TOPCON GTS-212D .....	165
<b>Tabla 2.50.</b> Nivel óptico SOKKIA C300.....	165
<b>Tabla 2.51.</b> Navegador GPS MAPGOCSx .....	166
<b>Tabla 2.52.</b> Colector de Datos Externo: Husky FS / 2 .....	166
<b>Tabla 2.53.</b> Equipo menor y accesorios .....	166
<b>Tabla 2.54.</b> GPS SYSTEM 1200.....	167
<b>Tabla 2.55.</b> GPS SYSTEM 1200.....	168
<b>Tabla 2.56.</b> Proyectos de Drenaje.....	172
<b>Tabla 2.57.</b> Reducción de Ecosistemas .....	173
<b>Tabla 2.58.</b> Población proyectada para el 2.010 en el municipio de Yumbo.....	179
<b>Tabla 2.59.</b> Censo de viviendas para Yumbo, 2005 .....	181
<b>Tabla 2.60.</b> Lugares y fechas de socializaciones .....	186
<b>Tabla 2.61.</b> Información de actores sociales .....	186
<b>Tabla 2.62.</b> Relaciones y conflictos de los actores .....	187
<b>Tabla 2.63.</b> Clasificación de actores .....	188
<b>Tabla 2.64.</b> Priorización de actores.....	188
<b>Tabla 3.1.</b> Funciones de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el Humedal Higuieron .....	206
<b>Tabla 3.2.</b> Funciones ecosistémicas de los humedales asociadas a bienes y servicios económicos.....	208
<b>Tabla 3.4.</b> Lista de Variables .....	211
<b>Tabla 3.4.</b> Lista de Variables determinantes .....	215
<b>Tabla 3.5.</b> Lista de Variables claves.....	215
<b>Tabla 3.6.</b> Lista de Variables Objetivos.....	218
<b>Tabla 3.7.</b> Lista de Variables Resultados.....	219
<b>Tabla 3.8.</b> Lista de Variables Reguladoras de primer orden.....	220
<b>Tabla 3.10.</b> Lista de Variables Autónomas.....	220
<b>Tabla 3.11.</b> Resultados de importancia en el Mic-Mac.....	221
<b>Tabla 4.1.</b> Zonas de importancia ecológica del humedal.....	229
<b>Tabla 4.2.</b> Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal.....	230
<b>Tabla 4.3.</b> Resumen ordenamiento .....	234
<b>Tabla 5.1.</b> Identificación de actores .....	237
<b>Tabla 5.2.</b> Influencia de actores .....	237
<b>Tabla 5.3.</b> Objetivos Estratégicos .....	238
<b>Tabla 5.4.</b> Objetivos de Conservación Humedal Higuieron .....	243
<b>Tabla 5.5.</b> Ponderación Objetivos de Conservación.....	247
<b>Tabla 5.6.</b> Listado Final de Objetos .....	252
<b>Tabla 6.1.</b> Plan de Acción Propuesto por CVC - FIPAL 2005 - 2010.....	261
<b>Tabla 6.2.</b> Programa de recuperación ecohidráulico - física.....	265
<b>Tabla 6.3.</b> Programa de recuperación sanitaria - químico .....	266
<b>Tabla 6.4.</b> Proyecto revegetalización .....	267
<b>Tabla 6.5.</b> Proyecto control de plantas invasoras.....	268



Tabla 6.6. Programa producción sostenible .....	268
Tabla 6.7. Programa Educación Ambiental .....	269
Tabla 6.8. Programa Fortalecimiento Institucional .....	270
Tabla 6.9. Proyecto de recuperación de espacio y dominio hidráulico público .....	271
Tabla 6.10. Proyecto de investigación aplicada ecológico .....	271
Tabla 6.11. Proyecto de investigación aplicada ecohidráulico.....	272
Tabla 6.12. Proyecto de investigación aplicada sanitario .....	273
Tabla 6.13. Proyecto seguimiento y control ambiental – autoridad ambiental CVC.....	274
Tabla 6.14. Proyecto Monitoreo .....	274
Tabla 6.15. Proyecto Evaluación .....	275
Tabla 6.14. Costos Adecuación Morfológica del Humedal .....	279
Tabla 6.16. Parámetros de entrada a diseño de canal .....	281
Tabla 6.17. Pendiente y longitud estimada del canal .....	281
Tabla 6.18. Dimensionamiento del canal según resultados de la modelación.....	281
Tabla 6.19. Costos canal de conexión del humedal con el río .....	282
Tabla 6.20. Costos Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión .....	283
Tabla 6.21. Costos Instalación de limnómetro y registro de lecturas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6.22. Costos Instalación de limnómetro y registro de lecturas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6.23. Costos del confinamiento y recuperación paisajística .....	287
Tabla 6.24. Costos unitarios del confinamiento y recuperación paisajística de 12,8 ha. .	287
Tabla 6.25. Costos resumen de la implementación de sistema de oxigenación .....	290
Tabla 6.26. Costos Implementación de sistema de oxigenación .....	293
Tabla 6.27. Costos Operación del sistema de oxigenación.....	294
Tabla 6.28. Costos Construcción de sistemas sépticos a 5 viviendas .....	297
Tabla 6.29. Actividades a ejecutar .....	298
Tabla 6.29. Costos Restauración de Bosque seco tropical inundable .....	299
Tabla 6.30. Análisis unitario Restauración de Bosque seco tropical inundable .....	300
Tabla 6.31. Actividades Restauración de Bosque Productor Protector	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6.32. Costos Restauración de Bosque Productor Protector .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6.33. Análisis unitario Restauración de Bosque Productor Protector	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6.34. Costos máquina para el retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en la fase acuática del humedal .....	305
Tabla 6.35. Análisis unitarios retiro de plantas acuáticas emergentes en la lámina de agua .....	305
Tabla 6.36. Costos de retiro manual de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual .....	306
Tabla 6.37. Resumen de costos Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en ambos brazos de la Madre Vieja .....	306
Tabla 6.38. Costos Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar.....	310
Tabla 6.40. Análisis unitario Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar .....	310
Tabla 6.39. Costos Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo.....	315
Tabla 6.40. Análisis Unitario Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo .....	315
Tabla 6.41. Análisis unitario Jaulas.....	318



<b>Tabla 6.42.</b> Detalle Costo Proyecto .....	319
<b>Tabla 6.43.</b> Cronograma Proyecto .....	319
<b>Tabla 6.44.</b> Costos Fortalecimiento producción íctica .....	321
<b>Tabla 6.45.</b> Costos Mantenimiento, protección y conservación.....	322
<b>Tabla 6.46.</b> Análisis Unitario Mantenimiento, protección y conservación .....	322
<b>Tabla 6.47.</b> Análisis Unitario 2 Mantenimiento, protección y conservación .....	323
<b>Tabla 6.48.</b> Costos Fortalecimiento de PRAES en una institución educativa .....	325
<b>Tabla 6.49.</b> Costos Sensibilización y resolución de conflictos de la comunidad del área de influencia directa del humedal.....	327
<b>Tabla 6.50.</b> Costos Observatorio socioambiental.....	328
<b>Tabla 6.51.</b> Costos Alimentación y sistematización Observatorio Ambiental.....	330
<b>Tabla 6.52.</b> Costos Creación de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal .....	331
<b>Tabla 6.53.</b> Costos Fortalecimiento de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal .....	332
<b>Tabla 6.54.</b> Costos Aislamiento zona anfibia +30m .....	334
<b>Tabla 6.55.</b> Costos Aislamiento zona anfibia +30m .....	334



## 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

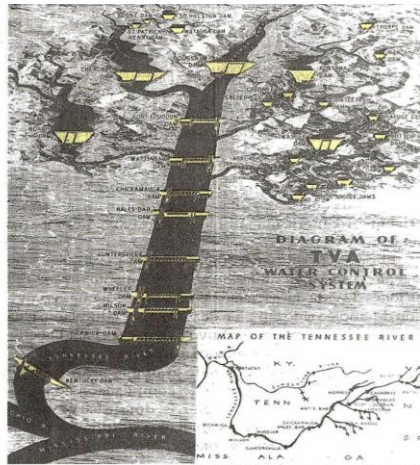
Se pensó en generar energía hidroeléctrica a expensas de los sistemas fluviales. El TVA en la consecución del desarrollo agroindustrial para la región, amplió el uso de los terrenos del Valle, que se inundaban periódicamente, lo cual constituía un tema de defensa nacional; emprendió el desarrollo agrícola 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.



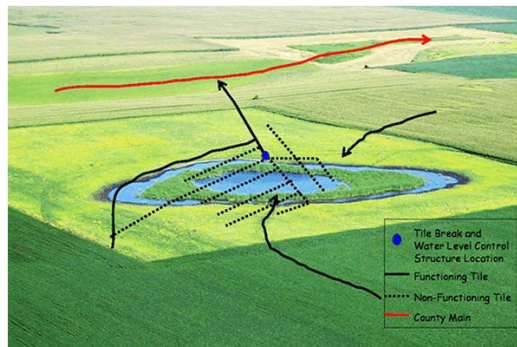
The Tennessee Valley owes its network of municipal and cooperative power distributors to the vision of David Lilienthal, one of TVA's three original directors.

**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

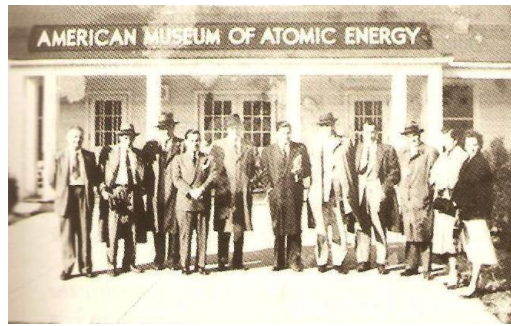
Por su parte, en Colombia, Ciro Molina Garcés en los años 20, y la Misión Chardon de Puerto Rico en los 30's, coincidían en el potencial cañiculator de la región y las posibilidades de generar energía eléctrica a partir del Río Cauca. Además desde el año de 1937 se empiezan a registrar grandes extensiones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



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

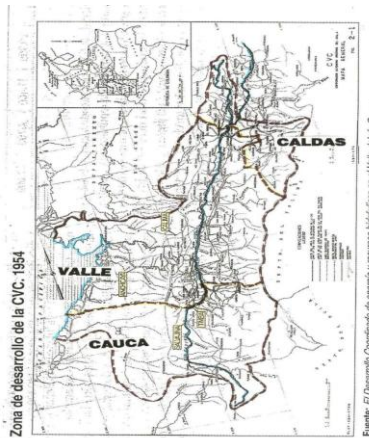
Pero solamente en 1947, la Misión del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, en forma paralela al Plan Marshall en Europa, planteó como una de las directrices claves para el desarrollo económico del país, el modelo del Valle del Río Tennessee, para la creación de las CAR.

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.

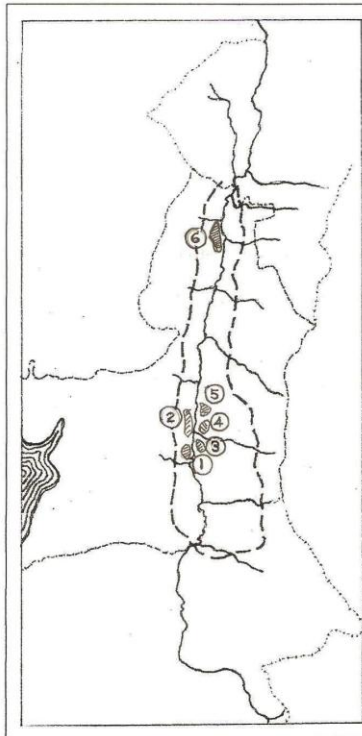


**Figura 1.10.** El doctor Diego Garcés Giraldo impone la Cruz de Boyacá al doctor David Lilienthal. Julio 9 de 1955

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





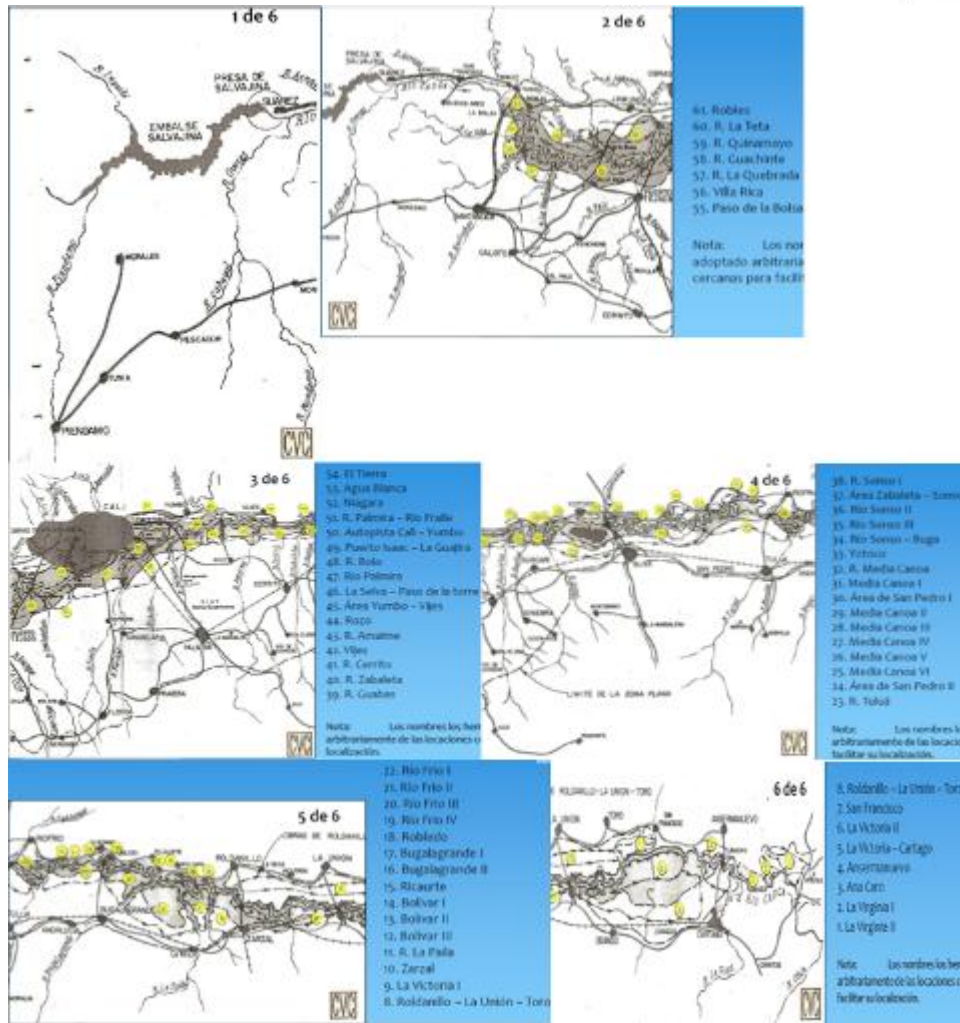
**Figura 1.11.** Proyectos de unidades de adecuación construidos. Cardenas y Sinisterra  
Fuente. Presentación Club de Rotario Cali. Diciembre de 2010

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

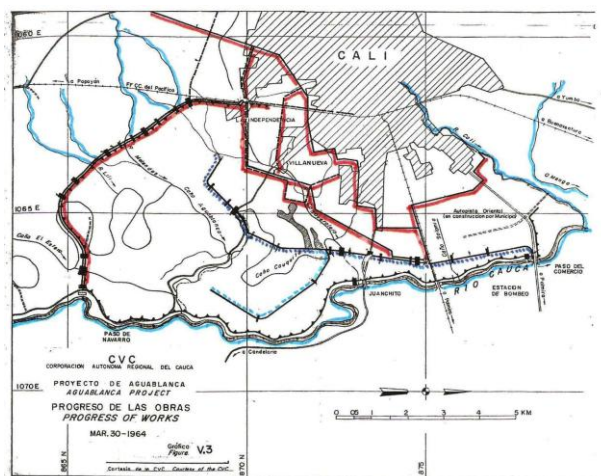
Lo anterior condujo a la casi total electrificación del Valle del Cauca, y una época de oro para las empresas agrícolas cañeras que crecieron hasta consolidarse

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 trazó 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

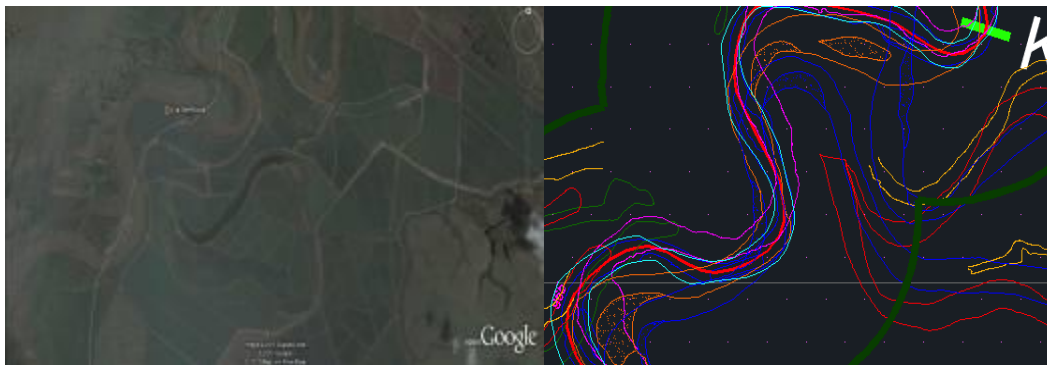
Al prologar la importante obra investigativa elaborada por ambas instituciones titulada “El Río Cauca en su valle alto” (2007), el Ingeniero Guillermo Regalado, técnico e impulsor del Plan Lilienthal, dice:

“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".

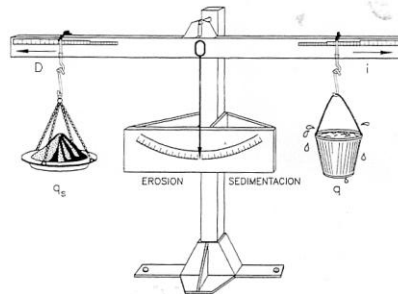
Por su parte el Ingeniero Sanitario Fortunato Carvajal, cabeza de la comisión Holandesa, reconocida autoridad mundial en hidráulica propuso como modelo la cuenca del río Mekong, en Asia, la cual tiene una extensión 4 veces mayor a la del Magdalena y el Cauca juntos, y cuyo curso transcurre a través de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

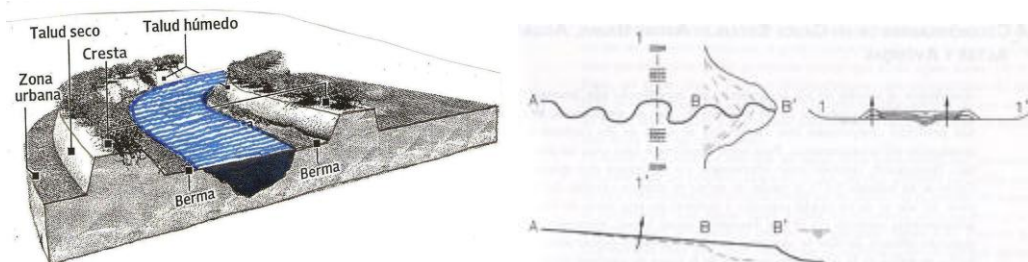




**Figura 1.36.** Analogía Balanza de Lane; 1955  
Fuente. URL-2

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.



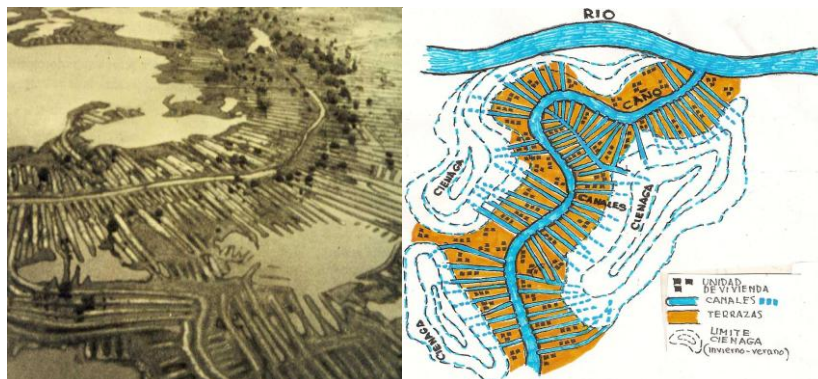
**Figura 1.40.** Inundaciones provocadas por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades  
Fuente. US Army Corp of Engineers. 2011

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.

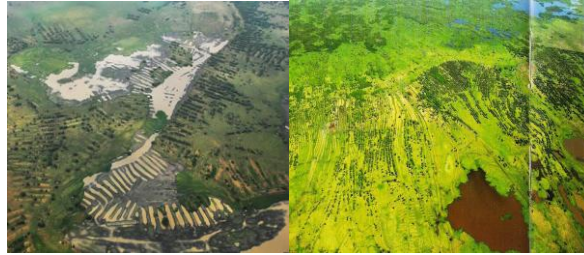


**Figura 1.41.** Apertura de vertederos realizada por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para proteger las ciudades  
Fuente. US Army Corp of Engineers. 2011

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 Higuera; 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 Higuieron, 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 Yumbo ha establecido las siguientes directrices acerca de los humedales dentro de su jurisdicción:

ARTICULO 161.- AREAS DE ACTIVIDAD DE PROTECCIÓN DE HUMEDALES Y MADREVIEJAS. Se determina una franja de 30 metros de la orilla, de los siguientes humedales o madrevejas: HUMEDALES; dos humedales localizados en la zona industrial, el primero en cercanías del río Cauca y la desembocadura del río Cali, el segundo a inmediaciones del sector de Acopi, cerca de la empresa SIDELPA. MADREVIEJAS; El Higuieron, en la vereda del mismo nombre, El Embarcadero en la vereda Platanares del corregimiento de Mulaló, y La Ciénaga de Mulaló, que actualmente se localiza en el corregimiento de San Marcos. Ver mapa FORCOMGE-02. Igualmente se protegerán los (7) siete reservorios de agua en el sector de Bermejál, del corregimiento de Mulaló. Sobre el tramo final del río Yumbo, desde el puente de la calle 16 hasta la desembocadura del mismo, se presentan en ambas riberas una serie de reservorios destinados para el riego de los cultivos de caña, entre ellos se consideran tres (3) que por sus características ambientales, paisajísticas y como hábitat de un gran número de especies acuáticas, fauna y flora, deben ser conservados y protegidos como parte fundamental del ecosistema hídrico de esta parte del río Yumbo. Y en parte norte de la cabecera corregimental de San Marcos, se protegerá el reservorio de agua que actualmente se utiliza para riego de cultivos y que será incluido dentro del plan parcial de cabeceras corregimentales.

PARAGRAFO UNICO.- Las madrevejas deben ser identificadas como una unidad, incluyendo la porción de tierra central que no quede incluida dentro de la franja forestal protectora de su interior. El espejo de agua será de protección para el humedal, la franja forestal protectora de 30 metros como su nombre lo dice se destinará a uso forestal protector y la porción de tierra central no incluida dentro de la franja forestal protectora deberá tener un uso compatible con la conservación del humedal.

## 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:

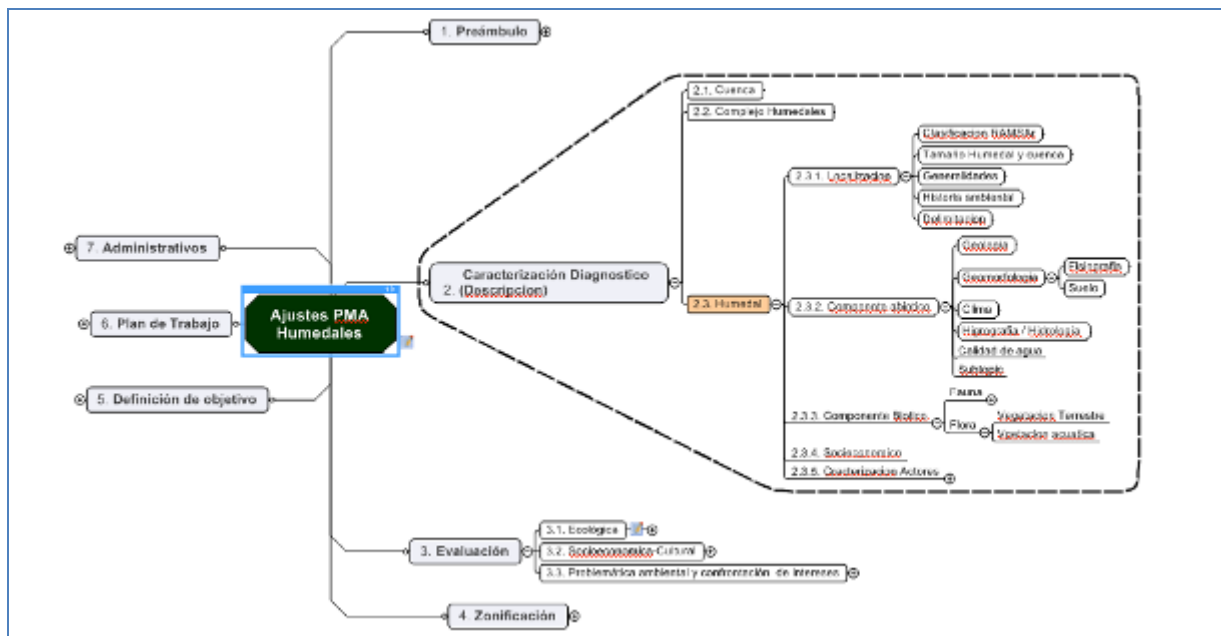


Figura 2.1. Mapa Mental metodológico del Proyecto

En lo referente al Preambulo, 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 Freddy 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).

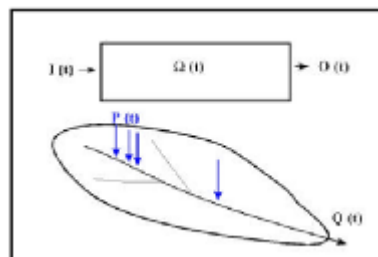
La caracterización climática se realizó con los registros de radiación solar, humedad relativa, temperatura y precipitación media de las estaciones hidroclimáticas adscritas a la región hidrológica de cada humedal. Esta región hidrológica se estableció de acuerdo a las series de precipitación de la década 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 recopilieron 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
Solidos Totales	mg ST/L
Solidos Suspendidos	mg SS/L
Solidos Disueltos	mg SD/L
Demanda Biológica de Oxígeno	mg O/L
Demanda Química de Oxígeno	mg O/L
Oxígeno Disuelto	mg O/L
Conductancia Especifica	µS/cm
Fosfatos	mg PO <sub>4</sub> /L
Fosforo 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 elaboro 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 Roldan.

### 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

El humedal El Higuierón, se encuentra ubicado en el corregimiento de Mulaló, vereda Higuierón. Este humedal se caracteriza por estar rodeado de algunas casas a pocos metros, caña de azúcar, y cultivos de eucalipto de Cartón de Colombia. Este es un

humedal que a pesar de haber hechos esfuerzos económicos para la elaboración de un sendero ecológico, las vacas y caballos, que permaneces en el humedal, no ha permitido el crecimiento de las especies sembradas. Actualmente lindera con cultivos de frutales como banano, algunos cítricos, zapallo entre otros.



**Figura 2.3.** Fotografías del humedal Higuierón en época seca

#### 2.1.2.2.2. Trabajo de Campo

Con el fin de Actualizar estudios biológicos realizados en el pasado (CVC-FIPAL 2005), se realizó un inventario rápido de las especies de vertebrados presentes en el humedal (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 sito 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 Higuierón, y a través del trabajo de campo, recopilar información, pues no existen datos sobre este grupo en el plan de manejo del humedal. El trabajo de campo consistió en 24 horas de muestreo, en el mes de Octubre, durante la jornada se utilizaron diferentes métodos para la recopilación de información.

Para la captura de murciélagos, se emplearon siete redes de niebla (dos redes de 12 metros de largo, y 5 de 6 metros; cada una de 3 metros de altura) que cubrieron en total 54 metros (Figura 2.4). 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 2.5).



**Figura 2.4.** Disposición de redes de Niebla en sitios estratégicos en el humedal Higuierón  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011



**Figura 2.5.** Captura y manipulación de murciélagos en el Humedal  
Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Con base en información anterior reportada para el humedal (CVC-Geicol 2002 y Castillo 1996) y la revisión de especímenes preservados en la colección de mamíferos de la Universidad del Valle procedentes de 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, 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.



**Figura 2.6.** Identificación en campo y registro de especies de reptiles en el humedal

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

Adicionalmente, se entrevistaron pobladores locales 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 09:00-12:00 horas y las 14:00-17:00 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.

## 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 debido al bajo nivel del agua, y a la invasión por macrófitas en los diferentes puntos de humedal; dado esta condición, no fue posible utilizar atarrayas, actualmente



no hay pescadores que ingresen al humedal a realizar faenas de pesca pues el nivel del agua es cada vez menor, y se ha convertido en una zona pantanosa, donde el ganado y caballos frecuentan el lugar para pastoreo.

Las especies capturadas fueron identificadas in situ y 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 personas que conocen y frecuenta en humedal.



**Figura 2.7.** Captura con jama del humedal higuieron, dada las condiciones no es posible realizar pesca con atarraya

Fuente: María Juliana Bedoya Durán, 2011

La definición del estatus 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.

### **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 CVC-FIPAL, 2005.

### **Resultados**

En el Humedal se ha realizado un estudio importante: El plan de manejo por CVC-FIPAL, 2005, este trabajo, es referenciado dentro de los resultados presentados.



### 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 periodo que comprender 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.



Figura 2.8. 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.

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

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

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.

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.

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

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

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

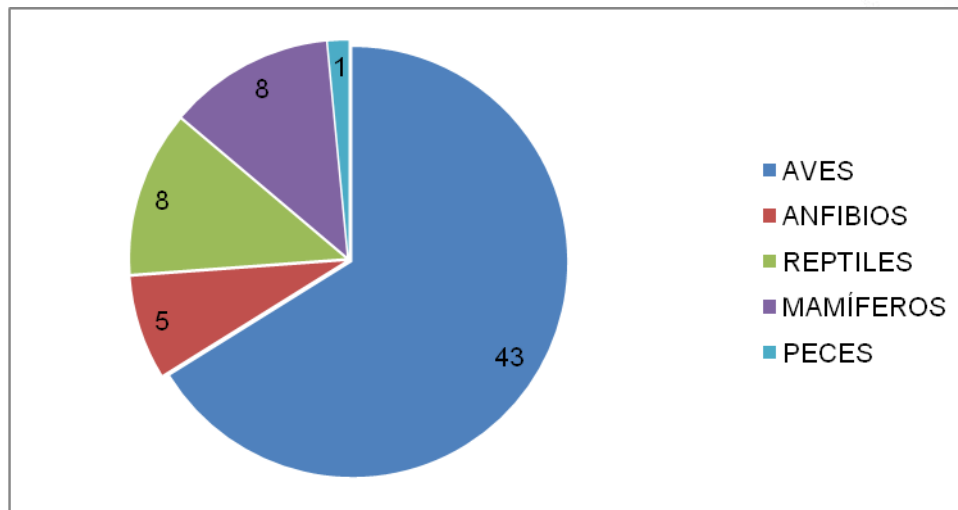
Finalmente se construye un aplicativo amigable que permite la sistematización del Plan y aplicar la metodología establecida en la Resolución 196, basada en el concepto de manejo adaptable.

## 2.2. COMPONENTE BIÓTICO

### 2.2.1. FAUNA

De acuerdo a los estudios anteriores, y al estudio actual de la fauna del humedal Higueron, este cuenta con una avifauna aproximada de 42 especies de aves, repartidas en 23 familias, de las cuales 5 son de hábitos principalmente acuáticos (típicas de humedales) y 18 son de hábitats variados, 5 especies de Anfibios, 8 de reptiles, 8 especies de mamíferos y una especies de peces (Figura 2.9). 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.



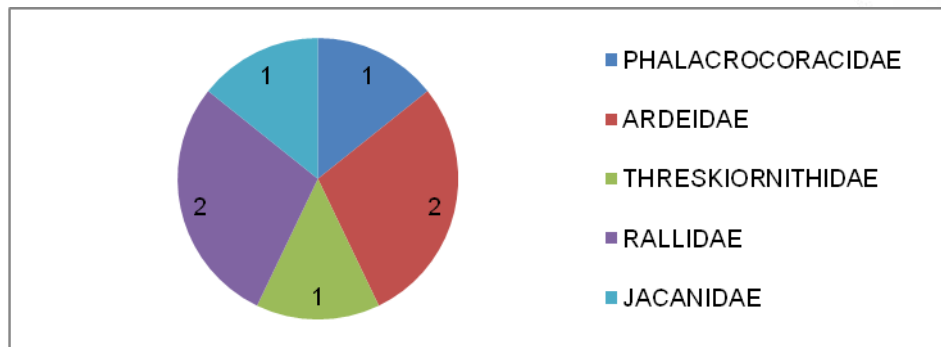


**Figura 2.9.** Fauna del Humedal Higuera por grupo

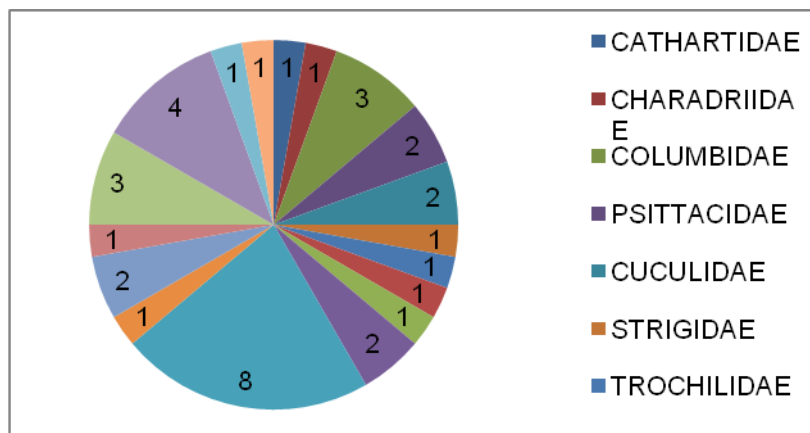
Aunque el método de muestreo y el tiempo son factores claves que pueden determinar la presencia o detección de una especie, es importante el fuerte efecto del hombre sobre este ecosistema, pues este, al estar confinado entre cultivos de caña y terrenos para pastoreo y casa, su diversidad se ve confinada a una porción y su opción de recuperación necesita ser consertada. El monitoreo en el tiempo, sería la forma más apropiada para determinar el estado actual de la fauna, pues las especies acuáticas podrían utilizar el humedal en épocas de lluvia, tiempo en el cual, se incrementa el nivel del agua y se favorece la oxigenación para la microfauna dentro del espejo lagunar.

#### 2.2.1.1. AVES

Durante el trabajo de campo y con base en la información de estudios anteriores se registran para el humedal 42 especies de aves, repartidas en 23 familias, de las cuales solo 5 son de hábitos principalmente acuáticos (típicas de humedales). Durante el trabajo de campo actual fueron registradas 38 especies, es decir que solo 4 no fueron registradas en la actualidad compartiéndose 14 especies (Tabla 2.2). De acuerdo a la caracterización por tipo de hábitat; de las especies acuáticas, se presentó una baja diversidad por familia, entre 1 y 2 representantes por familia (Figura 2.10), con respecto a las especies de hábitos principalmente terrestres, 10 familias estuvieron representadas solo por una especie y la familia más diversa fue Tyrannidae con ocho especies (Figura 2.11).



**Figura 2.10.** Riqueza de especies acuáticas por familia reportadas para el humedal



**Figura 2.11.** Abundancia de especies reportadas para las familias de hábitat principalmente terrestres en el humedal Higuierón

De las especies registradas para el humedal una es catalogada como migratoria austral (*Tyrannus sabana*) (Salaman *et al*, 2009). De acuerdo al grado de amenaza que pueden presentar las especies de aves a nivel Regional, Nacional o Global, solo una especie, el rojo cabeciazul (*Pionus menstrus*) presentan una amenaza menor para el Valle del Cauca debido principalmente la deterioro y a la reducción de sus territorios (Tabla 2.2).

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, 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 ausencia de estas especies, como fue posible notar en el humedal, estará reflejando un deterioro acelerado del humedal.

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 determinada etapa de su ciclo anual (e.g., la nidificación y reproducción, muda del plumaje) y estos pueden representar importantes 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 coincide con la época lluviosa, por lo que definir el estado de un humedal debe cubrir el rango de variación que estos presentan en el año.



**Figura 2.11.** Especies de Aves observadas en el humedal Higuierón  
Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

**Tabla 2.2.** Listado de especies de Aves

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	Escaso				LC
ARDEIDAE	<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	Visual	A	Escaso				LC
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garzita bueyera	Visual	T	Común	1			LC
THRESKIORNITHIDAE	<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito	Visual	T	Común				LC
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	Visual	T	Común				LC
RALLIDAE	<i>Porphyrio</i>	Polla azul	Visual	A	Escaso				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>martinica</i>								
	<i>Gallinula chloropus</i>	Polla gris	Visual	A	Escaso				LC
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	Pellar	Visual	T	Común				LC
JACANIDAE	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de ciénaga	Visual	A	Escaso				LC
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcasa naguiblanca	Visual	T	Común				LC
	<i>Columbina talpacoti</i>	tortolita rojiza	Visual	T	Común				LC
	<i>Columba cayannensis</i>	Tortolita pechiescamada	Inf. Sec.	T		1			
PSITTACIDAE	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito	Visual	T	Abundante				LC
	<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cabeciazul	Visual	T	Común	1	S1 - S1S3		LC
CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	Visual	T	Común	1			LC
	<i>Tapera naevia</i>	Tres pies	Auditivo	T	Común				LC
STRIGIDAE	<i>Megascops choliba</i>	Currucutú	Visual	T	Común				LC
TROCHILIDAE	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrojo	Visual	T	Común				LC
BUCCONIDAE	<i>Monasa morpheus</i>	Monjita cantora	Inf. Sec.	T		1			
FURNARIIDAE	<i>Synallaxis albescens</i>	Chamicero pálido	Visual	T	Común				LC
TAMNOPHILIDAE	<i>Tamnophilus multistriatus</i>	Batará carajada	Visual	T	Común				LC
	<i>Cercomacra nigricans</i>	Hormiguero Yeguá	Visual	T	Común				LC
TYRANNIDAE	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia crestada	Visual	T	Rara				LC
	<i>Fluvicola pica</i>	viudita blanquinegra	Visual	T	Común	1			LC
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	Visual	T	Común				LC
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechi rojo	Visual	T	Común				LC
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda crestinegra	Visual	T	Común	1			LC
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofue	Visual	T	Común	1			LC
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí	Visual	T	Común	1			LC
	<i>Tyrannus sabana (Ma)</i>	Sirirí tijeretón	Visual	T	Común				LC
HIRUNDINIDAE	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina barranquera	Visual	T	Común				LC
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	Visual	T	Común				LC
	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Cucarachero pechibalco	Inf. Sec.	T		1			
TURDIDAE	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirla oyera	Visual	T	Común				LC
THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo	Visual	T	Común	1			LC
	<i>Tangara vitriolina</i>	Tangara rastrojera	Visual	T	Común				LC
	<i>Thraupis palmarum</i>	Azulejo palmero	Inf. Sec.	T		1			
EMBERIZIDAE	<i>Sicalis flaveola</i>	Canario coronado	Visual	T	Común	1			LC
	<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero saltarín	Visual	T	Abundante	1			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>Sporophila minuta</i>	Espiguero ladrillo	Visual	T	Común				LC
	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero capuchino	Visual	T	Común				LC
PARULIDAE	<i>Dendroica petechia</i>	Reinita dorada	Visual	T	Común				LC
ICTERIDAE	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial amarillo	Visual	T	Común				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: CVC-Geicol 2002/3; Castillo 1999

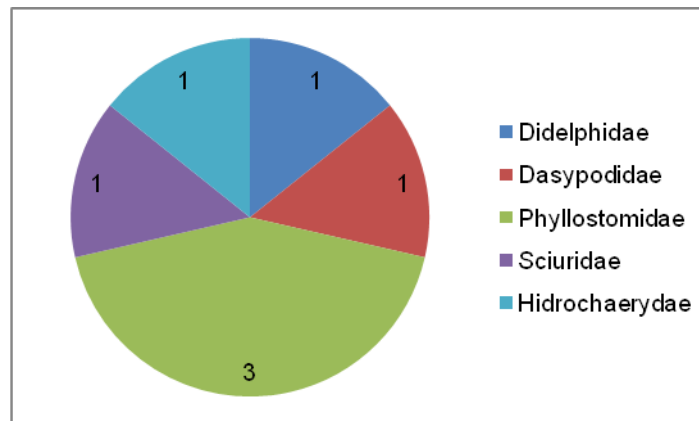
<sup>5, 6, 7</sup> **Amenaza:** Categoría de amenaza de las especies (Regional: CVC; Nacional: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia; Global: IUCN). Categoría nacional CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; DD = Datos Insuficientes (Rodríguez *et al.*, 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 7 especies de mamíferos pertenecientes a 3 órdenes y 5 familias, de las cuales dos son murciélagos. Con base en registros actuales de pobladores locales, se obtuvo información de dos de las especies registradas. No existen reportes pasados de las especies de mamíferos para el humedal, por lo que solo se presentan estos resultados. Adicionalmente, se incluyen especies de mamíferos potenciales 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 2.3).

Los resultados del muestreo y los datos históricos establecen la presencia de cerca de 38 especies de mamíferos potenciales para el humedal Higuierón y ecosistemas asociados. Lo anterior, expresa el número de especies potenciales, este número debe ser evaluado a través de monitoreos en el tiempo, para estimar con certeza la mastofauna actual del humedal, la cual debe estar por debajo de esta cifra, dado los grandes cambios que actualmente se reconocen.



**Figura 2.12.** Riqueza de las especies de mamíferos por familia para el humedal, con base en registros actuales e información anterior

De acuerdo al grado de amenaza de las especies detectadas o reportadas para el humedal, solo el chigüiro, especie para la cual solo existen registros antiguos, presenta algún riesgo. Esta especie, a pesar de ser la subespecie introducida para el valle del Cauca, ha mantenido sus poblaciones en los diferentes humedales, 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.

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 del río Cauca y las zonas de inundación, aunque cada vez sea más escasa la observación de estos animales en los humedales en el valle a nivel 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 Higuieron 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, y uso de las zonas de amortiguación 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 el humedal, refleja los altos impactos antropogénicos, pues la observación de especies medianas o pequeñas cada vez es mas escasa, por lo que es necesario evaluar el impacto que causa el uso de la tierra en zonas aledañas al humedal (cultivos de caña de azúcar, ganadería), pues no existe una zona o franja amortiguadora solo algunos arboles aislados en una matriz de pasto para ganado y cultivos de caña.

Dado que para este grupo no existen estudios anteriores, no es posible hacer comparaciones y es evidente la degradación del territorio según lo reportado por CVC-FIPAL, 2005. Dada la gran diversidad de hábitos por parte de las especies de mamíferos; este estudio necesita ser ampliado para cubrir una mayor proporción de hábitos y técnicas dentro del humedal.



**Figura 2.13.** Especies de mamíferos fotografiadas en el humedal Higueron: a) *Artibeus lituratus* (Murciélago frutero grande); b) *Artibeus jamaicensis* (Murciélago frutero grande).

Fuente: Maria Juliana Bedoya Durán, 2011

**Tabla 2.3.** Listado de especies de mamíferos

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro <sup>1</sup>	Abundancia relativa <sup>2</sup>	Reportes anteriores <sup>3</sup>	Amenaza		
							Regio nal <sup>4</sup>	Nacio nal <sup>5</sup>	IUC N <sup>6</sup>
DIDELPHIMOR FIA	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chuca común o Zariguella	Visual	Común	UV			LC
		<i>Chironectes minimus</i>	Chucha de Agua	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Philander opossum</i>	Chucha de cuatro ojos	Inf. Sec.		UV			
		<i>Micoureus demerarae</i>	Marmosa grande gris	Inf. Sec.		UV	S1		
		<i>Marmosa sp</i>	Marmosa	Inf. Sec.		UV			
CINGULATA	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	Comunidad	Escaso				LC
CHIROPTERA	Phyllostomida e	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero grande	Captura	Común	UV			LC
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero grande	Captura	Abundante	UV			LC
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciéalgo común de	Captura	Común	UV			LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de Registro <sup>1</sup>	Abundancia relativa <sup>2</sup>	Reportes anteriores <sup>3</sup>	Amenaza		
							Regio- nal <sup>4</sup>	Nacio- nal <sup>5</sup>	IUC N <sup>6</sup>
			cola corta						
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago nectarívoro	Inf. Sec.		UV			
		<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago Vampiro	Inf. Sec.		UV			
		<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludos de hombros amarillos	Inf. Sec.		UV			
		<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos de dos dientes	Inf. Sec.		UV			
		<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago peq. de hombros amarillos	Inf. Sec.		UV			
		<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago longirostro de Geoffroyi	Inf. Sec.		UV			
		<i>Mimon crenulatum</i>	Murciélago rayado de nariz peluda	Inf. Sec.		UV			
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago nariz de Lanza Mayor	Inf. Sec.		UV			
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	Murciélago de nariz ancha de heller	Inf. Sec.		UV			
		<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago frutero chico	Inf. Sec.		UV			
	Vespertilionida e	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	Murciélago pardo	Inf. Sec.		UV			LC
		<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negro pequeño	Inf. Sec.		UV			
	Emballonurida e	<i>Peropteryx kappleri</i>	Murciélago grande cara de perro	Inf. Sec.		UV			
	Molossidae	<i>Eumops auripendulus</i>	Murciélago negro de bonete	Inf. Sec.		UV			
PRIMATES	Cebidae	<i>Aotus lemurinus</i>	Mono nocturno	Inf. Sec.		UV	S1S3	VU	VU
CARNIVORA	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro cañero	Inf. Sec.		UV			LC
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	Inf. Sec.		UV			LC
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Coatí	Inf. Sec.		UV	S3		
ARTIODACTYL A	Cervidae	<i>Pudu mephistophiles</i>	Ciervo enano	Inf. Sec.		UV	S1S1	NT	VU
RODENTIA	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla coli roja	Comunidad	Rara	UV			LC
	Cricetidae	<i>Oecomys sp</i>	Ratón arrocero arborícola	Inf. Sec.		UV			
		<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Ratón arrocero amarillento	Inf. Sec.		UV			
		<i>Handleyomys alfaro</i>	Ratón arrocero grande	Inf. Sec.		UV			
		<i>Oryzomys albigularis</i>	Ratón de bosque nublado	Inf. Sec.		UV			
		<i>Melanomys caliginosus</i>	Ratón arrocero oscuro	Inf. Sec.		UV			
		<i>Akodon sp</i>	Ratón de pastizal	Inf. Sec.		UV			
		<i>Zygodontomys brunneus</i> (En)	Ratón cañero andino	Inf. Sec.		UV			
	Erethizontidae	<i>Echinoprocta rufescens</i>	Puercoespín	Inf. Sec.		UV			
	Hydrochaeryda e	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Chiguiro	Comunidad	Rara	UV	SX		LC

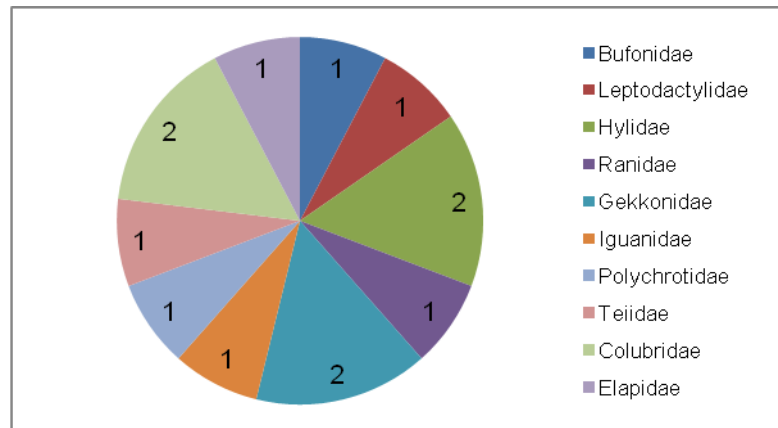
<sup>1</sup> **Tipo de Registro:** Visual, Captura, Comunidad, Información secundaria (Inf. Sec.) <sup>2</sup> **Abundancia relativa:** Abundante, Rara, Común <sup>3</sup> **Reportes anteriores:** UV = Registro potencial de la especie; Tomado de la Colección de Mamíferos de la Universidad del Valle, de zonas en el Valle, cercanas al área de estudio y con características similares (Es necesario tener en cuenta que el deterioro acelerado de estos ecosistemas, muy seguramente desplazó la mayoría de estas especies).

<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 REPITILES

Durante el trabajo de campo fueron registradas 13 especies pertenecientes a tres órdenes y 10 familias (Figura 2.14), de las cuales, cinco especies son anfibios y ocho son reptiles (Tabla 2.4).



**Figura 2.14.** Riqueza de especies de anfibios y reptiles por familia, reportados para el humedal durante el estudio.

Una de las especies más abundantes durante el estudio fue *Dendropsophus columbianus*, esta es una especie muy común, típica de hábitats intervenidos, y casi ausente en hábitats con buenas coberturas boscosas, las cuales aprovechan diferentes cuerpos de agua; lagos, lagunas, charcas temporales, etc, para reproducirse. Otra especie abundante en el humedal fue la rana Toro (*Lithobates catesbeianus*); especie que por su tamaño y sus vocalizaciones parece tener poblaciones estables en el humedal. Así mismo una especie abundante perteneció al género *Dendropsophus*, especie que actualmente se encuentra en proceso de identificación, y es presentada como *Dendropsophus sp.*

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 es abundante, por lo que es necesario formular planes de control y monitoreo para la especie y su efecto sobre poblaciones nativas dentro del humedal.

En el listado de anfibios colombianos con algún riesgo de extinción (Rueda, 1998), no está reportada ninguna de las especies mencionadas para el Humedal. 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).



**Figura 2.15.** Fotografías de las especies de Anfibios y Reptiles registradas en el Humedal Higuierón; a) *Cnemidophorus lemniscatus* (lagarto lobo); b) *Dendrophidion bivittatus* (Esterilla); c) *Lepidodactylus lugubris*; d) *Rhinella marina* (Sapo Común); e) *Dendropsophus columbianus*; f) *Gonatodes albogularis* (gueco cabecirufo); g) *Iguana iguana* (Iguana); h) *Dendropsophus columbianus* y i) *Leptodactylus fragilis*.



