



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES  
RELEVANTES DE LOS ECOSISTEMAS ASOCIADOS A LA LÍNEA  
FÉRREA IBARRA-SALINAS**

**Tesis de Grado previo a la obtención del título de:**

**Ingeniero en Recursos Naturales Renovables**

**Autor: Sammir Nicolás Minda González**

**Director: Blgo. Galo Pabón**

**Ibarra, Junio/2015**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ARTÍCULO CIENTÍFICO**

**TEMA:** Evaluación de bienes y servicios ambientales relevantes de los ecosistemas asociados a la línea férrea Ibarra-Salinas.

**AUTOR:** Sammir Nicolás Minda González

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO:** Blgo. Galo Pabón

**COMITÉ LECTOR:**

Ing. Carlos Cazco

Ing. Jorge Granja

Ing. Magaly Tituaña

**AÑO:** 2015

**LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN**

Área de influencia de la línea férrea Ibarra – Salinas, sector “Estación Hoja Blanca” y “Rieles Patococha” donde se evaluaron los bienes y servicios ambientales relevantes, el conocimiento ancestral y desarrollo turístico fue evaluado en la Parroquia de Salinas - Imbabura.

**BENEFICIARIOS**

Docentes y alumnos de las carreras de ingeniería en Recursos Naturales Renovables, “Departamento de Ferrocarriles Zonal Norte”, Parroquia de Salinas - Imbabura quienes podrán desarrollar investigaciones formativas y prácticas de fortalecimiento en los conocimientos adquiridos en el aula, el desarrollo sustentable y económico para el ecosistema y las comunidades beneficiarias.

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



**APELLIDOS:** MINDA GONZÁLEZ

**NOMBRES:** SAMMIR NICOLÁS

**C. CIUDADANÍA:** 100351738-8

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 062-601-580

**TELÉFONO CELULAR:** 0985643396

**CORREO ELECTRÓNICO:** sammirmind@hotmail.com

**DIRECCIÓN:** Imbabura – Ibarra – Sagrario – Cuenca y Uruguay 2 - 30

**AÑO:** junio-2015

**DATOS DE LA EMPRESA DONDE TRABAJA:** Ninguna

## “Evaluación de bienes y servicios ambientales relevantes de los ecosistemas asociados a la línea férrea Ibarra-Salinas”

### INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas se presentan como un potencial productivo en un contexto de preocupación internacional tanto para la producción de bienes como de servicios, desde un enfoque de sustentabilidad en términos económicos, sociales, culturales y ecológicos. (Calva, 2007, pág. 91)

La extracción y generación de productos energéticos, las actividades industriales y la eliminación de desechos, conjuntamente con los cambios de uso del suelo en el sector agropecuario de esta zona, son los principales causantes de las emisiones de gases, como dióxido de carbono y otros conocidos como gases del efecto invernadero. Obviamente los grandes contribuyentes de estos gases son los países industrializados, que con sus súper empresas e industrias contaminan mucho más el ambiente (Espinoza, García, & Smyle, 1999, pág. 19) ocasionado en varios países del mundo; lluvias excesivas, inundaciones, huracanes y cambios drásticos en el clima en general.

Sin embargo no se valora la importancia que tiene la cobertura vegetal arbustiva seca que posee esta zona como productora de bienes y servicios. Entre ellos, se encuentran los más importantes tales como: la fijación de carbono, el recurso hídrico, el recurso suelo, la fauna silvestre, el recurso no maderable, la belleza escénica, el desarrollo turístico y el conocimiento ancestral.

Mediante el cuidado y la regeneración natural de las especies vegetales, se pueden minimizar los incrementos de dióxido de carbono, además de proveer otros productos y servicios altamente beneficiosos para los propios habitantes de la zona. Es importante dirigir a estas comunidades hacia un desarrollo

ecosistémico sostenible, desde todo punto de vista, a través de un manejo que permita contribuir y superar los desequilibrios sociales y tener ventajas competitivas.

Se puede hablar de dos líneas de acción para controlar el nivel de CO<sub>2</sub>, una de ellas es la disminución del uso de energía, mermar el uso de aparatos de funcionamiento con combustibles fósiles (estas campañas incluyen también control de incendios); la segunda línea de acción es la fijación de carbono a través de los bosques y plantaciones forestales que asimilan el CO<sub>2</sub> y lo convierten en biomasa, es así que se convierten en grandes sumideros de carbono (Figueroa & Redondo, 2007, pág. 70).

Por estas razones, tanto la Universidad Técnica del Norte como el Departamento de Ferrocarriles Zonal Norte, conscientes de la problemática global del efecto invernadero y el cambio climático, decidió realizar esta evaluación con el fin de preservar la calidad de vida para toda la población tanto de Ibarra como de Salinas – Urcuquí, así como también tener conocimiento sobre los principales bienes y servicios ambientales que ofrece este sector; a fin de preservar la biodiversidad y las características paisajísticas únicas.

