

**ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EN EL AISLAMIENTO, RESTAURACIÓN Y
CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL TALAGA MUNICIPIO DE TIMBÍO (CAUCA),
A PARTIR DE UNA EVALUACIÓN AMBIENTAL.**

Jesús Johany Angel Ledesma

**Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Magíster en
Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible**

Director

Carlos Eduardo Guevara Fletcher

Universidad Santiago de Cali

Maestría en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible

Facultad de Educación

Santiago de Cali

2019

RESUMEN

Los humedales en el mundo ejercen una función importante desde lo ecológico, social y económico, considerados como ecosistemas estratégicos para la naturaleza y el ser humano. La aplicación de herramientas estadísticas como el software MicMac® analizó los factores, problemas e impactos ambientales que afectan el humedal Talaga ubicado en el municipio de Timbío, en el departamento del Cauca, lo que a su vez permitió diseñar ocho estrategias didácticas (exposición magistral, resolución de problemas, debates y discusiones, talleres, trabajo de campo, campañas ecológicas, grupos ecológicos y desarrollo de proyectos) aplicadas para el aislamiento, restauración y conservación del humedal. Se aplicó una metodología prospectiva, mediante el método de análisis estructural creado por Godet, el cual le dio el nombre de Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación con sus siglas MICMAC y una matriz conformada por las variables consideradas importantes (ausencia y negligencia de entes gubernamentales, captación y desvío de caudal, disminución de la pesca artesanal para consumo, el inapropiado uso de suelo, desagüe de aguas servidas, aumento de residuos sólidos, actividades antrópicas, disminución de la productividad primaria, disminución de la productividad secundaria, disminución de la cobertura vegetal, disminución de diversidad de flora y fauna, aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo, disminución de la transparencia, variación en la permeabilidad radiación solar, aumento de la erosión, aumento en la carga de sólidos disueltos, eutrofización de la fuente del humedal, demanda biológica y química del oxígeno, variación de temperatura de microclimas, aumento de la carga de nutrientes) ajustada por un grupo de instructores del Técnico en Conservación de Recursos

Naturales de Timbío 2017, con el fin de conocer y priorizar los factores que son más sensibles a la transformación del ecosistema y sobre los cuales habría que tomar acciones de mitigación, preservación y/o conservación, utilizando estrategias didácticas por parte de los aprendices. Se encontraron cuatro variables críticas: Eutrofización de la fuente del humedal, Disminución de diversidad de flora y fauna. La variable más influyente es Aumento en la carga de sólidos disueltos, y la de mayor dependencia las variable Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo. La aplicación de dichas herramientas, en el contexto ecológico permite determinar dentro de las variables que afectan al humedal Talaga cuáles presentan mayor relevancia y qué tipo de estrategias se deberían implementar para conocer el estado de transformación de estos ecosistemas a nivel local, regional y nacional.

Palabras clave: Humedales, ecología, estrategias didácticas, Conservación, Talaga, Timbío, Cauca.

ABSTRACT

Wetlands in the world have an important function in ecological, social and economic aspects, they are considered as strategic ecosystems for nature and the human being. The application of statistical tools such as MicMac® software, allowed to analyze the environmental factors, problems and impacts that affect the Talaga wetland, located in Timbio municipality, in the department of Cauca, which allowed to design eight teaching strategies (exhibition magisterial, problem solving, debates and discussions, workshops, field work, ecological campaigns, ecological groups and project development) applied for the isolation, restoration and conservation of the wetland. A prospective methodology was applied, using the method of structural analysis created by Godet, which gave him the name of Matrix of Cross Impacts Multiplication Applied to a Classification with its acronym MICMAC and a matrix formed by the variables considered important (absence and neglect of government entities, catchment and diversion of flow, reduction of artisanal fishing for consumption, inappropriate land use, sewage drainage, increase in solid waste, anthropic activities, decrease in primary productivity, decrease in secondary productivity, decrease in plant cover, decrease in diversity of flora and fauna, increase in leaching of nutrients and soil dragging, decrease in transparency, variation in solar radiation permeability, increase in erosion, increase in load of dissolved solids, eutrophication of the wetland source, biological and chemical oxygen demand, temperature variation of microclimates, increase in load of nutrients) adjusted by a group of Conservation Technician instructors of Natural Resources of Timbío 2017, in order to know and prioritize the factors that are most sensitive to the transformation of the ecosystem and on which mitigation, preservation

and / or conservation actions should be taken, using didactic strategies by apprentices. Four critical variables were found: Eutrophication of the source of the wetland, Decrease in diversity of flora and fauna. The most influential variable is increase in the load of dissolved solids, and the one with the greatest dependence is the variable Increase in leaching of nutrients and soil dragging. The application of these tools, in the ecological context, allows determining within the variables that affect the Talaga wetland, which are more relevant and what kind of strategies should be implemented to know the state of transformation of these ecosystems at local, regional and national levels.

Keywords: wetlands, ecology, didactic strategy, prospective, Talaga, Timbío, Cauca.

1. INTRODUCCIÓN

El impacto ambiental “se conoce como un efecto producido por una acción antrópica sobre el medio ambiente, estos efectos pueden ser de índole positivo o negativo teniendo en cuenta aspectos tales como: lo social, económico, cultural, tecnológico y primordialmente el ecológico” (Figueroa, A; Contreras, R; Sanchez, J;, 1998, p. 7).

A nivel mundial, el índice de urbanización de la población aumenta aceleradamente (IIED, 2006, p. 267). En Latinoamérica el crecimiento urbano ha sido descontrolado generando importantes transformaciones en el medio ambiente, incluso en ecosistemas frágiles (García, 1997, p. 30). En Colombia, el crecimiento urbano aumenta por factores tales como: el conflicto armado interno que conlleva al desplazamiento de personas desde las zonas rurales hacia las urbanas, lo cual afecta ecosistemas frágiles tanto lenticos (humedales, lagos, pantanos, charcas) como loticos (ríos, arroyos, derivaciones) (Vargas, Díaz, Reyes, & Gómez, 2012, p. 96).

Los humedales son las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Secretaría de la Convención Ramsar, 2006, p. 8). Las características, propiedades y funciones de cualquier humedal son determinadas por el clima, régimen hidrológico, sustrato, posición y dominancia en el paisaje (Lewis, 1995, p. 9), fertilidad, disturbios, herbivoría, competencia y dinámica de la sedimentación (Keddy, 2000, p. 11).

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos del planeta, ayudan a mitigar inundaciones, retienen sedimentos, sustancias tóxicas y nutrientes, poseen una alta biodiversidad, controlan la erosión, almacenan carbono, proveen servicios de transporte y de recreación y son una fuente importante de agua y alimento. Es por ello que han jugado un papel primordial en el desarrollo y sostén de las sociedades en todas partes del mundo (Stuip, Baker, & Oosterberg, 2002, p. 8). Son ecosistemas complejos que poseen características químicas y biológicas asociadas con un régimen hídrico, ya sea de forma temporal o permanente. Debido a la alta cantidad de materia orgánica y de microorganismos que se alimentan de esta, estos presentan un alto grado de productividad y son considerados como ecosistemas de gran importancia para la conservación de numerosas especies vegetales y animales (Bravo, Piedra, & Piedra, 2012, p. 12). Se ha establecido que los principales factores que afectan estos ecosistemas son entre otros, la desecación de suelos para el acondicionamiento de tierras para cultivos, la práctica de la ganadería en humedales y franjas protectoras, la deforestación de cuencas hidrográficas, el uso del agua de los humedales para el riego de cultivos sin estudios previos, y uno de los más importantes el crecimiento poblacional y urbanización desordenada que va quitando cuerpos de aguas adyacentes a los humedales (Alcaldía Municipal del Municipio de Timbío, 2012)

Los humedales son parte de la evolución de las sociedades humanas alrededor del mundo. En ellos se encuentran recursos y procesos importantes para la supervivencia humana, desde la producción de alimento por medio de la pesca, cultivos de arroz y frutos, hasta la producción de madera, captura de carbono, purificación del agua, y la creación (hace millones de años) de

reservas de combustibles fósiles, los cuáles son explotados recientemente (Mitsch & Gosselink, 2000, p. 722). Pese a que se han reconocido los múltiples beneficios de los humedales para la sociedad, estos se siguen deteriorando a un ritmo acelerado. Varias de las especies acuáticas que habitan en ellos, se encuentran amenazadas globalmente por la sobreexplotación, la contaminación del agua, la modificación de los pulsos, la destrucción o la degradación de los hábitats y la invasión de especies exóticas (Springate-Baginski, Allen, & Darwall, 2009, p. 144)

A continuación se relacionan algunos antecedentes que serán tomados como referencia sobre humedales en el ámbito internacional, nacional y local.

En el ámbito internacional, Fluet-Chouinard, Lehner, Rebelo, Papa, & Hamilton (2015) en su estudio afirmaron que existe una necesidad creciente de una “representación espacial precisa de las aguas superficiales terrestres para apoyar el manejo y la conservación de su biodiversidad así como sus servicios de los ecosistemas” (p.348). En el estudio de Suárez, Orrego, & Regal (2015), realizaron “la evaluación ecológica rápida del humedal de tragadero en el Perú, donde diagnosticaron el estado actual del humedal para conocer su importancia ecológica y las características socioeconómicas de la población” (p. 133). Davidson (2014) ofreció una panorámica de la pérdida de humedales a lo largo del tiempo, en su estudio de 189 evaluaciones de humedales, “estimó que la pérdida de humedales en el siglo XX osciló entre el 64% y el 71% y que en algunas regiones, sobre todo en Asia, fue aún mayor” (p. 934). Según Junk *et al.* (2013), en el estudio realizado se encontró que “la superficie de los humedales que se ha perdido en todo el mundo oscila entre un 30% y un 90%, dependiendo de la región que se analice” (p. 160).

Utilizando una metodología de teledetección, Murray, Clemens, Phinn, Possingham, & Fuller (2014) estudiaron “alrededor de 4.000 kilómetros de la costa del mar Amarillo y señalaron que se había perdido aproximadamente el 65% de los humedales intermareales en los últimos 50 años (p. 267). Camacho, Ruiz, Ghermandi, Berlanga, & Nuñez (2014) estudiaron los servicios de los ecosistemas en el sur de Sinaloa (México), “calcularon las variaciones en el valor de los servicios de los ecosistemas a partir de los cambios en la extensión de los humedales utilizando herramientas de teledetección y SIG” (p. 852). Según Pintos & Sgroi (2012) en su estudio postularon que “los fenómenos de urbanización crecen en ámbitos caracterizados por el dominio de humedales, donde se han ejercido profundas transformaciones ambientales” (p. 12). Aponte & Ramírez (2011), realizaron un estudio denominado “humedales de la costa central del Perú, estructura y amenazas de sus comunidades vegetales” (p. 31). En el trabajo realizado por Paredes (2010), se determinaron “las principales amenazas de los humedales urbanos y su área de influencia” (p. 6). Estudios como los de Alfonso & Dipotet (2007) sobre “planeación en zonas costeras y su influencia en la conservación de humedales para un caso en Cuba” (p. 12). Albrieu & Ferrari (2007) analizaron la “participación de los municipios en la conservación de los humedales costeros a partir del caso de un estuario argentino” (p. 24). Robles & Ruiz (2006), realizaron “la evaluación de cambios en el paisaje y sus efectos sobre los humedales costeros del sistema estuario de San Blas, Nayarit en México” (p. 523).

En el ámbito nacional, Patiño (2016), realizó un “análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia” (p. 87). Garzón, Córdoba, & Gutiérrez (2014), realizaron la “construcción participativa de estrategias de restauración ecológica en

humedales del Magdalena Medio” (p. 59). Espinosa, Valdez, & Valencia (2013), realizaron el “diagnóstico y la evaluación ecológica, socioeconómica y ambiental de un valioso ecosistema urbano, denominado Humedal Aguas Claras en la ciudad de Villavicencio” (p. 92). Hernández (2010), en su estudio, hizo una “contextualización normativa, política e institucional con el fin de distinguir las generalidades que hacen parte del proceso de Gestión de Humedales para la Ciudad de Bogotá” (p. 3). Pastrana & Pacheco (2010) por medio de su artículo denominado “La Convención Ramsar a lo largo del eje local - global: protección de humedal es en el Valle del Cauca”, mencionaron que en “Colombia no se está garantizando una adecuada protección a los humedales del país, tal como debería ser según lo consagrado en la Convención Ramsar” (p. 573).

En el ámbito local caucano, el estudio del Humedal Universidad del Cauca, realizado por Castillo, Ipia, & Zúñiga (2013), se hizo “la caracterización florística y de entomofauna, así como la caracterización socioeconómica registrando informantes clave de la comunidad, donde se demostró un elevado crecimiento demográfico, inestabilidad económica e inadecuadas condiciones de vida” (p. 3). En el trabajo de Artunduaga (2007), se realizó “la caracterización ambiental de los humedales en una franja subandina del municipio de Popayán, en el departamento del Cauca, en cual identificó los humedales presentes entre los 1.600 y 1.900 msnm” (p. 14). Caicedo & Chilito (2007) “generaron el diagnóstico y formulación de estrategias participativas para la recuperación y conservación del humedal Universidad del Cauca” (p. 15). La Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC (2009), mediante audiencia pública divulgó el estudio denominado “Plan de Manejo del Complejo de Humedales de la Meseta de Popayán,

siguiendo los lineamientos misionales de la CRC en el sentido de propiciar el Desarrollo Sostenible a través de la administración de los recursos naturales y el ambiente” (p. 2). La Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC en el 2006, junto con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), realizó la caracterización ambiental de los humedales de la meseta de Popayán y Puracé (CRC & WWF, 2006, p. 4).

En el municipio de Timbío, existen cinco humedales que se constituyen en elementos naturales de gran importancia: Hato Nuevo, Ciénaga Finca Guaca, Ciénaga Timbío, La Marqueza, Santa Teresita. El deterioro ambiental generado en ellos por actividades antrópicas evidencia la pertinencia de realizar estudios de impacto ambiental en la zona. Así, para el Humedal Talaga del río Chambio, afluente del río Timbío, departamento del Cauca, se requiere realizar estudios e implementar medidas de mitigación sobre su deterioro, ya que existen una serie de factores que agilizan el daño del ecosistema por contaminación en general, el manejo inadecuado del territorio, el uso de químicos, el desarrollo ilegal de la actividad minera, el manejo inadecuado de residuos, prácticas inadecuadas de la actividad productiva agrícola, pecuaria, entre otros. Igualmente, no existe una acertada gestión ambiental que afronte las múltiples dificultades que atentan contra este humedal (Alcaldía Municipal del Municipio de Timbío, 2012) (Figura 1). El plan de ordenamiento territorial del municipio de Timbío, refleja la falta de conocimiento sobre el concepto “Humedal” y la importancia de estos ecosistemas, causal de negligencia de entes gubernamentales y directos responsables de la contaminación sobre el humedal derivada de actividades antrópicas (Figura 2).