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	Bufo	<i>Rhinela marina</i>	Sapo común	Captura	Común				LC
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>		Captura	Común				NE
	Hylidae	<i>Dendropsophus columbianus</i>	Rana de pozo	Captura	Común				LC
		<i>Dendropsophus sp.</i>		Captura	Abundante				LC
	Ranidae	<i>Lithobates catesbeianus</i>	RanaToro	Captura	Abundante				LC
Squamata	Gekkonidae	<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Gueco Enlutado	Visual	Común				NE
		<i>Gonatodes albogularis</i>	Gueco Cabecirrufo	Captura	Común				NE
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana Común	Visual	Común				NE
	Polychrotidae	<i>Cercosaura argulus</i>	Lisa de ojarasca	Visual	Rara				NE
	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lagarto Lobo	Captura	Abundante				LC
Serpentes	Colubridae	<i>Dendrophidion bivittatus</i>	Guarda camino; Esterilla	Captura	Rara				NE
		<i>Drymarchon melanurus</i>	Petacona	Comunida d	Rara				LC
	Elapidae	<i>Micrurus mipartitus</i>	Coral	Visual	Rara				NE

<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:** No reportados. <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 solo fue registrada una especie con base en capturas (*Poecilia caucana*) (Figura 2.15); y este se convierte en el primer reporte, pues el plan de manejo realizado para el humedal en el 2005, no reporta ninguna especie. Este resultado es preocupante pues indicaría una simplicidad de la ictiofauna, aunque para poder hacer estimaciones, es necesario incrementar los estudios en época lluviosa.

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.

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 los guppies (*Poecilia spp.*), especie que se caracteriza por tomar el oxígeno del aire, característica que lo convierte en una especie tolerante 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).

En el período en el que se realizaron los muestreos, el humedal se encontraba sin espejo de agua libre y con un alto grado de colmatación y evidente disminución de la profundidad por invasión de macrófitas. Adicionalmente se destacan factores como la sedimentación, aumento de la vegetación acuática y potrerización, lo que trae consigo la disminución del oxígeno disuelto y la pérdida de condiciones favorables para albergar la fauna íctica nativa. Es necesario hacer estudios en diferentes momentos para establecer la ictiofauna del humedal, y con base en los estudios plantear estrategias efectivas de manejo para la recuperación del espejo de agua y zonas de amortiguación.



**Figura 2.16.** *Poecilia caucana*; única especie capturada durante el muestreo (Humedal en temporada seca)

### 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 son especies Piedra angulares. Muchas plantas, dependen de los frugívoros (aves, murciélagos y entre otros) para la dispersión de sus semillas y la germinación efectiva en otras zonas. (De Leo & Levi, 1997; Khanina, 1998), por lo que la ausencia de estas especies, causa una disminución en las especies animales por ausencia de recurso y esto a su vez impide la efectiva dispersión de las semillas de especies importantes.

### 2.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE Y ACUÁTICA



**Figura 2.17.** Siembra de árboles sin resultado efectivo por parte de la entrada constante de ganado al humedal. Especies de árboles, más significativas dentro de la zona amortiguadora del humedal (Guácimos- Guazuma umnifolia- y Chiminangos –*Pithecellobium dulce*-)

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 árboles de porte alto como chiminangos, mangos o guácimos. (Figura 2.17). A pesar de contar con un sendero que intentó recuperar la vegetación amortiguadora, este fue insuficiente, y las plantulas sembradas, han sido acabadas por el ganado.

### Macrófitas

La vegetación macrófita de los humedales, pueden reflejar diferentes etapas de sucesión, indicando diferentes grados de 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 2.18).



**Figura 2.18.** Especies de macrófitas que recubre las pocas zonas con espejo de agua dentro del humedal

La especie que mas abunda en el humedal es la lechugilla (*Pistia stratiotes*), esta especie junto con especies como el buchón de agua, el junco y la zarza, pueden ser cruciales para algunas especies (ej: 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. 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).

**Tabla 2.6.** Listado de especies de plantas

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>
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracoli	Na	A	Tr	LC <sup>3</sup> /NT <sup>2</sup>	1
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	In	A	Tr		1
Arecaceae	<i>Cocos sp.</i>	Coco		A	Tr		1
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	Na	A	Tr		1
Esterculiaceae	<i>Guazuma sp.</i>	Guácimo		A	Tr		1
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	In	Ar	Tr		1
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Mataraton	Na	A	Tr		1
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Zarza/ dormidera	Na	Ar	Tr		1
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Na	A	Tr		1
Melastomataceae	<i>Sp 1</i>	Enredadera		Hr	Tr		1
Myrtaceae	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto	In	A	Tr		1
Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>	Maracuya		Hr	Tr		1
Poaceae	<i>Sp 2</i>	Pastos		Hr	Tr		1
Polygonaceae	<i>Polygonum sp.</i>	Tabaquillo		Hr	T		1
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchon	In	Hr	Ac		1
Rutaceae	<i>Swinglea glutinosa</i>	Swinglea	In	A	Tr		1
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	Junco	In	Hr	T		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) Estudio CVC-FIPAL 2005

## Macroinvertebrados acuáticos

Actualmente no existe información acerca de los macroinvertebrados acuáticos presentes en el humedal Higuierón. 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).

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 es urgente y necesario en el humedal dado que por medio de este grupo se pueden estudiar las relaciones tróficas, que pueden presentarse y que actualmente, mantienen poblaciones importantes de vertebrados.

### 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

Leandro Díaz Q.

#### 2.3.1.1. LOCALIZACIÓN HUMEDAL HIGUERÓN

El humedal El Higuierón se ubica en el departamento del Valle del Cauca, municipio de Yumbo, corregimiento de Mulaló, vereda El Higuierón. Los centros poblados más cercanos son el municipio de Yumbo y el corregimiento de Mulaló; y la ciudad con mayor influencia es Yumbo.

El humedal El Higuierón limita al norte con el carretable que de la vía Panorama conduce al caserío del Paso de la Torre sobre el Río Cauca, al oriente con el río Cauca, al sur con la empresa Cartón de Colombia y al occidente con la vía Panorama.

El humedal El Higuierón se localiza en la margen izquierda del río Cauca frente a la abscisa K165+963.27 (K0+000 Represa de Salvajina). El humedal El Higuierón se encuentra en el marco de coordenadas 1067774.50E, 886619.85N y 1068447.86E, 887383.30N del IGAC, con una altitud promedio de 962 msnm.

Existen dos vías de acceso al humedal, las dos son vías carreteables, una de ellas parte del municipio de Yumbo hasta llegar al humedal El Higuierón y la otra es un carretable el cual divide al humedal construida por la empresa Cartón de Colombia, esta vía de acceso al humedal El Higuierón parte desde el costado oriental del humedal hasta la zona centro del humedal o isla del humedal.

En este sector el río Cauca se caracteriza por los diferentes rasgos geomorfológicos indicando que el río ha migrado hacia el suroriente, permitiendo de esta forma el aislamiento del Humedal El Higuierón. En este sector el río Cauca presenta en su cauce un buen grado de sinuosidad luciendo algunas curvas bastante cerradas, el humedal El Higuierón no está siendo usado como zonas de amortiguación del río Cauca durante desbordamientos ya que la margen izquierda del río Cauca no está siendo inundada, al contrario de esta se inunda la margen derecha del río Cauca refiriéndose a la zona franca del pacífico.

### 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 El Higuерón, escala 1:25.000 IGAC (280-III-C).  
Coberturas del SIG de CVC de la cuenca del río Yumbo.  
Coberturas del SIG de CVC de las inundaciones 2010-2011.  
Aerofotografía Vuelo FAL F-461 Faja 32 Foto 132 Escala 1:25.950 del 2005.

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.

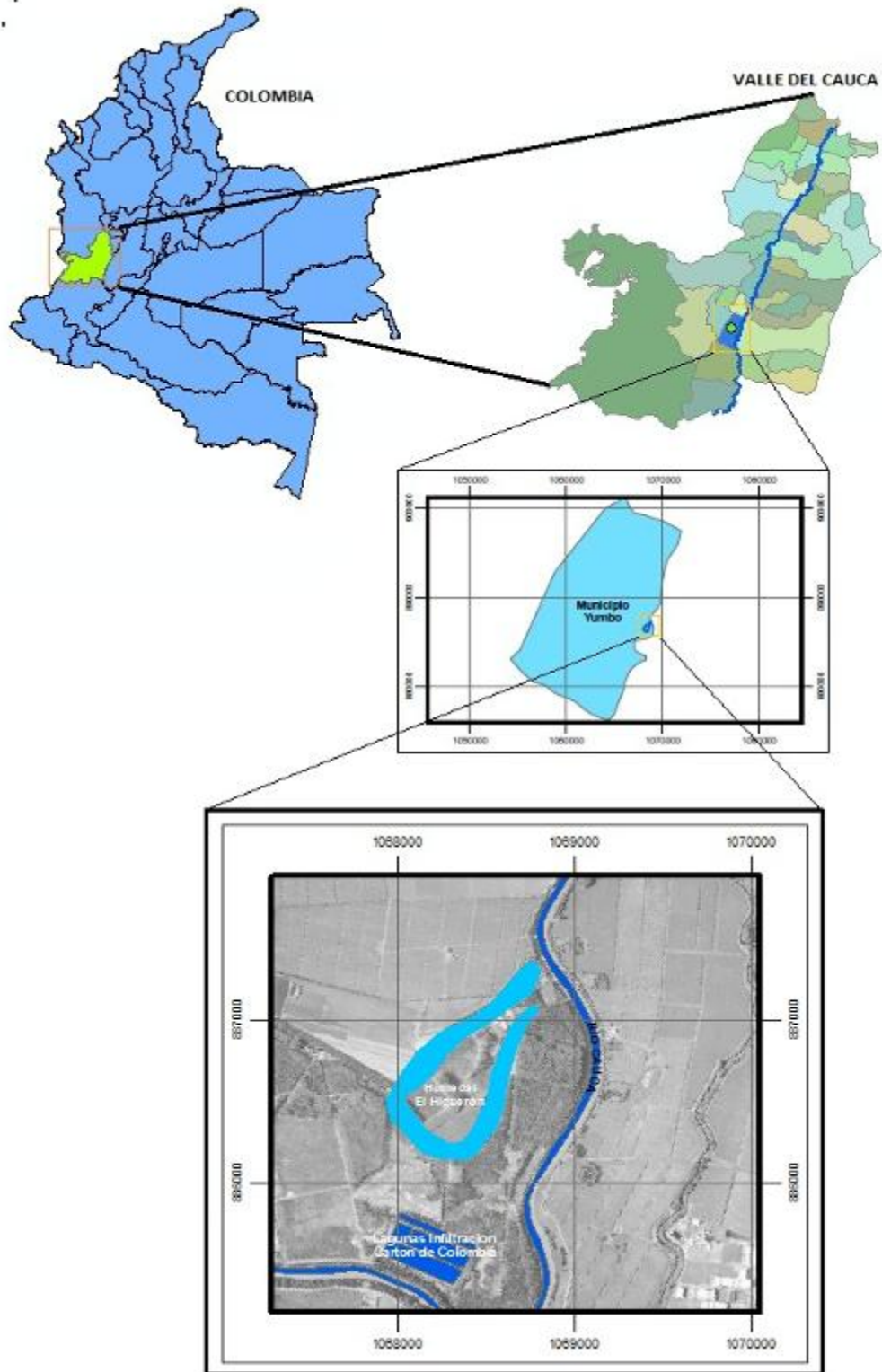
### **CARACTERIZACIÓN DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

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- Informe del Sistema de Información Geográfica de la Unidad de Manejo de Cuenca Yumbo - Arroyohondo, UMC 06, 2003.  
INGEOMINAS – Mapa Geológico Departamento del Valle del Cauca, 2001

### **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 06 para unidad Yumbo - Arroyohondo. Para evaluar la cuenca de captación de la madreveja y el grado de erosión de la cuenca.



**Figura 2.19.** Vuelo FAL F-407 Faja 37A Foto 187 Escala 1:31.3000. Localización General del humedal Higuero

### 2.3.2.1.2. DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL HIGUERON Y SU FRANJA PROTECTORA

Para la delimitación del humedal El Higuerón se trabajó con información espacial de coberturas que obedecen a las inundaciones que dejó la ola invernal periodo 2010-2011, de igual manera se contó con Información espacial de la cuenca del río Yumbo, 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 Network), 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 del vuelo FAL F-461 Faja 32 Foto 132 Escala 1:25.950 del 2005 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 El Higuerón, de igual modo se delimitó su cuenca de drenaje superficial en miras de la planificación del ecosistema del humedal el Higuerón.

### *2.3.2.2. CARACTERIZACIÓN GENERAL*

La cuenca de captación del humedal tiene una gran relevancia sobre el funcionamiento de estos ecosistemas, siendo por ello actualmente consideradas como los instrumentos más adecuados en la gestión de los humedales y en la conservación de su integridad ecológica original. Una buena gestión de la cuenca de drenaje es, por tanto, fundamental para mantener la calidad ecológica de estos ecosistemas, ya que los humedales dependen directamente de los procesos hidrogeomorfológicos, biológicos y humanos que se producen en los ecosistemas más terrestres que drenan hacia sus cubetas.

Por lo anterior, resulta imposible comprender completamente el estado actual de un humedal sin tener presentes los usos de suelo y los cambios producidos en su cuenca de drenaje. El área aferente de la cuenca de captación se determinó con base en los planos cartográficos del humedal El Higuerón, escala 1:25.000 IGAC (280-III-C), coberturas del SIG de CVC de la cuenca del río Yumbo, coberturas del SIG de CVC de las inundaciones 2010-2011 junto con el montaje de la aerofotografía Vuelo FAL F-461 Faja 32 Foto 132 Escala 1:25.950 del 2005.



La principal fuente de abastecimiento hídrico para el humedal El Higuérón es el río Cauca, sobre todo en época de invierno en donde a partir de la captura del humedal se mantienen niveles altos de agua, otras fuentes de menor importancia los proveen los flujos superficiales del escurrimiento natural de la cuenca y el flujo subsuperficial. Durante el verano los niveles del río Cauca descienden y el agua empieza a retornar del humedal hacia el río. (CVC-UNIVALLE, 2009)<sup>21</sup>.

La cuenca hidrográfica del humedal El Higuérón se caracteriza principalmente por poseer un área de captación dominada por tierras aluviales con alto grado de intervención antrópica. La Figura 2.19 se presenta el área de captación delimitada para el humedal El Higuérón.

**Tabla 2.7.** Área del humedal Higueron y de la cuenca de captación

	Área (Ha)
Espejo de Agua	27,8
Área de drenaje	881,0
Área Total de la cuenca de captación	908,8

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

*Claudia Marcela Peña Martínez*

#### 2.3.3.1. GEOLOGÍA

Geológicamente el humedal Higueron se localiza, sobre una unidad de depósitos aluviales, identificados en el mapa como Qal, estos depósitos se presentan a lo largo del Río Cauca y comprenden el 24.55% del área total de la estructura ecológica, tal como se muestra en la figura 1. De otra parte, en este sector se aprecian remanentes de conos aluviales, identificados como (Qca), así como sedimentos de la Formación Guachinte, identificada como (TOg), cada una ocupa un porcentaje área del 63.38% y 12.08% respectivamente (Tabla 2.8).

<sup>21</sup> CVC-Universidad del Valle (2009). Vol II Fichas de Caracterización de Humedales Del Valle Alto Del Río Cauca. P 33, 34.

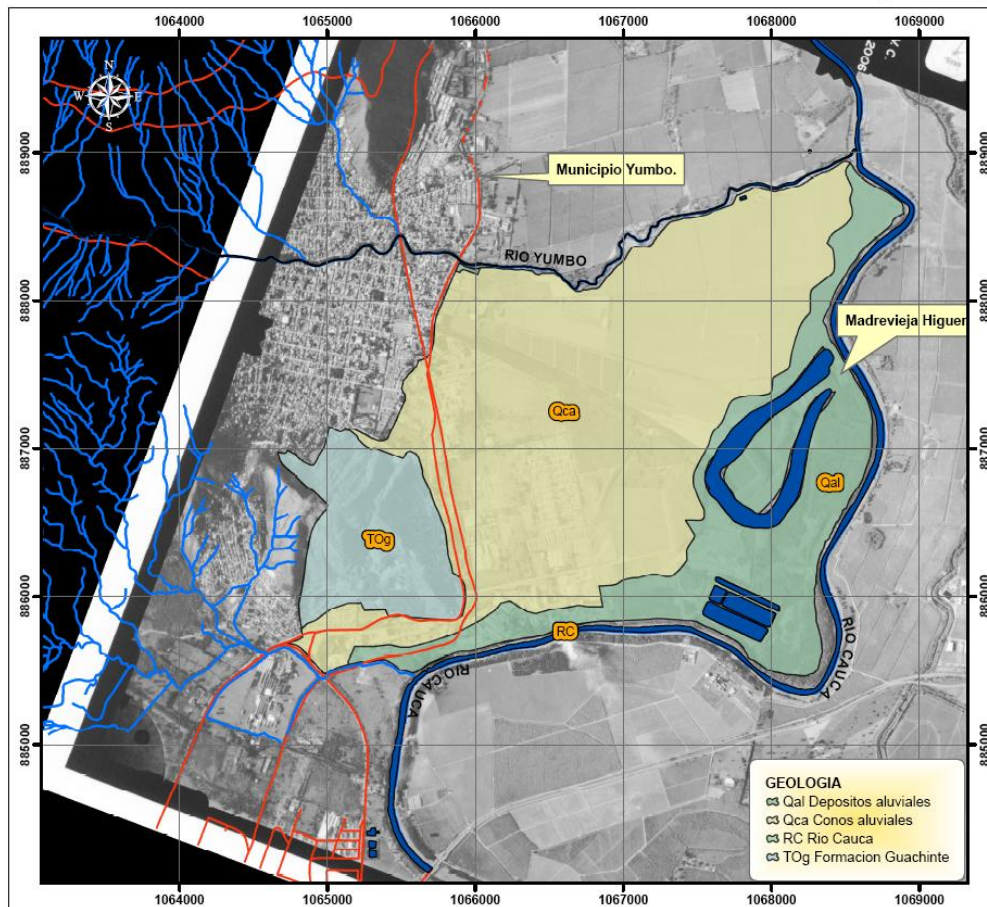


Figura 2.20. Geología de la madrevieja Higuera

Tabla 2.8. Descripción de las unidades geológicas

Identificador	Unidad geológica	Litología	Área (Ha)	%
Qal	Depósitos aluviales	Depósitos aluviales asociados al río Cauca y sus tributarios. Se componen de gravas, arenas y limos de desborde.	213.73	24.55
Qca	Conos aluviales		551.86	63.38
TOg	Formación Guachinte	Areniscas, limolitas, lutitas y carbones.	104.87	12.08

### 2.3.3.2. UNIDADES GEOLÓGICAS

Cuaternario aluvial del Río Cauca (Qal): Los materiales aluviales (Qd) 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 de Conos Aluviales (Qca): Los depósitos de conos aluviales se localizan a lo largo de la zona del piedemonte, se constituyen por gravas, gravas arenosas con capas relativamente delgadas de arena y ocasionalmente de lentes de limo. Los conos

aluviales están asociados con los periodos de desglaciación en la era cuaternaria (CVC, 2003).

Formación Guachinte (TOg): Comprende areniscas de colores amarillo y rojo pardo. Areniscas conglomeráticas polimícticas de color amarillo. Estas se encuentran intercaladas con algunos paquetes de limolitas y a veces aparecen mantos de carbón.

### 2.3.4. GEOMORFOLOGÍA

El análisis geomorfológico en el área de la Madre Vieja, resulta importante, pues expone, cada uno de los procesos exógenos que se presentan en el área, y como estos han modelado el paisaje que en la zona se presenta. De otra parte pone en evidencia diversos procesos, que modifican y alteran el relieve, como por ejemplo lo son los movimientos de masa, así mismo como estos se catalogan como una amenaza, no solo para las poblaciones aledañas, sino para la infraestructura misma.

Las geoformas que se presentan en esta estructura ecológica se relacionan en la Figura 2.20:

**Tabla 2.9.** Unidades geomorfológicas

Símbolo	Unidad geomorfológica	Descripción	Área (Ha)	%
RC	Río Cauca	Río Cauca	0.3	0.03
MH	Montaña fluvio-gravitacional	Filas-vigas de montaña en rocas volcánicas máficas y/o sedimentarias arenosas carbonatadas	104.9	12.04
PX	Piedemonte coluvio-aluvial	Abanicos de piedemonte en depósitos superficiales clásticos hidrogravigenicos e hidrogenicos	140.9	16.19
RA	Planicie aluvial	Plano de desborde en la planicie aluvial	213.2	24.49
PA	Piedemonte aluvial	Abanicos recientes de piedemonte en depósitos superficiales clásticos hidrogenicos	411.4	47.25
TOTAL			870.72	100

Para el caso de Higuera, la incidencia que tiene el Río Cauca, es bastante fuerte, por lo cual la planicie aluvial de éste en esta zona, es bastante amplia, tal como se muestra en la Figura 2.21 con el símbolo RA.

A su margen izquierda se identifica el piedemonte aluvial y las formaciones Montaña fluvio-gravitacional y Piedemonte aluvial, que son propias de las regiones de drenajes torrenciales que van depositando sus sedimentos aluviales en la zona de planicie.



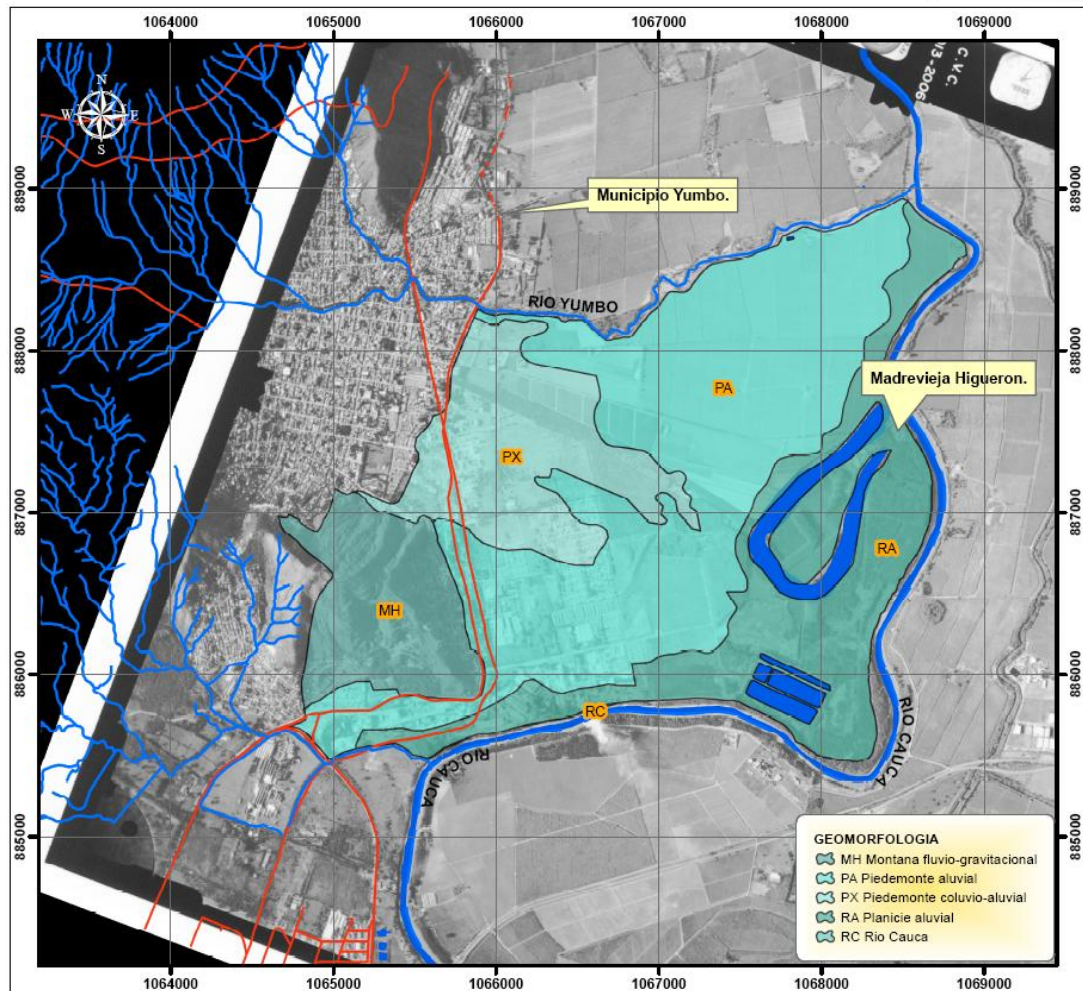


Figura 2.21. Geomorfología humedal Higuieron

#### 2.3.4.1. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Conociendo la gran actividad tectónica del país es importante tener en cuenta las fallas que cruzan la región de estudio. Se presentan dos sistemas de fallas, el sistema Palmira-Buga que es de tipo inverso y es potencialmente activa. El otro sistema corresponde al Cali-Patia que bordea toda la cordillera occidental y es clasificado como normal y al igual que la anterior es potencialmente activa.

#### 2.3.4.2. DINÁMICA FLUVIAL

Los rasgos geomorfológicos indican que el río ha migrado hacia el suroriente, permitiendo de esta forma el aislamiento de la madreveja. En este sector el cauce tiene un buen grado de sinuosidad presentando algunas curvas bastante cerradas.

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



En los estudios morfológicos realizados en el río Cauca por el señor Freidi Guzman, se muestran los cambios que ha sufrido la madre vieja Higueron durante el periodo de 1957 a 1977. Aunque son mínimas las diferencias entre estos años, se puede apreciar acumulación de sedimentos hacia la parte sur y centro del humedal, lo que llevo al estrechamiento de su sección en estos tramo pero una ampliación hacia el extremo norte, cerca a su desembodaura en el río Cauca. El humedal se caracteriza por no ser meándrico y por tener poca movilidad en todo su recorrido.

### 2.3.5. TIPOS DE SUELOS

De acuerdo a los informes presentados por la UMC de Yumbo, la cuenca de captación de la madre vieja Higueron cuenta con la fisiografía descrita en la Tabla 2.10 y en la Figura 2.22.

**Tabla 2.10.** Tipos de suelos

UNIDAD	FASES	AREA (Ha)	%
Río Cauca	Río Cauca	0.26	0.03
AMa	Consociación Amaime	0.50	0.06
CQa	Consociación Cauquita	15.15	1.74
PLa	Consociación Palmira	35.18	4.04
NMb	Consociación Nima	46.51	5.34
CKa	Consociación Coke	55.23	6.34
MNa	Consociación Manuelita	87.27	10.02
NMa	Consociación Nima	94.43	10.85
MRFf3	NO REGISTRA	104.87	12.04
JNar	Consociación Juanchito	141.95	16.30
GLar	Consociación Galpon	142.86	16.41
RTar	Consociación Ricaurte	146.52	16.83
	TOTAL	870.72	100

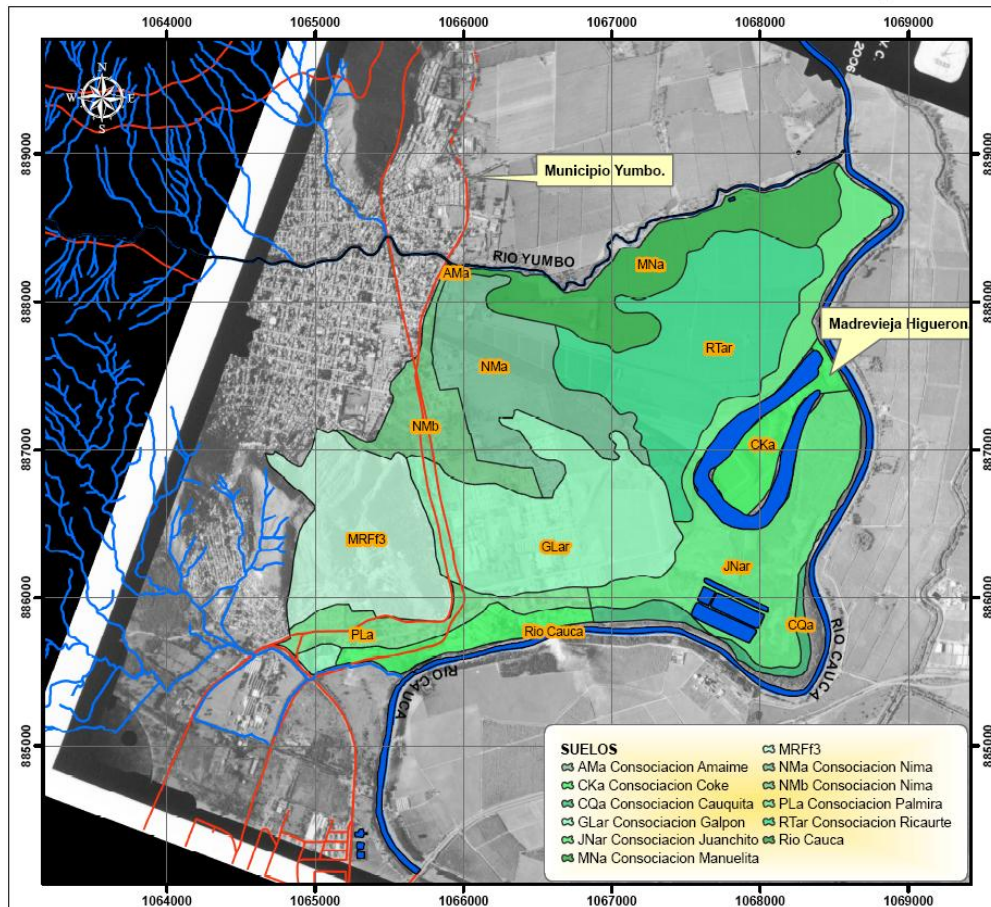


Figura 2.22. Distribución de los tipos de suelos en el ecosistema

Estas unidades corresponden a los bacines o depresiones que ocupan los planos de inundación del Río Cauca del relieve plano-cóncavo, desarrollados a partir de aluviones muy finos del río Cauca. Presentan drenaje pobre y están afectados por inundaciones y encharcamientos. El nivel freático es fluctuante, y permanece en la mayoría de los años muy cerca a la superficie. En los periodos de mayor sequía se observan grietas de diferente amplitud, aparentemente originadas por la proporción relativamente alta en que los minerales de arcilla expansibles participan en la composición del mineral.

Los suelos del conjunto Juanchito son en general de textura arcillosa y poco evolucionados y los suelos de los conjuntos Coque y La Barca son de texturas medianas a livianas, todos ellos tienen una alta fertilidad, la cual se limita parcialmente por las condiciones de drenaje superficiales.

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

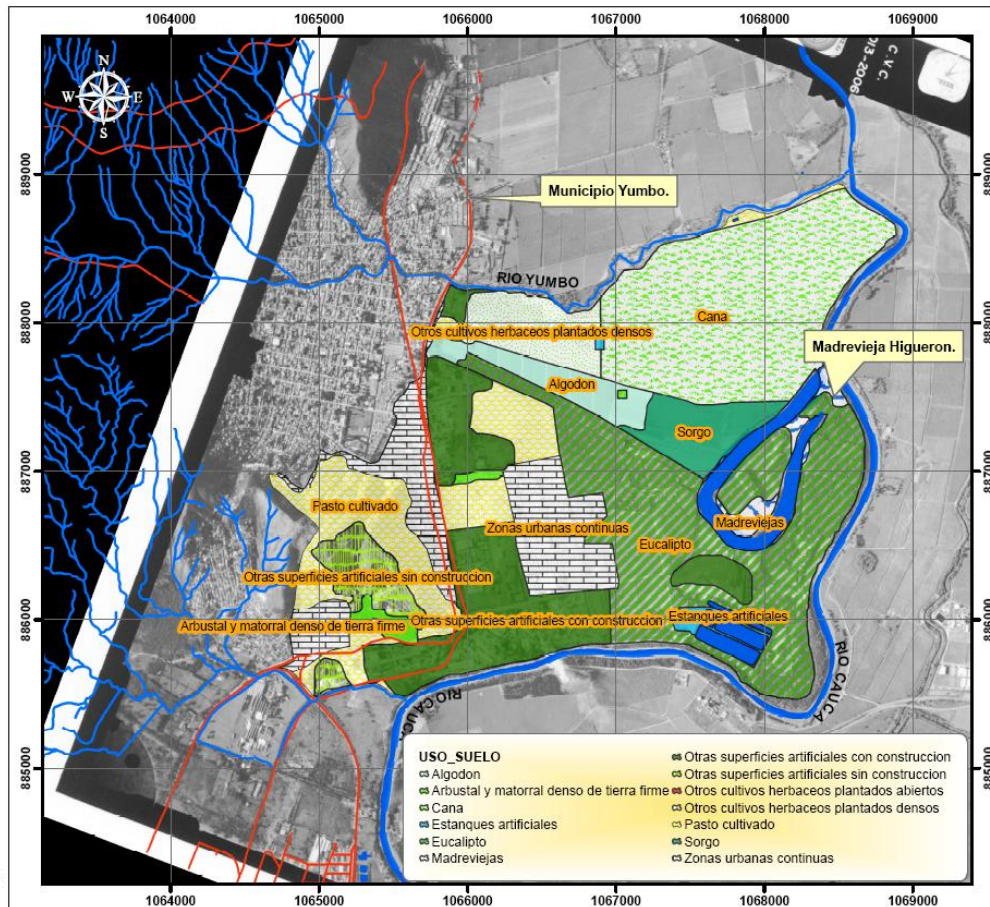
El uso del suelo de este ecosistema es variado, donde el mayor porcentaje de área está ocupado por Eucalipto, seguido por cultivos de caña de azúcar, zonas en construcción y



pastos. En la Tabla 2.11 y Figura 2.23 están representados todos los usos del suelo de la cuenca.

**Tabla 2.11. Usos del suelo**

CODIGO	NOMBRE	AREA (Ha)	%
CHBA	Otros cultivos herbáceos plantados abiertos	0.30	0.03
ACOA	Estanques artificiales	5.33	0.61
ABD	Arbustal y matorral denso de tierra firme	8.45	0.97
ACON	Madre viejas	10.94	1.26
CABD	Algodón	27.23	3.13
OISC	Otras superficies artificiales sin construcción	29.32	3.37
CHBD	Sorgo	31.48	3.62
CHBD	Otros cultivos herbáceos plantados densos	36.35	4.18
ZUC	Zonas urbanas continuas	99.27	11.40
CHBD	Pasto cultivado	107.99	12.40
OICC	Otras superficies artificiales con construcción	129.10	14.83
CABD	Caña	181.90	20.89
CARD	Eucalipto	203.05	23.32
	<b>TOTAL</b>	<b>870.72</b>	<b>100</b>



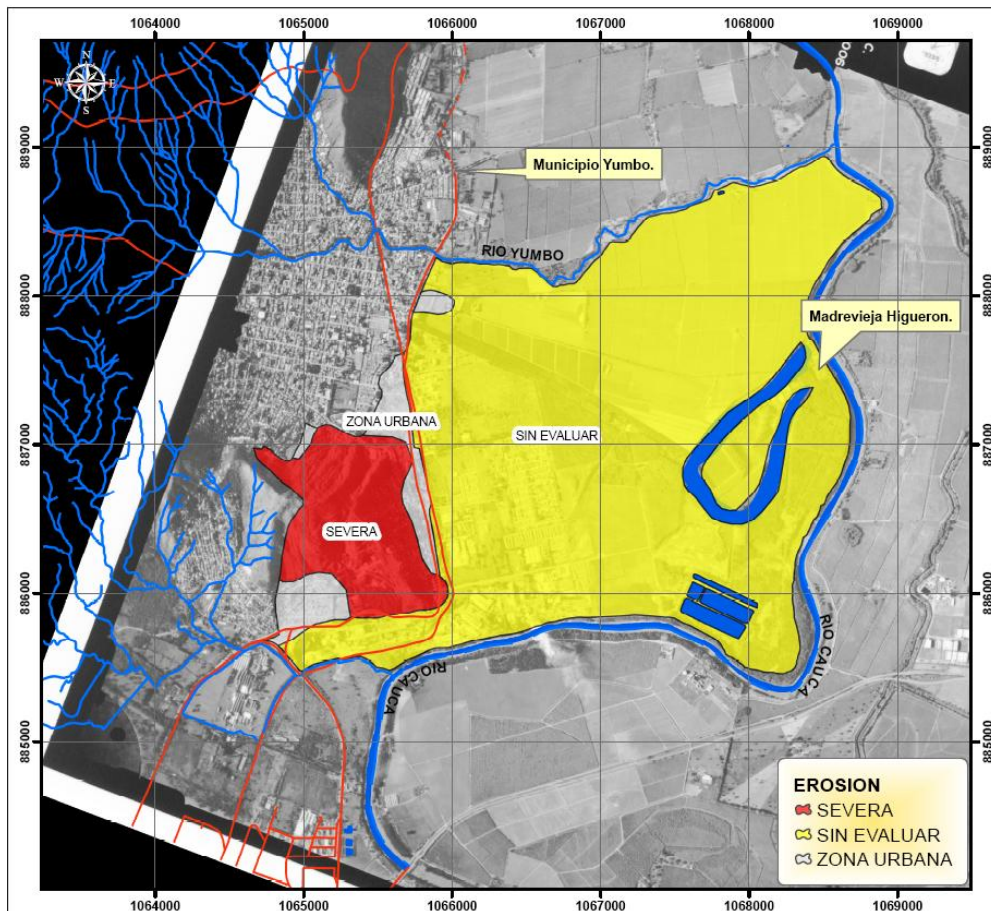
**Figura 2.23. Distribución de los usos del suelo**

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

En la mayor parte de la cuenca de captación, la erosión aún no ha sido evaluada. Se tiene un área del 11.17% que corresponde a erosión severa.

**Tabla 2.12.** Zonas de erosión

CODIGO	GRADO EROSION	AREA (Ha)	%
ZU	ZONA URBANA	43.11	4.95
3E3P2C2	SEVERA	97.28	11.17
SE	SIN EVALUAR	730.34	83.88
	TOTAL	870.72	100



**Figura 2.23.** Grados de erosión en la cuenca

### 2.3.5.3. USO POTENCIAL

El uso potencial de suelos en esta área fue determinado a partir de los criterios de aptitud de uso, que se basan en la capacidad de uso clasificando los suelos en ocho clases agrológicas.

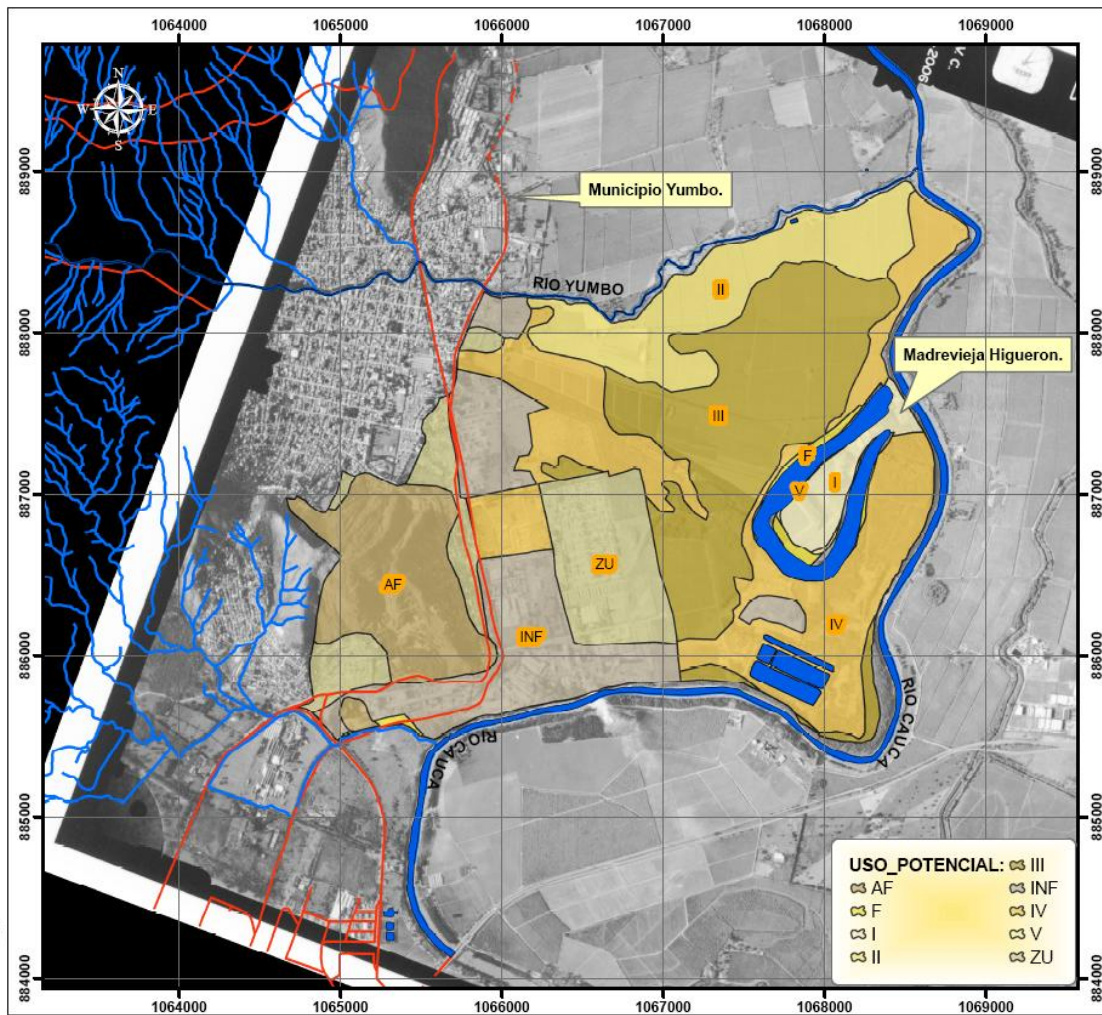
Las unidades que tienen mayor área de cobertura corresponden a suelo tipo III y IV, los cuales se caracterizan por tener bastantes limitaciones que afectan la posibilidad de



cultivos agronómicos. En la Tabla 2.13 se muestran las áreas que ocupan cada una de estas unidades y en la Figura 2.24 se representa su ubicación dentro de la cuenca.

**Tabla 2.13.** Uso potencial del suelo

CODIGO	AREA (Ha)	%
V	1.51	0.17
F	8.79	1.01
I	25.00	2.87
II	96.56	11.09
AF	100.47	11.54
ZU	110.40	12.68
INF	135.42	15.55
III	192.32	22.09
IV	200.25	23.00
	870.72	100



**Figura 2.24.** Uso potencial de los suelos

### 2.3.6. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

### 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 más 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>22</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

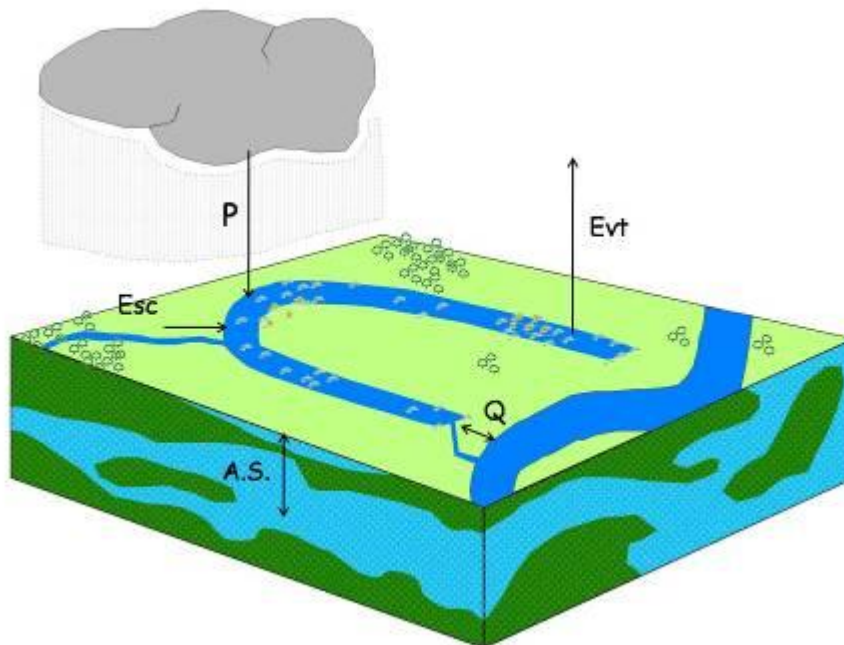
Las condiciones hidrológicas son extremadamente importantes para el mantenimiento de la estructura y función de un humedal. La alteración de estas condiciones pueden causar fuertes impactos que son muy difíciles de restablecer (Mitsh & Gosselink, 1993). El hidroperíodo o ciclo hidrológico de cada humedal 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 2.25). 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).

---

<sup>22</sup> Compactación de suelo.

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 (Mitsch & Gosselink, 1993). Algunos investigadores indican que la duración de la inundación y/o la saturación del suelo en períodos húmedos son más influyentes en las comunidades de plantas que la frecuencia de la inundación (US Engineers Corps, 1997).



**Figura 2.25.** 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>23</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

<sup>23</sup> Depositación



La interacción de la hidrología, vegetación y suelos es fundamental en el desarrollo de las características únicas de cada humedal. La vegetación hidrofítica<sup>24</sup> se define aquí como la suma de plantas macrófitas que permanecen en áreas con inundaciones 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 República 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 HIGUERON

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 2.14:

**Tabla 2.14.** Estaciones cercanas al humedal Higuierón

Estación	Tipo	Periodo
Arroyohondo – CENICAÑA	Pluviométrica – Hidroclimatología	2000-2010
Paso de la Torre – CVC	Limnigráfica	2000-2010

##### 2.3.6.4.1. Ubicación de la estación limnigráfica<sup>25</sup>

Para identificar la influencia del Río Cauca en el humedal ripario Higuierón, 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.

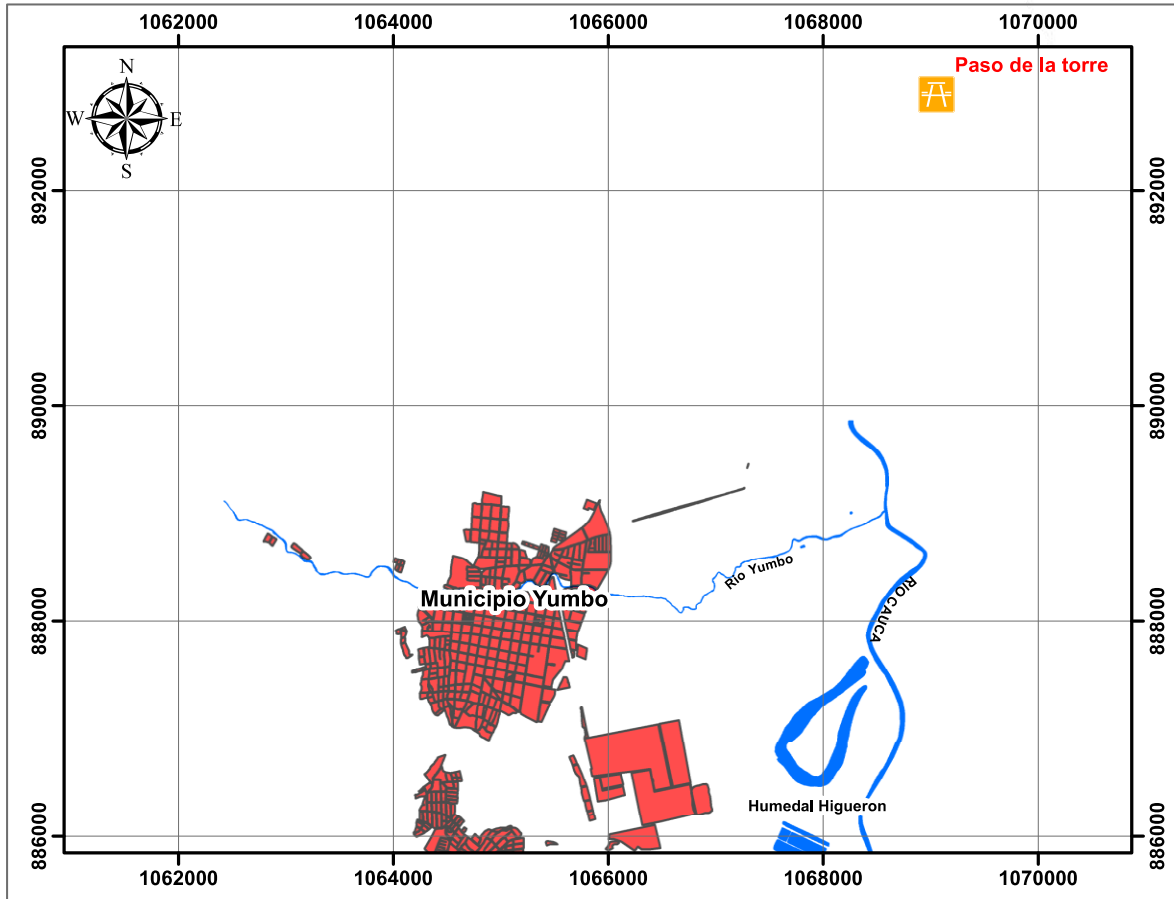
Se seleccionó la estación limnigráfica Paso de la Torre ubicada en las coordenadas 1.069.055,27 E, 892.895,97 N. La estación tiene un cero de mira o fondo de regla igual

<sup>24</sup> Crece en presencia de agua.

<sup>25</sup> De lectura de niveles en un Río.



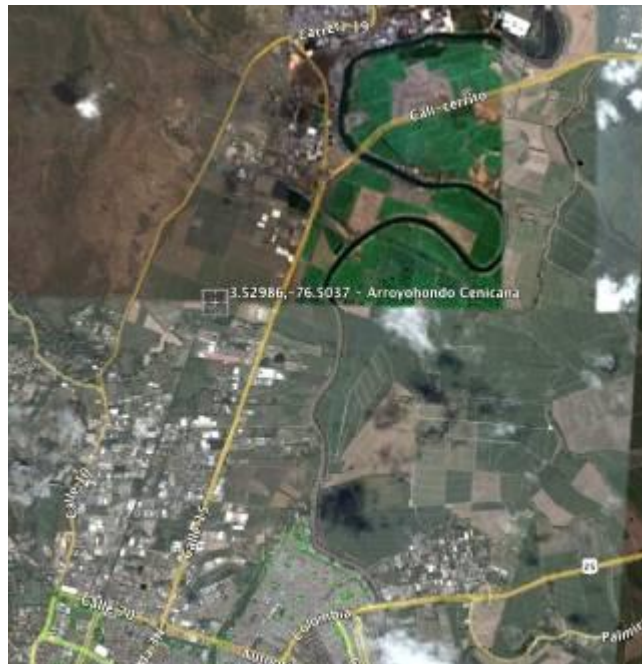
a 936,446 msnm amarrada al sistema de coordenadas IGAC. En la Figura 2.26 se observa la ubicación de la estación en relación con el Humedal Higuierón.



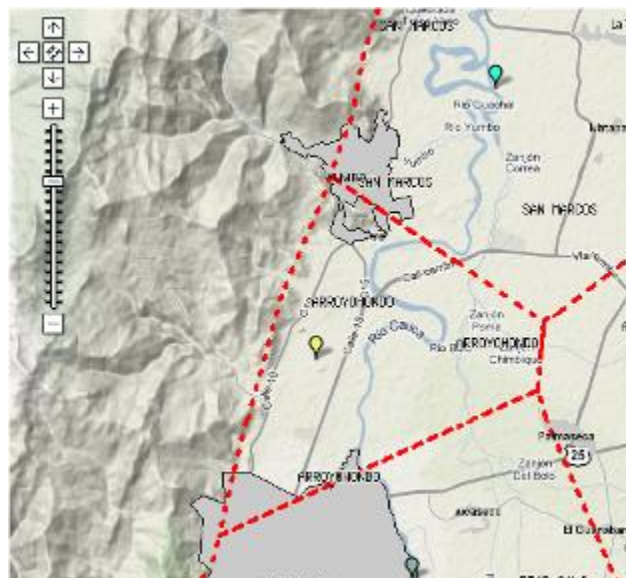
**Figura 2.26.** Localización sobre el Río Cauca de la estación limnigráfica Paso de la Torre

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

Para identificar la influencia de las condiciones ambientales en el humedal Higuierón, 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 “Arroyohondo”, con la localización presentada en las siguientes figuras.