### OBJETIVOS

#### *Objetivo general*

Evaluar los bienes y servicios ambientales prioritarios de los ecosistemas asociados a la línea férrea Ibarra-Salinas, para elaborar una propuesta de manejo ambiental y estrategias de conservación al “Departamento de Ferrocarriles Zonal Norte”.

#### *Objetivos específicos*

- Establecer la línea base del proyecto de las condiciones

ambientales existentes en el área de estudio.

- Analizar la captura de carbono y las formaciones vegetales pertinentes para determinar el grado de conservación de las plantas más representativas del lugar.
- Evaluar los servicios ambientales importantes del área de estudio para proponer escenarios de cambio.
- Elaborar una propuesta de manejo ambiental y estrategias de conservación en el área de influencia del proyecto, mediante la socialización a los representantes y funcionarios del “Departamento de Ferrocarriles Zonal Norte”.

## **METODOLOGÍA**

### ***Etapa 1. Establecer la línea base del proyecto***

La generación de esta fase permitió establecer las condiciones actuales en las que se encontraron los parámetros físicos, químicos, biológicos y socioeconómicos; que se representaron y sistematizaron en mapas y cuadros. Además se tomó en cuenta las siguientes actividades: recorrido físico del área de estudio, técnicas de observación para detectar características específicas del sector, revisión de planos, mapas y documentos, obtención de coordenadas UTM con DatumWGS84, zona 17 sur, del proyecto, inventario del medio físico, biótico y socioeconómico, análisis de recursos mediante vistas panorámicas y muestreo de plantas en el trazado de la línea férrea Ibarra – Salinas.

### ***Etapa 2. Definición de los Indicadores de los Servicios Ambientales para lograr una Evaluación del Desempeño Ambiental (EDA) del Área de Estudio***

Para lograr el objetivo planteado, se recurrió al programa MESMIS, para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales a escala local, se aplicó un proceso secuencial con los siguientes pasos:

Determinación del objeto de la evaluación. En este paso se definieron los sistemas de manejo que se evaluaron, sus características y el contexto socio-ambiental de la evaluación.

Determinación de los puntos críticos. Que inciden en la sustentabilidad de los sistemas de manejo evaluados.

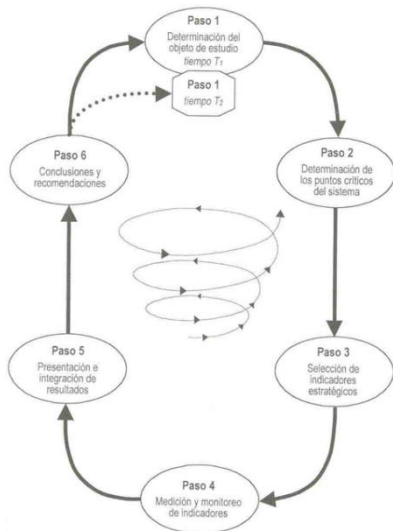
Selección de indicadores. Se determinaron los criterios de diagnóstico y se derivaron los indicadores estratégicos para llevar a cabo la evaluación.

Medición y monitoreo de los indicadores. Este paso incluyó el diseño de los instrumentos de análisis y la obtención de la información deseada.

Presentación e integración de resultados. Se comparó la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados y se indicaron los principales obstáculos para la sustentabilidad, así como los aspectos que más la favorecen.

Conclusiones y recomendaciones. Por último, en este paso se hizo una síntesis del análisis y se propusieron sugerencias para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo, así como para mejorar el proceso mismo de evaluación.

Al realizar estos seis pasos, se conceptualizarán los sistemas y los aspectos que se desea mejorar, se detallan en la siguiente figura.



Fuente: programa MESMIS: <http://mesmis.gira.org.mx/>

### Formulación de indicadores

La formulación de los indicadores partió de un análisis de las fortalezas y debilidades del trayecto de la línea férrea Ibarra – Salinas para lo cual se plantearon dos interrogantes:

¿Cómo están los servicios ambientales que ofrece este bosque seco natural?

¿Qué aspectos favorece al “Departamento de Ferrocarriles Zonal Norte” para la gestión de turismo y cultura?

### Definición de los Indicadores de los Servicios Ambientales

Se realizó una selección y evaluación de los servicios ambientales para luego definir los indicadores y evaluarlos. A continuación se muestra en la tabla 3.1. Las funciones de regulación de los bienes y servicios ambientales relevantes del área de estudio.

Tabla 3.1 Funciones de regulación de los bienes y servicios ambientales relevantes del área de estudio

SERVICIO ECOSISTEMICO	FUNCIONES DE REGULACION	
	INDICADOR	
Fijación de carbono	Acumulación potencial de carbono (y otros elementos) en biomasa vegetal (Se utiliza la masa de materia orgánica viva seca por unidad de superficie).	
Recurso hídrico	Cantidad de agua infiltrada (mm/acuífero).	
Riqueza de avifauna	Observar las diferentes aves del lugar, identificación mediante fotografías y nombre científico.	
Recursos no maderables	Producción forestal no maderable (ha), densidad y abundancia	
Protección del suelo	Evaluar el grado de erosión del suelo – t/ha/año.	
Conocimiento ancestral	Enseñanza de las experiencias de sus antecesoras – encuestas.	
Desarrollo turístico	Garantizar la sostenibilidad de los recursos de los que depende – capacidad de carga turística.	
Belleza escénica	Valoración cultural, recreacional, educativa, ambiental e histórica por departamento/ UA – medición mediante fichas ecológicas.	

