

665
0002

~~Escuela de Ingeniería Ambiental~~
B Postgrados

021854
~~000000~~

**DIAGNOSTICO PARA EL DISEÑO DE UN MODELO DE MANEJO SOSTENIBLE
DEL HUMEDAL DE KIRPAS, COMO SISTEMA DE TRATAMIENTO
SECUNDARIO EN LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS**

**LAURA E ROJAS M
JOSE ALEJANDRO MORA
VIVIAN C CALDERON**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FAÇULTAD DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA
ESPECIALIZACION EN GESTION AMBIENTAL SOSTENIBLE
VILLAVICENCIO
2003**

**DIAGNOSTICO PARA EL DISEÑO DE UN MODELO DE MANEJO SOSTENIBLE
DEL HUMEDAL DE KIRPAS, COMO SISTEMA DE TRATAMIENTO
SECUNDARIO EN LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS**

**LAURA E ROJAS M
JOSE ALEJANDRO MORA
VIVIAN C CALDERON**

**PROYECTO DE GESTION
Para optar al titulo de
ESPECIALISTAS EN GESTION SOSTENIBLE**

**ELVINIA SANTANA C
CLARA INES CARO C**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA
ESPECIALIZACION EN GESTION AMBIENTAL SOSTENIBLE
VILLAVICENCIO**

2003

TABLA DE CONTENIDO

1	REVISION CRITICA DE ANTECEDENTES _____	7
1 1	OTRAS OBSERVACIONES GENERALES _____	14
1 2	BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES _____	15
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	17
3	JUSTIFICACION _____	19
4	OBJETIVOS _____	21
4 1	OBJETIVO GENERAL _____	21
4 2	OBJETIVOS ESPECIFICOS _____	21
5	MARCO DE REFERENCIA _____	23
5 1	MARCO TEORICO _____	23
5 1 1	Definicion de Componentes Importantes y claves de un humedal ____	24
5 2	MARCO GEOGRAFICO _____	32
5 2 1	Ubicacion Geografica _____	32
5 2 2	Delimitacion Especifica _____	33
5 3	REFERENTES LEGALES PARA LA PROTECCION DE HUMEDALES	34
5 3 1	Referentes globales _____	34
5 3 2	Referentes locales _____	37
6	METODOLOGIA _____	41
6 1	EVALUACION DE LAS CONDICIONES FISICAS QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL HUMEDAD _____	41
6 2	SELECCION DE INDICADORES _____	44
6 2 1	Indicadores Biologicos _____	45
6 2 2	Indicadores Fisicos _____	45
6 2 3	Indicadores Quimicos _____	46
6 3	DEFINICION Y PARTICIPACION DE ACTORES _____	47
6 4	SELECCION Y FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE MANEJO ____	52
7	CRONOGRAMA _____	53

8 PRESUPUESTO	54
GLOSARIO	55
BIBLIOGRAFIA	59
ANEXOS	62

INTRODUCCION

Cuando uno se encuentra con el fango hasta las rodillas en un pantano de aguas estancadas no cabe duda alguna que se trata realmente de un humedal. Sin embargo esta afirmación no describe totalmente a un humedal, pues sus características son muy específicas y complejas. El atributo principal es la presencia de agua durante periodos lo bastante prolongados como para alterar los suelos, sus microorganismos y las comunidades de flora y fauna, hasta el punto de que el suelo no actúa como en los hábitats acuáticos o terrestres.

La definición según RAMSAR en la que aplica un criterio amplísimo para detallar los humedales es la siguiente: *Extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua sean estas de régimen natural o artificial permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.*

Los humedales son sistemas dinámicos que cambian sin cesar como resultado de la acumulación de sedimentos o materia orgánica, la subsidencia, las sequías o el aumento del nivel del mar. Así, muchos humedales no son más que componentes temporales del paisaje y por ende es de prever que cambien y acaben por desaparecer y que al mismo tiempo se formen humedales nuevos en otros sitios. Sin embargo, la actividad directa e indirecta del ser humano ha modificado sustancialmente el índice de transformación de los humedales, acelerando su evolución que de algún u otro modo los ha llevado a la desaparición de su función ecológica, bienes y servicios que ofrecen al hombre.

En algun grado se han creado nuevos humedales artificiales, construyendo embalses canales y zonas de almacenamiento para caso de inundacion. Con todo se han destruido mucho mas humedales de los que se han creado.

Actualmente es muy evidente y cada vez mas reiterativo la aparicion de factores causantes de la degradacion y destruccion de humedales. Entre estas se encuentran la tala, la pesca, la extraccion de aguas subterranas, el relleno y drenaje para disponer de terrenos para la agricultura y la urbanizacion y otras de mayor impacto como la contaminacion por vertimiento de aguas residuales y la eliminacion de desechos solidos.

Estudios preliminares realizados en la zona del humedal de Kirpas (Baquero, 1996; Lozada et al., 2001) muestran los efectos de una alta actividad antropica generada por los asentamientos, las explotaciones comerciales de tipo agropecuario e industrial, siendo uno de los problemas mas criticos y con mayor incidencia el caso de los vertederos de aguas residuales urbanas.

Para mitigar el efecto de estos hechos se pretende hacer un diagnostico de la condicion actual del humedal como sistema filtrador de aguas residuales y plantear algunas estrategias que permitan mitigar el impacto generado hasta ahora sobre el humedal, que deben incluir una solucion al vertimiento de aguas residuales sin ningun tratamiento primario, y que tendria como objetivo garantizar la actividad funcional del ecosistema unicamente como filtrador secundario.

1 REVISION CRITICA DE ANTECEDENTES

La formulacion del proyecto parte de la recopilacion y analisis de documentos relacionados con estudios previos del humedal, como fuente de informacion secundana y como fuente primaria con el acopio de algunos datos preliminares directamente en la zona que llevan finalmente a establecer los problemas relacionados con su manejo y conservacion y especialmente con su uso sostenible como fuente de depuracion de aguas

El humedal de kirpas en el año de 1987, contaba con una extension de 201 72 Ha, actualmente esta extension se ha reducido a menos de la mitad y el bosque esta fragmentado por gran presion antropica afectandose considerablemente su funcion ecologica

Un estudio del *Sistema de humedales de Kirpas - Cuerera*² realizo una descripcion biologica quimica y fisica de sus componentes como tambien de los aspectos sociales especialmente los relacionados con el uso de la tierra y conflictos institucionales con la comunidad El estudio no aporta planteamientos propuestas o alternativas de solucion compleja para las multiples intervenciones que el area presenta se exceptua la sugerencia de campañas educativas en el campo ambiental y la aplicacion de metodos caseros de potabilizacion del agua para el consumo Este trabajo resume la problematica en

- Invasion humana de rondas y cauces abandonados

² Iozada M. Hernando & et al. Determinacion Orientativa de la Importancia Ecobiologica del sistema de humedales kirpas. CUCURRA. Direccion Municipal del Medio Ambiente. 2002

- Perdidas de cuerpos de agua y generacion de terrazas en cauces hidricos y espejos de agua
- Contaminacion de aguas subterranas y fuentes de agua superficial evidenciado en
 - Altas cargas contaminantes especialmente organicas, provenientes de urbanizaciones aledañas que ingresan a traves de los cauces hidricos
 - Deficit de oxigeno disuelto
- Alto grado de colmatacion
- Inadecuado manejo y disposicion final de los residuos solidos y liquidos
- Carencia de infraestructura de saneamiento basico
- Modificacion de factores naturales climaticos evidenciado en
- Deficit hidrico en epocas de sequia
- Presencia de zonas secas por bajas capacidad de almacenamiento
- Perdida de la biodiversidad vegetal y animal
- Contaminacion de suelos evidenciada en
 - ❖ Acelerada creacion de potreros mediante la erradicacion de especies pasturas naturales y establecimiento de especies foraneas
 - ❖ Sedimentos arrastrados a partir de fuentes tributarias
- Contaminacion y disminucion de calidad del aire como efectos de la alta utilizacion de las vias principales que cruzan cerca del area y evidenciada en la alta concentracion de
 - ❖ Ruidos
 - ❖ Olores generados de aguas estancadas con degradacion de material de basuras especialmente en el caño la Cuerera
 - ❖ Metales pesados como plomo e hidrocarburos producto de la combustion

En un aforo puntual realizado en el caño de Aguas Claras³ sistema fluvial que hace parte del complejo ecosistemico del humedal de Kirpas el analisis fisicoquimico (Tabla No 1) arrojo resultados que muestran como el valor de transparencia es considerado como bueno el pH esta en el limite de acidez pero dentro del rango normal, el valor de CO₂ indica descomposicion de materia organica la cantidad de oxigeno disuelto indica que el agua se considera como no potable el valor de DQO señala poca contaminacion organica y la relacion de absorcion de sodio (RAS) indica que el agua es aceptable para uso de riego con una salinidad y alcalinidad no limitante El color y turbiedad son aceptables

Tabla No 1 Caractersticas fisicoquimicas del caño Aguas Claras Sitio de muestreo cruce de la avenida Puerto Lopez Año 1996

VARIABLE	Datos/unidades
Temperatura del agua	25.2 °C
Transparencia	50 cm
Ph	5.6
CO ₂	28.2 mg/l
Oxigeno disuelto	3.8 mg/l
DQO	7.6
RAS	0.15

El análisis del estudio anterior fue muy específico ya que se realizó sobre uno de los componentes del complejo ecosistemico del humedal de Kirpas caño Aguas Claras donde se valoró únicamente el grado de contaminación por lixiviados productos de la intervención antropica del humedal

Este trabajo sirve como referencia para entender la dinámica que ha tenido el humedal con respecto a la contaminación a través de uno de sus afluentes ya

³Baquero Jorge 1996 El estudio de una fuente con Alto riesgo de Contaminación con LIXIVIADOS

que aporta datos quimicos que permiten compararlos con estudios mas recientes

La comunidad de kirpas no dispone de servicio de acueducto y se ve obligada a tomar el agua directamente de uno de los afluentes del humedal (caño Marengo) y de pozos subterranos. El caño Marengo reviste su importancia debido a que es uno de los afluentes del humedal aun sin un indice de contaminacion considerable (hay vida animal la transparencia del agua es buena y otros factores asi lo confirman (Tabla 2 punto 3) en comparacion con los otros caños afluentes del humedal ya reconocidos por su alto indice de contaminacion tales como Cuerera Maizaro Aguas Claras este ultimo fue anteriormente la fuente de consumo de las comunidades aledañas a su riberas en su trayectoria, incluyendo la de Kirpas hasta que su calidad y cauce de agua fue alterado al recibir las aguas de la Cuerera (caño con un alto indice de contaminacion puesto que allí se vierten las aguas residuales de algunos barrios de la ciudad de Villavicencio) Esto prueba nuevamente que el avance urbanistico sin planificacion hacia esa area o el aumento de la tasa demografica de la ciudad conlleva a la utilizacion de fuentes de agua de buena calidad para descargar sus aguas residuales sin ningun tipo de evaluacion del impacto para los ecosistemas asociados a la trayectoria de la red hidrica que conforman estos caños, incluyendo el sistema humedal en estudio y las comunidades que viven en las riberas

