

Turismo, Desarrollo y Buen Vivir

REVISTA DE INVESTIGACIÓN DE LA CIENCIA TURÍSTICA

# RICIT

ISSN: 1390-6305

ISSN -e: 2588-0861

## **Capacidad Biofísica del Sendero Ecológico “El Agua y la vida” del Páramo de Papallacta, como medida de control turístico.**

## **Biophysical Capacity of The Ecological Path “The water and life” of the Papallacta Paramo, as a tourism control measure.<sup>1</sup>**

**Jefferson Damián Almeida Peñaherrera**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

[jeffo.almeida@hotmail.es](mailto:jeffo.almeida@hotmail.es)<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Manuscrito recibido el 27 de junio del 2019 y aceptado para publicación, tras revisión el 07 de noviembre del 2019. *Turismo, Desarrollo y Buen Vivir. Revista de Investigación de la Ciencia Turística – RICIT*. Nro. 13 – Año 2019. ISSN: 1390-6305 ISSN-e: 2588-0861.

<sup>2</sup> Asesor académico en el Departamento de Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

## Resumen

La actividad turística genera procesos de perturbación que alteran la estabilidad de los ecosistemas debido a la falta de procesos planificados de control ambiental. La capacidad de carga turística (CCT) es una herramienta de control que permite viabilizar las acciones en beneficio de la conservación de los escenarios turísticos, que a través del análisis de sus componentes físicos y ambientales determinan el número ideal que puede soportar un destino turístico. El Sendero Ecológico "El Agua y la Vida" (SEAV) se presenta como uno de los principales escenarios turísticos de la zona alta del Parque Nacional Cayambe Coca (PNCC) y actualmente muestra una gran presión por la falta de control para el desarrollo del turismo. La CCT analizada para este sendero muestra que diariamente puede soportar la visita de 44 personas, lo que anualmente representaría 16094 visitantes; estos valores comparados a los registros de visitantes determinados para el 2018 en la zona de Baños del PNCC, (68 visitantes/día y 24695 visitantes/año), determinan que hay un sobrepaso de 24 visitantes que eventualmente con el incremento del 6% para el 2019 de acuerdo a los registros analizados desde el 2014; la presión incrementaría la extensión y persistencia de los impactos ambientales identificados.

**Palabras claves:** Papallacta, Páramo, Capacidad de Carga Turística, Actividad Turística.

## Abstract

The tourist activity generates disturbance processes that alter the stability of ecosystems due to its poor planning and the lack of environmental control processes. The tourist load capacity (CCT) is a control tool that allows the actions to be made possible in order to preserve the tourist scenarios. The Ecological Path "Water and Life" (SEAV) is presented as one of the main tourist scenarios in the highlands area of the Cayambe Coca National Park (PNCC) and currently shows great pressure due to the lack of management and control for the development of the Tourist activity. This pressure is identified in greater incidence in areas where repeated erosion and waterlogging samples were recognized, because the constant course of visitors in these areas, it reduces the possibilities of a natural replenishment of the conditions of this ecosystem. The tourist load capacity analyzed for this trail shows that it can support the visit of 44 people daily, which would represent 16094 visitors per year; these values compared to the visitor records determined for 2018 in the Baños area of the PNCC, (68 visitors per day and 24695 per year), determine that there is a surpass of 24 visitors that will eventually increase by 6% by 2019 according to the records analyzed since 2014; the pressure would increase the extension and persistence of the identified environmental impact.

**Key words:** Papallacta; Paramo; Tourist Load Capacity; Tourist Activity.

## Glosario

**Áreas Protegidas:** Espacios geográficos claramente definidos, reconocidos y gestionados, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza, de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados (Dudley, 2008).

**Calidad de suelo:** Capacidad biofísica del suelo para aceptar, almacenar y reciclar agua, minerales y energía para la producción de cultivos, y a la vez preservar un ambiente sano (Arshad & Coen, 1992).

**Capacidad de Carga:** Medida de control para las áreas protegidas fundamentada en un análisis técnico- científico que busca equilibrar la capacidad física de un centro turístico, en contraste de factores limitantes que actúan sobre el mismo (como factores físicos, ambientales, sociales y biológicos) para encontrar el número óptimo de visitantes que podrían usar un mismo espacio en un día (Cifuentes, 1992).

**Degradación del Suelo:** Es la temporal o permanente reducción de la capacidad productiva de la tierra debido a los impactos humanos adversos sobre los recursos hídricos, la deforestación, y la reducción de la capacidad productiva de las tierras de pastoreo (Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, 1994).

**Ecosistema frágil:** Ecosistemas en los que las condiciones de vida están en los límites de tolerancia; o los sistemas que corren riesgo de destrucción a causa de las características de su geografía física y por la presión de las actividades humanas (Organización de las Naciones Unidas, 1992).

**Plan de Manejo:** Arquetipo para el correcto uso de los recursos existentes y se definen como una herramienta de gestión para la toma de decisiones en la generación de actividades turísticas, económicas y científicas (Cifuentes, 1992).

**Turismo de naturaleza o Turismo Ecológico:** Actividad desarrollada en áreas naturales mediante la cual los visitantes experimenten las manifestaciones de la naturaleza, la cultura y aprendan acerca de la importancia de la conservación de la biodiversidad (Organización Mundial del Turismo, 2004).