**Figura 2.27.** Localización de la estación pluviométrica e hidrológica “Arroyohondo” propiedad de Cenicaña.



**Figura 2.28.** Polígono de influencia de la Estación de Arroyohondo.

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

#### 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).

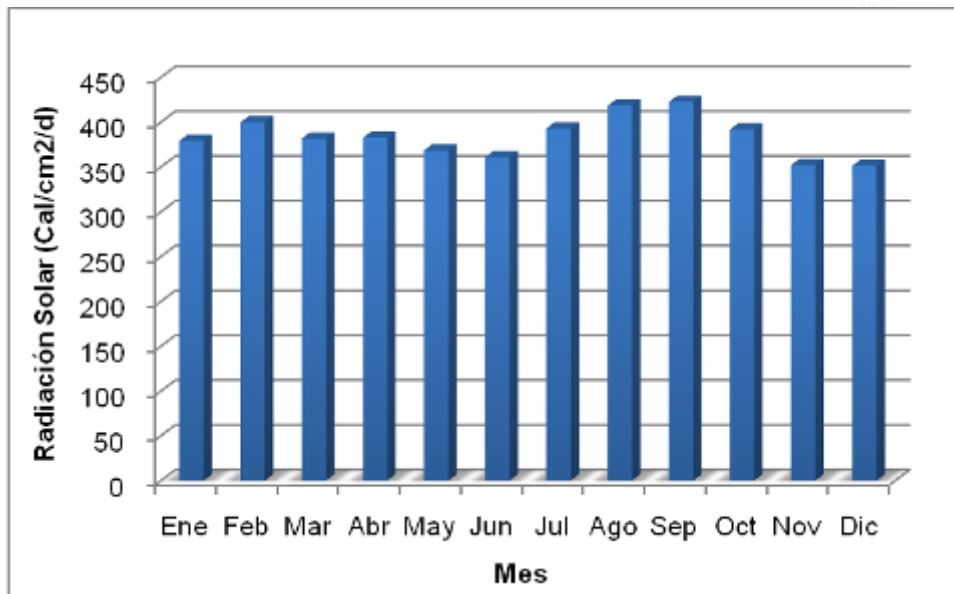
El Humedal Higuierón ubicado en la zona plana al sur del departamento registra para el periodo 2000-2010 una distribución media mensual multianual como se muestra en la Tabla 2.15., siendo el valor medio más bajo en el mes de Diciembre con  $351 \text{ Cal/cm}^2/\text{d}$  y un pico en el mes de Septiembre de  $423 \text{ Cal/cm}^2/\text{d}$ , el valor medio corresponde a  $383 \text{ Cal/cm}^2/\text{d}$  (ver Figura 2.29).

### **Temperatura**

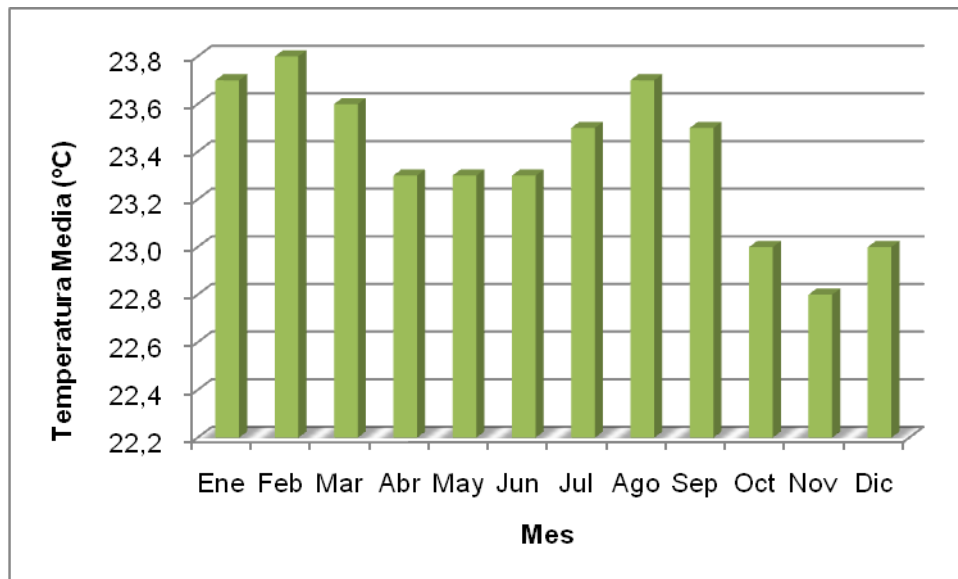
Las variaciones de frío y calor que se presentan en una zona específica del territorio se pueden monitorear a través de los registros de temperatura del aire. La zona plana al sur del departamento, registra oscilaciones de temperatura que van de  $22,8 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $23,7 \text{ }^\circ\text{C}$  en el periodo 2000-2010 (ver Tabla 2.15) y una temperatura media de  $23,4 \text{ }^\circ\text{C}$ . (ver Figura 2.30).

### **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 Higuierón se localiza en una zona que describe los mayores picos de humedad relativa en los meses Abril-mayo y Noviembre-Diciembre ( $>84\%$ ) y los registros más bajos en Agosto con un  $77\%$ , el valor medio corresponde a  $80\%$ . Los valores registrados para el periodo hidrológico 2000-2010 se encuentran tabulados en la Tabla 2.15 (Columna 2) y en la Figura 2.31 se aprecia gráficamente el comportamiento de la variable.

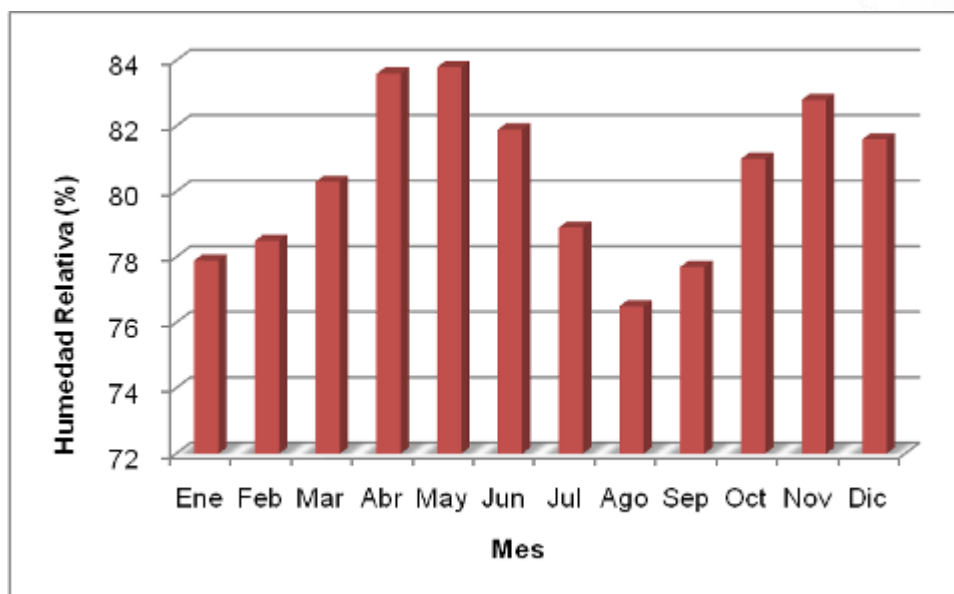


**Figura 2.29.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Higuierón periodo 2000-2010 (1) Brillo Solar medio

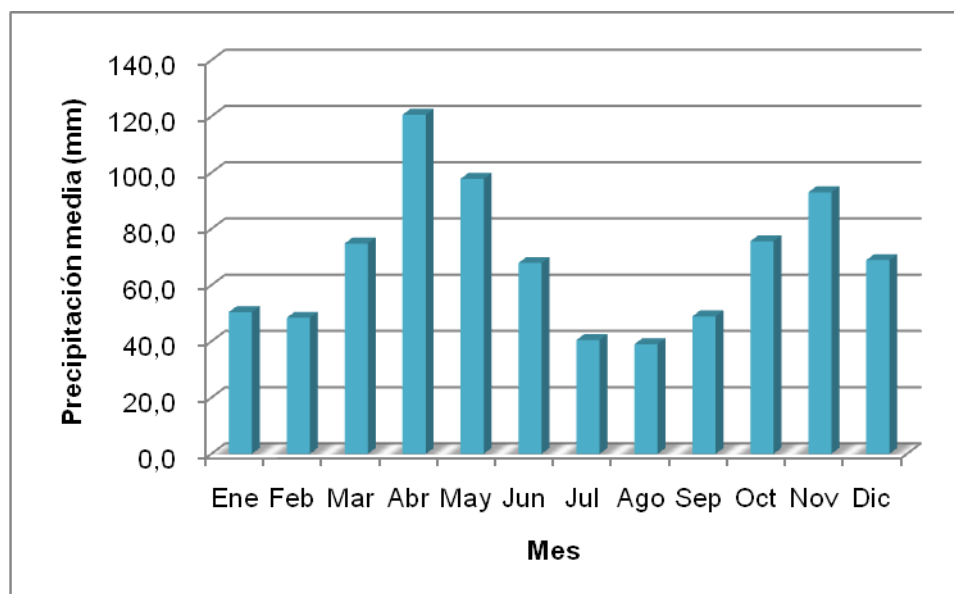


**Figura 2.30.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Higuierón periodo 2000-2010 (2) Temperatura media





**Figura 2.31.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Higuierón periodo 2000-2010 (3) Humedad Relativa media



**Figura 2.32.** Variables climáticas en el área de influencia de la Madre Vieja Higuierón periodo 2000-2010 (4) Precipitación media

**Tabla 2.15.** Principales variables hidrológicas y climáticas en el área de influencia del humedal Higuierón – periodo 2000-2010

Mes	Radiación Solar (Cal/cm <sup>2</sup> /d)	Temperatura media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación Media (mm)
Ene	379	23,7	78	50,4
Feb	400	23,8	79	48,4
Mar	382	23,6	80	74,8
Abr	383	23,3	84	120,6
May	368	23,3	84	97,8

Mes	Radiación Solar (Cal/cm <sup>2</sup> /d)	Temperatura media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación Media (mm)
Jun	361	23,3	82	67,9
Jul	393	23,5	79	40,5
Ago	418	23,7	77	39,0
Sep	423	23,5	78	48,9
Oct	392	23,0	81	75,6
Nov	352	22,8	83	93,0
Dic	351	23,0	82	68,9

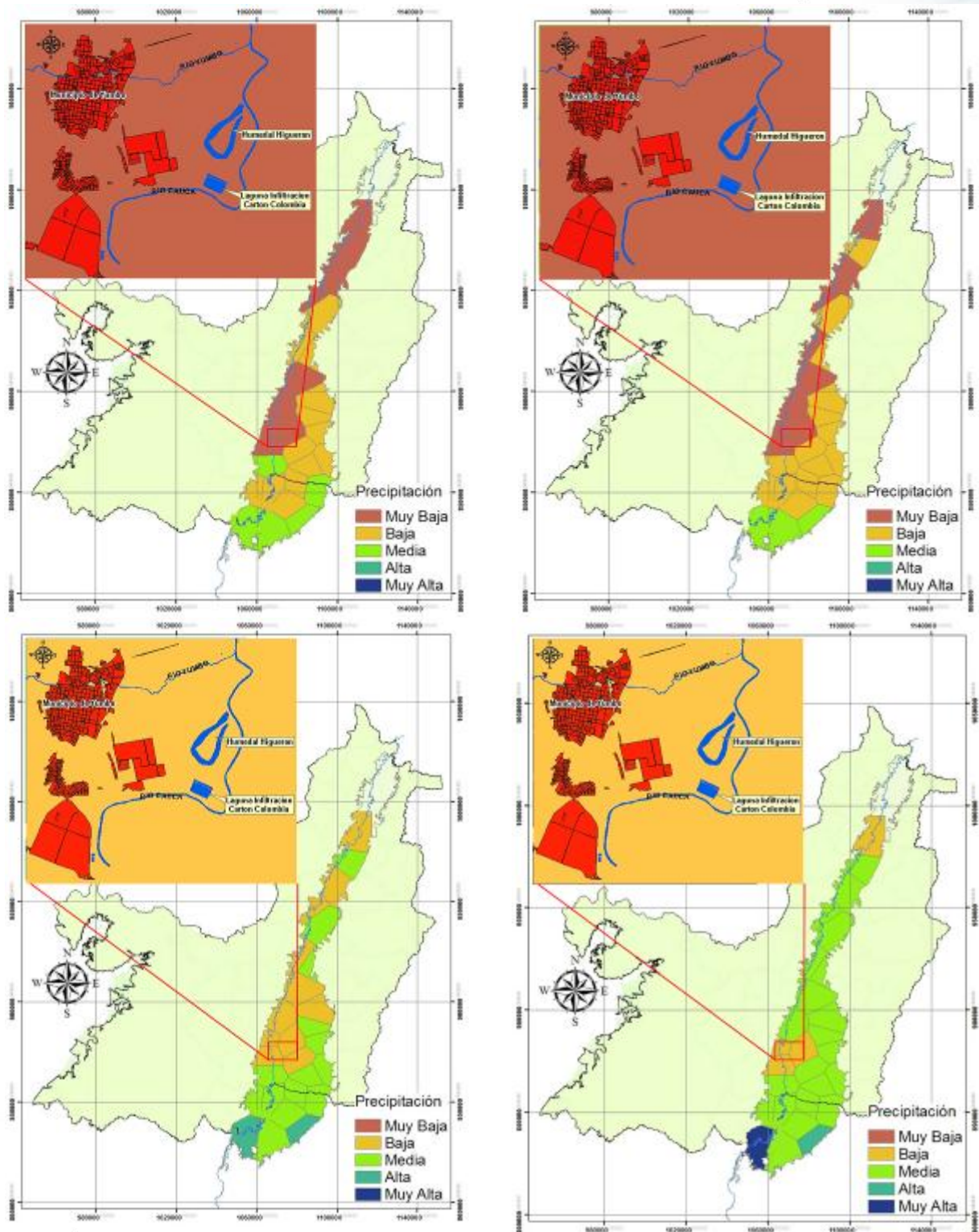
## Precipitación

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 120,6 mm medios mensuales y un 39 mm medios mensuales en los periodos más bajos en la última década.

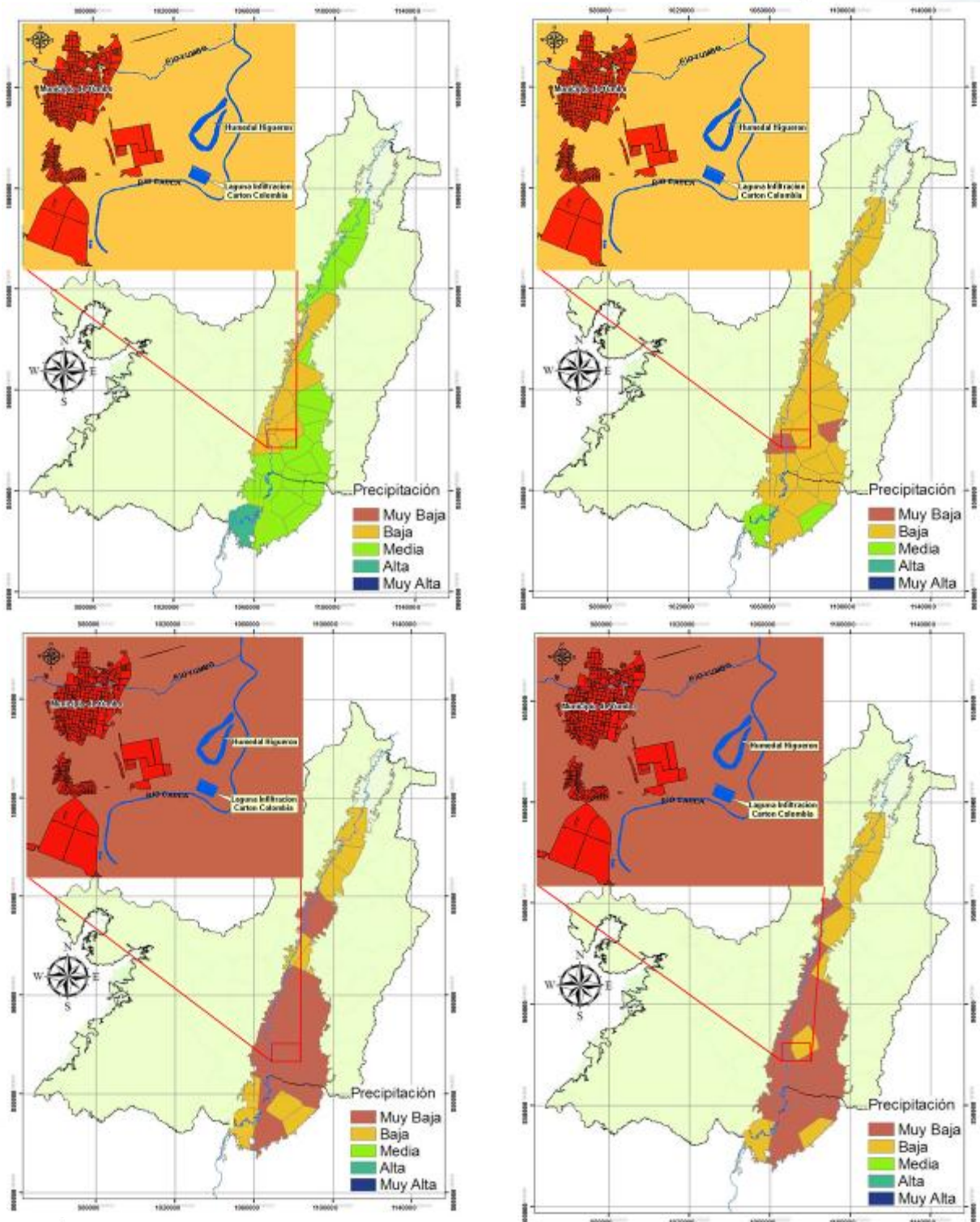
La Tabla 2.15 contiene en la columna 4 los valores medios de precipitación por mes registrados en las estaciones de influencia del humedal Higuierón. En la Figura 2.32 se observa el comportamiento de la precipitación en esa zona del departamento del Valle del Cauca. Nótese la coincidencia de los menores 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 2.33 a 2.35. En estas figuras se puede observar la localización del humedal Higuierón 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.



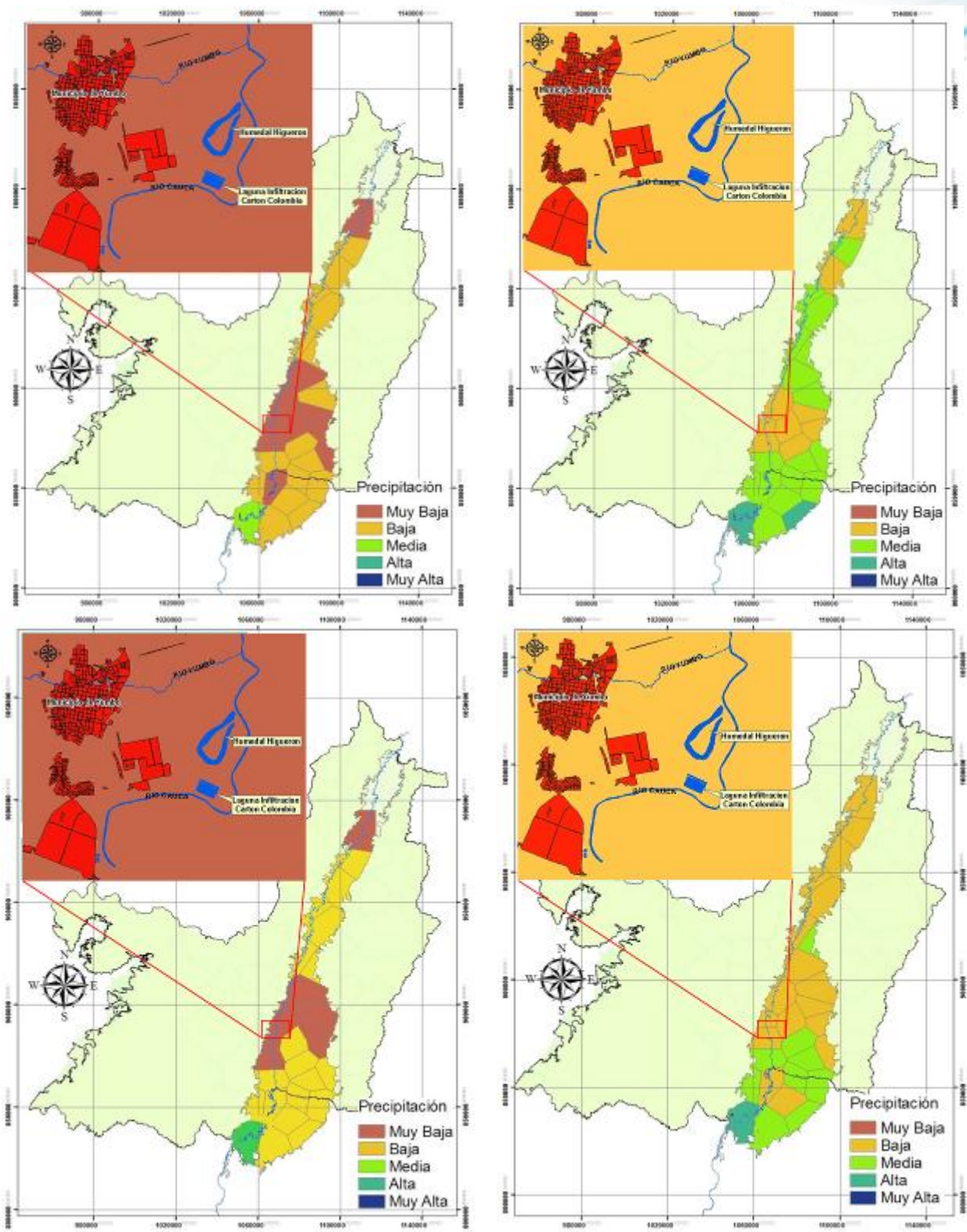
**Figura 2.33.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (1) Enero (2) Febrero (3) Marzo (4) Abril





**Figura 2.34.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (5) Mayo (6) Junio (7) Julio (8) Agosto





**Figura 2.35.** Zonificación de la cantidad de lluvia en la zona plana del departamento del Valle del Cauca periodo hidrológico 2000-2010 (9) Septiembre (10) Octubre (11) Noviembre (12) 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 2.16.

**Tabla 2.16.** 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 HIGUERÓN

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>26</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 Higuierón.

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

<sup>26</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 Higuierón, 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 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>27</sup>.

De acuerdo a los registros batimétricos, la capacidad de almacenamiento máxima es igual a 317381 m<sup>3</sup>, y se alcanza a los 975.8 msnm (en coordenadas IGAC).

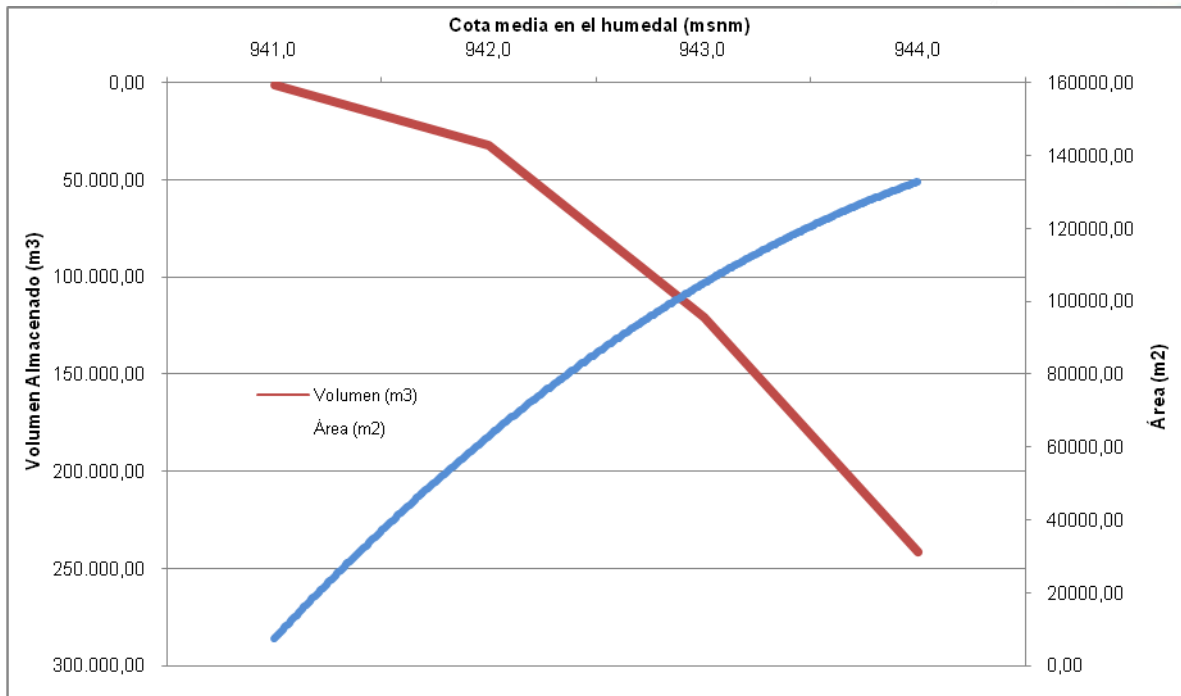
A continuación se presenta en la Tabla 2.17 los valores tabulados para la elaboración de este modelo y en la Figura 2.35 las curvas de nivel-área-volumen para el Humedal Higuierón.

**Tabla 2.17.** Valores tabulados de las curvas Nivel-Área-Volumén para el Humedal Higuierón

Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )
941,0	1.123,00	6917,65
942,0	32.330,56	65064,22
943,0	120.468,80	102761,36
944,0	241.451,71	133336,69

<sup>27</sup> Ponderados.





**Figura 2.35.** Curvas Nivel-Área-Volumen Humedal Higerón

### 2.3.6.1.3. Índice Área-Volumen

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; 942,5 msnm (En coordenadas IGAC):

$$I_{A/V} = \frac{A}{V} = \frac{102761,36 \text{ m}^2}{120468,80 \text{ m}^3} = 0,853$$

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).

### 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):

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

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) estimó 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 pérdidas 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 Higuieron.

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 hidroclimáticos de un amplio espectro de estaciones en Colombia, esta expresión está dada por:

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

Donde:

$EVP_r$ : Evapotranspiración real en mm/día

$h$  : Cota sobre el nivel del mar, en m

Para el caso del humedal Higuieron, la evapotranspiración real estaría determinada por la altitud de la estación pluviométrica más cercana (Arroyohondo) que es igual a 936,446 msnm. Por tanto la evaporación real en la zona sería del orden:

$$EVP_r = 5.61 \text{ mm/día o } 168,52 \text{ mm/mes.}$$

No obstante para efectos de un análisis mes a mes del fenómeno de evapotranspiración está se determinará 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 2.35).

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country  Station

Altitude  m. Latitude  °N Longitude  °W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m <sup>2</sup> /day	ETo mm/day
January	17,5	31,8	78	426	10,0	23,4	5,49
February	17,4	32,4	79	456	10,0	24,5	5,77
March	17,4	32,1	80	438	10,0	25,1	5,73
April	17,2	32,3	83	449	10,0	24,7	5,52
May	17,2	31,7	83	447	10,0	23,7	5,24
June	16,8	31,5	81	390	10,0	23,0	5,14
July	16,3	32,2	79	434	10,0	23,2	5,51
August	15,8	33,0	77	428	10,0	24,2	5,95
September	16,4	33,0	78	446	10,0	24,8	6,01
October	16,7	32,2	81	447	10,0	24,5	5,61
November	16,8	30,8	83	382	10,0	23,6	4,98
December	16,9	31,3	82	384	10,0	23,0	5,00
<b>Average</b>	<b>16,9</b>	<b>32,0</b>	<b>80</b>	<b>427</b>	<b>10,0</b>	<b>24,0</b>	<b>5,50</b>

Figura 2.35. Resultados del modelo Penman-Monteith para el cálculo de la Et en inmediaciones del Humedal Higueron

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 acuática son mayores a las tasas de extracción calculadas por el metodo de Penman para condiciones no acuaticas, ver Tabla 2.17.

#### 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 Higueron se registra en la Tabla 2.18.

#### 2.3.6.2.3. Caudal de intercambio Río Cauca - Humedal Higueron

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 Higueron, se pudo estimar los valores aproximados de almacenamiento de acuerdo al nivel medio registrado en esa misma fecha. El Volumen almacenado corresponde a 120468,8 m<sup>3</sup> el cual se presenta para un nivel medio de 942,54 (sistema IGAC).

#### 2.3.6.2.5. 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 2.18.** Principales variables para el balance en el Humedal Higueron

Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Prec. (mm/mes)	Evt (mm/mes)	Qin (m <sup>3</sup> /seg)
120468,8	102761,35	68,9	210,00	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:

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

La ecuación de continuidad simplificada queda de la siguiente manera:

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{vol. final - vol. inicial}{\Delta t} = P - Evt - Riego$$

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

**Tabla 2.18b.** Variables para el balance en el Humedal Higueron

Área (m <sup>2</sup> )	102761,3559			
Volumen (m <sup>3</sup> )	Prec. (mm/mes)	Evt (mm/dia)	Qin (m <sup>3</sup> /seg)	
Datos entrada	120468,7986	68,9	7	0,1
en día	4015,63	2,30	7,00	0,10
en segundos	0,04647716	2,65818E-05	8,10185E-05	
en metros		2,65818E-08	8,10185E-08	
por area	0,04647716	0,002731581	0,008325573	0,1

$$0,0464 \frac{m^3}{s} = 0,0002 \frac{m^3}{s} - 0,0083 \frac{m^3}{s} + 0,0001 \frac{m^3}{s} \pm AS$$



$$E_{AS} = 0,047 \frac{m^3}{s}$$

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 Higuierón 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 Higuieron 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 2.19.** Registros de Calidad de Agua

Años	Periodo
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 2.20.** 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

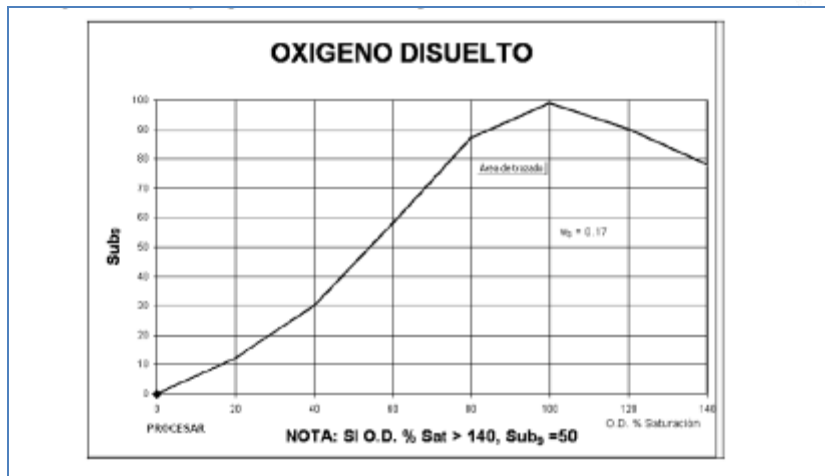


Figura 2.35. Estimación de parámetros oxígeno disuelto ( $Sub_i$ )

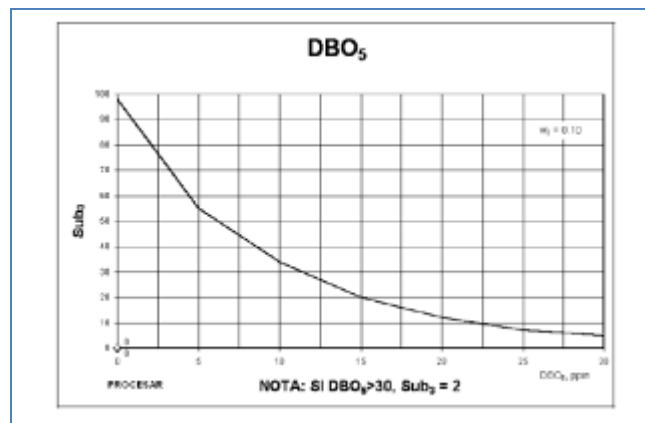


Figura 2.36. Demanda Biológica de oxígeno DBO<sub>5</sub>

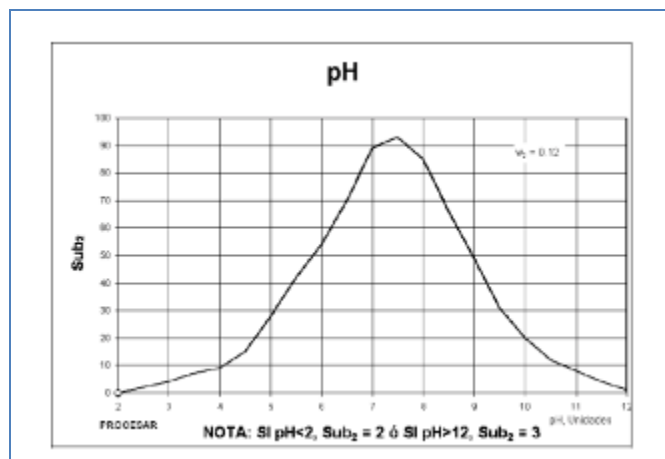


Figura 2.37. Potencial de Hidrogeno pH

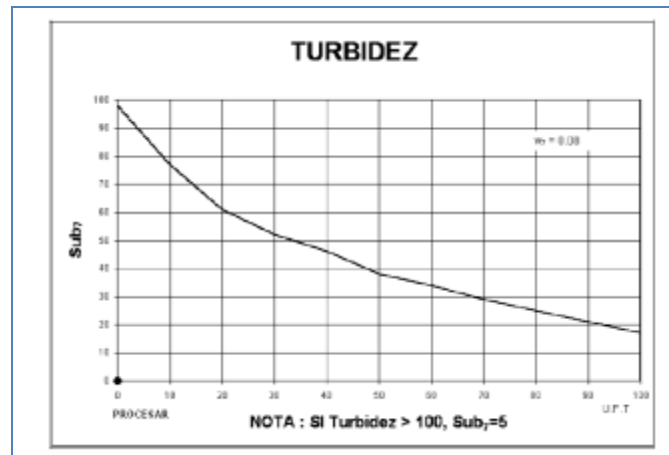


Figura 2.38. Turbiedad

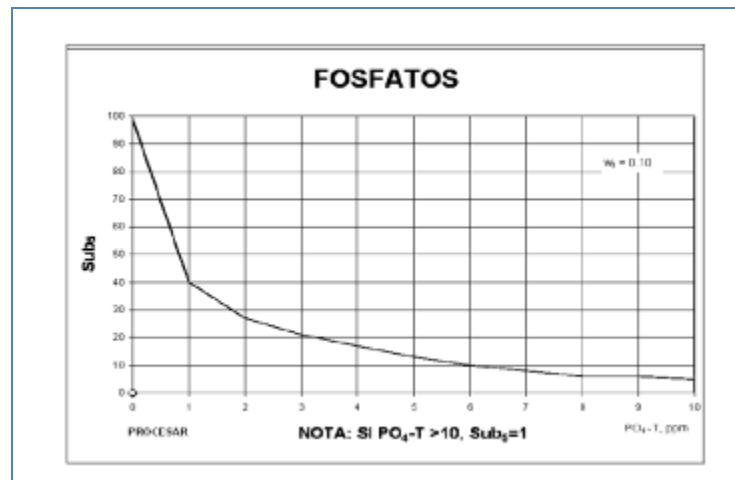


Figura 2.39. Fosfatos

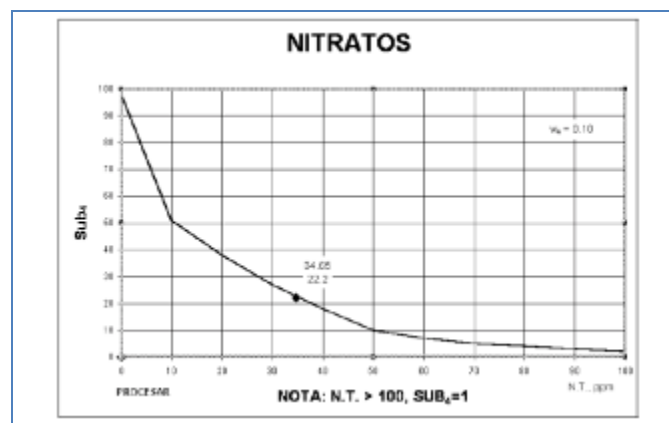


Figura 2.40. Nitratos



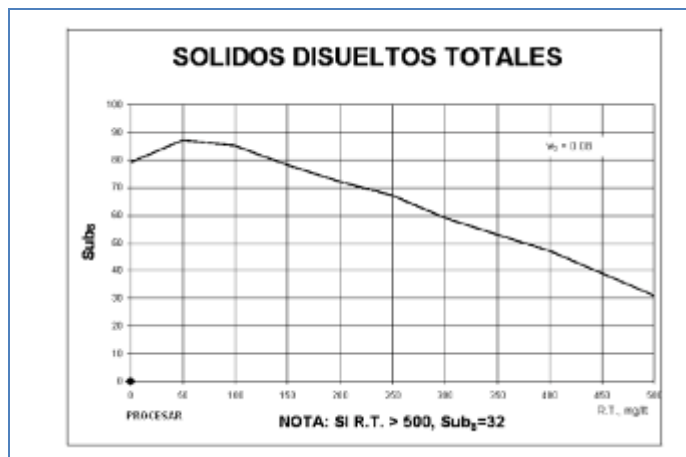


Figura 2.41. Sólidos Disueltos

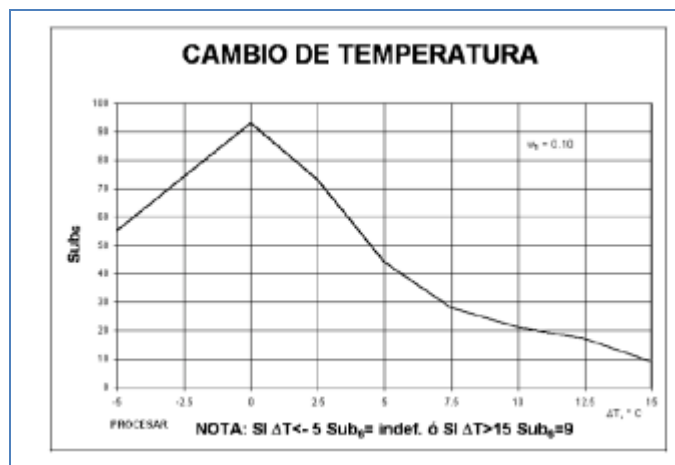


Figura 2.42. Temperatura

### 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 Sólidos Suspendedos. A continuación se indica la ecuación de índices de calidad modificado (Pérez – Rodríguez 2006).

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

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.

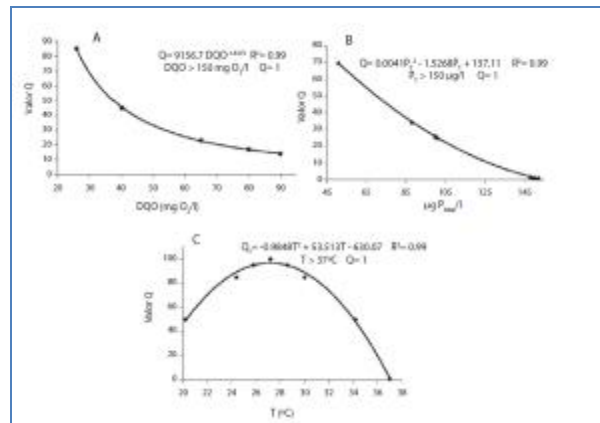


Figura 2.43. Cálculo del índice de Calidad

Tabla 2.21. Índice de Calidad de Agua para lagunas tropicales de Inundación

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 empezarán 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 la estación de monitoreo Puerto Isaacs cercana al humedal se caracterizan por presentar una calidad de agua deficiente. La Tabla 2.22 reporta las concentraciones de los parámetros de importancia para el análisis de calidad de agua del Río Cauca en esta estación.

En el contexto específico del humedal Higuieron, 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 enérgica la viabilidad ecológica del Río en ese tramo.

Tabla 2.22. Parámetros de calidad del agua del Río Cauca, año 2010. Estación Puerto Isaacs

Parámetro	Unidad	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	2,17
pH	Und.	7,03
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	6,81
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20,95
Turbiedad	UNT	114,00
Fósforo Total	mg P/L	0,22
Nitrógeno Total	mg N/L	2,63
Sólidos Totales	mg ST/L	234,00
Temperatura	°C	24,23
Coliformes Totales	NMP/100mL	3,26+E7
Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,35+E5

Es de notar las altas concentraciones de coliformes totales y fecales, debido a las descargas efectuadas por sistemas de alcantarillado de grandes ciudades como Cali y Yumbo al Río.

#### 2.3.7.4. *Tributarios aguas arriba del humedal Higueron*

Se presenta la desembocadura del Río Yumbo en el Río Cauca a aproximadamente 1 kilómetro aguas abajo del humedal Higueron, situación que no involucra la calidad de las aguas descargadas por el Río Yumbo en el humedal. La Figura 2.45 muestra de manera esquemática los efluentes del río Cauca.

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

El plan de manejo antecedente ejecutado por CVC – FIPAL no contiene datos de calidad del agua en el humedal.



**Figura 2.44.** Localización del Humedal Higueron 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 Higuieron 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 acidas no tienen ninguna adaptabilidad. El Plancton es más productivo en rangos de pH entre 7.5 y 8.5 unidades.

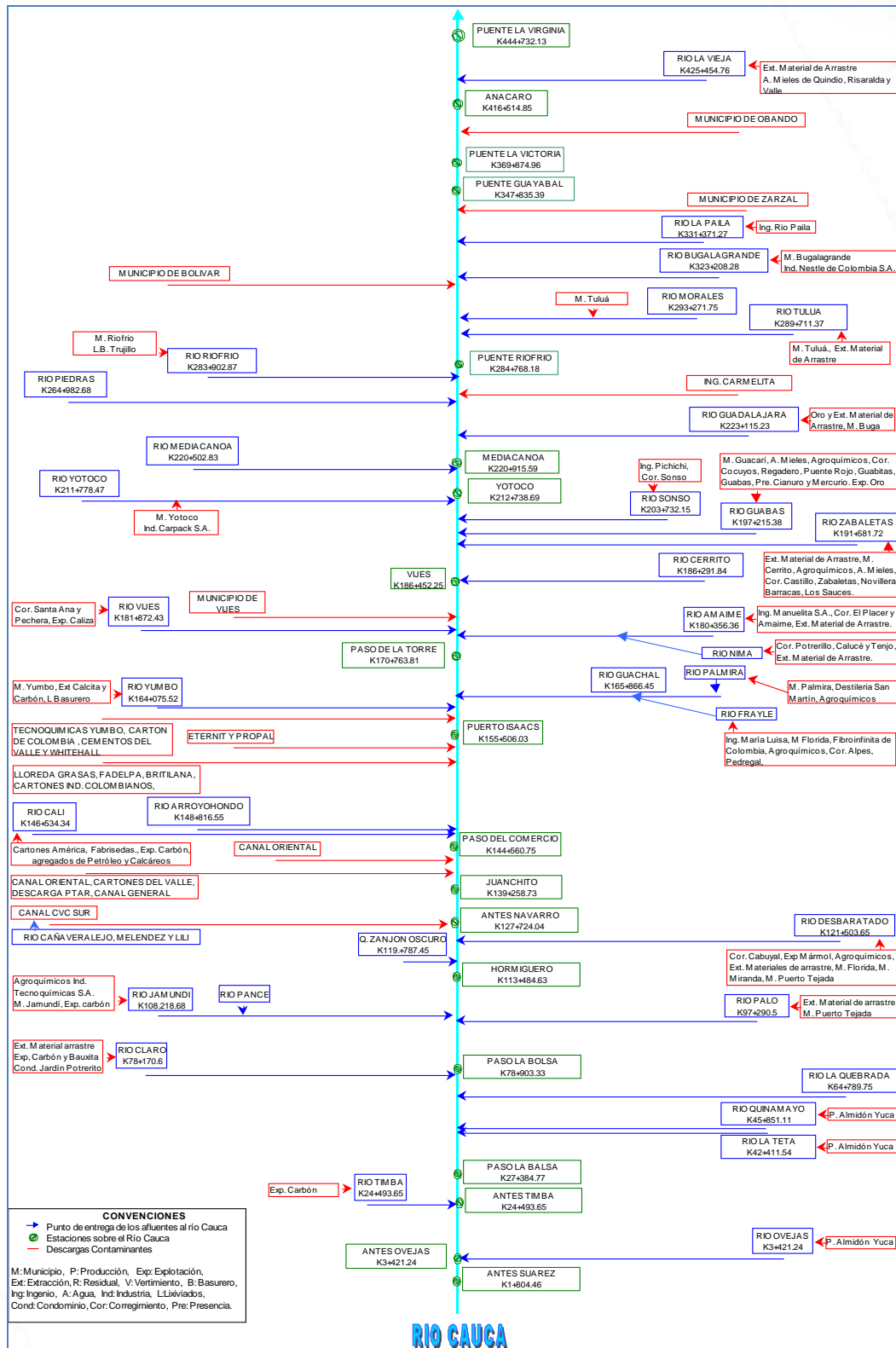
A través del estudio ejecutado por CVC – Fundación Natura (2003), datos de estudios antecedentes (Aragón y Libreros, 2003) y los datos recopilados por la CVC (2010), el análisis del presente estudio se permite aseverar que las condiciones de pH en el humedal presentan una tendencia neutra, representada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

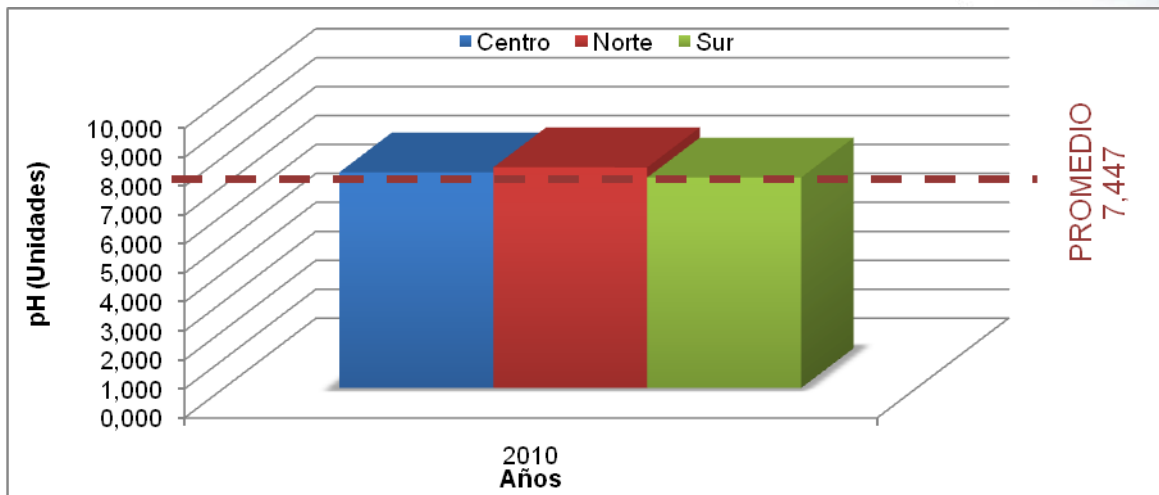
**Tabla 2.23.** Valores históricos de pH (unidad)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	7,450
Norte	7,620
Sur	7,270
<b>Promedio</b>	<b>7,447</b>





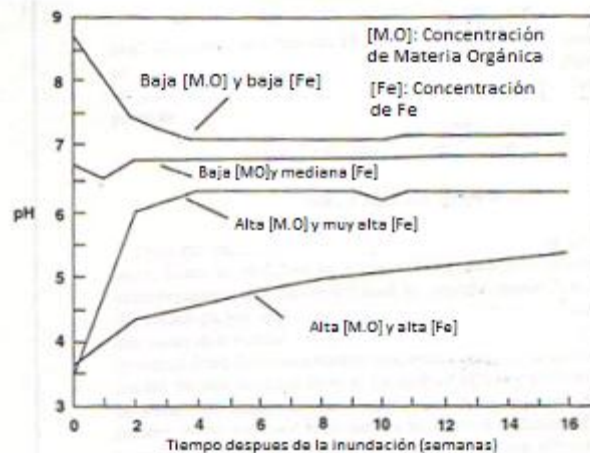


**Figura 2.46.** Humedal Higuieron – Medición de pH

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

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 2.47)

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.



**Figura 2.47.** Los cambios en el pH de los suelos orgánicos y diferentes contenidos de Hierro después de las inundaciones

Fuente: Ponnamperuma, 1972, as modified by Faulkner and Richardson, 1989; copyright 1989, Lewis Publishers, Chelsea, MI, used with permission)

### 2.3.7.6.2. 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.

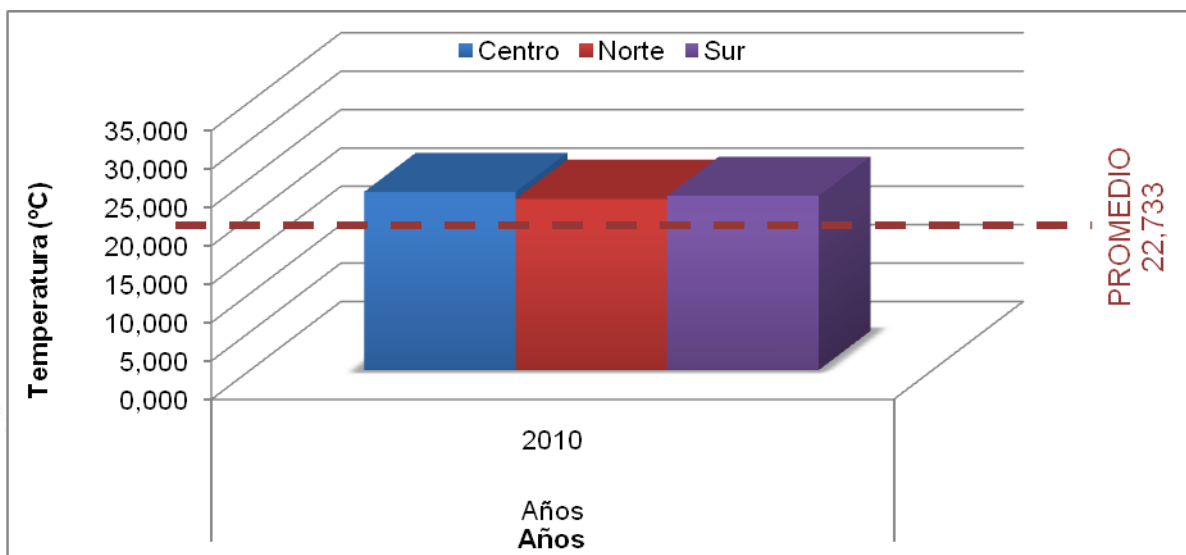
De la revisión del estado del arte para este factor se tiene que se relaciona con la actividad biológica, con el grado de saturación del oxígeno disuelto y del carbonato de calcio. También se asegura que no es conveniente fluctuaciones muy amplias, puesto que las especies acuáticas solo pueden vivir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

**Tabla 2.24.** Valores históricos de Temperatura (°C)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	23,200
Norte	22,300
Sur	22,700
<b>Promedio</b>	<b>22,733</b>

Las anteriores mediciones permiten inferir que la temperatura en el humedal Higuieron se han mantenido dentro de un margen adecuado para la vida, (22,7 – 23,2 °C), por lo cual no se esperan cambios que comprometan la concentración de oxígeno disuelto y la biota acuática.