El analisis fisico-quimico de calidad de aguas de del *Sistema de humedales de Kirpas - Cuerera* expone muestras provenientes de tres lugares diferentes del humedal en una trayectona de las tomas de muestras que va desde la parte superior del sistema o 'nacimiento' del humedal hasta la parte final de este (Tabla No 2) muestra que el pH del agua tiene tendencia a disminuir a medida que abandona el sistema humedales pero se mantiene en el rango de aceptable para el consumo humano previa desinfeccion (Art 39, decreto 1594 Ministerio de

Salud) Sin embargo vale la pena mencionar que según datos estándares del IDEAM esta zona está registrada con un promedio de pH normal de 5.0

Por otra parte, el grado de contaminación orgánica de las aguas determinado por DBO que determina el peso - por volumen de agua - del oxígeno disuelto utilizado en el curso del proceso biológico de degradación de materias orgánicas presenta un valor normal cercano a un 1 mg/litro en aguas no contaminadas

Tabla N° 2 Síntesis de resultados de los análisis físicoquímicos de las aguas del sistema humedal Kirpas

Característica	Valor medio Punto uno	Valor medio punto dos	Valor medio punto tres	Tendencia
pH	6.5	6.4	6.0	Descendente
Turbidez	19.7	20	22.3	Ascendente
Color	4.2	4.5	4.6	Ascendente
OD (mg / l)	2.9	4,1	6,9	Ascendente
DQO (mg O ₂ / l)	110	156,7	286,7	Ascendente
DBO ₅ (mg O ₂ / l)	22	31.3	57.3	Ascendente
Sólidos suspendidos	6.1	6.4	4.8	Variable
Sólidos totales	50.7	53.3	40	Variable

Fuente: Lozada y colaboradores 2002. Punto 1: Acequia de uno de los nacedores. Punto 2: Entrada a un estanque piscícola entre el barrio Kirpas y Pinilla. Punto 3: un brazo del caño Marengo salida del sistema de humedal (Punto 3)

Es así como en el agua analizada el valor de la DBO es ascendente a partir de la acequia de uno de los nacedores (punto uno) con 22 mg de oxígeno/litro de agua en la entrada a uno de los estanques piscícolas (punto dos) asciende a 31.3 mg de oxígeno / litro de agua en tanto que en la salida del sistema de humedales punto tres ya alcanza el guarismo de 57,3 mg de oxígeno por litro evidenciando

una creciente contaminación orgánica a medida que el agua pasa por los predios de Kirpas y Pinilla

Este hecho es corroborado por la demanda química de oxígeno o DQO que indica la materia orgánica total presente en el agua variable que también muestra una tendencia ascendente con los valores 110, 156.7 y 286.7 mg de oxígeno por litro de agua en los puntos uno, dos y tres respectivamente. El rango de valor estándar promedio normal del DQO corresponde 0-20 mg de oxígeno /litro de agua según el IDEAM para la zona de los Llanos en aguas superficiales.

Cabe destacar que en el punto tres donde se encuentra el mayor índice de DQO es donde está instalada una electro bomba y tanque elevado de almacenamiento de agua que surte a la población que habita en esta área, más exactamente en la comunidad de Kirpas.

Aunque estos datos arrojados en estos estudios no son los más completos para una conclusión definitiva de la situación de las aguas del humedal, sí nos permite hacer un acercamiento de la realidad del sistema.

Con base en información primaria pudo determinarse específicamente en el humedal de Kirpas, que la comunidad realiza una serie de actividades antropicas de fácil identificación como la agricultura, piscicultura, porcicultura, tala de árboles para la obtención de leña entre otras. Estas actividades se hacen de una forma insostenible sin ningún tipo de estrategia que compense el impacto. Además los residuos producto del pastoreo (acumulación de heces, materia orgánica) y la lixiviación de residuos químicos de los pesticidas aplicados en los cultivos de índole comercial en la zona, como es el arroz constituyen otros posibles vertimientos depositados directamente en el humedal agravando la contaminación de este.

Ante la ausencia de sistemas de acueducto y alcantarillado gran parte de la poblacion toma el agua de pozos subterranos sujetos a fenomenos de filtracion de humedal en epocas de inundacion o simple permeabilidad del suelo pero, ademas construye pozos septicos (letrinas) como sistema de desague de sus residuos que dadas las especiales condiciones de los niveles freaticos en la zona sus descargas pueden mezclarse con las aguas de los pozos profundos proveedores de agua. Ademas lo que si es seguro es que debido a la ubicacion de las cañerías de las casas estas descargan directamente en el humedal.

Esta situacion podria estarse reflejando en el estado de salud de los habitantes mas susceptibles de la comunidad como son los niños y ancianos que segun la encuesta realizada a los habitantes y consulta realizada en el puesto de salud de la comunidad registran problemas de infecciones gastrointestinales en la mayoria de los casos relacionadas con el medio hidrico. La informacion primaria al respecto asi lo demuestra.

Segun opinion medica calificada el cuadro de enfermedades mas frecuentes en la zona (Tabla 3) esta estrechamente relacionada con las condiciones de saneamiento de la zona. Bacterias como *Salmonella* *E Coli* entero invasiva y el parasito *Trichinella* afectan el sistema intestinal del hombre y por ende se les puede encontrar en las heces fecales humanas por contacto directo con ellas o a traves de agua contaminada. Esta segunda preocupa mucho al galeno del puesto de salud porque opina que el pozo de agua del que se abastece la comunidad para consumo esta a una profundidad no apta y este hecho permite el contacto con las letrinas de las casas y aguas contaminadas del area.

Tabla 3 Enfermedades más frecuentes en la comunidad de Kirpas

ENFERMEDADES
Fiebres Exantemicas
Dengue Clasico
Enfermedades Diarreicas Agudas
Poliparasitismo Intestinal
Amebiasis
Enfermedades Disentencas (Salmonella Trichinella <i>E Coli</i> entero invasiva etc)

Fuente comunicación directa del doctor Mauricio Peña Medico del puesto de Salud De Kirpas 2003

Ante las condiciones físicas, químicas y biológicas actuales del humedal, como de las condiciones de salud de la población humana mostrado hasta ahora se podría anticipar a manera de síntesis que el humedal de Kirpas es un ecosistema altamente intervenido cuyo nivel de contaminación en especial del sistema hídrico es bastante preocupante

1 1 OTRAS OBSERVACIONES GENERALES

Las observaciones directas permiten determinar otros factores de afección al humedal como

- Factores físicos y químicos de deterioro el olor, color y turbidez de las aguas que lo recargan y del mismo humedal. Fenómenos de los que se exceptúa el caño Marengo que como se mencionó anteriormente hace parte del sistema del humedal y actualmente es la única fuente de consumo de agua de la mayor parte de la comunidad

- La ausencia en algunas áreas de factores propios del humedal disminución de espejo de agua de vegetales típicos de este ecosistema y reducción en el número de especies animales acuáticas demuestran que el humedal está en un nivel de degradación y deterioro eminente por las múltiples actividades antropicas realizadas en la zona
- La fragmentación de una vasta zona del humedal causado por fincas ganaderas y construcción de una avenida Los Maracos (Anexo 2 foto No 6) ha roto la continuidad del humedal impidiendo el curso normal de flujo energético dentro del sistema
- La amenaza del avance de actividades urbanizadoras que ponen en peligro la conservación y la posibilidad de restauración del humedal y que carecen además de planes de manejo ambiental para sus aguas residuales las cuales son vertidas directamente al humedal sin previo tratamiento
- La sobrecarga que está recibiendo actualmente el humedal por el vertimiento de aguas residuales y por ende es la que más requiere atención en estos momentos pues sus efectos están repercutiendo en la calidad de vida de los habitantes de la comunidad

1 2 BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

A través de observaciones directas en la zona y aporte de la comunidad de Kirpas en las reuniones concertadas se buscó establecer de manera inicial cuál es la oferta de bienes y servicios de humedal para la comunidad y las múltiples opciones que en el futuro pudiera generar si se restaura y se gestiona de manera adecuada. Los resultados de este diagnóstico se reportan en la tabla No 4

Tabla 4 Valores de uso y de no uso del humedal de Kirpas

VALORES DE USO		VALORES DE NO USO	
Valor de Uso Directo	Valor de Uso Indirecto	Valor de Opción /Cuasiopción	Valor de Existencia
Pesca **	Retencion de nutrientes ***	Posibles usos futuros (directos e indirectos) valor de la informacion en el futuro **	Biodiversidad *
Agricultura **	Control de crecidas / inundacion ***		Cultura *
Leña ***	Proteccion contra tormentas **		Patrimonio *
Recreacion **	Recarga de acuíferos***		Valores de legado *
Transporte	Apoyo a otros ecosistemas **		
Explotacion de flora y fauna silvestre ***	Estabilizacion del microclima ***		
Turba /energia *			
Abastecimiento de agua para consumo humano ***			

Adaptado de Barbier (1989b 1993 1994) y Scodari (1990) Valores asignados producto del analisis por el grupo de trabajo de la cathedra de Ecologia Unillanos (2002) * Bajo** Medio *** Bueno

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde el diagnóstico preliminar los humedales periféricos de la ciudad de Villavicencio se encuentran afectados por procesos de deterioro rápidos originados desde distintas acciones y actividades humanas, entre las que se pueden destacar de manera general 1 El vertimiento a sus principales afluentes de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento, que al alimentar el humedal cambian la calidad del recurso hídrico y con esto la desaparición y agotamiento de su oferta de recursos 2 Los rellenos para el desarrollo urbanístico (Anexo 2, foto 2 3) 3 Actividades antropicas de fácil identificación como la agricultura piscicultura porcicultura tala de árboles para la obtención de leña (anexo 2 foto 4 5) entre otras

En el sector de Kirpas brisas del Ocoa y cercanías del Marco Antonio Pinilla exceptuando el tramo de nacedero, es evidente la amenaza de un problema agudo de saneamiento ambiental que ya se manifiesta en la salud de los miembros de la comunidad al igual que la pérdida total de los atributos bienes y servicios del ecosistema por una sobrecarga de su capacidad de filtración

El análisis de la información existente nos confirma que la problemática del vertimiento de aguas residuales sobre el humedal es el factor más crítico que afecta al humedal y a la comunidad

Se requiere un modelo de manejo sostenible que partiendo de la realidad actual del humedal permitan recuperar y conservar el ecosistema y mejorar la calidad de

vida de la población humana involucrada Este modelo debe incluir una solución inicial para el vertimiento de aguas residuales que se debe adaptar a las características específicas del área

3 JUSTIFICACION

En la ciudad de Villavicencio al igual que en todo el departamento del Meta los humedales constituyen uno de los principales recursos naturales pero el desconocimiento y reconocimiento real de sus potencialidades ha llevado a la comunidad a subestimarlos desaprovecharlos y explotarlos de una forma inadecuada

Los registros previos de datos quimicos fisicos, biologicos del humedal de Kirpas como tambien las observaciones directas del humedal, nos lleva a concluir que el ecosistema esta en un nivel critico, pero que sin embargo sus condiciones basicas aun persisten y pueden ser restauradas

La aplicacion de estrategias ambientales sostenibles para reducir el impacto de la intervencion humana sobre el humedal y del deterioro de este sobre la calidad de vida de la comunidad involucrada de manera directa es una necesidad urgente

Sin embargo antes de plantear las soluciones definitivas es importante dar respuesta algunas preguntas basicas para determinar de manera responsable que hacer

- ¿Realmente cual es la condicion biofisica actual del humedal?
- ¿Cual es la oferta real de bienes y servicios que ofrece el humedal de Kirpas?