## Introducción

El presente trabajo constituye parte de la investigación denominada *“Capacidad de carga biofísica del sendero ecológico "El agua y la vida" del páramo de Papallacta, como propuesta de remediación de los impactos de la actividad turística”* desarrollada en el 2019 por el autor de este trabajo, cuyo principal objetivo es determinar los lineamientos para la ejecución del diagnóstico inicial y la identificación de un procedimiento propio para la valoración biofísica del ecosistema de páramo y la incidencia de las actividades turísticas. Se pretende identificar un procedimiento base para futuras réplicas en ecosistemas de la misma importancia ambiental. (Almeida, J, 2019).

El turismo de naturaleza se define como una actividad productiva que pretende crear una conciencia ambiental a través de la vivencia en áreas protegidas o áreas destinadas a la conservación de especies; en su desarrollo genera notables procesos de perturbación que alteran la estabilidad de los ecosistemas debido a la escasa planificación turística y los escasos procesos de control ambiental. Es ampliamente reconocido que el turismo puede ser un medio y una herramienta útil para el desarrollo de las áreas protegidas, pero también presenta desventajas cuando afecta la capacidad física de los ecosistemas naturales. Las muestras de alteración de mayor impacto de la actividad turística son la erosión y compactación del suelo, la contaminación de recursos hídricos y la alteración a la vida silvestre. (Oltremari, 1993).

En abril del 2012 el Ministerio del Ambiente emitió el Acuerdo Ministerial N° 006, que elimina el cobro de tarifas de ingresos para la visita de las Áreas Naturales del Estado (PANE) a nivel de Ecuador continental. (Ministerio del Ambiente, 2012). Bajo esta premisa, las visitas a las áreas protegidas del Ecuador continental se han incrementado en un 38,87% para el 2017. (Ministerio del Ambiente, 2017). Este incremento de visitantes al PANE, se presenta como un potencial problema debido a la falta de capacidad de manejo turístico y control ambiental y más aún, para los ecosistemas definidos como frágiles donde carecen los estudios referentes a capacidad de carga turística.

Los ecosistemas frágiles actualmente constituyen espacios naturales destinados a la conservación debido al alto nivel de concentración de procesos biológicos y naturales; estos se ven afectados por la presión de las actividades humanas que comprometen la estabilidad natural. Los páramos se encuentran dentro de esta categoría especial, debido a las importantes funciones ecosistémicas. El ecosistema de páramo en el Ecuador, se distribuye en un callejón casi ininterrumpido sobre la línea de bosque de las cordilleras oriental y occidental, sobre los 3.700 y 3.400 msnm respectivamente; ocupa un área total de 14.876 km<sup>2</sup>, representado por el 5.94 % del territorio nacional (Hofstede, Segarra, & Mena Vásquez, 2003). La degradación de los páramos ecuatorianos es un proceso continuo e incontrolable, se estima que más de tres cuartos de toda el área originalmente ocupada por páramos está actualmente modificada o ha sido transformada por actividades humanas (Hofstede, y otros, 2002). La actividad turística desarrollada en estos ecosistemas produce, entre otras alteraciones, la desaparición de la cobertura vegetal natural, el drenaje de las turberas, la contaminación del agua, el

fraccionamiento de la vegetación, la formación de suelos desnudos, su compactación y la disminución de la capacidad de retención de agua de estos (Hofstede R. , 2014).

La zona alta del Parque Nacional Cayambe- Coca, correspondiente al sistema lacustre del páramo de Papallacta, se encuentra formado por un conjunto de cuerpos de agua de pequeña superficie que están siendo utilizados en varios proyectos de agua potable, hidroeléctricos y de riego para los poblados cercanos (Lasso, 2009) y, debido al incremento de las visitas turísticas, se evidencian alteraciones en su medio natural comprometiendo la estabilidad de los procesos ecosistémicos del páramo. El sendero ecológico “El Agua y la Vida” (SEAV) correspondiente al sistema lacustre de los páramos de la parroquia de Papallacta, perteneciente al Parque Nacional Cayambe- Coca, dentro de la jurisdicción de la provincia de Napo, representa uno de los principales atractivos turísticos de la zona, debido a que se encuentra formado por un conjunto aproximado de 28 lagunas de pequeña superficie que están siendo utilizados en varios proyectos de agua potable, hidroeléctricos y de riego para los poblados cercanos. (Lasso, 2009).

La presión de la actividad turística sobre este sendero ecológico, está comprometiendo la calidad del suelo y la conservación de la vida silvestre propia del lugar. Esta presión se genera debido a la falta de estudios referentes a la capacidad de carga turística que puede soportar el SEAV, a la escasa generación de información ambiental y a la falta de referencias científicas sobre la capacidad biofísica de la zona de estudio. De tal manera, surge la necesidad de establecer la definición de la capacidad de carga turística de este sendero considerando los indicadores físico-ambientales de precipitación, humedad, pendiente, anegamiento, deterioro de la cobertura vegetal y heliofanía de la zona de estudio, a fin de poder contrarrestar la degradación del suelo de este importante ecosistema natural.

