

**FORMULACIÓN DE UN PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y RECUPERACIÓN  
MANUAL Y MECÁNICA DEL MATERIAL VEGETATIVO FLOTANTE, MEDIAL Y  
FIRMAL, EXISTENTE EN LOS HUMEDALES DE LA CUENCA DEL RIO  
MAGDALENA**

**WINSTON SAÚL MADERO CELIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA**

**2017**

**FORMULACIÓN DE UN PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y RECUPERACIÓN  
MANUAL Y MECÁNICA DEL MATERIAL VEGETATIVO FLOTANTE, MEDIAL Y  
FIRMAL, EXISTENTE EN LOS HUMEDALES DE LA CUENCA DEL RIO  
MAGDALENA**

**WINSTON SAÚL MADERO CELIS**

**Proyecto de grado para optar al título de Especialista en Ingeniería  
Ambiental**

**Director**

**Biol. M. Carlos Alberto Leal Domínguez  
Magister Gestión Ambiental Sostenible**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA**

**2017**

## DEDICATORIA

*A mi padre Francisco Tomás Madero Mejía (QEPD).*

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	13
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	15
1.1 FUNCIÓN DE LOS HUMEDALES	15
1.2 PROBLEMÁTICA DE LOS HUMEDALES	16
1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS HUMEDALES	18
1.4 PROBLEMÁTICA POR INUNDACIONES	20
2. JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONECTIVIDAD HIDRÁULICA DEL SISTEMA HÍDRICO	22
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. ESTADO DEL ARTE	25
4.1 ANTECEDENTES DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN EN COLOMBIA	25
4.2 ANTECEDENTES DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN EN EL MAGDALENA MEDIO	29
5. FUNDAMENTO TEORICO	32
5.1 TEMAS REVISADOS	32
5.2 MARCO DE REFERENCIA	32
5.3 LIMITACIONES	34

5.4 ALCANCES	35
6. MARCO TECNICO	36
6.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES	36
6.1.1 Línea Base	36
6.1.2 Visita preliminar, georeferenciación del sitio y mediciones topográficas	36
6.1.3 Cartografía social	36
6.1.4 Historia ambiental	37
6.1.5 Definición y localización de los sitios de limpieza	37
6.1.6 Plan de cuantificación para ejecución de obras	38
6.1.7 Definición de herramientas	39
6.1.8 Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre	39
6.1.9 Selección de Metodología utilizada para la limpieza y remoción de vegetación acuática	42
6.2 PROTOCOLO DE RESTAURACIÓN DE CONECTIVIDAD DE HUMEDALES	46
6.2.1 Remoción de tapones flotantes	46
6.2.2 Herramientas de trabajo	47
6.2.3 Remoción de tapones mediales (enraizados)	54
6.2.4 Remoción de tapón firmal	60
6.2.5 Seguridad Industrial y Salud en el trabajo	68
7. CONCLUSIONES	71
8. RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFIA	75

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Desembarcos pesqueros cuenca Magdalena 1.992 – 2.011.	30
Figura 2. Desembarcos pesqueros en Barrancabermeja durante 1.998 – 2.010	31
Figura 3. Etapas del ahuyentamiento y rescate de fauna.	42
Figura 4. Flujograma protocolo de limpieza y restauración de material flotante, medial y firmal.	67

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 1. Material Flotante	45
Fotografía 2. Material Medial	45
Fotografía 3. Material Fimal	46
Fotografía 4. Tapones flotantes en caños y ciénagas.	47
Fotografía 5. Remoción de Tapones flotantes en caños y ciénagas.	47
Fotografía 6. Herramientas de trabajo.	48
Fotografía 7. Corte del Tapón flotante	50
Fotografía 8. Enganche del Tapón hacia la orilla.	50
Fotografía 9. Repique de tapón.	51
Fotografía 10. Transporte del material vegetal repicado en parijuelas.	52
Fotografía 11. Transporte de material hacia sitio de depósito.	52
Fotografía 12. Tapones mediales (enraizados) en ciénagas y caños.	54
Fotografía 13. Herramientas para labores de limpieza de material medial.	55
Fotografía 14. Corte del tapón medial.	55
Fotografía 15. Corte del tapón medial Remoción de Tapones mediales en ciénagas y caños.	56
Fotografía 16. Carga y transporte.	57
Fotografía 17. Carga de material vegetal en canoas.	58
Fotografía 18. Picado de los residuos vegetales extraídos.	59
Fotografía 19. Tapones firmales en ciénagas y caños.	61
Fotografía 20. Herramientas utilizadas en remoción de firmales.	62
Fotografía 21. Georeferenciación del área de trabajo.	63
Fotografía 22. Remoción de Tapones firmales en ciénagas y caños.	63
Fotografía 23. Destronque y poda de la vegetación caída en caños.	64
Fotografía 24. Carga y transporte del material fimal.	65

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Costos de remoción de material flotante.	53
Tabla 2. Costos de remoción de material medial.	59
Tabla 3. Costos de remoción mecánica.	66

## RESUMEN

**TITULO:** FORMULACIÓN DE UN PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y RECUPERACIÓN MANUAL Y MECÁNICA DEL MATERIAL VEGETATIVO FLOTANTE, MEDIAL Y FIRMAL, EXISTENTE EN LOS HUMEDALES DE LA CUENCA DEL RIO MAGDALENA\*

**AUTOR:** WINSTON SAÚL MADERO CELIS\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Humedales, Limpieza, Material vegetativo flotante, Cuenta, Rio Magdalena

El presente protocolo de limpieza y recuperación manual y mecánica del material vegetativo flotante, medial y firmal, existente en los humedales de la cuenca del Rio Magdalena, es una herramienta metodológica y participativa tanto de profesionales como de las comunidades involucradas que desarrollan su sustento dentro de la red hídrica del rio - humedal y que va a permitir recuperar las principales funciones que cumplen éstos cuerpos hídricos como la de regulación de ciclos hidrológicos y biológicos, zonas de amortiguación y control de inundaciones, remoción y control de sedimentos, controladores de erosión, aportación de nutrientes, sirven de corredores biológicos de especies migratorias, hábitat de muchas especies de fauna y flora son áreas de apareamiento, reproducción, alimentación y crecimiento de especies hidrobiológicas y de importancia pesquera, además de ser zonas de aprovechamiento económico de las comunidades de pescadores artesanales.

Por tanto, proporciona métodos técnicos que se necesitan para abordar los trabajos de recuperación integral, y al mismo tiempo un método que pueda ser utilizado y aplicado por las personas interesadas incluyendo las no profesionales.

Así mismo, el resultado monográfico, permite realizar estudios previos, estandarizar las actividades y prever los riesgos laborales producto de los trabajos que se realizan en torno a la limpieza y recuperación de los humedales; y aporta a las entidades e instituciones públicas o privadas estimaciones de los presupuestos para el desarrollo de los proyectos.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas Escuela de Ingeniería Química Especialización en Ingeniería Ambiental Director: Biol. M. Carlos Alberto Leal Domínguez

## SUMMARY

**TITLE:** FORMULATION OF A PROTOCOL FOR CLEANING AND MANUAL AND MECHANICAL RECOVERY OF FLOATING, MEDIAL AND FIRMAL VEGETATIVE MATERIAL EXISTING IN THE WETLANDS OF THE MAGDALENA RIVER BASIN \*

**AUTHOR:** WINSTON SAÚL MADERO CELIS\*\*

**KEY WORDS:** Wetlands, Cleaning, Floating vegetative material, Bead, Rio Magdalena

The present protocol of manual and mechanical cleaning and recovery of the vegetative floating material, medial and firm, existing in the wetlands of the Magdalena river basin, is a methodological and participative tool of both professionals and the communities involved who develop their livelihood within the water network of the river – wetland, this will allow to recover the main functions that these water bodies fulfill such as the regulation of hydrological and biological cycles, buffer zones and flood control, sediment removal and control, erosion controllers, nutrients supply, serve as biological corridors of migratory species, habitat of many species of fauna and flora are areas of mating, reproduction, feeding and growth of hydrobiological species and of fishing importance, besides being areas of economic use of artisanal fishermen communities.

Therefore, provides technical methods that are needed to address comprehensive recovery work, and at the same time a method that can be used and applied by stakeholders including non-professionals.

Likewise, the monographic result, allows to carry out previous studies, to standardize the activities and to anticipate the occupational risks resulting from the works that are carried out around the cleaning and recovery of the wetlands; also provides public and private entities and institutions with estimates of budgets for the development of projects.

---

\* Project of grade

\*\* Faculty of Physicochemical Engineering School of Chemical Engineering Specialization in Environmental Engineering Director: Biol. M. Carlos Alberto Leal Domínguez

## INTRODUCCION

En la presente monografía se entrega una herramienta práctica que permite realizar actividades para la restauración de Ecosistemas de humedales. Es un Protocolo de limpieza y recuperación manual y mecánica del material vegetativo flotante, medial y firmal, existente en los humedales de la cuenca del Rio Magdalena, que posee acciones que permiten recuperar la dinámica de los humedales. Dinámica que ha sido interrumpida por la intervención antrópica mediante el establecimiento de sus poblaciones y la generación de aguas residuales, cultivos agrícolas, pecuarios, diques, deforestación, pesca ilícita, entre otras actividades que deterioran el medio natural.

A la intervención antrópica se suma los efectos de la naturaleza en las épocas de lluvia, que cada vez arrece con más fuerza a éstos ecosistemas tan frágiles causando inundaciones y deslizamientos, y a su vez, el deterioro erosivo de las laderas de los ríos y los sistemas acuáticos cenagosos.

Así mismo, la industrialización en las zonas de la red hídrica del Rio Magdalena, ha ocasionado un deterioro ambiental con sus vertimientos lo que ha generado colmatación de materia orgánica y proliferación excesiva de material vegetal flotante, medial y firmal en los humedales, ya que poseen la habilidad de asimilar los contaminantes de materia orgánica presentes en el agua y pueden actuar como bioacumuladores de materiales peligrosos disueltos.

El exceso de macrófitas flotantes reducen significativamente el paso de la luz del sol; algunas desarrollan largas raíces que permiten la sedimentación, y minimizan la transferencia de gases entre la atmósfera y el agua lo que va generando desequilibrio de las condiciones normales o naturales del medio acuático como

reducción de oxígeno disuelto, aumento de la carga orgánica, reducción de las especies ícticas y reducción de microorganismos asociados al oxígeno.

A través de la revisión bibliográfica se realizó un acercamiento a la realidad de los humedales en Colombia y también a los diferentes estudios y propuestas de limpieza, recuperación y restauración a los humedales, desde manuales y guías hasta protocolos propiamente dichos para lograr mantener y recuperar su función estratégica que cumplen para regular ciclos hidrobiológicos y biológicos, zona de amortiguación y control de inundaciones, remoción y control de sedimentos, degradación de materia orgánica, corredores biológicos, entre otros. Estos diseños de manuales y protocolos encontrados muchos de ellos se emplean en sistemas acuáticos específicos por poseer características especiales de degradación ambiental y aplicados por profesionales expertos en el tema y no permite casi la participación de las comunidades en las actividades, y otros realizado por comunidades que han plasmado las experiencias en documentos poco técnicos.