- ¿Hay necesidad de tratamiento de aguas residuales además de la depuración natural que hace el humedal de Kirpas?
- Si es necesario ayudar al sistema natural en el proceso de depuración ¿Qué tipo de modelo es el indicado?
- ¿Quiénes son los actores y cómo deben involucrarse en la solución?

Estas preguntas llevan a plantear inicialmente un estudio de diagnóstico con participación de la comunidad que lleve finalmente al diseño y desarrollo de un modelo de manejo que incluya como elemento prioritario una solución para depurar las aguas residuales urbanas de manera previa a su vertimiento en el humedal

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Formular un plan de gestión para el manejo del humedal de Kirpas a partir de la valoración de su función filtradora de aguas residuales urbanas e identificación de posibles alternativas de recuperación, conservación y uso sostenible del sistema.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la capacidad de carga del humedal a partir de la evaluación de sus condiciones biofísicas actuales asociadas al desempeño de la función filtradora del sistema de calidad de agua, dinámica hidrológica, biodiversidad de especies, volúmenes de vertimientos, entre otras.
- Seleccionar los indicadores biológicos, físicos y químicos más pertinentes para evaluar de manera permanente la viabilidad del humedal como sistema de tratamiento secundario de aguas residuales.
- Determinar los actores locales y globales que se deben involucrar en la formulación y desarrollo del modelo de manejo.

- Determinar algunas estrategias de manejo sostenible que a través de un modelo de gestión permitan restaurar y conservar el humedal sin sobrepasar la capacidad de carga del sistema

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEORICO

Desde el análisis propuesto por RAMSAR los humedales son recursos plurifuncionales que suministran productos importantes como pescado, leña fauna y flora silvestre y desempeñan un número elevado de funciones ecológicas que sustentan la actividad económica. Algunos servicios ecológicos recursos biológicos y valores recreativos aportados por los humedales poseen cualidades propias de los que los economistas denominan bien público aun en el caso de que existiera la voluntad de comercializarlos sería prácticamente imposible hacerlo. Por ejemplo si un humedal sustenta una valiosa diversidad biológica todos tienen la posibilidad de beneficiarse de dicho servicio y nadie puede ser excluido del mismo. Tales situaciones hacen que resulte extremadamente difícil cobrar por el servicio ya que es posible beneficiarse de él independientemente de si se paga o no. En esas circunstancias lo más probable es que los servicios de los humedales se infravaloren¹

Cuando está en juego la conversión total de una zona de humedales su infravaloración puede representar un problema grave. El desarrollo del humedal tiende a generar productos comercializables, en cambio el hecho de mantenerlo en su estado natural o de gestionarlo suele redundar en la conservación de los bienes y servicios que no se comercializan.

-
- ¹ Barbier B E Acreman M & Knowler D 1997 Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores www.ramsar.org/lib_val_s_2.htm

Esta dicotomía lleva a menudo a amplios sectores a pensar que el uso más provechoso de los humedales consiste en desarrollarlos (por ejemplo, con vista a la explotación agropecuaria, la creación de criaderos de peces o la construcción de instalaciones comerciales o viviendas). Como tales actividades generan así mismo ingresos públicos, no llama la atención que los decisores respalden también la conversión de humedales para destinarlos a usos comerciales.

Se observa que existen vínculos importantes entre estas actividades (agricultura, piscicultura, vivienda, y otros sectores, sobre todo con la industria manufacturera y la construcción, que pueden emplear los puestos de trabajo que tanto se necesitan en la región desprovista de otras perspectivas industriales). Estos argumentos son convincentes y llevan a los planificadores y decisores de la ciudad a respaldar la conversión de humedales a costa de otros valores de los mismos. En cambio es posible que las funciones ecológicas y los valores recreativos de los humedales naturales, manejados / gestionados que no se comercialicen generen pocos beneficios secundarios y que incluso sustituyan actividades generadoras de puestos de trabajo como es el tratamiento de aguas residuales. Aun cuando este último uso sea más valioso, dado su carácter no comercial y de bien público.

5.1.1 Definición de Componentes Importantes y claves de un humedal

- Los sustratos en los humedales construidos incluyen suelo, arena, grava, roca y materiales orgánicos como el compost, sedimentos y restos de vegetación que se acumulan en el humedal debido a la baja velocidad del agua y a la alta productividad típica de estos sistemas. El sustrato (sedimentos y los restos de vegetación) son importantes por varias razones:
- Soportan a muchos de los organismos vivientes en el humedal.
- La permeabilidad del sustrato afecta el movimiento del agua a través del humedal.

- Muchas transformaciones químicas y biológicas (sobre todo microbianas) tienen lugar dentro del sustrato
- El sustrato proporciona almacenamiento para muchos contaminantes
- La acumulación de restos de vegetación aumenta la cantidad de materia orgánica en el humedal. La materia orgánica da lugar al intercambio de materia, fijación de microorganismos y es una fuente de carbono que es la fuente de energía para algunas de las más importantes reacciones biológicas en el humedal

El mayor beneficio **de las plantas** en los humedales es la transferencia de oxígeno a la zona de la raíz. Su presencia física en el sistema (los tallos, raíces y rizomas) permite la penetración a la tierra o medio de apoyo y transporta el oxígeno de manera más profunda de lo que llegaría naturalmente a través de la sola difusión. Lo más importante en los humedales es que las porciones sumergidas de las hojas y tallos se degradan y se convierten en lo que hemos llamado restos de vegetación, que sirven como sustrato para el crecimiento de la película microbiana fija que es la responsable de gran parte del tratamiento que ocurren los humedales. Las plantas emergentes contribuyen al tratamiento del agua de varias maneras

- Estabilizan el sustrato y limitan la canalización del flujo
- Dan lugar a velocidades de agua bajas y permiten que los materiales suspendidos se depositen
- Toman el carbono, nutrientes y elementos de traza y los incorporan a los tejidos de la planta
- Transfieren gases entre la atmósfera y los sedimentos
- El escape de oxígeno desde las estructuras subsuperficiales de las plantas oxigena otros espacios dentro del sustrato
- El tallo y los sistemas de la raíz dan lugar a sitios para la fijación de microorganismos

- Cuando se mueren y se deterioran dan lugar a restos de vegetación

Una característica fundamental de los humedales es que sus funciones son principalmente reguladas por **los microorganismos** y su metabolismo. Los microorganismos incluyen bacterias, levaduras, hongos y protozoos. La biomasa microbiana consume gran parte del carbono orgánico y muchos nutrientes. La actividad microbiana

- Transforma un gran número de sustancias orgánicas e inorgánicas en sustancias inocuas o insolubles
- Altera las condiciones de potencial redox del sustrato y así afecta la capacidad de proceso del humedal
- Esta involucrada en el reciclaje de nutrientes

La comunidad microbiana de un humedal puede ser afectada por sustancias tóxicas como pesticidas y metales pesados, y debe tenerse cuidado para prevenir que tales sustancias se introduzcan en las cadenas tróficas en concentraciones perjudiciales.

Los humedales proveen un hábitat para una rica diversidad de invertebrados y vertebrados.

Los animales invertebrados como insectos y gusanos contribuyen al proceso de tratamiento fragmentando el detritus consumiendo materia orgánica. Las larvas de muchos insectos son acuáticas y consumen cantidades significativas de materia durante sus fases larvales. Los invertebrados también tienen varios papeles ecológicos; por ejemplo, las ninfas de la libélula son rapaces importantes de larvas de mosquito.

Aunque los invertebrados son los animales más importantes en cuanto a la mejora de la calidad del agua los humedales también atraen a una gran variedad de anfibios tortugas pájaros y mamíferos

Por lo general los humedales presentan poca **profundidad** suelen tener aguas con profundidades inferiores a 60 cm aunque la definición de RAMSAR eleva el rango hasta los 6 m de profundidad en fin esto suele ser un factor determinante y según sea el caso, es decir volúmenes de carga y descarga de los afluentes se debe tener una profundidad mínima adecuada para compensar las pérdidas o ganancia de agua por evapotranspiración o precipitaciones además de un caudal mínimo que mantenga el proceso activo constante

Temperatura, ya que los procesos de depuración son llevados a cabo en gran parte por actividad microbiana la mayoría de las reacciones biológicas inherentes en este proceso requieren de un rango de temperatura específico es por esta razón que se le considera un factor limitante para el proceso natural o artificial de depuración de aguas

Las lagunas y humedales con plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales, se basan en principios ecológicos en donde los afluentes son tratados eficientemente mediante relaciones mutuas coordinadas de flujo de energía y nutrientes entre las plantas acuáticas y los organismos degradadores⁵

Este tipo de tratamiento biológico ha adquirido importancia y se ha considerado como una de las opciones más adecuadas para las ciudades medianas y pequeñas que dispongan de tierras marginales⁶

Shi S & Wang X 1991 The purifying efficiency and mechanism of aquatic plants in ponds

⁶ Lord R D 1982 Uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales Centro de Ecología Humana y Salud Organización Panamericana de Salud

Actualmente en el Reino Unido se encuentra activas mas de mil depuradoras ecologicas de aguas residuales de pequeños nucleos de poblacion (inferior a 2000 habitantes) con minimo mantenimiento y 20 años de vida util calculadas⁷

Las plantas acuaticas han sido utilizadas para el tratamiento de aguas residuales en pantanos naturales o artificiales en donde dichas plantas proliferan considerablemente⁸ El fundamento de este tipo de tratamiento consiste en que los compuestos presentes en el agua son absorbidos e incorporados dentro de la estructura de las plantas acuaticas, logrando eliminar la contaminacion del agua favoreciendo la restauracion de la calidad de la misma⁹

El ecosistema total en areas inundadas con lirio (*Eichornia crassipes*) contribuye al mejoramiento de la calidad de agua especialmente las bacterias asociadas a la raiz ya que se ha observado que con ellas las plantas son capaces de absorber mas nutrientes que por si solas

Ademas, las plantas proveen sombra que impide el crecimiento de algas permitiendo que actue como filtro biologico clarificando y purificando e agua¹⁰

La familia de las Lemnaceas y las Salvinaceas son ampliamente conocidas en la remocion de nutrientes de las aguas contaminadas¹¹

Los pantanos de cipreses de la Florida eliminan el 98% del nitrogeno y el 97% del fosforo que entra en los humedales con las aguas residuales antes de que estas lleguen a las aguas subterranas¹²

⁷ FINDLAY G E 1997 El proceso de CBR y lechos de juncos de Severn Trent Curso de aplicacion de tecnologias blandas a la depuracion de aguas residuales Proyecto de Agua EGEVASA Valencia

⁸ Giersberg R M & Elkins V B 1986 Role of aquatic plants in wastewater treatment by artificial wetlands

⁹ Olguin E 1985 Produccion de alimentos no convencionales para consumo animal En Perspectivas de la biotecnologia en Mexico Quintero R ed Fundacion Barros Sierra y CONACYT

¹⁰ Karpiscak M M & Foster K 1992 Using water hyacinth *Eichornia crassipes* to treat wastewater Arid lands newsletter

¹¹ Culley D D & Epps E A 1973 Use of duckweed for water treatment and animal feed J Hague

Con la asistencia de 20 000 mil personas las 8 000 Ha de pantanos del este de Calcuta un mosaico de canales arbolados, huertos arrozales y estanques piscícolas, transforman a diario un tercio de las aguas residuales de la ciudad y la mayor parte de sus residuos domésticos en 20 toneladas de hortalizas ¹³