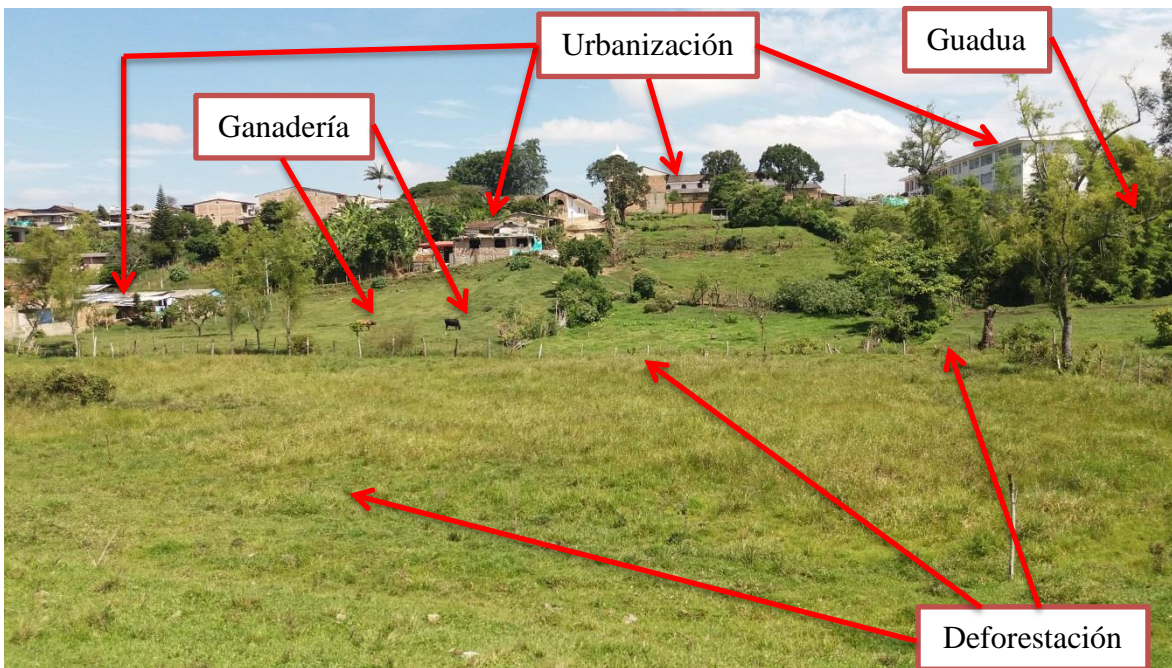


Figura 1. Actividades antrópicas que afectan el humedal Talaga.
Fuente. Autor (2018).

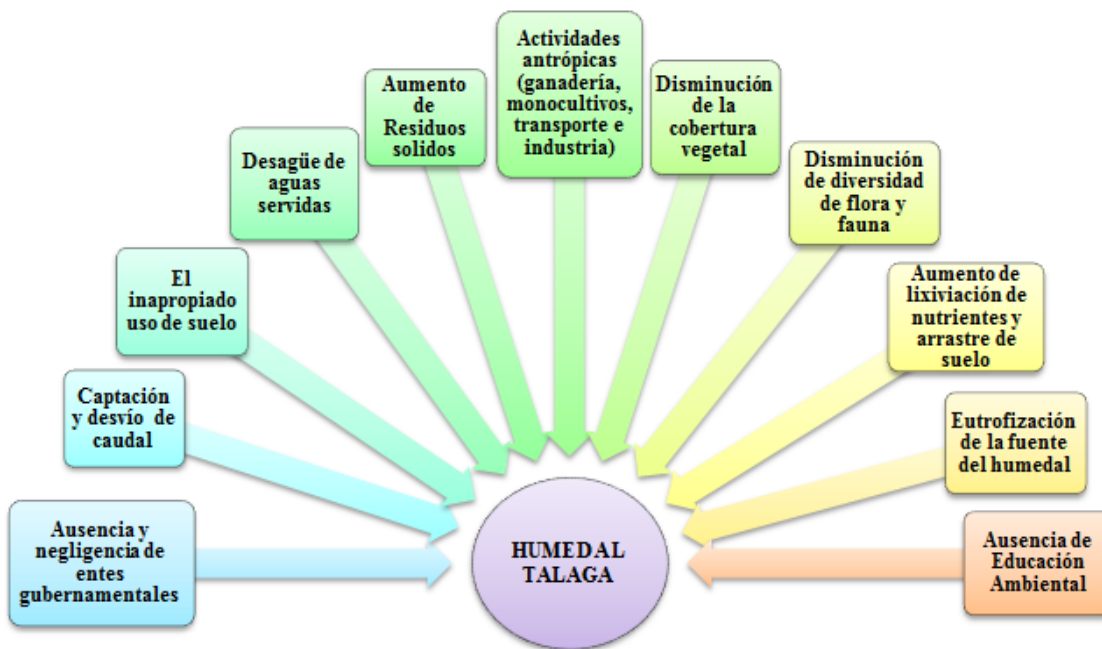


Figura 2. Composición de factores que afectan al humedal Talaga y las consecuentes afectaciones sobre el mismo.
Fuente. Autor (2018).

Si tenemos en cuenta que el humedal es una fuente importante de energía, reservorio de recursos naturales, regulación hídrica, retención de sedimentos, depuración de las aguas y mantenimiento de la vida silvestre, se debe de aprovechar y preservar para garantizar el desarrollo sostenible del ecosistema y posibilitar la educación ambiental con el fin de lograr mitigar los impactos ambientales causados por la población del municipio de Timbío.

Teniendo en cuenta esta preocupación, se orienta la propuesta desde el siguiente cuestionamiento: ¿Qué estrategias didácticas se pueden implementar en el aislamiento, restauración y conservación del humedal Talaga del rio Chambio, afluente del rio Timbío, departamento del Cauca, a partir de una evaluación ambiental? De acuerdo con la pregunta anterior, nacen otros interrogantes necesarios para abarcar la investigación: ¿Cuál es el comportamiento de las variables según la evaluación ambiental del humedal Talaga durante su estudio?, ¿Cuáles son las relaciones que existen entre las variables según las condiciones de influencia y dependencia del humedal Talaga?, ¿Cuáles son las problemáticas ambientales según el estado del sistema hídrico a partir del deterioro ambiental de los parámetros sociales, biológicos y fisicoquímicos del humedal Talaga?, y ¿Cuáles son las estrategias didácticas más apropiadas de mitigación de impactos ambientales para transmitir a los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017?

El Humedal Talaga del rio Chambio al ser un afluente del rio Timbío, es indispensable para el mantenimiento de la estructura ecológica de éste; razón por la cual se ve la necesidad de estructurar estrategias didácticas para el aislamiento, restauración y conservación, a partir de una

evaluación ambiental que indique cuáles son las variables más influyentes en el cambio del ecosistema y cuáles tendrán un impacto positivo desde el ámbito social, biológico y fisicoquímico al fomentar la apropiación en la comunidad del territorio, mediante la participación de los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017; lo cual permitirá impulsar posibles acciones de recuperación y protección del ecosistema, que favorecerán la recarga de agua, el aumento de la cobertura vegetal en la zona de estudio, la recuperación de la biodiversidad la reparación del estado del suelo, entre otras. De acuerdo a esto, se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1. Evaluar y Analizar el estado ambiental del sistema lentic humedal Talaga, a través de algunos parámetros sociales, biológicos y fisicoquímicos; 2. Identificar las relaciones existentes entre los parámetros, según condiciones de influencia y dependencia; 3. Analizar el estado ambiental de las diferentes variables del humedal Talaga y 4. Establecer estrategias didácticas como medida de mitigación frente al componente ambiental de mayor afectación, desde la educación ambiental.

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de Estudio

“El municipio de Timbío está ubicado al Sur Occidente de Colombia y pertenece al Macizo Andino Sur Colombiano, ubicándose entre los $02^{\circ} 21' 22''$ N y $76^{\circ} 41' 16''$ W” (Alcaldía Municipal del Municipio de Timbío, 2012).

Este municipio tiene como característica más relevante el encontrarse, por un lado, inserto en una red de humedales y, por otro, rodeado por la unión de dos ríos Chambio y Timbío. En donde se estableció el lugar de trabajo de investigación por los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, con el previo permiso de la señora Amanda Talaga, dueña del predio, el humedal Talaga del río Chambio, afluente del río Timbío, municipio de Timbío, departamento del Cauca, por lo cual se realizara una georreferenciación del humedal con la Corporación Regional del Cauca – CRC, y se declarara como un nuevo humedal para el departamento del Cauca, y así poder realizar la aplicación de las estrategias didácticas en el aislamiento, restauración y conservación del humedal, a partir de una evaluación ambiental.. Como herramienta de información geográfica se utilizó software AutoCAD Civil 3D 2012 y el programa Google Earth donde se aplicó la función de delimitación de polígonos, de manera de definir límites aproximados del área de estudio (Figura 3).

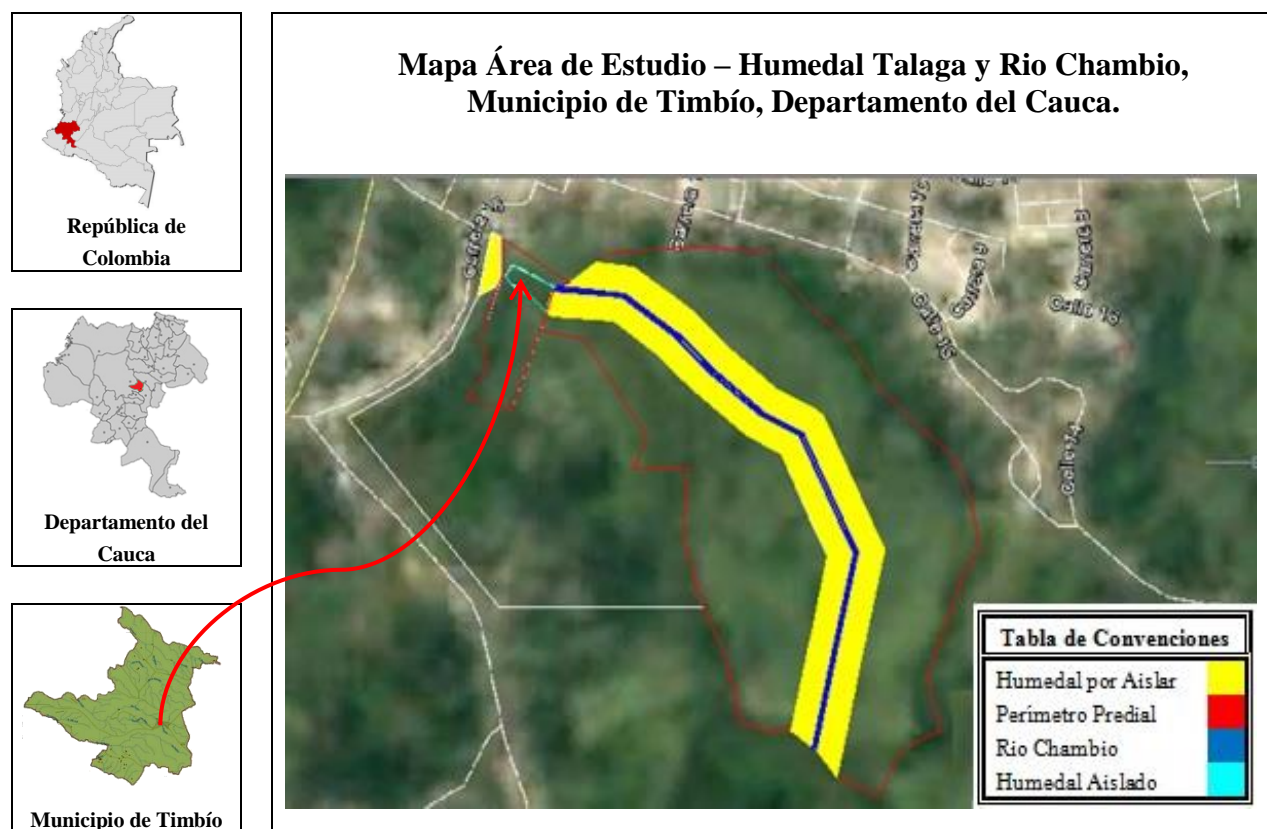


Figura 3. Mapa humedal Talaga del río Chambio, localizado en el Municipio de Timbío en el Departamento del Cauca, Colombia.

Fuente. Autor (2018). Con ayuda del software AutoCAD Civil 3D 2012 y Google Earth.

2.2 Tipo de Investigación

En esta investigación se abordó la problemática desde un enfoque de investigación mixto, debido a que se interrelacionan los factores sociales, ecológicos y educativos, utilizando herramientas estadísticas, pedagógicas y de observación que implica un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos para resolver el problema de investigación: ¿Qué estrategias didácticas se pueden implementar en el aislamiento, restauración y conservación del humedal Talaga del río Chambio, afluente del río Timbío, municipio de Timbío, departamento del Cauca, a partir de una evaluación ambiental? (Figura 4).

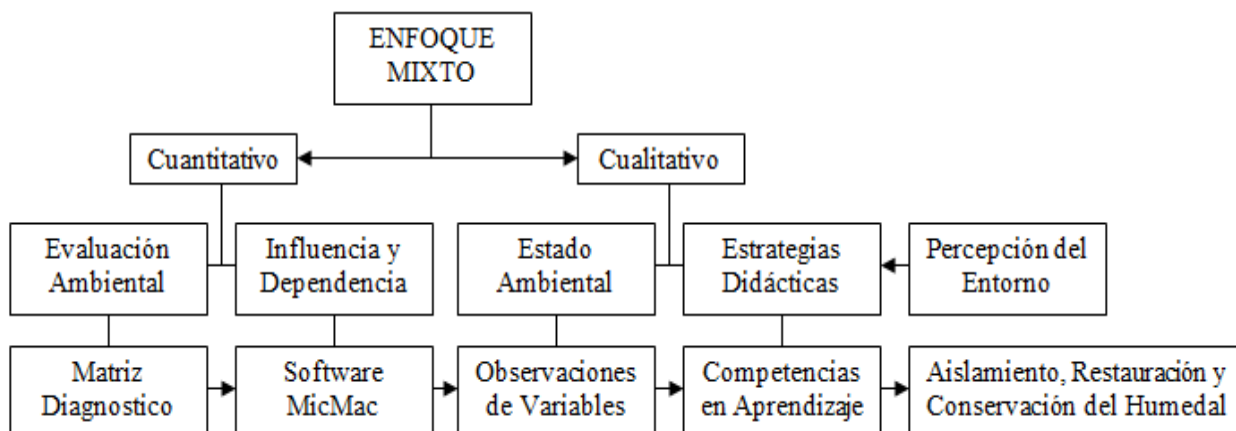


Figura 4. Herramientas utilizadas para obtener los resultados, aplicando el tipo de Investigación enfoque mixto. Fuente. Autor. (2018).

Los instrumentos utilizados en la educación ambiental y los procesos de desarrollo sostenible, así como la fundamentación teórica investigada al respecto, sugiere que se debe diseñar herramientas que permitan diagnosticar las condiciones ambientales de conservación y estado en el que se encuentra el humedal Talaga del río Chambio, para posteriormente demostrar a los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, los impactos generados, y a su vez indagar sobre la percepción y expectativas que tengan sobre la conservación del recurso hídrico, para diseñar estrategias didácticas que les permita, resolver cuestionamientos y participar en los procesos de conservación y desarrollo sostenible del humedal como protectora de agua, flora y fauna.

2.3 Población y Muestra

La población objeto de estudio de esta investigación correspondió a los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales 2017 del municipio de Timbío perteneciente al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA); y la muestra poblacional quince (15) aprendices.