El protocolo de limpieza y recuperación debe ser una metodología sistemática que proponga un análisis previo del ecosistema hídrico que conlleve a proporcionar las herramientas técnicas que serán necesarias para abordar los trabajos de recuperación integral, pero al mismo tiempo un documento técnico que pueda ser utilizado y aplicado de manera participativa tanto por profesionales como personal no profesional (comunidades campesinas con orientación técnica).

La propuesta de monografía del presente trabajo, concilia estos dos aspectos mencionados como referencia. Sin embargo, se deja a consideración del usuario del protocolo de cómo realizar algunos procedimientos o estudios previos recomendados por el profesional del área (Biólogo, Ingenieros, trabajadores sociales) que serán de interés propio para su formalización de presentación, por ejemplo, procedimiento para determinar la línea base, cartografía social, georeferenciación, seguridad y salud en el trabajo, entre otros.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 FUNCIÓN DE LOS HUMEDALES

Los humedales del Magdalena Medio cumplen una función estratégica y dentro de las principales funciones que cumplen se encuentra, la regulación de ciclos hidrológicos y biológicos, zonas de amortiguación y control de inundaciones, remoción y control de sedimentos, controladores de erosión, aportación de nutrientes, sirven de corredores biológicos de especies migratorias, hábitat de muchas especies de fauna y flora, son áreas de apareamiento, reproducción, alimentación y crecimiento de especies hidrobiológicas y de importancia pesquera, además de ser zonas de aprovechamiento económico de las comunidades de pescadores artesanales.

El biólogo Joel Tupac Otero, del Instituto de Investigaciones Ambientales de la Universidad Nacional, citado por la Agencia de Noticias de la Universidad Nacional de Colombia dice que “El humedal funciona como una esponja que va soltando el agua lentamente. Por ello, lo que ocurre cuando se afectan es que las precipitaciones –arriba en las montañas– bajan sin control y entonces causan inundaciones”<sup>1</sup>.

De acuerdo con la adhesión a la Convención Ramsar<sup>2</sup> y según el documento de Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia del Ministerio del Medio

---

<sup>1</sup> JUSTICIA AMBIENTAL COLOMBIA situación de los humedales [en línea] disponible en: <https://justiciaambientalcolombia.org/tag/situacion-de-los-humedales-en-colombia/>

<sup>2</sup> COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPÚBLICA LEY 357 (Enero 21 de 1997) Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). Diario Oficial. Bogotá D. C. 1997 [en línea] disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0357\\_1997.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0357_1997.pdf)

Ambiente, los humedales han sido reconocidos como “áreas de especial importancia ecológica”; así mismo, la jurisprudencia ha reconocido la importancia de estos ecosistemas. La Constitución Nacional, en el artículo 79, señala: “... Es deber del Estado conservar las áreas de especial importancia ecológica, y existe la obligación de preservar ciertos ecosistemas”. Las áreas de importancia ecológica tienen un régimen de protección más estricto que otro tipo de ecosistemas, por lo cual el Estado y los particulares deben conservarlos y llevar a cabo medidas para su protección.

Los humedales, dadas sus características ambientales y su función reguladora, son jurídicamente tratados como bienes públicos, es decir, que su dominio pertenece al Estado y su uso común corresponde a todos los habitantes del territorio, como ocurre con los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales.

A nivel constitucional, estos bienes son: “inalienables, imprescriptibles e inembargables”<sup>3</sup>.

## **1.2 PROBLEMÁTICA DE LOS HUMEDALES**

Actualmente se presenta un gran deterioro ambiental en la región del Magdalena Medio, cuyas causas directas se derivan de confrontaciones sociales, económicas y políticas, al aumento de la población asentada en parte de sus riberas, a la demanda de tierras para la agricultura y ganadería extensiva, representadas en la contaminación de aguas por agroquímicos, aguas residuales domésticas e industriales y residuos sólidos generadores de lixiviados.

---

<sup>3</sup> PINEDA, Ana M. Humedales del Departamento de Risaralda. Subdirección de gestión ambiental territorial, SGAT. 2013 [en línea] disponible en: <http://www.carder.gov.co/web/es/humedales-del-departamento-de-risaralda>

Por la acción antrópica, en los asentamientos cercanos a las ciénagas, colmatación de humedales y caños de intercomunicación por vertimientos de aguas residuales, por la alta tasa de sedimentación, explotación minera ilegal, degradación del suelo, deforestación y erosión del área de influencia ocasionando pérdida de la cobertura vegetal; uso y apropiación ilegal de áreas de humedales (playones y áreas de rondas de ciénagas) para convertirlos en asentamientos urbanos, potrerización, y proyectos de desarrollo agroindustrial y minero.

La industrialización también ha intervenido con el deterioro ambiental de los humedales con la obstrucción de la dinámica hidrológica y biológica del río y su sistema de humedales por la construcción de obras de infraestructura tipo vías, compuertas, diques, terraplenes, bocatomas y alteración de flujos hidráulicos a causa de construcciones de obras civiles para megaproyectos (generaciones de energía hidráulica, carreteras, transporte fluvial, intereses económicos) con altos impactos ambientales

Las comunidades de pescadores con el uso indebido de métodos de pesca como el palizado, zangarreo, barredera, capturas en los caños en épocas de reproducción y por debajo de las tallas mínimas, uso de artes de pesca ilegales como el trasmallo, deslizado, mallón y chinchorra. Además el bajo grado de escolaridad de los habitantes y comunidades asentadas en las áreas de pesca y humedales, permite la marginalización de los pescadores en el mercado de los productos pesqueros, y desarticulación y poca presencia institucional con injerencia en el tema pesquero y deficiente aplicación de la normatividad vigente.

Los recursos acuáticos en el Magdalena Medio están sometidos a duros ataques por la destrucción de los bosques lo que ha elevado los procesos de sedimentación, la sustitución de árboles y arbustos por pastos para ganadería extensiva, los vertimientos de aguas residuales de las ciudades y pueblos al margen del río y los cultivos agroindustriales de palma africana han deteriorado la

calidad de las aguas aumentando los procesos de eutrofización de las principales ciénagas.

El deterioro acelerado de las ciénagas, que son los ecosistemas estratégicos para el Río Magdalena, por factores internos como externos inducidos en gran parte por el hombre y en algunos casos por la naturaleza, no solo ha generado un impacto en la dinámica hidráulica del Río Magdalena, sino socioeconómico de las comunidades que en ellas habitan y en las poblaciones ribereñas y en las condiciones de la pesca artesanal como principal actividad.

### **1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS HUMEDALES**

La interacción de todos los elementos anteriores han causado la disminución de las capturas del recurso pesquero especialmente de las especies migratorias en la cuenca del Río Magdalena y sus tributarios; impacto negativo en la economía del subsector pesquero con disminución de los ingresos para pescadores y comercializadores; marginalización y desplazamiento de la comunidad de pescadores hacia otras actividades económicas de la región; pérdida de capacidad autodepuradora por efectos de la eutrofización e incremento de la vegetación flotante y emergente; deterioro de hábitat y pérdida de biodiversidad (fauna y flora silvestre) de estos ecosistemas; destrucción y fragmentación de corredores biológicos y afectación de sitios de desove, que conlleva a la disminución de la oferta natural, aumento de las inundaciones en los periodos invernales y sequias en verano, en la zona media y baja de la cuenca del Río Magdalena; por la disminución de la capacidad de control, regulación y amortiguación de las crecientes y como consecuencia se ha perdido gran parte de las coberturas naturales de los humedales y los humedales de la región están sedimentados y contaminados.

Teniendo en cuenta éste panorama, la Fundación Alma<sup>4</sup>, comenta que se trata para el caso del Magdalena Medio de una compleja historia de transformaciones y relaciones específicas de sociedades y grupos que han poblado, habitado, transmitido y disputado esta llanura aluvial, las estribaciones de las cordilleras central y oriental que convergen sus laderas hacia el río, dando como resultado al presente, una sociedad en conflicto, en medio de un sistema natural de alta biodiversidad pero altamente vulnerable.

Así mismo, la Fundación en su estudio precisa que cerca del 40% de los humedales del río Magdalena se encuentran en la parte media de la cuenca y éstos, un 85% presentan en la actualidad un levado proceso de sedimentación. Esta situación tiene graves consecuencias principalmente en los periodos de lluvia, teniendo en cuenta la pérdida de una de las funciones ecológicas de éstas llanuras aluviales y en particular de los humedales y ciénagas, como es la de función reguladores hidráulicos naturales del agua que fluye y se intercambia entre zonas altas y bajas de éstos valles, lo que viene ocasionando que las inundaciones sean más fuertes, afectando poblaciones y áreas productivas localizadas en estas zonas, la mayoría de las veces, sin las medidas de adaptación y manejo adecuado.

En la actualidad en Colombia, en el Decreto 2811 de 1974 establece en el artículo 80 que las aguas son de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Por tanto toda acción comercial de ellos es ilegal.

El Plan Nacional de Desarrollo Ambiental, considera los humedales como ecosistemas estratégicos, por su gran importancia biológica y sus funciones que se consideran esenciales para el desarrollo y bienestar del país, un programa tiene como objetivo proteger los ecosistemas estratégicos para garantizar la oferta

---

<sup>4</sup> FUNDACIÓN ALMA. Protocolo de restauración ecológica participativa. Molano Publicidad, primera edición. 2012

de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país, de manera que se contribuya a promover el desarrollo económico y social, prevenir catástrofes y garantizar el mantenimiento de la diversidad biológica y cultural.

#### **1.4 PROBLEMÁTICA POR INUNDACIONES**

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, en su documento de Valoración de daños y pérdidas, Ola Invernal en Colombia 2010-2011 destaca que la estación invernal en Colombia en 2010-2011 se presenta como una anomalía marcada respecto a las estaciones invernales “normales”, con precipitaciones e inundaciones muy superiores a las observadas históricamente. Esta emergencia resultó totalmente anormal, afectando gran parte del país, y con consecuencias económicas, sociales y ambientales severas, sin precedentes. El cambio climático y el fenómeno de la Niña son factores que han contribuido a estos desastres naturales.

Unido a los fenómenos naturales durante la ola invernal, las inundaciones en el país se deben en parte, a que lo que hacen los ríos es recuperar sus cauces, los cuales han sido invadidos para vivienda y producción agropecuaria ocasionaron la destrucción de los canales de esorrentía de los suelos, y la consecuente deforestación por las personas que aumentaron la erosión y la sedimentación.

Al aumentar el nivel del río en los periodos invernales, este aporta corriente a los cuerpos de agua cenagosos, los cuales han perdido su capacidad de almacenamiento, y por tal motivo terminan desbordándose y generando inundaciones desde los humedales hacia las poblaciones ubicadas en su entorno.

El manejo de estos desastres naturales está a cargo de entidades tales como Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de la protección social, de Agricultura, las CAR y el Centro de Atención y Prevención de Desastres de cada región; la cual debe tener un plan para atender las necesidades de la población, específicamente en el caso de las inundaciones que se presentan en las diferentes regiones con afectaciones.