**Figura 2.48.** Humedal Higuieron – Medición de Temperatura (°C)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

El promedio de la temperatura en el Humedal Higueron es de 22,73°C, que de acuerdo con la clasificación realizada por Roldán (1992), es un lago *Oligomítico*, 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 períodos de circulación térmica.

#### 2.3.7.6.3. 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.

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.



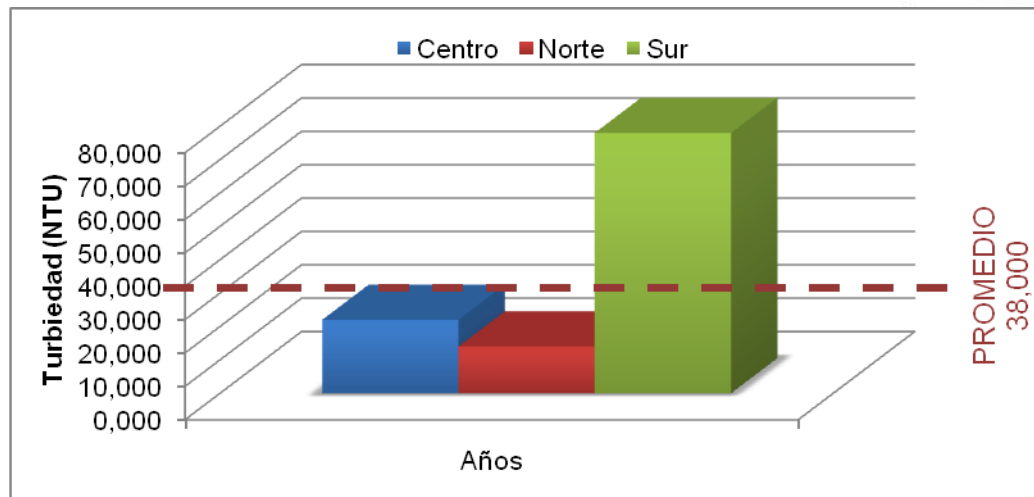
**Figura 2.49.** Complejo de humedales receptores de fuertes pulsos hidrogeológicos

**Tabla 2.25.** Valores históricos de Turbiedad (NTU)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	22,000
Norte	14,000
Sur	78,000
<b>Promedio</b>	<b>38,000</b>





**Figura 2.50.** Humedal Higueron – Medición de Turbiedad (NTU)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Los rangos de turbiedad encontrados en los periodos de verano e invierno oscilan entre 14 y 78 UNT, estos últimos datos influenciados por las épocas de intensas lluvias presentadas el año 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).

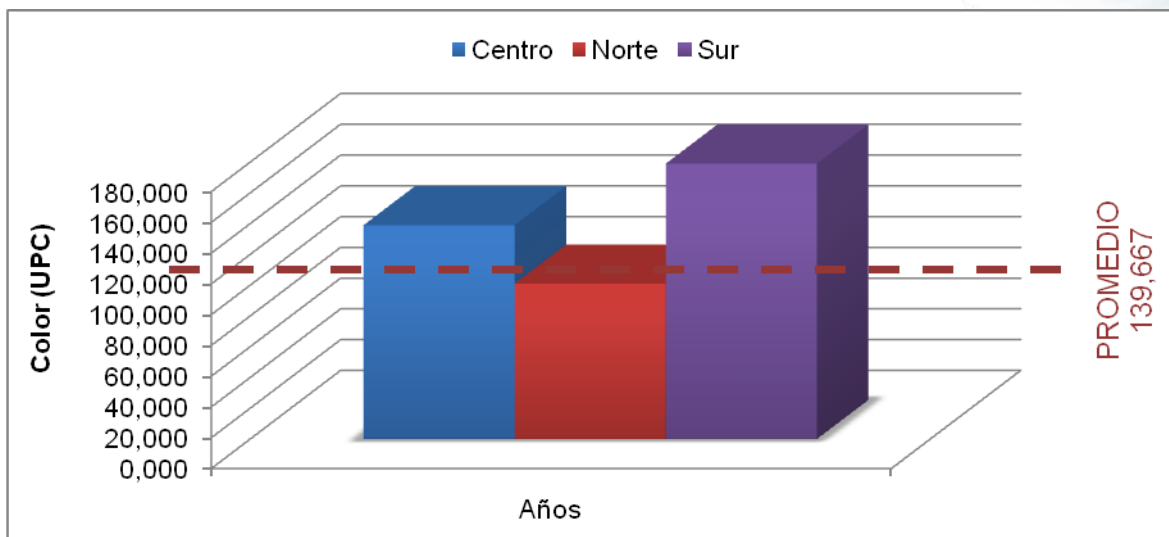
#### 2.3.7.6.4. Color Real

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 fulbitos, 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 2.26.** Valores históricos de Color Real (UPC)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	139,000
Norte	101,000
Sur	179,000
<b>Promedio</b>	<b>139,667</b>



**Figura 2.51.** Humedal Higueron – Medición de Color Real (UPC)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

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 Higueron se tiene que los niveles de color máximos están en el orden de 179 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.

#### 2.3.7.6.5. DBO<sub>5</sub>

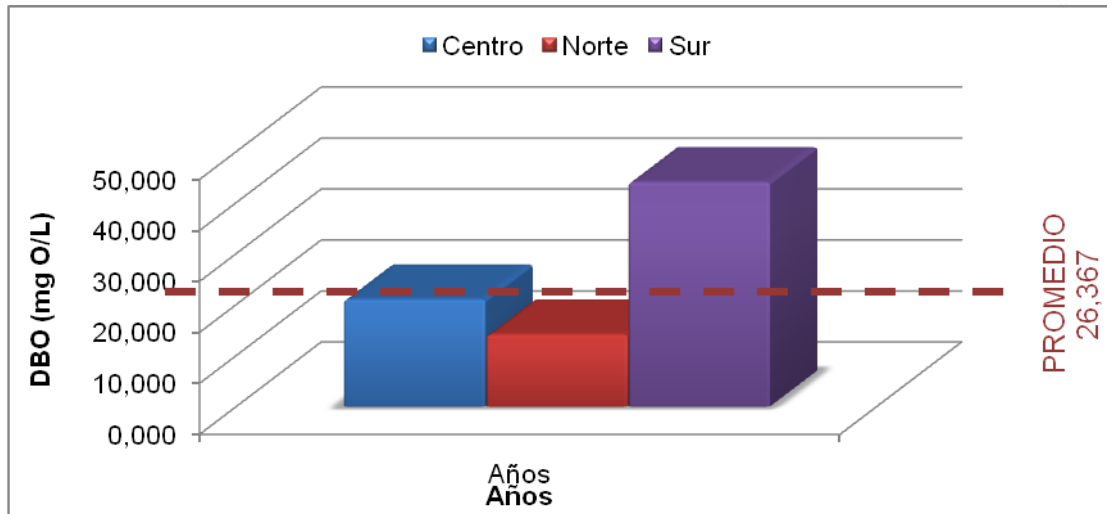
El contenido de materia orgánica de los suelos de tierras inundables suele encontrarse en un rango del 2 al 5 %. La descomposición de la materia orgánica se da en vía aeróbica y anaeróbica. El contenido de materia orgánica de los suelos inundables dependen de una serie de procesos, la producción primaria, 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 2.27.** Valores históricos de DBO<sub>5</sub> (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	21,000
Norte	14,100
Sur	44,000
<b>Promedio</b>	<b>26,367</b>



**Figura 2.52.** Humedal Higueron – Medición de DBO (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Los valores promedio registrados de  $DBO_5$  (26,367 mg O/L) excede la disponibilidad de oxígeno en el medio y es una medida significativamente alta, 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.

#### 2.3.7.6.6. 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 2.28.** Conductividad en distintos tipos de aguas

Fuente: Romero, 1996

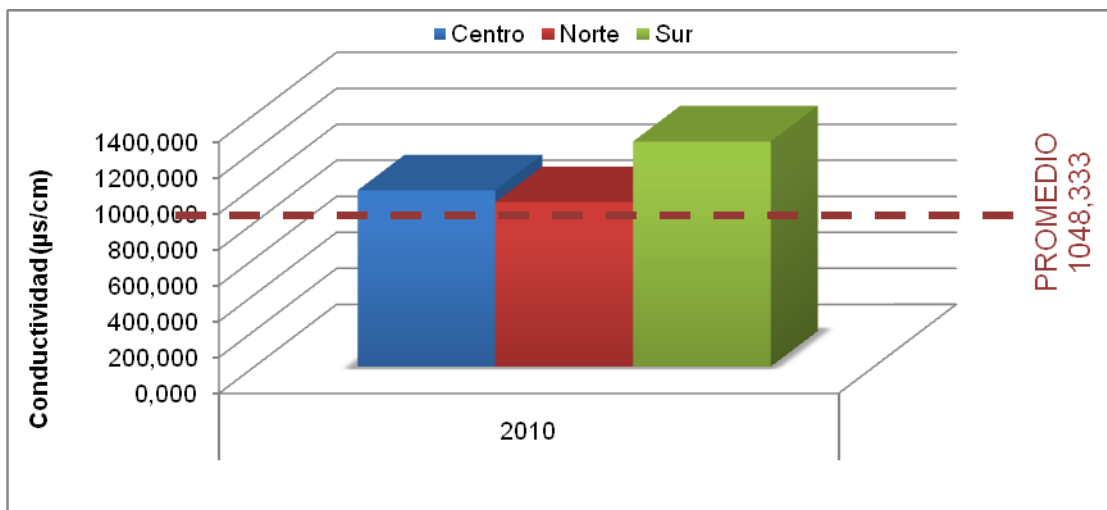
Descripción	Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )
Agua Ultrapura	$5.5 \cdot 10^2$
Agua	50 - 500
Agua del mar	500

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 2.29.** Valores históricos de Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	980,000
Norte	914,000
Sur	1251,000
<b>Promedio</b>	<b>1048,333</b>



**Figura 2.53.** Humedal Higueron – Medición de Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

En el humedal Higueron las concentraciones de sustancias disueltas se han mantenido constantes a nivel espacial y temporalmente en periodos húmedos y secos, el parámetro está por encima 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 Higueron se clasifica en un grado muy alto de Dureza (Orozco, 2007).

#### 2.3.7.6.7. Sólidos totales

El humedal Higuerón presenta valores de Sólidos Totales consistentes con lo hallado en el parámetro de conductividad, es decir, promedios que oscilan entre los 666,00 y los 1014,00 mg ST/L.

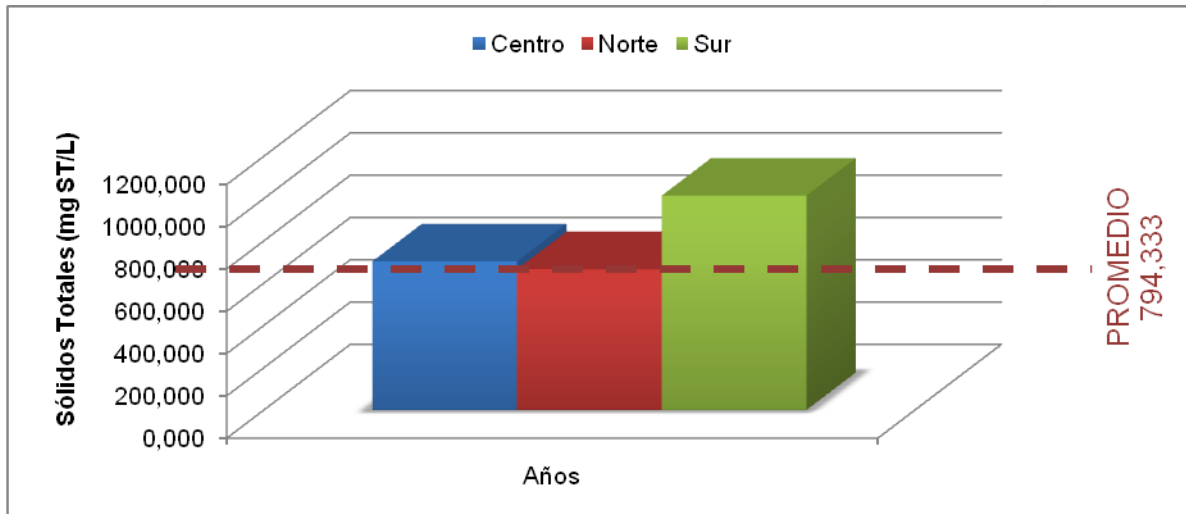
**Tabla 2.29.** Valores históricos de Sólidos Totales (mg ST/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	703,000



Norte	666,000
Sur	1014,000
<b>Promedio</b>	<b>794,333</b>



**Figura 2.54.** Humedal Higueron – 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).

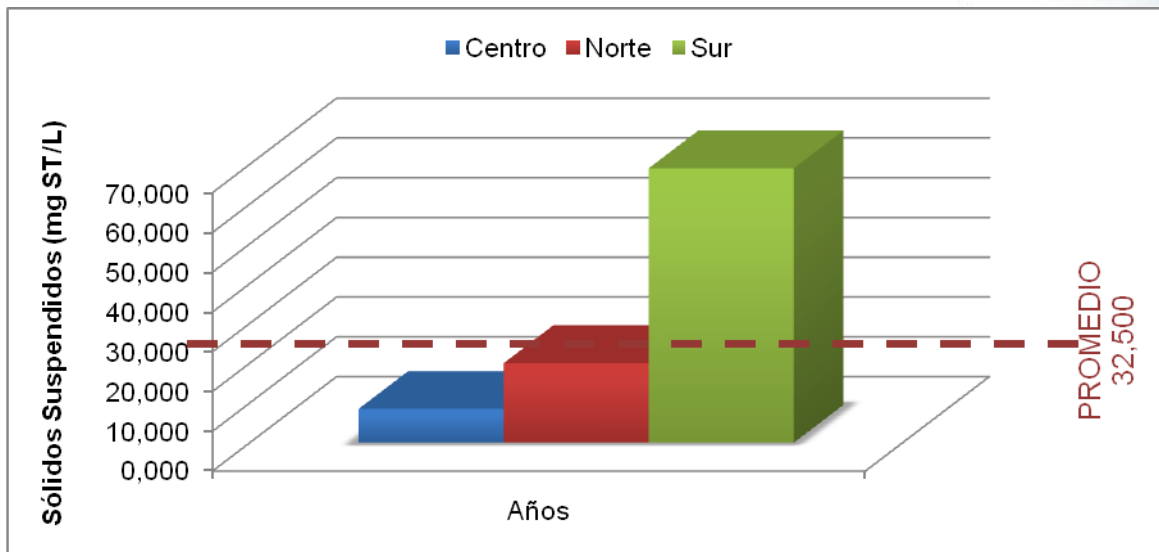
#### 2.3.7.6.8. Sólidos suspendidos

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 2.30.** Valores históricos de Sólidos Suspendidos (mg SS/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	8,500
Norte	20,000
Sur	69,000
<b>Promedio</b>	<b>32,500</b>



**Figura 2.55.** Humedal Higueron – 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 2.31.** 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 Higueron se registraron valores que oscilan entre 8,5 mg/L y 69 mg/L, lo que se encuentra dentro del límite para una moderada preservación de las comunidades acuáticas.

#### 2.3.7.6.9. 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.

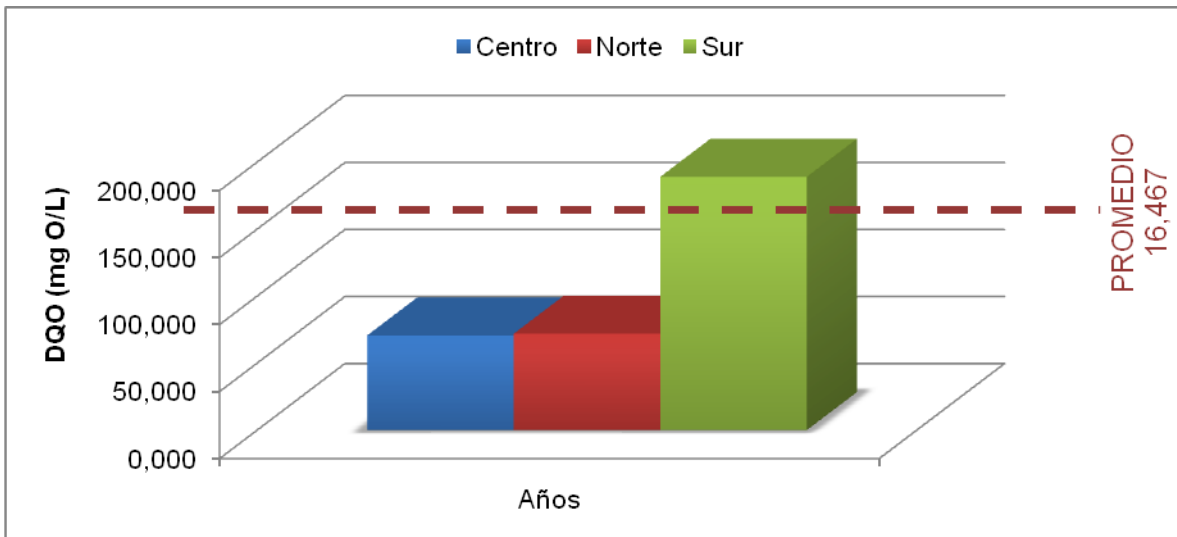
La relación entre la DQO y la DBO conocida como índice de Biodegradabilidad indica la susceptibilidad a la biodegradación. La relación entre la DQO y la DBO indica la

cantidad de sustancias que no se degradan biológicamente, los valores superiores a 1.5 indican que las sustancias son moderadamente biodegradables.

**Tabla 2.32.** Valores históricos de DQO (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	70,600
Norte	71,900
Sur	189,000
Promedio	110,500



**Figura 2.56.** Humedal Higuieron – Medición de DQO (mg O/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

**Tabla 2.33.** Relación DQO/DBO

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	3,362
Norte	5,099
Sur	4,295
Promedio	4,252

La Relación DQO/DBO calculada indica que existe mayor presencia de sustancias no biodegradables, las relaciones encontradas en el año 2010 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.

#### 2.3.7.6.10. 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 atmósfera. 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.

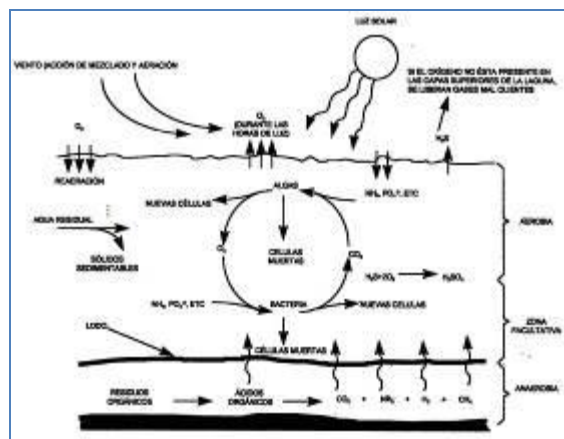


Figura 2.57. Oxígeno en el Agua

Tabla 2.58. Valores históricos de OD (mg O/L)

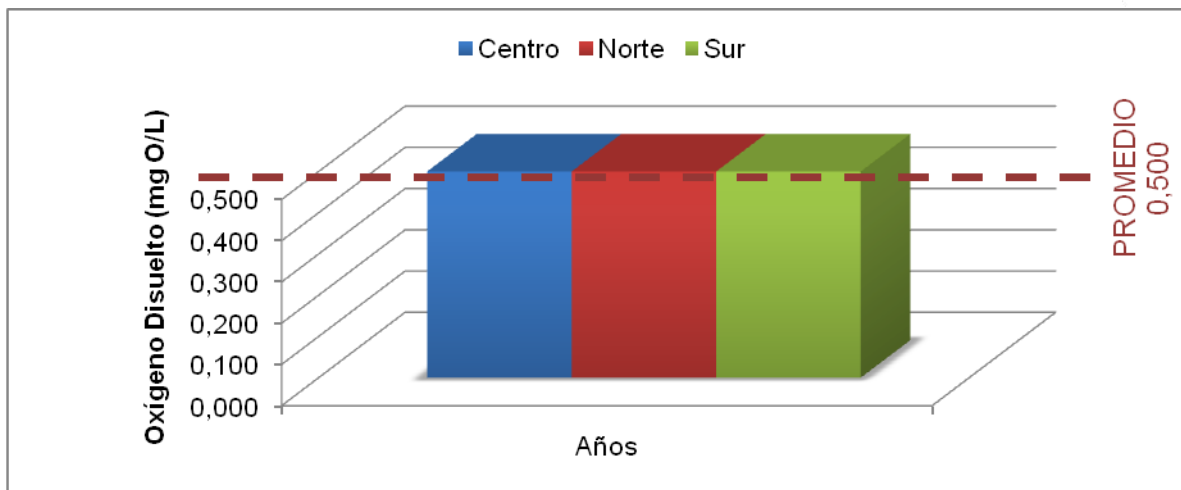
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	0,500
Norte	0,500



Sur	0,500
<b>Promedio</b>	<b>0,500</b>

Las concentraciones históricas de oxígeno disuelto en el humedal Higuieron denotan una degradación importante niveles de oxígeno disuelto, hacia valores de 0,5 mg O/L. Esto significa que 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 2.59.** Humedal Higuieron – 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.

#### 2.3.7.6.11. 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.

#### 2.3.7.6.12. 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 atmósfera por acción de las bacterias desnitrificadoras. La siguiente figura muestra el ciclo de nitrógeno.

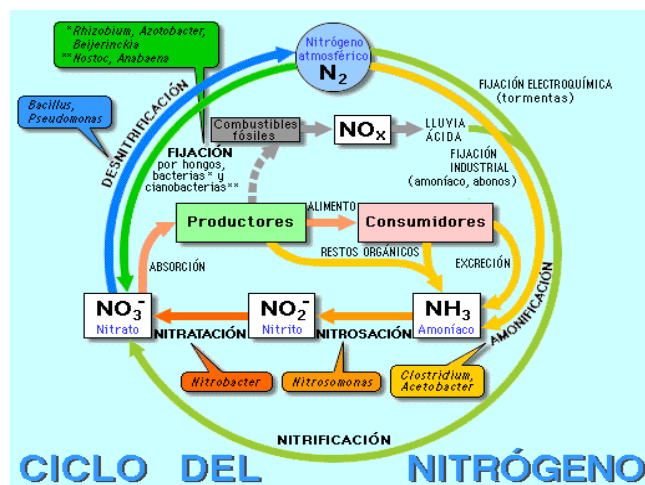


Figura 2.60. Ciclo del Nitrógeno

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.

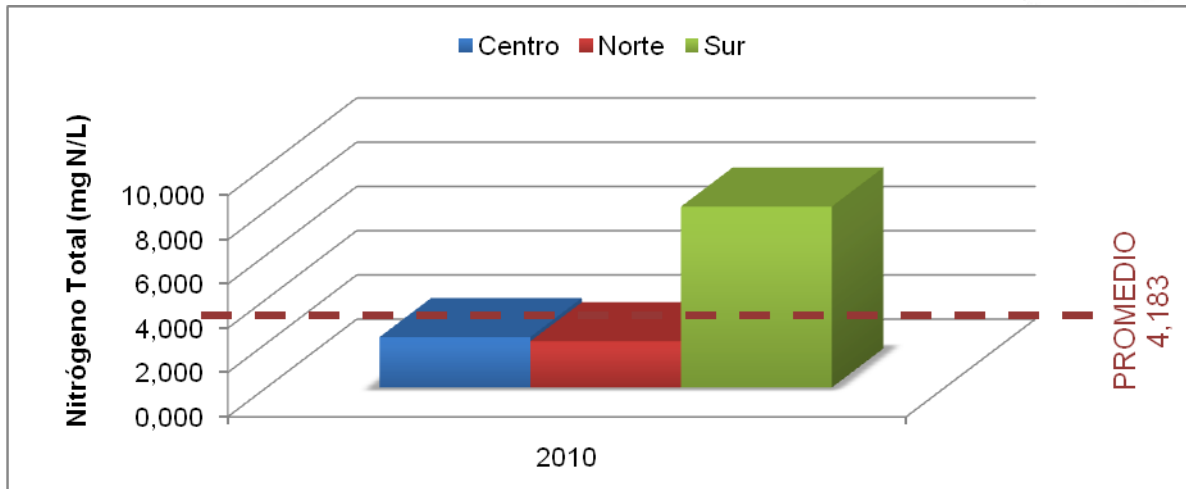
### 2.3.7.6.13. Nitrógeno Total

**Tabla 2.34.** Valores históricos de Nitrógeno Total (N/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	2,280
Norte	2,090

Sur	8,180
<b>Promedio</b>	<b>4,183</b>



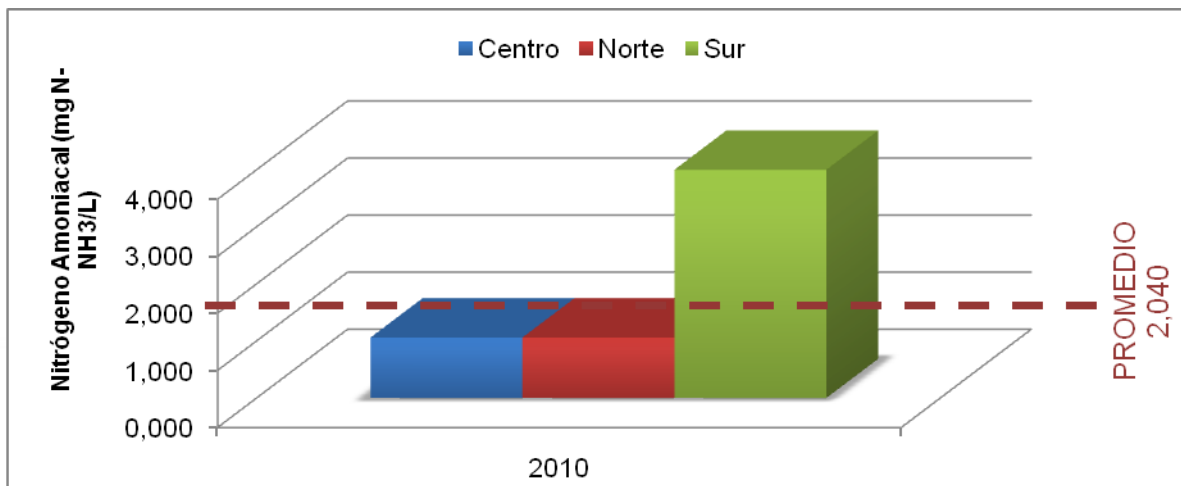
**Figura 2.61.** Humedal Higueron – Medición de Nitrógeno Total (N/L)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

#### 2.3.7.6.14. Nitrógeno Amoniacal

**Tabla 2.35.** Valores históricos de Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH<sub>3</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	1,060
Norte	1,060
Sur	4,000
<b>Promedio</b>	<b>2,040</b>

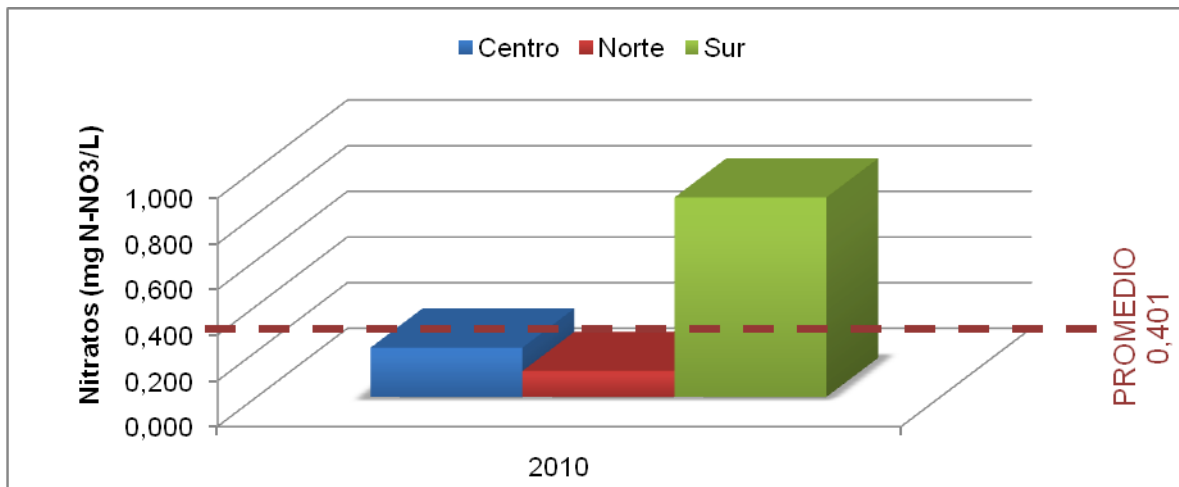


**Figura 2.62.** Humedal Higueron – Medición de Nitrógeno Amoniacal (N-NH<sub>3</sub>/L)  
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

2.3.7.6.15. Nitratos**Tabla 2.36.** Valores históricos de Nitratos (mg N-NO<sub>3</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	0,216
Norte	0,114
Sur	0,874
<b>Promedio</b>	<b>0,401</b>

**Figura 2.63.** Humedal Higueron – Medición de Nitratos (mg N-NO<sub>3</sub>/L)

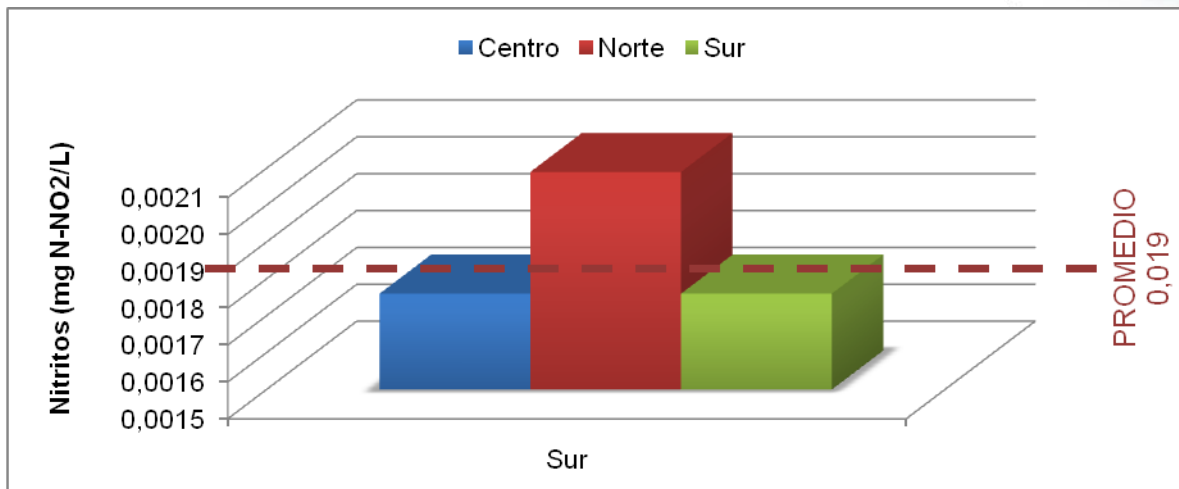
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

2.3.7.6.16. Nitritos**Tabla 2.36.** Valores históricos de Nitritos (mg N-NO<sub>2</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	0,0018
Norte	0,0021
Sur	0,0018
<b>Promedio</b>	<b>0,0019</b>





**Figura 2.64.** Humedal Higueron – Medición de Nitritos (mg N-NO<sub>2</sub>/L)

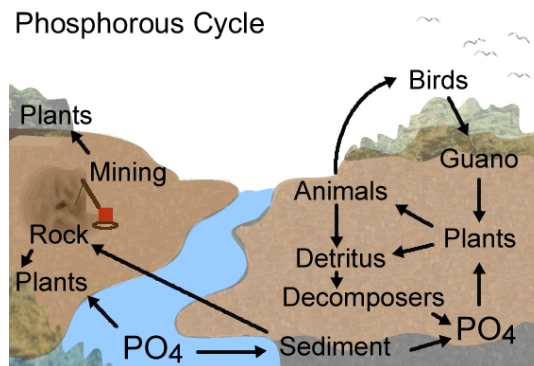
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Las concentraciones históricas de Nitrógeno Total en el humedal Higueron exceden en algunas ocasiones el valor de 3.0 mg N/L, se considera que tales concentraciones son un indicador de contaminación fuerte, provocando la excesiva eutrofización del sistema.

#### 2.3.7.6.17. 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 continúa la cadena trófica a organismos superiores.

Los 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 2.65.** Ciclo del Fósforo

Fuente: URL-2

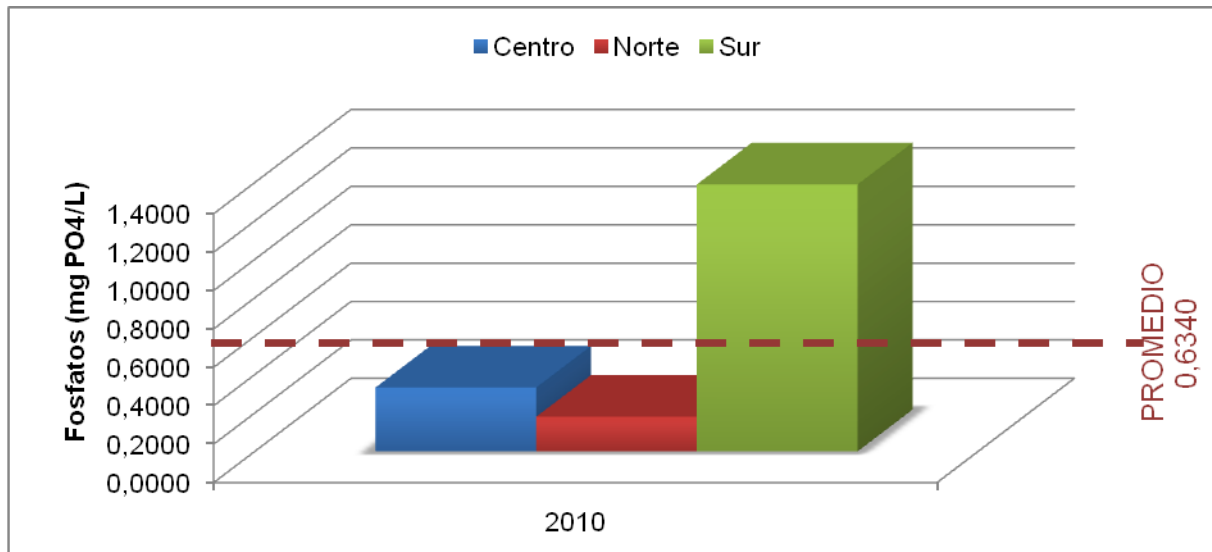
El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales; actualmente es considerado como uno de los nutrientes que controla el crecimiento de algas. Las

algas requieren para su crecimiento fósforo y consecuentemente, un exceso de fósforo produce un desarrollo exorbitado de algas. (Romero, 1993).

**Tabla 2.37.** Valores históricos de Fosfatos (mg PO<sub>4</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	0,3320
Norte	0,1800
Sur	1,3900
<b>Promedio</b>	<b>0,6340</b>



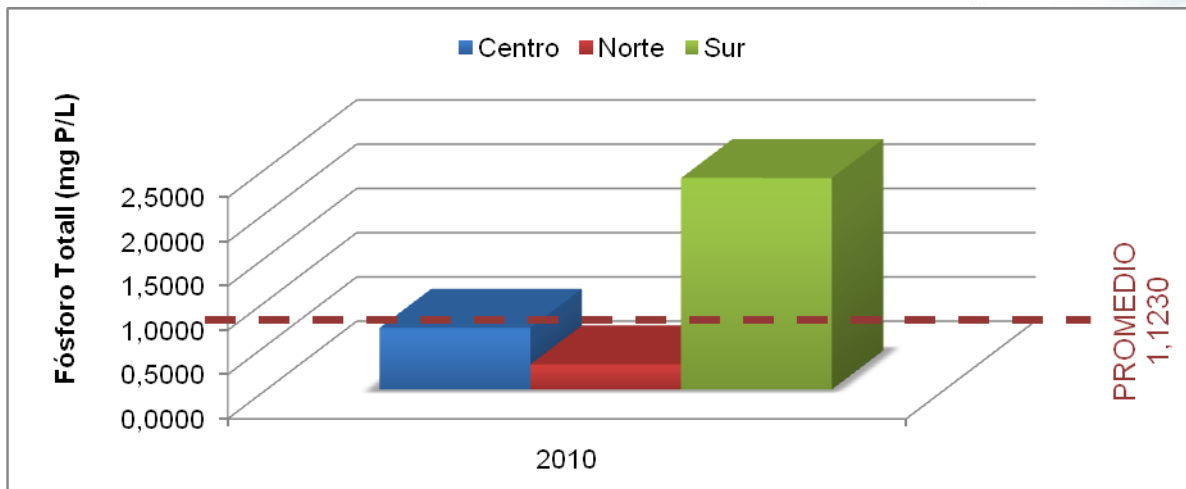
**Figura 2.66.** Humedal Higuieron – Medición de Fosfatos (mg PO<sub>4</sub>/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

**Tabla 2.38.** Valores históricos de Fósforo Total (mg P/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	0,6960
Norte	0,2830
Sur	2,3900
<b>Promedio</b>	<b>1,1230</b>



**Figura 2.67.** Humedal Higueron – 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 encontradas de Fosforo Total en el humedal Higueron han sido muy 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.

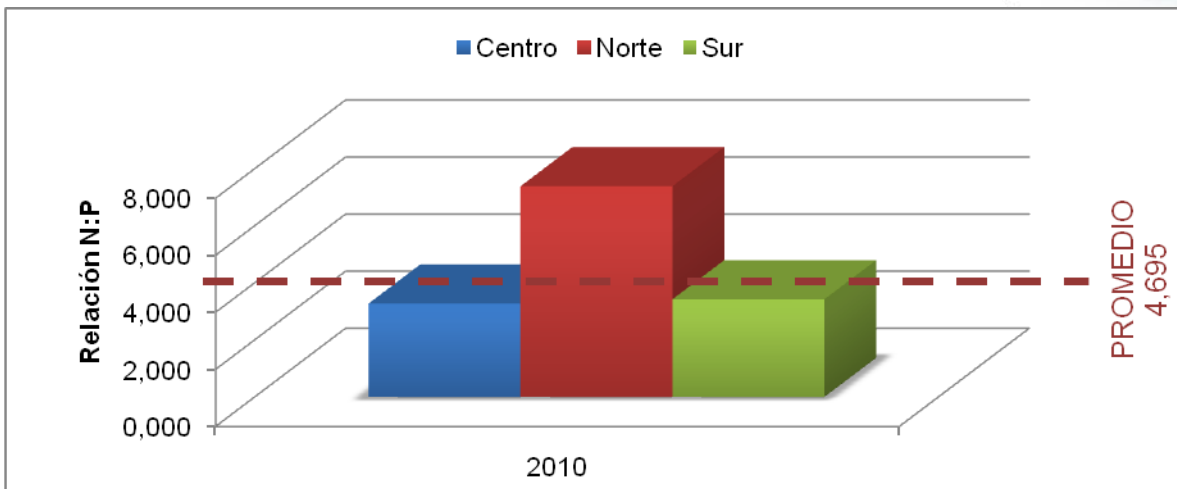
#### 2.3.7.6.18. Relación Nitrógeno : Fósforo N:P

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 2.39.** Valores históricos de Nitrógeno y Fosforo Total (mg N,P/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

	Parámetro	Sur	Centro	Norte	Promedio
2010	Nitrógeno Total (N)	8,180	2,280	2,090	
	Fósforo Total (P)	2,390	0,696	0,283	
	Relación N:P	3,423	3,276	7,385	<b>4,695</b>



**Figura 2.68.** Relación de Nitrógeno y Fosforo

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Las relaciones históricas de nitrógeno y fósforo medidas en todo el espejo de agua no exceden el valor de 5, siendo 4,695 el promedio de la relación encontrada. Según la CEPIS, (1993) esto significa que el humedal tiene un equilibrio natural entre las dos concentraciones; es de notar que aunque la relación N:P sea equilibrada, estos parámetros se presentan en exceso en el humedal.

#### 2.3.7.6.19. Hierro Total

**Tabla 2.40.** Valores históricos de Hierro Total (mg Fe/L)

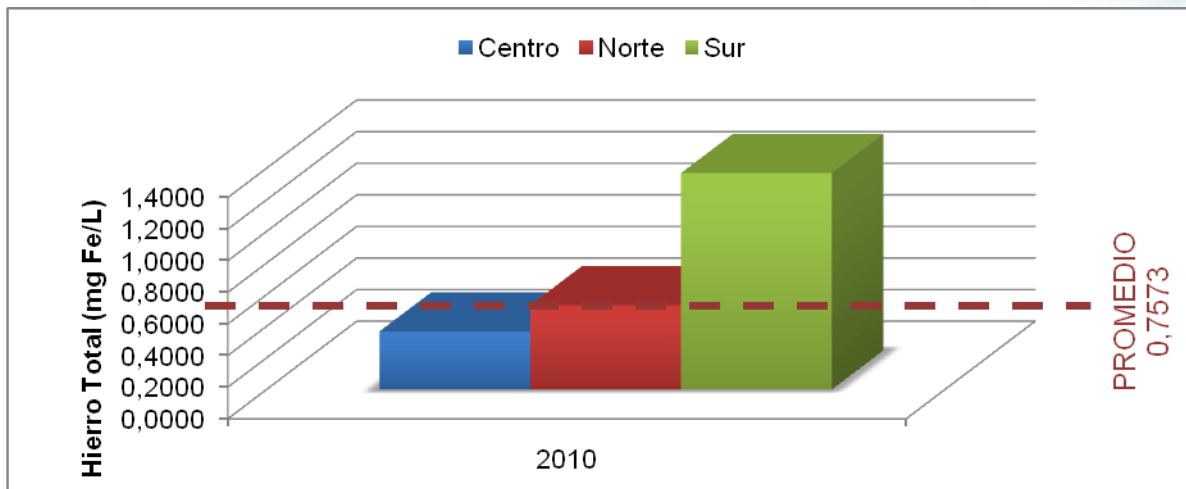
Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	0,3680
Norte	0,5340
Sur	1,3700
<b>Promedio</b>	<b>0,7573</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 2.69.** Humedal Higueron – 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.

#### 2.3.7.6.20. Clorofila

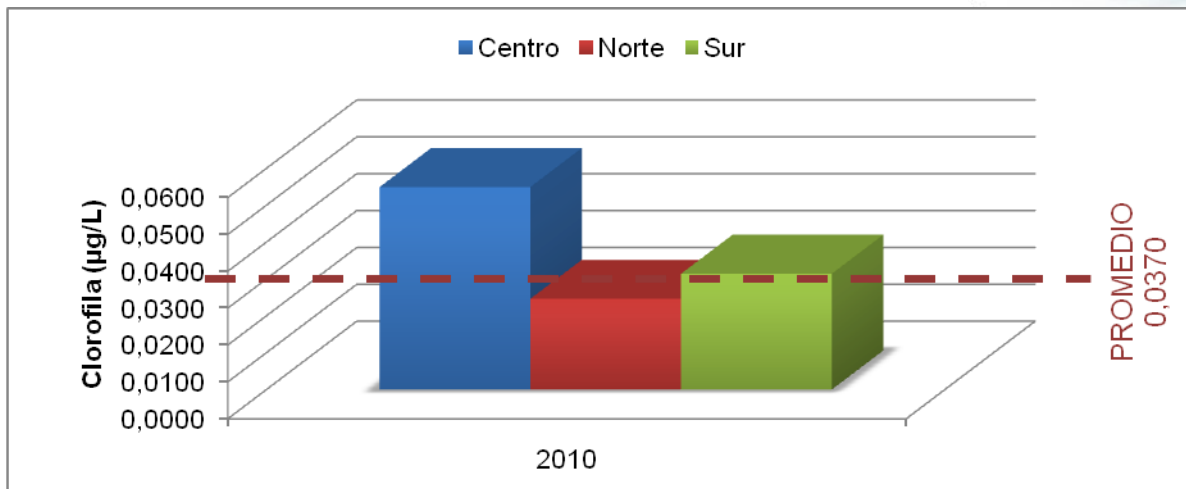
**Tabla 2.41.** Valores históricos de Clorofila (mg/L)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	0,0549
Norte	0,0246
Sur	0,0314
<b>Promedio</b>	<b>0,0370</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 2.70.** Humedal Higueron – Medición de Clorofila (µg/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.

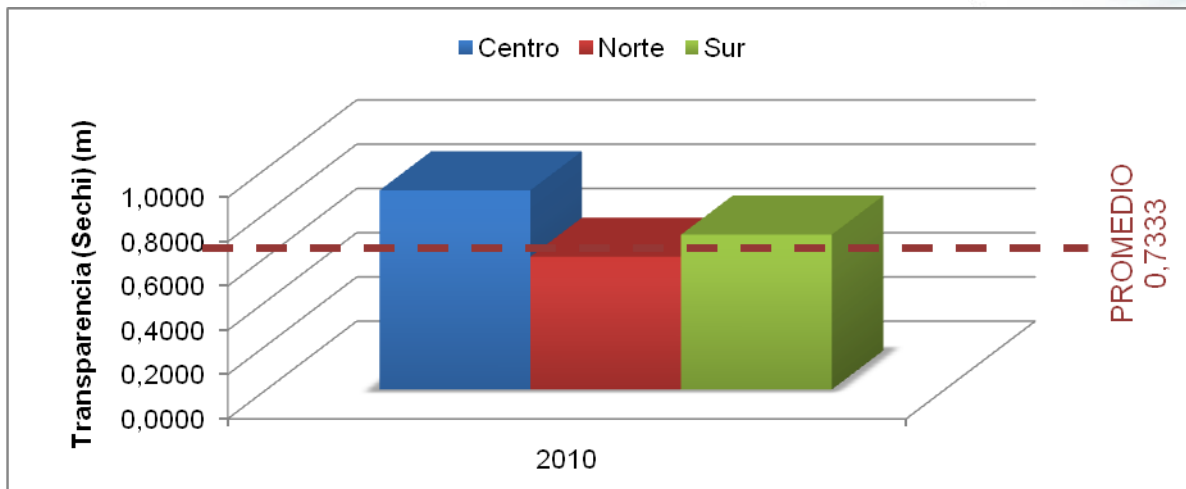
Las concentraciones de clorofila en el año 2010 son características de un humedal hipereutroficado, puesto que exceden concentraciones superiores a 25 µg/L. En el año 2010 se encontraron concentraciones máximas de 54 µg/L.

#### 2.3.7.6.21. Transparencia (Sechi)

**Tabla 2.42.** Valores históricos de Transparencia Sechi (m)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	0,9000
Norte	0,6000
Sur	0,7000
<b>Promedio</b>	<b>0,7333</b>



**Figura 2.71.** Humedal Higueron – 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 evaluara el estado trófico del humedal de acuerdo a la siguiente Tabla.

**Tabla 2.43.** 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
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-Higueron)

**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)

**Media 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 2.44.** Clasificación trófica del humedal Higueron Año 2010

Categoría Trófica	TP (ug/L)	Chl Media (ug/L)	Chl Máxima(ug/L)	Medida de Secchi (m)	Mínimo de Secchi (m)
	112	24,6	54,9	0,73	0,60
Hipereutrófico	Hipereutrófico	Eutrófico	Eutrófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Asociando las variables de concentración de fósforo, clorofila y transparencia el humedal Higueron se caracteriza como un ecosistema Hipereutrífico.

#### 2.3.7.6.22. Coliformes Totales y Fecales

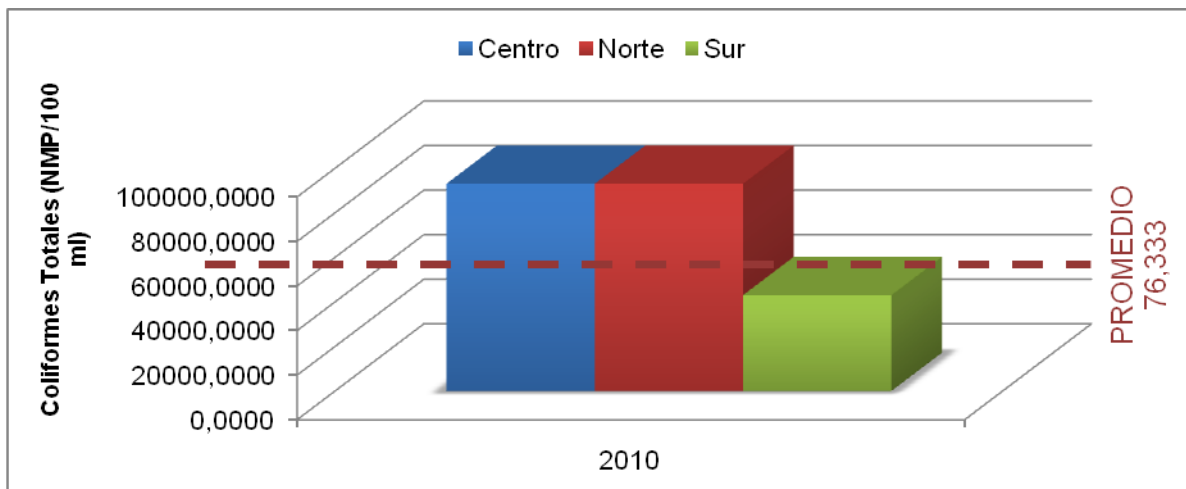
Romero, (1993) sostiene que el agua contiene sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. Muchas de las bacterias del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales y materia fecal.

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 2.45.** Valores históricos de Coliformes Totales (NMP/100mL)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	93000,0000
Norte	93000,0000
Sur	43000,0000
<b>Promedio</b>	<b>76333,3333</b>



**Figura 2.73.** Humedal Higueron – Medición de Coliformes Totales (NMP/100mL)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

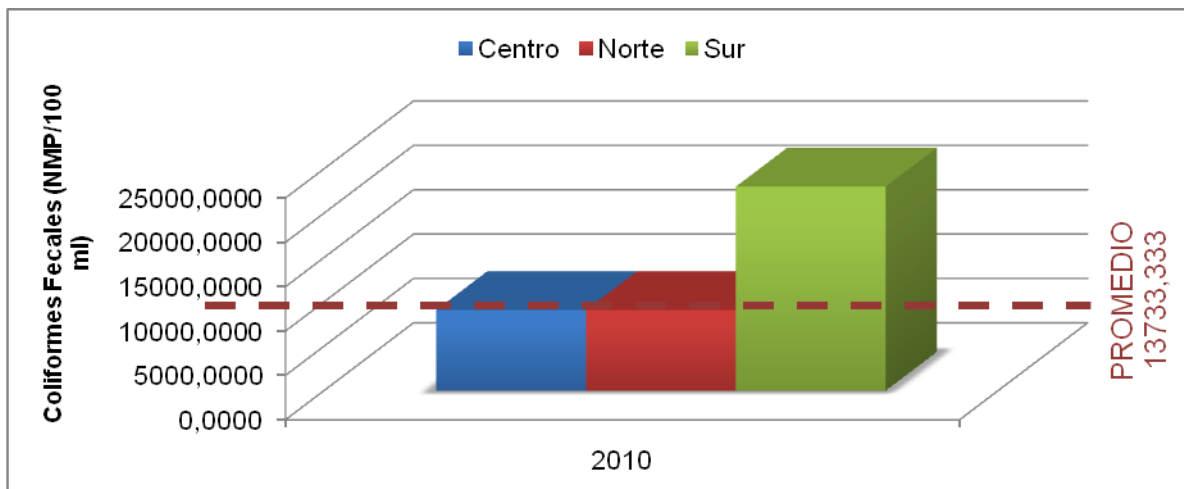
Sin embargo en las heces fecales pueden encontrarse organismos patógenos de origen bacterias, protozoos patógenos y virus que afectan a la salud humana en caso de que el agua sea para consumo humano.