## **Marco Teórico**

El turismo de naturaleza actualmente constituye una actividad de importantes beneficios económicos, ambientales y sociales, que, como toda actividad productiva, genera impactos que alteran la calidad de los ecosistemas y comprometen la estabilidad de los servicios ambientales. La falta de planificación turística y el escaso control ambiental en las Áreas Protegidas del Ecuador, se definen como las principales causas que disminuyen la calidad de los servicios ecosistémicos, puesto que no se manejan procesos que potencialicen la conservación y el uso sostenible de los recursos. Uno de los principios planteados para contrarrestar el alcance de la actividad turística dentro de los espacios de recreación, es el cálculo de la capacidad de carga que se fundamenta en un análisis técnico-científico que busca equilibrar la capacidad física de un centro turístico o un área natural, en contraste de factores limitantes que actúan sobre el mismo (como factores físicos, ambientales, sociales y biológicos) cuya finalidad es determinar el número óptimo de visitantes que podrían usar un mismo espacio en un día. (Cifuentes, 1999).

La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que según las circunstancias pueden cambiar. Esto obliga a revisiones periódicas, en coordinación con el monitoreo de los sitios, como parte de un proceso secuencial y permanente de planificación,

investigación y ajuste del manejo. (Cayot, y otros, 1996). Considerando esta premisa, es importante definir indicadores ambientales y biofísicos que se ajusten a las realidades ecosistémicas y administrativas de cada una de las zonas donde se pretenda aplicar la metodología para el cálculo de la capacidad de carga turística; más aún, cuando se traten de ecosistemas frágiles o zonas donde la presión humana afecta considerablemente la estabilidad de los recursos naturales.

En el Parque Nacional Cajas, ubicado en el oeste de la ciudad de Cuenca, se desarrolló un esquema de manejo de visitantes para rutas y senderos, determinando un límite de capacidad de visitantes a través de la consideración de factores como la accesibilidad, precipitación y heliofanía; estudio que se enfocó en la definición de la capacidad de carga a través del análisis de factores propios de la zona de estudio de los senderos y rutas del área protegida. (Cárdenas, Mejía, Macancela, Vasco, & Astudillo, 2010).

El trabajo realizado por Romo, M. (2016) constituye una referencia para la presente investigación, debido a que se desarrolla un estudio de las principales problemáticas que afectan el ecosistema de páramo del Parque Nacional Llanganates, tomando en cuenta indicadores ambientales que permiten definir un estado real de la calidad del suelo y de factores biológicos como la flora de la zona de estudio.

Dentro del Parque Nacional Cayambe-Coca, los únicos estudios que se pueden reconocer referentes a la gestión turística son los presentados en el plan de manejo desarrollado por el Ministerio del Ambiente en el año 2009, donde se contempla la necesidad de establecer un estudio de capacidad de carga dentro de los distintos senderos del área protegida pero que, debido a la falta de control y seguimiento, no se ha implementado. Además, se pueden reconocer dos estudios de carácter académico, uno referente al análisis comparativo del manejo de los páramos entre las comunidades asentadas en los Parque Nacionales Cayambe Coca y Cotopaxi (Toasa, 2011); y la propuesta de una eco ruta turística para la parroquia de Papallacta, donde se plantea el uso racional de los recursos de la zona. (Argüello, 2017).

Para el desarrollo de la investigación se tomarán como referencia los fundamentos de la metodología planteada por Cifuentes en su estudio Determinación de Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas desarrollado en 1992, donde establece las pautas y los procedimientos a través de factores de corrección operativizados a calcular la capacidad de carga turística (Cifuentes, 1992); asimismo se considerarán los estudios para la Determinación de la capacidad de carga turística en los sitios de visita del Parque Nacional Galápagos (Cifuentes M. , 1996) y los resultados del estudio denominado Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo para Costa Rica. (Cifuentes M. , 1999). Así también, se considerarán los estudios presentados por la Organización Mundial del Turismo (2004), referente a la Gestión de la saturación turística en sitios de interés natural y cultural, mismo que sirvió de base para el desarrollo del Manual Práctico para Administradores de Sitios del Patrimonio Mundial, desarrollado por Pedersen (2005).



Debido a la escasa información de estudios referentes a capacidad de carga turística para ecosistemas de páramo del Parque Nacional Cayambe Coca, se tomará de referencia el trabajo desarrollado por Chávez (2015), denominado “*Determinación de Capacidad de Carga y Propuesta de Monitoreo de Impactos del Turismo para la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana, Cantón Archidona, Provincia de Napo*”, donde se presentan importantes consideraciones apegadas al uso de factores de corrección propios de la zona de estudio, dentro de la aplicación de la metodología de capacidad de carga turística propuesta por Cifuentes en 1999. El Fondo para la Protección del Agua, FONAG ha realizado importantes aportaciones científicas en temas relacionados a los procesos de restauración de ecosistemas; es así, que para el año 2013, presenta la *Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana*, donde se exponen importantes directrices dentro de un Plan de Restauración Ecológica en Páramos a través del ejemplo práctico en la Unidad Hidrográfica Jatunhuayco; consideraciones que sirvieron de base para el desarrollo de la presente investigación (Aguirre & Torres, 2013).