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONECTIVIDAD HIDRÁULICA DEL SISTEMA HÍDRICO

Las acciones de restauración de conectividad en los humedales propicia a su vez mayor probabilidad de reproducción de las especies ícticas migratorias o reofílicas y de su población natural y a futuro el volumen y la diversidad de captura de las mismas. Para tal efecto se deben realizar acciones de limpieza, mantenimiento, destaponamiento, y retiro del material vegetativo del cuerpo de agua con el fin de facilitar la circulación de agua y peces desde la ciénaga principal, caño aferente y el río principal. Pero estas acciones, las poblaciones que derivan su sustento de los humedales y ríos como los pescadores artesanales, deben tener un papel importante para efectuar el mantenimiento y recuperación de estos ecosistemas, preferiblemente en los períodos de reproducción de las especies ícticas en los meses de abril – mayo y octubre – noviembre, cuando la pluviosidad aumenta y las corrientes son más caudalosas, con el fin de generar otra actividad alterna a la pesca en la temporada de reproducción, buscando el beneficio socio-económico a través de la generación de jornales de trabajo y la disminución de la presión de pesca sobre especies migratorias en este período.

Mediante el desarrollo de acciones y trabajos de recuperación y restauración ambiental (remoción de material vegetal flotante, medial, emergente y de orilla), de los complejos cenagosos, y profundización de caños, se promueve un mejoramiento de las condiciones del cuerpo de agua y del entorno natural, ya que al retirar el exceso de material se controla los altos niveles de descomposición de la materia orgánica dentro del agua que causa cambios anaeróbicos y conlleva a la generación de metano. Por tanto, tiene el potencial de contribuir en la mitigación del cambio climático, y a su vez generando un incremento de los procesos migratorios de los peces reófilos como el Bocachico, *Prochilodus magdalenae* y

Bagre rayado, *Pseudoplatystoma magdalenae*; especies de gran importancia comercial en la economía pesquera regional.

Estas acciones aumentan la sostenibilidad de la población ictiológica y mejora la oferta del recurso hidrobiológico; creando conciencia en el gremio pescador, sobre el manejo razonable de los recursos y al mismo tiempo comprometer a las instituciones públicas y privadas en las dinámicas ambientales de la región.

Las actividades de remoción de material vegetal flotante y firmal permiten mejorar la relación de las personas con su entorno natural, al igual se generará identificación y conciencia ambiental en los habitantes de la zona que permita fomentar habilidades de preservación de las zonas con recarga hídrica.

Recuperar el sistema de humedales es una opción que tiene unas grandes posibilidades para mejorar el manejo hidráulico sostenible del territorio, la recuperación de la pesca en el sistema de humedales, mantener una producción pesquera mucho más constante, y generar unas mejores condiciones de vida para la poblaciones y disminuir riesgos por inundación.

Sin embargo, no se cuenta con un manual o protocolo para la realización de este tipo de actividades el cual involucre estimación de costos, estandarización de las actividades y riesgos de la actividad. Por tal motivo cuando se plantean actividades de limpieza y retiro de material vegetativo se realizan las actividades hasta donde permita el presupuesto establecido para tal fin.

Esta monografía es un aporte para que las entidades e instituciones públicas, privadas o Asociaciones de pescadores realicen estimativos exactos de los presupuestos para la realización de proyectos de restauración de conectividad de humedales las cuales incluyen la limpieza y retiro de material vegetativo flotante, medial y firmal, mediante la extracción manual y mecánica.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Formular un protocolo de limpieza y retiro de material vegetativo flotante, medial y firmal, existente en los humedales de la cuenca del Rio Magdalena mediante la extracción manual y mecánica.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar una revisión bibliográfica de las actividades de restauración y recuperación de humedales a través de la limpieza y retiro de material vegetativo.
- Plantear una propuesta de restauración que permita fortalecer el potencial de los humedales.
- Establecer costos de las actividades de limpieza y retiro de material vegetativo en forma manual y mecánica.

## **4. ESTADO DEL ARTE**

### **4.1 ANTECEDENTES DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN EN COLOMBIA**

De acuerdo a los resultados del Estado del Arte de la Limnología de lagos de Planos inundables (Ciénagas) en Colombia realizado por Montoya M. Yimmy et al, las investigaciones realizadas para el estudio de las Ciénagas en Colombia se han desarrollado de la siguiente manera:

A partir de la convención de Ramsar en 1971 se inició un movimiento mundial sobre el conocimiento, la conservación y el uso racional de los humedales. En esta misma década comenzó a nivel nacional el estudio de las ciénagas.

En Colombia, pese a contar con una gran cantidad de humedales, los esfuerzos investigativos han sido parciales y aislados. Arias (1985) presenta la primera síntesis hasta la fecha sobre el estado del arte en la investigación de ciénagas en el país.

En 1999, el Ministerio de Medio Ambiente realizó un documento con las bases técnicas para la conservación y uso sostenible de los humedales.

Sobre la conservación Hernández et al, 1980; Viña, 1989; García y Dister, 1990; CIA-CVS, 1998; Botero y Salzwedel, 1999; MINANBIENTE, 1999; CSB, CVS, CORPOMOJANA, CORPAMAG Y CORANTIOQUIA, 2002; Mendoza, 2002; Herrera y Sepulveda,

2003; Dámaso et al, 2004; García et al, 2004; Giraldo, 2004; Granado – Lorenzo y Rodríguez 2004; Restrepo – Manrique y Miranda – Rodríguez 2004, Aguirre et. al., 2005, Flórez – Branda et al 2008). Este tema de investigación es de origen más reciente, no obstante tiende a presentar un enfoque más holístico de los ecosistemas, al integrar a las investigación limnológicas otras componentes como la fauna y flora terrestre y acuática y la evaluación de la dinámica de las poblaciones; se esboza una tendencia al uso sostenible de estos ecosistemas con fines eco turísticos y la capacitación a pescadores y habitantes de la zona de influencia del cuerpo de agua.

Otro tipo de investigación que se ha realizado en las ciénagas han sido los estudios de impacto ambiental, los cuales se popularizaron en éste tipo de ecosistemas a partir de la década de los ochenta con el inicio de los atentados contra los oleoductos.

Pese al número elevado de ciénagas en Colombia, la información disponible no alcanza el 20% de los ecosistemas, lo que puede indicar carencia de investigaciones y la pérdida de información de los estudios de impacto ambiental y de planes de manejo de humedales<sup>5</sup>.

Igualmente, El ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en su documento del Plan Nacional de Restauración identificaron los antecedentes de la restauración en Colombia:

---

<sup>5</sup> MOTOYA MORENO Yimmy. AGUIRRE R. Néstor. Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables ciénagas de Colombia. 2009

En 1988 se fundó la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER) como una organización sin ánimo de lucro cuya misión es promover la restauración ecológica como medio para la sostenibilidad de la diversidad de la vida en la Tierra y restablecer una relación ecológicamente saludable entre la naturaleza y la cultura. La Red Colombiana de Restauración Ecológica (REDCRE) fue creada oficialmente en 2006 por la Escuela de Restauración Ecológica -ERE, adscrita a la Pontificia Universidad Javeriana.

En el país, el tema de la restauración ecológica ha sido abordado desde mediados de la década de los noventa, en un principio por organizaciones no gubernamentales (ONG) y universidades, y promovido después mediante cursos y seminarios organizados por diferentes instituciones a nivel nacional, regional y local. Asimismo, el tema de la restauración se ha fortalecido mediante el establecimiento de estrategias legislativas y normativas que promueven el desarrollo de programas de restauración y se han incluido en programas y planes de instituciones de carácter público y privado.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha considerado directa o indirectamente el componente de restauración. Igualmente, ha financiado y apoyado cursos, congresos y simposios sobre restauración; publicado diferentes documentos tales como el Plan Estratégico para la Restauración y el Establecimiento de Bosques en Colombia (Plan Verde) en 1998, la Guía metodológica para la restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación en 2003 y el Protocolo de restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales en 2006 y en julio de 2009. El Ministerio también apoyó el desarrollo del Primer Congreso

Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica, en el marco del cual adelantó la Mesa de Política de Restauración.

Otra de las iniciativas a nivel nacional se realiza a través del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales, con la estrategia de Restauración Ecológica Participativa, que cuenta con lineamientos técnicos, metodológicos, sociales y jurídicos para su implementación y se fundamenta en la conservación in situ de los ecosistemas, los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno natural (2006).

Actualmente el Instituto Alexander von Humboldt – IavH, lidera el desarrollo de portafolios de restauración de páramos, humedales alto andinos y de bosque seco, y una guía de monitoreo a ejercicios de restauración, todo con el fin de orientar la toma de decisiones por parte de actores locales, regionales y nacionales para la recuperación de áreas degradadas en estos ecosistemas (IAvH, 2013).

En 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adopta la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos y el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, documentos que revisten primordial importancia para el presente Plan Nacional de Restauración, pues plantean elementos conceptuales, operativos y financieros que son utilizados en éste. En 2014 el Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) publicó el documento: La Restauración Ecológica en Colombia. Tendencias, necesidades y

oportunidades en el que se recopilan experiencias de restauración de todo el país.

En el año 2013 la Red Colombiana de Restauración Ecológica (REDCRE) y la Red Iberoamericana de Restauración Ecológica, organizaron en Bogotá el III Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica. El evento congregó a 430 personas de 20 países y en el mismo se oficializó la Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica.<sup>6</sup>

#### **4.2 ANTECEDENTES DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN EN EL MAGDALENA MEDIO**

A partir del año 1.989 las instituciones y entidades del Estado y algunas empresas privadas han venido realizando trabajos de recuperación de ciénagas y caños en la Cuenca del Rio Magdalena. Estos trabajos comprenden el retiro de la vegetación acuática flotante, medial y firmal, ya sea en forma manual o mecánica, con la utilización de herramientas sencillas que permiten el trabajo dentro del agua.