Fuente: El autor

### Metodología para la Evaluación del Desempeño Ambiental (EDA) del Área de Estudio

- *Planificar:* Selección de indicadores para la EDA
- *Hacer:* La recopilación de los datos pertinentes para los indicadores seleccionados.
- *Verificar y actuar:* La revisión y mejora de la EDA.

Según De Groot et al, 2002 una vez identificados los indicadores se utilizó una escala de rango para cada uno, a fin de asignar un valor exacto y expresar el nivel de desempeño ambiental, que se estandarizaron en base a un rango de valores mínimos al peor escenario para el indicador y valores máximos que representan el escenario ideal. De esta manera, con la siguiente fórmula, se obtuvieron los resultados:

$$NS = \frac{V_{max} - V}{V_{max} - V_{min}} \times 100$$

Fuente: Astier, Masera, y Galván

O en caso de minimizar:

$$NS = \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \times 100$$

Fuente: Astier, Masera, y Galván

V<sub>max</sub>= Valor máximo por indicador.  
V<sub>min</sub>= Valor mínimo por indicador

V= es el valor que toma el indicador.  
 NS= Nivel de Desempeño

Tabla 3.2 Nivel de Desempeño Ambiental

Color	Rango	Nivel de desempeño	Clase
	0-25	Bajo	1
	26-50	Regular	2
	51-75	Bueno	3
	76-100	Excelente	4

Las figuras estadísticas se las llevó a cabo mediante el programa MESMIS: <http://mesmis.gira.org.mx/>,  
 modificado por: el autor

### ***Etapa 3. Análisis metodológico de la captura de carbono y los servicios ambientales pertinentes***

#### ***Marcación de transectos para la evaluación de captura de carbono y cobertura vegetal***

Marcación de transectos lineales de 50m x 2 que cubre una superficie de 100m de ambos lados, para la toma de datos de árboles semileñosos con diámetros mayores a 30cm de DAP.

#### ***a) Parámetros técnicos para el estudio de cobertura vegetal***

Para el estudio de cobertura vegetal se utilizó la metodología planteada en la Guía Práctica para el Estudio de Comunidades Vegetales de Aguirre N. y Aguirre Z. (1999) en la cual se determinó los siguientes parámetros técnicos:

#### ***Densidad***

La densidad estuvo dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie y se representó con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. - Total de individuos de una especie o de todas las especies}}{\text{Total de área muestreada}}$$

Para el cálculo de densidad relativa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad Relativa (DR)} = \frac{\text{No. De Individuos por especie}}{\text{No. Total de individuos}} \times 100$$

#### ***Dominancia***

Se define como el porcentaje de biomasa que aporta una especie se lo expresa por relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada y se usa para árboles y arbustos.

La Dominancia de una especie estuvo dada por su biomasa (área basal) y la abundancia numérica. Se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Área basal (G)} = 0.7854 \times (\text{DAP})^2$$

$$\text{Dominancia (Dm)} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

#### ***b) Método para el cálculo del carbono almacenado, Relación entre el CO2 Y C***

Para valorar la cantidad de carbono (cC) presente en esa unidad específica de dióxido de carbono (CO2), se sumó el peso atómico del carbono (paC) al peso atómico del Oxígeno (paO) y dividió el total por el peso atómico del carbono, así se obtuvo la cantidad de carbono presente en esa unidad de dióxido de carbono (Ibid).

$$\text{cC} = (\text{paC} + \text{paO}) / \text{paC}; \text{ donde:}$$

cC = cantidad de carbono

paC = peso atómico del carbono (12)

paO = peso atómico del oxígeno (16 + 16) = 32

$$\text{cC} = (12+32)/12 = 44/12 = \mathbf{3.67}$$

La cC se utilizó como **factor de conversión (faco)**.

Para el cálculo de la biomasa se tomó en cuenta el volumen de madera y el peso específico de cada especie.

$$\mathbf{B = V \times pee}; \text{ donde:}$$

B = Biomasa  
V = Volumen en metros cúbicos  
Pee = peso específico de la especie

De esta manera conociendo el volumen de madera y conociendo el peso específico de la especie se puede conocer la unidad de carbono (C) capturado por ese volumen.

**(C) = (V) x pee x fc;** donde:

(C) = cantidad de carbono capturado en toneladas métricas  
(V) = volumen de madera en metros cúbicos  
Pee = peso específico de la especie  
Fc = Fracción de carbono.