El objetivo principal de la investigación radicó en establecer la capacidad de carga turística del SEAV del sistema lacustre del páramo de Papallacta, a través de la evaluación de indicadores físico-ambientales; para ello se inició con la identificación del estado de conservación del SEAV a través del análisis de parámetros físicos y químicos del suelo, a fin de caracterizar la situación actual de la zona de estudio; para posteriormente, determinar su capacidad de carga turística a través de la aplicación de la metodología propuesta por Miguel Cifuentes (1999).

## **Métodos**

El presente estudio se basó en un modelo de investigación aplicada, cuyo enfoque se orientó en la comprensión del manejo de ecosistemas de páramo para su conservación; este modelo reconoció tres fases: la definición del estado de conservación del ecosistema y/o zona de estudio, la caracterización de sus condiciones físicas y ambientales y el proceso de monitoreo de conservación de la zona de estudio determinada.

### **Análisis de Caracterización del Suelo**

El procedimiento para el análisis de caracterización del SEAV se efectuó a través de colectas de muestras en campo. Se definieron los sitios del sendero destinados al uso turístico y el tipo de suelo existente, donde se extrajeron muestras de 0 a 20 cm del tipo horizonte A (Lozano, 2011). Se inició con la caracterización del área del sendero ecológico a través de la delimitación geoespacial de la zona de influencia directa. Para este procedimiento se tomó en cuenta los estándares y recomendaciones definidas por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

Las características físico-químicas que se analizaron de las muestras de suelo ejecutadas fueron: textura (% Arena, % Limo, % Arcilla), pH, %M.O. y % de humedad. Dentro de las zonas donde se evidenció mayor impacto de anegamiento y erosión, se analizaron las siguientes características físico-químicas: NH<sub>4</sub>, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, N

### **Análisis de Coeficiente de Correlación de Pearson en Resultados de Muestras de Suelo**

El coeficiente de correlación de Pearson en una medida de relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas; esta se muestra independiente de la escala de las medidas de las variables, siendo este tipo de análisis muy significativo para la presente investigación puesto que las variables de análisis recopiladas a través del trabajo de campo efectuado, tienen diferentes tipos de escalas de medida (Etxeberría, 1999). Este coeficiente sirve para estudiar dos variables aleatorias y se aplica la ecuación 1 expresada de la siguiente manera:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (1)$$

Dónde:

$\sigma_{XY}$  es igual a la covarianza de (X, Y);

$\sigma_X$  es igual a la desviación típica de la variable X;

$\sigma_Y$  es igual a la desviación típica de la variable Y.

### **Análisis de Coeficiente de Determinación en Resultados de Muestras de Suelo.**

El coeficiente de determinación o también entendido como R cuadrado, determina la calidad y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse en un modelo (Etxeberría, 1999). Para la presente investigación, el Coeficiente de determinación fue utilizado para verificar en mayor grado la relación de los resultados expresados con el coeficiente de correlación de Pearson.

### **Factor de Corrección**

#### **Factor Social**

Este factor hace referencia a los visitantes y la manera en la que se presentan en el sitio de estudio. Se plantea la necesidad de manejar la visita a través de grupos, con un máximo de 12 personas por cada uno de ellos. Bajo la premisa de considerar que cada visitante requiere de 1,5 m<sup>2</sup> de superficie para su normal desenvolvimiento, se debe considerar también la distancia mínima entre cada grupo de visitantes, que debe ser de 150m. (Cifuentes, 1999). Para ello se aplica la ecuación 2:

$$NG = \frac{LT}{DG} \quad (2)$$

Dónde:

$NG$  es igual a número de grupos;

$LT$  es igual al largo total del sendero;

$DG$  es igual a la distancia del sendero ocupado por el grupo; se debe considerar la longitud que ocupa el grupo más la distancia que necesita de espacio con el grupo contiguo.



Para el cálculo de la magnitud de visitantes por día, se debe determinar el espacio en metros que los grupos ocupan en el transcurso de un día. Así, se considera el número de grupos que pueden estar presentes en el mismo tiempo en un sendero por el número de personas que lo conforman (12 personas) (Cifuentes, 1999). Se expresa a través de la ecuación 3:

$$LTG = NG \times NPG \quad (3)$$

Dónde:

*LTG* es igual a la longitud total en metros ocupados por los grupos en un día;

*NG* es igual al número de grupos;

*NPG* es igual al número de personas por grupo.

Una vez definido el espacio potencial que ocuparían los grupos en un día dentro del sendero, se debe fijar el espacio limitante. Para ello se aplica la ecuación 4:

$$EL = LT - LTG \quad (4)$$

Dónde:

*EL* es igual al espacio limitante;

*LT* es igual a la longitud total del sendero;

*LTG* es igual a la longitud total en metros ocupados por los grupos en un día.

Finalmente, con los resultados obtenidos se determina el factor de corrección social. Se aplica la ecuación 5:

$$FCSoc = 1 - \frac{Ml}{Mt} \quad (5)$$

Dónde:

*FCSoc* es igual al factor de corrección social;

*Ml* es igual a la magnitud limitante (espacio limitante);

*Mt* es igual a la magnitud total (largo total del sendero).