2.4 Recolección de la Información

Para ello, en primer lugar, se realiza una lista de variables que caracterizan el humedal estudiado, mediante el método de lluvias de ideas, con instructores y aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, dado que ellos conocen las problemáticas existentes y pre-suponen las soluciones de mejoramiento al mismo humedal, ello se materializara en la matriz de análisis estructural. De acuerdo con los objetivos de este trabajo se procede a la planificación, al diseño de instrumentos y estrategias didácticas que permitan la recolección de datos y posteriormente a la interpretación de la información obtenida, desde el componente ambiental de mayor afectación.

2.4.1 Evaluación y análisis del estado ambiental del humedal Talaga del rio Chambio, municipio de Timbío, departamento del Cauca.

Para el primer objetivo específico de realización de la evaluación ambiental del humedal Talaga se ejecutó el análisis de las variables sociales, biológicas y fisicoquímicas mediante una matriz de influencia y dependencia. Por lo tanto, las variables que se analizaron en el humedal Talaga del rio Chambio, mediante la matriz de influencia y dependencia fueron, las variables sociales: ausencia y negligencia de entes gubernamentales, captación y desvío de caudal, disminución de la pesca artesanal para consumo, el inapropiado uso de suelo, desagüe de aguas servidas, aumento de residuos sólidos, y actividades antrópicas (ganadería, industria, cultivos). Las variables biológicas: disminución de la productividad primaria, disminución de la

productividad secundaria, disminución de la cobertura vegetal, aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo, y disminución de diversidad de flora y fauna. Y las variables fisicoquímicas: disminución de la transparencia, variación en la permeabilidad radiación solar, aumento de la erosión, aumento en la carga de sólidos disueltos, eutrofización de la fuente del humedal, demanda biológica y química del oxígeno, y variación de temperatura de microclimas.

Lo que permitió dar respuesta al interrogante, ¿Cuál es el comportamiento de las variables según la evaluación ambiental del humedal Talaga durante su estudio?

2.4.2 Identificación del grado de afectación de una variable en un sistema mediante el uso del software MicMac®.

El segundo objetivo, sobre la identificación de las relaciones existentes entre las variables, incorporándose esta información a un software MicMac®, permitió identificar el grado en el cual una variable se ve afectada por las demás variables que representan el sistema a corto plazo. Luego, se aplicó una metodología prospectiva, mediante el software MicMac®, Gonod, (1996) afirma: “con el fin de conocer y priorizar los factores que son más sensibles a la transformación del ecosistema y sobre los cuales habría que tomar acciones de mitigación, preservación y/o conservación” (p. 95). “Esta descripción se lleva a cabo por medio de un proceso de reflexión y deliberación colectiva en el que se rellena una matriz de doble entrada” (Mendoza, Quintero, & Sarmiento, 2011, p. 26; Rodríguez, 2001, p. 14). “La cual permite generar unas jerarquías y clasificaciones de los elementos conforme a sus propiedades de motricidad (influencia que un

elemento ejerce sobre otro) y dependencia (influencia que un elemento recibe de otro)” (Senhadji, Ruíz, & Rodríguez, 2017, p. 183). De esta forma, el método resalta la estructura de las relaciones existentes entre las variables del sistema y señala cuáles son esenciales en su evolución.

Lo que permitió dar respuesta al interrogante, ¿Cuáles son las relaciones que existen entre las variables según las condiciones de influencia y dependencia del humedal Talaga?

2.4.3 Ubicación de las diferentes variables dentro del plano de influencias y dependencias directas.

El tercer objetivo referido al análisis del estado ambiental del sistema lenticó permitió observar la ubicación de las variables dentro de los cuatro cuadrantes del plano de influencias y dependencias directas, resaltando las variables críticas. Este tipo de análisis es cualitativo y subjetivo dependiendo del punto de vista del investigador, se maneja una escala de valor según el grado de influencia (Influencia directa fuerte: 3, Influencia directa media: 2, Influencia directa débil o potencial: 1 e Influencia nula: 0); sin embargo, es un análisis de prospectiva que permite evidenciar las variables de mayor motricidad e intervención en el sistema, que al identificarlas permite buscar soluciones, medidas de mitigación, control y monitoreo, para la protección y conservación de estos sistemas acuáticos. Por último, las variables se ordenaron de mayor a menor, quedando las de muy alta transformación en los primeros lugares. Lo que permitió dar respuesta al interrogante, ¿Cuáles son las problemáticas ambientales según el estado del sistema

hídrico a partir del deterioro ambiental de los parámetros sociales, biológicos y fisicoquímicos del humedal Talaga?

2.4.4 Aplicación de actividades pedagógicas en el aislamiento, restauración y conservación del humedal Talaga.

El cuarto objetivo, el cual estableció las estrategias didácticas como medida de mitigación frente al componente ambiental de mayor afectación, desde la aplicación de actividades pedagógicas en el aislamiento, restauración y conservación del Humedal Talaga. El trabajo de campo y de investigación desarrollado, permitió el reconocimiento de las características ambientales del área de estudio y sus problemáticas sociales, biológicas y fisicoquímicas, del humedal Talaga. Se diseñó ocho estrategias didácticas (exposición magistral, resolución de problemas, debates y discusiones, talleres, trabajo de campo, campañas ecológicas, grupos ecológicos y desarrollo de proyectos) proponiendo a los aprendices alternativas de actividades para el aislamiento, evaluación, restauración, rehabilitación, conservación y manejo del humedal. Además de fomentar en los aprendices mediante estas actividades didácticas el autoaprendizaje, aprendizaje interactivo y aprendizaje colaborativo. Lo anterior permitió abordar el interrogante, ¿Cuáles son las estrategias didácticas más apropiadas de mitigación de impactos ambientales para transmitir a los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, para llevar a cabo como alternativa de conservación del humedal?

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Evaluación y Análisis Ambiental de las Variables Sociales, Biológicas y Físicoquímicas Mediante una Matriz de Influencia y Dependencia.

Se recolectó información sobre la manera como los miembros de la comunidad educativa están asumiendo el rol en relación con el cuidado y preservación del humedal en su entorno escolar y ambiental, ya que esta fue la base para realizar el aislamiento, restauración y conservación del mismo y su futuro manejo. Además, los factores mayoritariamente antrópicos, las problemáticas a las que conducen estos y los impactos ambientales generados por los mismos son aspectos estudiados por Jiménez, Urrego, & Toro (2016), quienes mencionan “que la alta presión ejercida sobre los humedales tiene incluso consecuencias en el cambio climático” (p. 163).

3.1.1 Caracterización del humedal Talaga.

“Los humedales son los ecosistemas más productivos del mundo” (Castellanos, 2006, p. 1). Su característica determinante es la disposición constante o temporal de agua a lo largo de todo el año, situación que favorece el desarrollo de una amplia diversidad de flora, fauna y microorganismos, que forman complejas interacciones, para mantener un equilibrio ecológico de alta fragilidad. (Guerrero, 1998, p. 33). Además son sistemas vivos que requieren un manejo sostenible, cuyo conocimiento es impulsado por el desarrollo de investigaciones biológicas que

permiten dilucidar su funcionamiento; con el fin de que el ser humano acceda a disfrutar de los múltiples servicios ambientales que estos sistemas proporcionan, y por tanto como beneficiario directo o indirecto, tiene la obligación de velar por su restauración y/o conservación a fin de evitar la pérdida o disminución de estos hábitats, lo cual afectaría drásticamente los altos índices de biodiversidad que en la actualidad sustenta nuestro país. (Castellanos, 2006, p. 1). Razón por la cual se realizó un taller de prospectiva, para la recopilación del inventario de variables que constituyen elementos de relación del humedal Talaga, en esta ocasión los actores fueron los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, en el Anexo A se aprecia los nombre de los participantes; los actores para Godet (2007) constituyen aquellas personas “que juegan un papel importante en el sistema por mediación de las variables que caracterizan sus proyectos y sobre los cuales ejercen un mayor o menor control” (p. 7). La determinación del estado y la composición actual del humedal se llevó a cabo mediante la observación directa, para determinar las variables problemas y posterior análisis. La metodología utilizada fue Brainstorming o Lluvia de ideas; a los participantes se les entrego el formato N°. 1 (Ver Anexo B) en el cual describieron las variables que intervienen en el humedal y una solución de las mismas. Frente a lo anterior se obtuvieron 20 variables (Ver Anexo C). Teniendo en cuenta que los aprendices coincidían en algunas de las variables, se realizó una socialización de las variables que se repetían, o cuyas definiciones tenían el mismo fundamento o trataban la misma problemática. A partir de ello, se identificaron las problemáticas más relevantes para los aprendices, entre ello, algunas de las cuales tuvieron mayor aceptación entre el grupo, se tomó registro de la interacción de los participantes y sus ideas, considerando que la lista debe ser “relativamente homogénea” y se consolido.

Son muchos los factores bióticos y abióticos que se encuentran en el humedal, así como las interrelaciones que entre estos componentes se presentan, es gracias a la observación de dichos comportamientos que se pueden llegar a dilucidar cómo es su funcionamiento. En relación al humedal referenciado, se puede evidenciar que está siendo sometido a presiones antrópicas principalmente como resultado de su mal manejo, como consecuencia del desconocimiento de su valor ambiental, del conflicto sobre el uso del suelo para otras actividades como monocultivos (caña de azúcar), ganadería y otras formas de intervención que conllevan a que se vean afectados por carga excesiva de sulfatos y fosfatos de agrotóxicos y químicos que se utilizan en el cultivo de caña; eutrofización, por vertimiento de carga orgánica, aguas servidas de la comunidad del municipio de Timbío, así como por arrastre de nutrientes por escorrentía, compactación del suelo con escombros de construcción para adecuación de vías y por la ganadería cerca al espejo del agua; aumento de la turbiedad por los sólidos disueltos en el espejo de agua, disminuyendo que organismos acuáticos puedan absorber la luz solar; pérdida de la cantidad de agua por sistemas de riego; pérdida de cobertura vegetal que disminuye la materia orgánica en los suelos y aumenta la erosión.

Dichas actividades conllevan entre otras cosas a la alteración de la calidad del agua, flujo natural en el sistema ecológico e hidrológico, colmatación, eutrofización y desecación a través de la construcción de zanjas de drenaje para la expansión de la frontera agrícola y pecuaria. Otro factor de alteración lo ha causado la actividad minera ilegal. Sin embargo pese a la importancia de estos ecosistemas, aún no se les ha concedido la atención merecida. Resulta algo difícil promover su valor, teniendo en cuenta la falta de atención por parte de las corporaciones

ambientales encargadas de estos temas y por la poca ganancia económica que representa a la hora de compararlos con otro tipo de bienes y servicios de importancia estratégica para la sociedad.

Existe una gran falencia como aspecto común para el humedal Talaga y es la falta de conciencia ambiental que hace que la mayoría de las personas lo contaminen; puesto que los habitantes que lo circundan han convertido el mismo en un foco de contaminación, debido a que arrojan animales en estado de descomposición, aguas servidas, escombros, desechos orgánicos, entre otros. Sin embargo, el aspecto más preocupante se evidencia en la reducción del perímetro que corresponde al humedal, donde por las constantes invasiones de su espacio, provocadas por estas personas al correr sus linderos (cercas), se hacen cada vez más estrechos los senderos que delimitan el humedal, convirtiéndolo en un sitio altamente intervenido lo que conlleva al incremento del impacto ambiental, lo cual se refleja en la contaminación y el deterioro de la vegetación terrestre y acuática.

Por otra parte la ausencia de un marco legal específico para humedales y la inexistencia de planes de manejo ambiental para estos sistemas, ha ocasionado la pérdida y alteración de los mismos debido al deterioro de los procesos naturales como consecuencia de actividades antrópicas ya mencionadas. Estas condiciones son un indicio de la necesidad que hay por desarrollar un sentido de pertenencia en la comunidad, una concientización con el compromiso de limpieza y preservación de este ecosistema, el cual es de vital importancia para la regulación hídrica y para la preservación de la actividad cultural y económica de la región.

De acuerdo con Senhadji, Ruíz, & Rodríguez (2017) entre los principales factores que afectan a los humedales se encuentran los procesos urbanísticos (51.7%), el vertimiento de aguas residuales (17.2%), la actividad agrícola (13.7%) y el vertimiento de residuos sólidos (10.3%). En cuanto a las problemáticas más frecuentes, la contaminación hídrica aparece con un 43.3%, seguida de cambio en la dinámica hídrica, desecación del humedal y aparición de especies invasoras, todos estos factores con un porcentaje similar (17.2%). Y dentro los impactos ambientales producidos como consecuencia de los factores el más recurrente es la pérdida de fauna y flora, seguido de la pérdida general de biodiversidad y anoxia en el humedal con 51.7%, 17.3% y 9.8% respectivamente (p. 185).

3.1.2 Identificación, selección y dilucidación de variables estratégicas relacionadas en el humedal Talaga.

Con el fin de “elaborar un marco de referencia para la construcción de los escenarios futuros, se desarrolló un estudio de análisis estructural como herramienta para propiciar la reflexión colectiva” (Cornejo, Chávez, & Espinoza, 2019, p. 196). Este permitió identificar las variables de intervención en el humedal Talaga del río Chambío. El análisis estructural implica la identificación de las variables que describen el sistema, el análisis de relaciones entre variables y la identificación de las variables estratégicas; las cuales se describen a continuación.

Se realizó un taller con la participación colectiva del Grupo de instructores del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, expertos en cada una de las dimensiones

estudiadas y los aprendices de dicho técnico, con la asesoría de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), en donde se analizó los resultados del diagnóstico inicial (Anexo C) realizado por los aprendices en una etapa anterior, se corrigió y actualizó con otras variables que no se habían considerado. Según este análisis, se evidenciaron inicialmente las dimensiones del ecosistema, en este caso el Humedal Talaga. Con base en esto, y en el conocimiento y la experiencia que tiene cada uno de los expertos, fue posible entender la situación actual y las tendencias que explican el ecosistema e identificar las variables que definen el comportamiento de dicho humedal.

El proceso empezó por identificar, sin excluir a priori, todas las variables relacionadas con cada una de las dimensiones que explican el territorio con el objeto de considerar todos los aspectos asociados al mismo. En esta etapa del proceso se determinó que existían veinte (20) variables representativas para el humedal, caracterizadas por ser entendibles y mutuamente excluyentes.

Las variables se asociaron de acuerdo a sus características y a las dimensiones Sociales, Biológicas y Físicoquímicas que se presentan en el ecosistema de humedal. En la Tabla 1, se enumeran las variables que describen el Humedal Talaga, agrupadas por dimensión. En el Anexo D se puede evidenciar el listado de variables con sus nombres asociados y comprimidos.

Tabla 1. Variables que describe el humedal Talaga

DIMENSIONES	VARIABLES	CÓDIGO
Sociales	Ausencia y negligencia de entes gubernamentales	V1
	Captación y desvío de caudal	V2
	Disminución de la pesca artesanal para consumo	V3
	El inapropiado uso de suelo	V4
	Desagüe de aguas servidas	V5
	Aumento de Residuos solidos	V6
	Actividades antrópicas (ganadería, monocultivos, transporte e industria)	V7
Biológicas	Disminución de la productividad primaria	V8
	Disminución de la productividad secundaria	V9
	Disminución de la cobertura vegetal	V10
	Disminución de diversidad de flora y fauna	V11
	Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo	V12
Fisicoquímicas	Disminución de la transparencia	V13
	Variación en la permeabilidad radiación solar	V14
	Aumento de la erosión	V15
	Aumento en la carga de solidos disueltos	V16
	Eutrofización de la fuente del humedal	V17
	Demanda biológica y química del Oxígeno	V18
	Variación de temperatura de microclimas	V19
	Aumento de la carga de nutrientes	V20

Fuente: Autor (2018).