Como estrategia para incrementar el volumen de producción pesquera durante los años 1.999 a 2.001 se ejecutó en el Magdalena Medio el proyecto "Recuperación de la Pesca Artesanal "Veda Concertada del Bocachico"; buscando institucionalizar la veda de esta especie (*Prochilodus magdalenae*) entre las comunidades de pescadores artesanales durante su época de reproducción, para favorecer la sostenibilidad de los stocks naturales, e incrementar la producción de esta especie, como base de las pesquerías de la región, generando jornales en

---

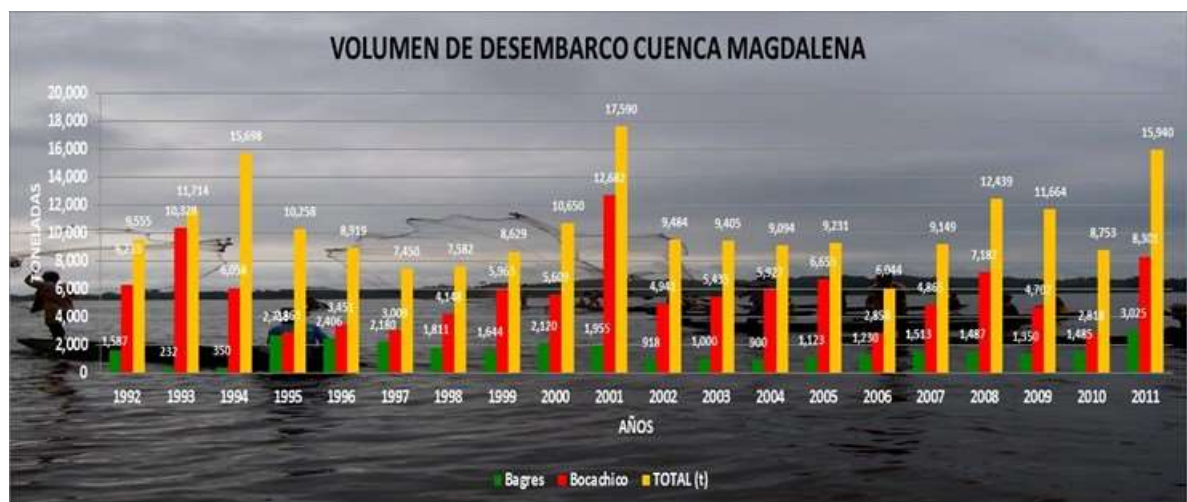
<sup>6</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de áreas disturbadas 2015.

actividades de limpieza y destaponamiento de caños y ciénagas como compensación al ingreso por la no pesca. Este proyecto tuvo una cobertura en (19 municipios ribereños del Magdalena Medio, desde el municipio de la Dorada (Caldas) hasta El Banco (Magdalena), donde se adelantaron acciones de limpieza en 98 ciénagas con 5.400 pescadores y se generaron 32.600 jornales.

Como resultado de lo anterior y de acuerdo a las estadísticas del INPA Barrancabermeja, en un término de tres (3) años, en este puerto, se incrementó la producción pesquera en un trescientos por ciento (300%), de 720 ton en 1.998 a 2.200 ton en el 2.001, se incrementó la participación del Bocachico en la producción anual de un 48,5% en 1.998 a un 67,8% en el 2.000; estos resultados son indicadores de recuperación de las pesquerías en la zona del Medio Magdalena.

Esto se vio reflejado en los desembarcos en toda la cuenca del Magdalena dado que en el año 2.001 se incrementó un 65% de incremento con respecto al año 2.000, pasando de 10.650 t. en el 2.000 a 17.590 t en el 2.001, de las cuales 12.682 t correspondieron a Bocachico. Figura 1.

**Figura 1. Desembarcos pesqueros cuenca Magdalena 1.992 – 2.011.**



Fuente: INDERENA, INPA, INCODER, CCI).

Este mismo comportamiento se observó en el municipio de Barrancabermeja, localidad en la cual nació el proyecto y de la que se tienen datos estadísticos de las capturas pesqueras durante este mismo periodo.

**Figura 2. Desembarcos pesqueros en Barrancabermeja durante 1.998 – 2.010**



Fuente: INDERENA, INPA, INCODER, CCI.

Como conclusión principal se obtiene que la inversión realizada en 3 años durante 1.998 – 2.000 genero la recuperación de las capturas existentes 10 años atrás en 1.994 cuando se capturaron 15.998 toneladas de producto pesquero, lo cual indica el alto impacto que genera el restablecimiento de la interconectividad y mantenimiento de los cuerpos de agua de la zona del Magdalena medio en los periodos de veda normativa, tiempo en el cual se empleó la mano de obra de pescadores artesanales para la realización de acciones de restauración y recuperación ambiental.

Desafortunadamente, a pesar del esfuerzo institucional realizado durante estos tres años, y de los excelentes resultados en términos de aumento del volumen de producción pesquera, se hace necesario consolidar esta propuesta como una medida proteccionista y restauradora de los humedales del Magdalena medio.

## **5. FUNDAMENTO TEORICO**

### **5.1 TEMAS REVISADOS**

Los principales temas que se revisaron para llevar a cabo esta monografía están representados en los siguientes:

1. Trabajos de restauración (manual o mecánica) de conectividad de humedales realizados en el Magdalena medio, los cuales presenten análisis de precios unitarios por unidad de área o kilómetro restaurado
2. Tipos de vegetación acuática presentes en los ecosistemas acuáticos del Magdalena medio
3. Tipos de restauración realizada en los proyectos de conectividad de humedales, herramientas utilizadas, mano de obra, maquinaria, costos de la restauración, tiempos.
4. Legislación Ambiental vigente.

### **5.2 MARCO DE REFERENCIA**

El tema de limpieza y restauración de humedales cuenta con algunas experiencias en el país y es lógico que estos se puedan utilizar como referentes para el caso de los humedales de influencia de la cuenca del Río Magdalena. En éste sentido sólo se mencionan dos casos que se tomarán como referente para la presente propuesta: uno es el desarrollado por una organización no gubernamental en el

Magdalena Medio en 2011 y el segundo por la Secretaría Distrital de Ambiente de la Alcaldía de Bogotá en 2008 en Humedales de centros urbanos.

En el primer referente, expresan que toman como premisa el interés y la apropiación que tienen las comunidades en éstos cuerpos hídricos naturales gracias al beneficio que reciben de éstos. En el documento se encuentran los métodos utilizados para llevar a cabo actividades de limpieza, destaponamiento y remoción de los diferentes tipos de tapones que se presentan en la cotidianidad de los cuerpos de agua y que además sirva de guía para todas aquellas comunidades interesadas en participar activamente en la conservación y el uso sostenible del recurso hídrico. El documento se elabora de acuerdo a los aportes de las experiencias de trabajos desarrollados por las comunidades que han realizado en algunos humedales del Magdalena Medio.

El segundo, en el contenido del documento está orientado a los humedales de Bogotá, y aborda temas desde la geología, la geomorfología, suelos, vegetación, limnología y fauna, todos ellos tratados científicamente y por expertos.

En este sentido dado su complejidad por ser humedales en medios urbanos, los estudios permiten realizar estrategias que se aplican a cada cuerpo hídrico lo que es necesario un análisis único e integral para cada uno de ellos. En la estructuración del documento hacen especial referencia en tomar experiencias de otros procesos de recuperación, es decir, el proceso no es genérico para la recuperación, sino que integran otros procedimientos y los adaptan al que están trabajando para su consolidación en el cuerpo hídrico específico.

Por tanto más que un protocolo es un documento de estudio científico donde sintetiza el trabajo de los autores en el campo de la ecología como lineamientos y estrategias para proyectos de rehabilitación y recuperación.

El protocolo de limpieza y recuperación debe ser una metodología sistemática que proponga un análisis previo del ecosistema hídrico que conlleve a proporcionar las herramientas técnicas que serán necesarias para abordar los trabajos de recuperación integral, pero al mismo tiempo un documento técnico que pueda ser utilizado y aplicado tanto por profesionales como personal no profesional (comunidades campesinas con orientación técnica).

La propuesta Monográfica del presente trabajo, propone por tanto una conciliación de estos dos aspectos mencionados como referencia. Sin embargo, se deja a consideración del usuario del protocolo de cómo realizar algunos procedimientos o estudios previos recomendados por el profesional del área (Biólogo, Ingenieros, trabajadores sociales, etc.) que serán de interés propio para su formalización de presentación, por ejemplo, procedimiento para determinar la línea base, cartografía social, georeferenciación, seguridad y salud en el trabajo, entre otros.

### **5.3 LIMITACIONES**

1. Carencia de información bibliográfica sobre el tema.
2. Las instituciones que han realizado trabajos sobre el tema generalmente son reacios a entregar información para su respectivo análisis.
3. No se realizan proyectos piloto ya sea en forma manual o mecánica, que permitan la estimación real de costos y análisis de precios unitarios de la actividad.
4. Los profesionales o personas que han laborado en el tema generalmente no entregan información, dado que es un tema de consulta con probabilidades de lucro.

#### **5.4 ALCANCES**

1. Presentar a las instituciones públicas y privadas una herramienta que permita calcular los costos para la realización de trabajos de recuperación de humedales ya sea de forma manual o mecánica.
2. Establecer un protocolo de recuperación de conectividad de humedales con herramientas de acuerdo al tipo de vegetación acuática presente en el ecosistema a recuperar.
3. Presentar un análisis de los riesgos de la actividad, la cual permitan minimizar las probabilidades de accidentes en el desarrollo de las labores de campo.

## 6. MARCO TECNICO

### 6.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES

**6.1.1 Línea Base** Como medida preliminar se debe realizar una recopilación de la información de línea base de la zona a restaurar, la cual se puede establecer por medio de información primaria de estudios de la zona, cartografía, y otros estudios realizados que presenten caracterización ambiental, faunística y florística; o con información secundaria a través de la cartografía social in situ.

Esta información nos permite tener una idea de las condiciones actuales del sistema y de los cambios y variaciones de las condiciones hidráulicas del humedal a restaurar.

#### **6.1.2 Visita preliminar, georeferenciación del sitio y mediciones topográficas**

Es muy importante antes de comenzar las labores de limpieza del cuerpo hídrico, realizar una visita previa con el equipo técnico junto con algunos lugareños que habitan la zona, con el fin de recabar la información pertinente como el de georeferenciar mediante un GPS y conocer la problemática del lugar, y de ésta manera tener una visión holística para priorizar y determinar las acciones técnicas a emprender y elegir la metodología que se implementará.

**6.1.3 Cartografía social** La cartografía social para estas actividades se utiliza como herramienta e instrumento que permite construir conocimiento de manera colectiva y de ejercicio participativo. Se busca conocer y obtener información del sitio que se va a intervenir con las labores de limpieza y recuperación del humedal, con el apoyo de las comunidades presentes con la acción participativa.

En ésta fase, en la cartografía social se emplean instrumentos técnicos, vivenciales y participativos con el fin de construir o reconstruir un contexto geográfico delimitado y determinar los aspectos tangibles e intangibles, socioculturales, políticos, ambientales, entre otros que originaron la afectación del Humedal.

La construcción de éste conocimiento se puede lograr a través de elaboración de mapas del antes y después del acontecimiento que afectó el entorno, ya sean mapas económicos, ecológicos, redes hídricas, entre otros. Todo se logra a través de recorridos, talleres o conversatorios para redescubrir el territorio mediante la reflexión de los habitantes con el grupo técnico.

Igualmente, se pueden emplear entrevistas, encuestas, talleres, trabajos en equipo, recorridos participativos, material visual o cualquier otro instrumento que facilite el manejo de la información para analizarla y realizar un comparativo de las condiciones actuales con las anteriores que pudieron causar los cambios en la dinámica del ecosistema.

**6.1.4 Historia ambiental** En el momento de la visita preliminar al Humedal, es importante contar con la compañía de algunos de los lugareños de la zona que lleven viviendo mayor tiempo en el lugar para obtener de manera veraz la información que permita conocer la trazabilidad de la afectación ambiental del cuerpo hídrico. Con la información obtenida y analizada en la trazabilidad, se podrá tomar las decisiones para la puesta en marcha del proceso de restauración.