## Factores Físicos y Ambientales

### Pendiente

Es el grado de inclinación que tiene una superficie. (Food and Agriculture of the United Nations FAO, 2003). Para ello se aplica la ecuación 6:

$$\alpha = \text{Sen}^{-1} - \frac{h}{d} \quad (6)$$

Dónde:

$\alpha$  es igual al ángulo de pendiente;

$h$  es igual a la diferencia de altura entre puntos;

$d$  es igual a la distancia recorrida.

### Erodabilidad

Es un índice que indica la vulnerabilidad o susceptibilidad a la erosión y que depende de las propiedades intrínsecas de cada suelo (Mattos, 1999). De esta manera, se aplica la ecuación 8:

$$FCErod = 1 - \frac{(pm \times fp_1) + (pa \times fp_2)}{LT} \quad (7)$$

Dónde:

$FCErod$  es igual a factor de erodabilidad;

$pm$  es igual a longitud total del sendero con pendiente media;

$fp_1$  es igual a factor de ponderación para la categoría de pendiente media;

$pa$  es igual a longitud total del sendero con pendiente alta;

$fp_2$  es igual al factor de ponderación para la categoría de pendiente alta;

$LT$  es igual a longitud total del sendero.

### Accesibilidad

La accesibilidad es el grado de dificultad que pueden tener los visitantes para desplazarse libremente debido a la inclinación del terreno. (Cifuentes, 1999).

**Tabla 1**

*Parámetros de Ponderación de Grado de Dificultad de Senderos.*

Pendiente	< 10%	10% - 20 %	>20 %
Grado de Dificultad	Ninguno	Medio	Alto

**Fuente:** (Cifuentes, 1999)

Para determinar el factor de accesibilidad se aplica la ecuación 9:

$$FCAcc = 1 - \frac{(ma \times 1,5) + (mm \times 1)}{mt} \quad (8)$$

Dónde:

$FCAcc$  es igual a factor de accesibilidad;

$ma$  es igual a metros del sendero con grado de dificultad alta;

$mm$  es igual a metros del sendero con grado de dificultad media;

$mt$  es igual a metros totales del sendero.

### **Anegamiento**

Se define como la presencia de exceso de agua en el suelo. Su presencia incrementa la capacidad de erosión del suelo a la par de ser un limitante para el normal recorrido de los visitantes (Cifuentes, 1999). Para ello se aplica la ecuación 10:

$$FCAn = 1 - \frac{ma}{mt} \quad (9)$$

Dónde:

$FCAn$  es igual a factor de anegamiento;

$ma$  es igual a metros del sendero con áreas anegadas;

$mt$  es igual a metros totales del sendero.

### **Deterioro de Flora**

Se define como los espacios de cobertura vegetal propensos a ser afectados por el tránsito de los visitantes en el sendero (Cifuentes, 1999). Para ello se aplica la ecuación 11:

$$FCDf = 1 - \frac{df}{LT} \quad (10)$$

Dónde:

$FCDf$  es igual al factor de deterioro de la flora;

$df$  es igual a la longitud total de deterioro de flora en el sendero;

$LT$  es igual a la longitud total del sendero.

### **Precipitación**

El factor de la precipitación dentro del presente estudio debe ser entendido como la presencia de lluvia y su estacionalidad en la incidencia del normal recorrido de los visitantes en el sendero. (Cifuentes, 1999). Para ello se aplica la ecuación 12:

$$FCPrec = 1 - \frac{hd}{ht} \quad (11)$$

Dónde:

$FCPrec$  es igual al factor de precipitación;

$hd$  es igual a las horas de lluvia diaria que soporta la zona de estudio;

$ht$  es igual al total de horas de lluvia al año que recibe la zona de estudio.

### **Heliofanía**

El factor de heliofanía dentro del presente estudio debe ser entendido como la cantidad de horas con incidencia solar directa que resta la capacidad de los visitantes para su normal desplazamiento en el sendero (Cifuentes, 1999). Bajo lo expuesto, se aplica la ecuación 13:

$$FCHel = 1 - \frac{hd}{ha} \quad (12)$$

Dónde:

$FCHel$  es igual al factor de heliofanía;

$hd$  es igual a las horas de heliofanía al día;

$ha$  es igual a las horas de heliofanía al año.

### Compactación del Suelo

Corresponde a la pérdida de volumen que experimenta una determinada masa de suelo debido a fuerzas externas que actúan sobre él (González, Iglesias, & Herrera, 2017).

#### Tabla 2

*Rangos de medida de Compactación de Suelo a través de Técnica del Clavo.*

Rango	Categoría
1-3 cm	Compactado
4-6 cm	Compactación media
7-9 cm	Sin compactación

**Fuente:** (Cárdenas, Mejía, Macancela, Vasco, & Astudillo, 2010).

El factor de corrección de compactación de suelo se determina aplicando la ecuación 14:

$$FCC_{\text{suelo}} = 1 - \frac{(\% \text{ Comp Sendero})}{100} \quad (13)$$

Dónde:

$FCC_{\text{suelo}}$  es igual al factor de corrección de compactación de suelo;

$\% \text{ Comp Sendero}$  es igual al porcentaje de compactación del sendero.