3.1.3 Comparación de las relaciones entre las variables mediante la matriz de análisis estructural.

Se evaluarón las relaciones entre las variables con el software MicMac® (Matriz de impacto cruzado multiplicación aplicada para una clasificación)¹. La matriz de análisis estructural que se introdujo en el software se obtuvo a través del proceso de unificación de las distintas matrices diligenciadas por cada uno de los expertos que participaron en la etapa de análisis estructural. Comparar las relaciones directas, indirectas y potenciales, cobra importancia en la medida en que pueden ser asociadas en un horizonte temporal aproximado.

¹ “Es un programa de multiplicación matricial que permite jerarquizar las variables por orden de influencia y dependencia y por lo tanto identificar las características más importantes del comportamiento del sistema” (Godet M., 1993, p. 85).

El análisis de las relaciones directas se realiza mediante la Matriz de Influencias Directas (MID) como se puede apreciar en la Tabla 2, cuya valoración fue realizada por expertos del Sistema.

Tabla 2

Matriz de impactos cruzados diligenciada

MATRIZ DE INFLUENCIA Y DEPENDENCIA (Godet, 2000)		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	DEPENDENCIA
		VARIABLES SOCIALES						VARIABLES BIOLÓGICAS						VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS								
		Ausencia y negligencia de entes gubernamentales	Disminución de la pesca artesanal para consumo	Disminución de la pesca artesanal para consumo	El inapropiado uso de suelo	Desagüe de aguas servidas	Residuos sólidos	Actividades antrópicas (ganadería, cultivos transporte e industria)	Disminución de la productividad primaria	Disminución de la productividad secundaria	Disminución de la cobertura vegetal	Disminución de diversidad de flor y fauna	Aumento de la lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo	Disminución de la transparencia	Variación en la permeabilidad de la radiación solar	Aumento de la Erosión	Carga de sólidos disueltos	Eutrofización de la entrada	Demanda biológica y química del oxígeno	Aumento de temperatura	Aumento de la carga de nutrientes	
V1	Ausencia y negligencia de entes gubernamentales	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
V2	Captación y desvío de caudal	3	1	3	3	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	19
V3	Disminución de la pesca artesanal para consumo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	53
V4	El inapropiado uso de suelo	3	3	1	2	0	3	0	2	0	3	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	21
V5	Desagüe de aguas servidas	3	3	1	3	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	20
V6	Aumento de Residuos sólidos	3	3	2	3	3	3	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
V7	Actividades antrópicas (ganadería, monocultivos, transporte e industria)	3	3	3	3	2	0	2	1	0	1	0	1	3	0	1	2	2	0	0	0	27
V8	Disminución de la productividad primaria	3	3	2	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	52
V9	Disminución de la productividad secundaria	3	3	2	3	3	1	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54
V10	Disminución de la cobertura vegetal	3	3	1	3	1	1	3	3	3	3	3	0	2	3	1	1	1	0	0	0	32
V11	Disminución de diversidad de flora y fauna	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	50
V12	Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo	3	2	1	3	3	0	3	0	1	0	3	0	0	3	3	1	1	0	3	3	32
V13	Disminución de la transparencia	3	3	2	3	3	3	1	1	0	2	3	3	3	1	3	3	2	0	3	3	42
V14	Variación en la permeabilidad radiación solar	0	0	0	3	2	1	3	3	2	0	1	3	3	0	0	3	3	1	3	3	34
V15	Aumento de la erosión	3	3	2	3	2	0	3	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	3	3	1	38
V16	Aumento en la carga de sólidos disueltos	3	3	1	3	3	3	3	0	2	0	3	3	0	0	2	3	3	3	3	3	41
V17	Eutrofización de la fuente del humedal	3	3	1	3	3	2	3	3	3	0	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	49
V18	Demanda biológica y química del Oxígeno	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	3	3	3	3	3	50
V19	Variación de temperatura de microclimas	1	2	2	3	3	1	3	1	2	0	3	3	2	3	2	3	1	0	3	3	38
V20	Aumento de la carga de nutrientes	3	3	1	3	3	3	3	3	2	1	3	3	1	0	2	3	3	3	0	3	43
VALOR DE INFLUENCIA		52	49	26	54	47	25	57	31	34	11	43	45	22	23	28	38	41	32	27	34	

Fuente: Ajustada por los expertos para la identificación de variables estratégica. Según (Godet, M. 2000).

Las relaciones entre variables implican el análisis de las condiciones de influencia y dependencia existentes entre ellas. La influencia es el grado de poder que ejerce una variable sobre las restantes que representan el sistema, y la dependencia es el grado en el cual una variable se ve afectada por las otras variables que representan el sistema. (Osorio & Guerrero, 2011, p. 21)

3.2 Relaciones Existentes entre las Diferentes Variables, a partir de las Condiciones de Influencia y Dependencia

“Se identificó el comportamiento de las variables en un horizonte temporal de corto plazo y se analizaron a partir de la Matriz de Influencias Directas (MID)” (Godet, 1993, p. 89). En total se consideraron 160 relaciones directas de influencias entre las variables del total de relaciones, que resultan de excluir las valoraciones con relación nula. La Tabla 3, permite observar un resumen de las características más importantes relacionadas con la matriz de influencias directas (MID)².

A partir de la matriz de influencia directa, se elaboró un análisis del comportamiento de las variables según las condiciones de influencia y dependencia a corto plazo, permitiendo identificar las variables sobresalientes en ambos casos.

² Las características de la matriz de influencias directas hacen alusión al número de veces que las relaciones entre las variables fueron valoradas nulas (0), directa débil (1), directa media (2), directa fuerte (3) y potencial (4).

Tabla 3*Características de la MID*

Indicador	Valor
Tamaño de la matriz	20x20
Número de 0	120
Número de 1	42
Número de 2	37
Número de 3	201
Número de 4	0
Total de relaciones directas	280

Fuente: Autor (2018). Con ayuda del software MicMac®

3.2.1 Influencia.

Para el análisis de las relaciones directas correspondió a las condiciones de influencia³ existentes entre las variables que representan el sistema territorio en el corto plazo.

En la Tabla 4 se muestra el listado de variables dispuestas en forma descendente de acuerdo a la influencia que cada una ejerce sobre el sistema y que corresponde a la sumatoria total de los valores por filas asignados a la matriz de influencias directas (MID), entre el total de relaciones de influencias (719). En la misma tabla, se resaltan las cinco variables con mayor influencia, la variable “V3 Disminución de la pesca artesanal para consumo” presenta la mayor influencia en el sistema (7,65%); en segundo lugar se encuentran “V8 Disminución de la productividad primaria” (7,23%); en tercer lugar “V9 Disminución de la productividad secundaria” (con 7,09%); Otras variables con alta influencia son “V11 Disminución de diversidad de flora y fauna” y “V18 Demanda biológica y química del Oxígeno” (con 6,95% cada una).

³ Es el grado de poder que ejerce una variable sobre las variables restantes que representan el Sistema.

Tabla 4*Indicador de influencia, relaciones directas*

N°	VARIABLE	Valor por filas ⁴	Influencia	Suma de %
1	V3 Disminución de la pesca artesanal para consumo	55	7,65%	7,65%
2	V8 Disminución de la productividad primaria	52	7,23%	14,88%
3	V9 Disminución de la productividad secundaria	51	7,09%	21,97%
4	V11 Disminución de diversidad de flora y fauna	50	6,95%	28,93%
5	V18 Demanda biológica y química del Oxígeno	50	6,95%	35,88%
6	V17 Eutrofización de la fuente del humedal	49	6,82%	42,70%
7	V20 Aumento de la carga de nutrientes	43	5,98%	48,68%
8	V13 Disminución de la transparencia	42	5,84%	54,52%
9	V16 Aumento en la carga de solidos disueltos	41	5,70%	60,22%
10	V15 Aumento de la erosión	38	5,29%	65,51%
11	V19 Variación de temperatura de microclimas	38	5,29%	70,79%
12	V10 Disminución de la cobertura vegetal	35	4,87%	75,66%
13	V14 Variación en la permeabilidad radiación solar	34	4,73%	80,39%
14	V12 Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo	30	4,17%	84,56%
15	V7 Actividades antrópicas (ganadería, monocultivos, transporte e industria)	27	3,76%	88,32%
16	V4 El inapropiado uso de suelo	21	2,92%	91,24%
17	V6 Aumento de Residuos solidos	21	2,92%	94,16%
18	V5 Desagüe de aguas servidas	20	2,78%	96,94%
19	V2 Captación y desvío de caudal	19	2,64%	99,58%
20	V1 Ausencia y negligencia de entes gubernamentales	3	0,42%	100,00%
	Totales	719	100,00%	

Fuente: Autor (2018). Con ayuda del software MicMac®

Partiendo de lo anterior, se hace importante mencionar que cualquier modificación en estas variables tiene un mayor efecto en el ecosistema del Humedal Talaga que las restantes. Sin embargo, aunque estas variables son las de mayor influencia en el humedal Talaga, que en conjunto representan el 35,88%; no implica que estas determinen el comportamiento total del mismo, dado que el valor de la influencia de estas variables no difiere significativamente del valor de las restantes. Se debe de tener en cuenta las otras tres variables restantes con son “V17 Eutrofización de la fuente del humedal” (6,82%); “V20 Aumento de la carga de nutrientes”

⁴ Este valor corresponde a la sumatoria total de los valores por filas asignados a la matriz de influencias directas (MID)

(5,98%) y “V13 Disminución de la transparencia” (5,84%), hacen un ecosistema acuático muy susceptible al cambio y cuyo valor sumado de 54,52% deja en evidencia la preocupación del impacto generado ya que representa más del 50% de los datos de influencia, evidenciando el gradual cambio de Productividad y de modificación del ecosistema de humedal Talaga.

3.2.2 Dependencia.

En la aplicación y uso de la herramienta en este caso el software MicMac® el segundo componente para el análisis de las relaciones directas hace alusión a las condiciones de dependencia⁵ que existe entre las variables que representan al sistema a corto plazo.

En la Tabla 5 se muestra el listado de variables dispuestas en forma descendiente de acuerdo a la dependencia que cada una ejerce sobre el sistema y que corresponde a la sumatoria total de los valores por columnas asignados a la Matriz de Influencias Directas (MID), entre el total de relaciones de dependencia (719). En esta tabla, se resaltan las cinco variables con mayor dependencia del humedal.

⁵ Es el grado en cual una variable se ve afectada por las otras variables que representan el Sistema.

Tabla 5*Indicador de dependencia, relaciones directas*

N°	Variable	Valor por columnas ⁶	Dependencia	Suma de %
1	V7 Actividades antrópicas (ganadería, monocultivos, transporte e industria)	57	7,93%	7,93%
2	V4 El inapropiado uso de suelo	54	7,51%	15,44%
3	V1 Ausencia y negligencia de entes gubernamentales	52	7,23%	22,67%
4	V2 Captación y desvío de caudal	49	6,82%	29,49%
5	V5 Desagüe de aguas servidas	47	6,54%	36,02%
6	V12 Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo	45	6,26%	42,28%
7	V11 Disminución de diversidad de flora y fauna	43	5,98%	48,26%
8	V17 Eutrofización de la fuente del humedal	41	5,70%	53,96%
9	V16 Aumento en la carga de solidos disueltos	38	5,29%	59,25%
10	V9 Disminución de la productividad secundaria	34	4,73%	63,98%
11	V20 Aumento de la carga de nutrientes	34	4,73%	68,71%
12	V18 Demanda biológica y química del Oxígeno	32	4,45%	73,16%
13	V8 Disminución de la productividad primaria	31	4,31%	77,47%
14	V15 Aumento de la erosión	28	3,89%	81,36%
15	V19 Variación de temperatura de microclimas	27	3,76%	85,12%
16	V3 Disminución de la pesca artesanal para consumo	26	3,62%	88,73%
17	V6 Aumento de Residuos solidos	25	3,48%	92,21%
18	V14 Variación en la permeabilidad radiación solar	23	3,20%	95,41%
19	V13 Disminución de la transparencia	22	3,06%	98,47%
20	V10 Disminución de la cobertura vegetal	11	1,53%	100,00%
	Totales	719	0,00%	

Fuente: Autor (2018). Con ayuda del software MicMac®

La Tabla 5 indica que la variable “V7 Actividades antrópicas (ganadería, monocultivos, transporte e industria)” se encuentra en primer lugar (7,93%), seguida por “V4 El inapropiado uso de suelo” (7,51%), además se tiene “V1 Ausencia y negligencia de entes gubernamentales” (7,23%), luego aparece “Captación y desvío de caudal” (6,82%), para completar las cinco variables con mayor dependencia, “Desagüe de aguas servidas” (6,54%), lo cual demuestra que estas variables que pertenecen a la dimensión variables sociales, son las más influenciadas por el Sistema. Por lo anterior, se hace importante resaltar que las anteriores variables se ven afectadas

⁶ Este valor corresponde a la sumatoria total de los valores por columnas asignados a la matriz de influencias directas (MID)

por las otras variables que participan en el humedal Talaga. Estas variables son las de mayor dependencia en dicho humedal, que en conjunto representan el 36,02%. Se debe de tener en cuenta las siguientes tres variables restantes que son “V12 Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo” (6,26%); “V11 Disminución de diversidad de flora y fauna” (5,98%) y “V17 Eutrofización de la fuente del humedal” (5,70%), hacen que sean muy susceptibles por las demás variables en el ecosistema de humedal con un valor de 53,96% cuyo valor representa más del 50% de los datos de dependencia.

Las variables evaluadas en el humedal Talaga, coinciden dentro de los factores que más repercuten en el deterioro del estado ecológico del humedal, y presentan una destacada relación con los procesos urbanísticos. “El aumento de la población y el desarrollo urbanístico está ocasionando fuertes transformaciones ecológicas que conducen al deterioro drástico o a la desaparición de los humedales” (Paredes, 2010, p. 35) y (Junk, 2013, p. 114). “Otros factores que también aparecieron como relativamente frecuentes en la alteración de los humedales fueron el vertimiento de aguas residuales, la actividad agrícola, el vertimiento de residuos sólidos y la deforestación”, lo cual es compatible con lo encontrado por Armenteras & Rodríguez (2014).

3.3 Estado ambiental del sistema hídrico a través de parámetros antrópicos, biológicos y fisicoquímicos

Con base en el análisis de relaciones directas se genera un plano (Figura 5), que permite observar la ubicación de las variables, de acuerdo a sus condiciones de influencia y dependencia.