La ciudad de Xalapa, México en los últimos años está aplicando el uso de humedales y lagunas con plantas acuáticas para el tratamiento secundario de aguas residuales municipales ¹⁴

El progreso del conocimiento científico de los humedales ha puesto en evidencia unos bienes y servicios más tangibles. Los humedales han sido descritos a la vez como los riñones del medio natural en razón a las funciones que puede desempeñar para el cumplimiento de los ciclos químicos y el mantenimiento de régimen hidrológico también se consideran *supermercados biológicos* dadas las extensas redes alimentarias y la rica diversidad biológica que sustenta (Mitsch y Gosselink 1993) Finalmente se han establecido criterios para su valoración

¹² Humedales www.dumac.org/dumac/habitat/esp/educativo/humedales.htm

¹³ Humedales www.dumac.org/dumac/habitat/esp/educativo/humedales.htm

¹⁴ Humedales www.dumac.org/dumac/habitat/esp/educativo/humedales.htm

Tabla 5 Criterios de valoración de los Humedales⁴

CATEGORIA	VALOR DEL HUMEDAL
FUNCIONES	Recarga de acuíferos Descarga de acuíferos Control de flujo Retención de sedimentos y tóxicos Retención de nutrientes Estabilización de la línea costera Protección contra tormentas Transporte acuático Soporte de cadenas tróficas Hábitat para vida silvestre Recreación activa
PRODUCTOS	Recursos de vida silvestre Pesquerías Recursos forrajeros Recursos agrícolas Fuentes de agua Recursos forestales
ATRIBUTOS	Diversidad biológica Importancia cultural e histórica

La opinión de que los humedales son tierras inservibles que arranca de la ignorancia o apreciaciones erróneas del valor de sus bienes y servicios, ha redundado en su conversión para destinarlos a usos agropecuarios industriales o

⁴ Tomado de Boletín informativo No 9 Instituto Humboldt Nov 1998

residenciales intensivos ha conllevado además a la explotación desmesurada de los atributos biológicos del humedal

Existen experiencias de vertidos de aguas residuales a humedales naturales para aprovechar su efecto depurador sin embargo en muchos casos el aumento de la producción de aguas residuales ha provocado sobresaturación de la capacidad filtradora del ecosistema lo que conduce a un deterioro del mismo

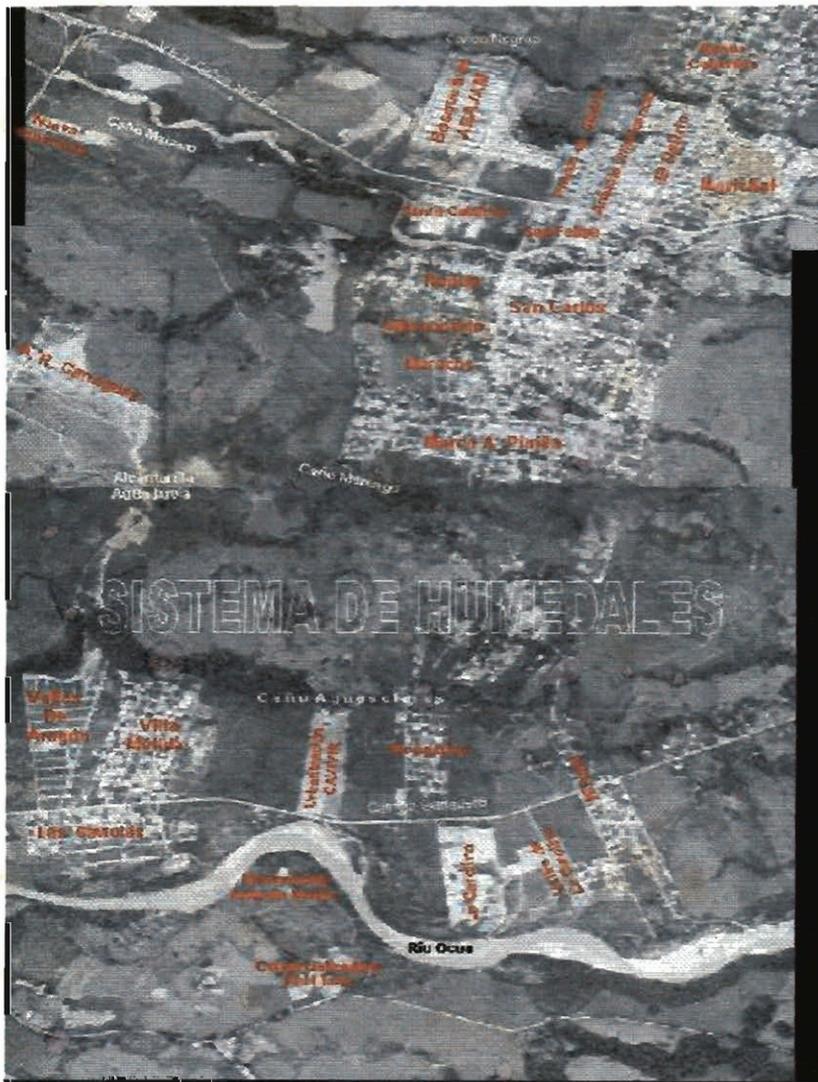
A esto se le suma la acción directa sobre la tierra tales como la realización de obras de ingeniería fluvial que han desviado aguas de estos ecosistemas por considerar que allí se desperdicia o en el mejor de los casos que tienen menos valor que si se le emplea para el riego de los arrozales o también son apetecidos por constructores inescrupulosos que se dedican a drenar rellenar y edificar en ellos (Anexo 2, foto 1)

Lamentablemente las aspiraciones individuales de los agricultores o constructoras han estado respaldadas por políticas y subvenciones gubernamentales

Algunas organizaciones continúan interesadas por los humedales únicamente como posible fuente de tierra para alimentar a una población más numerosa lo que normalmente exige alterar el sistema natural

5.2 MARCO GEOGRÁFICO

5.2.1 Ubicación Geográfica



El área de estudio se encuentra ubicada a 6 Km. al sur oriente del centro fundacional del municipio de Villavicencio, en la parte superior del cinturón marginal del Piedemonte llanero.

5.2.2 Delimitación Específica



La zona total del humedal comprende las tres subáreas encerradas por los tres tipos de cuadrantes:

 : Área de cultivo de arroz.

 : Área de menor intervención y ubicación de nacederos.

 : Área de mayor ocupación e intervención antrópica:

Azul: Zona de fincas minifundista y de recreación con servicio al público

Amarillo: Barrio Kirpas y parte del Marco Antonio Pinilla. Zona de mayor ocupación

Fucsia: Área con menos ocupación, existe una fábrica de jabón y taller de mecánica, además de una finca ganadera con formaciones lagunares de interés ecológico.

El area de mayor interes en este estudio esta representada por la zona de mayor intervencion antropica sin embargo es necesario el analisis de toda el area vinculada debido a las repercusiones que inciden tomar una decision en un sistema secuencial complejo como es un humedal independiente de las fragmentaciones y otros problemas que esten presente

5 3 REFERENTES LEGALES PARA LA PROTECCION DE HUMEDALES

5 3 1 Referentes globales

- **Bienes de uso publico y bienes fiscales** La clasificacion de los bienes del estado entre bienes de uso publico y bienes fiscales provienen del codigo civil adoptado para regir en Colombia por la ley 57 de 1887

De conformidad con los articulos 674 y siguientes del citado codigo si el dominio de los bienes pertenece a la Republica y ademas su uso pertenece a todos los habitantes de un territorio como el de calles plazas o caminos es decir bienes de uso publico o bienes publicos del territorio Respecto de los rios y todas las aguas que corren por cauces naturales el mencionado codigo especifica que son de uso publico en los respectivos territorios con la sola excepcion de las vertientes que nacen y mueren dentro de una misma heredad las cuales pertenecen a los dueños de las riberas

La constitucion de 1991 al asumir el tratamiento basico de los bienes de uso publico determino que ellos, como tambien los parques naturales las tierras comunales de grupos etnicos, la tierra de resguardo el patrimonio arqueologico de la nacion y los demas bienes que determine la ley son inalienables imprescriptibles e inembargables (art 63) y que el territorio con los bienes publicos que de el forman parte pertenecen a la nacion (art 102)

Como consecuencia de las notas que lo caracterizan y sirven para distinguirlos de los bienes fiscales y de los de propiedad particular los bienes de uso publico no pueden ser adquiridos con fundamentos en la posesion hecho que por ende carece de aptitud para generar declaracion judicial de pertenencia a favor de terceros la imposibilidad en este sentido denota de su condicion de imprescriptibilidad lo cual convierte a los terceros en meros ocupantes sin derecho legitimo alguno ni siquiera al reconocimiento de mejoras tal como lo sostuvo esta sala en reciente oportunidad (consulta N 584 de 1994)

Dichos bienes pueden ser objeto de uso legitimo por los habitantes del territorio del estado, pero en ningun caso de apropiacion

- **Naturaleza de los humedales** Aunque definidos simplemente como terrenos humedos” por el diccionario de la lengua española lo cierto que los humedales son un recurso ambiental con incidencia biologica cientifica recreacional y paisajistica Al estar destinados como componentes naturales al cumplimiento de una funcion reguladora del medio ambiente los humedales de propiedad de la Republica se consideran como bienes de uso publico Y aunque dichos humedales pueden existir tambien en terrenos de propiedad privada siempre les es inherente una funcion social y ecologica segun el mandato contenido en el articulo 58 de la Constitucion Politica Por eso en caso de conflicto el interes privado debera ceder al interes publico o social
- **La referencia a derechos adquiridos** Mientras los humedales sean bienes de uso publico respecto de ellos no pueden existir derechos adquiridos En todos estos casos, faltara el justo titulo y sera siempre ilegal – con causal de nulidad absoluta por objeto ilicito – la celebracion de contrato alguno que implique enajenacion loteo parcelacion o segregacion de los mismos Respecto de los procesos de desecamiento que se presenten en los humedales por accion de particulares ningun de hecho podra surgir a partir de

estos por cuanto al procedimiento es ilegal. Si el mismo proceso se presenta por medios naturales que encuentra su causa en el fenómeno de la accesión del suelo (Código Civil Art 719 y siguientes) el bien de uso público que se convertirá en bien fiscal será siempre de propiedad de la nación.

- **Instrumentos jurídicos para la restitución o la defensa de bienes de uso público** Para esto existe una acción policiva mediante la cual la administración municipal sin necesidad de acudir ante los jueces puede utilizar el procedimiento administrativo que disponga el desalojo. **Es la acción restitutoria** que el decreto- ley 13 55 de 1950 o Código Nacional de Policía consagra.

Para la defensa de los elementos constitutivos del espacio público y del medio ambiente el Art 8 de la ley 9 de 1989 (ley de reforma urbana) remite a la acción popular prevista en el artículo 1005 del Código Civil la cual deberá ejercerse ante el juez civil competente que tratándose de la preservación del ambiente rural y manejo de los recursos naturales renovables de carácter agrario son los jueces agrarios (decreto-Ley 2303 de 1989 parágrafo del Art 2)

Sin embargo tan pronto sea objeto de regulación por la ley **las acciones populares** para la protección de derechos e intereses colectivos, entre ellos el ambiente, tendrán su fundamento en el Art 88 de la nueva Constitución.