**6.1.5 Definición y localización de los sitios de limpieza** Antes de la intervención del Cuerpo Hídrico, es importante identificar y priorizar los sitios de limpieza para planear las actividades de limpieza y recuperación, en el que se debe tener en cuenta los tipos y cantidad de material vegetal presente que se va a remover y el tipo de fauna silvestre que se encuentra en la zona de intervención, y al mismo

tiempo determinar la afectación colateral por la actividad de limpieza que se pueda generar y tomar las acciones preventivas a los trabajos como el ahuyentamiento y rescate de la fauna que se habita en el material a retirar; y de ésta manera asegurar que no sea vea afectada la biodiversidad para permitir su normal crecimiento y desarrollo de las especies, y que, los trabajos que se desarrollen conlleven a garantizar los objetivos trazados en la limpieza.

Todo en aras de cumplir cabalmente el Decreto 2811 de 1974 y su reglamentación en el Decreto 1608/78 sobre el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible (MADS) con el fin de preservar y proteger la fauna silvestre y lo dispuesto en la Ley 99 de 1993 sobre la Creación del Ministerio del Medio Ambiente.

Por tanto, la localización y delimitación del sitio de limpieza se realiza con base en una identificación previa de los posibles problemas que lo ocasionaron y los probables impactos, ya sean negativos o positivos, y los riesgos que se puedan generar por ocasión de la recuperación y de ésta manera dimensionar los trabajos para garantizar: los ciclos naturales de la fauna, recuperación y productividad de las especies ícticas y primarias y las interacciones entre la biodiversidad.

Las zonas delimitadas para el trabajo se marcarán con el fin de prevenir riesgos que puedan causar accidentes o enfermedades profesionales junto con los requerimientos de Elementos de Protección Personal como lo establece la Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

**6.1.6 Plan de cuantificación para ejecución de obras** Una vez realizada las mediciones topográficas del humedal a restaurar se deben conocer los siguientes elementos:

1. Cuantificación del área a restaurar: una vez se ha realizado las actividades preliminares se procede a cuantificar por parte de los profesionales técnicos el área que será intervenida en las labores de limpieza y restauración.
2. Tipificación del material vegetativo encontrado en el área a restaurar: identificar el tipo de material y estimar la cantidad o el volumen a remover.
3. Tipificación de fauna y flora: identificar las especies de fauna y flora presentes en el área y estimar su número para planificar las jornadas de ahuyentamiento, rescate y reubicación.
4. Toma de muestras de material vegetal y sedimentos: con el fin de determinar el tipo de residuo sólido que se genera en la limpieza (residuo sólido no peligroso y residuo sólido peligroso – RESPEL), es necesario realizar un análisis detallado de laboratorio (características físico-químicas) para establecer su tratamiento y disposición final.

**6.1.7 Definición de herramientas.** Una vez establecido el tipo de material vegetativo se cuantifica el volumen a remover y el tipo de herramientas a utilizar; la cual para cada caso es diferente dependiendo de la vegetación encontrada y la localización en el humedal.

**6.1.8 Ahuyentamiento y rescate de fauna y flora silvestre** Previo al ahuyentamiento se debe realizar un recorrido para identificar las especies y los lugares donde se encuentran en la zona. El ahuyentamiento de fauna en una perturbación controlada y debe ser dirigido por profesionales especializados en diferentes áreas en compañía de técnicos auxiliares para apoyar la instalación de equipos y puestos de trabajo. Los profesionales deben estar familiarizados con las diferentes especies que se encuentran en el área ya que pueden ser especies endémicas o migratorias. Se realiza con el fin de generar condiciones de alerta de

la fauna presente mediante técnicas acústicas, reflectores, siluetas, cintas de colores, humo entre otros y por consiguiente un desplazamiento de los animales que se encuentren en una zona que será intervenida. Estas actividades, deben combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentre en el sitio y que por alguna razón no se ahuyentaron.

Durante las etapas de restauración se realizarán actividades de remoción, tala y descapote que pondrán en riesgo la fauna silvestre como anfibios y reptiles, mamíferos y aves que pueden ser afectados en su dinámica natural. Influir en los diferentes hábitats y micro hábitats, puede causar la muerte directa de aquellos que sean sorprendidos de manera imprevista. Se trata entonces que los animales migren hacia lugares seguros y minimizar los daños colaterales que pueden generar los trabajos en el área de influencia a ser intervenida. Unido al Plan de Ahuyentamiento se dispone de un Plan para el Manejo, preservación y reubicación de especie vegetales promisorias.

1. Jornadas de ahuyentamiento: Estas jornadas se programan para realizar el ahuyentamiento de las especies que habitan el lugar de trabajo a otras zonas a través de las diferentes técnicas mencionadas durante tres a cuatro semanas o más tiempo si se amerita, en toda el área de delimitada.
2. Acompañamiento y rescate: una vez se realice el ahuyentamiento, mediante grupos de trabajo recorren la zona para ubicar y capturar los ejemplares de fauna que se encuentren para ser reubicados en lugares de similar característica.

Actividades:

1. Captura de fauna: por medio de grupos de trabajo, y previa planeación estratégica, se instalan dispositivos de captura de acuerdo a las condiciones

morfológicas de los animales. Se utilizarán técnicas y dispositivos que garanticen la seguridad del personal y el bienestar de las especies encontradas. Esta actividad debe realizarse de tal manera de no causar mucho estrés por la manipulación física de las especies en el momento de la captura, transporte y liberación.

2. Rescate de Fauna: luego se realiza un barrido de toda la zona delimitada de trabajo para ubicar y rescatar la fauna mediante implementos de captura como nasas colectoras, redes, ganchos y colecta manual.
3. Recepción, Valoración Médica y Manejo de Fauna: Una vez rescatados se realiza una valoración médica veterinaria y comportamental de las especies capturadas y rescatadas y un registro de la actividad médica.
4. Áreas para la Liberación de la Fauna Rescatada: Los profesionales especializados previa consulta ante la autoridad ambiental competente y organizaciones locales ubican el área de reubicación pertinente de acuerdo a las condiciones ecológicas donde se encontraban las especies que les permita a los individuos su capacidad de asentarse para su desarrollo y reproducción natural.
5. Reubicación de Fauna Silvestre: Esta etapa corresponde al traslado y disposición final de los ejemplares rescatados en las zonas de reubicación definidas en compañía de la autoridad ambiental. Se realiza para asegurar la sobrevivencia de la población de animales que se pueden ver afectados por la intervención de restauración, de tal manera que va a permitir la continuidad biológica y su conservación. También se realiza un registro de la actividad de reubicación.

En resumen, se puede tener en cuenta como mínimo las etapas del procedimiento de acuerdo a la Figura 3.

**Figura 3. Etapas del ahuyentamiento y rescate de fauna.**



Los ejemplares de las especies vegetales que se hallen en el área de afectación y que será motivo de limpieza y restauración, susceptibles a rescate y reubicación, serán colectados e identificados para su posterior reubicación en un sitio con las condiciones similares para su normal desarrollo.

**6.1.9 Selección de Metodología utilizada para la limpieza y remoción de vegetación acuática** Con el conocimiento previo en la visita en donde se

determine la fauna presente en el área, del tipo de materia vegetal flotante, medial y firmal, y la cantidad estimada de los mismos, se puede establecer la Metodología a utilizar para la limpieza y remoción. En dicha metodología, las jornadas de limpieza y destaponamiento de ecosistemas hídricos se pueden llevar a cabo en cualquier tipo de fuente hídrica que puede ser objeto de intervención que esté afectando su dinámica hídrica natural.

Se puede presentar también que las orillas de los cuerpos hídricos se encuentran desprovistas de vegetación, es decir, presentan acciones antrópicas de deforestación o por acción misma de la sedimentación que ha causado algún tipo de deterioro en el ecosistema que causa la pérdida de la conectividad del recurso hídrico que lleva como consecuencia aislamiento entre caños o la misma pérdida de la cobertura vegetal. Por lo anterior, se puede considerar una revegetalización con vegetación nativa para asistir el proceso de rehabilitación de las orillas o recuperación del ecosistema de acuerdo a las condiciones específicas de cada humedal para atenuar el impacto de los procesos de degradación.

**A. Tipos de material vegetativo** Las ciénagas al igual que los caños, pueden presentar diferentes tipos de material vegetativo o tapón en el que predomina el llamado Buchón o Taruya (*Eichhornia crassipes*) que son de fácil identificación por que poseen como bulbos esponjosos y a la vez son huecos y la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) que pueden formar tapones flotantes, tapones mediales y firmales. Los primeros, son macrófitas acuáticas que se mueven con el viento y la corriente, como se observa en la Fotografía 1; los mediales, han desarrollado raíces no tan largas con acumulación de sedimentos, Fotografía 2; y los firmales, es la vegetación emergente (*Hymenachne sp, Panicum sp, Echinocloa sp, Leersia sp, Mimosa sp, Cyperus sp, Rhynchospora sp*) que se desarrolla con raíces en el sedimento sólido en el lecho del humedal, Fotografía 3.

El crecimiento exagerado de la vegetación de los humedales se debe, entre otros aspectos, a los altos niveles de contaminación de las aguas. Cuando este exceso de macrófitas flotantes muere empieza a descomponerse dentro del agua agotando el oxígeno necesario para la fauna que está presente en el agua, y se presenta lo que se denomina la descomposición anaeróbica de la materia orgánica por falta de oxígeno. Esta descomposición libera metano, que es un poderoso gas de efecto invernadero.

Es de vital importancia para darle un adecuado tratamiento y disposición final de éste material vegetal y los sedimentos denominados residuos sólidos<sup>7</sup>, realizar en la cuantificación para la ejecución de obras un estudio detallado para determinar los elementos y compuestos contaminantes peligrosos que pueden estar acumulados por largo tiempo en el material vegetal y los sedimentos como producto de la contaminación por vertimientos y puede considerarse como residuo peligroso (RESPEL), causando riesgo a la salud humana y el ambiente y se le hará el tratamiento respectivo de acuerdo a los resultados de los estudios físico químicos<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 1713 (Agosto 06 de 2002) Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá D. C. 2002 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

<sup>8</sup> COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 4741 (diciembre 30 de 2005) Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión. Bogotá D. C. 2005 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

### **Fotografía 1. Material Flotante**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal durante los trabajos realizados en la restauración del caño Maldonado, Barrancabermeja.

### **Fotografía 2. Material Medial**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal durante los trabajos realizados en la restauración del caño Maldonado, Barrancabermeja.

### Fotografía 3. Material Firmal



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal durante los trabajos realizados en la restauración del caño Maldonado, Barrancabermeja.

## 6.2 PROTOCOLO DE RESTAURACIÓN DE CONECTIVIDAD DE HUMEDALES

**6.2.1 Remoción de tapones flotantes** La remoción del material vegetal flotante presente en los humedales generalmente son retirados con las manos, llevados a la orilla y de allí al sitio de disposición, ya sea que los operarios se desplace dentro del agua si la profundidad no supera la altura del pecho, pero si las condiciones de profundidad lo superan, los operarios se pueden desplazar en una embarcación, Fotografías 4 y 5.

Sin embargo, si el tapón flotante llegara a tener una capa medianamente gruesa de espesor puede ser anclado a ganchos y remolcado con las canoas.

#### **Fotografía 4. Tapones flotantes en caños y ciénagas.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal durante los trabajos realizados en la restauración del caño Maldonado, Barrancabermeja.