Este plano se divide en cuatro zonas, que permiten la agrupación de las variables con características similares, como se observa a continuación:

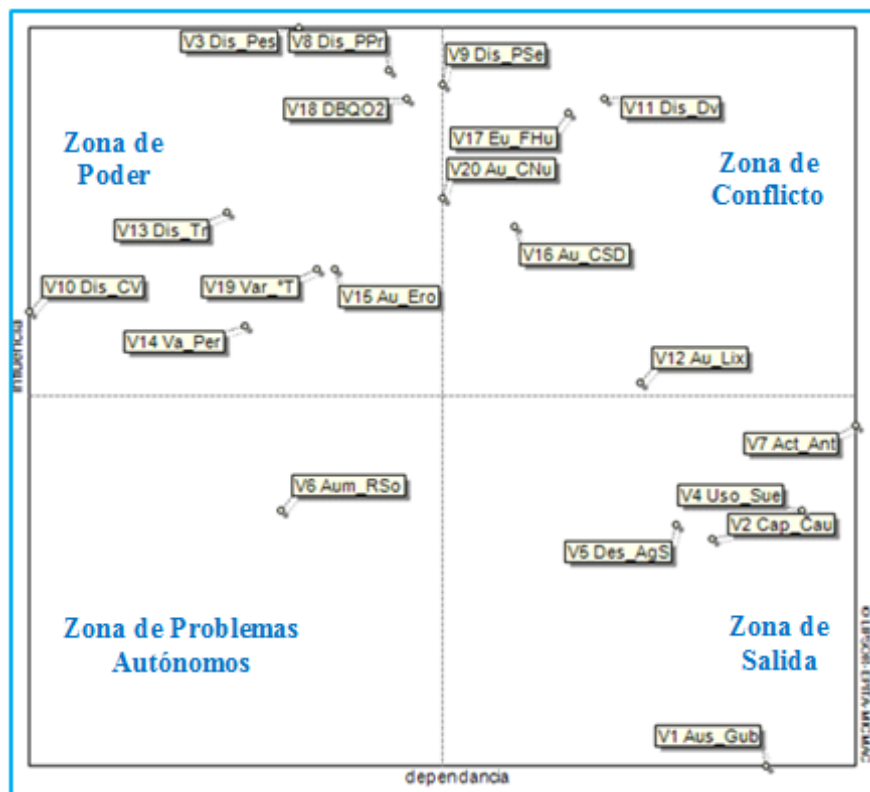


Figura 5. Plano de influencias / dependencias directas a través de parámetros antrópicos, biológicos y fisicoquímicos.

Fuente. Autor (2018). Con ayuda del software MicMac®

- **Zona de conflicto:** Las variables ubicadas en esta zona son: “V11 Disminución de diversidad de flora y fauna”, “V12 Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo”, “V16 Aumento en la carga de solidos disueltos”, y “V17 Eutrofización de la fuente del humedal”, denominadas de enlace. Estas variables son muy influyentes y muy dependientes, razón por la cual se consideran de naturaleza inestable; cualquier acción sobre ellas repercutirá sobre las otras variables y tendrá un efecto de retroalimentación sobre si mismas, lo cual amplificará o desactivará el impulso inicial.

- Zona de poder: Las variables ubicadas en esta zona son: “V3 Disminución de la pesca artesanal para consumo”, “V8 Disminución de la productividad primaria”, “V9 Disminución de la productividad secundaria”, “V10 Disminución de la cobertura vegetal”, “V13 Disminución de la transparencia”, “V14 Variación en la permeabilidad radiación solar”, “V15 Aumento de la erosión”, y “V18 Demanda biológica y química del Oxígeno”, que son denominadas motrices, debido a que son muy influyentes y poco dependientes.

- Zona de salida: Las variables ubicadas en esta zona son: “V2 Captación y desvío de caudal”, “V4 El inapropiado uso de suelo”, “V5 Desagüe de aguas servidas”, “V7 Actividades antrópicas (ganadería, monocultivos, transporte e industria)” y “V1 Ausencia y negligencia de entes gubernamentales”. Se denomina resultante ya que su evolución se explica por las variables motrices y de conflicto. Estas variables son poco influyentes y muy dependientes.

- Zona de problemas autónomos: Las variables ubicadas en esta zona son: “V6 Aumento de Residuos sólidos”. “Se denominan excluidas ya que constituyen tendencias fuertes o factores relativamente autónomos y no son determinantes para el futuro” (Godet, 1993, p. 91).

- Variables reguladoras: Las variables reguladoras se sitúan en la zona central del plano y permiten la evolución de las variables estratégicas para dar cumplimiento a los objetivos del sistema. En esta zona se encuentran las variables: “V19 Variación de temperatura de microclimas” y “V20 Aumento de la carga de nutrientes”.

Se realizó el análisis de influencias y dependencias a través del MID en el cual se evaluaron las 20 variables (Sociales: 7 variables, Biológicas: 5 variables, y Fisicoquímicas: 8 variables), donde se obtuvieron cuatro variables críticas que afectan al humedal Talaga del municipio de Timbío, como son la Eutrofización de la fuente del humedal (V17 Eu FHu), asociadas al subsistema Fisicoquímicas; y Disminución de diversidad de flora y fauna (V11 Dis Dv) del subsistema Biológicas. La variable más influyente es Aumento en la carga de sólidos disueltos (V16 Au CSD), perteneciente al subsistema Fisicoquímicas, mientras que la mayor dependencia consecuencia de esta influencia (Biológicas), estuvo dada por las variable Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo (V12 Au Lix). Concuerdan con unos autores en las variables problemas y en la que se debe de tener cuidado y tomar las mejores decisiones para realizar el manejo, gestión y conservación de los humedales. Strayer & Dudgeon (2010) afirman que: “las causas de la disminución de la biodiversidad de agua dulce son numerosas, pero las amenazas principales y más generalizadas son la degradación del hábitat, la contaminación, la regulación de los flujos hídricos y la extracción de agua, la sobreexplotación de la pesca y la introducción de especies exóticas, las cuales son o serán agravadas por el cambio climático” (p. 346). Aunque la pérdida se debió sobre todo a la conversión a la agricultura y ganadería, el factor responsable en última instancia es la urbanización, que consume áreas agrícolas y ganaderas. En consecuencia, la agricultura y la ganadería se desplaza a los hábitats naturales (incluidos los humedales) para mantener su superficie. Las políticas deficientes, la escasa aplicación de la ley, la gobernanza inadecuada y la consideración limitada de los humedales en los programas nacionales y locales de desarrollo y planificación del uso del suelo se identificaron como los principales impulsores regionales de la degradación de los humedales (Mediterranean Wetlands

Observatory, 2012). Gran parte de la disminución de los humedales de agua dulce, como el humedal Talaga fue atribuible a las actividades de silvicultura, esas masas forestales de cultivo de eucalipto y pino en la zona de estudio.

Ya que estas cuatro variables críticas, parecen ser los factores de mayor afectación en el humedal y, por tanto, podrían ser las más regulables. Es decir, “cuando el humedal se encuentre sometido a varios factores de afectación, y entre ellos los anteriores, se tendría que tomar acciones de protección y/o recuperación en términos del corto y medio plazo”, tal como lo sugieren (Ricaurte, et al., 2012, p. 1191), (Junk, *et al.*, 2013, p. 153), (Dueñas & Contreras, 2015, p. 74) y (Rodríguez & Suárez, 2017, p. 54). Además, “las variables ganadería y procesos de eutrofización también podrían jugar un papel importante a la hora de minimizar el deterioro de los humedales” (Valencia & Figueroa, 2014, p. 31), (Dueñas & Contreras, 2015, p. 74) y (Rodríguez & Suárez, 2017, p. 54). Garcia-Moreno et al. (2014) señalan que aunque el conocimiento sobre las especies de agua dulce está mejorando, existen “lagunas de información en el trópico”, lo que significa que la amenaza general derivada de la degradación del hábitat, la contaminación, la extracción de agua y las especies exóticas invasoras “puede ser aún mayor de lo que se estima en la actualidad” (p. 249). En consecuencia, aunque las tendencias generales a escala mundial transmiten un mensaje específico y tienen un valor importante para las comunicaciones, es fundamental tener en cuenta las condiciones específicas de las regiones y los sitios concretos al diseñar respuestas adecuadas. En Europa también hay algunos indicadores positivos. Se han realizado avances considerables en la reducción de los niveles de nutrientes en lagos y ríos entre 1992 y 2012, sobre todo debido a mejoras en el tratamiento de las aguas

residuales y la reducción de los insumos agrícolas (European Environment Agency, 2015). Sin embargo, la agricultura y ganadería sigue desempeñando un papel en la continua reducción de la extensión de los humedales.

En cambio, (Kleijn *et al.* (2014) analizaron 21 años de datos de estudios sobre aves acuáticas en más de 200 humedales en Marruecos. Determinaron que “la riqueza y la abundancia de las especies de aves acuáticas aumentaron con mayor rapidez” en los sitios Ramsar (posteriormente a su designación) que en otros humedales que no eran sitios Ramsar. Sin embargo, tomaron la precaución de señalar que no estaba claro “si estas diferencias se debían al manejo de la conservación o si ya existían antes de la designación de dichos humedales como zonas de conservación”. Además, es importante destacar que las aves acuáticas pueden no ser un indicador fiable del estado de la biodiversidad acuática en general (p. 291). (Guareschi *et al.* (2015) examinaron 36 sitios Ramsar en el sur de España y encontraron tendencias contradictorias en distintos grupos taxonómicos en materia de biodiversidad. El Observatorio de los Humedales del Mediterráneo (2012), encontró una incongruencia similar. El Índice Planeta Vivo, aplicado a los humedales del Mediterráneo, mostró un aumento del 70 % en las poblaciones de aves acuáticas desde 1970 y una disminución del 40 % en los peces, anfibios, reptiles y mamíferos (p. 207). En una escala más amplia, se utilizó la base de datos Living Planet Database para examinar las tendencias en la abundancia de las poblaciones de vertebrados en 172 sitios Ramsar en 74 países (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2014). En el lado positivo, se constató que “hasta 2011 el promedio de las tendencias en la abundancia había aumentado en un 40 %”, aunque existen limitaciones de datos hacia 2011, lo que se traduce en límites de

confianza más amplios (Leadley *et al.*, 2014). Con este software MicMac® dados los resultados obtenidos, se pudo identificar las variables sobre las cuales se trabajó (variables críticas) respecto a las problemáticas a través de la disminución del impacto ambiental, y conservación del humedal Talaga. Se hace posible identificar las influencias que ejercen y reciben las variables del sistema de acuerdo a la intensidad.

3.4 Estrategias Didácticas como Medida de Mitigación Frente al Componente Ambiental de Mayor Afectación, desde la Educación Ambiental

En la práctica docente cotidiana, es indispensable el diseño de estrategias didácticas por medio de las cuales, se planean y desarrollan las interacciones que enlazan la construcción del conocimiento. En ese orden de ideas, se revisó la evaluación ambiental realizada mediante la matriz de influencia y dependencia por medio de la aplicación del software MicMac®, el cual permitió encontrar las relaciones y estado de las variables, con los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, lo cual permitió llevar a cabo diferentes estrategias didácticas para dar solución a dichas variables problema en las cuales desarrollaron competencias en autoaprendizaje (estudio individual, tareas individuales, proyectos, investigaciones, búsqueda y análisis de información), aprendizaje interactivo (entrevistas, exposiciones del profesor, visitas, debates) y aprendizaje colaborativo (solución de problemas ambientales, proyectos, análisis y discusión en grupos), en el humedal Talaga del río Chambio, municipio de Timbío, departamento del Cauca. Como lo afirman Rodríguez, Sanabria, Contreras, & Perdomo (2013) las estrategias didácticas son: “la proyección planificada de un sistema de

acciones pedagógicas y comunicativas para una población determinada, que permite el aprendizaje y desaprendizaje de conocimientos y comportamientos de los participantes para alcanzar, en un tiempo concreto, los objetivos comprometidos con la formación, desarrollo y perfeccionamiento de sus conocimientos y comportamientos” (p. 165)

A continuación se muestran las estrategias didácticas que se realizaron con los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales 2017 del municipio de Timbío perteneciente al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA); grupo conformado por quince (15) aprendices cuyas edades oscilan entre 18 y 40 años..

3.4.1 Exposición magistral.

Se ejecutó esta estrategia didáctica a través de una capacitación del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, por parte del instructor como se aprecia en la Figura 6, que consistió en dar a conocer los conceptos ambientales como, desarrollo sostenible, evaluación ambiental, aislamiento de la franja protectora, reforestación con árboles nativos, bioremediación para la rehabilitación ecológica del recurso hídrico y de suelos, obras biomecánicas, mediante clases magistrales y exposiciones, lo anterior con el fin de reafirmar la terminología ambiental, aplicadas y contextualizadas a la zona de estudio. Como afirma Arredondo, Saldivar, & Limón (2018) “se pudieron identificar distintas estrategias empleadas por docentes o actores externos para la impartición de dichos temas, así como para la inserción de elementos relacionados con la

naturaleza en otras materias; las cuales iban de las más comunes, como el uso de los libros de texto, y exposición de temas por parte del docente” (p. 25).



Figura 6. Estrategia didáctica “Exposición magistral”.
Fuente. Autor. (2018).

3.4.2 Resolución de problemas.

Se realizó la estrategia didáctica mediante el análisis de un problema ambiental que afecta la zona de estudio como es el caso de la deforestación (Figura 7), dicha actividad permitió en los aprendices realizar una discusión grupal, sobre si era beneficioso o no el tema de explotación de madera para la comunidad y a nivel empresarial, además desarrollo en ellos la investigación bibliográfica para argumentar y fortalecer sus ideas, dando solución en parte al problema, teniendo como resultado la importancia de realizar campañas para la conservación de la flora nativa y un vivero para recuperarla, proyectos que se llevaron a cabo. Este tipo de actividades desarrolla el pensamiento argumentativo y reflexivo en los aprendices, según la opinión de

Rengifo, Quitiaquez, & Mora (2012) “Para dinamizar el proceso de formación ambiental el docente debe apoyarse en unas estrategias como es la resolución de problemas centrados en unos temas o problemas ambientales lo cual implica una serie de tareas de investigación que pueden apoyar la resolución dando una serie de directrices enfocados hacia la elección de prioridades en cuanto a la investigación de problemas ambientales, también se tiene en cuenta unas metodología sociales donde se ve inmerso la discusión grupal, sobre el problema, con el fin de generar reflexión y compromisos para el cambio y la propagación de nuevos valores que permitan la solución del problema.” (p. 11)



Figura 7. Estrategia didáctica “Resolución de problemas”.
Fuente. Autor. (2018).

3.4.3 Debates y discusiones.

Otra de las estrategias didácticas para la educación ambiental son los debates y discusiones, Rengifo *et al.* (2012) afirman que dichas actividades “permiten la comunicación de experiencias,

ideas, preconceptos, vivencias, mediante el lenguaje, obliga a todos los participantes de una manera espontánea y familiar a dar su opinión, a formular ideas, a proponer soluciones, un debate es un intercambio libre de conocimientos, experiencias, ideas, preguntas y respuestas entre el docente, estudiante y comunidad” (p. 11). En la Figura 8, se aprecia a los aprendices desarrollando una actividad didáctica, como es el debate y discusión a partir de una práctica de campo, la que permitió el fortalecimiento de competencias en la toma y análisis de muestras de agua, la cual consistió en consultar primero la normatividad colombiana para el uso de los elementos de protección personal para dicha actividad. Se tomaron muestras de agua potable del grifo y muestras de agua de una piscina, para afianzar conocimientos, aprender a manejar los equipos y materiales para la toma de muestras de agua, como el kit analizador de pH y cloro residual, el cual permitió analizar 2 factores en el agua, el cloro y el pH, para el cloro residual manejó una escala de 0.2 a 3.0 ppm y para pH una escala de 6.8 a 8.2, lo que permitió probar los niveles de cloro y determinar la cantidad activa de este sanitizante en el agua y los valores en adecuado balance del pH, se comparó dichos resultados con los obtenidos con la cinta indicadora de pH y el pHmetro digital, además la utilización del termómetro y el manejo del equipo medidor multiparamétrico. En campo, realizaron la medición de los parámetros fisicoquímicos e hidrológicos del humedal Talaga, se tomaron medidas con las diferentes sondas (conductividad, oxígeno disuelto y pH) del medidor multiparamétrico HACH, el cual mostro datos como concentración de oxígeno disuelto, temperatura del agua, pH, conductividad, saturación de oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales; también se midieron parámetros como turbiedad, calidad organoléptica, materia orgánica, salinidad y caudal (Anexo E). Dicha actividad permitió una socialización de los resultados lo que genero un debate con argumentos claros y concisos,

asimismo un informe donde plasmaron los resultados, discusión y una investigación bibliográfica para argumentar y fortalecer sus ideas.