Otro jurídico que es viable utilizar para velar por el cumplimiento oportuno y eficaz de los fines naturales que corresponden a los humedales es la declaratoria de **reserva ecológica o ambiental** que tiene por objeto la restricción del uso a particulares de una porción determinada o la totalidad de un recurso natural renovable ya sea de propiedad pública o privada. A dicha medida protectora se refiere el decreto- ley 2811 de 1974 o Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente Art 47. Por su parte, la ley 99 de

1993 que crea el ministerio del Medio Ambiente y organiza el sistema Nacional Ambiental confiere atribuciones especiales a los municipios y los distritos para los efectos previstos en sus artículos 65 numerales 1 6 y 7 relacionados con la elaboración de planes y programas ambientales el control y vigilancia del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y la ejecución de obras y proyectos de descontaminación de corrientes y depósitos de agua

- **Instrumentos jurídicos que la entidad pública puede utilizar con respecto a los bienes privados** Además obviamente de la posibilidad de proceder a la adquisición de muebles por medio del contrato de compra-venta que regule el código civil y que contempla el estatuto general de la administración pública (ley 80 de 1993 Art 24 numeral 1 letra e) las entidades estatales pueden específicamente adquirir bienes de propiedad privada que se requieran para defensa de recursos naturales con fines tales como la construcción rehabilitación o ampliación de distritos de riego la instalación y mejoramiento de cuencas hidráulicas la preservación y control de la contaminación de las aguas y la conservación y el mejoramiento de suelos en áreas críticas (Códigos Nacional de Recursos Naturales Art 69)

5 3 2 Referentes locales

- **Elementos del pot de la ciudad de Villavicencio, relacionado con el manejo de los humedales**

Capítulo 1 Del componente general De los Objetivos Estrategias y Políticas de Largo y Mediano Plazo

Art 16 Políticas de Largo Plazo para la Ocupación del Suelo

Controlar la expansión urbana dentro de los límites naturales de la ciudad determinados por los Cerros Occidentales el Río Guatiquia al Norte, y el Río Ocoa y el Complejo Agroindustrial de Catama al Sur - este

Limitar la expansión urbana sobre la vertiente de la cordillera a una cota máxima variable para cada área Morfológica homogénea, en forma tal que se garantice la protección del ecosistema estratégico para la producción de agua y la defensa del paisaje

Art 17 Políticas de Largo Plazo para el Aprovechamiento del Suelo

2 Solucionar los conflictos por uso inapropiado a favor de la conservación de los recursos naturales y la protección de la producción agropecuaria y los usos forestales

3 Excluir de la explotación económica las zonas de vegetación protectora y los bosques naturales en cumplimiento de las normas de protección de los recursos naturales establecidos en la Ley 265 de 1988

5 Condicionar los usos y el aprovechamiento de los suelos en áreas suburbanas a la protección de los elementos naturales y la preservación de las aptitudes de producción agropecuaria y forestal

Art 18 Políticas de Largo Plazo para el Manejo del Suelo

4 Restablecer el adecuado equilibrio entre la explotación de los recursos naturales y la conservación de la estructura físico - biótica de las cuencas subcuencas y micro cuencas hidrográficas

Art 24 Políticas de Mediano Plazo para el Suelo Rural

4 Contribuir a la recuperación y conservación de las Áreas Naturales Protegidas (paramos subparamos parques y reservas nacionales y regionales bosques

rios humedales) propiciando su preservación activa como áreas compatibles con las actividades de recreación y de investigación de las riquezas naturales

Art 30 Suelo Suburbano

Al interior del suelo rural se establece la categoría de suelo suburbano constituido por aquellas áreas en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso de intensidad y de densidad garantizando el auto abastecimiento en servicios públicos domiciliarios de conformidad con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y en la Ley 142 de 1994

Art 33 Suelo de Protección

Esta constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases que presenta restricciones de utilización bien sea por sus características geotécnicas por requerirse para la localización de infraestructura de servicios públicos o por sus valores ambientales naturales o paisajísticos convenientes de preservar Incluye entre otras áreas forestales parques ecológicos área de nacimiento retiros de quebradas y otras fuentes de agua así como las áreas de amenaza y riesgo no mitigable por fenómenos naturales o tecnológicos para la localización de asentamientos humanos tiene restringida la posibilidad de urbanizarse (Plano No 2 Sistema de Soporte Ambiental del Municipio y Plano No 5 Sistema de Soporte Ambiental Urbano)

Art 32

2 Áreas o ecosistemas estratégicos para la conservación del recurso hídrico

2.1 Las zonas de infiltración para recarga de acuíferos que son aquellos suelos que permiten la infiltración circulación o tránsito de aguas entre la superficie y el subsuelo

En general la cobertura vegetal del bosque sustentada sobre areniscas rocas fracturadas o suelos formados sobre movimientos en masa son areas potenciales de recarga al igual que los aluviones de grandes valles

2.2 En las areas rural y suburbana de conformidad con la Resolucion 687 de 1998 de la Corporacion Autonoma Regional de la Orinoquia CORPORINOQUIA una faja no inferior a cincuenta metros (50 00 m) de ancho paralela a las lineas de inundacion maxima a cada lado de los cauces de los rios quebradas y arroyos sean permanentes o no, y alrededor de los lagos humedales y otros depositos o corrientes de agua, naturales o artificiales con excepcion de las rondas hidraulicas de los rios Ocoa y Guatiquia

Art 35 Objetivos del Sistema de Areas Naturales Protegidas

Los objetivos del Sistema de Areas Naturales Protegidas del Municipio son

- 1 Preservar muestras representativas y valores singulares del patrimonio natural y paisajistico
- 2 Restaurar los ecosistemas que brindan servicios ambientales vitales para el desarrollo sostenible
- 3 Garantizar el libre acceso y disfrute colectivo del patrimonio natural y paisajistico
- 4 Implementar un regimen de usos que permitan la apropiacion publica sostenible como estrategia de educacion ambiental de responsabilidades para su conservacion

Art 37 Identificación y Caracterización de las Areas de Especial Importancia Ecológica o de las Areas de Interés Ambiental

Areas de conservación y proteccion de recursos naturales paisajisticos geograficos y ambientales como las rondas hidricas zonas erosionadas zonas de deslizamiento humedales lagos y lagunas paramos zonas de inundacion etc

6 METODOLOGIA

Para lograr los **objetivos específicos** se plantean como acciones a desarrollar una primera etapa de investigación diagnóstica que permita *determinar* la condición real del humedal los indicadores de seguimiento de su calidad ecológica y los actores que se deben involucrar en su gestión. En una segunda etapa formular un plan de gestión que debe incluir de manera concreta una solución al problema de los vertimientos de aguas residuales de manera directa

6.1 EVALUACION DE LAS CONDICIONES FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL HUMEDAD

Para determinar el valor ecológico del humedal a través de su función filtradora, debemos tener en consideración que dicha función no se encuentra aislada de los otros atributos del ecosistema y que en su valoración irá implícitos o inmersos otros componentes que directa o indirectamente participan en la función filtradora del sistema

Los elementos a evaluar son los siguientes

Calidad del agua. Se tendrá en cuenta los parámetros químicos establecidos por Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo según decreto 1594 artículo 39 que dice: Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico está determinado por la presencia y medición de los siguientes elementos: Amoníaco, Arsénico, Bario, Cadmio,

Cianuro Cinc Cloruros Cobre, color Compuestos fenolicos Cromo, Difenil policlorados Mercurio Nitrato Nitritos, pH Plata Plomo Selenio Sulfatos Tensoactivos Turbiedad Coliformes Totales

- Evaluacion de las condiciones de substratos, sedimentos y restos de vegetacion del humedal La evaluacion se hara realizando apiques (excavaciones) para hacer un levantamiento de una columna estratificada y clasificar los estratos presentes y determinar granulometria composicion quimica, textura porosidad permeabilidad

Respecto a los sedimentos por lo general los humedales no acostumbran a presentar sedimentacion en el fondo cuando esta en optimas condiciones su funcion filtradora por lo cual muestras del fondo del humedal seria un indicador de su situacion actual Se haran varias tomas de muestras del fondo en diferentes puntos del humedal y se realizaran algunas pruebas bacterianas en el para determinar su condicion

La acumulacion abundante de residuos vegetales es un factor a determinar e indirectamente se puede medir a traves de la presencia del material vivo sobre el humedal si hay abundante proliferacion superficial de algas y macrofitas que al morir van al fondo, Esto podria darnos los datos suficientes para concluir que la relacion fosforo - nitrogeno del agua del humedal esta muy alto y que se debe a un aumento de nutrientes en el

- Caracterizacion y determinacion de la densidad de especies vegetales asociadas directamente al sistema acuifero, especialmente de aquellas cuya fisiologia ejercen un papel determinante en la depuracion de aguas Macrofitas flotante (jacinto de agua) (lenteja de agua) macrofito emergente (helofitos)

Se trazara enmarcamientos sobre zonas de espejo de agua del humedal de tres metros cuadrados y se tomara muestras con una red sobre el agua para las especies flotantes y para las sumergida se extraeran manualmente haciendo una clasificacion y determinacion del numero de especies o familias por cada tres metros cuadrados y asi evaluar densidad versus biodiversidad en el humedal

➤ Determinacion de poblacion microbiana

Se toman tres muestras por cada punto de muestreo y se preserva segun el protocolo del laboratorio a asumir los analisis. Los valores resultantes se promedian y si es posible se tomara en varias estaciones climaticas determinandose a traves de diferentes medios de cultivos los tipos de bacterias que se hayan presentes analizando la conversion de los reactivos (componentes del medio de cultivo) en alcoholes acidos presencia de precipitacion entre otros que nos indique el tipo de bacterias y la abundancia de estas a traves del NMP

➤ Caracterizacion de animales involucrados en el proceso natural de depuracion

Se hara enfasis en la captura de invertebrados pues estos son los mas relacionados con la funcion filtradora del humedal. Se ubicaran trampas a ras de tierra para capturas de insectos rastreros y trampas aereas o en las ramas de arboles para captura de insectos voladores que se estaran revisando cada dos dias durante dos semanas proceso que se repetira en las estaciones climaticas si es posible

Dentro del espejo de agua se tomara muestras superficiales y muestras de fondo con lodo para determinar los tipos de insectos incluyendo fases de metamorfosis. Si el presupuesto lo permite este muestreo deberia realizarse en diferentes estaciones climaticas para obtener mayores resultados

Se hará una clasificación hasta familia para algunos especímenes y otras hasta especies se tendrá en cuenta el número de ellas por área para posterior análisis como indicadores de la evolución del humedal

➤ **Evaluación del volumen de vertimientos**

Se determinará en la medida que sea posible el volumen total o aproximado de los vertimientos de aguas residuales haciendo la diferencia de acuerdo al origen de las aguas doméstica, porcicultura, talleres, fábrica de jabones, entre otros.

Se determinará la composición química (Sólidos, materia orgánica, nutrientes, patógenos, químicos, contaminantes, metales, aceite y grasas) antes de ser vertidas en el humedal. Las muestras (2) se tomarán directamente del productor o generador del vertimiento antes de llegar al humedal.

6.2 SELECCIÓN DE INDICADORES

Para lograr el segundo objetivo específico, los resultados precedentes nos darán la pauta, ya que a través de ellos se obtiene la información para poder seleccionar los indicadores más pertinentes.