Para calcular las toneladas métricas de dióxido de carbono almacenado, se multiplicó las tmc por su factor de conversión que es igual a 3.67 y se obtuvo el total de tm de dióxido de carbono fijado (tmCO<sub>2</sub>).

**tmCO<sub>2</sub> = tmc x faco;** donde:

tmCO<sub>2</sub> = toneladas métricas de dióxido de carbono  
tmcC = Toneladas métricas de carbono  
faco = Factor de conversión

Según Venegas, et al (1996), estimó que en el volumen de la madera se encuentra un 60 % del total del carbono fijado y que el 40 % restante del carbono fijado se encuentra en la biomasa de las ramas, raíces y hojas; por lo que al total de la cantidad de carbono fijado hubo que añadir el 40 % restante.

*Cálculo del caudal generado del canal mediante el método del flotador*

Según Villavicencio A. y Villablanca A., 2010. Se utilizó los valores promedio de las variables determinadas. Para adelantar

los procedimientos se requirió de los siguientes materiales y equipos:

Un objeto flotante, reloj o cronómetro, decámetro o cinta medidora, regla o tabla de madera graduada.

*Primer paso. Seleccionar el lugar adecuado*

Se seleccionó en el canal un tramo uniforme, sin piedras grandes, ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias, ni impedimentos.

*Segundo paso. Medición de la velocidad*  
Velocidad = Distancia (A-B) ÷ Tiempo de recorrido

*Tercer paso. Medición del área de la sección transversal del canal*  
AT = Ancho x Profundidad Promedio = hm x Ac

*Cuarto paso. Cálculo del Caudal del canal*

QC (m<sup>3</sup>/s) = Velocidad (m/s) x Área (m<sup>2</sup>)

*Erosión hídrica del suelo*

Fournier en 1960 desarrolló un modelo empírico de caja gris que relacionaba la producción media anual de sedimentos (Qs, g/m<sup>2</sup>), la altitud media (H; m) y la pendiente media de la cuenca (S; grados) y la lluvia mediante una ecuación de regresión:

$$\log Q_s = 2.65 \log \frac{P^2}{p} + 0.46(\log H)(\text{tg } S) - 1.56$$

Donde p es la mayor precipitación media mensual y P es la precipitación media anual. Luego la relación p<sup>2</sup>/P es un índice de concentración de la precipitación en un solo mes, (no es una medida de la intensidad de la precipitación).

Los materiales que se utilizaron fueron el clinómetro y el altímetro.



### *Riqueza de avifauna*

Se reconocieron las especies de aves más representativas y avistadas que existen en los 2 puntos de muestreo tanto en el sector “Rieles Patococha” como en la “Estación Hoja Blanca”, se identificó mediante fotografía, nombre común y nombre científico.

### *Materiales:*

Binoculares, cámara fotográfica, material de escritorio, libreta.

### *Metodología:*

Salidas al campo – salida en la mañana y regreso en la tarde, reconocimiento y fotografía de aves (Anexos.- Hoja de Campo para la Toma de Datos N°3.4.).

A demás mediante la fórmula de Shannon se realizó los cálculos pertinentes y se evaluó la riqueza de las aves en el sector del estudio. A continuación se presenta la fórmula del índice de Shannon:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Fuente: índice de Shannon.- Wikipedia

### *Densidad y abundancia del recurso no maderable*

Con los datos colectados se calcularon parámetros de densidad y abundancia, utilizado las siguientes formulas:

Densidad (d) = Número de individuos de la especie / Total área muestreada

Abundancia (a) = (Número de individuos de la especie / Número total de individuos) x 100

Los resultados en todos los casos se deben relacionarlos a hectárea.

### *Belleza escénica – nivel de calidad de absorción visual del paisaje*

Para la capacidad de absorción visual, el valor se obtuvo mediante la fórmula (Frugone, 2009):

$$C.A.V. = S \times (E + R + D + C + V)$$

Dónde: S = Pendientes; D = Diversidad vegetal; E = Erosionabilidad del suelo; V = Contraste suelo/vegetación; R = Vegetación, potencial de regeneración; C = Contraste suelo/roca.

La clasificación del paisaje por predominio de elementos se la llevó a cabo mediante los factores reales ambientales del lugar, marcando con una X las características apropiadas en cada lugar evaluado.

### *Desarrollo turístico – capacidad de carga “ecológica – turística”*

Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de carga} = \frac{\text{Superficie utilizada}}{\text{Promedio individual}}$$

Para obtener el número de visitas diarias posibles se utilizó la fórmula: Total de visitas diarias = capacidad de carga \* coeficiente de rotación. Siendo el coeficiente de rotación:

$$\text{Coeficiente de rotación} = \frac{\text{Total de horas de visitas diarias}}{\text{Tiempo medio de visitas}}$$

De esta manera Boullón (1985). Explica la fórmula para determinar la capacidad de carga turística de un área determinada.