Figura 8. Estrategia didáctica “Debates y discusiones”.
Fuente. Autor. (2018).

3.4.4 Talleres.

Mediante la aplicación de talleres como estrategia didáctica se abordó la temática relacionada con la flora y fauna en el Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, realizado por el instructor, como fuente de apropiación de conceptos ambientales teóricos y prácticos (Figura 9), permitió desarrollar en los aprendices la apropiación conceptual y metodológica sobre la importancia de la conservación, así como lo manifiesta Arango (1996) “Es una modalidad de trabajo que se plantea como alternativa educativa especialmente cuando se reconoce que la base del desarrollo humano es la participación, la creatividad y la autonomía” (p. 20), para esta estrategia se centra en las personas participantes, de sus experiencias,

conocimientos, dudas y valores tanto en el campo personal como en el de la comunidad o equipo, el objetivo más importante es lograr la apropiación de las reflexiones, los conceptos y las metodologías para que puedan ser aplicados a la vida real en la solución de la problemática ambiental, es así como lo propone Rengifo (2007) “ los talleres como una metodología, es un espacio orientado originalmente al hacer” (p. 105).



Figura 9. Estrategia didáctica “Talleres”.
Fuente. Autor. (2018).

Este sistema productivo como el humedal Talaga alberga una gran diversidad biológica, por lo tanto con los talleres de flora y fauna, los aprendices realizaron consulta bibliográfica, entrevistas a la comunidad y por medio de la observación lograron identificar algunas componentes de la fauna representativa, principalmente animales vertebrados; especies de Peces como la sabaleta (*Brycon henni*), sardina común (*Sardina pilchardus*), tilapia común (*Oreochromis niloticus*), sábalo (*Prochilodus lineatus*), guabina (*Trichomycterus chapmani*); Reptiles como la serpiente cazadora (*Chironius monticola*), rabo de ají (*Micrurus mipartitus*),

coral (*Micrurus nigrocinctus*) y algunos lagartos (Lacertilia). Además de diferentes anfibios presentes en el humedal y sus alrededores, sin identificar. En relación a las aves, se identificaron las siguientes especies: garrapatero común (*Crotophaga ani*), tortolita diminuta (*Columbina minuta*), perico común (*Brotogeris jugularis*), canario (*Sicalis flaveola*), azulejo común (*Thraupis episcopus*), águila caracolera (*Rostrhamus sociabilis*), iguaza común (*Dendrocygna autumnalis*) y el pato cuervo (*Phalacrocorax brasilianus*). Finalmente, Mamíferos como la ardilla de cola roja (*Sciurus granatensis*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), la guagua (*Cuniculus paca*), perro de monte (*Potos flavus*), y la zarigüeya común (*Didelphis marsupialis*).

En lo referente a la flora se registrarón para el humedal Talaga las siguientes especies: helecho marranero (*Pteridium aquilinum*), guayaba (*Psidium guajava*), cucharo (*Myrcia multiflora*), guayacán rosado (*Tabebuia rosea*), siete cueros (*Tibouchina lepidota*), caspe (*Toxicodendron striatum*), arrayán (*Lafoensia puniceifolia*), mortiño (*Vaccinium meridionale*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), yarumo (*Cecropia peltata*), samán (*Samanea saman*), guamo macheto (*Inga densiflora*), guadua (*Guadua angustifolia*), matarratón (*Gliricidia spium*), laurel de cera (*Myrica pubescens*), mortiño (*Miconia aeruginosa*), maní forrajero (*Arachis pintoi*), dormidera (*Mimosa púdica*), pasto estrella (*Rhynchospora nervosa*), braquiaria (*Brachiaria decumbens*), café arábigo (*Coffea arabiga*), iraca (*Aricaceae*), pringamosa (*Urera baccifera*), bromelias, poaceas, gramíneas, entre otras. Las cuales funcionan como reguladores hidrológicos y además constituyen una fuente de bienes y servicios para la comunidad aledaña.

3.4.5 Trabajo de campo.

Otra estrategia es el trabajo de campo la cual proporcionó al aprendiz participante una experiencia directa de su medio ambiente, le ayudo a entender las relaciones que se producen en la naturaleza, los fenómenos naturales y los principios ambientales, mediante la práctica de campo de bioremediación para la rehabilitación ecológica del recurso hídrico como se aprecia en la Figura 10, fomento el trabajo en equipo, el conocimiento mediante la práctica y principios de liderazgo, respeto y responsabilidad.



Figura 10. Estrategia didáctica “Trabajo de campo - Bioremediación”.
Fuente. Autor. (2018).

Rengifo *et al.* (2012) afirman que dichas actividades: “como estrategia educativa expresan la necesidad del ser humano de estar en contacto con la naturaleza porque aporta situaciones para la convivencia y la comprensión del medio ambiente, su labor se basa en el contacto con la naturaleza, en el conocimiento, favorece el crecimiento humano genera responsabilidad y respeto

dentro del equipo, se manejan responsabilidades individuales y colectivas generando un dialogo, la cercanía personal, el conocimiento real de la naturaleza a través de la práctica mostrando y contagiando su sensibilidad y dedicación al medio ambiente”.

Además salidas de campo como la realizada al Parque Nacional Natural Puracé (Figura 11) fomento en los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017 el intercambio de información lo cual permitió conocer el entorno y hacer un uso adecuado del mismo, por lo tanto la retroalimentación entre los sectores que están relacionados con la educación ambiental, es una acción que debe fomentarse, ya que la interrelación y el intercambio de las experiencias ayuda a solucionar las problemáticas ambientales de la zona.



Figura 11. Estrategia didáctica “Trabajo de campo – Salida de campo”.
Fuente. Autor. (2018).

3.4.6 Campañas ecológicas.

Otra estrategia son las campañas ecológicas llevadas a cabo en la institución de la formación de los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, durante esa etapa, fomentaron el respeto por la naturaleza, resaltaron los días del calendario ambiental, mediante actividades como las generadas por mensajes y dibujos en carteleros alusivos al cuidado y preservación del recurso hídrico, como se aprecian en la Figura 12. Rengifo *et al.* (2012) afirman que las actividades que fomentan la preservación del ambiente “se programan para generar actitudes, hábitos y valores, es necesario planear claramente estas campañas, sus objetivos, no recargarlas de actividades rápidas y pasajeras y programar varias consecutivas en el año. El equipo encargado de las campañas ecológicas está conformado por educadores, educandos, participantes, comunidad entre otros”.

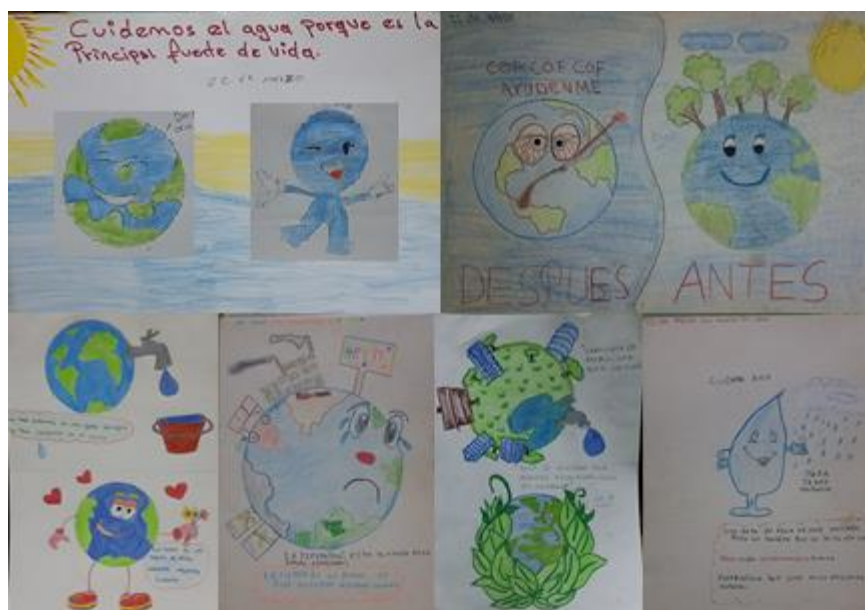


Figura 12. Estrategia didáctica “Campañas ecológicas”.
Fuente. Autor. (2018).

3.4.7 Grupos ecológicos.

Otra estrategia didáctica son los grupos ecológicos que son un equipo de trabajo, formado por personas comprometidas con el medio ambiente, como es el caso del grupo del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017 (Figura 13), los cuales han realizado diferentes actividades ambientales como la creación de un vivero para replicar material vegetal de especies nativas, realizaron campañas de conservación y preservación de especies de flora y fauna en el municipio de Timbío, se apoyaron en instituciones del estado como la CRC y parques nacionales naturales de Colombia (Figura 14) con los cuales intercambiaron experiencias y fomentaron conceptos ambientales. Rengifo *et al.* (2012) afirman que: “los grupos comunitarios surgen como acción comunal, colegios, instituciones; se caracteriza por desarrollar acciones y reflexiones acerca del entorno y del ambiente donde se actúa con acciones que pueden estar enmarcadas en proyectos, campañas, salidas de campo, actividades lúdicas de reflexión sobre el ambiente entre otros”.



Figura 13. Estrategia didáctica “Grupos ecológicos – Conservación de recursos naturales”.
Fuente. Autor. (2018).



Figura 14. Estrategia didáctica “Grupos ecológicos – Parques nacionales naturales”.
Fuente. Autor. (2018).

3.4.8 Desarrollo de proyectos.

La experiencia obtenida por los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017 (Figura 15), permitió ejecutar actividades didácticas que incluyeron autoaprendizaje, aprendizaje interactivo y aprendizaje colaborativo en los proyectos de producción de material vegetal y manejo del humedal Talaga, que fueron propuestos para la rehabilitación, preservación y cuidado del humedal, después de aplicar, analizar y conocer los resultados obtenidos del software MicMac®.



Figura 15. Estrategia didáctica “Desarrollo de proyectos”.
Fuente. Autor. (2018).

Las actividades realizadas por los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, en el proyecto de producción de material vegetal llevado a cabo en la finca San Gerardo del municipio de Timbío, trabajaron en dos fases que consistieron en la adecuación del terreno, construcción de germinadores, preparación del sustrato y encierro para evitar los animales rumiantes, en la primera fase. En la Figura 16 se aprecia la primera actividad realizada que consistió en la adecuación y limpieza del terreno para el germinador.



Figura 16. Adecuación y limpieza de terreno.
Fuente. Autor. (2018).

La Figura 17 muestra los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, en la construcción de dos germinadores que constan de alambre dulce, troncos y estacas de guadua (*Guadua angustifolia*), con una superficie de un metro cuadrado por 40 centímetros de alto.



Figura 17. Construcción del germinador.
Fuente. Autor. (2018).

Se realizó la preparación del sustrato como se aprecia en la Figura 18, que consistió una primera capa de grava de 10 centímetros de altura aproximadamente y por encima de esta otra capa de tierra cernida con gallinaza y arena en una relación de 2:1:2, hasta alcanzar los 30 centímetros de altura en el germinador. Después se realizó la desinfección del germinador con el método de solarización húmeda en el cual se utiliza la energía calórica del sol, se agregó agua caliente, se cubrió la superficie del germinador compuesto del sustrato preparado con un plástico, esto hace que su temperatura aumente controlando organismos patógenos.



Figura 18. Preparación del sustrato.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 19 se aprecia la construcción del germinador, en el cual se sembraron las semillas nativas recolectadas por un aprendiz del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, como fue las semillas de guayacán rosado (*Tabebuia rosea*).



Figura 19. Germinador construido.
Fuente. Autor. (2018).

La última actividad realizada en esta primera fase del proyecto de producción de material vegetal, consistió en el encierro de los germinadores para evitar el daño causado por animales rumiantes en la zona, como se aprecia en la Figura 20.



Figura 20. Encierro de los germinadores.
Fuente. Autor. (2018).

En la segunda fase del proyecto de producción de material vegetal, las actividades realizadas por los aprendices del técnico en conservación de recursos de Timbío 2017, consistieron en adecuar el terreno, preparación de sustrato, embolsado, siembra por estacas, trasplante de plántulas y riego. En la Figura 21 como primera actividad de esta segunda fase se aprecia la adecuación y limpieza del terreno.



Figura 21. Adecuación y limpieza del terreno.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 22 se evidencian las actividades de llenado de bolsas con el sustrato y la preparación de este, el cual consistió en cernir el suelo y adicionarle un abono orgánico (nutricompost) en la relación 3:1.



Figura 22. Embolsado y preparación de sustrato.
Fuente. Autor. (2018).

Se realizó la última actividad de esta segunda fase, con la siembra por estacas del árbol nacedero (*Trichanthera gigantea*), el trasplante de las plántulas (enchapolar) de guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) del germinador a las bolsas con el sustrato preparado y el riego después de estar organizadas en los surcos contruidos con troncos y estacas de guadua (*Guadua angustifolia*), como se aprecia en la Figura 23.



Figura 23. Riego y colocación de bolsas.
Fuente. Autor. (2018).

Las actividades realizadas por los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, en el proyecto manejo del humedal Talaga, consistió en el aislamiento, reforestación con árboles nativos y la construcción de obras biomecánicas.

En la Figura 24 se muestra el reconocimiento y selección del lugar donde se establecieron las estrategias didácticas y las diferentes actividades para asimilar el conocimiento sobre el manejo y conservación del humedal, con el previo permiso de la señora Amanda Talaga, dueña del predio,

con los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, en acompañamiento con el instructor.



Figura 24. Reconocimiento del lugar del proyecto “manejo del humedal Talaga”.
Fuente. Autor. (2018).

Se realizaron las respectivas medidas determinando el área objeto de estudio, tomando puntos de referencia con estacas de 60cm, para instalar los postes como se aprecia en la Figura 25.



Figura 25. Medición del área objeto de estudio.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 26, se aprecia el traslado de los postes al área de estudio, cortados con una medida de 1.80m, para realizar el aislamiento del humedal Talaga, municipio de Timbío.



Figura 26. Traslado de postes al área de estudio.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 27 se observa la realización de las holladuras (huecos) por parte de los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017.



Figura 27. Holladuras.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 28 se aprecia la instalación de los postes a una distancia de 3m cada uno, para un total de 60 postes.



Figura 28. Instalación de postes.
Fuente. Autor. (2018).

Se realizó la entrega de los materiales de formación donados por parte de la C.R.C. (Corporación Regional del Cauca), como fueron los 50 árboles de roble, 50 árboles de nacedero, 200 árboles de guayacán amarillo, 200 árboles de resucitado, para un total de 500 árboles. Además de un bulto de abono, 50 postes, tres rollos de alambre para cerco, tres tarros de pintura para el alambre y tres cajas de grapas como se aprecia en la Figura 29.