- **Criterios de selección**

- Que sus valores sean de fácil manejo e interpretación
- Que ya existan valores predeterminados
- Que evidencien la intensidad y naturaleza de las presiones humanas
- Que manifiesten la condición general en donde se encuentre o apliquen

Estos indicadores se utilizaran para hacer el analisis final de la condicion de humedal como depurador de aguas residuales. Sus datos se graficaran o expondran en tablas comparativas

6 2 1 Indicadores Biológicos

Despues de tener la informacion producto de la caracterizacion en el objetivo anterior se seleccionaran los indicadores segun los criterios ya mencionados y debido a su condicion de organismos vivos se debe tener en cuenta otro criterio consistente en determinar los limites de tolerancia que estos posean que segun la especie podria determinarse experimentalmente a traves de exponer a la especie a una sustancia o a una mezcla de ellas mediante ensayos de toxicidad, o el ginecologico que se basa simplemente en la observacion y analisis de las caracteristicas ambientales de los sitios en los cuales se detecta con mas frecuencia poblaciones de organismos de cierta especie

6 2 2 Indicadores Fisicos

- **Permeabilidad o porosidad del sistema**

Evaluar las condiciones de porosidad del humedal permite predecir si el subsuelo o aguas subterranas se contaminan con aguas residuales

Se elaboraran cuatro apiques en puntos estrategicos teniendo en cuenta pendientes planicie en general segun la topografia del area y se determinara la composicion del suelo que nos permitira predecir la permeabilidad del terreno

- **Profundidad**

Por lo general los humedales presentan poca profundidad suelen tener aguas con profundidades inferiores a 60 cm. Por ende la determinacion de la profundidad se hara manualmente se subdividira el area total (solo donde hay espejo de agua o

hay caída permanente de aguas residuales) en subareas y se definiran distintos puntos de muestreos de acuerdo a la extension del terreno. Se tomara medidas de profundidad en el borde y en el centro del area promediando la profundidad final en cada punto de muestreo.

- **Temperatura**

Las tomas se realizaran en varios puntos de muestreos directamente en el agua y a diferentes profundidades y en lo posible obtener datos en distintas estaciones climaticas.

6.2.3 Indicadores Quimicos

- **Demanda quimica de oxigeno en el agua superficial (DQO) Y Demanda bioquimica de oxigeno (DBO)**
- **Déficit de oxigeno en el Agua Superficial**
- **Turbidez del Agua Superficial**

Para la determinacion de estos indicadores se procedera a tomar tres muestras en cada punto de muestreo y se hara un promedio con los valores finales (estos puntos de muestreo deben ser claves para el analisis. Se plantea tomar en nacaderos en areas fuertemente urbanizadas en areas despejadas y en general que abarque un trayecto importante del humedal). La toma de muestras para evaluar todos estos indicadores en diferentes ciclos hidrológicos es crucial para evidenciar el comportamiento del humedal con respecto a su funcion depuradora durante las estaciones.

Las muestras se tomara y preservara de acuerdo a las sugerencias del laboratorio a analizar las muestras.

Los resultados se presentaran en tablas comparativas para los diferentes puntos de muestreo y en graficas teniendo en cuenta los ciclos hidrológicos.

6 3 DEFINICION Y PARTICIPACION DE ACTORES

Una vez definida la condicion de los aspectos biofisicos relacionados con la condicion del humedal, se deben definir e involucrar los grupos humanos segun los distintos origenes, intereses y funciones que se relacionan con el humedal

Para este estudio se diferenciarian inicialmente tres grandes grupos de actores que podrian dividirse en muchos otros subgrupos con intereses de uso y capacidades distintas. Aqui se mencionara de forma general

- Usuanos locales simples habitantes agricultores, pastores comerciantes locales y artesanos, propietarios organizaciones locales
- Regionales y nacionales usuanos indirectos, politicos funcionarios gubernamentales, grupos ambientalistas,
- Organizaciones Internacionales

En el marco de la cooperacion al desarrollo de un modelo debe decidirse con que frecuencia existen conflictos de intereses entre diferentes grupos o dentro de ellos. Los conflictos surgen a causa del interes que tienen varios en una misma utilidad que brinda el humedal o bien por competencia entre distintas formas de uso como se muestra en la tabla 6

Para plantear cualquier proyecto sobre todo aquellos de tipo ambiental es esencial tener apoyo local e institucional

Las entidades ambientales locales deben involucrarse en el proceso de gestion a traves de apoyo legal ambiental y de credibilidad a la posibilidad o viabilidad del proyecto asesorias a la comunidad y entidades que pretendan apoyar logisticamente el proceso

Tabla 6 Intereses predominantes de los diferentes grupos meta con relacion a las distintas funciones que cumple el Humedal

Funcion del Humedal	Grupos de usuarios		
	Locales	Regionales y nacionales	Comunidad Global
Abastecimiento de agua	+	+	+
Agricultura (introduccion de cultivos)	+	-	-
Pesca	+	-	-
Recreacion	+/-	-	-
Leña			
- comercializacion	+/-	+	-
- subsistencia	+	-	-
Proteccion del suelo del clima del agua y contra emisiones	+/-	+	-
Proteccion de la fauna y la flora	-	+/-	+
Fijacion de CO2	-	-	+

+ gran interes poco interes

Tomado de Importancia del manejo del Bosque Secundario en la Politca del Desarrollo 2000 Eschborn

Modificado por el grupo de trabajo del proyecto segun las propiedades del humedal

Respecto al papel del gobierno, se debe transformar de prestador de servicio a facilitador de alternativas que permitan a la comunidad participar activamente en el control y depuracion de sus aguas residuales como en el manejo general restauracion y conservacion del humedal

El manejo adecuado de las aguas residuales es un requisito previo para hacer posible el desarrollo socioeconómico. Así, se pueden crear las oportunidades de dar respuesta al problema. Por ejemplo, la expansión del sector turismo /desarrollo hotelero, el desarrollo de la acuicultura, la expansión urbana planificada y el desarrollo industrial que requiere agua limpia y fresca como la industria procesadora de alimentos y las cervecerías son todos casos que ofrecen oportunidades para plantear el manejo de las aguas residuales. Los interesados debieran estar involucrados en la definición de políticas, y el desarrollo socioeconómico (planeado), debería estar ligado con la planeación y la inversión para el manejo de aguas residuales.

También se puede apelar a los interesados para que paguen su parte de la inversión y los costos de operación.

Es así como a partir de estas ideas se plantea un **Diseño Metodológico** para llevar a cabo el diagnóstico del humedal, planteamiento de alternativas y estrategias en la comunidad de Kirpas como el grupo meta con mayores intereses involucrados. Es un ciclo de cinco etapas:

- **Consultar, Informar, Analizar y Organizar**

Consultar Dialogar con la comunidad acerca de la situación del humedal a nivel de contaminación y explotación de sus atributos y participarles la invitación a hacer parte del grupo de diagnóstico sobre su condición actual y su papel en la depuración de aguas residuales.

Informar Comunicarle a la comunidad sobre los resultados de los estudios en el humedal, exponerles las alternativas posibles propuestas por el grupo de estudio para darle solución a la problemática, haciendo énfasis en una técnica económica que favorezca el prevailecimiento, recuperación y aprovechamiento del humedal.

de una forma sostenible y permitirles que planteen sus propias alternativas al respecto. Discutir ventajas y desventajas de las alternativas en especial acerca de tratamientos ecológicos para el caso de los vertederos de aguas residuales en el humedal.

Analizar Evaluar las charlas desarrolladas en la comunidad, elaborar una conclusión sobre las alternativas propuestas por el grupo de estudio y las de la comunidad y presentar un informe con las medidas a desarrollar a partir de esa etapa.

Organizar Definido los puntos críticos del humedal y las alternativas a desarrollar, organizar a la comunidad, grupo de estudio e instituciones involucradas en el plan de desarrollo, siguiendo la tabla de intereses para trabajar en subgrupos teniendo en cuenta los objetivos de acuerdo al interés del grupo sobre el atributo o función del humedal.

El tratamiento de aguas residuales, incluso cuando es ecológico, está sujeto al rechazo, es tradicionalmente visto como problemático para algunas personas. Debido a esto, los problemas socio-políticos y culturales son igualmente importantes como el criterio técnico o físico al tratar con los medios de tratamientos de aguas residuales. De ahí la importancia de ir haciendo acercamientos a la zona y realizar con la misma comunidad un reconocimiento de la problemática o diagnóstico de la situación de vertederos y manejo de las aguas residuales del área antes de plantear la alternativa ecológica del tratamiento de aguas residuales. Proceso que ya se ha iniciado con la comunidad a través de los líderes de la comunidad (Anexo 2, fotos 7, 8, 9).

Las acciones que pueden ser usadas para fortalecer la gestión de los actores en el desarrollo del modelo producto y su implementación a través de un plan pueden ser:

- Desarrollo de habilidades y actitudes de los grupos locales
- Revisión conjunta y participativa de marcos administrativos reguladores y legales con la participación de las partes interesadas los maestros y los consultores y la puesta en práctica de los cambios propuestos
- Identificación de redes dedicadas a la difusión del conocimiento genérico y también al sistema local de conocimientos
- Construcción de bases de datos y canales de información sobre el manejo del humedal
- Programas educativos que permitan la concientización de la situación del humedal
- Búsqueda de apoyo técnico sobre asuntos de manejo del humedal

La educación de la población es importante al igual que la concientización de que es un proyecto para compensar los impactos a través de las oportunidades de empleo reforzadas en construcción o mantenimiento del sistema. Es por esto que se debe detallar el proyecto y todos sus aspectos de una forma práctica y de fácil manejo para la población de acuerdo a su nivel educativo para que puedan participar en las discusiones generadas en los talleres lo apropien y se involucren.

Respecto a los programas educativos. En ellos debe hacerse énfasis en la evaluación y realización de oportunidades para prevenir la contaminación. Deberían ser los primeros pasos dados al decidir y tomar decisiones acerca de opciones técnicas. Términos usados para describir la prevención de la contaminación incluyen la tecnología de bajo desperdicio, producción más limpia, prevención de desperdicio, emisiones, y reducción al mínimo del desperdicio. El éxito de los programas de manejo de aguas residuales depende de la generación de una conciencia pública mediante la información, la educación y la comunicación.