#### **Fotografía 5. Remoción de Tapones flotantes en caños y ciénagas.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal durante los trabajos realizados en la restauración del caño Maldonado, Barrancabermeja.

**6.2.2 Herramientas de trabajo** Las herramientas a utilizar para la extracción de este tipo de material son: canoas, ganchos tridentes, lazo para jalar el tapón, varas, machetes, entre otras. Fotografía 6.

## Fotografía 6. Herramientas de trabajo.



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal durante los trabajos realizados en la restauración del caño Maldonado, Barrancabermeja.

**A. Mantenimiento de Herramientas de trabajo (afilado, limpiado y almacenado)** Las Herramientas utilizadas durante el trabajo de remoción del tapón flotante deben ser sometidas a mantenimiento, a saber:

Limas: utilizadas para afilar las herramientas.

Varas: para remover las secciones de tapón picado.

Machetes (rulas), palas o palines: estas herramientas se le deben realizar mantenimiento de lavado una vez terminada la jornada de trabajo. Y al mismo tiempo afilada y llevada a un lugar seguro de almacenamiento.

Parijuelas: son elementos de madera a manera de escaleras para transportar el material vegetal desde la orilla hasta el lugar de disposición. Luego de ser utilizadas deben ser limpiadas, lavadas y dejar secando para su almacenaje.

Lazos: cuando se utilizan los lazos para el remolque del material, deben ser limpiados, lavados y secados para evitar que se pudran.

Ganchos: deben lavarse luego ser secados y guardados en un lugar seguro.

Canoas y remos: se realiza un lavado para su limpieza total junto con un mantenimiento periódico del motor si dispone de uno.

Garabatos: son elaborados en madera. Consiste en una rama de árbol en forma de gancho para jalar el material flotante y cortarlo con el machete.

Moto sierra y/o hacha: La moto sierra cuando se utiliza se debe realizar limpieza y mantenimiento. Igualmente, cuando se utiliza el hacha se limpia y afila para ser dispuesta en un lugar seguro.

**B. Corte del tapón** En el lugar de trabajo el equipo técnico junto con los operarios encargados retirar el material vegetal flotante planifican la actividad trazando secciones del área del tal manera que puedan realizar cortes pequeños con las herramientas que les permita la manipulación y traslado del tapón hacia las orillas, como se observa en la Fotografía 7.

### **Fotografía 7. Corte del Tapón flotante**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**C. Enganche y arrastre del tapón** Para remover la sección cortada, se sujeta con ganchos de hierro y la aproximan a la canoa para luego poco a poco la acumula encima de la canoa para su transporte a la orilla. Si la sección es un poco grande se puede enganchar por varias canoas y realizar su arrastre hasta la orilla y con otros ganchos desde la orilla se saca y acumula en un lugar previsto para su posterior transporte y disposición. Fotografía 8.

### **Fotografía 8. Enganche del Tapón hacia la orilla.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**D. Repique del tapón** Esta actividad consiste en cortar en trozos más pequeños el material vegetal removido que se encuentra en la orilla para facilitar su transporte. Fotografía 9.

**Fotografía 9. Repique de tapón.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**E. Carga y transporte en parijuelas** Las parijuelas son herramientas fabricadas artesanalmente con madera de la zona en forma de escalera o también elaboradas con dos varas de madera unidas con malla plástica gruesa para cargar el repique de material vegetal removido. El material se coloca encima de la parijuela manipulada por dos personas hasta el lugar indicado de disposición. Fotografía 10.

**Fotografía 10. Transporte del material vegetal repicado en parijuelas.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**F. Transporte del material vegetal en canoa hacia el lugar de depósito** El material flotante extraído algunas veces se debe transportar en canoa (Fotografía 11), hacia un sitio de depósito, para acumularlo y posteriormente en caso de ser requerido pueda transformarse en abono orgánico.

**Fotografía 11. Transporte de material hacia sitio de depósito.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**G. Conversión del material extraído en abono orgánico** El material vegetal extraído del humedal puede ser almacenado y tener diversas formas de disposición. Una de ellas es la elaboración de compost que queda sujeto a la técnica propuesta por los profesionales técnicos junto con los operarios para su manejo ambiental o disponerlos para lombricultivos.

Ahora bien, si los resultados de los estudios físico-químicos son desfavorables para abonos o lombricultivos por que pasan los límites permitidos por la autoridad ambiental, se debe contratar los servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento o disposición final con empresas que cuenten con licencias, autorizaciones o permisos ambientales.

**H. Costos de remoción de material flotante** La Tabla 1 establece los costos de remoción de material flotante de acuerdo a actividades piloto realizadas en el marco de este protocolo. Se pueden presentar variaciones ya sea por el número de hectáreas a remover o por el costo de la mano de obra técnica y directa no calificada.

**Tabla 1. Costos de remoción de material flotante.**

<b>COSTOS DE REMOCION DE MATERIAL VEGETATIVO FLOTANTE POR HECTAREA</b>		
<b>ITEM</b>	<b>VALOR POR HECTAREA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Rendimiento Persona / día</b>	150 mt <sup>3</sup>	Es el volumen de material extraído por una persona en un día de trabajo de 8 horas.
<b>Personal Técnico</b>	\$ 1.828.571	Personal Técnico y administrativo del proyecto
<b>Gastos de Operación</b>	\$ 907.143	Transporte equipo de acompañamiento, gastos de comunicación, exámenes médicos, mediciones topográficas, Software, equipos informáticos - alquiler, información cartográfica, Bienes fungibles material de oficina
<b>Mano de Obra Directa no calificada</b>	\$ 5.142.857	Obreros

COSTOS DE REMOCION DE MATERIAL VEGETATIVO FLOTANTE POR HECTAREA		
ITEM	VALOR POR HECTAREA	DESCRIPCION
Logística de cuadrillas	\$ 1.971.429	Motorcanoa + 2 canoas de 8 varas adicionales, gasolina y aceite, Operador
Herramientas – Dotación	\$ 1.081.429	Rula, Manila, Parijuelas, Termo, Gancho – Rastrillo, Trocero, Diferencial – Malacate, Hacha, Motosierra, Hidratación, Botiquín, Dotación
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.931.429</b>	<b>Valor total sin AIU*</b>

\*Administración, imprevistos, utilidades.

**6.2.3 Remoción de tapones mediales (enraizados)** Para la limpieza y remoción de tapones mediales (Fotografía 12), se tiene una lista de actividades necesarias para llevar a cabo y entre estas se encuentran:

**Fotografía 12. Tapones mediales (enraizados) en ciénagas y caños.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**A. Herramientas a utilizar** Al igual que lo tapones anteriores se necesitan las mismas herramientas y equipos como machetes o rulas, palines, palas, parijuelas, trocero, entre otros, (Fotografía 13) y realizar las labores de mantenimiento recomendadas para su buen uso. Y en caso de ser necesario si el espesor de material medial no permite la utilización de herramientas manuales, es necesario utilizar maquinaria (retroexcavadora) para su corte y remoción.

**B. Mantenimiento de herramientas (Afilado, limpiado y almacenado)** Las herramientas manipuladas durante el proceso de limpieza requieren del mismo mantenimiento como en los tapones flotantes.

**Fotografía 13. Herramientas para labores de limpieza de material medial.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**C. Corte del Tapón** Durante esta actividad se trazan líneas imaginarias que permitan dividir el tapón en secciones más pequeñas (dependiendo del tamaño del tapón), para retirarlo por tramos y facilitar su desplazamiento hacia la orilla o lugar donde se están depositando los residuos. Fotografía 14.

**Fotografía 14. Corte del tapón medial.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**D. Enganche y arrastre del tapón** Una vez se ha llevado a cabo el corte del segmento que se va a remover del tapón, se prosigue a sujetarlo con el gancho de hierro y se traslada hacia la orilla o si es necesario se sube a la canoa por partes y se lleva todo a la orilla para ser retirado por los ganchos.

Otra forma es anclada el segmento del tapón al gancho de hierro, se procede a tirar a través de un lazo que lo sujeta a la orilla más próxima por la cuadrilla de trabajadores.

**Fotografía 15. Corte del tapón medial Remoción de Tapones mediales en ciénagas y caños.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**E. Carga y transporte en parijuelas** Las parijuelas (herramientas hechas con madera, de forma semejante al de las escaleras) son las empleadas para cargar los trozos de material vegetal que hacían parte del tapón picado que ya fue removido. Por parejas una en cada extremo de la parijuela, la cargan de residuos vegetales y los llevan hacia la zona de depósito.

Al terminar las labores diarias el material vegetal que ha sido extraído debe ser depositado en el sitio previamente dispuesto para su almacenamiento y posterior proceso de compostaje en caso que sea necesario.

**Fotografía 16. Carga y transporte.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**F. Transporte del material vegetal en canoa hacia el lugar de depósito** El material vegetal extraído debe ser transportado en canoas (Fotografía 17) y disponer de él en un sitio específico para luego ser procesado. Se pueden disponer de sitios pre-depósito dado que la remoción del tapón se arrastra a veces a orillas diferentes de donde está el depósito final.

**Fotografía 17. Carga de material vegetal en canoas.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**G. Picado de los residuos vegetales extraídos** El segmento de tapón removido que ya está ubicado en la orilla debe ser nuevamente cortado en trozos más pequeños para facilitar su transporte al lugar destinado para depositar el material vegetal removido. Fotografía 18.

Como en el material flotante, si los resultados de los estudios físico-químicos son desfavorables para abonos o lombricultivos por que pasan los límites permitidos por la autoridad ambiental, se debe contratar los servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento o disposición final con empresas que cuenten con licencias, autorizaciones o permisos ambientales.

**Fotografía 18. Picado de los residuos vegetales extraídos.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**H. Costos de remoción de material medial** La Tabla 2 establece los costos de remoción de material medial de acuerdo a actividades piloto realizadas en el marco de este protocolo. Se pueden presentar variaciones ya sea por el número de hectáreas a remover o por el costo de la mano de obra técnica y directa no calificada.

**Tabla 2. Costos de remoción de material medial.**

<b>COSTOS DE REMOCION DE MATERIAL VEGETATIVO FLOTANTE POR HECTAREA</b>		
<b>ITEM</b>	<b>VALOR POR HECTAREA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Rendimiento Persona / día</b>	120 mt <sup>3</sup>	Es el volumen de material extraído por una persona en un día de trabajo de 8 horas.
<b>Personal Técnico</b>	\$ 2.240.000	Personal Técnico y administrativo del proyecto
<b>Gastos de Operación</b>	\$ 1.108.200	Transporte equipo de acompañamiento, gastos de comunicación, exámenes médicos, mediciones topográficas, Software, equipos informáticos - alquiler, información cartográfica, Bienes

<b>COSTOS DE REMOCION DE MATERIAL VEGETATIVO FLOTANTE POR HECTAREA</b>		
<b>ITEM</b>	<b>VALOR POR HECTAREA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
		fungibles material de oficina
<b>Mano de Obra Directa no calificada</b>	\$ 6.250.000	Obreros
<b>Logística de cuadrillas</b>	\$ 2.300.000	Motorcanoa + 2 canoas de 8 varas adicionales, gasolina y aceite, Operador
<b>Herramientas – Dotación</b>	\$ 1.200.000	Rula, Manila, Parijuelas, Termo, Gancho – Rastrillo, Trocero, Diferencial – Malacate, Hacha, Motosierra, Hidratación, Botiquín, Dotación
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 13.098.200</b>	<b>Valor total sin AIU*</b>

\*Administración, imprevistos, utilidades.