### *Conocimiento ancestral en la Parroquia de Salinas – Imbabura*

Para conocer si la cultura de los pueblos aún guarda su conocimiento ancestral bajo el cuidado de los recursos naturales que presenta el área de estudio, se realizó encuestas a los pobladores mayores de 18 años en la parroquia de Salinas para poder evaluar el grado de educación y si aún perdura los sabios procesos ancestrales de ésta comunidad.

#### ***Etapa 4. Elaborar una propuesta de manejo ambiental y estrategias de conservación del área de influencia del estudio***

La propuesta de manejo ambiental y estrategias de conservación se enmarcó al cuidado y manejo de los bienes y servicios ambientales teniendo como eje fundamental la importancia de la captura de carbono que realiza éste bosque seco natural, concientizando a los habitantes del área de influencia y brindándole apoyo al “Departamento de Ferrocarriles Zonal Norte”.

#### ***Elaboración de un escenario esperado del Nivel de Desempeño Ambiental una vez ejecutada la propuesta planteada***

De ser ejecutada la propuesta planteada, se obtendrá cambios en los bienes y servicios ambientales, los mismos que fueron evaluados y representaban un nivel de desempeño bajo. Ahora mediante una proyección técnica y analizando los parámetros establecidos de cada indicador se logró establecer un escenario de cambio mejorado capaz de llenar las expectativas tanto en la parte ambiental como económica hacia los pobladores de las comunidades beneficiadas al área de influencia directa e indirecta del proyecto.

#### ***Etapa 5. Elaboración del Informe Final***

Para la ejecución del informe final se tomó en cuenta los resultados obtenidos del proyecto conjuntamente con la propuesta presentada donde se realizó una planificación y consideraciones generales de ésta evaluación, presentando finalmente las conclusiones y recomendaciones; así como también los anexos y cuadros de referencia.

### **RESULTADOS**

**LÍNEA BASE:** La generación de esta fase permitió establecer las condiciones de los parámetros físicos, químicos, biológicos y socioeconómicos; que se representaron y sistematizaron en mapas y cuadros.

Así también se realizó un recorrido físico del área de estudio donde se tomó ocho puntos en coordenadas con su altura correspondiente y se observó la vegetación pertinente.

Se realizó ocho mapas del área de estudio los cuales fueron: tipo de clima, conflictos, geológico, suelo, uso de la cobertura vegetal, uso actual y uso potencial.

#### ***Análisis socio – económico, físico – biótico, vistas panorámicas y muestreo de plantas***

Dentro de las principales actividades Económicas de la Parroquia se identificó:

- La actividad agrícola (Salinas - Ingenio azucarero)
- La actividad pecuaria (Salinas – Ibarra - Quito)
- El comercio – agricultura (Mercados provinciales)

De los cuales la actividad agrícola es la fuente principal de ingresos ya que es el hombre que aporta con el 70% por su trabajo de fuerza en la economía familiar, el 30% está destinado a las mujeres en el comercio de los mercados provinciales; también existen criaderos de cuyes y aves.

El análisis del medio físico y biótico consistió en conocer cada factor natural del cual está conformado el lugar de estudio y conocer las condiciones geográficas, factores bióticos, turismo e infraestructura básica así también se determinó: altura, clima, hidrografía, flora, fauna, suelo, infraestructura básica,

cultivo de caña de azúcar, vías de acceso, vía férrea.

Mediante el recorrido realizado tanto en la toma de muestras como también en los puntos GPS se observaron cuencas visuales que se las capturó mediante el registro fotográfico esto evidenció el tipo de vegetación que existe en la zona y como referencia a los puntos estratégicos donde se realizó la captura de carbono.

Para la recolección de plantas y el muestreo se realizó tres transectos, observando la vegetación más abundante, obteniendo las plantas más representativas del lugar, para su posterior estudio e identificación, encontrando las especies más representativas de las familias: Asteraceae, Solanaceae, Malvaceae, Asclepiodaceae y Polygalaceae.

### RESULTADOS DE LA CAPTURA DE CARBONO Y LOS SERVICIOS AMBIENTALES PERTINENTES



Fuente: MESMIS: <http://mesmis.gira.org.mx/>

Se obtuvo un resultado óptimo en la captura de carbono de 2272.12 toneladas/carbono fijado/año en los dos puntos de muestreo, tanto en la “Estación Hoja Blanca” como en “Rieles Patococha” encontrando cinco especies de mayor absorción: el molle, la hoja blanca, el espinillo, el palo bobo y el sauce llorón debido a su alta frecuencia

de individuos en el área de estudio y la capacidad de absorción en su biomasa

El cálculo del caudal generado del canal fue óptimo siendo 64litros/s ideal para la conservación de las especies en el sector “Rieles Patococha”.

Mediante el cálculo logarítmico se determinó la erosión hídrica del suelo dando el valor medido en el campo un promedio de  $8,79E-06$  m<sup>3</sup>; estableciendo que no existió erosión hídrica en la zona de estudio debido a los estándares mínimos de 0.73 m<sup>3</sup> que representa un suelo esto atribuyó la abundante vegetación y la escasa pendiente del suelo en el área de estudio.