### Factores Biológicos

De acuerdo al importante valor biológico y ecosistémico que representa el Parque Nacional Cayambe Coca, se consideró necesario determinar factores de corrección a nivel de flora y fauna. Para ello fue importante considerar los tipos de ecosistemas determinados para la zona de páramo, por lo que se recurrió a revisiones bibliográficas principalmente de la información presentada en el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, trabajo realizado por el Ministerio del Ambiente (2012). Así mismo, se recurrió a las bases de datos de especies de flora y fauna trabajadas en el Plan de Manejo del Parque Nacional Cayambe Coca (Ministerio del Ambiente, 2010).

### Flora

La flora circundante al sendero ecológico objeto de estudio, se analizó en las variables de endemismo y amenaza (Cifuentes, 1999):

Endemismo: Se pondera 1 si la especie es exclusiva del área protegida y 0,5 si la especie es endémica del país (Cifuentes, 1999). El valor total del endemismo se determina mediante la ecuación 15:

$$EC = \frac{Es \times Vp}{Et} \quad (14)$$

Dónde:

*EC* es igual al valor de ponderación de endemismo exclusivo del área protegida;

*Es* es igual al número de especies endémicas del área protegida en el sendero;

*Vp* es igual al valor de ponderación;

*Et* es igual al número total de especies endémicas del área protegida.

Para calcular el valor de ponderación de especies endémicas del país, se usa la ecuación 16:

$$EE = \frac{Es \times Vp}{Et} \quad (15)$$

Dónde:

*EE* es igual al valor de ponderación de endemismo exclusivo del país;

*Es* es igual al número de especies endémicas de área protegida en el sendero;

*Vp* es igual al valor de ponderación;

*Et* es igual al número total de especies endémicas del área protegida.

Amenaza: A las especies se les multiplica por un factor de ponderación de acuerdo con su criterio de amenaza, tomando en cuenta el detalle:

**Tabla 3**

*Factores de Ponderación para Análisis de Amenaza de Flora.*

Categoría de Amenaza	Factor de Ponderación
<b>En peligro crítico</b>	1
<b>En peligro</b>	0,6
<b>Vulnerable</b>	0,4
<b>Casi amenazada</b>	0,2

**Fuente:** (Cifuentes, 1999)

Para establecer la ponderación de amenaza de las especies del sendero ecológico objeto de estudio, se aplica la ecuación 17:

$$A = \frac{(Nepc \times Vp) + (Nep \times Vp) + (Nv \times Vp) + (Nca \times Vp)}{Ct} \quad (16)$$

Dónde:

*A* es igual a la ponderación de amenaza de especies en el sendero;

*Nepc* es igual al número de especies amenazadas en categoría peligro crítico;

*Nep* es igual al número de especies amenazadas en categoría peligro;

*Nv* es igual al número de especies amenazadas en categoría vulnerable;

*Nca* es igual al número de especies amenazadas en categoría casi amenazada;

*Vp* es igual al valor de ponderación de acuerdo con su categoría de amenaza;

*Ct* es igual al valor del criterio de amenaza del área protegida.

El factor de corrección de flora se determina a través de la ecuación 18:

$$FCFl = 1 - (EC + EE + A) \quad (17)$$

Dónde:

*FCFl* es igual al factor de corrección de flora;

*EC* es igual al valor de ponderación del endemismo exclusivo del área protegida;

*EE* es igual al valor de ponderación del endemismo exclusivo del país;

*A* es igual al valor de amenaza de las especies endémicas del país en el área protegida.

### **Fauna**

La fauna considerada dentro de este factor corresponde a las especies pertenecientes a los taxones de herpetofauna (anfibios y reptiles), avifauna (aves) y mastofauna (mamíferos) y son analizados independientemente considerando las especies endémicas y aquellas que se encuentran en alguna categoría de amenaza.

Endemismo: Se pondera 1 si la especie es exclusiva del área protegida y 0,5 si la especie es endémica del país (Cifuentes, 1999). El valor total del endemismo se determina mediante la ecuación 19.

$$EC = \frac{Es \times Vp}{Et} \quad (18)$$

Dónde:

*EC* es igual al valor de ponderación de endemismo exclusivo del área protegida;

*Es* es igual al número de especies endémicas del área protegida en el sendero;

*Vp* es igual al valor de ponderación;

*Et* es igual al número total de especies endémicas del área protegida.

Amenaza: A las especies se les multiplica por un factor de ponderación de acuerdo con su criterio de amenaza, tomando en cuenta el detalle de la Tabla 3.

Para determinar la ponderación de amenaza de las especies circundantes al sendero ecológico objeto de estudio, se aplica la ecuación 20:

$$A = \frac{(Nepc \times Vp) + (Nep \times Vp) + (Nv \times Vp) + (Nca \times Vp)}{Ct} \quad (19)$$

Dónde:

A es igual a la ponderación de amenaza de especies en el sendero;

*Nepc* es igual al número de especies amenazadas en categoría peligro crítico;

*Nep* es igual al número de especies amenazadas en categoría peligro;

*Nv* es igual al número de especies amenazadas en categoría vulnerable;

*Nca* es igual al número de especies amenazadas en categoría casi amenazada;

*Vp* es igual al valor de ponderación de acuerdo con su categoría de amenaza;

*Ct* es igual al valor del criterio de amenaza del área protegida.