**6.2.4 Remoción de tapón firmal** La alteración del régimen hídrico del humedal ha sido por la colmatación natural que progresivamente y a través del tiempo ha formado material firmal (Fotografía 19). Se consideran por tanto formación de suelos propiamente dichos coadyuvados por el sedimento que con el tiempo se depositan dentro del humedal y han tenido procesos de colonización no solo de plantas herbáceas, sino que a su vez estas plantas colonizadoras han preparado el terreno dándole paso a especies arbustivas pioneras. La dinámica del ecosistema acuático en el que interviene el arrastre masivo de vegetación y sedimento ocasiona que se deposite y acumule haciéndolo mucho más espeso y lo que permite que las plantas desarrollen raíces de mayor tamaño por lo cual dificulta su extracción.

La magnitud de la disminución del área del humedal puede dificultar el acceso y su remoción. Para este caso las herramientas utilizadas en los otros procesos no son útiles y por tanto hay que adelantar trabajos con la ayuda de maquinaria pesada como la retroexcavadora, la cual podrá comenzar escavar y a extraer el tapón e irla depositando directamente en una volqueta para su posterior transporte al sitio de disposición del material vegetal extraído. También se puede disponer

provisionalmente en un sitio cercano a la orilla para que sea puesto en bolsas o costales para facilitar su traslado al lugar definitivo de su disposición por medio de carretillas o a las volquetas.

**Fotografía 19. Tapones firmales en ciénagas y caños.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**A. Herramientas a utilizar** Inicialmente se pueden utilizar las mismas herramientas descritas en los procesos anteriores en algunos sectores donde el firmal no está totalmente establecido y además se debe utilizar maquinaria pesada como: retroexcavadora y volqueta para facilitar el movimiento y traslado del material firmal removido durante la limpieza. También el uso de moto sierra, guadañadoras, entre otros. Fotografía 20.

**Fotografía 20. Herramientas utilizadas en remoción de firmales.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja y el Humedal La Rica, La Dorada (Caldas)

Las actividades previstas para la remoción del tapón firmal son las siguientes:

**B. Identificación y señalización del sitio a intervenir** Como estrategia recomendada es realizar una identificación del sitio que se desea recuperar con ayuda instrumentos de georeferenciación (GPS) que por medio de las coordenadas se demarca y delimita la zona, se registra las coordenadas para que quede constancia y pueda alimentarse la base de datos del SIG, una vez hecho esto se delimita visualmente el área de trabajo con la ayuda de banderines o cintas de seguridad para que la maquinaria pueda realizar el trabajo de remoción, movimiento y desplazamiento. Fotografía 21.

**Fotografía 21. Georeferenciación del área de trabajo.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**C. Corte y Remoción del tapón firmal con ayuda de retroexcavadora** La retroexcavadora es la máquina recomendada para retirar el material firmal del ecosistema, ya que facilita remover grandes cargas (Fotografía 22). Al mismo tiempo permite que otros operarios hagan recorridos, manteniendo la seguridad y salud en el trabajo y participen de la actividad en zonas adyacentes retirando con la ayuda de herramientas manuales, el material vegetal excedente.

**Fotografía 22. Remoción de Tapones firmales en ciénagas y caños.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Humedal La Rica, La Dorada (Caldas).

**D. Destronque y poda de la vegetación** Es natural que sobre el firmal se encuentre cobertura vegetal fuertemente establecida y muchas veces de árboles, lo que se debe adelantar labores iniciales de poda para el desplazamiento tanto del personal como de la maquinaria. Las podas son necesarias para desbloquear los recorridos del agua dentro del ecosistema por la acumulan material vegetal flotante y van generando apilamientos de troncos junto con ramas caídas de la vegetación del complejo hídrico (Fotografía 23). Esta poda o destronque se puede realizar con la ayuda de motosierras que deben ser afilados a diario para facilitar el trabajo o con machetes en el caso de las podas.

**Fotografía 23. Destronque y poda de la vegetación caída en caños.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Caño Maldonado, Barrancabermeja.

**E. Carga, transporte y disposición final permanente de los residuos vegetales** Una vez removido el material se procede a cargarlo y transportarlo por las volquetas o en carretillas al sitio de disposición final de residuos vegetales (Fotografía 24). Es importante un conocimiento detallado de la constitución físico química de los sedimentos para determinar un adecuado manejo ambiental en su disposición. El material removido puede ser procesado para la fabricación de compost, entre otros usos, que son determinados de acuerdo a su constitución, por el personal profesional técnico.

Si los resultados de los estudios físico-químicos son desfavorables para abonos, lombricultivos u otros usos, porque pasan los límites permitidos por la autoridad ambiental, se debe contratar los servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento o disposición final con empresas que cuenten con licencias, autorizaciones o permisos ambientales quienes los llevaran a lugares seguros.

**Fotografía 24. Carga y transporte del material firmal.**



Fuente: Tomada por Carlos Alberto Leal, durante los trabajos realizados en la restauración del Humedal La Rica, La Dorada (Caldas).

**F. Costos de remoción de material firmal** La Tabla 3 establece los costos de remoción de material firmal de acuerdo a actividades piloto realizadas en el marco de este protocolo. Se pueden presentar variaciones ya sea por el número de hectáreas a remover o por el costo de la maquinaria, mano de obra técnica y directa no calificada.

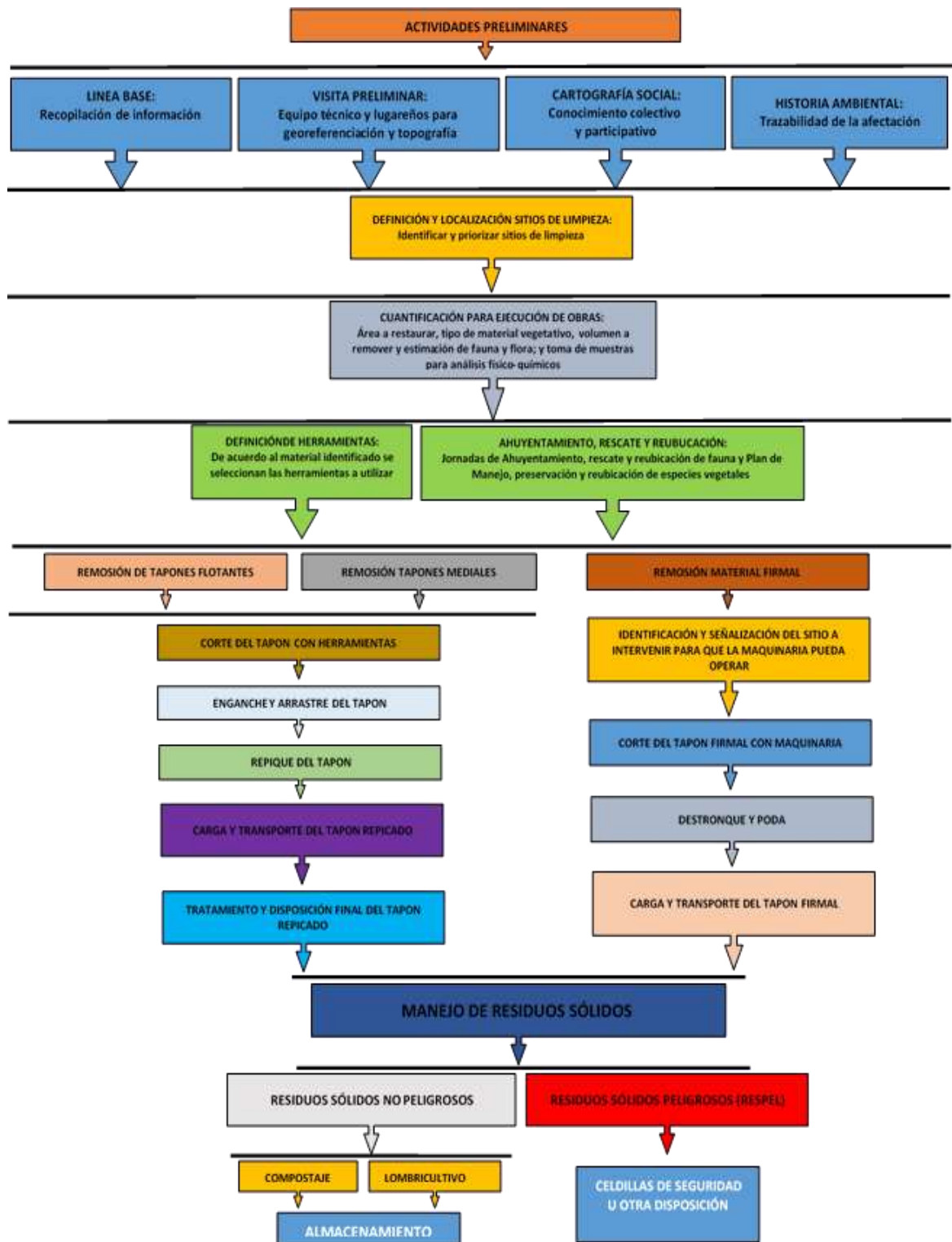
**Tabla 3. Costos de remoción mecánica.**

<b>COSTOS DE REMOCION DE MATERIAL VEGETATIVO FLOTANTE POR HECTAREA</b>		
<b>ITEM</b>	<b>VALOR POR HECTAREA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Rendimiento Maquina / Día</b>	864 mt <sup>3</sup>	Es el volumen de material extraído por una maquina en un día de trabajo de 8 horas.
<b>Movilización de equipos</b>	\$ 700.000	Transporte del equipo de remoción mecánica
<b>Remoción mecánica</b>	\$ 20.000.000	Maquinaria para remoción de firmales
<b>Personal Técnico</b>	\$ 3.200.000	Personal Técnico y administrativo del proyecto
<b>Gastos de Operación</b>	\$ 1.300.000	Transporte equipo de acompañamiento, gastos de comunicación, exámenes médicos, mediciones topográficas, Software, equipos informáticos - alquiler, información cartográfica, Bienes fungibles material de oficina
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 25.200.000</b>	<b>Valor total sin AIU*</b>

\*Administración, imprevistos, utilidades.

A continuación se presenta mediante un flujograma, todas las actividades que conforman el protocolo de limpieza y restauración propuesto en la presente monografía que es de fácil aplicación en cualquier humedal (Figura 4).

Figura 4. Flujograma protocolo de limpieza y restauración de material flotante, medial y firmal.