Se reconoció las especies de aves más representativas, se identificó mediante fotografía, nombre común y nombre científico. Utilizando el índice de Shannon se determinó que el ecosistema cumple con los bosques secos naturales del mundo con un índice normal entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos siendo su valor medido en el campo de 2,49 encontrándose dentro de los parámetros normales de este ecosistema. Sin embargo mediante la propuesta éste valor puede optimizarse.

El recurso no maderable se muestreó los que no tengan tronco leñoso, productos arbustivos, plantas y hierbas se lo realizó en tres transectos, obteniendo ocho plantas representativas e importantes del lugar las cuales fueron: hoja blanca, penca, tuna, hierba de la golondrina, vicundo, amor seco, pasto crespo y alcaparra; de las cuales se pueden aprovechar sus usos para próximos estudios.

Belleza escénica – nivel de calidad de absorción visual del paisaje, el resultado del valor medido en el campo fue 12/18 puntos esto se debió a los colores cálidos

de la zona representando un valor bueno de 66.67% en el nivel de desempeño ambiental.

Desarrollo turístico – capacidad de carga “ecológica – turística”, Se obtuvo un total de 112 visitas diarias y se multiplicó por los días en que funciona el tren que son 5 días de miércoles a domingo, obteniendo un valor máximo de 560 personas que visitan cada semana éste lugar considerándose bajo pero que puede mejorar con la ejecución de la propuesta.

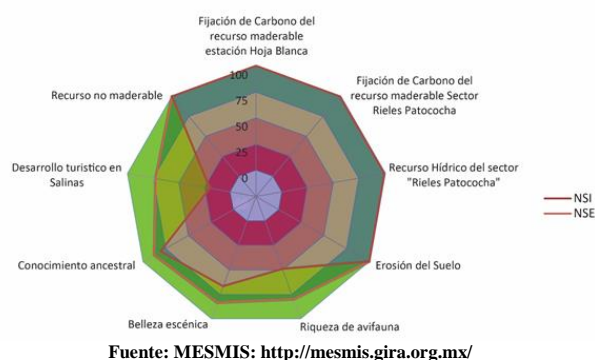
Conocimiento ancestral en la parroquia de salinas – Imbabura, la información estableció un valor del 80.5% de conocimiento ancestral del lugar, es decir un nivel óptimo de desempeño ambiental, determinando que la población de Salinas si guarda sus tradiciones y costumbres.

#### ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MANEJO AMBIENTAL Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA LÍNEA FÉRREA IBARRA – SALINAS.

*Antecedentes:* Al realizar esta evaluación, se obtuvieron resultados positivos en cuanto la ecología que presenta y brinda este bosque y se detectaron valores bajos en el aporte turístico y avifaunístico de la zona; de los cuales la propuesta fue enmarcada para el mejoramiento de los que se encontraron bajo el nivel apropiado. *Objetivo general:* Conservar los recursos naturales, el conocimiento ancestral a ellos vinculados y el aprovechamiento adecuado de los servicios ambientales. *Objetivos específicos:* Fomentar un mayor flujo de turismo a través del desarrollo de atractivos turísticos, paisajísticos y patrimoniales. Implementar un programa de educación ambiental para la protección de avifauna. *Resultados:* Identificar los atractivos turísticos. Revalorizar y adecuar los atractivos turísticos. Implementación de miradores

turísticos. Promoción y difusión de los atractivos turísticos. *Actividades de los resultados:* Mejora de la infraestructura básica de los atractivos turísticos. Adecuación de los miradores turísticos identificados. Realizar un diagnóstico de actores locales y sus actividades. Diseño del plan de educación ambiental. *Descripción de las actividades:* Se realizarán reuniones y talleres con los actores locales, asociaciones de productores, grupos artísticos y emprendedores turísticos. Programas de capacitación a los proveedores de servicios turísticos en temas como atención al cliente, higiene y seguridad alimentaria, interpretación y guía y manejo microempresarial. De acuerdo a la especialidad de los emprendimientos turísticos se desarrollará circuitos especializados para mejor promoción de mercados específicos. Se diseñará un plan de sensibilización para resaltar la importancia de la avifauna y procesos de producción agrícola, utilizando metodologías apropiadas para adultos que involucre la mejora en las prácticas agrícolas para que no afecte a la misma.

NIVEL DE DESEMPEÑO AMBIENTAL INICIAL MEDIDO EN EL CAMPO CON LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE MANEJO Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN



De ser ejecutada la propuesta en un plazo establecido de 12 meses o un año, se obtendrá cambios en los bienes y servicios ambientales, los mismos que fueron evaluados y representaban un nivel de desempeño bajo. Ahora mediante una proyección técnica se logró establecer un escenario de cambio

mejorado capaz de llenar las expectativas tanto en la parte ambiental como económica hacia los pobladores de las comunidades beneficiadas al área de influencia directa e indirecta del proyecto.