La capacitacion no debe limitarse solo al entrenamiento y pencias de actividades a desempeñar en el desarrollo mantenimiento y control del humedal, sino que ademas de habilidades y destrezas se debe inculcar y formar en valores y actitudes de manera que el individuo tenga la posibilidad de un crecimiento integral al agregar a su actuacion una actitud de respeto y consideracion por los recursos naturales de su region

6 4 SELECCION Y FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE MANEJO

De manera concertada con los distintos actores se determinan los programas y proyectos que garanticen la recuperacion del humedal como sistema secundario de depuracion de aguas residuales permitiendo la restauracion conservacion y uso sostenible de sus bienes y servicios ambientales y con ello mejorar la calidad de vida de la comunidad y de su entomo

7 CRONOGRAMA

Procesos	MES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
Toma de muestras de agua y suelo para evaluación de condición físico química y biológica del humedal																
Caracterización de especies en el área																
Determinación de los posibles indicadores																
Evaluación de la condición del humedal a través de los indicadores determinados																
Proceso de Gestión																
Análisis de Datos Diagnóstico, Definición de programas																
Entrega de informe final																

8 PRESUPUESTO

FASE	ACTIVIDADES	COMPONENTES	COSTOS
I Adquisición de la Información	Recopilación de la información existente visita de campo encuestas	papelera Horas de computador obtención de mapas	\$ 400 000
II Trabajo de Campo	Toma de muestra de suelo y agua caracterización vegetal y animal toma de fotografía del área del proyecto Proceso de gestión	Alquiler de instrumentos y herramientas Papelera Material didáctico	\$ 4 000 000
III Trabajo de laboratorio	Análisis de muestras	Valoración por espectrofotometría Reactivos químicos Turbímetros peachímetros entre otros	\$ 3 000 000
IV Trabajo de Oficina	Evaluación de datos Diseño de modelo Informe preliminar	Papelera digitación	\$ 1 000 000
	RECURSO HUMANO (Sueldo total de acuerdo a la actividad por desarrollar por el profesional durante la duración del proyecto)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing Civil Esp en Medio Ambiente ▪ Administrador Financiero Esp en Gestión Ambiental ▪ Biólogo Esp en Gestión Ambiental ▪ Licenciada Esp en Gestión Ambiental ▪ Asistentes y Colaboradores (2) 	\$ 7 000 000 \$ 5 000 000 \$ 9 000 000 \$ 6 000 000 \$ 4 000 000
	VIÁTICOS Y TRANSPORTE		\$ 2 000 000
	IMPREVISTOS		\$ 400 000
TOTAL			\$39 800 000

GLOSARIO

ANTROPICA Producido por el hombre hace referencia a todo hecho o actividad realizada por el hombre

ATIPICOS Sucesos o hechos que no son muy comunes en el ciclo hidrológico corresponden a lluvias que eventualmente ocurren o que su periodo de retorno es demasiado largo

CAPACIDAD DE CARGA Es la capacidad que tiene un ecosistema en particular para tolerar ciertas actividades ya sean isotrópicas o antropicas en el caso de los humedales con respecto a las aguas residuales Es la capacidad de tolerar un nivel de aguas residuales sin afectar sus componentes (biológicos químicos y físicos)

DBO Demanda Bioquímica de Oxígeno determina el peso por volumen de agua del oxígeno disuelto utilizado en el curso del proceso biológico de degradación de materias orgánicas Su valor normal es cercano a un mg/ l en aguas no contaminadas

DEPURACION Operación para eliminar o transformar los elementos perjudiciales para la salud humana de las aguas residuales el aire etc con el fin de convertirlos en saludables

DQO Demanda Quimica de Oxigeno es el oxigeno disuelto en el agua producto de las oxidaciones de compuestos organicos e inorganicos Indica la materia organica total presente en el agua Se mide en unidades de mg de oxigeno por litro de agua El rango de valor estandar promedio normal del DQO corresponde 0-20 mg de oxigeno /litro de agua

ESTENOICAS Organismos cuya existencia, abundancia y distribucion esta determinada por el hecho en que los niveles de uno o mas factores quimicos se mantienen en un rango estrecho de tolerancia de la especie Ej algunas Bacterias solo sobreviven entre un rango de 22 a 30°C

FIEBRE EXANTEMICA Es la fiebre que se presenta con erupcion cutanea como la que se produce en enfermedades infecciosas infantiles Ejemplo, varicela rubeola entre otras

ESPECIES FORANEAS Son aquellas que no son originarias del lugar donde actualmente se encuentran Especies que migran hacia un ecosistema o que se introducen al mismo de modo accidental o deliberadamente por parte de seres humanos Algunas de estas especies son beneficas, mientras que otras pueden llegar a prevalecer y eliminar a muchas especies nativas

HABITAT Lugar que posee un conjunto de condiciones geofisicas donde puede vivir un organismo o una poblacion de organismos y desarrollar su ciclo biologico

LIXIVIACION Proceso en el que diversas sustancias de las capas superiores del suelo son disueltas y arrastradas hacia las capas inferiores y en algunos casos hasta el agua subterranea

MACROFITAS Plantas acuaticas las cuales bajo la influencia de la luz solar elaboran su propia materia organica a partir del CO₂ y de los elementos minerales del agua Son consumidos directamente por pocas especies de peces pero sus

restos organicos sirven de alimento a la mayoria de las especies de invertebrados bentonicos o macrobentos para muchas de las cuales son su sustrato habitual
Ejemplo el Jacinto de agua

MARISMAS Terreno bajo y pantanoso que inundan las aguas del mar con vegetacion de manglares que contienen el flujo de las aguas estuancas y de marea atrapan el lodo permitiendo que se acumule y constituyen bancos de cieno

MIP Manejo Integral de Plagas Uso combinado de metodos biologicos quimicos y agricolas con la secuencia y tiempo adecuados, para mantener el tamaño de la poblacion de una plaga por debajo del tamaño que causa perdidas economicamente inaceptables de un cultivo de un ganado o de animales de granja

NMP Metodo de determinacion de densidad bacteriana Se realiza a traves de siembra de bacterias en medios de cultivos y luego de un tiempo de incubacion se determina el numero de colonias en cada medio y utilizando una tabla de valores predeterminada se especifica el numero consistente en la siembra

PLANCTON Conjunto de pequeños organismos vegetales (fitoplancton) y animales (zooplancton) marinos y dulce acuicola que van a la deriva o que flotan en la superficie del agua

RESILIENCIA Es la capacidad que tiene un sistema vivo para restituirse a si mismo a su condicion original despues de estar expuesto a perturbacion externa que no resulte demasiado ngurosa

SOLIDOS SUSPENDIDOS Son todas aquellas partículas que por poseer una densidad equivalente a la del agua no se decantan sino que permanecen en estado flotante

TIPICOS Sucesos o hechos que son comunes en el ciclo hidrológico corresponden a lluvias que ocurren con frecuencia o que su periodo de retorno es corto

TROFICOS Niveles donde se ubican los organismos vivos, de acuerdo a su capacidad de transferencia de energía más allá de la fuente energética original (por ejemplo la luz solar) que ingresa en un ecosistema. Así todos los productores pertenecen al primer nivel trófico y todos los herbívoros al segundo nivel trófico de una cadena o de una red alimentaria

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Ñ A 1998 Humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales [http //www geocities com/sociedadpga/publicaciones/anoInro1/humedales_tratamiento_aguas htm](http://www.geocities.com/sociedadpga/publicaciones/anoInro1/humedales_tratamiento_aguas.htm)
- Baquero Jorge 1996 Estudio de una fuente con Alto riesgo de Contaminacion con Lixiviados Fundacion Universidad Central Facultad de Educacion a Distancia Villavicencio
- Barbier B E Acreman M & Knowler D 1997 Valoracion economica de los humedales Guia para decisores y planificadores [http//www ramsar org/lib_val_s_2 htm](http://www.ramsar.org/lib_val_s_2.htm)
- Culley D D & Epps E A 1973 Use of duckweed for water treatment and animal feed J Hague pp 92-95
- Dubai 1996 Sistema integrado de tratamiento de residuos y aguas residuales en las marismas de Calcuta (India) [http //habitat aq upm es/bpn/bp177 html](http://habitat.aq.upm.es/bpn/bp177.html)
- Emrich Anette et al 2000 Investigacion de los bosques tropicales Importancia del Manejo de los Bosques Secundarios para la Politica de Desarrollo Responsable Programa de Apoyo Ecologico (TOB) Claus Baetke Soporte a Programas Internacionales de la Foresta Tropical (TWRP) Helmut Dotzauer Ed Deutsche Gesellschaft fur Technische

Zusammenarbeit (GTZ) GmbH Postfach 5180, 65726 Eschborn Republica
Federal de Alemania

[http //www sentir org/zonas/bosquesubandino htm](http://www.sentir.org/zonas/bosquesubandino.htm) 21 julio 2003

- Giersberg R M & Elkins V B 1986 Role of aquatic plants in wastewater treatment by artificial wetlands *Wat Rev* 20(3) 363-368
- Humboldt water Resources 1999 Respuestas breves a preguntas comunes sobre Humedales construidos para el tratamiento de aguas negras [http //www humboldt1 com/~water/main_pages/spanish_faq htm](http://www.humboldt1.com/~water/main_pages/spanish_faq.htm)
- Karpıscak M M & Foster K 1992 Using water hyacinth *Eichhornia crassipens* to treat wastewater *Arid lands newsletter* (32)6-12
- Lahora Cano A 1999 Los humedales artificiales como tratamiento terciario de bajo coste en la depuración de aguas residuales urbanas [http //www gem es/MATERIALES/DOCUMENT/DOCUMENT/g01/d01203/d01203 htm](http://www.gem.es/MATERIALES/DOCUMENT/DOCUMENT/g01/d01203/d01203.htm)
- Lara B Jaime A 1999 Depuración de Aguas Residuales Urbanas mediante Humedales Artificiales [http //www geocities com/jalarab/cap1 htm/cap5 htm](http://www.geocities.com/jalarab/cap1.htm/cap5.htm)
- Lord R D 1982 Uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales Centro de Ecología Humana y Salud Organización Panamericana de Salud Mexico
- Lozada M H & et al 2002 Determinación Orientativa de la Importancia Ecológica del sistema de humedales kirpas - Cuerera Dirección Municipal del Medio Ambiente

- Olguin E 1985 Produccion de alimentos no convencionales para consumo animal En Perspectivas de la biotecnologia en Mexico Quintero R ed Fundación Barros Sierra y CONACYT Mexico
- Shi, S & Wang X 1991 The purfying efficiency and mechanism of aquatic plants in ponds Wat Sci Tech 24 (5) 63-73

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE VESTER PARA LA PROBLEMÁTICA DE LA COMUNIDAD DEL HUMEDAL DE KIRPAS

PROBLEMAS

NUMERO	NOMBRE
1	Ausencia de agua potable
2	Tala constante
3	Disminucion de Fauna
4	Inundaciones (invierno)
5	Mal manejo de zonas de cultivos (quemadas y aplicación de pesticidas)
6	Enfermedades Infectocontagiosas recurrentes (Niños y Adultos mayores)
7	Disminución del área del humedal por crecimiento urbanístico
8	Proliferación de Mosquitos
9	Contaminación del caño
10	Malos olores en el humedal
11	Acumulacion de basuras sólidas
12	Aumento de vertimientos de aguas residuales en el humedal

PROBLEMAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ACTIVOS
1	X	0	3	0	0	3	0	0	0	2	0	0	8
2	3	X	3	3	1	1	1	0	1	0	0	2	15
3	2	0	X	0	0	0	0	3	1	1	0	0	7
4	2	0	1	X	0	2	0	3	2	1	1	3	15
5	3	0	3	1	X	2	1	0	3	2	0	0	15
6	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0
7	1	3	2	1	1	1	X	0	3	1	2	3	18
8	2	0	0	0	0	3	0	X	0	0	0	0	5
9	3	0	3	0	0	3	0	3	X	3	0	0	15
10	0	0	0	0	0	2	0	1	0	X	0	0	3
11	3	0	3	1	1	3	0	2	3	3	X	0	19
12	3	0	3	2	0	3	0	3	3	3	2	X	22
PASIVOS	22	3	21	8	3	23	2	15	16	16	5	8	