**6.2.5 Seguridad Industrial y Salud en el trabajo** La seguridad Industrial y salud en el trabajo es un aspecto muy importante para el desarrollo de todas las actividades laborales en la limpieza y restauración de los humedales. Por tanto se debe cumplir con una serie de normas y condiciones que se deben ofrecer a todos los trabajadores con el fin de garantizar su seguridad y protección como lo establece la Resolución 2400/79 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

De acuerdo a la Resolución, es primordial que los trabajadores que realizan actividades en sitios húmedos como cuencas, ríos, quebradas, ciénagas, etc., deben contar los respectivos Elementos de Protección Personal (EPP) y su dotación adecuada, además a esto, la empresa debe cumplir con las leyes pertinentes para proveer la afiliación al Sistema General de Salud y de Pensión y ARP de acuerdo a la Ley 100 de 1993 del Sistema General de Riesgos profesionales y la Ley 1562/12, que modifica al Sistema.

Antes de cada jornada laboral el supervisor de seguridad industrial y salud en el trabajo, debe dar una charla referente a los riesgos y peligros a que pueden estar expuestos mientras realizan sus actividades y exponer el plan de trabajo de las actividades a realizar durante la jornada.

Los trabajadores, ya sean profesionales técnicos como operarios de limpieza, deben contar para realizar sus actividades laborales de:

- Casco, guantes plásticos, botas plástico con punteras, monogafa y chaleco salvavidas.
- El sitio de trabajo debe contar con puntos fríos de pendiendo del número de trabajadores (agua potable para tomar 1 x 10), es decir, un punto frio por cada 10 trabajadores.

- Disponer de un lugar idóneo con techo, mesas, sillas y libre de humedad donde los trabajadores puedan tomar sus alimentos y descansar del tiempo reglamentario.
- Disponer de vehículo para caso de urgencias de desplazamientos a un centro de salud de segundo o tercer nivel.
- Igualmente se debe dar en conocimiento de las actividades a realizar por parte de la Armada Nacional.
- Tener disponibilidad un lugar para cambio de dotación y EPPs.
- Disponer de un centro de primeros auxilios compuesto: por una un botiquín bien dotado.
- Contar con un plan de socorro o emergencia (Plan de contingencia).
- La empresa debe asignar un supervisor de seguridad industrial y/o profesional en HSE.
- Llevar un control o registro de las actividades del día con el que permita al final de mes realizar los informes pertinentes.

**A. Riesgos Profesionales** De acuerdo al Decreto 1295/94, son los accidentes y enfermedades que puedan ocurrir con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan las personas.

#### Clases de Riesgos en la Limpieza y Restauración de los Humedales

Las labores realizadas durante la limpieza y restauración pueden estar afectadas por uno o varios factores de riesgo de acuerdo a la Guía Técnica para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional - GTC 45, que tienen la probabilidad de producir accidentes y enfermedades a los trabajadores, estos pueden ser:

1. Riesgo físico: ruido, temperaturas extremas, vibraciones por equipos de motosierra, herramientas (palas, palines, machetes, ganchos, etc.).

2. Riesgo biológico: alergias, virus, bacterias, parásitos, reptiles.
3. Riesgo Fisicoquímico: líquidos combustibles, inflamables.
4. Riesgo Ergonómico: posiciones inadecuadas en la manipulación de los equipos y herramientas; movimientos repetitivos, manejo inadecuado de cargas y sobrecargas.
5. Riesgo Psicosocial: estrés por trabajos en campo, trabajos bajo presión, carga de trabajo excesivo.
6. Riesgos locativos: estructuras de lugares de descanso y alimentación, puntos fríos.
7. Riesgos Mecánicos: Maquinaria en movimiento, motores y motobombas.
8. Riesgos ambientales: lluvias, exceso de temperatura por el sol, humedal.

No es el objeto de éste trabajo Monográfico entrar en detalle para Planificar las contingencias necesarias para los trabajos en la limpieza y restauración. Por tanto queda la responsabilidad del supervisor de seguridad industrial y/o profesional en HSE, la implementación de un Plan que garantice la realización segura del trabajo.

Asimismo, de emprender las contingencias cuando se presente alguna novedad en las actividades.

## 7. CONCLUSIONES

- El protocolo está diseñado de tal manera que se pueda aplicar uno de los tres métodos o los tres al mismo tiempo para la remoción del material vegetal que pueden estar presentes en el mismo humedal, a saber: flotante, medial y firmal.
- Los protocolos encontrados durante la revisión de la literatura, están desarrollados para un lugar específico, es decir, a un humedal determinado y se considera que la metodología de aplicación es solo para ese cuerpo hídrico.
- Los humedales son uno de los ecosistemas naturales más ricos y productivos de las regiones en donde se establece una interacción simbiótica hombre-naturaleza cuya característica es encontrar un lugar para subsistir.
- El crecimiento de las macrófitas acuática es mucho mayor en comparación a las actividades que desarrollan las entidades y corporaciones regionales encargadas para la recuperación de los cuerpos hídricos.
- Son mínimos los avances logrados para disminuir la carga orgánica que presenta los cuerpos de agua producto de todo tipo de contaminación que ocasionan el crecimiento acelerado del material vegetal.
- Los humedales funcionan como una esponja que absorbe el exceso de agua que puede inundar las zonas aledañas durante los periodos de lluvia, es decir, actúan como zonas amortiguación hídrica para mitigar crecientes.
- Los humedales son importantes en su función ecológica para el almacenamiento y abastecimiento de agua, estabilización de costas y control

de erosión, recarga y descarga de acuíferos, depuración de agua, retención de sedimentos y nutrientes, y un variable hábitat para la fauna y flora.

- No hay un monitoreo constante de la red hídrica de la cuenca del Magdalena Medio en cuanto a la variación de las macrófitas acuáticas presentes.
- A pesar de las diversas reglamentaciones, normas y leyes que establecen la obligatoriedad para delimitar, proteger y conservar los humedales, no se aplican con determinación.
- Los estudios de los sistemas naturales son de vital importancia ya que aportan herramientas y mecanismos para las actividades de recuperación y conservación de los ecosistemas, en especial de los humedales, quienes constituyen un papel importante de las redes hídricas.
- Las acciones de limpieza y recuperación están a cargo de las distintas entidades territoriales, corporaciones regionales, entre otras, junto con las distintas comunidades que se benefician de los Humedales.

## 8. RECOMENDACIONES

- Solicitar a las empresas que se encuentran desarrollando diversas actividades en el río Magdalena y en área de influencia de humedales, ya sea de tipo minero, infraestructura y dragado del río, que establezcan medidas para minimizar la contaminación y de mitigación de impactos ambientales mediante planes de mejoramiento ambiental.
- Cormagdalena, como entidad encargada de la navegabilidad del Río Grande de la Magdalena implementar más Planes Estratégicos con actividades de mantenimiento y recuperación del Río Magdalena y sus humedales.
- Insistir a los organismos de control el estricto cumplimiento de las leyes y normas para la conservación de los recursos naturales.
- Que las Corporaciones Regionales y entes territoriales definan programas de restauración y recuperación de los humedales conforme a las disposiciones establecidas el Decreto 1640 de 2012 Planificación, ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y Acuíferos emanado por el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible.
- Establecer y aplicar políticas públicas de los entes territoriales con participación de las comunidades para afrontar los retos que cada día afrontan los Ecosistemas de humedales en el Magdalena Medio en aras de implementar Planes de Ordenamiento de Humedales de acuerdo a los dispuesto en el Decreto 1640 de 2012 Planificación, ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y Acuíferos del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible.

- Hacer cumplir a los dueños de predios con límites de humedales los criterios para el mantenimiento y conservación de las rondas hídricas establecidas en el decreto 2811 de 1974 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente emanado por el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible.
- Insistir en las comunidades de pescadores para que tomen conciencia del papel importante para el mantenimiento y recuperación de los humedales.
- Adelantar proyectos que aporten nuevos conocimientos y alternativas que puedan llegar a mitigar la problemática de los humedales.

## BIBLIOGRAFIA

COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPÚBLICA Ley 357 (Enero 21 de 1997) Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). Diario Oficial. Bogotá D. C. 1997 [en línea] disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0357\\_1997.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0357_1997.pdf)

COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPÚBLICA Ley 99 (Diciembre 22 de 1993) por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D. C. 1993 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>

COLOMBIA, MINISTRO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Resolución 2400 (mayo 22 de 1979) Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. El Ministerio. Bogotá D. C. 1979 [en línea] disponible en: <http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>

COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 1443 (julio 31 de 2014) Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Bogotá D. C. 2014 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=58841>

COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 1449 (junio 27 de 1977) por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974. Bogotá D. C. 1977 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1503>

COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 1608 (Julio 31 de 1978) Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.. Bogotá D. C. 1978 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8241>

COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 1640 (Agosto 2 de 2012) Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones. Bogotá D. C. 2012 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=49987>

COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 1713 (Agosto 06 de 2002) Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá D. C. 2002 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 1729 (Agosto 6 de 2002) "Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones" Bogotá D. C. 2002 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5534>

COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 2811 (Diciembre 18 de 1974) Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.. Bogotá D. C. 1974 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>

COLOMBIA, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Decreto 4741 (diciembre 30 de 2005) Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión. Bogotá D. C. 2005 [en línea] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>

CONVENIO DE COLABORACION DHS No. 036-2009 ECOPETROL – FUNDACION ALMA. Protocolo de restauración Ecológica participativa: Los Complejos de humedales del Magdalena Medio 2012.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR. Guía metodológica para la delimitación de zonas de ronda en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. 2015

ESPARZA, A. Protocolo de limpieza y remoción del material vegetal causante de tapones en ecosistemas hídricos, Programa Desarrollo y Paz del Magdalena Medio PDPMM. 2011.

FUNDACIÓN ALMA. Protocolo de restauración ecológica participativa. Molano Publicidad, primera edición. 2012

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional GTC-45 Bogotá D. C.: El Instituto 2012 [en línea] disponible en: <http://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>

J. Pedro et. al. Manejo integral de ciénagas y restauración de la recta ideológica del Magdalena Medio Instituto universitario de la paz. 2006

JUSTICIA AMBIENTAL COLOMBIA situación de los humedales [en línea] disponible en: <https://justiciaambientalcolombia.org/tag/situacion-de-los-humedales-en-colombia/>

MINISTERIO DE AMBIENTE DESARROLLO SOSTENIBLE Plan Nacional de Restauración. Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de áreas disturbadas 2015.

MINISTERIO DE AMBIENTE. Consejo Nacional Ambiental. Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia - Estrategia para su conservación y uso sostenible. 2002

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Bases técnicas para la conservación y uso sostenible de los humedales. 1999

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Política Nacional para humedales interiores de Colombia. Estrategias para su conservación y uso sostenible. 2002

MINISTERIO DEL TRABAJO. Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo SG-SST 2014-2015. 2014.

MOTOYA MORENO Yimmy. AGUIRRE R. Néstor. Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables ciénagas de Colombia. 2009

PÉREZ, I. Manual de manejo y rescate de fauna.

PINEDA, Ana M. Humedales del Departamento de Risaralda. Subdirección de gestión ambiental territorial, SGAT. 2013 [en línea] disponible en: <http://www.carder.gov.co/web/es/humedales-del-departamento-de-risaralda>

PONCE DE LEÓN, G. C. Guía Técnica para proyectos pilotos de restauración ecológica participativa. 2007.

PONCE DE LEÓN, G. C. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Manual de restauración ecológica participativa. 2007.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, SDA. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos, primera edición. 2008.