El factor de corrección de fauna se determina a través de la ecuación 21:

$$FCFl = 1 - (EC + EE + A) \quad (20)$$

Dónde:

*FCFl* es igual al factor de corrección de flora;

*EC* es igual al valor de ponderación del endemismo exclusivo del área protegida;

*EE* es igual al valor de ponderación del endemismo exclusivo del país;

A es igual al valor de amenaza de las especies endémicas del país en el área protegida.

### Capacidad de Carga Turística

De acuerdo a Cifuentes (1999), la capacidad de carga turística permite definir el número máximo de visitas que puede recibir un área con relación a sus condiciones físicas, biológicas, de manejo y caracterización del lugar de estudio. Para ello es importante considerar los siguientes lineamientos:

1. Análisis de políticas sobre turismo y manejo de áreas protegidas.
2. Análisis de los objetivos del área protegida.
3. Análisis de la situación de los sitios de visita.
4. Definición, fortalecimiento o cambio de políticas y decisiones con respecto a la categoría de manejo y la zonificación.
5. Identificación de factores/características que influyen en cada sitio de uso público.



6. Determinación de la capacidad de carga turística la misma que considera los siguientes niveles:
- Capacidad de Carga Física (CCF);
  - Capacidad de Carga Real (CCR); y,
  - Capacidad de Carga Efectiva (CCE).

La Capacidad de Carga Física (CCF) siempre será mayor que la Capacidad de Carga Real (CCR) y ésta a su vez, puede llegar a ser mayor o igual que la Capacidad de Carga Efectiva (CCE).

### Capacidad de Carga Física (CCF)

Este nivel define el límite máximo de visitas que puede hacerse a un sitio con espacio definido, en un tiempo determinado. (Cifuentes, 1992). Se consideran los siguientes factores:

- Superficie disponible;
- Espacio ocupado por persona;
- Horario de visita; y,
- Tiempo necesario por visita.

Se expresa a través de la ecuación 22:

$$CCF = \frac{LT}{SP} \times NV \quad (21)$$

Dónde:

*LT* es igual a longitud total del sendero;

*SP* es igual a superficie utilizada por una persona para moverse libremente por el sendero. Se considera como espacio suficiente 1,5 m<sup>2</sup> para que una persona pueda desplazarse libremente (Cifuentes, 1999);

*NV* es igual al número de veces que el sitio puede ser visitado por una persona en un día.

El número de veces que una persona puede visitar un mismo sitio está determinado por la ecuación 23:

$$NV = \frac{HV}{TV} \quad (22)$$

Dónde:

*HV* es igual al número de horas de atención que el área protegida abre sus puertas a los visitantes;

*TV* es igual al tiempo promedio necesario para visitar o recorrer un sendero.

### Capacidad de Carga Real (CCR)

Es el límite máximo de visitas determinado a partir del cálculo de la Capacidad de Carga Física (CCF), luego de someterlo a los factores de corrección definidos en función de las características particulares de la zona de estudio. Los factores de corrección se obtienen

considerando variables físicas, ambientales, ecológicas, sociales y de manejo (Cifuentes, 1999). Estos factores son determinados a partir de la ecuación 24:

$$CCR = CCF \times FC_1 \times FC_2 \times FC_3 \dots \dots \times FC_n \quad (23)$$

Dónde:

*CCF* es igual a capacidad de carga física;

*FC* es igual a factor de corrección.

Los factores de corrección (*FC*) son aquellos limitantes que se identifiquen en el desarrollo de la actividad turística dentro del sitio de estudios. Un factor de corrección se calcula considerando la magnitud de la variable limitante dividida para el total de la variable limitante menos uno (1). (Cifuentes, 1999). Este se determina por la ecuación 25:

$$FC = 1 - \frac{Ml}{Mt} \quad (24)$$

Dónde:

*FC* es igual a factor de corrección;

*Ml* es igual a la magnitud limitante;

*Mt* es igual a la magnitud total.

### **Capacidad de Manejo (CM)**

La capacidad de manejo es definida como el estado óptimo en el que la administración de un área protegida debe desarrollar sus actividades y alcanzar sus objetivos. La capacidad de manejo se calcula a través de la construcción de una matriz donde se analizan cada uno de los diferentes aspectos que influyen en la parte operativa de la zona de estudio, contra los que deberían existir para mantener un control eficiente de los visitantes (Cifuentes, 1999). Las variables a considerar son:

- Infraestructura existente en la zona de estudio;
- Equipamiento existente en la zona de estudio;
- Personal que labora en la zona de estudio

Estas variables deben ser calificadas a través de criterios, los cuales se han definido de la siguiente manera:

- Cantidad; relación porcentual entre la cantidad existente y la cantidad óptima a juicio de la administración del área protegida y del autor del presente estudio.
- Estado; se entiende por las condiciones de conservación y uso de cada componente.
- Localización; se refiere a la ubicación y a la distribución espacial apropiada de los componentes en el área, así como la facilidad de acceso a los mismos.
- Funcionalidad; este criterio es el resultado de una combinación de los dos anteriores (estado y localización); es decir, la utilidad práctica que determinado componente

tiene tanto para el personal del área protegida como para los visitantes (Cifuentes, 1999).