## CONCLUSIONES

- El estudio permitió establecer la situación actual de las condiciones físicas, químicas, biológicas y socioeconómicas del área de influencia, fijar las coordenadas estratégicas más relevantes, el levantamiento cartográfico con mapas del tipo de clima, conflictos, geológico, uso del suelo, uso de la cobertura vegetal, ecológico, uso actual y uso potencial, en actividades agrícolas y pecuarias como principal fuente de ingresos de la población del sector ubicado a 1639 m.s.n.m., con una pluviosidad máxima de 312 mm y temperatura media aproximada de 18,5°C.
- La fijación de carbono del recurso maderable presentó un valor total de 2272.12 toneladas/carbono fijado/año en el área de estudio; 1270.329 toneladas/carbono fijado/año en el sector “Estación Hoja Blanca” y 1001.778 toneladas/carbono fijado/año, en el sector “Rieles Patococha”. Se calculó que la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> de un tren pasajero por día, en los días que funciona, con un promedio de 112 pasajeros, consume un total de 1383 kg/carbono fijado/día, valor que transformado representa 1,383 ton/carbono fijado/día. Proyección anual: 504.795 ton/carbono fijado/año. La diferencia entre las toneladas de carbono que absorben las especies maderables y las que deriva el tren es de +1767,33 ton/carbono fijado/año. El resultado final es un valor positivo para la conservación del bosque ya que la capacidad de absorción de carbono

supera la emisión generada por el tren.

- La perspectiva de cambio del escenario mediante la aplicación de la propuesta de manejo ambiental y estrategias de conservación, se verá reflejado de una manera sustentable y optimizada por el aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales que ofrece este bosque seco natural del norte; así, los indicadores que se reflejaban bajos como: el desarrollo turístico tendrá una mejora del 20% al 72.46%, el conocimiento ancestral de un 80.5% a un 87.5%, la belleza escénica del 66.67% al 83.33% y la riqueza de avifauna perfeccionará del 49% al 80%. Una vez ejecutada la propuesta se encontrará un nivel de desempeño ambiental totalmente mejorado y en escala alta en comparación a la inicial medida en el campo.

## RECOMENDACIONES

- Elaborar un plan de seguimiento del estudio de la línea base con el propósito de profundizar en sus características y potenciar sus recursos.
- Realizar estudios de secuencialidad a este trabajo en los aspectos: flora de los dos puntos estratégicos “Estación Hoja Blanca” y “Rieles Patococha”, de alta concentración de especies maderables y no maderables.
- Ejecutar un estudio profundo de los diferentes componentes paisajísticos que presenta la zona de estudio, para promover su conservación y aprovechamiento.
- Aplicar la metodología del programa MESMIS en la evaluación de futuros sistemas de manejo de recursos naturales.
- Ejecutar la propuesta planteada en este estudio para mejorar el nivel de desempeño ambiental, orientado al

fomento de iniciativas de desarrollo local.

## **RESUMEN**

El estudio se realizó en el bosque seco natural del norte del área de influencia de la línea férrea Ibarra – Salinas, considerando los servicios ambientales prioritarios de la zona. Se realizó la formulación de indicadores basados en atributos de sustentabilidad que miden el nivel de desempeño ambiental como herramienta para el proceso de evaluación y alcanzar los objetivos que son evaluar los bienes y servicios ambientales presentando una propuesta de manejo ambiental y estrategias de conservación al “Departamento de Ferrocarriles Zonal Norte”. Estos indicadores fueron empleados para mostrar el nivel de desempeño ambiental de este bosque seco natural, permitiendo establecer rangos en porcentaje sobre cómo se encuentra un sistema de manejo de recursos naturales. La metodología de trabajo constó de una fase técnica y participativa para la evaluación en el campo, cuyos pasos metodológicos fueron: establecer la línea base del proyecto, definición de los indicadores de los servicios ambientales, metodología para la evaluación del desempeño ambiental, análisis metodológico de la captura de carbono y los servicios ambientales pertinentes, elaborar una propuesta presentando un escenario de cambio al ejecutarse la misma; evaluando ocho bienes y servicios ambientales prioritarios del lugar realizando tres salidas de campo; la primera para el reconocimiento y muestreo de plantas, la segunda para la obtención de puntos estratégicos y la tercera para la medición de los mismos. Los resultados obtenidos constituyen un valioso aporte ambiental, ya que por primera vez se aplica ésta evaluación en éste ecosistema, donde se cuantificaron indicadores de sustentabilidad como medida integral de

ésta evaluación. Dando así respuesta a la búsqueda de procedimientos que sirvan para “medir” o evaluar un sistema ambiental como un bosque o ecosistema. Éste procedimiento ayuda a conocer los recursos naturales de un sitio determinado, para proteger los aspectos que se encuentran positivos y proponer estrategias de conservación para aquellos indicadores que les falte una optimización adecuada.