Figura 29. Materiales de formación donados por la CRC.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 30 se aprecia los resultados de la instalación de 20 postes faltantes donados, por la realización de la gestión en la C.R.C. (Corporación Regional del Cauca), por los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017.



Figura 30. Instalación de 20 postes, donados por la CRC.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 31 se muestran a los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales Timbío 2017, realizando el traslado de árboles desde la finca San Gerardo, para la reforestación en el humedal, árboles que con anterioridad se había realizado el proceso de germinación y siembra en bolsas.



Figura 31. Traslado de árboles desde la finca San Gerardo.
Fuente. Autor. (2018).

Se realizó la reforestación del humedal Talaga a cargo de los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, con los arboles donados por la CRC y los trasladados de la finca San Gerardo de Timbío, como se aprecia en la Figura 32.



Figura 32. Reforestación del humedal Talaga.
Fuente. Autor. (2018).

Se realizó la construcción de obras biomecánicas como (trinchos) a la orilla del río Chambio como se aprecia en la Figura 33.



Figura 33. Obras biomecánicas.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 34 se muestra los resultados de tinturar de color amarillo al alambre y su instalada.



Figura 34. Tinturo de amarillo el alambre.
Fuente. Autor. (2018).

En la Figura 35 se aprecia la construcción del aislamiento del humedal Talaga, municipio de Timbío, llevado a cabo por los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017.



Figura 35. Aislamiento del humedal Talaga.
Fuente. Autor. (2018).

El humedal Talaga del río Chambio, afluente del río Timbío, se ha formado inicialmente por el cambio y disminución del cauce del río Chambio, por la erosión constante y formación de aluviones que modifican el paisaje y que varían con las pendientes geográficas, funcionan como reguladores hidrológicos y además constituyen una fuente de bienes y servicios para la comunidad aledaña. Por tal motivo, se realizó la georreferenciación del humedal Talaga con la Corporación Regional del Cauca – CRC, se declaró como un nuevo humedal para el departamento del Cauca, predio donado por la señora Amanda Talaga, como contribución al cuidado del medio ambiente, además del aislamiento, restauración y conservación del humedal Talaga mediante la aplicación de diferentes estrategias didácticas, llevadas a cabo por los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, ubicado en las coordenadas (latitud: 2.349184°; longitud: -76.682906°; altitud: 1811msnm), (latitud: 2.348746°; longitud: -76.683069°; altitud: 1817msnm), (latitud: 2.349348°; longitud: -76.683656°; altitud: 1816msnm), y (latitud: 2.349633°; longitud: -76.683586°; altitud: 1813msnm), como se aprecia en la Figura 36.

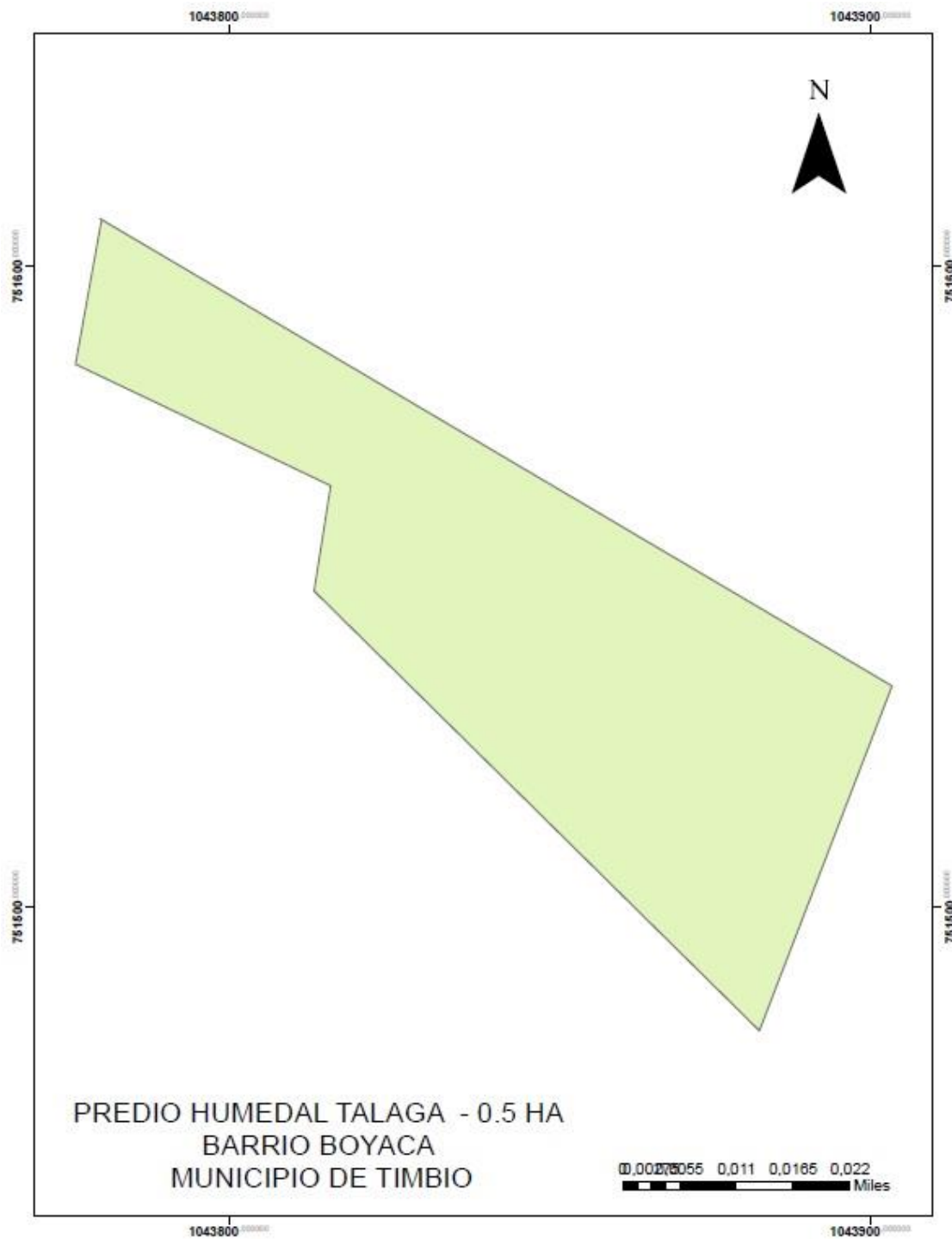


Figura 36. Mapa del predio del humedal Talaga, municipio de Timbío.
Fuente. Autor (2018).

En Figura 37 se aprecia la culminación de las actividades de la reforestación, aislamiento y conservación del humedal Talaga del municipio de Timbío, Cauca. Llevado a cabo por los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017.



Figura 37. Culminación de actividades (reforestación, aislamiento y conservación) del humedal Talaga.
Fuente. Autor. (2018).

Estrategias didácticas como el desarrollo de proyectos pedagógicos y en el caso específico el proceso de producción de material vegetal y su relación con el manejo del humedal Talaga, permitieron afianzar los conceptos ambientales de la teoría a la práctica (Arredondo, Saldivar, & Limón, 2018), y por lo tanto las competencias de aprendizaje en los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, lo cual exigió trabajar colectivamente. En consecuencia con lo anterior, Novo (1996) plantea: “trabajar proyectos pedagógicos solidarios en constante relación con el individuo, la sociedad y con ello contribuir a formar personas con pensamiento autónomo, auténticas, críticas, creativas y solidarias, democráticas y participativas,

con sentido de pertenencia social e identidad cultural, capaces de dialogar, de reconocerse entre si y de auto gestionar cambios e innovaciones necesarias para el mejoramiento de la calidad de vida, es decir se debe enfatizar en proyectos pedagógicos solidarios deben enmarcar el trabajo personal, colectivo social hacia la conservación y preservación del medio ambiente en temas transversales que responden a problemas relevantes en una institución o comunidad, atraviesan el currículo institucional o el proyecto de la comunidad, teniendo presente la formación en valores, el cambio de actitudes y la formación de nuevos comportamientos para vivir en sociedad y trabajar en lo ambiental a favor del Desarrollo Sostenible” (p.10). De igual manera, Trigo (1991) sostiene que: “El manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generación presentes y futuras” (p.22).

Lo que con lleva a que la educación ambiental desde este enfoque por proyectos y de estrategias didácticas, como lo aseguran Rengifo *et al.* (2012), se han podido evidenciar en varios trabajos “pretendiendo mediante la formación generar una conciencia ambiental como proceso de aprendizaje que dure toda la vida, en la cual se transmite conocimientos, valores, habilidades y experiencias a todos los grupos sociales a través de los medios de comunicación, la escuela, el trabajo, las organizaciones gubernamentales y las no gubernamentales que buscan resolver problemas ambientales mediante acciones de carácter individual y colectivo”.

Fonseca & Aguaded (2007) proponen que: “el diseño de estrategias didácticas debe ser un acto creativo y reflexivo a través del cual, los docentes logren crear ambientes en los que los

estudiantes reconozcan sus conocimientos previos, los profundicen, creen nuevo conocimientos, lo apliquen y transmitan a los demás. La estrategia didáctica es la planificación del proceso de enseñanza aprendizaje para la cual el docente elige las técnicas y actividades que puede utilizar a fin de alcanzar los objetivos propuestos y las decisiones que debe tomar de manera consciente y reflexiva. Apuntan a fomentar procesos de autoaprendizaje, aprendizaje interactivo y aprendizaje colaborativo” (p. 14). Se aplicó diferentes estrategias didácticas en la realización de las actividades, lo que permitió alcanzar los objetivos con los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, fomentando en ellos los diferentes tipos de aprendizaje, mientras realizaban el aislamiento, restauración y conservación del humedal Talaga.

4. CONCLUSIONES

La aplicación de herramientas como lista de chequeo (Matriz) y el software MicMac®, en el contexto ecológico permitió determinar dentro de las variables que afectan al humedal Talaga cuáles presentan mayor relevancia y qué tipo de estrategias (a corto, mediano y largo plazo) se deberían implementar para conocer el estado de transformación de estos ecosistemas a nivel local, regional y nacional.

Las actividades en el humedal Talaga, perteneciente al río Chambio, afluente del río Timbío, permitió a los aprendices identificar diversos factores de impacto ambiental como la ganadería extensiva, la tala indiscriminada de árboles, procesos de urbanización en algunos sectores, disminución del caudal, la poca cobertura vegetal, la falta de galerías y la poca estabilidad de sus suelo, entre los más sobresalientes, acentúan su problemática ambiental. Esto llevo a los instructores y a los aprendices a realizar un diagnóstico ambiental utilizando algunas herramientas como lista de chequeo (Matriz) y el software MicMac®. Además, de una propuesta de mejoramiento ambiental que llevó a cabo un aislamiento, procesos de restauración de suelo a través de actividades de reforestación, jornadas de limpieza y la implementación de una obra biomecánica de protección de esta fuente de agua.

Los resultados de la evaluación de las 20 variables a través de la MID, bajo el análisis de influencias y dependencias, permitió encontrar cuatro variables críticas: Eutrofización de la fuente del humedal (V17 Eu FHu), Disminución de diversidad de flora y fauna (V11 Dis Dv). La

variable más influyente es Aumento en la carga de sólidos disueltos (V16 Au CSD), y la de mayor dependencia las variables Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo (V12 Au Lix).

Al aplicar estrategias didácticas con los aprendices del Técnico en Conservación de Recursos Naturales de Timbío 2017, estas permitieron desarrollar en ellos competencias en autoaprendizaje (Estudio individual, tareas individuales, proyectos, investigaciones, búsqueda y análisis de información), aprendizaje interactivo (Entrevistas, exposiciones del profesor, visitas, debates) y aprendizaje colaborativo (Solución de problemas ambientales, método de proyectos análisis y discusión en grupos), aplicado en las actividades realizadas en el humedal Talaga del municipio de Timbío.

5. REFERENCIAS

- Albrieu, C., & Ferrari, S. (2007). La participación de los municipios en la conservación de los humedales costeros. Análisis de un caso: el estuario del Río Gallegos (Santa Cruz). *En: Taller Regional sobre humedales costeros patagónicos*, (págs. 24-27). Buenos Aires.
- Alcaldía Municipal del Municipio de Timbío. (2012). *Plan de desarrollo municipio de Timbío - Cauca*. Recuperado el 12 de Marzo de 2017, de <http://www.timbio-cauca.gov.co/>
- Alfonso, A., & Dipotet, P. (2007). Planeación del manejo en zonas costeras, su influencia en la conservación de humedales. Caso de la Provincia de Matanzas, Cuba. *En: Taller Regional sobre humedales costeros patagónicos*, (págs. 12-14). Buenos Aires.
- Aponte, H., & Ramírez, D. (2011). Humedales de la costa central del Perú: Estructura y amenazas de sus comunidades vegetales. *Ecología Aplicada*, 10(1), 31-39.
- Arango, I. (1996). *Fundamentos y estrategias para el desarrollo comunitario*. Cinde Universidad Sur Colombiana.
- Armenteras, D., & Rodríguez, N. (2014). Dinámicas y causas de deforestación en bosques de Latino América: una revisión desde 1990. *Colombia Forestal*, 17(2), 233-246.
- Arredondo, M., Saldivar, A., & Limón, F. (2018). Estratagias educativas para abordar lo ambiental. Experiencias en escuelas de educación básica en Chiapas. *Innovación Educativa*, 18(76), 13-38.
- Artunduaga, L. (2007). *Caracterización ambiental de los humedales en una franja subandina del Municipio de Popayán. Tesis de pregrado*. Popayán, Cauca.: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación.

- Bravo, F., Piedra, G., & Piedra, G. (2012). *Evaluación físico-química de los sedimentos en el estero y sus tributarios, Tamarindo, Guanacaste*. Costa Rica: Universidad Nacional.
- Caicedo, R., & Chilito, J. (2007). *Diagnóstico y formulación de estrategias participativas para la recuperación y conservación del humedal Las Guacas Municipio de Popayán. Tesis de pregrado*. Popayán, Cauca: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales.
- Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A., Berlanga-Robles, C. A., & Nuñez, P. (2014). Effects of Land Use Changes on the Ecosystem Service Values of Coastal Wetlands. *Environmental Management*, 54, 852–864.
- Castellanos, C. A. (2006). *Los Ecosistemas de humedales en Colombia*. Recuperado el 8 de 12 de 2018, de http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul13_4.pdf
- Castillo, D., Ipia, J., & Zúñiga, J. (2013). Caracterización biológica y socioeconómica del humedal universidad, municipio de Popayán, Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 174 -183.
- Cornejo, J., Chávez, R., & Espinoza, R. (2019). Prospectiva del turismo de naturaleza en la costa de Jalisco. *Investigaciones Turísticas*, 17, 189-212. Recuperado el 15 de Febrero de 2019, de <http://dx.doi.org/10.14198/INTURI2019.17.09>
- Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC . (2009). *Plan de Manejo Complejo de Humedales meseta de Popayán*. Popayán: CRC-WWF.
- CRC & WWF. (2006). Caracterización ambiental preliminar de los humedales de la meseta de Popayán y Puracé en el departamento del Cauca. *CRC-WWF*.

- Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934–941.
- Diversity, S. o. (2014). *Global Biodiversity Outlook 4*. Montréal.
- Dueñas, N., & Contreras, T. (2015). *Revisión del estado ecológico de los humedales de Colombia en base a trabajos realizados en los últimos 15 años*. Bucaramanga: Unidades Tecnológicas de Santander.
- Espinosa, N., Valdez, Y., & Valencia, J. (2013). *Evaluación Ecológica y Ambiental del Humedal Aguas Claras, Barrio la Alborada, Villavicencio, Meta*. Villavicencio, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- European Environment Agency. (2015). *Nutrients in freshwater (CSI 020/WAT 003)*. Recuperado el 28 de 6 de 2019, de <http://www.eea.europa.eu/dataand-maps/indicators/nutrients-in-freshwater/nutrients-in-freshwater-assessment-published-6>
- Figuroa, A; Contreras, R; Sanchez, J;. (1998). *Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento para el Desarrollo*. Cali: Corporación Universitaria Autónoma de Occidente.
- Fluet-Chouinard, E., Lehner, B., Rebelo, L. M., Papa, F., & Hamilton, S. K. (2015). Development of a global inundation map at high spatial resolution from topographic downscaling of coarsescale remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 158, 348–361.
- Fonseca, M., & Aguaded, J. (2007). *Enseñar en la universidad. Experiencias y propuestas de docencia universitaria*. La Coruña: Netbiblo.
- García Zarza, E. (1997). Incremento demográfico y urbano y degradación medioambiental en Iberoamérica. En *Espacio y Desarrollo* (Vol. 9, págs. 25-45). Lima: PUCP.

- García, J. G. (2010). Lo local como espacio de oportunidad política. *Telos revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 13.
- García-Moreno, J., Harrison, I. J., Dudgeon, D., Clausnitzer, V., Darwall, W., Farrell, T., . . . Tubbs, N. (2014). *Sustaining freshwater biodiversity in the anthropocene* (Springer International Publishing ed., Vol. The Global water system in the anthropocene: Challenges for science and governance). (A. Bhaduri, J. Bogardi, J. Leentvaar, & S. Marx, Edits.) Switzerland: Springer International Publishing.
- Garzón, V., Córdoba, M., & Gutiérrez, J. (2014). Construcción participativa de estrategias de restauración ecológica en humedales del Magdalena Medio, Colombia: una herramienta para el ordenamiento ambiental territorial. *Biota Colombiana*, 15(2), 58-86.
- Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción, manual de prospectiva estratégica* (primera ed.). Barcelona: Alfaomega.
- Godet, M. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica* (Cuarta ed.). París: Gerpa con la colaboración de Electricité de France.
- Godet, M. (2007). *Prospectiva Estratégica: Problemas y Métodos*. p. 7. Recuperado el 7 de 7 de 2019, de <http://www.prospektiker.es/prospectiva/caja-herramientas-2007.pdf>
- Gonod, P. (1996). *Dynamique des systèmes et methods prospective*. Paris: Travaux et recherches de prospective, Futuribles International.
- Guareschi, S., Abellán, P., Laini, A., Green, A. J., Sánchez-Zapata, J. A., Velasco, J., & Millán, A. (2015). Cross-taxon congruence in wetlands: Assessing the value of waterbirds as surrogates of macroinvertebrate biodiversity in Mediterranean Ramsar sites. *Ecological Indicators*, 49, 204–215.

- Guerrero, E. (1998). Una aproximación a los Humedales en Colombia. *Colombia: FEN*, 32-47.
- Hernández, A. (2010). *Análisis de la gestión ambiental desde la perspectiva de la gobernabilidad ambiental en los parques ecológicos distritales de humedal de la ciudad de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- International Institute For Environment And Development (IIED). (2006). Towards a real-world understanding of less ecologically damaging patterns of urban. En *Environment and Urbanization*.
- Jiménez, A., Urrego, L., & Toro, L. (2016). Evaluación del comportamiento de incendios de la vegetación en el norte de Antioquia (Colombia): Análisis del paisaje. *Colombia Forestal*, 19(2), 161-180.
- Junk, W. (2013). Current state of knowledge regarding South America wetlands and their future under global climate change. *Aquatic Sciences*, 75(1), 113-131.
- Junk, W., An, S., Finlayson, C., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S., . . . Robarts, R. (2013). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: A synthesis. *Aquatic Sciences*, 75(1), 151-167.
- Keddy, P. A. (2000). *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. United Kingdom: Cambridge university press.
- Kleijn, D., Cherkaoui, I., Goedhart, P. W., Van Der Hout, J., & Lammertsma, D. (2014). Waterbirds increase more rapidly in Ramsar-designated wetlands than in unprotected wetlands. *Journal of Applied Ecology*, 51(2), 289–298.
- Leadley, P. W., Krug, C. B., Alkemade, R., Pereira, H. M., Sumaila, U. R., Walpole, M., . . . Mumby, P. J. (2014). *Progress towards the Aichi Biodiversity Targets: An assessment of*

- biodiversity trends, policy scenarios and key actions*. Recuperado el 28 de 6 de 2019, de CBD Technical Series No. 78: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-78-en.pdf>
- Lewis, W. (1995). *Wetlands: Characteristics*. Washington, D. C: National academic press.
- Mediterranean Wetlands Observatory. (2012). *Biodiversity: Status and trends of species in Mediterranean wetlands (Thematic collection, Special Issue #1)*. (F. Tour du Valat, Ed.) Recuperado el 28 de 6 de 2019, de http://medwet.org/wp-content/uploads/2012/12/MWO_2012_Thematiccollection-1_Biodiversity.pdf
- Mendoza, A., Quintero, I., & Sarmiento, E. (2011). Aplicación de técnicas prospectivas. *Ingeniare*, 6(11), 25-36.
- Mitsch, W., & Gosselink, J. (2000). *Wetlands* (Tercera ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Murray, N. J., Clemens, R. S., Phinn, S. R., Possingham, H. P., & Fuller, R. A. (2014). Tracking the rapid loss of tidal wetlands in the Yellow Sea. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12, 267–272.
- Novo, M. (1996). La educación ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. (OEI, Ed.) *Revista iberoamericana de educación*(11).
- Osorio, M., & Guerrero, A. (2011). *Formulación de la visión prospectiva de Santander 2019-2030* (primera ed.). Santander: Universidad Industrial de Santander.
- Paredes, D. (2010). *Determinación de amenazas en humedales urbanos: Estudio de tres humedales de Valdivia, Chile*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Pastrana, E., & Pacheco, Y. (2010). La Convención Ramsar a lo largo del eje local-global: protección de humedales en el Valle del Cauca. *Papel Político*, 15(2), 573-616.

- Patiño, J. (2016). Análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1), 86-105.
- Pintos, P., & Sgroi, A. (2012). Estudio de la megaurbanización San Sebastián. En *Efectos del urbanismo privado en humedales de la cuenca baja del río Luján, provincia de Buenos Aires, Argentina*. (Vol. 4). Augmdomus.
- Ramsar. (1971). *Convención sobre los humedales*. Irán: Ramsar.
- Rengifo, A. (2007). *Alternativas metodológicas para el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. San Juan de Pasto: Casetta impresores.
- Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. *XII Coloquio de Geocrítica* (pág. 16). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ricaurte, L., Jokela, J., Siqueira, A., Núñez, M., Marin, M., Velázquez, A., & Wantzen, K. (2012). Wetland Habitat Diversity in the Amazonian Piedmont of Colombia. *Wetlands*, 32, 1189-1202.
- Robles, C., & Ruiz, A. (2006). Evaluación de cambios en el paisaje y sus efectos sobre los humedales costeros del sistema estuarino de. *Ciencias Marinas*, 32(3), 523–538.
- Rodríguez , A., Sanabria, G., Contreras, M., & Perdomo, B. (2013). Estrategia educativa sobre promoción en salud sexual y reproductiva para adolescentes y jóvenes universitarios. *Revista Cubana de Salud pública*, 39(1), 161-174.
- Rodríguez, J. (2001). Introducción a la prospectiva: Metodologías, fases y explotación de resultados. *Economía Industrial*, 6(342), 13-20.

- Rodríguez, L., & Suárez, S. (2017). *Respuesta ecológica de dos humedales alto andinos ante cambios en sus factores físicoquímicos y problemáticas asociadas*. Bucaramanga: Unidades Tecnológicas de Santander.
- Secretaria de la Convención Ramsar. (2006). *Manual de la convención de Ramsar: Guía a la convención sobre los humedales* (4 Edición ed.). Suiza: Dave Pritchard.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2014). *Global Biodiversity Outlook 4*. Montréal.
- Senhadji, K., Ruíz, M., & Rodríguez, J. (2017). Estado ecológico de algunos humedales colombianos en los últimos 15 años: Una evaluación prospectiva. *Colombia Forestal*, 20(2), 181-191.
- Springate-Baginski, O., Allen, D., & Darwall, W. (2009). *An integrated wetland assesment kit*. UICN, Gland: eds.
- Strayer, D. L., & Dudgeon, D. (2010). Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 344–358.
- Stuip, M., Baker, C., & Oosterberg, W. (2002). *The Socio-Economics of Wetlands*. The Netherlands: Wetlands International and Rijkswaterstaat-RIZA.
- Suárez Landeo, E., Orrego Morales, M., & Regal Gastelumendi, F. (2015). Evaluación ecológica rápida del humedal de tragadero (Junín, Perú). *Científica* 12, 2, 132-144.
- Trigo, E. (1991). Hacia una estrategia para un desarrollo agropecuario sostenible. II. CA.
- Valencia, P., & Figueroa, A. (2014). Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio: tendencias del análisis. *Revista Ingenierías*, 14(26), 29-42.

- Vargas Ríos, O., Díaz Triana, J. E., Reyes Bejarano, S. P., & Gómez Ruiz, P. A. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Bogotá D. C.: Grupo de restauración ecológica GREUNAL.
- Vega, L. (2011). Hacia la parametrización sistémica de la dimensión ambiental. *Ingeniería e Investigación*, 31(1), 10.

6. ANEXOS

Anexo A. Participantes del Taller de Prospectiva.

Aprendices - Técnico en Conservación de Recursos Naturales - Timbío 2017		
-Adriana Tacie	-Dario Alegria	-Judith Chau Arcos
-Alis Volverás	-Deisy Tose	-Karen Fajardo
-Catalina Reyes	-Diego Herrera	-Laura Narváez
-Daniel Felipe	-Juan Bautista	-Leidy Sanchez
-Daniela González	-Judith Chau	-Wilmar Navia

Fuente: Autor (2018).

Anexo B. Formato N°1 Identificación de Variables.

Identificación de las variables relacionadas en el Humedal Talaga.

Técnica: Lluvia de ideas

N°	Variables	Soluciones o Alternativas
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
n		

Fuente: Autor (2018).

Anexo C. Identificación de las Variables del Humedal Talaga.

Variables	Soluciones o Alternativas
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de biodiversidad. • Transformación del paisaje. • Cambio en la dinámica de las poblaciones. • Reducción de las aéreas para desarrollo de cultivos tradicionales • Bio-acumulación de compuestos nocivos para la salud. • Contaminación de cuerpos de agua (humedal Talaga) afectando su composición física, química y biológica. • Reducción del caudal de los cuerpos de agua (bocatoma). 	<p>Implementar un proceso de sucesión vegetal para restaurar el paisaje</p> <p>Sustituir gradualmente el porcentaje de agroquímicos por abonos “amigables con el ambiente”</p> <p>Captar el agua en la(s) bocatoma(s) teniendo en cuenta el parámetro de caudal ecológico.</p> <p>Reforestar las aéreas a fines a los cuerpos de agua.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de biodiversidad de especies acuáticas y asociadas. • Transformación del paisaje. • Cambio en la dinámica de las poblaciones. • Desplazamiento y muerte de especies. • Contaminación del humedal alterando su composición física, química y biológica. • Alto riesgo de enfermedades. • Adsorción de mercurio por especies acuáticas y asociadas. • Se presenta erosión en las orillas del cuerpo de agua. 	<p>Organizar a los mineros en una “asociación de mineros” para facilitar la gestión de recursos.</p> <p>Resinificar el plan de ordenamiento territorial.</p> <p>Instalar una planta de tratamiento de aguas para metales pesados.</p> <p>Reforestar áreas aledañas al humedal Talaga (facilitar el proceso de depuración)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Contaminan el espejo de agua debido a residuos domésticos. • Degradan la fauna y flora del espejo de agua. • Incremento de residuos inorgánicos y orgánicos que se van acumulando en el humedal Talaga por residuos generados por prácticas agrícolas, domésticas y mineras. 	<p>Construir un acueducto y alcantarillado bajo normas que estén reguladas por el ministerio de medio ambiente y que los ciudadanos y ciudadanas tomen conciencia sobre su uso.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de reducción de la diversidad y riqueza biológica por acción de especies introducidas. • Incremento del riesgo de vendavales en la comunidad aledaña al humedal Talaga. 	<p>Plantar especies arbóreas para reducir el efecto del viento sobre la comunidad y aéreas de cultivo.</p> <p>Desarrollar un proceso de sucesión vegetativa y corredores biológicos entre los parches de “bosque”</p>

Fuente: Autor (2018).

Anexo D. Listado de Variables con Nombres Asociados y Comprimidos.

N°	Nombres Asociados	Comprimidos
1	V1 Ausencia y negligencia de entes gubernamentales	V1 Aus_Gub
2	V2 Captación y desvío de caudal	V2 Cap_Cau
3	V3 Disminución de la pesca artesanal para consumo	V3 Dis_Pes
4	V4 El inapropiado uso de suelo	V4 Uso_Sue
5	V5 Desagüe de aguas servidas	V5 Des_AgS
6	V6 Aumento de Residuos solidos	V6 Aum_RSo
7	V7 Actividades antrópicas (ganadería, monocultivos, transporte e industria)	V7 Act_Ant
8	V8 Disminución de la productividad primaria	V8 Dis_PPr
9	V9 Disminución de la productividad secundaria	V9 Dis_PSe
10	V10 Disminución de la cobertura vegetal	V10 Dis_CV
11	V11 Disminución de diversidad de flora y fauna	V11 Dis_Dv
12	V12 Aumento de lixiviación de nutrientes y arrastre de suelo	V12 Au_Lix
13	V13 Disminución de la transparencia	V13 Dis_Tr
14	V14 Variación en la permeabilidad radiación solar	V14 Va_Per
15	V15 Aumento de la erosión	V15 Au_Ero
16	V16 Aumento en la carga de solidos disueltos	V16 Au_CSD
17	V17 Eutrofización de la fuente del humedal	V17 Eu_FHu
18	V18 Demanda biológica y química del Oxígeno	V18 DBQO2
19	V19 Variación de temperatura de microclimas	V19 Var_°T
20	V20 Aumento de la carga de nutrientes	V20 Au_CNu

Fuente: Autor (2018). Con ayuda del software Micmac®.

Anexo e. Indicadores Físicoquímicos e Hidrológicos del Humedal Talaga.

Indicadores físicoquímicos e hidrológicos	
Hora	08:35 am
Color	claro
T° del agua en °C	18,5
Conductividad (microhmios/cm)	0,007
Concentración de oxígeno disuelto (mg/L)	8,51
% de saturación de oxígeno disuelto	77.98
pH	7,54
Sólidos disueltos totales (mg/L)	0,005
Turbiedad (Turbio o Transparente)	Transparente
Calidad organoléptica	Incolora, inodora e insípida
Materia orgánica	En descomposición (hojas)
Salinidad	Menor a 0.01
Caudal L/s (datos históricos)	450 – 500 L/s

Fuente: Autor (2018).