**Tabla 2.46.** Valores históricos de Coliformes Fecales (NMP/100mL)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

Secciones	Años
	2010
Centro	9100,0000
Norte	9100,0000
Sur	23000,0000
<b>Promedio</b>	<b>13733,3333</b>

**Figura 2.74.** Humedal Higuieron – Medición de Coliformes Fecales (NMP/100mL)

Fuente: Laboratorio ambiental CVC, 2010

La presencia de Coliformes Fecales indica contaminación por materia fecal, lo anterior significa que el agua del humedal Higuieron genera un riesgo biológico Alto, 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 Higuieron

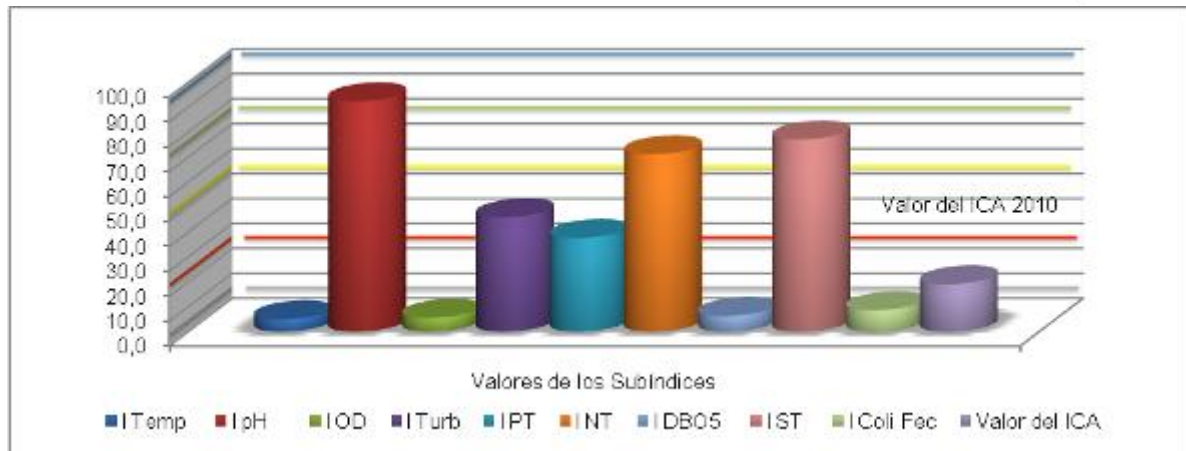
La estimación de la calidad del agua a través del índice ICA permite identificar por colores el estado del parámetro en estudio, tal como se detalla en la siguiente Tabla.

**Tabla 2.47.** 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 2.48.** 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
2010	5,0	92,4	5,6	45,9	37,6	71,2	6,4	77,1	8,6	19,1	Pésima

**Figura 2.75.** Índice de Calidad Humedal Higuero, Año 2010

Los índices de Calidad de Agua en el humedal Higuero para el año 2010 es de 19,1, esto lo clasifica dentro de una categoría de calidad de agua Pésima, es decir “Posibilita el crecimiento de poblaciones elevadas de un limitado número de organismos resistentes a aguas muy contaminadas”.

Analizando detalladamente se encuentra una degradación importante en los niveles de Oxígeno Disuelto, cargas significativas de materia orgánica mediante el parámetro DBO<sub>5</sub>, y presencia notable de coliformes fecales.

#### 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 algunos de los parámetros evaluados, como por ejemplo, el número de Coliformes presentes en los dos cuerpos de agua.

Se ilustran como la calidad del agua en el humedal está degradada a tal punto que resultados de parámetros como DBO<sub>5</sub> son inferiores a los presentados en el río. El humedal está siendo amenazado por factores que impactan negativamente la calidad de las aguas definitivamente, tal como demuestra el deterioro de sus aguas el año 2010 por causa de la disminución del oxígeno disuelto, entre otros que imposibilitan el desarrollo de una vida acuática apropiada, entre otros usos restringidos por la pobre calidad del agua del humedal.

### 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. | UNIVALLE)             | Joel Antonio Ruiz (Topógrafo     |
|    | •                     | Cristian Verjan (Est. Ingeniería |
|    | • Topográfica)        | Aiver Eduardo Ramirez            |
|    | •                     | Ayudantes de la Zona             |
|    | •                     |                                  |
| 2. | Topografico UNIVALLE) | Alejandro Ruiz Mora (Ingeniero   |
|    | •                     | 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 planos 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 2.76.** 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 Higueron

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 2.49.** 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 2.50.** 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
<p>Nivel automático marca Sokkia modelo C300 con precisión de <math>\pm 2</math> 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.</p>	

Tabla 2.51. 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 2.52. 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 x 40 caracteres pantalla.
	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.
	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

Tabla 2.53. Equipo menor y accesorios

<b>TRIPODE</b>	<b>BASTON</b>

	
<b>BRUJULA</b>	<b>PRISMA Y PORTAPRISMA</b>

**Tabla 2.54. 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

	<p>todo tipo de funciones directamente a través de la pantalla. Use la pantalla táctil y/o el teclado, como usted prefiera</p>
	<p><b>Antena SmartTrack</b>                  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.                  Pulse la tecla TPS y mediante RTK determine la posición con precisión centimétrica, 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.                  Elección del bastón para RTK                  El bastón de fibra de carbono o de aluminio con soporte ajustable y ergonómico.</p>
	<p><b>Receptores GPS1200</b>                  GX1230 (GG)/ATX1230 GG                  Receptor universal para todas las aplicaciones.                  14 L1 + 14 L2 (GPS)                  Soporta L2C                  12 L1 + 12 L2 (GLONASS)GX1230 GG/ATX1230 GG                  2 SBAS                  Registro de datos                  RTK y DGPS 100% disponible                  Función Móvil o Referencia GX1220 (GG)/GX1210                  14 L1 + 14 L2 (GPS)                  GX1210: sólo 14 L1 (GPS)                  Soporta L2C                  GX1220 (GG)                  12 L1 + 12 L2 (GLONASS)GX1220 GG                  2 SBAS                  Registro de dato                  Opción: DGPS</p>
	<p><b>Escriba sus programas en GeoC++</b>                  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 2.55. 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®	1 puerto de alimentación/controlador, Puerto de tecnología inalámbrica Bluetooth®
<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> <b>Tecnología GNSS avanzada de medición</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. Segue señales débiles con muy poca elevación y en condiciones adversas. Mitigación del multipath. Resistente las interferencias 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>SmartCheck+</b> <b>Tecnología RTK avanzada de largo alcance</b>	Inicialización normalmente 8 segundos. Intervalo de actualización de posición seleccionable hasta 20 Hz. Latencia < 0,03 s Alcance 30 km o más en condiciones favorables. Autocomprobación.
<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. Formatos compatibles para la transmisión y la recepción: Leica propietario, CMR, CMR+, RTCM V2.1/2.2/2.3/3.0/3.1.
<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>DGPS</b> GX1230 (GG), ATX1230 GG, GX1220 (GG) - estándar GX1210 - opcional	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. Emc línea base: normalmente 25 cm emc con la estación de referencia adecuada.
<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. NMEA 0183 V3.00 y Leica propietario.
<b>Salida NMEA</b>	
<b>Post-proceso con el software</b>	Horizontal: 10 mm + 1 ppm, dinámico Vertical: 20 mm + 1 ppm, dinámico
<b>Leica Geo Office</b>	Horizontal: 5 mm + 0,5 ppm, estático Vertical: 10 mm + 0,5 ppm, estático
<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>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.

<b>Controladores</b> <b>RX1210/RX1250</b>	Pantalla 1/4 VGA de alto contraste con opción de color (RX1250) Pantalla táctil, 11 líneas x 32 caracteres. Windows CE 5.0 en RX1250. Teclado QWERTY totalmente alfanumérico. Teclas de función y teclas definibles por el usuario. Iluminación para pantalla y teclas. También puede utilizarse con TPS1200+ para entrada alfanumérica y codificación extensa.
<b>Funcionamiento con controlador</b> Lo mismo para GNSS y TPS	Mediante teclado y/o a través de pantalla táctil. Concepto de funcionamiento gráfico. Teclas de función y teclas definibles por el usuario. Se muestra toda la información.
<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>Pantalla gráfica de levantamiento</b> Lo mismo para GNSS y TPS	
<b>Pantalla replanteo</b> Lo mismo para GNSS y TPS	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>Funcionamiento sin controlador</b> Sólo para GX1200	Encendido automático. Indicador de estado LED. Para estaciones de referencia y mediciones estáticas.
<b>Registro de datos</b> Las mismas tarjetas se usan para GNSS y TPS	En tarjetas CompactFlash: 64, 256 Mb y 1 Gb Memoria interna del receptor (opcional): 64 y 256 Mb.
<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>Gestión de datos</b> Lo mismo para GNSS y TPS	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>Sistemas de coordenadas</b> Lo mismo para GNSS y TPS	Elipsoides, proyecciones, modelos geoidales, coordenadas, transformaciones, parámetros de transformación, sistemas de coordenadas específicos del país.
<b>Programas de aplicación</b> Lo mismo para GNSS que TPS	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> Lo mismo para GNSS y TPS	Programable por el usuario en GeoC++. Los usuarios pueden escribir y cargar programas para sus propios requisitos y aplicaciones especiales.
<b>Comunicación</b> <b>Enlaces de datos</b>	Se puede conectar uno o dos de los siguientes dispositivos: radiomódem, GSM, GPRS, CDMA. 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 río 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 sistema 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 2.56.** 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 2.57.** 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 2.77.** 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

El Plan de Manejo Ambiental del humedal El Higuerón, 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.

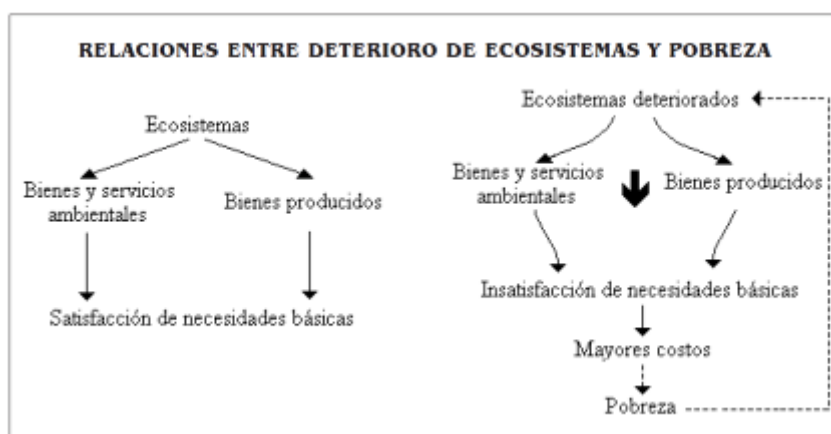
Posteriormente, se convoca a la comunidad y los actores involucrados para la socialización del proyecto y para invitarlos en la elaboración conjunta del plan de manejo, sobre todo en el plan de acción. La modalidad se compone de talleres en los que se busque participación, discusión y consenso, el papel 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 identificaron 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 Yumbo y la información suministrada por la Alcaldía Municipal de Yumbo.



**Figura 2.78.** Relaciones entre ecosistemas y pobreza

Fuente: IDEA. Tomado de Ecosistemas Estratégicos de Colombia (Márquez, 2003)

En la recolección de información primaria, se citó a la comunidad a una reunión de socialización en conjunto con la autoridad ambiental donde se contó con la presencia de Corpovijes, Asoprocovi, el presidente de la asociación de areneros, la Alcaldía de Vijes, propietarios de predios y la UMATA. Durante el levantamiento de la información biótica, se detectó la ausencia de pescadores.

### 2.4.3. BASE PARA EL MANEJO DE CONFLICTOS AMBIENTALES

Otra metodología utilizada para el desarrollo del componente socio-ambiental es 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>28</sup>.

<sup>28</sup>Bloomfield y Reilly (1998, p.18)

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>29</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>30</sup>.

## **2.5. ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS Y SOCIO AMBIENTALES**

### **2.5.1. CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA Y SOCIO - AMBIENTAL**

#### **2.5.1.1. DIVISION POLITICO-ADMINISTRATIVA**

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>31</sup>

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.

#### **2.5.1.2. HISTORIA DE LA ZONA DE ESTUDIO**

El humedal se localiza en el municipio de Yumbo, jurisdicción del corregimiento de Mulaló, vereda El Higuierón. Yumbo, nombre de origen precolombino, es una de las

<sup>29</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>30</sup>Oficina de Integración con la sociedad Civil y Entes Territoriales. Trámite y manejo de conflictos ambientales. CVC. 2002.

<sup>31</sup>CVC. 2009. Humedales del Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación.



ciudades más antiguas de Colombia, descubierta por el capitán español Miguel López Muñoz, quien con otros conquistadores llegaron a procedentes de Ecuador.

En las cabeceras del río Napo (Ecuador) afluente del río Amazonas, existió una tribu indígena precolombina denominada los Yumbos y muy posiblemente en tiempos anteriores a la conquista, inmigrantes de esa comunidad se establecieron en nuestra región conservando el gentilicio de su tierra natal. El historiador yumbeño, Ernesto Lenis Díaz, sostiene que los yumbos llegaron a nuestro territorio por el norte de Colombia y forman parte de las tribus Caribes de Centro América. Una vez establecidos aquí, algunos emigraron al país hermano del Ecuador.

Cuando llegaron los conquistadores, ya existía una comunidad indígena con sus sistemas de gobierno, costumbres y comercializaban con las tribus vecinas por trochas y por el río Grande (hoy río Cauca). El gobierno estaba constituido por un Cacique Gobernador. El último fue el Cacique Jacinto Sánchez, célebre hasta nuestros días por la guaca o tesoro de la comunidad India, de la cual él era el guardián o tenedor.

El municipio está ubicado en el suroccidente del departamento del Valle del Cauca, con una población aproximada de 91.320 habitantes, limita al norte con el municipio de Vijes, al sur con el municipio de Cali, al occidente con el municipio de La Cumbre y al oriente con el municipio de Palmira y está dividido por comunas en el sector urbano y por corregimientos en la zona rural.

Por su parte, el corregimiento de Mulaló tiene una superficie de 1.398 hectáreas, una población de 828 habitantes y sus veredas son el Paso de la Torre, Platanares e Higueron. El humedal Higuieron limita al norte con el carretable que de la vía Panorama que conduce al caserío del Paso de la Torre sobre el Río Cauca, al oriente con el río Cauca, al sur con la empresa Cartón de Colombia y al occidente con la vía Panorama.

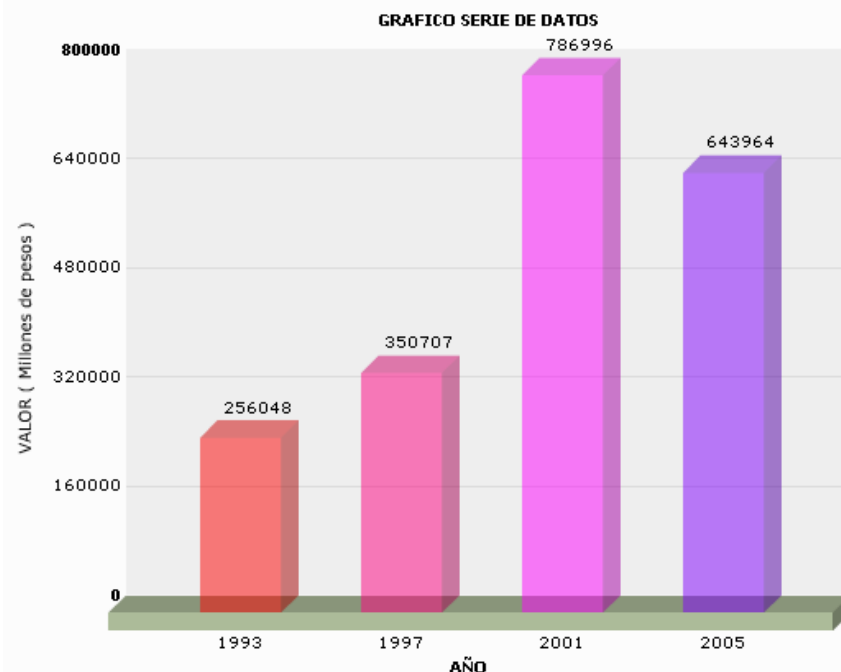
### **2.5.2. ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS PREDOMINANTES EN LA CUENCA Y EL COMPLEJO DE HUMEDALES**

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>32</sup>.

<sup>32</sup> Página Web: [www.todacolombia.com](http://www.todacolombia.com)

Yumbo por su parte, es uno de los municipios más ricos del Valle del Cauca, actualmente hay instaladas más de 2.000 grandes empresas que limitan con Cali entre las que se encuentran Cementos Argos, Bavaria, Postobon, Propal, Goodyear, entre otras gigantes de la economía mundial.

Gracias a su ubicación estratégica, a su infraestructura vial y a los incentivos tributarios que ofrece el municipio, Yumbo es considerado parte fundamental del desarrollo industrial en toda la nación, pues, una gran parte de los bienes de consumo del país se fabrican en este municipio. No obstante, aunque la zona industrial produce más de 33.000 puestos de trabajo, solo un 3% son pertenecientes a los yumbeños, 97% son de Cali, Palmira y ciudades aledañas; esta problemática radica en gran medida, a la frágil estabilidad política Yumbeña.



**Figura 2.79.** Producto Interno Bruto municipio de Yumbo años 1993-2005

Fuente: Página web Alcaldía de Yumbo, Informe de Desarrollo Humano IDH para el Valle del Cauca 2008

En la agricultura sobresalen los cultivos de caña de azúcar, café, soya, millo y algodón. También son importantes los cultivos de tomate, cebolla cabezona, pimentón, cítricos, mango, maracuyá, piña, flores, yuca y plantas aromáticas. Algunas como el Té, en todo el Departamento del Valle del Cauca, solo se produce en Yumbo, en el Corregimiento de Montañitas. En el sector pecuario se destacan el ganado bovino, porcino y el cultivo de la tilapia y también se explota Cal, Carbón, Yeso, Caolín, Cobre, Mármol, Alumbre y otros minerales necesarios para la construcción de la vida diaria del colombiano.

En cuanto a su Producto Interno Bruto, en el año 2001 fue donde se obtuvo mayor PIB siendo este de 786.996 millones de pesos, después está el PIB del año 2005 con 643.964 millones de pesos.

### 2.5.3. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

La población correspondiente al municipio de Yumbo es un total de 104.014 habitantes de los cuales 91.320 pertenecen al área urbana y 12.694 a la rural de acuerdo a la proyección del DANE para el 2010 y con base en el censo de 2005. Del total de la población de Yumbo el 49,5% son hombres y el 50,5% mujeres.

**Tabla 2.58.** Población proyectada para el 2010 en el municipio de Yumbo

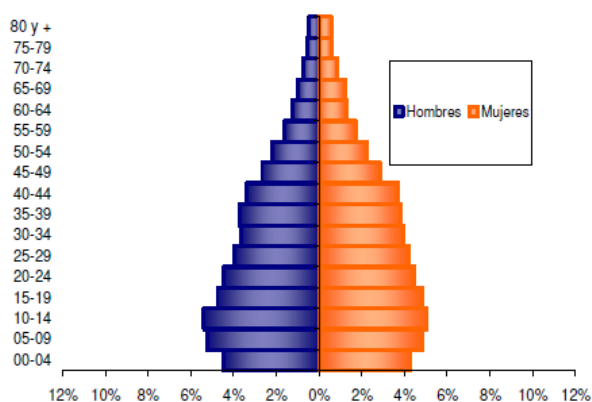
MUNICIPIO	TOTAL	URBANA	RURAL
Yumbo	104.014	91.320	12.694

Fuente: DANE, 2005



**Figura 2.80.** Población por sexo del municipio de Yumbo – Valle del Cauca

Fuente: DANE, 2005



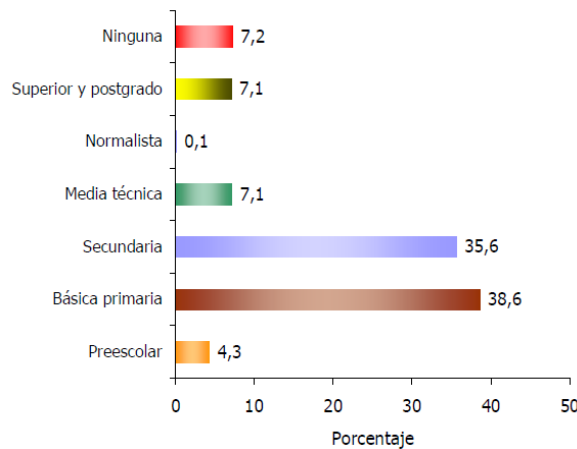
**Figura 2.81.** Estructura de la población por sexo y grupos de edad

Fuente: DANE, 2005

En la vereda El Higuierón, conforme a la información consignada en el Plan de Manejo del Humedal El Higuierón, 2005, el total de habitantes es de 20 personas.

### 2.5.4. EDUCACIÓN

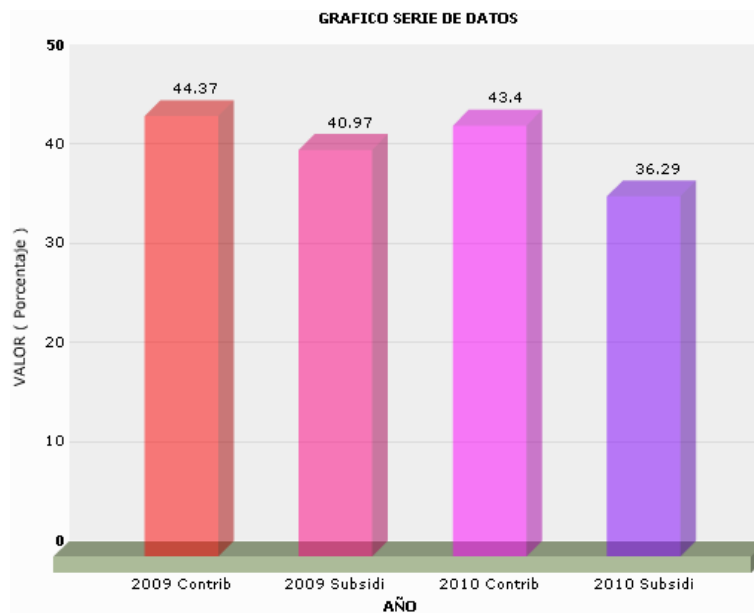
El DANE de acuerdo con el censo de 2005, reporta que en el municipio de Yumbo el 38,6% de la población residente ha alcanzado el nivel básica primaria; el 35,6% ha alcanzado secundaria y el 7,1% el nivel superior y postgrado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 7,2%. En la vereda El Higuierón no hay escuela y los estudiantes deben acudir a la cabecera de Yumbo para recibir sus clases.



**Figura 2.82.** Nivel educativo en el municipio de Yumbo – Valle del Cauca  
Fuente: DANE, 2005

### 2.5.5. SALUD

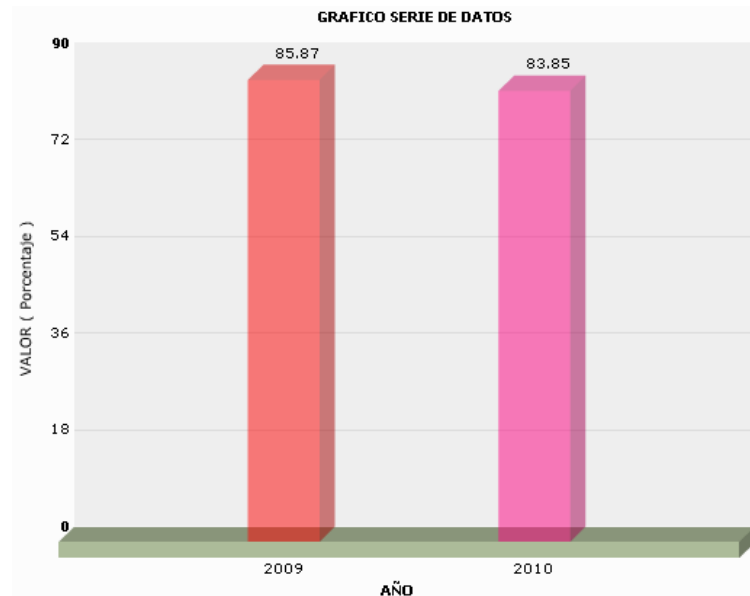
El porcentaje de la población afiliada al régimen contributivo para el año 2.009 fue de 44.37% y para el año 2.010 fue de 43.4% notándose una disminución en la afiliación del 1% aproximadamente. La población afiliada al régimen subsidiado para el año 2.009 fue de 40.97% y para el año 2.010 fue de 36,29% observándose una reducción en la afiliación del 4,98%.



**Figura 2.83.** Porcentaje de afiliados a los regímenes de salud en el municipio de Yumbo  
Fuente: Página web Alcaldía de Yumbo, 2011

En el año 2.009, el 85,87% de la población pertenecía a los niveles 1, 2 y 3 del SISBEN mientras que en el 2.010, el 83,85%; estos porcentajes muestran una descenso del 2,02% en población afiliada a este régimen de salud.





**Figura 2.84.** Porcentaje de la población municipal en los niveles 1, 2 y 3 del SISBEN  
Fuente: Página web Alcaldía de Yumbo, 2011

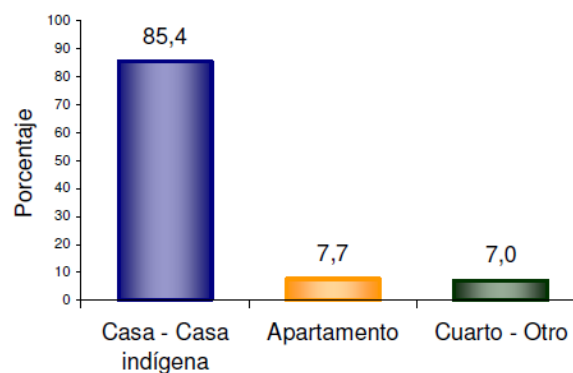
Acorde con el PMA de 2005, los habitantes de la vereda deben acudir al hospital de la cabecera de Yumbo para recibir los servicios de salud que requieran y no poseen afiliación a ningún sistema de salud.

### 2.5.6. **VIVIENDA**

Basados en las estadísticas del censo de 2005, Yumbo cuenta con un total de 24.214 de las cuales 20.981 corresponden al área urbana y 3.233 al área rural. El 85,4% de las viviendas de Yumbo son casas. En Higuerón solo existen 3 viviendas con base en lo consignado en el PMA Humedal El Higuerón de 2005.

**Tabla 2.59.** Censo de viviendas para Yumbo, 2005

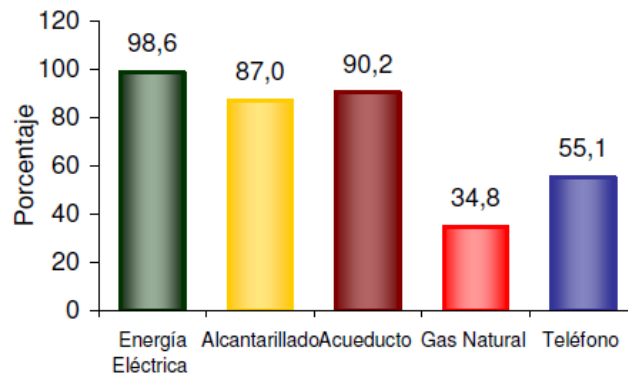
MUNICIPIO	TOTAL	URBANA	RURAL
Yumbo	24.214	20.981	3.233



**Figura 2.85.** Tipo de vivienda en el municipio de Yumbo - Valle del Cauca  
Fuente: DANE, 2005

### 2.5.7. SERVICIOS PÚBLICOS

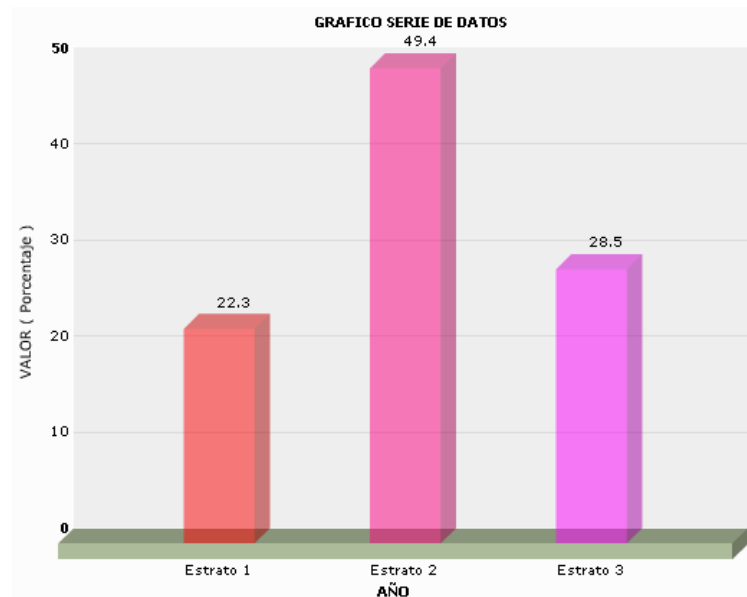
En el municipio, el 98,6% de las viviendas tiene conexión a energía eléctrica y el 34,8% tiene conexión a Gas Natural.



**Figura 2.86.** Cobertura de servicios públicos en el municipio de Yumbo - Valle del Cauca  
Fuente: DANE, 2005

### 2.5.8. ESTRATIFICACION SOCIOECONÓMICA

La estratificación socioeconómica se realiza con base en la distribución de la población por estrato socioeconómico según calidad de la vivienda, calidad del entorno, densidad habitacional, infraestructura de servicios. En Yumbo el estrato 1 es el 22,3% de la población, el estrato 2 corresponde al 49,4% y el estrato 3 al 28,5%.



**Figura 2.87.** Cobertura de servicios públicos en el municipio de Yumbo - Valle del Cauca  
Fuente: DANE, 2008

### 2.5.9. INFRAESTRUCTURA VIAL

Para acceder al humedal, existen dos vías carretables de acceso, una desde Yumbo, la otra es una que atraviesa el humedal la cual fue construída por Smurfit Kappa Cartón de Colombia y permite el ingreso desde el costado oriental hasta la isla.

### 2.5.10. RECREACION Y TURISMO

Los principales atractivos turísticos del corregimiento de Mulaló son:

La Hacienda Mulaló

La leyenda histórica que encierra el corregimiento de Mulaló es una de las principales atracciones de los turistas que llegan cada domingo a este pequeño pueblo, que en otra época era conocido como La Hacienda Mulaló.

Según la leyenda consignada por los antepasados mulaleños, en dicha hacienda pernoctó en dos ocasiones el general Simón Bolívar (diciembre 24 de 1822 y diciembre 25 de 1829). En su primera visita también relata la historia, el Libertador tuvo una hija

con una linda esclava, llamada Ana Cleofe Cuero. La niña fue bautizada el 26 de diciembre de 1829, en la capilla de la Hacienda de Mulaló, en presencia de su padre, general Simón Bolívar, quien solicitó le dieran el nombre de Manuela Josefa Bolívar Cuero.

Al lado de la capilla de Mulaló, junto a una de las antiguas ceibas, se encuentra enterrado "Palomo", el caballo de Bolívar. Las herraduras del animal y diversos elementos que pertenecían al Libertador son exhibidos como testimonio en el Museo de Mulaló.

Parque del Paso de La Torre (ribera del río Cauca)

Este parque está situado sobre las riberas del Río Cauca en el lugar en el que el "Camino Real", que unía a Cali con Buga y Bogotá, atravesaba el río. En este sitio existen ocho ceibas, cuatro de éstas son seguramente las más grandes, antiguas y esplendorosas que aún existen en el Valle del Cauca.

El hecho histórico que destaca a esta población es que a la sombra de las gigantescas ceibas funcionó, durante la época de la Colonia, un importante "mercado de esclavos", cuyos esclavos eran transportados en champanes que subían por el Río Cauca y donde los hacendados del Valle del Cauca acudían a comprarlos. En la parte superior de la ceiba más grande existen aún restos de las cadenas, que asegura la tradición, se utilizaban para sujetar a los esclavos rebeldes o a los que serían marcados al fuego, con la "marca" de su nuevo dueño y señor.

En este "mercado de esclavos" el doctor José María Cuero, propietario de la Hacienda Mulaló, localizada a una legua de distancia, compró y marcó al fuego en 1810 a Josefa y a Ana Cleofe Lucumí, abuela y madre de la famosa doncella Manuela Josefa Bolívar Cuero, quienes poco después adoptaron el apellido de su amo el Dr. Cuero.

El Paso de la Torre fue puerto importante durante la época en que existió la navegación a vapor en el río Cauca, que se desarrolló entre los años 1890 y 1930; estos navegantes se proveían de carne, plátano, frutas, legumbres y leña, gracias a los habitantes de la rica región de Rozo.

### **2.5.11. GASTRONOMIA**

Es famoso el asado de chivo y el "mondongo de chivo", a los cuales se le atribuyen cualidades afrodisíacas. Sus habitantes producen el mejor manjar blanco del Valle e infinidad de platos típicos como el masato de champús, cucas, suspiros y masitas de choclo, entre otros exquisitos platos.

### **2.5.12. CULTURA**

La Alcaldía de Yumbo cuenta con el Instituto Municipal de Cultura de Yumbo "IMCY" que tiene como objetivos dentro del municipio:

-Fortalecer la biblioteca pública.





- Formular, gestionar y ejecutar proyectos artísticos y culturales que promuevan procesos, espacios y prácticas de convivencia.
- Proteger y fortalecer el patrimonio cultural del Municipio.
- Promover y fortalecer la actividad artística y cultural.
- Contribuir al desarrollo de la actividad turística en el Municipio.
- Administrar eficientemente los recursos de
- Mejorar continuamente la eficacia, eficiencia y efectividad de los procesos del Instituto Municipal de Cultura de Yumbo IMCY.

### **2.5.13. ACTORES SOCIALES**

En el humedal El Higuierón, las instituciones que interactúan son:

GOBERNACION DEL VALLE DEL CAUCA  
 ALCALDÍA DE YUMBO  
 JUNTA DE ACCION LOCAL  
 CVC - AUTORIDAD AMBIENTAL  
 SMURFIT KAPPA CARTON DE COLOMBIA

### **2.5.14. ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO**

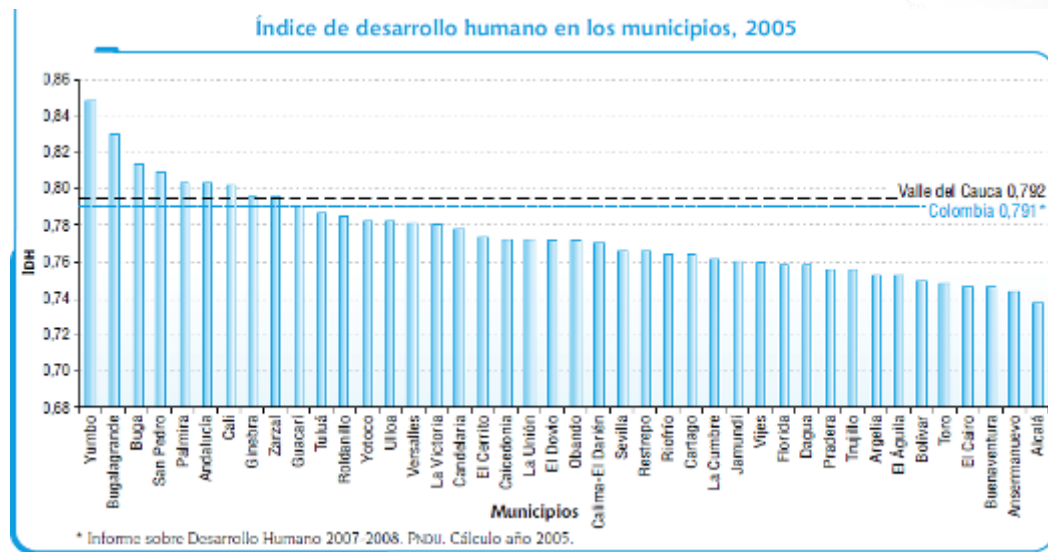
En el informe regional de desarrollo humano, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD; 2008, muestra los valores calculados del índice de desarrollo humano (IDH) para las municipalidades que conforman la Región.

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 2.88.** Índice de Desarrollo Humano en municipios

Fuente: DANE, 2005

### 2.5.15. CARACTERIZACIÓN DE ACTORES SEGÚN METODOLOGÍA SIDAP - CVC

A través de las socializaciones efectuadas para el humedal Higuerón realizadas los días detallados a continuación, se pudo establecer diferentes dinámicas listadas así:

**Tabla 2.60.** Lugares y fechas de socializaciones

Fecha	Lugar Socialización
Enero 17 de 2012	Cámara de Comercio de Yumbo
Enero 31 de 2012	Cámara de Comercio de Yumbo

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 2.61.** Información de actores sociales

Nombre	Ubicación	Ocupación	Respecto al humedal	
			Rol	Interés
CVC	CVC DAR Sur Occidente	Corporación autónoma regional de carácter ambiental	Protección del medio ambiente del humedal	Lograr un desarrollo sostenible del humedal Higueron en base a condicionamientos ambientales, sociales y técnicos
SMURFIT KAPPA CARTON DE COLOMBIA	Propietario Colindante al humedal	Producción de Papel	Instalaciones de sus fábricas se encuentran en inmediaciones del	No muestran un marcado interés por el humedal

Nombre	Ubicación	Ocupación	Respecto al humedal	
			humedal	
Alcaldía de Yumbo	Municipio de Yumbo	Administración local del municipio de Yumbo	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
Propietarios Colindantes	Propietario Colindante al humedal	Maderera y cultivos de caña	Utilizan el agua del humedal para riego	Propenden por sus cultivos y la manutención de sus terrenos, no tienen un interés marcado en el humedal
UMATA Yumbo	Municipio de Yumbo	Prestar el servicio de Asistencia Técnica Directa Rural a los pequeños productores, con el fin de mejorar los sistemas de producción, el nivel de ingresos y las condiciones de vida	Enfoca las actividades agrícolas productivas de la vereda Higuierón por lo que incide en la vida del humedal	Sostener condiciones medioambientales sostenibles para el aprovechamiento de los recursos naturales, interés marcado en el humedal y su estado casi palustre

**Tabla 2.62.** Relaciones y conflictos de los actores

Actor	Posición de soluciones a conflictos	Posición sobre soluciones respecto a otros actores	Amenazas	Oportunidades
Propietarios Colindantes	Asiste a las reuniones, más es reticente a las soluciones planteadas por el Plan de Manejo no por las soluciones ni por los fundamentos técnicos del documento, el cual celebra, sino por su posible aplicación errónea	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 debido a problemas ambientales gestionados indebidamente en el pasado	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
SMURFIT KAPPA CARTON DE COLOMBIA	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	Debido al uso del suelo como disposición inadecuada de residuos de	Puede articular grandes avances en temas ambientales dándole importancia al ítem de la conservación del humedal

Actor	Posición de soluciones a conflictos	Posición sobre soluciones respecto a otros actores	Amenazas	Oportunidades
			actividades relacionadas con las lagunas de estabilización que tiene la planta, puede verse avocada a multas	
UMATA Yumbo	Poder servir como veedores en la vigilancia ambiental del humedal	A través de la veeduría, establecer actividades coordinadas con los otros actores	Falta de organización para el cuidado del humedal, organización para los agricultores de la zona	Participación en proyectos productivos relacionados con el humedal y su conservación
Alcaldía de Yumbo	Es parte integral por su interés manifiesto	Respeta y trata de ser un ente negociador y garante de las soluciones	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 2.63.** Clasificación de actores

Escala / Categoría	Públicos	Locales	Beneficiarios
Local	UMATA Yumbo, Alcaldía de Yumbo	SMURFIT KAPPA CARTON DE COLOMBIA, Propietarios Colindantes	
Regional	CVC		
Nacional			
Internacional			

**Tabla 2.64.** Priorización de actores

Priorización	Señalética	Actores
Prioritarios	☺	Propietarios Colindantes
Aliados	☺	CVC
Importantes	☺	UMATA Yumbo, Alcaldía de Yumbo
Influyentes	C*	SMURFIT KAPPA CARTON DE COLOMBIA
Débiles	☺	
indiferentes	☺	
Hostiles	☺	



### 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 humedales 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.

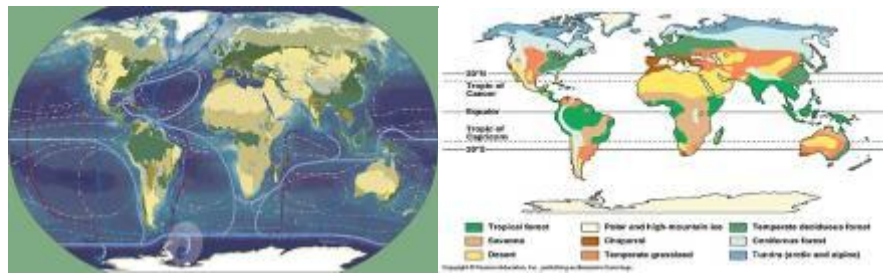


Figura 3.1. Biomas de la Tierra  
Fuente: URL-2

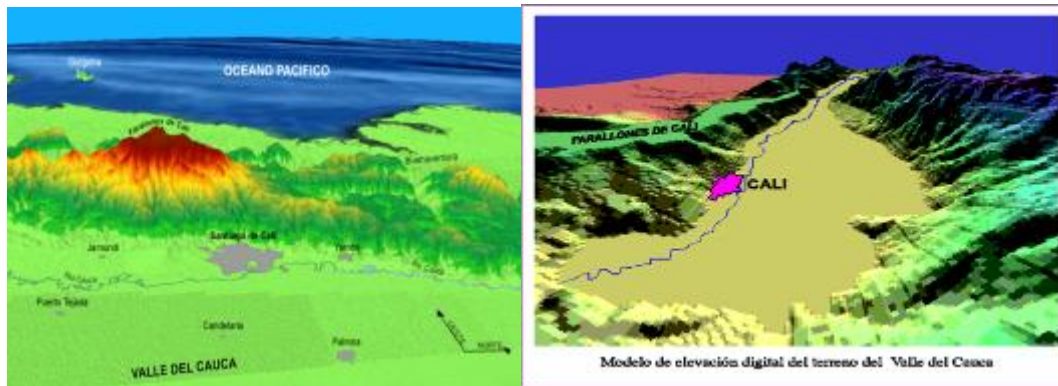
Al extremo norte del Bioma corresponde el Valle del río Cauca, subcuenca del río Magdalena perteneciente a la Vertiente Caribe.



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 paramos, 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

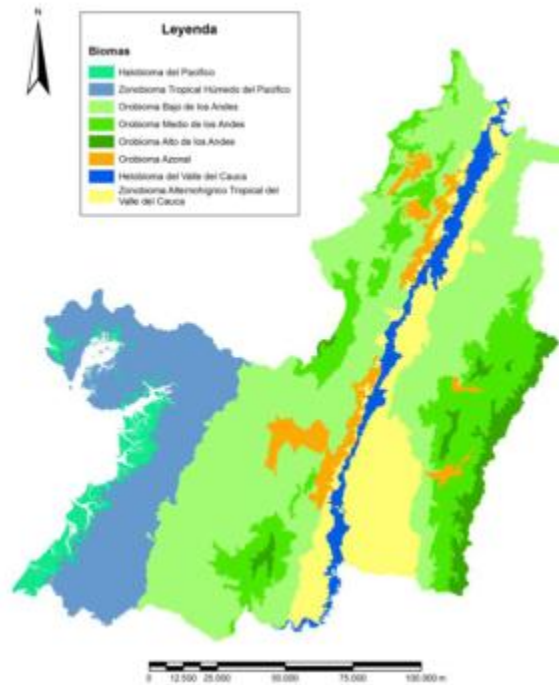
Fuente: URL-2

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.

Basado en el mapa de ecosistemas de Colombia IDEAM *et al.* (2.007) “Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia”; 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.

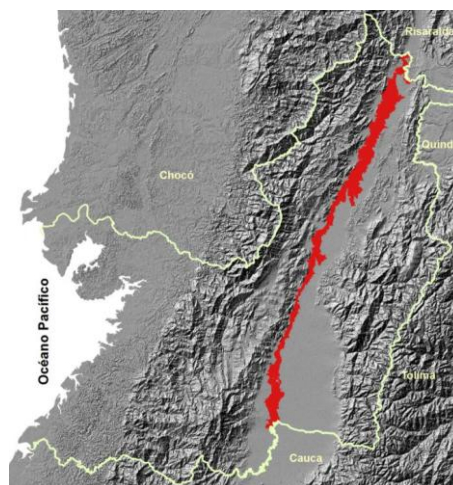
Los Humedales de la planicie aluvial del Río, fueron clasificados como Helobiomas, denotados por sus condiciones edáficas e hidrológicas, de mal drenaje, encharcamiento y periodos prolongados de inundación.

A su vez este ecosistema lo conforman 3 subecosistemas, entre ellos el Bosque Cálido Seco en Planicie Aluvial (BOCSERA), en un rango altitudinal entre 900 y 950 msnm, con una temperatura promedio mayor a 24°C y precipitación media entre 900 y 1.500 mm/año, con régimen pluviométrico bimodal.



**Figura 3.4.** Terreno del Valle del Cauca  
Fuente: URL-2

Se ubica en la planicie aluvial del río Cauca como paisaje principal del ecosistema exhibe como relieve el plano de desborde del río Cauca, constituido por formas particulares como cubetas de desborde, albardones o diques y meandros abandonados (madreviejas). Los sedimentos aluviales los componen arenas, limos y arcillas principalmente. Constituido por: las cuencas de los ríos Vijes y Yumbo.



**Figura 3.5.** Localización ecosistema bosque cálido Seco  
Fuente: CVC-Funagua 2010



El estudio asegura que el subecosistema ha sido transformado en un 93.2% por superficies plantadas y por el 5.5% por superficies construidas, el 1,1% corresponde a superficies naturales, ocupando un área de 3717.5 hectáreas, las superficies de agua ocupan el 5,7%. La cobertura natural del ecosistema mínimamente conservada es la de Bosque natural denso (0.5%), Bosque natural fragmentado (0.3%) y arbustal -matorral denso con un 1,6%.

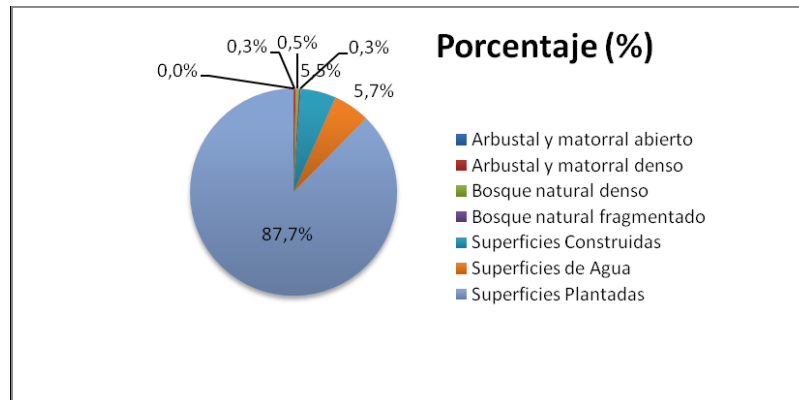


Figura 3.6. Procentaje de tipos de superficies en el Valle del Cauca

### 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.

En cuanto a la conectividad este ecosistema al igual que el Bosque cálido seco en planicie aluvial (BOCSERA) presenta fragmentos muy distanciados lo cual impide cualquier tipo de propuesta de restauración de los mismos dejándolos en la categoría de ecosistemas muy Intervenido o Irreversible para este tipo de cobertura en este bioma.

Tienen como base la estructura ecológica, geomorfológica y biológica del territorio, de la cual hacen parte la vertiente oriental de la cordillera occidental y la vertiente occidental de la cordillera central, el valle aluvial del río Cauca y la Planicie, en conjunto con las reservas, parques y la vegetación natural de quebradas y ríos.

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.



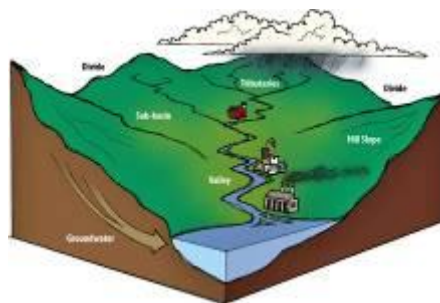


**Figura 3.7.** Fotografías humedales del centro del Valle, obras de fragmentación y desecación.  
Fuente: CVC, 2011

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.

### 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 3.8.** 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 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.

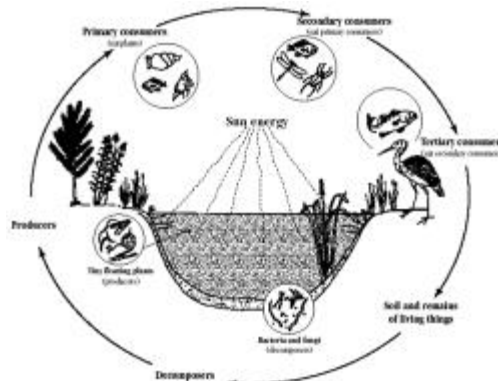


Figura 3.9. Cobertura del Bioma

**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.

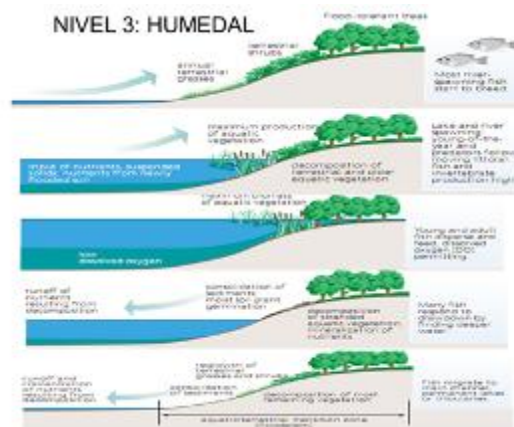


Figura 3.10. Dinámicas del humedal

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 3.11.** Periodo de bajo régimen pluviométrico en el humedal Higueron. Planos severamente descubiertos.

Fuente: Mariana Juliana Bedoya Duran, 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 vegetacional de los humedales está determinada por la pendiente del terreno y la amplitud de las crecientes. Sin embargo la fase acuática del humedal Higueroón no refleja grandes expansiones en periodos de lluvia, ligeramente el espejo de agua aumenta en un 70% de 27.8 ha a 47.3 ha)



**Figura 3.12.** Fotografía en periodo Invernal. Enero de 2010

Fuente: CVC, 2010



Figure 2.21. Landscape and deposits of a floodplain. Topographic features on the floodplain created by meandering channels.