## **SUMMARY**

The study was conducted in the natural dry forest north of the area of influence of the railway line Ibarra - Salinas, considering the priority environmental services in the area. It was performed formulation based on sustainability attributes that measure the level of environmental performance as a tool for the evaluation process and achieve the objectives are to assess the environmental goods and services presenting a proposal for environmental management and conservation strategies indicators to "Department was carried out Northern Zonal Railways ". These indicators were used to show the level of environmental performance of this natural dry forest, allowing setting ranges in percentage of how a system of natural resource management is. The work methodology consisted of a technical and participatory phase for field evaluation, whose methodological steps were: to establish the project baseline, defining indicators of environmental services, methodology for assessing the environmental performance, methodological analysis carbon capture and relevant environmental services, develop a proposal presenting a scenario of change to run it; evaluating eight priority environmental goods and services instead making three field trips; to the first sample recognition and plants, the second for obtaining strategic points and the third for measuring the same. The results are a

valuable environmental contribution, since this first assessment applied in this ecosystem, where sustainability indicators were quantified as comprehensive measure of this evaluation. Thus responding to the search for procedures that serve to "measure" or assess an environmental system as a forest or ecosystem. This procedure helps to know the natural resources of a given site, to protect the aspects that are positive and propose conservation strategies for those indicators that proper optimization miss them.

## BIBLIOGRAFÍA

1. SIISE VERSIÓN 4.5. (2012). *Sistema de Indicadores Sociales*. Quito, Pichincha, Ecuador.
2. Agriculture, I.-A. I. (1996). *El calentamiento global y el desarrollo tecnológico agropecuario y agroindustrial del Cono Sur: Implicancias para los INIAs y el PROCISUR*. Solis (Maldonado), Uruguay: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
3. Agrosiences, S. d. (2010). *Control de maleza. Informe Chloris y Trichloris*. Cnel. Hilario Lagos (La Pampa): Dow agrosience.
4. Aguirre, Kvist, & Sánchez. (2002). *Bosques Secos en Ecuador y su Diversidad*. Loja : Herbario de Loja.
5. Aguirre, Kvist, & Sánchez. (2002). *Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú*. Arnaldoa: 13(2): 324 – 350. ISSN: 1815.
6. Aguirre, Kvist, y., & Lamprecht. (2005). *Bosques Secos en Ecuador y su Biodiversidad*. Loja: Herbario Loja, Universidad de Aarhus.
7. Aguirre, N., & Aguirre, Z. (1999). *Guía práctica para el estudio de comunidades vegetales*. Loja, Ecuador: Herbario Reinaldo Espinosa (LOJA).
8. Aguirre, Z. (2012). *Guía para estudiar los productos forestales no maderables*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
9. Arentz, & Wickens, y. (1991). *Muestreo de Zamia fairchildiana L. D. Gómez: un producto no maderable del bosque*. San José, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
10. Asstier, Mesera, & Galván, y. (2004). *Nivel de desempeño ambiental*. México: Programa MESMIS.
11. Best, Kressler, y., Willams, & Paladines. (2003). *Biodiversity and CONSERVATION In Tumbesian Ecuador and Perú*. Cambridge CB3 0NA, U.K.: BirdLife International, Wellbrook Court, Girton Road.
12. Boullón, R. (1985). *Planificación del espacio turístico*. México DF: Editorial Trillas.
13. Calva, J. L. (2007). *Sustentabilidad y Desarrollo Ambiental Volumen 14*. México, D.F.: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, Ciudad Universitaria 04510.
14. Cañadas. (1983). *Estudio Bioclimático de la Vegetación*. Quito: Banco Central del Ecuador.
15. Carrera, H., Chuquín, N., & Puetate, F. (1992). *Uso mayor y zonificación forestal integrados, estudio piloto: carta de Ibarra, escala 1:50000*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
16. Cerón Martínez, C. E. (1995). *Plantas medicinales de los andes ecuatorianos*. Ibarra: Aboultion ibarrene o "Hoja Blanca" usos.
17. Congreso Nacional del Ecuador. (2006). *Texto unificado de Legislación Ambiental*. Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones.
18. Espinoza, N., García, J., & Smyle, J. (1999). *El pago de servicios ambientales y el desarrollo*



*sostenible en el medio rural*. San José, C.R.: Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA).

19. Figueroa, M., & Redondo, S. (2007). *Los sumideros naturales de CO2 una estrategia sostenible entre el cambio climático y el protocolo de Kyoto desde las perspectivas urbana y territorial*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla - Secretariado de Publicaciones.
20. Fournier, F. (1960). *Climat et erosion: la relation entre l'erosion*

*du soil par l'eau et precipitations atmospheriques*. Paris: Presses Universitaires de Francia.

21. Frugone, F. (2009). *Informe de paisaje y recursos escénicos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
22. Groot, D., & al, e. (2002). *Capital natural y funciones de los ecosistemas*. Madrid, España: Laboratorio de Socio-Ecosistemas, Departamento de Ecología, C. Darwin 2, Edificio de Biología.

Bigo. Galo Pabón  
**Director de Tesis**

Sammir Nicolás Minda González  
**Autor**