0 = NO ES CAUSA

1 = ES CAUSA INDIRECTA

2 = ES CAUSA MEDIANAMENTE DIRECTA 3 = ES CAUSA MUY DIRECTA

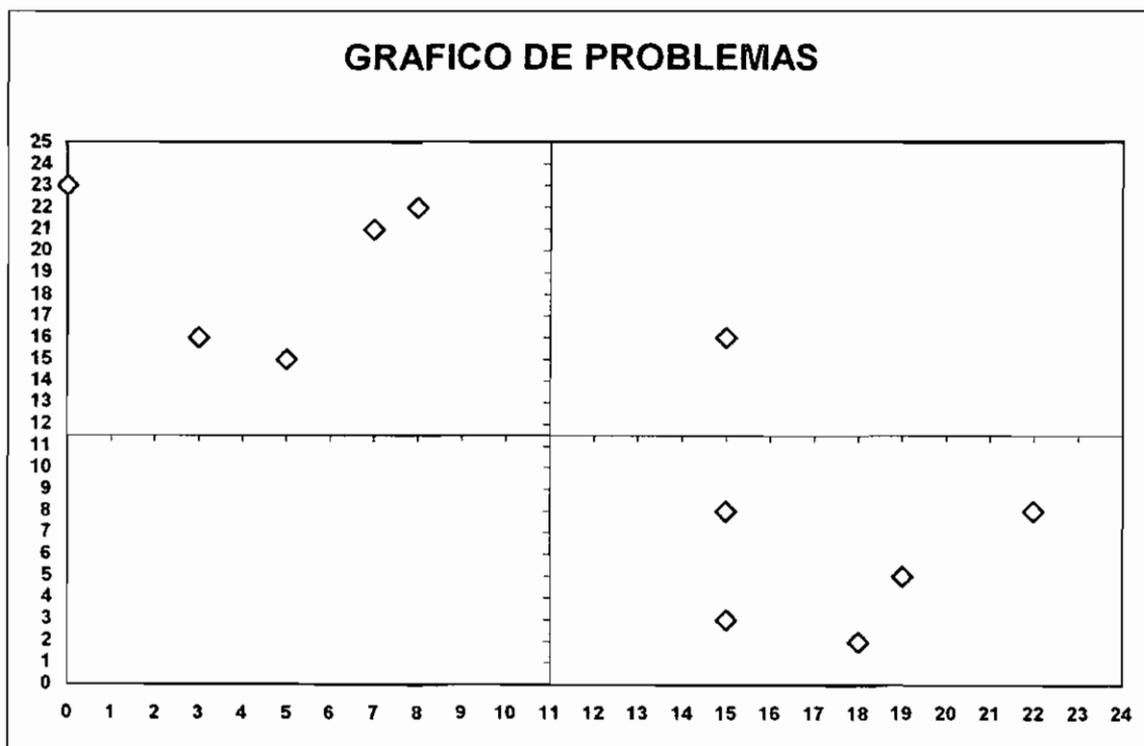
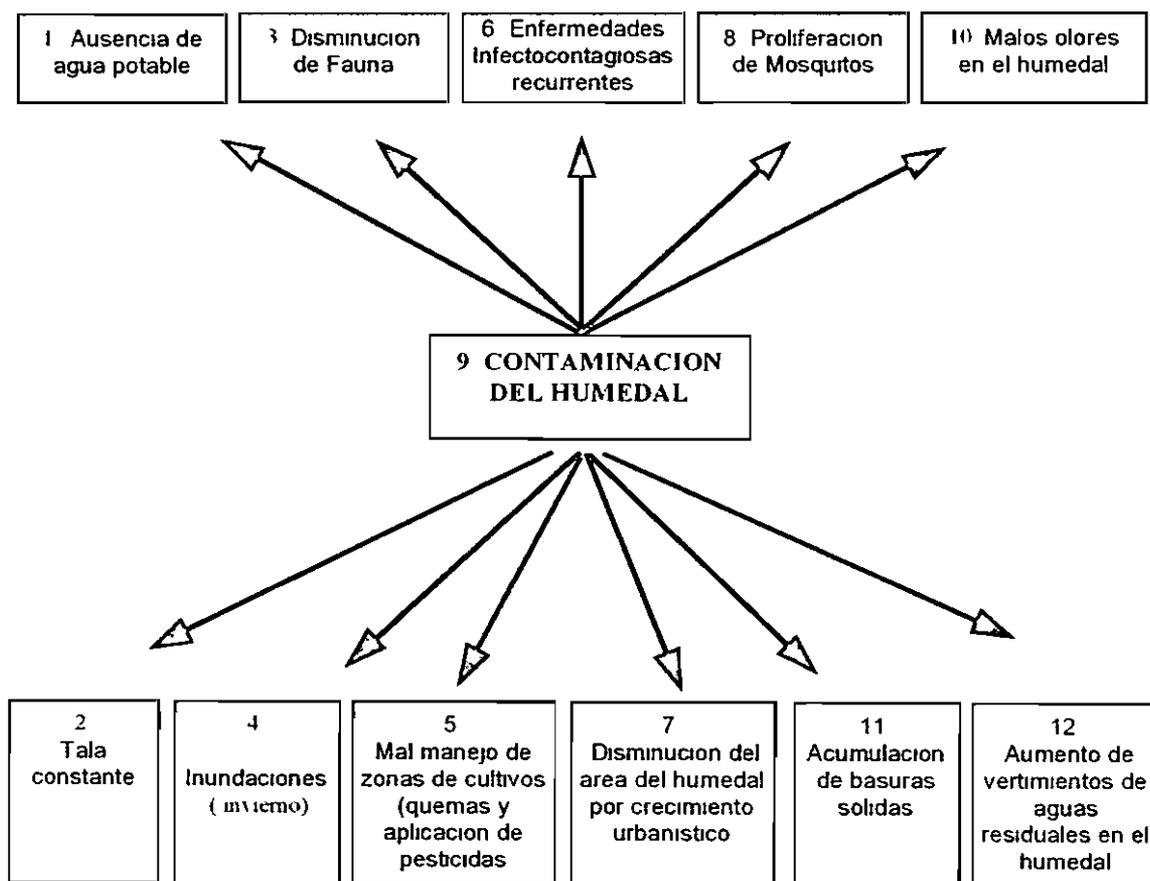


TABLA DE CLASIFICACION DE PROBLEMAS

PROBLEMA	ACTIVO	PASIVO	TIPO DE PROBLEMA
1	8	22	PASIVO
2	15	3	ACTIVO
3	7	21	PASIVO
4	15	8	ACTIVO
5	15	3	ACTIVO
6	0	23	PASIVO
7	18	2	ACTIVO
8	5	15	PASIVO
9	15	16	<u>CRITICO</u>
10	3	16	PASIVO
11	19	5	ACTIVO
12	22	8	ACTIVO

ARBOL DE PROBLEMAS



ANEXO 2. FOTOS - MAPAS

Foto 1: Trabajos de construcción sobre el humedal



Foto 2: Sistemas de desagües que drenan en el humedal, elaborados por la propia comunidad.

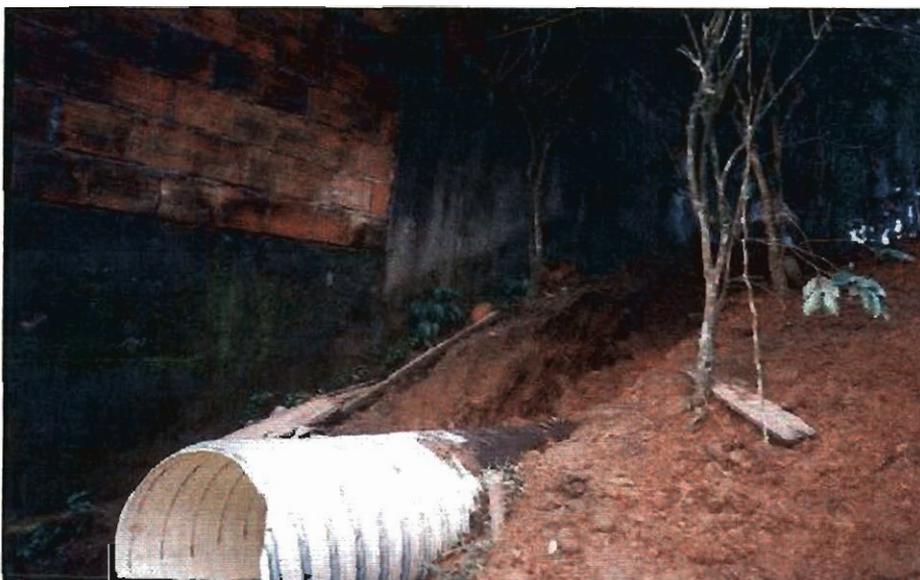


Foto 3: Construcción de cañerías de desagüe de aguas residuales de nuevas urbanizaciones, aledañas al Humedal de Kirpas



Foto 4: La porcicultura es una de las actividades realizadas por los habitantes de la comunidad de Kirpas



Foto 5: La tala de árboles es realizada para la obtención de leña como material combustible



Foto 6: Avance de la construcción de la avenida de los maracos, sobre el área del humedal

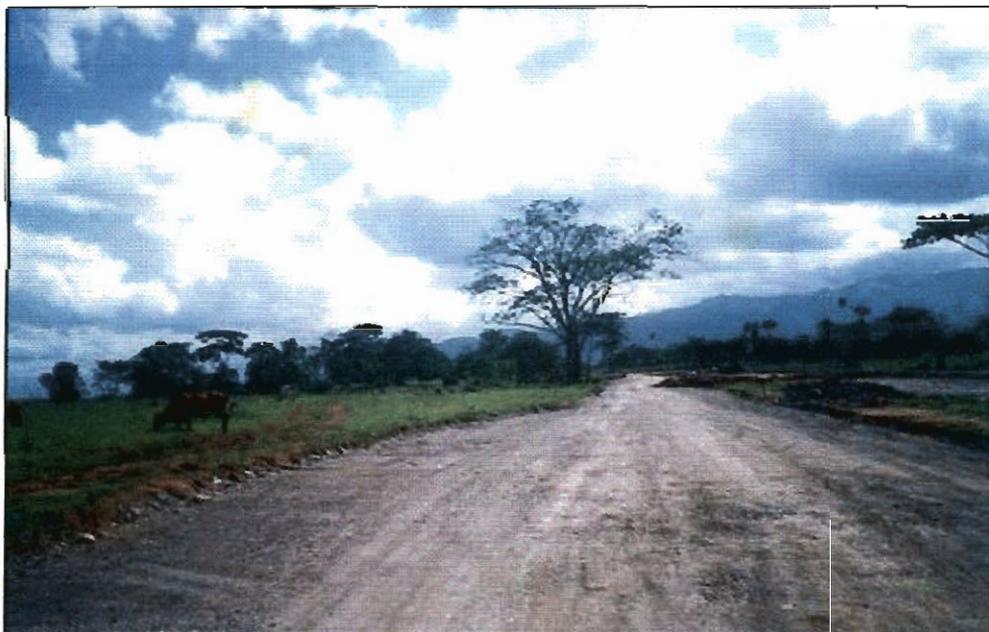


Foto 7: Actividades de recreación en el caño Marengo.



Foto 8: Visita a la comunidad de Kirpas y dialogo sobre la problemática de la comunidad



Foto 9: Actividad de elaboración de mapas parlantes que reflejen la situación actual del humedal



Foto 10: Relicto del humedal que aun conserva características propias de este



MAPAS PARLANTES.

A. Mapa parlante



En este dibujo el participante de la actividad y habitante del barrio Kirpas, intenta reflejar las condiciones del humedal hace mucho tiempo atrás

B. Mapa parlante



En esta otra sección del dibujo el participante reflejó la condición actual del humedal y la fecha a partir del cual la situación para el humedal empeoró.