**Figura 3.13.** 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.

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.



**Figura 3.14.** Lechuguilla del humedal

En todo el espejo de agua la planta flotante común es la lechuguilla. No hay dinámica ni cambios sustanciales por efecto de picos.

### **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.

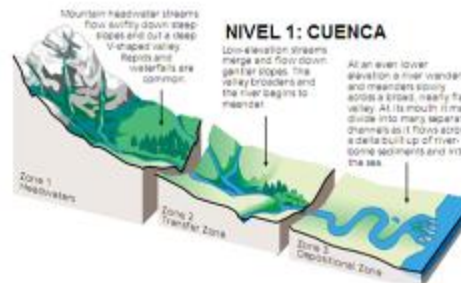
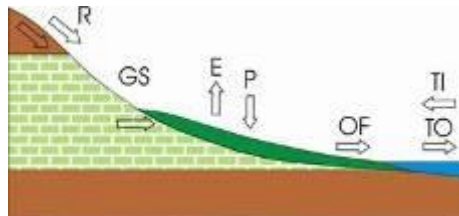


Figure 1.27. Three longitudinal profile zones. Channel and floodplain characteristics change at each level from headwaters to mouth.  
Source: Miller (1990). ©1990 Macmillan Publishing Co.

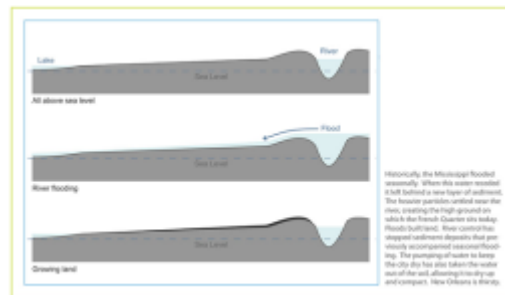
**Figura 3.15.** Esquemas de funcionamiento

- 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 3.16.** 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.

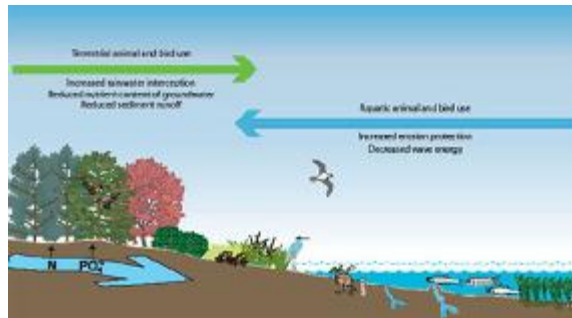


**Figura 3.17.** Flujos de crecientes

Estos flujos no sólo son entradas de agua, son las principales entradas de energía de este tipo de ecosistemas dado que:

- 1) Los humedales dependen básicamente de la productividad terrestre. Su productividad autóctona es generalmente muy inferior a la que ingresa con los flujos mencionados.

- 2) 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 3.18.** 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:
  - 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 3.19.** Humedal Confluencia Zona Anfibia.

### 3.1.7. TENSORES DEL HUMEDAL

Se puede observar el proceso de terrificación, el cual consiste en la generación de disturbios para lograr colonizar territorio; inicialmente las plantas acuáticas flotantes, conquistan el espejo acuático, en las zonas en donde se concentran en mayor medida los nutrientes, posteriormente tomando como sustrato las primeras, aparecen las plantas emergentes; así sistemáticamente terrifican sectores acuáticos del humedal.

- 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 3.20.** Macrófitas Acuáticas - *Eichornia crassipes*

El mayor flujo de energía del humedal y de su fase acuática es el ingreso, consumo, descomposición y emisión de residuos de la materia orgánica y la biomasa alóctonas. Esto explica que las cadenas tróficas sean extremadamente largas e incluyan a varios detritívoros y saprófagos. De hecho, un aspecto notable de la mayoría de los humedales es su alta biomasa animal (y productividad secundaria), en comparación con otros ecosistemas.

El principal nutriente promotor de la eutrofización es el fósforo; los fosfatos libres causan la mayor parte de la aceleración de la producción vegetal dentro del humedal.

Los nutrientes aportados por la escorrentía se ve multiplicado por la masa de gases atmosféricos ( $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$ ) que son incorporados como material vegetal sólido, vía fotosíntesis, principalmente por las macrófitas acuáticas. Esta producción vegetal es luego depuesta como necromasa que se descompone lentamente y se acumula como parte importante de los sedimentos en el fondo del vaso.





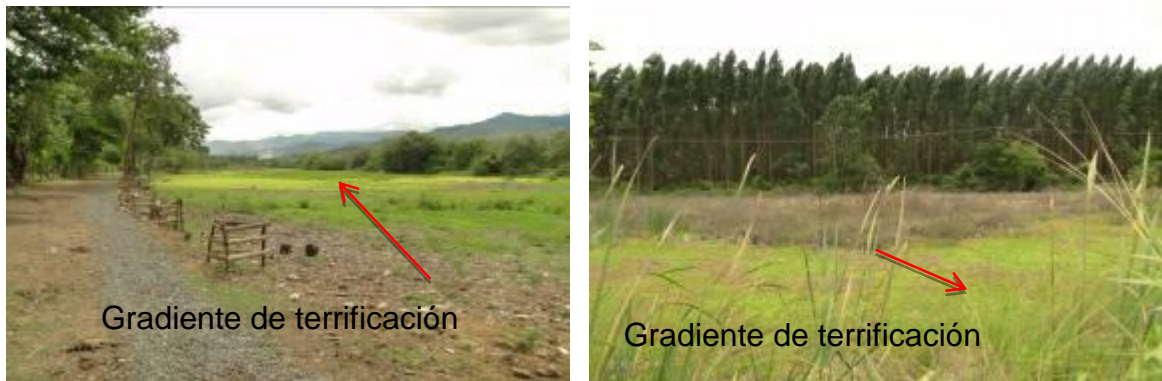
**Figura 3.21.** Aporte de nutrientes por uso del suelo - ganadería

La tendencia del proceso es hacia un enriquecimiento progresivo de las concentraciones de nutrientes y materia orgánica en solución y suspensión, lo cual conduce al levantamiento progresivo del fondo por acumulación de materiales, y pérdida sistemática de la profundidad del vaso.

Con el aumento de la materia orgánica en suspensión y en los sedimentos, la degradación demanda oxígeno para el proceso de oxidación de la misma, por lo que el ecosistema acuático se va tornando cada vez más anoxico. Lo cual a su vez conduce a la acumulación de más materia orgánica que no puede ser digerida por el sistema, limitando la cantidad y diversidad de seres vivos que pueden subsistir en el medio.

La colmatación – eutrofización va haciendo que las condiciones en cada zona del humedal sean cada vez más terrestres y, así, más afines a las de la franja externa inmediata. Esto propicia que las plantas de una franja colonicen la franja interior: las flotantes se extienden sobre el antiguo espejo libre, las enraizadas logran asentarse donde estaban antes las flotantes, las emergentes se extienden hacia las masas acuáticas y, finalmente, los arbustos y árboles de las márgenes comienzan a colonizar las porciones más consolidadas de la turba formada por las plantas acuáticas, la cual se va transformando paulatinamente en suelos higromórficos.

Con todo ello, la fase acuática del humedal va reduciéndose, hasta que éste se terrifica, en otras palabras, se convierte en un ecosistema terrestre y virtualmente pierde su estructura y función de humedal.



**Figura 3.22.** Gradiente de Terrificación

Por otro lado existen otras fuerzas que luchan contra el devenir terrestre del ecosistema y es básicamente la amplitud de las crecientes, puesto que a través de éstas se efectúa lavado hidráulico de sedimentos y de plantas acuáticas, controlando los procesos de extinción del humedal.

La composición y estructura de la vegetación que en un momento y lugar dados puede encontrarse en la ronda de un humedal, se enmarcan en tres dinámicas:

- La destrucción de la vegetación nativa por diversos factores (desforestación, ampliación de la frontera agrícola, pastoreo) y la introducción intencional o espontánea de especies exóticas.
- La regeneración de la vegetación nativa pasando por las distintas etapas y especies que componen la serie sucesional de cada una de las franjas del humedal (colinas, planicie, orilla, etc.).
- La colonización de una franja por vegetación propia de la franja vecina más seca, reflejando la disminución de la humedad del suelo y la contracción del humedal (tarificación).

### **FACTORES DE TENSIÓN**

Las comunidades que coexisten en el humedal han logrado adaptaciones específicas a:

- La estacionalidad de las inundaciones, con franjas de especies con distintas tolerancias a la desecación o el anegamiento. Un tensionante con periodicidad.
- Los cambios hidráulicos que modifican constantemente el régimen de inundaciones y de sedimentación de cada área. Una alteración constante, pero sin periodicidad.

Debido a la continua y permanente disponibilidad de agua y de nutrientes procedentes de toda la cuenca, los humedales se estructuran como hábitat 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 tensiones 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**

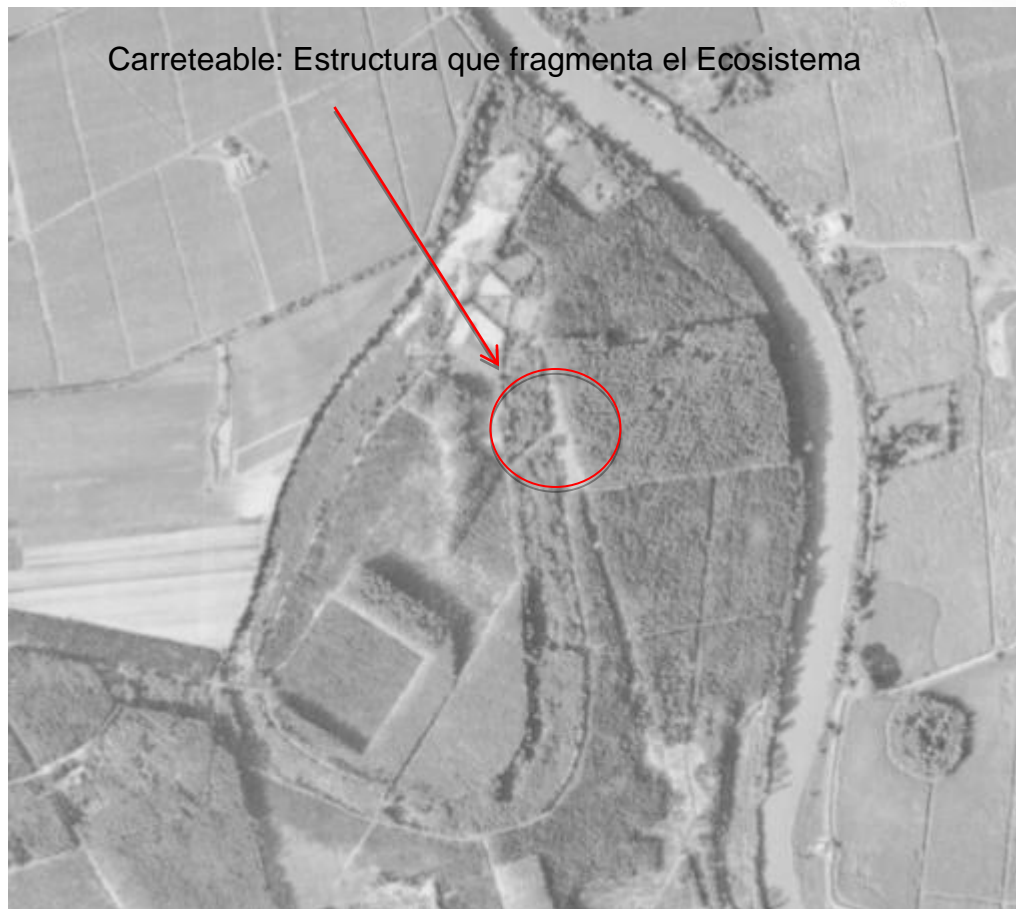
Un disturbio es un evento catastrófico que desvía la estructura y funcionamiento del sistema, y conduce el territorio sistémico de manera total o parcial hacia un estado de pérdida de sus atributos y funciones generando ecosistemas degradados y/o transformados.

El documento de política Plan Nacional de Restauración (MAVDT, 2009), define cinco categorías causales o impulsores, los cuales son los siguientes:

1. Transformación del ecosistema.
2. Invasiones biológicas.
3. Sobreexplotación.
4. Contaminación.
5. 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.



**Figura 3.23.** Fotografía Aérea que indica la fragmentación hidráulica del humedal  
Vuelo F-461: Fuente CVC 2005

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.

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.

El humedal Higuerón ha sido fragmentado por un carreteable para la extracción y transporte de una siembra de Eucalipto propiedad de Carton Colombia, esto constituye un proceso de degradación ambiental. La Figura 3.23 muestra lo anterior.



En la fotografía aérea se observa como el brazo de la madreveja contiguo a la zona destinada para el cultivo de Eucalipto es el de mayor eutrofización y en donde más ha avanzado el fenómeno de terrificación.

Se puede observar como la fase terrestre conquista a la fase acuática, produciendo la colmatación del humedal por vía vegetal, mediante el aporte de nutrientes que favorecen el crecimiento de las plantas acuáticas, primero flotantes y luego emergentes, que van formando un tejido vegetal que finalmente le da paso a la tierra.



**Figura 3.24.** Zona del humedal

Uno de los Tensores que más ha contribuido a su desecación está relacionado con el vertimiento de escombros del Municipio de Yumbo y su zona industrial, pues solo hasta el año 1992 se suspendieron dichas actividades. La Figura 3.25 ilustra lo anterior.



**Figura 3.25.** Presencia de escombros en el humedal y su cuenca de captación

Fuente: CVC – Fipal, 2001

El problema principal es la transformación de las áreas silvestres por el sector agropecuario, destruyó los hábitats, redujo la diversidad de especies y alteró la estructura trófica, así como los flujos de energía y materia. De igual forma se originó detrimento en la calidad de las aguas por vertimiento de aguas residuales difusas provenientes del lavado de la cuenca destinados para el cultivo de la Caña de Azúcar

principalmente. Estos usos son incompatibles con las características del ecosistema y del paisaje.

El régimen hídrico es modificado a través de obras de control de inundación como diques, canales de drenaje, y extracción de agua para la agricultura. Lo cual está en estrecha relación con la calidad de las aguas de la fase acuática, que al recibir la carga de nutrientes se eutrofizan. La escala de pauperizaciones conduce a la desecación por terrificación y por lo tanto a su envejecimiento.

La Figura 3.26 muestran la fragmentación ecológica del humedal. Según la fisiografía el ecosistema hace parte de la llanura de inundación del Río, de manera que las inundaciones son vitales en el ciclo del Humedal, aspecto que no se encuentra en armonía con los usos agropecuarios que se le dan al suelo, para los cuales las inundaciones no son favorables. Por lo cual se debe controlar la expansión de la frontera agrícola o en su defecto hacer esfuerzos que conduzcan hacia una armonización con las características del paisaje.

El río Cauca es el eje principal del Humedal, su funcionalidad está en función de la conectividad con el mismo.

### **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.

Los actores presentes en el humedal Higuierón no tienen un vínculo que los integre con el ecosistema, más aún lo consideran una amenaza. De ahí que muchos de los bienes y servicios de los humedales no son valorados por el mercado; a pesar de ser tangibles y vitales para la población y su seguridad.

El territorio debe por tanto conservar sus funciones, para ser rentable; sin embargo si en la escala de valores materiales, los procesos y productos no son valorados por el mercado hegemónico, las características ecológicas del territorio serán 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 Higuierón

Fuente: Tomado y adaptado de UICN (1992)

Funciones y productos de los humedales	Importancia en el Humedal Higuierón
Control de inundaciones	Alta. Si se considera la proximidad con la Zona Franca del Pacífico, y más aún si se tiene en cuenta que este es una Zona de importancia a nivel económico que se inunda frecuentemente.
Reposición de aguas subterráneas (recarga de acuíferos)	Alta. De conformidad con el balance hídrico, el complejo de humedales de Centror, presuntamente recarga de aguas subterráneas el acuífero.
Descarga de acuíferos (almacenamiento de agua)	Alta. Los estimativos de balance hídrico indican que las aguas subterráneas son centrales en el equilibrio hídrico del ecosistema.
Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes	Alta. Muy importante, el humedal metaboliza gran parte de la carga de sedimentos y nutrientes que ingresa, los cuales los introduce en la red trófica, y lo restante es acumulado como sedimentos en el fondo, que posteriormente conformará suelo.
Retención de sustancias tóxicas	Alta. Muy importante, más si se considera que las aguas excedentes del riego, llegan por escorrentía al humedal, por lo cual los agrotóxicos son acumulados en el Humedal.
Retención de nutrientes	Alta, muy importante, más si se considera que la agricultura del monocultivo es excesiva en la nutrición de los cultivos. Los nutrientes drenan al humedal, en donde son metabolizados por el humedal, reincorporándolos a la biomasa, los cuales a su vez en gran cantidad se convierten 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 lo tanto la fauna y flora terrestre se pueden ver beneficiadas, pero no la acuática, 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	Media. Evidentemente el humedal, es una isla de enfriamiento del ecosistema local. Los árboles circundantes y la vegetación acuática, captan la radiación del área que cubren, y evapotranspiran, disminuyendo consigo la temperatura local.
Transporte por agua	Baja. No presenta este uso.
Mitigación del cambio climático	Alta. Importante. Evidentemente desde lo local, actuando como islas de enfriamiento y estabilización, las cuales combaten los procesos de desertificación.
Depuración de aguas	Alto. Estos humedales reciben y depuran parte de la carga contaminante de la Ciudad de Cali

Funciones y productos de los humedales	Importancia en el Humedal Higuierón
Reservorio de biodiversidad	Alta , pero está perdiendo su riqueza de especies
Productos de humedales	Baja, No existe comunidad que se beneficie de los bienes y servicios del humedal.
Recreación / Turismo	Si. Baja. Es un potencial actualmente subutilizado
Valor Cultural	Si. Baja, no tiene actores vinculados al humedal, ni una Comunidad asociada a sus valores ambientales.
Productos	Importancia en el Humedal Higuierón
Forestales, vida silvestre, forrajeros, agrícolas, abastecimiento de agua	Sí. Alto. El humedal hace parte de la imbricación ecológica que brinda productos como la Finca Tradicional, modelo económico de subsistencia armónico con las características ecológicas del paisaje.
Atributos	Importancia en el Humedal Higuierón
Diversidad biológica	Es importante, aunque la caracterización muestra posible reducción de la riqueza de especies.
Singularidad del patrimonio cultural	Las Lagunas fueron sagradas para las culturas indígenas precolombinas; la cultura negra secuestrada del occidente de África y esclavizada en América, central en el modelo feudal de Hacienda; hoy asentada en el sur de Jamundí, hábitat tierras compartidas por los indígenas. La Tradición sacra de las Lagunas la tomaron de los indígenas; por eso muchas de las costumbres, que construyen su identidad se encuentra asociada al río y los Humedales.

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	Observación recreacional y caza



Funciones	Bienes y servicios de valor económico
avifauna	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 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 o 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.

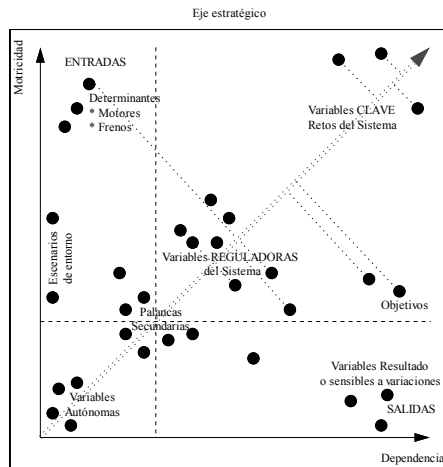
Garcés; 1999 ilustra como el método Mic-Mac permite analizar la matriz de impactos directos y los bucles de interacción indirectos entre los distintos factores; basado en el álgebra de matrices, la cual en uno de sus teoremas plantea que la multiplicación iterativa de una matriz por sí misma consigue 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:

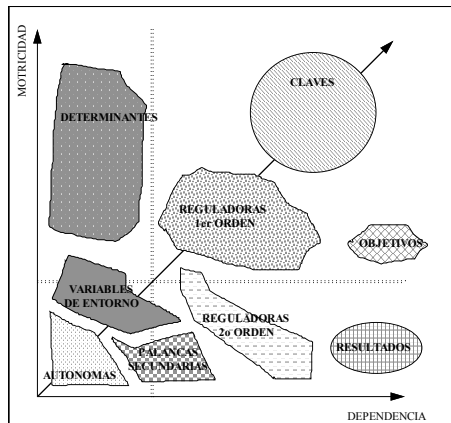
- 0 para ninguna influencia
- 1 para impacto débil

- 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 3.26.** Interpretación del Plano Motricidad / Dependencia  
Fuente: Tomado de Garcés, 1999



**Figura 3.27.** 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:

- a) **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.
- b) **Determinantes,** en la zona superior izquierda del plano, son muy motrices y poco dependientes; pueden constituirse en motores o frenos del sistema.
- c) **De Entorno,** en la parte media a la izquierda, con motricidad media y dependencia baja; pueden dar lugar a escenarios alternativos.
- d) **Objetivo,** son medianamente motrices y bastante dependientes; tienden a estar bajo nuestra jurisdicción.
- e) **Palancas Reguladoras de primer orden,** ubicadas en la zona central del plano, sirven para soportar e impulsar las variables claves hacia sus metas.
- f) **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.
- g) **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 Higuierón:

**Tabla 3.4.** Lista de Variables

N°	Título largo	Título corto
1	Calidad del agua	Cagua
2	Productividad Ictica	Pict
3	Pulso Hidrológico	PulH



N°	Título largo	Título corto
4	Modelo de drenaje regional y de microcuenca	MDR
5	Conectividad alterada / fragmentación hidraulica	ConHid
6	Conectividad forestal alterada / fragmentación	ConFores
7	Calidad del suelo	Csuelo
8	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación	AgrIn
9	Prácticas ganaderas incompatibles con la conservación	GanIn
10	Contaminación difusa (no puntual)	CD
11	Contaminación puntual	CP
12	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)	Einv
13	Proceso de terrificación	Terrif
14	Extencion Volumetrica Fase Acuatica	PFaseA
15	Disposición inadecuada de residuos	DIR
16	Destrucción directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación	DST
17	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuatica)	DFA
18	Diversidad en flora (terrestre, anfibia, acuatica, fitoplacton y bentos)	DFL
19	Comunidad Aledaña	C
20	Edad y estado sucesional del humedal	ESUC
21	Dinamica Morfológica del Rio	DMorfR
22	Autoridades de control	AA
23	Incentivos economicos a sector agricola Hegemonico	SAH
24	captaciones de agua	CAPT
25	Cambio climático y eventos extremos	CC
26	Vias en la Cuenca del humedal	VC
27	Servidumbres	Servd
28	Acceso al Humedal	AH
29	Alteración de la calidad del aire (quemadas, emisiones, entre otros)	Qmas



	1 : Cagua	2 : Pict	3 : PulH	4 : MDR	5 : ConHid	6 : ConFores	7 : Csuelo	8 : AgrIn	9 : GanIn	10 : CD	11 : CP	12 : Env	13 : Terrif	14 : PFaseA	15 : DIR	16 : DST	17 : DFA	18 : DFL	19 : C	20 : ESUC	21 : DMorfR	22 : AA	23 : SAH	24 : CAPT	25 : CC	26 : VC	27 : Servd	28 : AH	29 : Qmas
1 : Cagua	0	3	1	1	1	1	3	0	0	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	1	0	0	3	0	0	0	0	
2 : Pict	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3 : PulH	3	3	0	3	2	2	3	3	3	1	0	3	3	3	0	3	3	2	0	3	1	0	3	1	0	0	0	0	
4 : MDR	2	3	3	0	3	3	3	3	3	1	0	3	3	3	0	3	3	2	0	3	3	0	3	3	3	0	0	0	
5 : ConHid	3	3	3	1	0	1	3	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	2	1	3	3	0	3	2	3	0	0	0	
6 : ConFores	3	2	2	1	2	0	3	3	3	2	0	1	2	2	0	3	3	0	0	2	0	0	3	0	3	3	0	0	
7 : Csuelo	2	2	2	1	2	1	0	3	2	2	0	1	1	1	0	1	3	3	0	1	2	0	3	1	0	0	0	0	
8 : AgrIn	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	0	3	2	0	3	3	3	0	3	3	
9 : GanIn	2	2	1	0	2	2	3	3	0	2	0	2	2	2	0	2	2	3	0	2	1	0	2	2	2	0	2	2	
10 : CD	3	3	1	1	2	1	1	2	0	0	0	3	3	3	0	3	3	2	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	
11 : CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12 : Env	3	3	2	0	2	1	1	2	2	0	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3	3	3	1	0	0	0	
13 : Terrif	2	3	3	0	2	2	1	3	2	0	0	3	0	3	0	3	3	3	0	3	1	0	3	3	3	0	0	0	
14 : PFaseA	2	3	3	0	2	2	1	3	2	0	0	3	3	0	0	3	3	3	0	3	1	0	3	3	3	0	0	0	
15 : DIR	3	3	3	0	2	0	3	1	1	3	0	2	3	3	0	3	3	3	3	2	3	0	2	0	0	0	0	3	
16 : DST	2	3	3	2	3	3	2	3	3	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0	3	0	1	3	3	3	0	0	2	
17 : DFA	1	2	1	1	1	3	1	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	1	0	0	0	
18 : DFL	2	2	2	1	1	3	1	1	0	0	0	0	3	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	2	0	0	0	
19 : C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
20 : ESUC	2	3	3	0	2	2	1	3	2	0	0	0	3	3	0	0	2	2	1	0	2	0	3	3	2	0	0	1	
21 : DMorfR	1	1	2	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	
22 : AA	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	0	0	0	
23 : SAH	2	3	3	0	3	3	3	2	3	0	0	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	2	3	
24 : CAPT	3	3	1	0	1	1	1	3	0	2	0	0	0	3	0	2	1	1	0	2	1	0	3	0	0	0	0	0	
25 : CC	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	0	2	3	3	0	1	2	2	2	2	3	1	3	2	0	0	0	0	
26 : VC	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	
27 : Servd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28 : AH	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	
29 : Qmas	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	3	0	2	0	0	0	

© LPSOR-EPTA-MICMAC

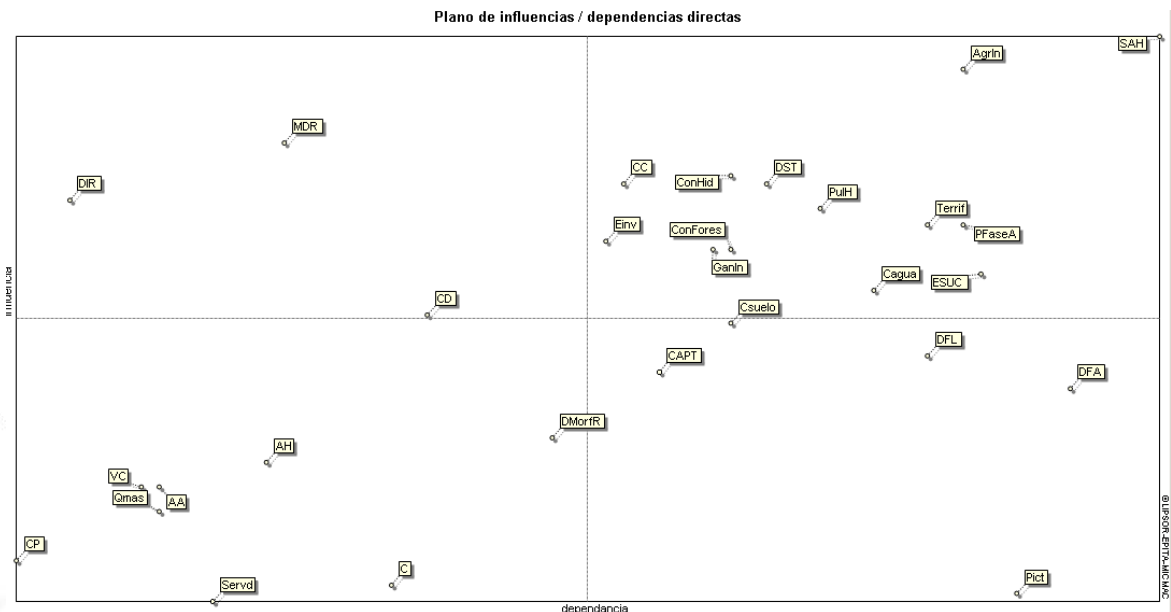


Figura 3.28. Resultados MIC

	16 : DST	17 : DFA	18 : DFL	19 : C	20 : ESUC	21 : DMorfR	22 : AA	23 : SAH	24 : CAPT	25 : CC	26 : VC	27 : Servd	28 : AH	29 : Qmas
1 : Cagua	3353963	4520031	3993830	1212682	4417566	2185749	721840	4629542	3228128	3030824	646577	901935	897492	833802
2 : Pct	73030	98372	86682	26392	95980	47478	15719	100429	70149	66007	14156	19654	19461	18121
3 : PulH	5072654	6844189	6045376	1834122	6688731	3304679	1087002	7029849	4881235	4585921	973460	1356447	1353536	1251573
4 : MDR	5836629	7870822	6952240	2110305	7691740	3803824	1251652	8075078	5616539	5276322	1122739	1564034	1558483	1444265
5 : ConHid	5273438	7112560	6280602	1906675	6950849	3435734	1129752	7301850	5072360	4767183	1013587	1411308	1406114	1302120
6 : ConFores	4528090	6109242	5393696	1636977	5970409	2949636	968712	6277570	4354794	4094125	869102	1210063	1206304	1115695
7 : Csuelo	3495829	4716343	4164522	1264309	4607986	2277306	748150	4843517	3363067	3160547	671550	934386	931978	861909
8 : AgrIn	5862878	7903278	6982844	2119043	7723725	3821688	1258649	8100921	5643253	5299666	1128975	1574110	1568303	1455016
9 : GanIn	4103249	5532985	4887330	1484103	5407011	2673899	880059	5676341	3948039	3708674	789478	1099934	1095556	1015562
10 : CD	3566238	4809752	4248820	1289813	4700146	2322829	765161	4935525	3431646	3223027	685246	955154	952049	881624
11 : CP	387728	522100	460472	140360	509562	252286	83381	533275	372501	350241	75168	104386	103313	96265
12 : Env	4327245	5836775	5155918	1564675	5704053	2819538	927635	5990159	4164689	3912289	831237	1158753	1155679	1069569
13 : Terrif	4814470	6493014	5733740	1741742	6344535	3137279	1031026	6663468	4631472	4352249	925908	1288733	1283778	1189055
14 : PFaseA	4814470	6493014	5733740	1741742	6344535	3137279	1031026	6663468	4631472	4352249	925908	1288733	1283778	1189055
15 : DIR	4339894	5851428	5168927	1568405	5718621	2827779	930970	6001985	4175860	3922477	834737	1163604	1159810	1074882
16 : DST	5247546	7076288	6251769	1896429	6915725	3420017	1125924	7258963	5051368	4744703	1009226	1406950	1402372	1299709
17 : DFA	2833231	3822646	3377731	1024785	3736245	1846566	607067	3925668	2727392	2561589	543611	758208	756797	699825
18 : DFL	3273114	4416076	3901145	1183155	4316007	2132799	701167	4534718	3150372	2959601	628069	875792	874095	808397
19 : C	212700	286636	253122	77129	280143	138653	45457	294077	204390	192096	40947	57002	56635	52529
20 : ESUC	3946509	5322775	4702119	1426364	5201713	2571564	847015	5461517	3798682	3568179	758944	1057696	1054659	976975
21 : DMorfR	2080575	2807587	2479604	752130	2743725	1355879	444684	2885168	2001955	1881358	398989	555750	555065	512718
22 : AA	1396970	1887350	1665434	505947	1844257	909751	298374	1944582	1343172	1263769	267423	371560	371003	341578
23 : SAH	5604216	7552154	6673153	2026195	7380646	3652732	1205775	7734829	5394988	5065780	1081081	1507923	1499760	1394022
24 : CAPT	2853491	3851668	3401014	1032103	3763932	1858815	609479	3961353	2744671	2579822	546629	760913	759906	701261
25 : CC	5197894	7010558	6193759	1879072	6851106	3387121	1115363	7193167	5003636	4699292	999346	1392850	1389225	1286605
26 : VC	1327136	1790887	1582198	480408	1750076	865599	283658	1839589	1277568	1200207	254790	354842	354673	327503
27 : Servd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28 : AH	1376194	1859714	1640737	498462	1816904	896173	293218	1917113	1322986	1244898	263151	365392	365216	335827
29 : Qmas	902494	1219857	1076096	326845	1192196	588097	191206	1258810	867223	816619	172027	239080	239333	219583

© URSOR-ENTAM/CIAMAC

Figura 3.29. Resultados MAC

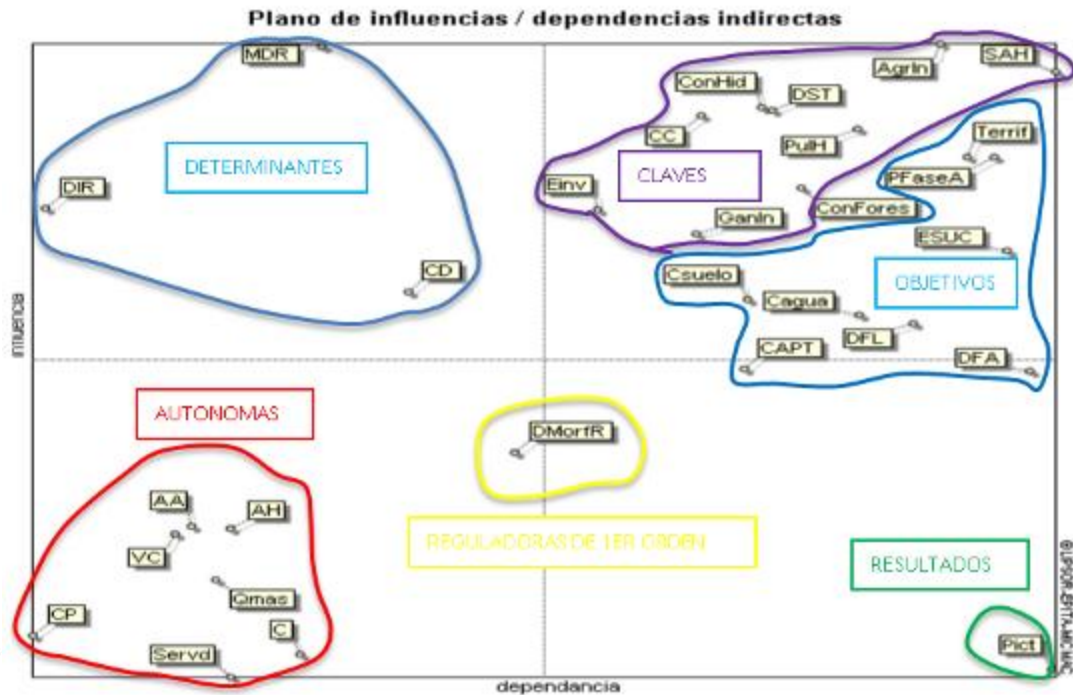


Figura 3.30. Agrupación de Variables según resultados de MIC-MAC

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del Método MicMac, para el humedal Higuierón, el cual indica en la tabla siguiente las variables críticas del actual estado ecológico del sistema.

**3.2.3. 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 disposición inadecuada de escombros y la contaminación difusa determinan el estado del ecosistema, esto significa que cualquier variación de estas variables influye directamente en el ecosistema.

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 al igual 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.

**Tabla 3.4.** Lista de Variables determinantes

MDR	Modelo drenaje regional.
DIR	Disposición Inadecuada de Residuos.
CD	Contaminación difusa.

La Disposición Inadecuada de Residuos y la contaminación difusa, 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.

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.

**3.2.4. 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, fragmentación forestal, fragmentación hidráulica mediante obras como represas, diques, instalación de compuertas, desviaciones de cauces, y drenaje.

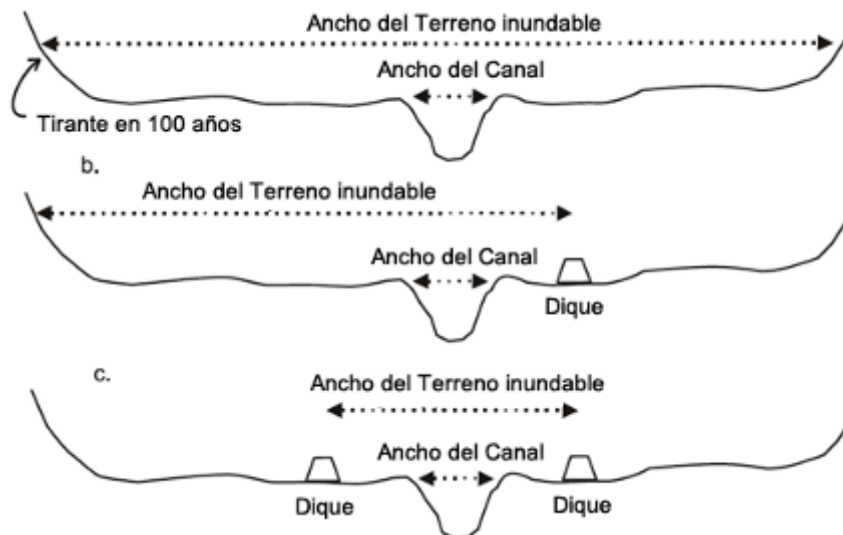
Todo lo anterior configura las condiciones que depauperizan la diversidad biológica del ecosistema, y que se refleja en la disminución y extinción de especies de fauna y flora, y de la generación de condiciones favorables para el desarrollo de especies invasoras.

**Tabla 3.5.** Lista de Variables claves

AgrIn	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación
SAH	Incentivos económicos a sector agrícola hegemónico

PulH	Pulso Hidrológico
DST	Dstrucción directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación
CC	Cambio climático y eventos extremos
ConHid	Conectividad alterada / fragmentación hidráulica
ConFores	Conectividad forestal alterada / fragmentación
GanIn	Prácticas ganaderas incompatibles con la conservación
Einv	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)

Actualmente existe alteración de la estructura trófica, pérdida de oferta de alimento para la fauna, transformación de vegetación nativa, pérdida de riqueza de especies, proceso de terrificación, 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 3.31.** 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 y de exclusión del territorio fluvial del río Cauca; hoy sabemos que las obras de protección y control de inundaciones, de drenaje 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.



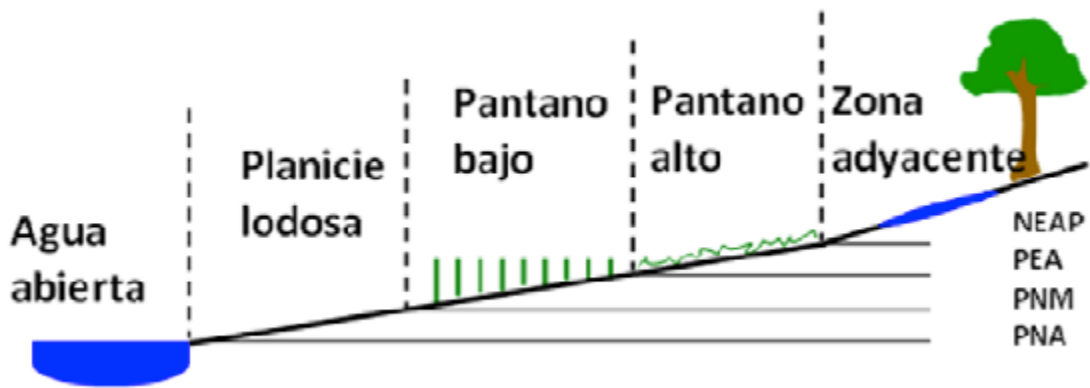


Figura 3.32. Zonas de un humedal

La Madre Vieja Higuierón para el año de 1943 presentaba una expansión de su zona inundable que cubría una superficie de espejo de agua de 603 ha, además de un drenaje natural.



Figura 3.33. Superficie Inundable Intervenida.

Actualmente la máxima contracción del espejo de agua es de solo 19.5 Ha.

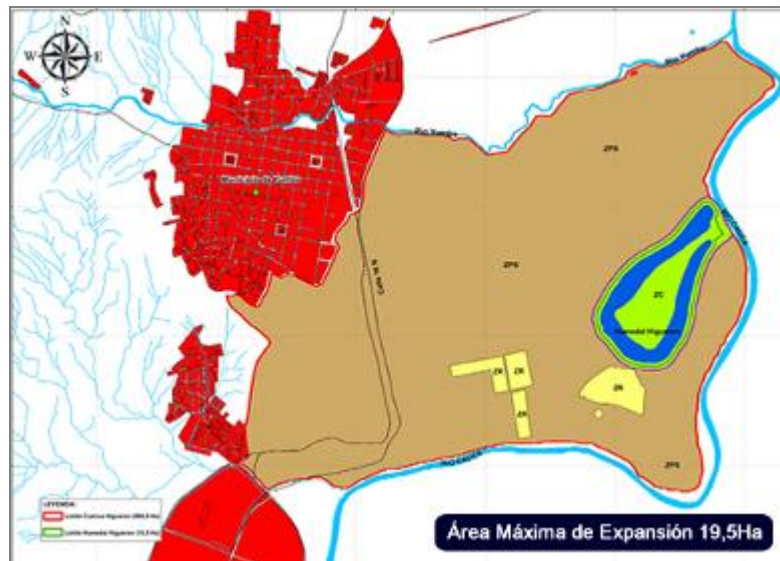


Figura 3.34. Área de expansión del humedal reducida a su mínima expresión.

La evaluación actual indica que se ha acelerado el proceso de envejecimiento del humedal, especialmente por lo que se ha inducido a estados sucesionales últimos del ecosistema, previos a la terrificación.

### 3.2.5. VARIABLES OBJETIVOS

Tabla 3.6. Lista de Variables Objetivos

PfaseA	Extensión Volumétrica Fase Acuática.
ESUC	Edad y estado sucesiones del humedal.
C agua	Calidad de agua.
C suelo	Calidad de suelo.
DFL	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuática).
DFA	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuática).
CAPT	Captaciones de agua.
Terrif	Proceso de terrificación.

El modelo MIC MAC sectoriza las variables de extensión volumétrica fase acuática, edad y estado sucesional del humedal, calidad del agua, diversidad en flora, calidad de suelo, diversidad en fauna, captaciones y proceso de terrificación 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 potencia volumétrica se constituye por: La pérdida de profundidad, reducción del número de extractos verticales, alteración en zonación horizontal y vertical, alteración en el esquema de actividad y periodicidad, alteración en la capacidad de resiliencia, alteraciones en el esquema temporal y espacial del ecosistema terrestre y acuático, oscilación del volumen de agua almacenado, áreas de suelos periódicamente

inundados, volúmenes instantáneos de agua, concentración en zonas en las entradas de caudal.

Los parámetros de Calidad del agua muestran la salud del ecosistema, variables como el oxígeno disuelto indica la capacidad del humedal para mantener la vida, clorofila, transparencia sechi, fosforo y nitrógeno total para determinar el estado de eutrofización.

### 3.2.6. 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 si misma; debemos entender que existen variables que son más señales y resultados del sistema.

**Tabla 3.7.** Lista de Variables Resultados

Pict	Productividad Ictica.
------	-----------------------

En ese sentido se tiene que todo lo relacionado con la productividad ictica y la presencia de pescadores, son los indicadores del estado de salud del mismo.

La productividad ictica es una variable crítica en el actual estado, la productividad del ecosistema es baja, la calidad del agua es mala para la conservación de la Vida Acuática, según nuestra normatividad, la terrificación avanza a pasos acelerados, extinguiendo cada vez más el espacio acuático común que ellos cosechan; 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 si mismas.

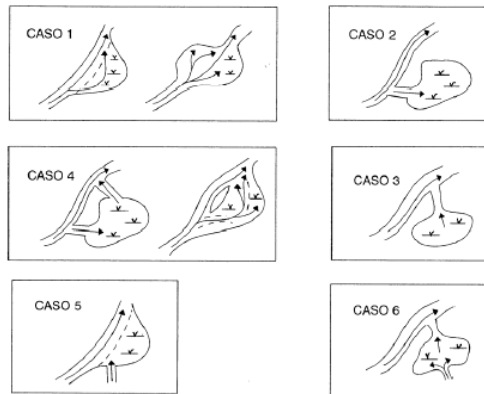
### 3.2.7. VARIABLES REGULADORAS

Desde un plano menor y diferente. Logran impactar en las variables clave; se consideran llaves de paso que permiten el estado actual de las críticas, que son de naturaleza inestable, por su gran capacidad de influencia (motricidad), y de gobernabilidad (dependencia).

#### 3.2.7.1. DE PRIMER ORDEN

**Tabla 3.8.** Lista de Variables Reguladoras de primer orden

Dmorfr	Dinámica Morfológica
--------	----------------------



**Figura 3.36.** Casos de Dinámica Morfológica

La dinámica morfológica del Río es una causa de influencia fuerte en el sistema Humedal, sin embargo su gobernabilidad o dependencia es menor que en las variables claves. Es la respuesta del río a los usos de la tierra y a las obras que se construyen para regular sus grados de libertad fluvial. Sin embargo en los fenómenos periódicos de crecientes, y en mayor medida cuando ocurre el tránsito de fenómenos de precipitación extremos, la energía del Río debe ser disipada, por lo que él induce a otra ondulación en planta, en donde existe la posibilidad de captura del antiguo meandro o madreveja Guarinó.

### 3.2.8. 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 3.10.** Lista de Variables Autónomas

Qmas	Alteración de la calidad del aire (quemadas, emisiones, entre otros)
VC	Vías en la Cuenca
Servid	Servidumbres
AA	Autoridades de Control
Qmas	Quemas
C	Comunidad





AH	Acceso al humedal
CP	Contaminación Puntual

Las variables anteriores indican que el escenario presente de contaminación y transformación no es afectado significativamente por las anteriores variables.

La Autoridad Ambiental pueda ejercer en mayor medida su poder hacer, mediante la centralización de sus esfuerzos y recursos económicos, administración integrada y sistémica de la cuenca, la aplicación e implementación del Plan de Manejo Ambiental del Humedal; todo lo cual permite mejorar ostensiblemente la salud del humedal Higuerón.

El humedal Higuerón no tiene un grupo social (Comunidad) involucrado, por lo que esta variable no tiene peso para la conservación. Otras variables como el acceso al humedal, las servidumbres y las quemas son autónomas, es decir que cualquier acción sobre estas variables, no tendrá ninguna injerencia para el mejoramiento del humedal.

### 3.2.9. GRADO DE IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES ECOLÓGICAS

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.

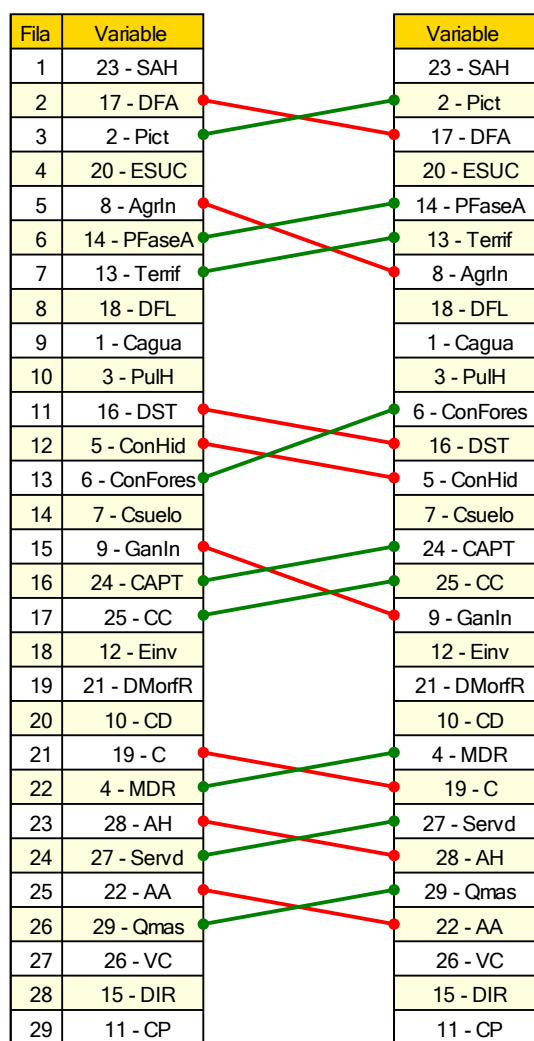
Finalmente el MAC, produce la priorización de variables considerando la incidencia directa e indirecta de las misma, el cual resulta muy diferente al inicialmente estipulado, de acuerdo con la evaluación analítica de los técnicos y la comunidad, y más afinado que el MIC; revelando la verdadera prioridad de las variables, la cual es como la presenta a continuación el MICMAC:

**Tabla 3.11.** Resultados de importancia en el Mic-Mac

	ANALITICO - DIRECTO	POSICIÓN DE PRIORIDAD SEGÚN ANALISIS	MIC	POSICIÓN DE PRIORIDAD SEGÚN MIC	MAC
1	Calidad del agua	SAH	23	SAH	23
2	Productividad Ictica	DFA	17	Pict	2
3	Pulso Hidrologico	Pict	2	DFA	17
4	Modelo de drenaje regional y de microcuenca	ESUC	20	ESUC	20
5	Conectividad alterada / fragmentación hidraulica	Agrln	8	PFaseA	14
6	Conectividad forestal alterada / fragmentación	PfaseA	14	Terrif	13
7	Calidad del suelo	Terrif	13	Agrln	8
8	Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación	DFL	18	DFL	18
9	Prácticas ganaderas incompatibles con la conservación	Cagua	1	Cagua	1
10	Contaminación difusa (no puntual)	PulH	3	PulH	3
11	Contaminación puntual	DST	16	ConFores	6
12	Especies invasoras (exóticas y/o nativas)	ConHid	5	DST	16
13	Proceso de terrificación	ConFores	6	ConHid	5
14	Extencion Volumetrica Fase Acuatica	Csuelo	7	Csuelo	7
15	Disposición inadecuada de residuos	Ganln	9	CAPT	24

16	Destrucción directa de un sistema ecológico o comunidad objeto de conservación	CAPT	24	CC	25
17	Diversidad en Fauna (Terrestre, anfibia y acuatica)	CC	25	GanIn	9
18	Diversidad en flora (terrestre, anfibia, acuatica, fitoplacton y bentos)	Einv	12	Einv	12
19	Comunidad Aledaña	DMorfR	21	DmorfR	21
20	Edad y estado sucesional del humedal	CD	10	CD	10
21	Dinamica Morfológica del Rio	C	19	MDR	4
22	Autoridades de control	MDR	4	C	19
23	Incentivos economicos a sector agricola Hegemonico	AH	28	Servd	27
24	captaciones de agua	Servd	27	AH	28
25	Cambio climático y eventos extremos	AA	22	Qmas	29
26	Vias en la Cuenca del humedal	Qmas	29	AA	22
27	Servidumbres	VC	26	VC	26
28	Acceso al Humedal	DIR	15	DIR	15
29	Alteración de la calidad del aire (quemadas, emisiones, entre otros)	CP	11	CP	11

Classement par dépendance



**Figura 3.37.** Clasificación de las variables

Micmac encuentra que la variable más sensitiva es el Modelo de Drenaje Regional, las prácticas agrícolas y los incentivos que se realizan a la explotación de la fase terrestre mediante el cultivo de la Caña de Azúcar. Contrario a lo que se pensaba de conformidad con el análisis, que era la variable “calidad del agua”, la cual resulto ser una variable de objetivo del sistema. El peso que se le había dado al sector era en la posición 23 y paso a la posición 1.

## 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>33</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.

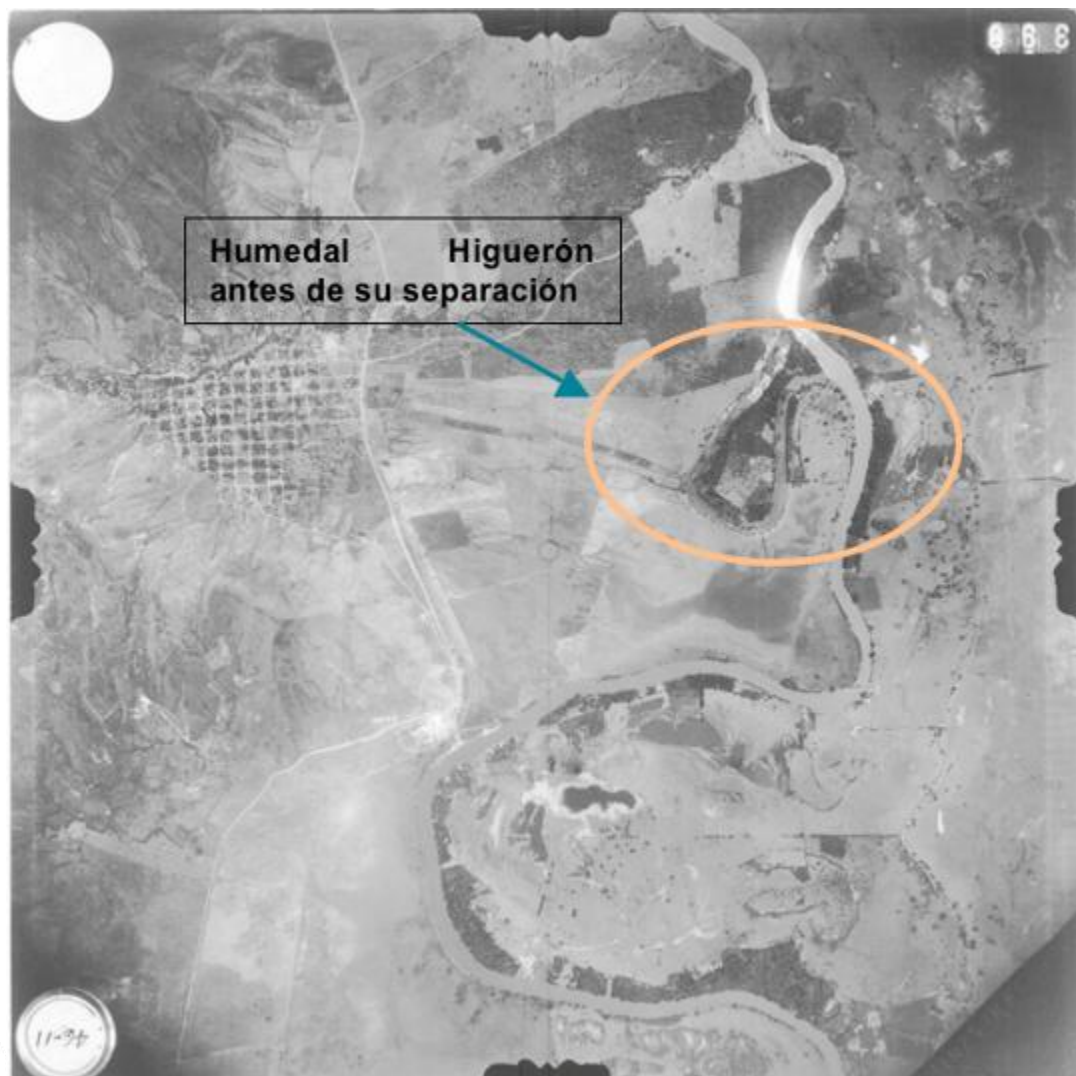
<sup>33</sup> Resolución 196 de 2006, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial



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.

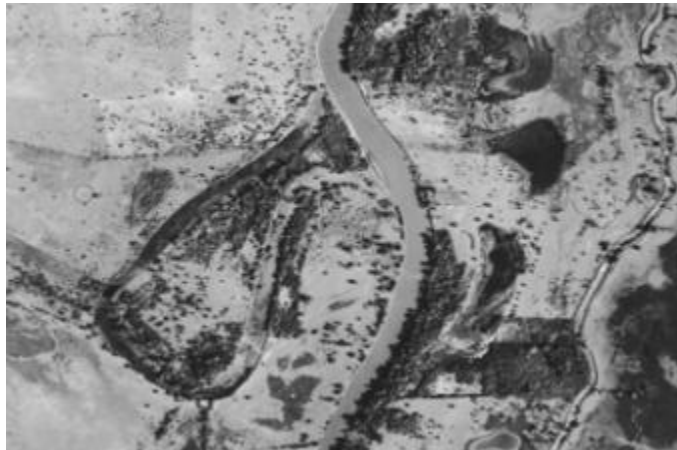
## 4.2. HISTORIA NATURAL Y CULTURAL DE USOS

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 396. Año 1943

Se observa como en la margen exterior del brazo izquierdo del meandro, se han empezado a depositar materiales.



**Figura 4.2.** Año 1957



**Figura 4.3.** Año 1972



**Figura 4.4.** Fotografía 068. Año 1986

Se ha cerrado completamente el meandro, se observa crecimiento de árboles en la antigua conexión.



**Figura 4.5.** Fotografía 405. Año 1998

Se adecuan terrenos para fines agropecuarios. Se ha transformado el terreno para destinarlo a uso agrícola, se han construido canales de drenaje.



**Figura 4.6.** Fotografía FAL-461- foto 132. Año 2007

El humedal ha terrificado sus brazos de conexión con el Río Cauca, y se ha transformado el territorio para la agricultura, solo queda libre la fase acuática correspondiente a la circunferencia más externa tangencial al Río.

### 4.3. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL HUMEDAL HIGUERÓN

La siguiente figura contiene la zonificación ecológica del humedal Higuierón. 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.



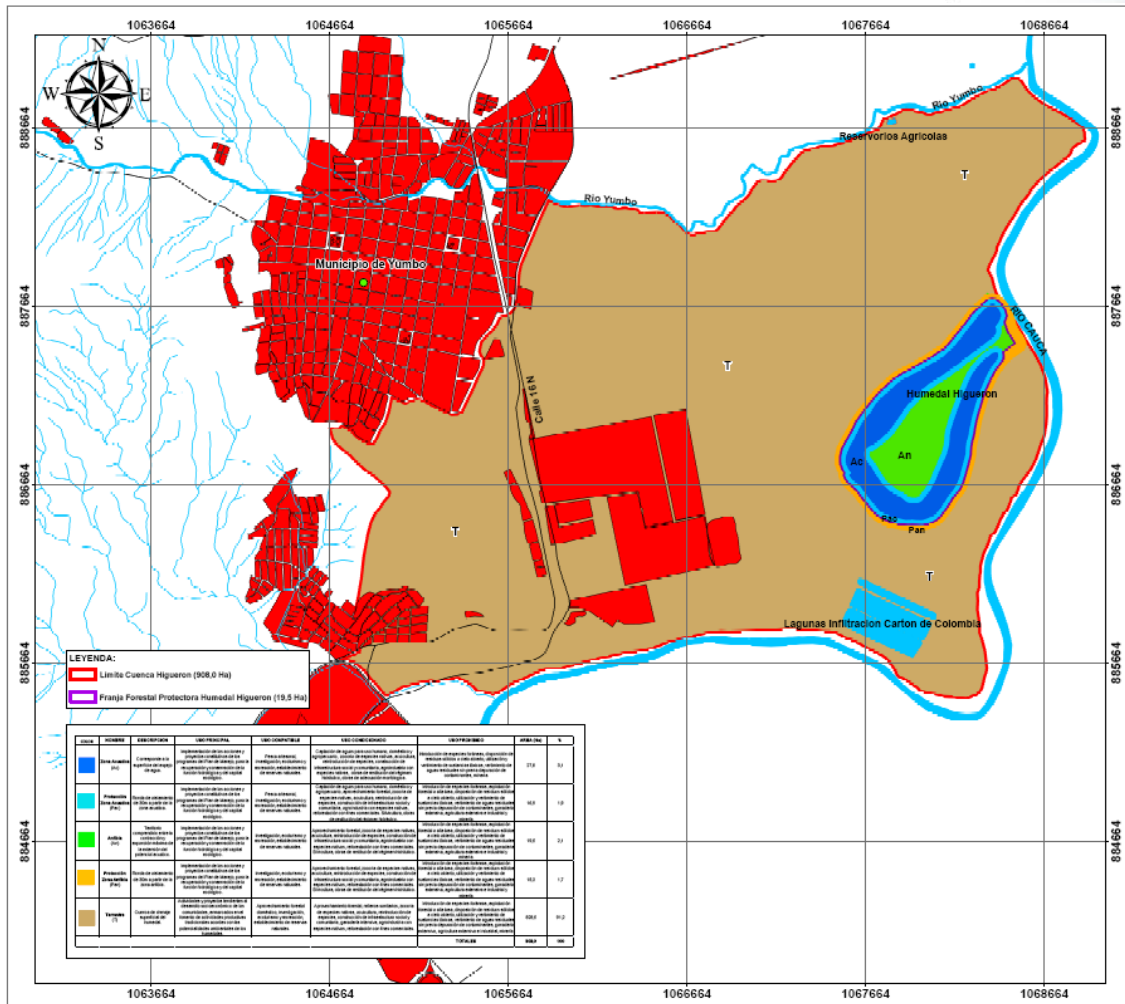


Figura 4.7. Zonificación ecológica del humedal Higuieron

El área de influencia ecológica se encuentra totalmente intervenida por cultivos de caña de azúcar, eucalipto, sorgo, algodón entre otros, 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 908.13 ha, de las cuales 839,16 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.

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 19.54 ha y una zona protectora de 7.59 ha; y en estricto rigor es el área total del ecosistema de humedal.

El fase acuática comprende un área de 27.88 ha, la cual debe ser vinculada a una zona de aislamiento de 30m con una superficie de 16.93 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	27.88	3.1
Zona de protección acuática	16.93	1.9
Zona anfibia	19.54	2.2
Zona de protección anfibia	7.59	0.8
Zona terrestre	836.19	92.1
<b>Total</b>	<b>908.13</b>	<b>100</b>

#### 4.4. ZONIFICACIÓN RESOLUCIÓN 196 DE 2006 HUMEDAL HIGUERÓN

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 809.57 ha.

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 71.95 ha.

Se define como Área de recuperación Ambiental, las regiones ubicadas hacia el sur del ecosistema en las cuales se han creado escombreras y depósitos de lodos, esta zona comprende una superficie de 26.61 ha.

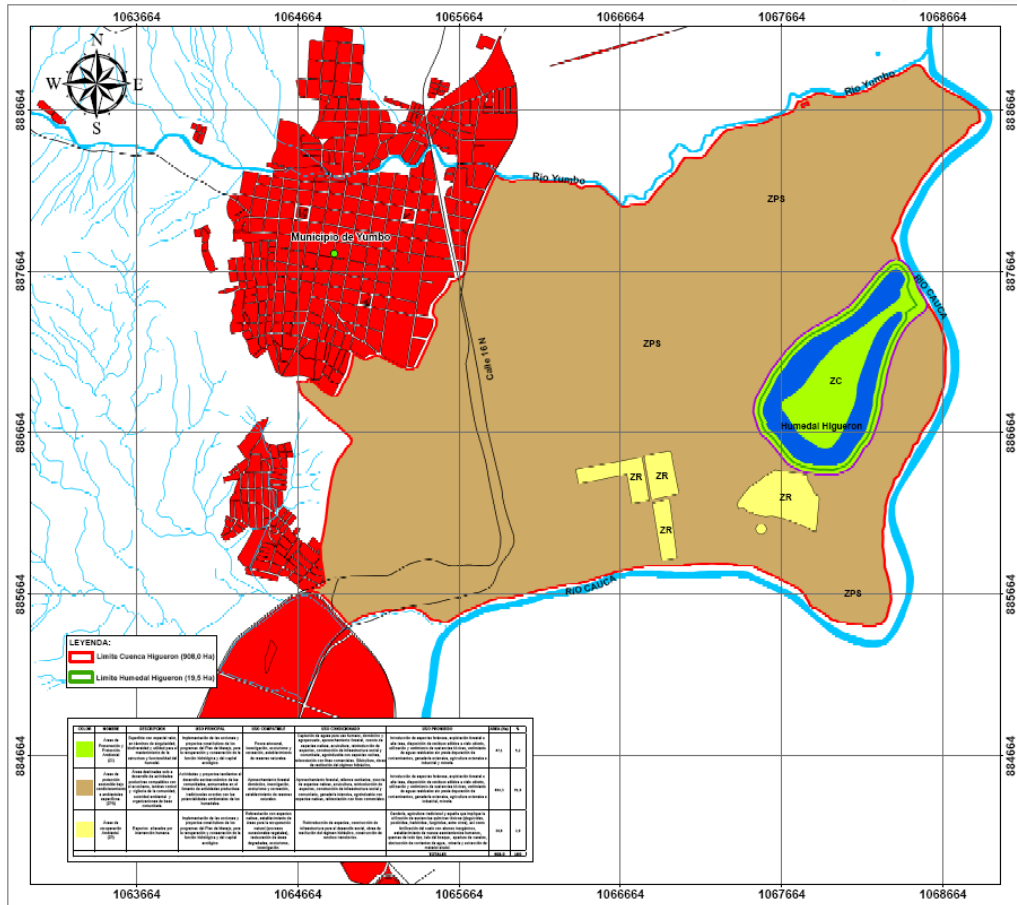


Figura 4.8. Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal Higueraon

La siguiente Tabla indica la zonificación del humedal Higueraon.

Tabla 4.2. Zonificación Resolución 196 de 2006 del humedal

ZONA	Área (ha)	%
Áreas de preservación y protección ambiental – Relictos Boscocos	71,95	7.9
Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos	809,57	89.1
Áreas de recuperación Ambiental	26.61	2.9
<b>Total</b>	<b>908.0</b>	<b>100</b>

### ÁREAS DE PRESERVACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Es estrictamente la delimitación del Humedal, comprende la zona donde se desarrollan los procesos espaciales y temporales del cuerpo del ecosistema; en sus fases acuática y anfibia.

## ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL

Se integran por aquellos territorios adyacentes a las corrientes hídricas superficiales de la cuenca de captación del Humedal, que drenan hacia él, y que han perdido su cobertura arbórea, por lo que se encuentran desprovistos de defensa contra los fenómenos erosivos. Además el conjunto de la comunidad arbórea, constituyen una cinta verde, la cual es un canal de transmisión de energía, materiales e información, que ha sido destruida, y en el mejor de los casos fragmentada.

### **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.
- Agricultura tradicional y aquella que implique la utilización de sustancias químicas tóxicas (plaguicidas, pesticidas, herbicidas, fungicidas, entre otros), así como fertilización del suelo con abonos inorgánicos.
- Establecimiento de nuevos asentamientos humanos.
- Quemadas de todo tipo.
- Tala del bosque.
- Apertura de canales.
- Obstrucción de corrientes de agua.
- Minería y extracción de material aluvial.

### **Usos Compatibles**

- Reforestación con especies nativas.
- Establecimiento de áreas para la recuperación natural (procesos sucesionales vegetales).
- Restauración de áreas degradadas.

### **Usos Condicionados**

- Ecoturismo.
- Investigación.
- Reintroducción de especies nativas.
- Construcción de infraestructura para el desarrollo social.
- Obras de restitución del régimen hidráulico.
- Construcción de ranchos transitorios.

## ÁREAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE BAJO CONDICIONAMIENTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS

Corresponde a la matriz espacial restante de la conformada por las zonas de conservación y recuperación, que se circunscriben en la cuenca del Humedal. Son áreas que por su condición de espacios que drenan hacia el humedal, requieren presentar usos que no comprometan los objetivos de conservación del ecosistema.

### **Uso Principal**

Actividades y proyectos tendientes al desarrollo socioeconómico de las comunidades, enmarcados en el fomento de actividades productivas tradicionales 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**

- Introducción de especies foráneas.
- Explotación forestal a tala rasa.
- Disposición de residuos sólidos a cielo abierto.
- Utilización y vertimiento de sustancias tóxicas.
- Vertimiento de aguas residuales sin previa depuración de contaminantes.
- Ganadería extensiva.
- Agricultura extensiva e industrial.

### **Usos Compatibles**

- Pesca artesanal.
- Aprovechamiento forestal doméstico.
- Investigación.
- Ecoturismo y recreación.
- Establecimiento de reservas naturales.

### **Usos Condicionados**

- Captación de aguas para uso humano, doméstico y agropecuario.
- Aprovechamiento forestal.
- Rellenos sanitarios.
- Zootecnia de especies nativas.
- Acuicultura.
- Reintroducción de especies nativas.
- Construcción de infraestructura social y comunitaria.
- Ganadería intensiva.
- Agroindustria con especies nativas.
- Reforestación con fines comerciales.



## 4.5. ZONIFICACIÓN DE PROYECTOS EN EL HUMEDAL HIGUERÓN

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.

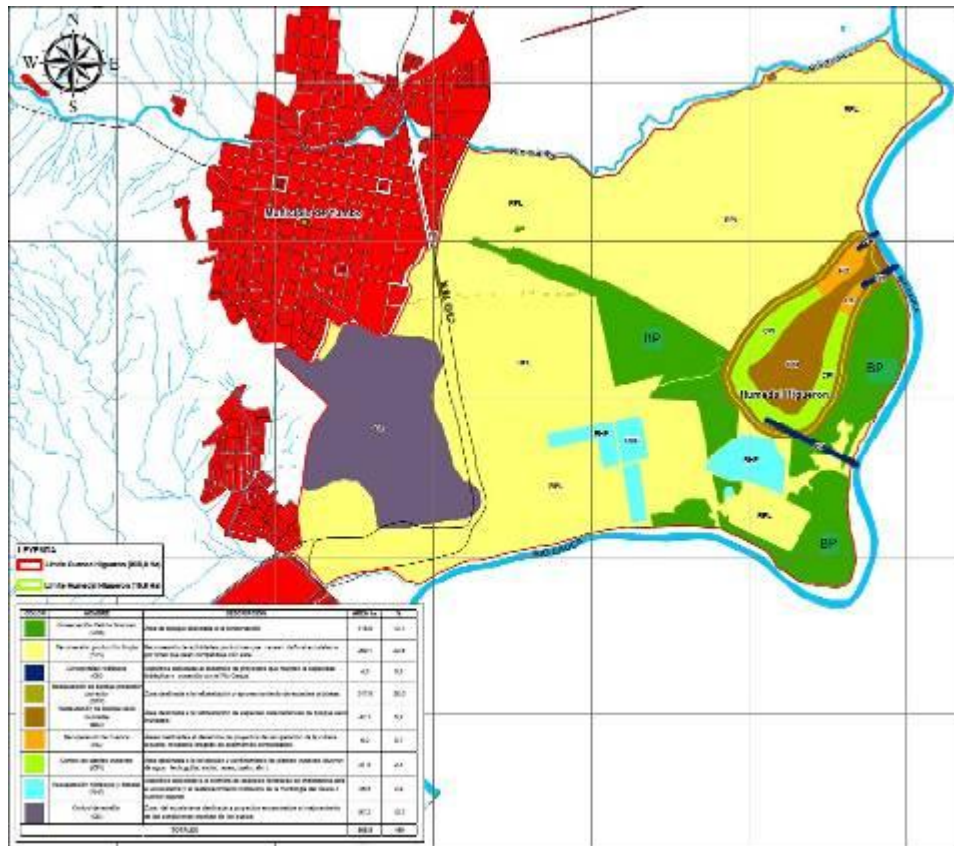


Figura 4.9. Zonificación de acciones









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 restantes 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 urge respetar la franja forestal protectora y consolidar su aislamiento.

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	%
	Bosque Productor (BP)	Área de bosque destinada al uso forestal.	118,00	13,0
	Reconversión producción limpia (RPL)	Reconversión de actividades productivas que causen daño al ecosistema por otras que sean compatibles con este.	592,56	65,3
	Conectividad Hidráulica (CH)	Superficie destinada al desarrollo de proyectos que mejoren la capacidad hidráulica y conexión con el Río Cauca.	3,90	0,4
	Restauración de bosque seco inundable (BSI)	Área destinada a la reforestación de especies características de bosque seco inundable.	42,90	4,7
	Recuperación de Cuenca (RC)	Áreas destinadas al desarrollo de proyectos de recuperación de la cubeta lacustre, mediante dragado de sedimentos consolidados.	5,64	0,6
	Control de plantas invasivas (CPI)	Área destinada a la extracción y confinamiento de plantas invasivas (buchón de agua, lechuguilla, asola, enea, pasto, etc.)	21,25	2,3
	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	26,61	2,9
	Control de erosión (CE)	Zona del ecosistema destinada a proyectos encaminados al mejoramiento de las condiciones erosivas de los suelos.	97,28	10,7
<b>TOTALES</b>			<b>908,137</b>	<b>100</b>

Para la restauración ecológica del ecosistema es necesario que se implementen proyectos encaminados a la restauración de bosque seco inundable en una superficie de 42,90 ha, extracción de 21,25 ha de plantas invasivas y a la transformación de 592,56 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 enneas, 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 practicas 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 - John Alexander Posso*

### 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	SA
2	Propietarios	PR
3	Sector Maderero	SM
4	Autoridad Ambiental	AA
5	Autoridad municipal	AM
6	Autoridad Departamental	AD
7	Comunidad	C
8	Organización de base comunitaria	ONG
9	Academia	ACA

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.	Pérdida de cultivos, pérdida de productividad de los suelos, déficit hídrico.
2	Propietario Hacienda	Conservación e incremento de la productividad del territorio	Representación fuerte en el sector agropecuario; propiedad de la tierra.	Pérdida de cultivos, pérdida de productividad de los suelos, déficit hídrico.
3	Sector Maderero	Conservación e incremento de la productividad forestal	Poder económico, representación en espacios políticos de decisión; e incentivos económicos por cultivo	Amenaza por 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.

N°	Actor	Metas y Objetivos	Fortalezas	Debilidades
4	Autoridad municipal	Conservación del ecosistema; mejoramiento del índice de desarrollo humano; jurisdicción sobre el territorio.	Recursos económicos, poder de ejecución.	Dispersión de esfuerzos, ejecución sin rigor en la priorización; administración segmentada de la cuenca; precaria competencia 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	Organización de base comunitaria	Coadministrar el ecosistema; ejecución de proyectos y acciones en el ecosistema y crecimiento organizacional.	Representación en el consejo directivo de la autoridad ambiental; conocimiento del territorio; monitoreo del ecosistema; gestión.	Debilidad presupuestal; falta rigor técnico – científico; precariedad organizacional.
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.

### 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:

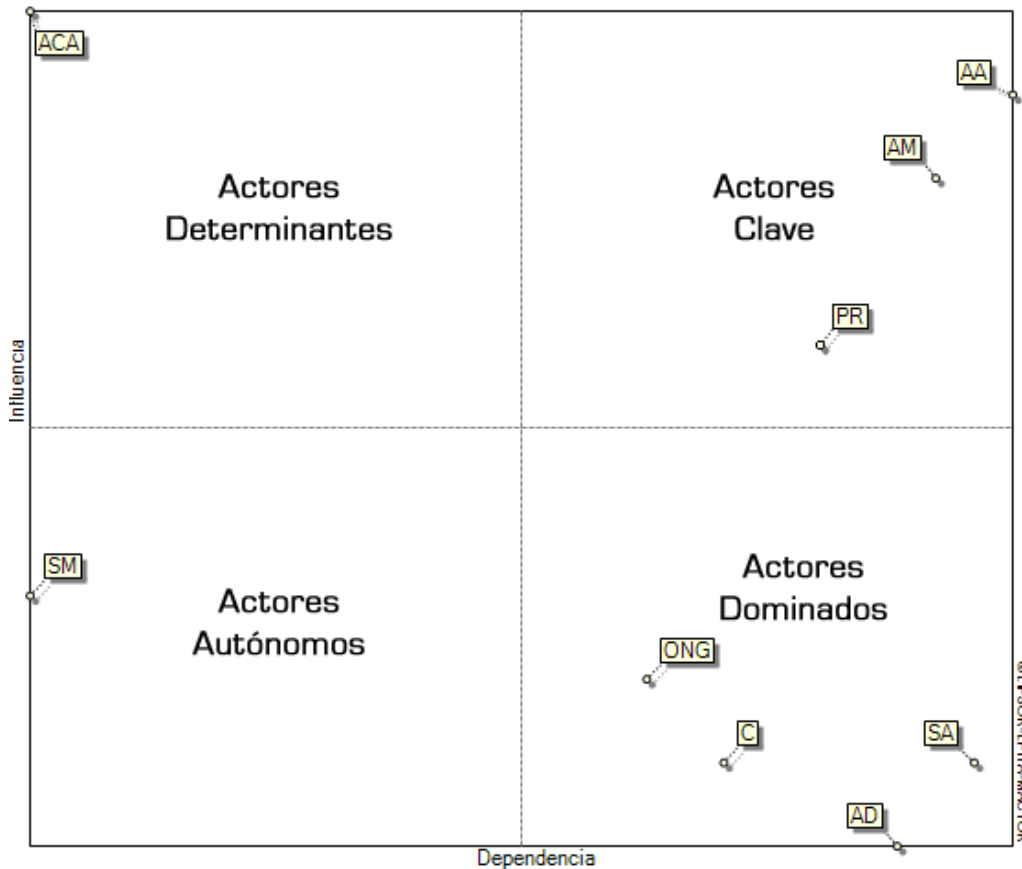
**Tabla 5.3.** Objetivos Estratégicos

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.

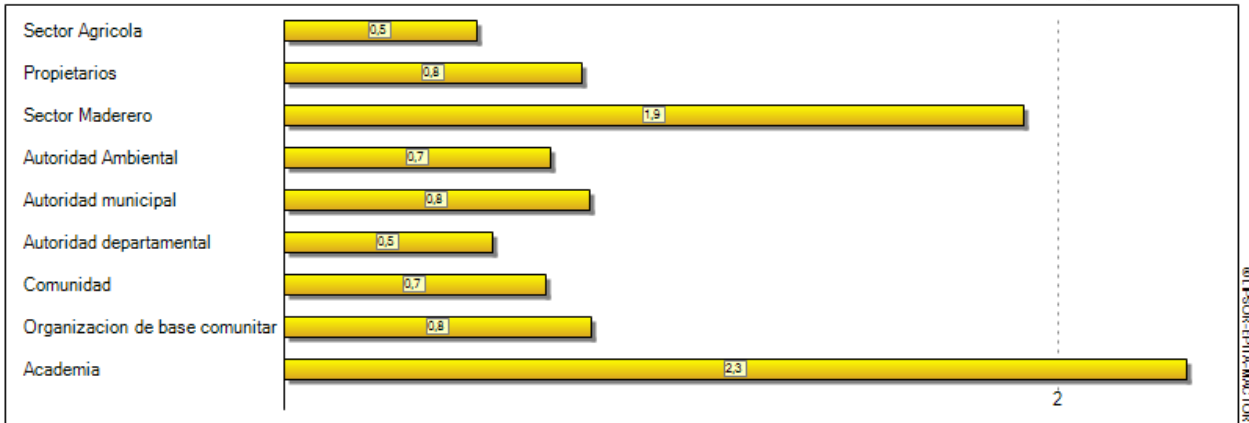


**Figura 5.1.** Relaciones de Fuerza de los Actores.

El Mactor muestra que los actores dominantes en el actual rol son los propietarios. La Autoridad Ambiental y la Municipal son los actores clave, por lo que le compete cambiar la correlación de fuerzas para la consecución de los objetivos.

Las instituciones Académicas se muestran distantes y alejadas de la dinámica, por lo que durante de la implementación del Plan deben integrarse, y convertirse en variables clave. La sociedad civil, incluyendo la organizada, y las autoridades Ambiental, Municipal y Regional, y los Pescadores juegan un papel con poca capacidad de influencia, por lo que deberán de ampliar ese rol.

El sector maderero aparece como un actor autónomo el cual no tiene interés cierto en el humedal, pero es necesario su acompañamiento y reconocimiento de intereses compartidos para la conservación y mejoramiento del humedal.



**Figura 5.2.** Histograma de relaciones de fuerza entre actores

Debido a la cercanía de las instalaciones del sector maderero y su accionar con sus cultivos productivos forestales, su influencia en las determinaciones y proyectos relacionados con el humedal es muy elevada. La academia y su saber es clave para la interpretación apropiada de las acciones ejecutándose en el humedal.

### 5.2.3. CONVERGENCIAS Y DIVERGENCIAS

El programa también muestra 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 y el Sector Agrícola muestran gran convergencia.

Además las divergencias indican que es la Autoridad Ambiental y la Academia, deben integrarse y equilibrar positivamente la balanza mediante la vinculación a los objetivos del Plan de los Propietarios, el Sector Agrícola y el Sector Maderero. 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.



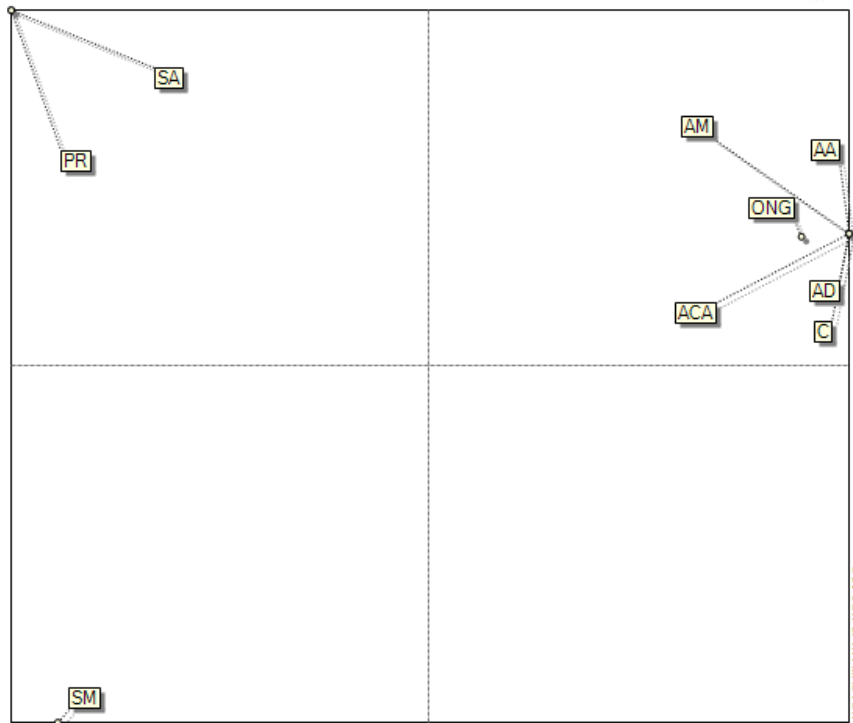
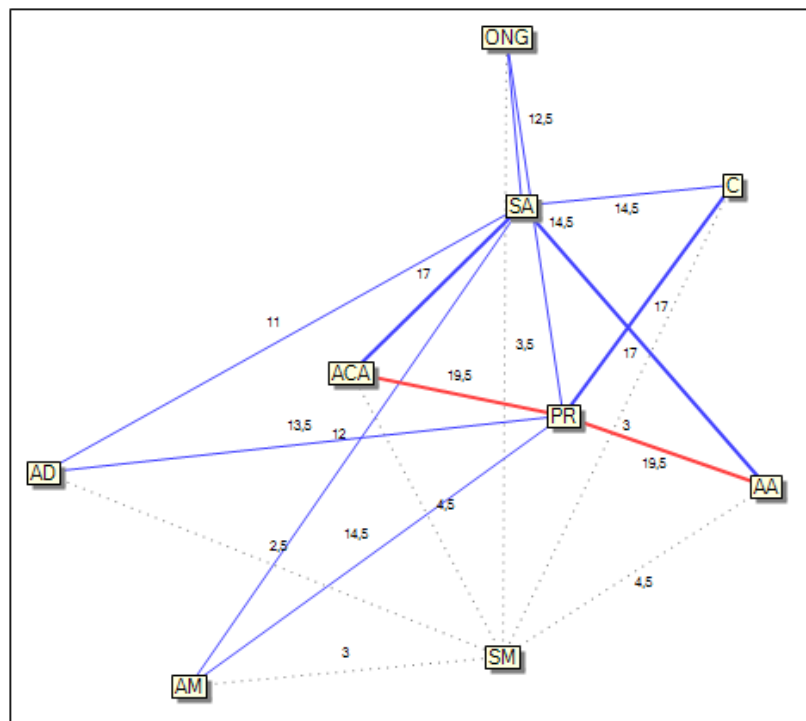


Figura 5.3. Convergencias y divergencias

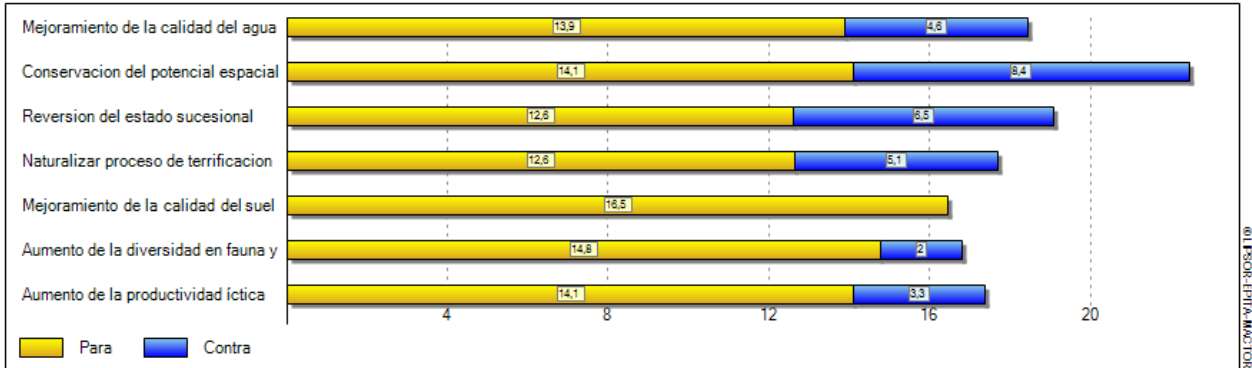


- ..... Divergencias más débiles
- Divergencias débiles
- Divergencias medias
- Divergencias relativamente importantes
- Divergencias más importantes

Figura 5.4. Divergencias entre actores

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.

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 Higueron.

**Tabla 5.4.** Objetivos de Conservación Humedal Higueron

<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 Yumbo	Según Plan de Manejo Ambiental Agua y Paz (2011), La Fase Acuática comprende un área de 27,8 Ha; y la zona anfibia 19,5 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)



1.2.5. Presencia de alguna especie clasificada como amenazada a nivel regional categorías CVC, SI, S1S2, S2S3, S3	Si	Área de espejo de agua y Área forestal protectora del humedal	AVES: Pionus menstruus(Cotorra cabeciazul)	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)
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	Área de espejo de agua del humedal	N. A	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)
1.2.7. Presencia de sitios con concentración de especies migratorias o residentes para reproducirse, alimentarse o descansar.	Si	Área de espejo de agua del humedal	AVES: Tyrannus sabana (Sirirí tijeretón);	Plan de Manejo CVC - Agua y Paz, 2010. (Descripción Biótica)





**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 Higueron 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 Higueron.

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:

Ninguno

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	Composicion biológica alterada, Destrucción o perdida del habitat fisico	Desechos sólidos, quemas
Área de espejo de agua y área forestal protectora del humedal Higueron.	Áreas de soporte a especies	Alteracion de la calidad del agua, composicion biológica alterada.	Contaminación difusa y puntual, conversión a agricultura.
N.A	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 Higueron. 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 Higueron.	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. Desea 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 Higueron, 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 Higueron 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 plateamos, 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 Higueron 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 Osorio - 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:

- Identificar y describir las medidas de manejo requeridas para alcanzar los objetivos.
- Determinar los factores que afectan o pueden afectar a las distintas características del sitio.
- Definir las necesidades de monitoreo para detectar cambios en las características ecológicas y medir el grado de eficacia del manejo.
- Demostrar que el manejo es efectivo y eficiente.
- Mantener la continuidad de un manejo efectivo.
- Dirimir todo conflicto de intereses.
- Conseguir recursos para poner el manejo en práctica.
- Hacer posible la comunicación de los sitios entre sí y con las organizaciones y los interesados directos.
- 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:

Terminar con la causa de la afectación.

Mitigar los efectos producidos por la misma.

Llevar el sistema a condiciones semejantes a las que se presentaban en algún estadio sucesional previo.

Reincorporar elementos bióticos o abióticos originales al sistema.

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.

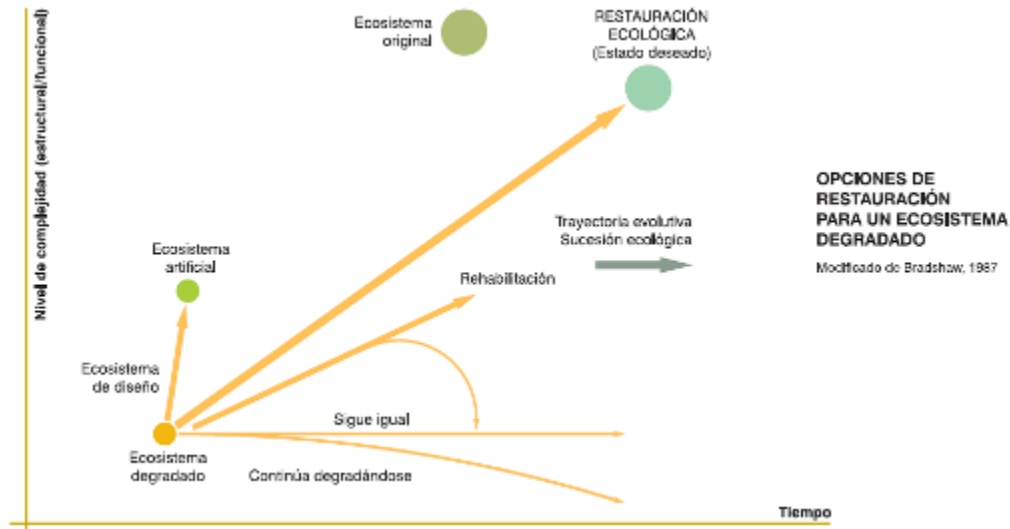
Estructura: arreglo vertical y horizontal de la vegetación y componentes del suelo.

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 reflujo 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 - FIPAL 2005 - 2010

PROYECTO	HUMEDAL	SITUACIÓN	META PROPUESTA	ACCION	MEDIDAS
INFORMACION, EDUCACION Y DIVULGACION	HIGUERÓN	Carencia	Capacitación	Capacitar	Programas de capacitación
DESLIDE DE PREDIOS Y AMOJONAMIENTO	HIGUERÓN	Desconocimiento	Creación de planos	Deslindar Amojonar	Acción inter-institucional
LIMPIEZA DE ESCOMBRERAS Y EVACUACION	HIGUERÓN	Contaminación	Descontaminar suelo	Limpieza	Programa de limpieza
LIMPIEZA DE VEGETACION MARGINAL INVASORA	HIGUERÓN	Vegetación invasora	Restablecer el equilibrio	Limpieza	Programa de limpieza
ESTUDIO DE	HIGUERÓN	Ausencia de	Rehabilitar	Consultoría	Estudio técnico

FACTIBILIDAD DE ENTRADA DEL RÍO CAUCA		entrada del agua del río	condiciones normales		hidráulico-biótico
RESTITUCION DE LA DINAMICA HIDRICA DEL HUMADAL	HIGUERÓN	Interrupción hídrica	Restablecer dinámica	Conexión hídrica	Consultoría hídrica
CAPACITACION PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN COMUNITARIA	HIGUERÓN	Desorganización comunitaria	Unidad de la población	Capacitación y sensibilización	Talleres
REPOBLACION ICTICA	HIGUERÓN	Perdida de la diversidad	Restablecer el equilibrio ecológico	Introducir peces	Mantenimiento hídrico
SENDERO ECOLOGICO	HIGUERÓN	Carencia	Apropiamiento comunitario	Adecuar terreno	Adecuación y manejo
REFORESTACION	HIGUERÓN	Perdida de la diversidad	Restablecer dinámica	Siembra	Restaurar cobertura
SILVICULTURA EN GUADUA	HIGUERÓN	intervención antrópica	Restablecer dinámica	Capacitación siembra	Adecuación y manejo
EVACUACION DE RESIDUOS SOLIDOS DEL CALLEJON DE ENTRADA	HIGUERÓN	Contaminación	Descontaminar suelo	Limpieza	Acciones de limpieza
APROVECHAMIENTO DE PLANTAS ACUATICAS	HIGUERÓN	Sobre población de macrófitas	Limpieza de macrófitas	Limpieza y comercialización	Capacitación y acciones de limpieza

### 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 y privadas 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.

El 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 y se programaran campañas de reforestación.

Se requiere que el comité cuente con la participación de miembros de Asocaña, Cenicaña en sus asuntos hidrológicos, Epsa, Procaña, Invías, Instituto Nacional de Concesiones - 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 y reestructuración del país por la catástrofe de la ola invernal, es necesario vincular al 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 riesgos derivados por desastres naturales.

## 6.4. PROGRAMAS

Para la implementación del Plan de Acción se definieron 8 programas estratégicos: recuperación eco hidráulica, 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 los 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. La siguiente Figura ilustra los programas estratégicos.



**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 realizará 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 - 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.

##### **6.4.1.1. PROYECTOS**

**Tabla 6.2.** Programa de recuperación ecohidráulico - física

<b>ACCIÓN</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>METAS</b>	<b>ZONA DE IMPLEMENTACIÓN</b>
Adecuación morfológica del humedal	Retirar los rellenos producto de la terrificación y crear diversidad batimétrica.	Aumentar en, por lo menos, 66.409,35 m <sup>3</sup> (44,27 ha *1.5m de profundidad), la capacidad de la fase acuática del humedal.	Zona Acuática Sub Zona de recuperación de cuenco
Construcción de canal	Regular el proceso de	- Creación de canal	Zona de

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
de conexión del humedal con el Río	colmatación y sucesión natural del humedal	hidráulico de 589,5 metros lineales de sección transversal del canal.	conservación Subzona de Conectividad hidráulica.
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 589,5 metros lineales de sección transversal del canal. - Limpieza y extracción de vegetación de 589,5 m lineales de canal.	Zona de conservación Subzona de Conectividad hidráulica.
Sistema de nivelación automático	Instrumentar el ecosistema.	Efectuar 3 registros diarios de niveles de agua en el humedal.	Zona Acuática
Aprovechamiento y disposición adecuada de lodos en la cuenca del Humedal El Higuierón	Recuperar 10 ha de área de influencia directa del humedal.	- Confinar y sellar 10 ha de lodos. - Recuperar ambientalmente 10 ha.	Zona de recuperación ambiental

#### 6.4.2. 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 0,5 mg/L la concentración de Oxígeno Disuelto a 3.0 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 0,5 mg/L la concentración de Oxígeno Disuelto a 3.0 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.
Construcción de sistemas sépticos a 5 propiedades aledañas al humedal	Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.	- Remover por lo menos un 80% de los patógenos que ingresan al humedal. - Remover por lo menos el	Predios ubicados en la isla del humedal.

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
		80% de DBO y SST afluentes al humedal.	

### 6.4.3. 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.

#### 6.4.3.1. 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 pentrandia</i> ), y especies en extinción tradicionales del ecosistema	Restaurar el ecosistema boscoso asociado al complejo de humedales.	Restaurar 42,9 ha de bosque seco inundable asociado al ecosistema.	Franja de protección de la zona anfibia y parte área de conservación de los relictos boscosos.
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 26.6 ha de bosque en zona protectora de la red de drenaje de la cuenca alta.	Zona de Recuperación. Subzona de recuperación hidráulica.

### 6.4.3.2. 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 el 70% de la lámina de agua del humedal.	Enfrentar el evolucionado proceso de colmatación por plantas macrófitas acuáticas en la lámina de agua.	Retirar 14,5 ha/año de vegetación acuática.	Espejo de agua del humedal
Construcción de confinamiento del 30% de la cobertura de macrófitas acuáticas	Proteger y potencializar la fase acuática del ecosistema.	Confinar 7,2 ha de vegetación acuática.	Zona sur-occidental del humedal

### 6.4.4. 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.

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.	Reducir el proceso de terrificación del humedal y reducir la eutrofización de las aguas.	Reconversión tecnológica buenas prácticas agrícolas en una superficie de 592,56 ha. Reducción de un 50% de contaminación difusa en términos de DBO, DQO y Metales pesados, Nitrógeno y Fosforo.	Zona de reconversión a producción limpia



ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo	Reducir el proceso de terrificación del Humedal y reducir la eutrofización de las aguas.	Reconversión a sistema de ganadería silvopastoril en una superficie de 0.5 ha.	Costado suroccidental del humedal.
Producción íctica 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 costado suroccidental.
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 costado suroccidental.
Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales, bosque seco inundable	Mantener en buenas condiciones fitosanitarias las plantaciones forestales sembradas.	- Consolidar un bosque de 42.90 ha de bosque seco tropical inundable.	Franja protectora anfibia y zona de, bosque seco inundable y conservación de relictos boscosos.

#### 6.4.5. 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.

##### 6.4.5.1. EDUCACION AMBIENTAL

**Tabla 6.7.** Programa Educación Ambiental

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 la institución educativa más cercana de la cabecera del municipio de Yumbo para que los jóvenes, profesores y demás miembros de la comunidad educativa sean actores representativos en el proceso de recuperación y conservación del humedal.	Capacitar y vincular a los objetivos de conservación a 30 escolares/año.	Escuelas con influencia o en cercanías del humedal.

### 6.4.5.2. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

**Tabla 6.8.** Programa Fortalecimiento Institucional

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Sensibilización y resolución de conflictos de la comunidad del área de influencia directa del humedal.	Adelantar un proceso de sensibilización y resolución de conflictos ambientales en la comunidad del área de influencia del humedal.	Lograr establecer en un periodo no mayor al corto plazo (4 años), los usos del suelo definidos en la zonificación del plan de manejo ambiental.	Cuenca del humedal
Observatorio socioambiental	Construcción y alimentación del observatorio socioambiental del 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	Un comité interinstitucional en funcionamiento periódico.	Cuenca del humedal

### 6.4.6. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN

#### 6.4.6.1. 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 6.9.** Proyecto de recuperación de espacio y dominio hidráulico público

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
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 19,5 ha de zona anfibia de humedal. Publicación en el observatorio ambiental.	Franja protectora de la zona anfibia.

#### 6.4.7. 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.

##### 6.4.7.1. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOLÓGICO

**Tabla 6.10.** 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	Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección Fase acuática.

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
	toma de correctivos.		
Generación de abonos orgánicos y/o de alimentos para animales, a partir de plantas acuáticas.	Convertir una problemática ambiental en un recurso.	Extracción de plantas acuáticas para abono orgánico.	Zona de conservación y protección Fase acuática.

#### 6.4.7.2. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA ECOHIDRÁULICO

**Tabla 6.11.** Proyecto de investigación aplicada ecohidráulico

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 Establecerse el balance hídrico del Humedal.</li> <li>- Establecer un modelo de transporte de sólidos en suspensión que ingresan y que pueden ser retenidos en el sistema.</li> </ul>	Instrumentación del ecosistema. Registro de variables hidroclimáticas. Publicación en el observatorio ambiental.	Zona de conservación y protección fase acuática.
Proyecto de modelación ecológica e hidrodinámica de humedales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulación de escenarios de cambio climático e interacción hidrológica con demás cuerpos hídricos.</li> <li>- Construcción del modelo litológico tridimensional.</li> <li>- Evaluación de la dinámica del agua subterránea alrededor del humedal.</li> <li>- Registrar la variación de los niveles de agua en el humedal y en el canal de intercambio con el Río Cauca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase I: Construcción del modelo conceptual y de flujo de cada humedal.</li> <li>- Levantamiento por medio de sondeos eléctricos verticales alrededor de cada humedal.</li> <li>- Diseño, construcción y monitoreo de baterías piezométricas alrededor del humedal.</li> <li>- Instalación de dos reglas limnimétricas en el canal de intercambio y en el cuerpo lagunar de cada humedal.</li> </ul>	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



### 6.4.7.3. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA SANITARIO

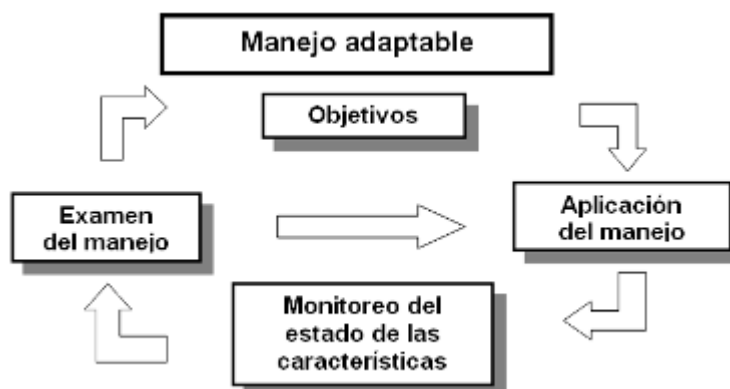
**Tabla 6.12.** Proyecto de investigación aplicada sanitario

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.

### 6.4.8. 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.

#### 6.4.8.1. PROYECTO SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL – AUTORIDAD AMBIENTAL CVC

**Tabla 6.13.** Proyecto seguimiento y control ambiental – autoridad ambiental CVC

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Apertura del expediente reserva de recursos naturales: Humedal Higuierón - En DAR Sur Occidente	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 agua residuales industriales vertidos al ecosistema.	Otorgar permisos de vertimientos difusos y cobros de tasas retributivas.	Cuenca del humedal.
		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 - Quemaz	Dar cumplimiento a la legislación vigente	Prohibir quemaz 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.		

6.4.8.2. *PROYECTO MONITOREO***Tabla 6.14.** Proyecto Monitoreo

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
Protocolo de monitoreo	Seguimiento a la	2 monitoreos en el año.	Zona de

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
de calidad de agua.	calidad del agua del ecosistema.	Considerar la estación humedad marzo – abril ó noviembre – diciembre. La estación seca agosto-septiembre. Publicación en el observatorio ambiental.	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.
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.

#### 6.4.8.3. PROYECTO EVALUACIÓN

Tabla 6.15. 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	Informe semestral de las condiciones de la calidad de las aguas. Debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir.	Zona de conservación y protección fase acuática

ACCIÓN	OBJETIVO	METAS	ZONA DE IMPLEMENTACIÓN
	para la protección.	Publicación en el observatorio.	
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 íctica. Debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir. Publicación en el observatorio.	Zona de conservación y protección fase acuática
Evaluación condiciones de biodiversidad	Estimar en términos de individuos y comunidades, la abundancia, adaptación y dinámica en general de las especies	Informe semestral. Debe contener caracterización ambiental, recomendaciones y medidas a seguir.	Cuenca.
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 ECOHIDRÁULICO

#### 6.5.1.1. SUBPROGRAMA REESTABLECIMIENTO HIDRÁULICO

**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.

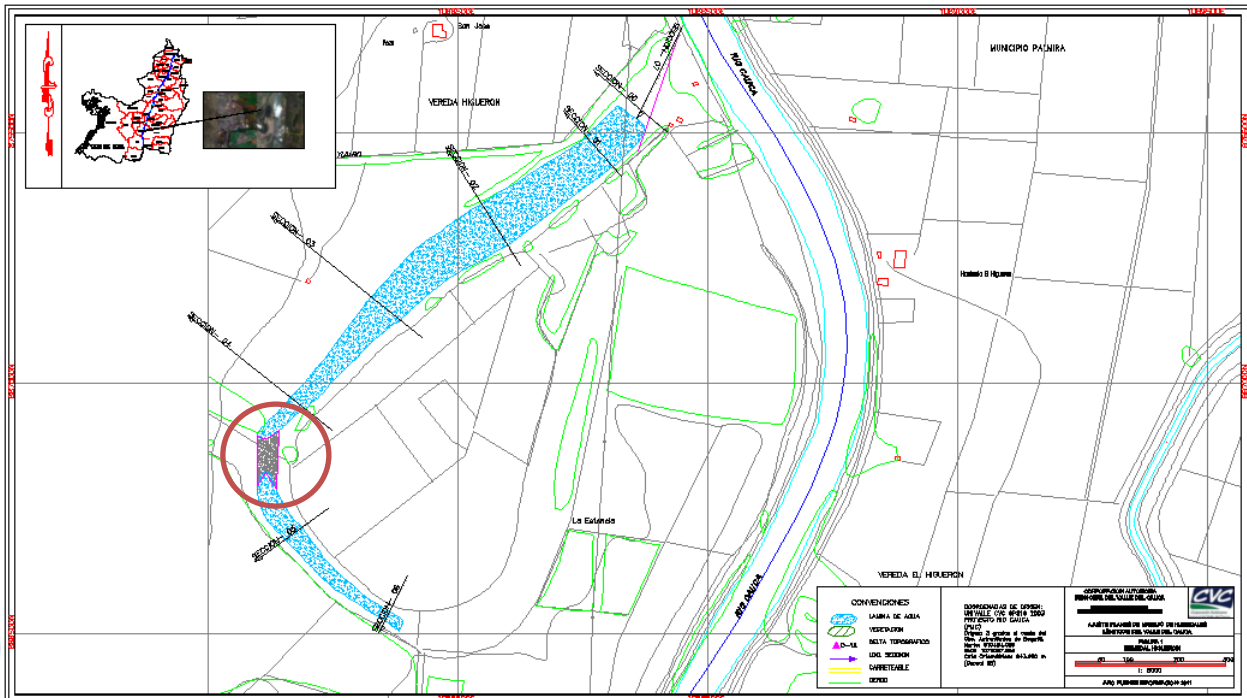
### METAS:

Aumentar en, por lo menos, 66.409,35 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.



**Figura 6.4.** Humedal Higuerón, se interviene todo el espejo de agua y la porción marcada en el círculo blanco

La intervención de este proyecto se llevará a cabo en toda el área que abarca el espejo del agua y en la porción colmatada que separa las aguas, proporcionándole una capacidad hidráulica de profundidad igual a 1.5 m.

$$\text{Área} = 3539.4 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 66409.35 \text{ m}^3$$

### 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 6.14.** 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>	2.610	66.409.35	<b>173.328.403</b>

### EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Asocaña.

### INDICADORES:

Índice hidráulico actual

Índices Área:

$$A = 65064.22 \text{ m}^2$$

$$V = 32330.56 \text{ m}^3$$

$$I_{A/V} = \frac{A}{V} = \frac{65064.22 \text{ m}^2}{32330.56 \text{ m}^3} = 2.01$$

Índice hidráulico con restauración morfológica

$$A = 65064.22 \text{ m}^2 + 3539.4 \text{ m}^2 = 68603.22 \text{ m}^2$$

$$V = 32330.56 \text{ m}^3 + 66409.35 \text{ m}^3 = 98739.91 \text{ m}^3$$

$$I_{A/V} = \frac{A}{V} = \frac{68603.22 \text{ m}^2}{98739.91 \text{ m}^3} = 0.69$$

Aumento de la fase acuática y reversión sucesional del ecosistema:

$$A = 5.16\% \text{ aumento.}$$

$$V = 67.26\% \text{ aumento.}$$

Recuperando morfológicamente el humedal se reduce el índice a 0.69.

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 lénticos como el río Cauca, y a la afectación de su equilibrio dinámico de caudal líquido y caudal sólido.

### **NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.1.1.2. Construcción de canal de conexión del humedal con el río Cauca.

### **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 589.5 metros lineales de canal de conexión hidráulica.
- Lograr reconexión hidráulica de humedal con el río Cauca.

### **ACTIVIDADES Y REQUERIMIENTOS:**

Localización y replanteo del canal.  
Descapote de materia vegetal  
Excavación del canal  
Retiro de material excavado  
Colocación de colchón de arena como base  
Relleno con roca muerta para revestimiento del canal

### **DISEÑO DEL CANAL**

Los canales son 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 suscritico.



**Tabla 6.16.** Parámetros de entrada a diseño de canal

Humedal	Higuerón
Abscisa	K 165 + 963
Cota humedal Entrada (m.s.n.m.)	942.35
Cota Río (m.s.n.m.)	946
Nivel medio fondo (m.s.n.m.)	944.38

**Tabla 6.17.** Pendiente y longitud estimada del canal

Distancia Río - Humedal (m)	589.5
Pendiente	0.0034
%	0.34

**Tabla 6.18.** Dimensionamiento del canal según resultados de la modelación

Tirante (m)	1
Solera (m)	0.5
Talud	0.5
Coefficiente de rugosidad (n)	0.02
Q (m <sup>3</sup> /s)	1.5
Número de Froude (< 1- Flujo subcrítico)	0.58
Espejo de agua (m)	1.5

## 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.

**Datos:**

Tirante (y):  m

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Coefficiente de rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Radio hidráulico (R):  m

Número de Froude (F):

Tipo de flujo:

Velocidad (v):  m/s

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Energía específica (E):  m-Kg/Kg

**Figura 6.5.** Cuadro de cálculo software de diseño

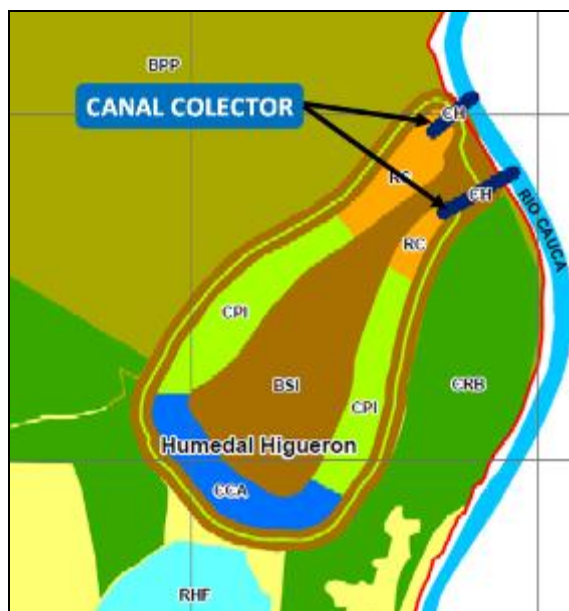


Figura 6.6. Localización del canal colector

Tabla 6.19. Costos canal de conexión del humedal con el río

DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR.TOTAL
CANAL EN TIERRA				\$ 27,609,822
LOCALIZACION-REPLANTEO ACUEDUCTO-ALCANTA	ML	589.50	\$ 1,260	\$ 742,770
DESCAPOTE A MANO	M2	1255.64	\$ 1,270	\$ 1,594,656
EXCAVACION A MANO	M3	1202.58	\$ 8,930	\$ 10,739,039
RETIRO DE SALDO EN SITIO	M3	1202.58	\$ 4,750	\$ 5,712,255
RELLENO ROCA MUERTA COMPACTADO-RANA	M3	212.22	\$ 25,970	\$ 5,511,353
COLCHON ARENA GRUESA E=5-7CM	M3	112.01	\$ 29,550	\$ 3,309,748
SUBTOTAL CANAL EN TIERRA				\$ 27,609,822
VALOR TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 27,609,822

### EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle.

#### 6.5.1.1.3. 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 589,5 metros lineales de sección transversal del canal.
- Limpieza y extracción de vegetación de 589,5 metros 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 6.20.** Costos Adecuación, descolmatación y limpieza del canal de conexión

Codigo	Descripción	Unidad	Costo \$	Longitud (m)	Costo Total \$ Semestral	Costo Total \$ Proyectado
080517	Limpieza Cunetas, Zanjas, Descoles (Manual)	ml	1.290	589,5	760.455	24.190.000

#### **EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Tulúa, 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.

### 6.5.1.2. 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:**

- Registro Automático de Nivel. Adquisición de equipo –
- Instalación de equipo.
- Ingeniería del Proyecto.





Figura 6.7. Zonificación Humedal Higuieron – Registro Automático de nivel

**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 RECUPERACIÓN DE ZONA AMBIENTALES

#### **NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.1.3.1. Disposición adecuada de lodos en la cuenca del Humedal El Higuierón

#### **JUSTIFICACIÓN:**

La contaminación por aguas residuales no tratadas ha sido un factor determinante en las problemáticas ambientales de la actualidad y a raíz de esta situación, se han desarrollado tecnologías para la descontaminación del agua que ha resultado ser efectivas y de gran utilidad. Sin embargo, durante estos procesos se obtiene los lodos producto de la degradación de materia orgánica teniendo como única opción la disposición final en el suelo ya sea por dispersión en el terreno con el fin de regenerar el suelo por aporte de nutrientes, la disposición en un relleno sanitario, la disposición en suelo destinado y la utilización de estos lodos en conjunto con otros residuos para la obtención de productos como el compost.

Colindante con Higuierón se encuentra un lote destinado para la disposición de este residuo el cual se debe determinar si posee características de peligrosidad tales como reactividad, corrosividad, explosividad, toxicidad o biológico-infecciosa. En el supuesto que este residuo no cumpliera con ninguna de las características se puede verificar la posibilidad de realizar aprovechamiento como material de abono, si por el contrario cumple con alguna de estas propiedades significa que es una fuente contaminante directa de la cuenca del humedal y su drenaje es un contribuyente de la actual eutroficación que presenta el espejo de agua y de su degradación ecosistémica.

Por esta razón, dentro del marco de la recuperación ecohidráulica se plantea realizar un sellamiento del terreno donde se localizan los lodos, siendo esta zona propuesta como de recuperación ambiental además de adicionar una capa orgánica.

Una vez ejecutado este procedimiento, la disposición de los lodos se realizaría en un sitio con las condiciones necesarias para su tratamiento o confinamiento de tal forma que no tenga influencia en la cuenca ni genere contaminación en el suelo.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

Recuperar 10 ha de área de influencia directa del humedal.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Disminución de contaminación del suelo por disposición inadecuada de lodos excedentes después del tratamiento de agua residual.

Recuperar y transformar el paisaje en 10 ha. del ecosistema.

Limitar la percolación de agua de drenaje pluvial en el área de influencia del humedal desde el área de disposición de lodos actual.

**METAS:**

Confinar y sellar 10 ha de lodos.  
Recuperar ambientalmente 10 ha.

**ACTIVIDADES:**

Nivelación y compactación de 10 ha de lodos.  
Compra e instalación de geotextil.  
Compra e instalación de capa arcilla 10cm de grosor.  
Compra e instalación de material de capa orgánica de 10cm de grosor.  
Compra e instalación de prado.

**COSTOS DEL PROYECTO****Tabla 6.23.** Costos del confinamiento y recuperación paisajística

Descripción	Unidad	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Inicial \$ 2012	Costo total\$ proyectado a 5 años
Confinamiento y recuperación paisajística de 12,8 ha	M <sup>2</sup>	581.810.000	10	5.818.100.000	6.429.740.000

**ANÁLISIS UNITARIOS****Tabla 6.24.** Costos unitarios del confinamiento y recuperación paisajística de 12,8 ha.

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo\$	Total
010215	Configuración-Nivelación Terreno	M2	128.000	510	6.528.000
080528	Filtro Geodren (incluye excavación y relleno)	M2	128.000	51.760	6.625.280.000
300221	Recuperación suelo - abono	M2	128.000	40	5.120.000
300230	Empradización	M2	128.000	6.330	810.240.000

**Costo Total = \$ 6.429.740.000**

**DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**



**Figura 6.8.** Mapa de zonificación de Humedal Higuieron – Zona de confinamiento de lodos y recuperación paisajística.

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle y Smurfit Kappa Cartón de Colombia.

**INDICADORES:**

Hectáreas recuperadas / Hectáreas con disposición de lodos.

**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 a por lo menos 3 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:**

Aumentar de 0,5 mg/L la concentración de Oxígeno Disuelto a 3.0 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.

**DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**



Figura 6.9. Mapa de zonificación Higuieron - Implementación del sistema de oxigenación

#### 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.

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:

##### Costo Resumen:

Tabla 6.25. Costos resumen de la implementación de sistema de oxigenación

Descripción	Costo \$	Cant.	Costo Total \$
Sistema de oxigenación	7.917.136	5	39.585.815

#### Análisis unitario:

Modelos de equipos aireadores



Model: SA-A0205



**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 diaria 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

Figura 6.9. Tanque con bomba dosificadora

**Aireador de paletas**

**Aireador de Acero Inoxidable**

Haber producido el mejor aireador de paletas no resulta una tarea sencilla. Como un buen aireador debe cumplir propósitos operativos y ser un producto sólido, duradero y de alto costo-eficiencia. Los **Aireadores de paletas de Acero Inoxidable** de la familia se caracterizan por su motor y el tener un motor que se a prueba de agua y ventilado por agua. Igualmente un producto que resiste el ambiente que ofrece más ventajas. **MAOF Madan** le su mejor motor diseñado por agua.

**Aireador de Paletas con multi impulsores**

Aireadores de múltiples paletas de diseño eléctrico se a diseñar están disponibles según las necesidades de nuestro cliente. El aireador de **MAOF Madan** presenta una estructura robusta para las áreas donde no haya la red eléctrica y también para casos de emergencias. El agua no el el medio nocivo por lo cual hace posible utilizar el lugar como espacio de trabajo.

**Aireador de paletas**

Modelo	Potencia HP	Paletas	Válvula	Ejes
MAOF-2R	0.25	2	208x146	2
MAOF-3R	1	3	208x146	3
MAOF-4R	2	4	208x146	4
MAOF-5R	3	5	208x146	5

Figura 6.10. Paletas aireadoras

**MAOF Madan**  
Equipos para la industria de la Acuicultura

**ABRUCORES DE PALETAS**

- 3 Años de Garantía en Instalaciones.
- 77% Materia de Consumo de Energía
- Una 1 Una en Acero para todo el Año
- 1 Año de Garantía en Materia

MAOF Madan, una empresa de innovación tecnológica agrícola, está liderando la revolución en acuicultura en Colombia ofreciendo el mejor equipo: más eficiente, duradero y eficiente. Conoce.

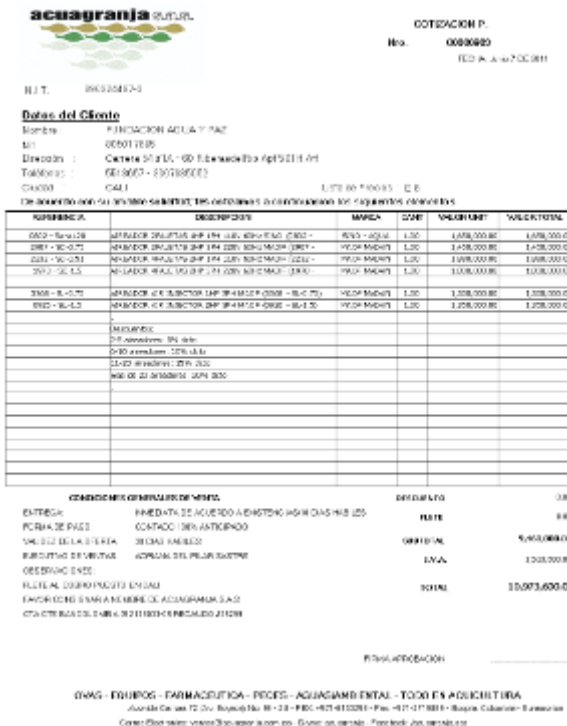
Con el tiempo de la acuicultura de hoy usted necesita un promotor que que entienda sus necesidades y está a su lado.

MAOF Madan, S.A. de C.V. - Sede de la Acuicultura

**Repuestos de Aireador de paletas**

Set de Motor y Engranaje  
Set de Motor y Engranaje de Acero Inoxidable  
Set de Motor y Engranaje inoxidable con las empujantes Transmisión  
Fusor  
Conector de Eje  
Conector de Eje de Acero Inoxidable  
Impulsor  
Cilindro del motor de Acero inoxidable  
Cilindro plástico con motor  
Eje de Acero Inoxidable  
Rodamientos y Soportes de eje

Figura 6.11. Paletas aireadoras





Para efectos prácticos y de presupuesto se elaboró con el sistema más costoso.

**Tabla 6.26.** 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 Yumbo, 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 3 mg/L el contenido de oxígeno disuelto en la fase acuática del Humedal.

**Metas:**

Aumentar de 0,5 mg/L la concentración de Oxígeno Disuelto a 3,0 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.

**Actividades:**

Operador de sistema de oxigenación.  
 Mantenimiento preventivo de equipo.

**DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**



Figura 6.14. Mapa de zonificación de Higuieron - Operación del sistema de oxigenación

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 6.27. 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		

**Costo Total = 4.500.000**

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Asocaña.

**Indicadores:**

- Horas de re oxigenación.
- Consumo energético en wats.
- Porcentaje de incremento de oxígeno disuelto.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.2.1.3. Construcción de sistemas sépticos a 5 propiedades aledañas al humedal

**JUSTIFICACIÓN:**

El saneamiento ambiental es el requerimiento mínimo que nos debemos con las personas que habitan el ecosistema, no solamente desde la evaluación ambiental del ecosistema, sino desde lo humano, puesto que condiciones de poca salubridad, conducen a enfermedades y pérdida de productividad en las personas; de allí que debemos lograr sanear las viviendas y reducir con en ello la carga contaminante que finalmente drena hacia el humedal; aspecto que se hace mucho más necesario si se tiene en cuenta que actualmente se desarrolla actividades económicas y habitacionales dentro de la isla del humedal, lo cual constituye un factor determinante tanto en la salubridad del ecosistema como de las personas que allí habitan.

**OBJETIVO GENERAL:**

Mejorar la calidad de la fase acuática del ecosistema.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Sanear 5 predios con vivienda en la isla del humedal.

**METAS:**

- Remover por lo menos un 80% de los patógenos que ingresan al humedal.
- Remover por lo menos el 80% de DBO y SST afluentes al humedal.



Figura 6.15. Sistema séptico prefabricado

**ACTIVIDADES Y REQUERIMIENTOS:**

- Definición de sitios de instalación.
- Definición de capacidad de infiltración del campo.
- Instalación de equipo.
- Instrucción sobre uso.
- Ilustración del manual de operación y limpieza.

**DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN**



Figura 6.16. Mapa de zonificación del Humedal El Higuera - Sistemas sépticos



**COSTOS DEL PROYECTO:****Tabla 6.28.** Costos Construcción de sistemas sépticos a 5 viviendas

Código	Descripción	Unidad	Costo \$	Cantidad	Costo Total \$
	Suministro, Transporte e instalación de Sistema séptico domiciliario con campo de infiltración.	Un	2.500.000	5	<b>12.500.000</b>

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia y dueños de predios.

**INDICADORES:**

Instalación y operación de 5 sistemas sépticos domiciliarios.

**6.5.3. COMPONENTE BIOLÓGICO****SUBPROGRAMA:****6.5.3.1. PROGRAMA RECUPERACIÓN BIÓTICA****NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.3.1.1. Restauración de Bosque seco tropical inundable, con especies como: Chamburos (*Erythrina fusca*), Mantecos (*Laetia americana*), Pizamos, Burílícos (*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. Generalmente este bosque obedece a las islas del humedal pero dado el uso de suelo actual, esta recuperación obedece a la zona anfibia protectora.

**OBJETIVO GENERAL:**

Restaurar el ecosistema boscoso asociado al complejo de humedales.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Restaurar bosque seco inundable asociado al ecosistema.
- Crear hábitat para especies de fauna.
- Incrementar biodiversidad.

**METAS:**

Restaurar 42,90 ha de bosque seco inundable asociado al ecosistema.

**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.

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 6.29.** 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 6.17. Mapa de zonificación del Humedal Higuero – Recuperación de bosque seco 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 plántulas, para una densidad de 50 árboles por Ha, tal como se detalla a continuación:

**COSTO RESUMEN**

Tabla 6.29. Costos Restauración de Bosque seco tropical inundable

Descripción	Unidad	Costo \$	Área (ha)	Costo Total \$ 2011	Costo total\$ proyectado Al horizonte del
Reforestación	\$/ha	2.503.371	42.90	107.394.615	

## ANÁLISIS UNITARIO

Tabla 6.30. Análisis unitario Restauración de Bosque seco tropical inundable

DISEÑO DE PLANTACION:		Cantidad	Costo Unitario \$	
1. Cantidad de Fertilizantes / Ha (Kg.)	NPK	80	1.550	
2. Cantidad de Correctivos / Ha (Kg.)		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>		16,0		400.000
<b>1.2. INSUMOS</b>				
Reposición Plantones	Plantones	50	25.000	1.250.000
Fertilizantes	Kg.	50	1.550	77.500
Alambre		1	130.000	65.000
Postes	Poste	35	4.000	140.000
Correctivos	Kg.	0	0	0
Microelementos	Kg.	0	0	0
Insecticidas	Kg.	3,0	6.000	18.000
<b>SUBTOTAL INSUMOS</b>				1.550.500
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				1.950.500
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Transp. Insumos				240.791
				312.080



TOTAL COSTOS INDIRECTOS				552.871
TOTAL RESTAURACIÓN BOSQUE SECO TROPICAL INUNDABLE				2.503.371

**Ejecutores:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia y dueños de predios.

**Indicadores:**

Hectáreas reforestadas.

Número de especies de fauna conservadas.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.3.1.2. 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 26.06 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	1.613.641	26.6	42.922.850

### 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 Microelementos / Ha (Kg.)		0	0	
4. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg.)	Lorsban	3,0	6.000	
5. Costo por jornal			<b>25.000</b>	
6. Transporte Insumos (16% de Insumos)		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

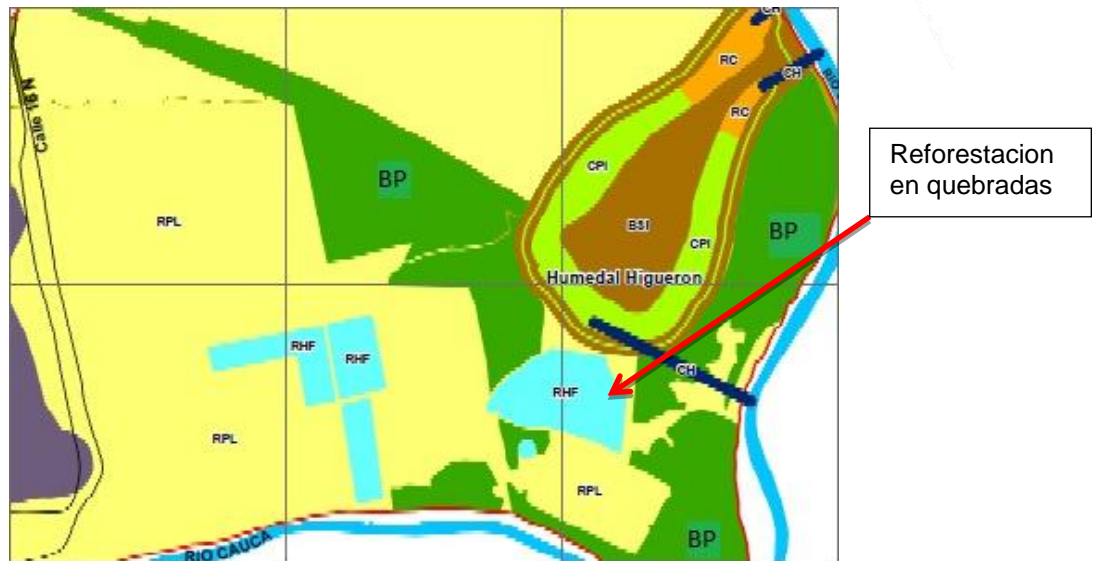


Figura . Mapa de zonificación de Higueroon - Reforestación en Quebradas

### EJECUTORES:

Comité Interinstitucional: CVC, propietarios, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle.

### INDICADORES:

Hectáreas reforestadas.  
Número de especies de fauna conservadas.

### NOMBRE DEL PROYECTO:

#### 6.5.3.1.3. Control de Plantas Invasoras

Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en la lámina de agua del humedal.

### 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 evolucionado proceso de colmatación por plantas macrófitas acuáticas en la lámina de agua.

#### **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 14,5 ha/año de vegetación acuática.  
 Confinar 7,2 ha de vegetación acuática.

#### **ACTIVIDADES:**

Construcción de confinamiento.  
 Retiro a máquina de plantas acuáticas flotantes  
 Retiro manual de plantas acuáticas emergentes.

#### **COSTOS DEL PROYECTO:**

##### **COSTO MAQUINA**

**Tabla 6.34.** Costos máquina para el retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en la fase acuática del humedal

Código	Descripción	Horas/ha	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
330209	RETROEXCAVADORA DE ORUGA	30	3.750.000	21,8	<b>81.375.000</b>

##### **COSTO MANUAL**

#### **ANÁLISIS UNITARIOS**

**Tabla 6.35.** Análisis unitarios retiro de plantas acuáticas emergentes en la lámina de agua

<b>Perímetro a confinar metros lineales</b>		200	
<b>METAS TOTALES</b>		<b>1,0</b>	<b>Has.</b>
<b>ITEM</b>	<b>COSTOS</b>		
	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
<b>1. Mano de obra</b>			
Transporte menor	3,00	25.000	75.000
Hincado	80,00	25.000	2.000.000
Templado y grapado	6,00	25.000	150.000
<b>Subtotal mano de obra</b>	<b>89,00</b>		<b>2.225000</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>3.467.000</b>

**Tabla 6.36.** Costos de retiro manual de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual

Descripción	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$
RETIRO MANUAL Y OBRAS DE CONFINAMIENTO	3.467.000	21,5	<b>74.540.500</b>

### Resumen de costos

**Tabla 6.37.** Resumen de costos Retiro de plantas acuáticas emergentes: mecánico-manual en ambos brazos de la Madre Vieja

Descripción	Subtotal \$	Costo Total \$	Costos al horizonte del plan
Retroexcavadora de oruga	<b>81.375.000</b>	<b>155.915.500</b>	<b>1.956.790.000</b>
Limpieza manual	<b>74.540.500</b>		

Costo Total: \$81.375.000 + \$74.540.500 = \$155.915.500

### DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



Figura 6.19. Mapa de zonificación del humedal El Higuero - Extracción de vegetación acuática

#### EJECUTORES:

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia y dueños de predios.

#### INDICADORES:

Hectáreas de espejo de agua recuperado.  
 Concentración de oxígeno disuelto.  
 Concentración de  $DBO_5$   
 Concentración de DQO.  
 Remoción en Kg de biomasa.

### 6.5.4. PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

#### NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.4.1. *Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos.*

#### 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, sorgo y algodón, siendo el primero el más predominante de los tres y el de mayor incidencia en la contaminación difusa, gracias a estos factores, el humedal se encuentra altamente terrificado, algunas especies extintas por colmatación, y la calidad de agua indica eutrofización. 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 Bugalagrande, 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 592,56 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 orgánica.

### 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 de cada cultivo: distribución en área total o aplicada en surcos de plantíos.

Determinación del % de control de malezas con el uso de abonos verdes en los cultivos.

Control biológico de plagas y enfermedades del cultivo.

### Producción de Semillas

Instalación de parcelas de multiplicación de semillas orgánicas 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



Figura 6.20. Mapa de uso de suelo del Humedal El Higuierón - Reconversión a producción más limpia

## COSTOS DEL PROYECTO:

### RESUMEN

Tabla 6.38. Costos Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar

Descripción	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$	Costo Total \$
				Proyectado al horizonte del plan
Reconversión tecnológica (producción limpia)	5.293.509	592,56	3.136.721.693	4.160.600.000

## ANÁLISIS UNITARIO

Tabla 6.40. Análisis unitario Reconversión tecnológica y producción limpia en cultivos de Caña de Azúcar

Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total
		Producto Utilizado	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2011
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	\$ 25.000	\$ 130.000

Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total
		Producto Utilizado	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2011
		(Buey)				
	Rastrillada					
	Trazada		Jornal	10	\$ 38.219	\$ 250.000
	Hoyada					
	Fertilización		Jornal	6	\$ 38.219	\$ 150.000
	Aplicación Correctivos					
	Riego		Jornal	20	\$ 38.219	\$ 500.000
	Construcción Drenaje					
	Otras Labores de Adecuación					
1.4.	<b>SIEMBRA Y SOSTENIMIENTO</b>					\$ 1.262.500
	Siembra		Jornal	21	\$ 38.219	\$ 525.000
	Resiembra		Jornal	3	\$ 38.219	\$ 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	\$ 38.219	\$ 500.000
	Aplicación de Herbicidas					
	Aplicación Pre - emergentes					
	Aplicación Post - emergentes					
	Aplicación de Fertilizantes		Jornal	2	\$ 38.219	\$ 50.000
	Control de Plagas		Jornal	4,5	\$ 38.219	\$ 112.500
	Control de Enfermedades					
1.5.	<b>COSECHA Y BENEFICIO</b>					
	Recolección					
	Pesada y Limpieza					
	Empacada					
	Clasificación					
	Transporte Interno					
	Transporte Externo					
			<b>SUBTOTAL CAPÍTULO 1</b>			\$ 2.292.500
2.	<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
	Fertilizantes Foliare biológicos					

Ítem	Actividades	Patrón			Precio unitario	Valor Total
		Producto Utilizado	Unidad	Cantidad	(\$/unidad)	Año 2011
	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
	<b>TOTAL COSTOS POR HECTÁREA (Labores, Insumos y Otros)</b>				<b>\$</b>	<b>5.293.509</b>

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia y dueños de predios.

**INDICADORES:**

Hectáreas reconvertidas.  
Producción (Kg/ha)

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.4.2. *Ganadería: Sistema Silvopastoril Intensivo.*

**JUSTIFICACIÓN:**

La actividad ganadera configura otra forma de tensión ambiental sobre el ecosistema. En concordancia con el Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019, que busca un sector moderno y competitivo, ha incluido en sus principios el de la sostenibilidad ambiental.

El concepto involucra producción de alimentos sanos, compatibles con la diversidad biológica, adecuado manejo de los recursos hídricos y protección del suelo; reduciendo el consumo de insumos externos y la anulación del uso de fertilizantes, plaguicidas químicos, fármacos hormonales, clonación y uso de plantas y animales transgénicos.

**OBJETIVO GENERAL:**



Reducir el proceso de terrificación del humedal enfocado en la reducción de agentes eutroficantes.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Implementar buenas prácticas pecuarias en la reserva de recursos naturales.  
Reducir los niveles de contaminación difusa que ingresan al ecosistema acuático.  
Crear hábitat para especies de fauna.

### **META:**

Reconversión a sistema de ganadería silvopastoril en una superficie de 0.5 ha.

### **ACTIVIDADES:**

**CONCERTACION DEFINITIVA DE PREDIOS:** realizar la correspondiente concertación y selección definitiva de los predios. Los predios deberán ser georeferenciados y llevar un registro fotográfico desde su estado inicial hasta el establecimiento del silvopastoril.

**SELECCIÓN DE ESPECIES:** Las especies a utilizar e serán especies seleccionadas y escogidas deberán contar con una altura mínima de 30 cm, teniendo en cuenta que las especies naturales más comunes para esta región son Loqueto (*Escallonia pendula*), Aliso (*Alnus jorullensis*), Higuerón (*Ficus Glabrata*), Caracoli (*Anacardium excelsun*), Acacia (*Acacia Melanoxilom*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), entre otros. El material vegetal a utilizar en el proyecto reunirá las siguientes condiciones:  
Estado fitosanitario excelente.

Yema Terminal intacta y en el momento de la siembra tendrá una altura mínima de 30 centímetros a partir del cuello de la raíz a la yema terminal (descontando la altura de la bolsa).

**ADECUACIÓN DE CAMINOS:** Consiste en mantener en condiciones adecuadas los caminos y trochas que faciliten el acceso a los lotes donde se realicen las actividades, al igual que la distribución del material vegetal y los insumos de establecimiento.

**PREPARACIÓN DEL TERRENO:** Consiste en la limpieza, hasta una altura no mayor de 10 cm de altura de toda la vegetación presente en los lotes a sembrar, empleando para el efecto maquinaria y herramientas tales como guadañadora, machetes, rulas, etc.

**TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE PLÁNTULAS:** Consiste en distribuir el material vegetal sobre el predio a plantar, colocando cada plántula en el sitio definitivo de siembra.

**MANTENIMIENTO DE PLÁNTULAS EN EL CAMPO:** Consiste en el cuidado de los árboles (construcción de eras, disposición, riego, retiro manual de malezas, control fitosanitario, daños mecánicos por animales y vigilancia) durante el período en que permanezcan en el interior del predio.

**SISTEMA DE TRAZADO Y DENSIDAD:** Consiste en distribuir uniforme y geoméricamente los sitios sobre el terreno en los cuales se plantarán los árboles; los sitios deben ser marcados con el azadón. Se plantarán 100 árboles por hectárea, para lo cual se deben utilizar distancias de siembra de diez (10) metros entre plantas y diez (10) metros entre surcos, utilizando los sistemas de trazo de tres bolillo o en cuadro, y siempre al través de la pendiente. Y cuatro (4) metros entre plántulas para las cercas vivas del área donde se implemente el silvopastoril.

**PLATEO:** Consiste en eliminar toda la vegetación existente en un círculo de radio de 80 cm (1,6 m de diámetro) en cuyo centro se plantará el árbol. Se debe procurar no retirar la materia orgánica (horizonte A del suelo) del plato.

**AHOYADO O REPIQUE:** Consiste en repicar la tierra (sin vaciar) en el centro del plato hasta una profundidad de 30 cm y sobre un área de 30 cm de diámetro. Esta labor se deberá realizar con barras de 14 lb de peso, cuya pala es cercana a los 30 cm de longitud.

**SIEMBRA:** Las plántulas se deben sacar de la bolsa antes de plantar, realizando con un bisturí o cuchilla bien afilada dos cortes (0,5-1,0 cm de profundidad) opuestos en la bolsa en forma vertical.

**FERTILIZACIÓN:** Consiste en aplicar, al momento de la siembra o luego de ésta, y cuando las condiciones de humedad del suelo sean las adecuadas, fertilizante orgánico, el método de aplicación para el fertilizante será en media corona a favor de la pendiente o distribuir la dosis en dos hoyos con ángulo hacia la raíz a lado y lado del árbol, retirados unos 10 cm para evitar que el producto queme las raíces de las plántulas.

**CONTROL FITOSANITARIO:** Consiste en la vigilancia y control oportuno de cualquier síntoma o manifestación de ataque de patógenos y/o insectos que se manifieste durante la plantación. Se debe realizar un especial énfasis en ataques de HORMIGA ARRIERA.

## DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



Figura 6.21. Mapa de uso de suelo del Humedal El Higuero – Implementación sistema silvopastoril intensivo

## COSTOS DEL PROYECTO:

### Resumen

Tabla 6.39. Costos Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo

Código	Descripción	Área (ha)	Costo \$/ha	Costo Total \$
	Ganadería Sistema Silvopastoril	0,5	3.015.345	1.507.673

## ANÁLISIS UNITARIO

Tabla 6.40. Análisis Unitario Ganadería: Sistema silvopastoril Intensivo

MATRIZ DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO AÑO 1 DE SILVOPASTORIL				
	UNIDAD	CANT	V/UNITARIO	
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1 MANO DE OBRA				
Preparación de terreno	Jornal	1	25.000	25.000,00
Trazado	Jornal	1	25.000	25.000,00
ahoyado	Jornal	1	25.000	25.000,00
Plateo	Jornal	2	25.000	50.000,00
Transporte (menor ) de plántulas e insumos	Jornal	1	25.000	25.000,00
Siembra y fertilización	Jornal	1	25.000	25.000,00
Control Plagas y enfermedades	Jornal	1	25.000	25.000,00
Control de Incendios	Jornal	1	25.000	25.000,00

<b>MATRIZ DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO AÑO 1 DE SILVOPASTORIL</b>				
Limpieza y ploteo (primer mantenimiento)	Jornal	2	25.000	50.000,00
		11,0		275.000,00
<b>1.2 INSUMOS</b>				
Plantones		100	15.000,0	1.500.000
Micorrizas (aplic 100gr por árbol)	Kg	5,0	700	3.500
Abonamiento (500 gr de abono orgánico / plántula)	kg	20,0	700	14.000
Elementos menores (3gr/árbol) (1kg/Ha)	Kg	0,3	4.000	1.200
Hidrogel (4gr/árbol) (0,8kg/Ha)	Kg	0,3	33.000	9.900
Insumos control de plagas y enfermedades	Lt	0,44	23.000	10.229
Subtotal insumos				623.828,79
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (1.1 + 1.2)</b>				<b>898.828,79</b>
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>				
transporte de insumos (17% total de insumos)	Global		20%	124.765,76
Reconocimiento por usos de herramientas (5% total Mano de Obra)			5%	13.750,00
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>138.515,76</b>
				<b>1.037.344,55</b>
<b>AISLAMIENTO INDIVIDUAL POR HA</b>				
Postes para chiquero	unidad	109,0	7.000	763.000
Alambre para encierro individual de árbol (chiquero).	Unidad	2,0	150.000	300.000
				1.063.000,00
<b>COSTO TOTAL POR HA</b>				<b>3.015.345</b>

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, dueños de predios.

**INDICADORES:**

Hectáreas reconvertidas.  
Producción (Kg/ha)

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.4.3. *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.

A pesar que en Higerón no existe una comunidad asociada a la pesca dadas las condiciones del ecosistema, en función de esto, con la recuperación del mismo es factible formar un grupo de pescadores que se apropien del proyecto de cría y reproducción de peces en jaulas que pueda garantizar tanto un sustento alimentario diario y puedan realizar su venta en la cabecera de Yumbo.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

Generar y afianzar a la especie heterótrofa terminal o pescadores de la cadena trófica del ecosistema.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Generar proyectos productivos en la fase acuática del ecosistema, como parte de la estrategia de su conservación.

Incentivar la creación de una comunidad de pescadores en miras de generar ingresos económicos.

#### **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.

Compra de 10.000 alevinos.

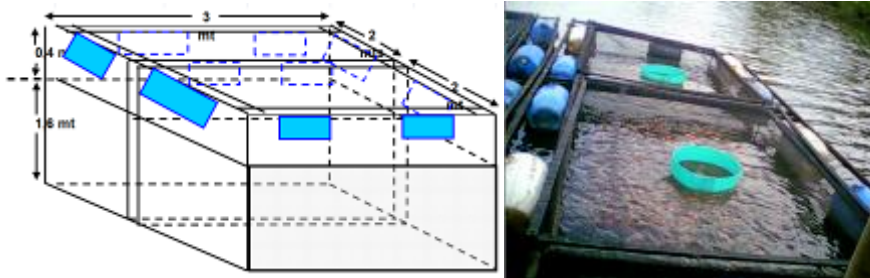
Construcción de 8 jaulas flotantes.

Ceba de 10.000 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 6.22.** Esquema de Jaulas

Fuente: Asogorrones; humedal Madrigal



**Figura 6.23.** Infraestructura para ceba de peces. Bodega flotante y jaulas  
Fuente: Asogorrones; humedal Madrigal

## DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



**Figura 6.24.** Mapa de zonificación El Higuero - Producción Íctica

## COSTOS DEL PROYECTO:

### ANÁLISIS UNITARIO

**Tabla 6.41.** 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 $\frac{3}{16}$ 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 6.42. 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 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	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 6.43. Cronograma Proyecto

ACTIVIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Compra de reproductores	X				
Construcción de Jaulas	x	X			
Construcción Lago de 800 metros	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 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	X				
Uniones pvc	X				
coladores	X				
Rollo maya anti pájaros 1"	X				
Peces	x	x	x	x	X

Transporte	X	X	X	X	X
------------	---	---	---	---	---

**Ejecutores:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, comunidad aledaña.

**Indicadores:**

Producción (Kg/año).

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.4.4. *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:**

Consolidar y 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.



**COSTOS DEL PROYECTO:****Tabla 6.44.** Costos Fortalecimiento producción íctica

Descripción	#	Costo/jaula	Sub Total \$	Costo Total \$	Costo Total \$ proyectado al Horizonte del Plan
Suministro de alimento		6.000.000	<b>6.000.000</b>	<b>11.000.000</b>	<b>156.270.000</b>
Adquisición de alevinos	5.000	1.000	<b>5.000.000</b>		

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, comunidad de pescadores.

**INDICADORES:**

Kg producidos.

Pescadores beneficiados.

**DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN****Figura 6.24.** Mapa de zonificación del Humedal El Higuieron- Fortalecimiento producción íctica**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.4.5. *Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales de bosque seco inundable*

**JUSTIFICACIÓN:**

Para la consolidación del bosque 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 42,90 ha de bosque seco tropical 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.

### COSTOS DEL PROYECTO:

### RESUMEN

**Tabla 6.45.** Costos Mantenimiento, protección y conservación

Descripción	Unidad	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Total \$ 2011	Costo Total \$ Horizonte del Plan
Mantenimiento y protección de plantaciones forestales	ha	723.614	42,90	31.043.040	171.252.000

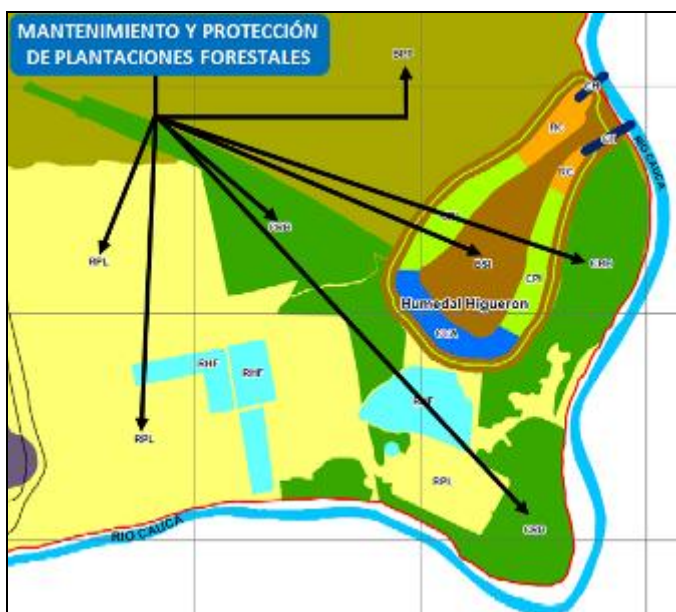
### ANÁLISIS UNITARIO

**Tabla 6.46.** 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

DISEÑO DE PLANTACION:		Costo Unitario \$
6. Transporte Insumos (15% de Insumos)		16%
		0%
Costos proyectados en pesos de 2008		METAS TOTALES

## DESARROLLO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN



**Figura 6.25.** Mapa de zonificación de Humedal Higuierón - Mantenimiento, protección y conservación a las plantaciones forestales

**Tabla 6.47.** Análisis Unitario 2 Mantenimiento, protección y conservación

CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total Hectárea (\$)
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
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>		<b>15,5</b>		<b>387.500</b>
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

CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total Hectárea (\$)
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:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, comunidad aledaña, dueños de predios.

**INDICADORES:**

Hectáreas de bosque seco inundable consolidadas.  
Hectáreas de bosque productor protector consolidadas

**6.5.5. PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL****6.5.5.1. SUBPROGRAMA EDUCACION AMBIENTAL****NOMBRE DEL PROYECTO:****6.5.5.1.1. 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 la institución educativa más cercana de la cabecera del municipio de Yumbo para 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 municipio de Yumbo 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 6.48.** Costos Fortalecimiento de PRAES en una institución educativa

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	31.830.000
Desarrollo de actividades	Gb	1.000.000		

**Costo Total = \$2.000.000**

### Ejecutores:

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle e institución educativa escogida.

### Indicadores:

- Número de proyectos ambientales escolares formulados.
- Número de proyectos ambientales escolares implementados.
- Número de escolares incluidos.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.5.1.2. Sensibilización y resolución de conflictos de la comunidad del área de influencia directa del humedal.

**JUSTIFICACIÓN:**

Existe un conflicto ambiental que debe ser reconocido por los actores y las instituciones llamadas a mediar en él. De un lado se encuentran los propietarios de la tierra, que realizan explotaciones agropecuarias del territorio, y que por lo común buscan la rentabilidad de sus negocios; cuentan con respaldo institucional, y pertenecen a importantes sectores económicos y políticos del país. De la estructura del ecosistema, la de mayor interés e importancia para ellos es la terrestre, y tienden a ver como un obstáculo la fase acuática del ecosistema, por no representar productividad.

Con el progresivo proceso de terrificación de este humedal y el limitado acceso, se cuenta con una privación de la comunidad y se limita a los encargados de los predios y de las actividades agropecuarias, lo cual lleva a no tener sentido de pertenencia en ninguno de sus niveles, ni habitacional ni de sustento. Por ende y en pro de los objetivos de conservación lineados por Ramsar, lo primordial es lograr concordar entre los involucrados procesos que lleven a la mejora y conservación del ecosistema y es aquí donde se debe reconocer, atender, tratar y solucionar la problemática anteriormente descrita siendo un reto ineludible para las instituciones vinculadas por misión y responsabilidad; solo así será posible y justa la conservación en el tiempo del Humedal.

**OBJETIVO GENERAL:**

Adelantar un proceso de sensibilización y resolución de conflictos ambientales en la comunidad del área de influencia del humedal.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Identificar, caracterizar, tramitar y resolver los conflictos ambientales por confrontación de intereses entre los sectores que desarrollan acciones que no están establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.

**METAS:**

Lograr establecer en un periodo no mayor al corto plazo (4 años), los usos del suelo definidos en la zonificación del plan de manejo ambiental.

**ACTIVIDADES:**

- Identificación del conflicto ambiental.
- Caracterización del conflicto ambiental.
- Cartas de convocatoria.

Mesa de concertación.  
Acta de compromisos.

**Tabla 6.49.** Costos Sensibilización y resolución de conflictos de la comunidad del área de influencia directa del humedal

Descripción	Unidad	Costo	Costo Total\$ 2012	Costo Total\$ proyectado a horizonte Plan
Capacitación y desarrollo de Talleres	Gb	3.000.000	5.000.000	34.010.000
Desarrollo de actividades enfocadas a la resolución de conflictos.	Gb	2.000.000		

**Costo Total = \$5.000.000**

#### **EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia, Asocaña y propietarios.

#### **INDICADORES:**

Acuerdos, compromisos y resolución.

#### 6.5.5.2. SUBPROGRAMA FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

#### **NOMBRE DEL PROYECTO:**

##### 6.5.5.2.1. 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 del 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 El Higuierón con el observatorio ambiental de la CVC.

**Tabla 6.50.** Costos Observatorio socioambiental

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 con el observatorio ambiental de la CVC.	1	2.000.000	<b>2.000.000</b>

**Costo Total = \$10.500.000**

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia, Asocaña y propietarios.

**INDICADORES:**

Aplicativo construido

Herramienta en funcionamiento.



**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.5.2.2. 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 6.51.** 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	47.750.000

**COSTO INICIAL (2012) = \$3.000.000**

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia, Asocaña y propietarios.

**INDICADORES:**

Observatorio ambiental en operación.

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

6.5.5.2.3. 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 Epsa, 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: EPSA, ASOCAÑA, GOBERNACION DEL VALLE, ALCALDIA MUNICIPAL DE JAMUNDI, 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 6.52.** 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	<b>10.000.000</b>

**Costo Total = \$10.000.000**

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia, Asocaña y propietarios.

**INDICADORES:**

Comité local interinstitucional constituido.

Comité local en funcionamiento.

### NOMBRE DEL PROYECTO:

6.5.5.2.4. 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 6.53.** Costos Fortalecimiento de comité local interinstitucional de humedales en torno al PMA del Humedal

Descripción	Unidad	Asignación salarial mensual	Periodo (mensual)	Costo Inicial\$ (2012)	Costo Total Proyectado horizonte Plan
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	41.440.000



**Costo Total = \$7.500.000**

**Ejecutores:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Smurfit Kappa Cartón de Colombia, Asocaña y propietarios.

**Indicadores:**

Comité local interinstitucional constituido.  
Comité local en funcionamiento.

**6.5.6. PROGRAMA CONSERVACIÓN**

**6.5.6.1. SUBPROGRAMA RECUPERACIÓN DE ESPACIO Y DOMINIO HIDRAULICO PÚBLICO**

**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 19,5 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 6.54.** Costos Aislamiento zona anfibia +30m

Descripción	Unidad	Costo \$/ha	Área (ha)	Costo Inicial \$ 2011	Costo total\$ proyectado horizonte del plan
Mantenimiento y protección de plantaciones forestales	ha	788.709	19,5	15.379.826	31.510.000

### ANÁLISIS UNITARIOS

**Tabla 6.55.** 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.)			
12. Perímetro a aislar / ha (ML)		166	

ITEM	COSTOS / KM (1000 ML)			COSTOS/HA (166 ML)
	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$	
1. Mano de obra				
Trazado	4	25.000	100.000	16.600
Ahoyado	12	25.000	300.000	49.800
Transporte menor	7	25.000	175.000	29.050
Hincado	4	25.000	100.000	16.600
Templado y grapado	5	25.000	125.000	20.750
Subtotal mano de obra	32		800.000	132.800
2. Insumos				
Alambre de púa (Rollo)	9,0	130.000	1.170.000	194.220
Postes	400,0	5.000	2.000.000	332.000

Pie Amigos	33,0	5.000	165.000	27.390
Grapa (Kgr.)	9,0	4.500	40.500	6.723
<b>SUBTOTAL INSUMOS</b>			<b>3.375.500</b>	<b>560.333</b>
Transporte mayor			575.759	95.576
Herramientas			0	0
<b>TOTAL AISLAMIENTO</b>			<b>4.751.259</b>	<b>788.709</b>
Tipo de poste	Madera		3,0	
Dimensión (Largo m - Diámetro cm)	2 - 10		40	
Inmunización	SI		350	
Distancia entre postes (m)	2,50		50*40*40	
Distancia entre pie de amigos (m)	30,0		0	
Calibre alambre de púa	12,5		72	
Rollos de Alambre / Ha	1,5		1,5	

**EJECUTORES:**

CVC, Alcaldía Municipal de Yumbo, Gobernación del Valle, Asocaña y propietarios.

**Indicadores:**

19,5 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 -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., Pfaffner 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., Bolívar, 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 consultoría 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.