Cada uno de estos criterios responde a un rango de calificación objetivo, de acuerdo con lo establecido por (Cifuentes, 1992).

**Tabla 4**  
*Parámetros de Calificación para determinar Capacidad de Manejo*

% Valor	Ponderación	Calificación
≤ 35	0	Insatisfactorio
36-50	1	Poco Satisfactorio
51-75	2	Medianamente Satisfactorio
76-89	3	Satisfactorio
≥90	4	Muy Satisfactorio

Fuente: (Cifuentes, 1992).

De esta manera, la capacidad de manejo se determina a través de la ecuación 26:

$$CM = \frac{Infr + Eq + Pers}{3} \times 100 \quad (25)$$

Dónde:

*CM* es igual a capacidad de manejo;

*Infr* es igual a infraestructura;

*Eq* es igual a equipamiento existente;

*Pers* es igual al personal que labora en la zona de estudio.

### Capacidad de Carga Efectiva (CCE)

Es el límite máximo de visitas que se pueden permitir dentro de un área, tomando en cuenta la capacidad para ordenarlas y manejarlas, sin que ello interfiera con los objetivos de manejo de la zona de estudio (Cifuentes, 1999). Este nivel se calcula a través de la ecuación 27:

$$CCE = CCR \times CM \quad (26)$$

Dónde:

*CCR* es igual a capacidad de carga real;

*CM* es igual a capacidad de manejo.

### Valoración Cuantitativa de Impactos Ambientales

La valoración cuantitativa de impactos ambientales es entendida como el resultado del análisis de las interacciones entre los elementos ambientales y las acciones que se generan por las actividades de recreación; para lo cual se parte de la determinación causa-impacto-efecto, calificando a cada uno de los impactos mediante los parámetros de intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad (Coneza, 2003).

**Tabla 5**  
*Parámetros de Valoración Cuantitativa de Impactos Ambientales*

Parámetro	Definición	Valores	Calificación
<b>Intensidad (IN)</b>	Se refiere al grado de incidencia o grado de destrucción de la actividad de recreación sobre el indicador en el ámbito específico en el que actúa.	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
<b>Extensión (EX)</b>	Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto.	Puntual	1
		Parcial	2
		Extenso	4
		Total	8
		Crítico	12
<b>Momento (MO)</b>	Es el plazo de manifestación del impacto; tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.	Largo plazo (> 5 años)	1
		Mediano plazo (1 a 5 años)	2
		Corto plazo o inmediato (< año)	4
		Crítico (< año)	8
<b>Persistencia (PE)</b>	Es el tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.	Efecto fugaz (< 1 año)	1
		Temporal (1 a 10 años)	2
		Permanente (> 10 años)	4
<b>Reversibilidad (RV)</b>	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.	Corto plazo	1
		Mediano plazo	2
		Irreversible	4
<b>Sinergia (SI)</b>	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.	Sin sinergismo (simple)	1
		Sinérgico (varios)	2
		Muy sinérgico (muchos)	4
<b>Acumulación (AC)</b>	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	Simple	1
		Acumulativo	4
<b>Efecto (EF)</b>	Este atributo se refiere a la direccionalidad de la relación causa – efecto, es decir la forma como se manifiesta el efecto sobre un Indicador, como consecuencia de una acción.	Indirecto	1
		Directo	4
<b>Perioidad (PR)</b>	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto.	Periódico	1
		Continuo	4
<b>Recuperabilidad (MC)</b>	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado por medio de la intervención humana con medidas correctoras.	Recuperable de inmediato	1
		Recuperable a mediano plazo	2
		Mitigable	4
		Irrecuperable	8

Fuente: (Coneza, 2003).

El cálculo del valor de Importancia de cada impacto se realiza utilizando la ecuación 28 (Coneza, 2003):

$$I = \pm((3 \times IN) + (2 \times EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad (27)$$

### Jerarquización de Impactos Ambientales

La categorización de los impactos ambientales se realiza a través de la determinación de su importancia como tal y su definición dentro de una de las categorías establecidas. (Coneza, 2003).

**Tabla 6**  
*Categoría de Impactos Ambientales*

Categoría	Definición
Críticos	Son aquellos cuyo valor de importancia de impacto es mayor o igual a 75 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental.
Severos	Son aquellos cuyo valor de importancia de impacto es menor a 75 pero mayor o igual a 50.
Moderados	Son aquellos cuyo valor de importancia de impacto es menor a 50 y mayor o igual a 25.
Irrelevantes	Son aquellos menores a 25. Se consideran en esta categoría aquellos que no tienen una influencia importante.

Fuente: (Coneza, 2003).

### Características Generales de Zona de Estudio

La caracterización de la zona de estudio se fundamentó en la revisión bibliográfica del Plan de Manejo del Parque Nacional Cayambe Coca (Ministerio del Ambiente, 2010) y del levantamiento de información en campo.

**Tabla 7**  
*Datos Generales del SEAV*

Característica	Datos del Sendero
<b>Distancia total (m)</b>	10.682
<b>Tiempo aproximado de recorrido (h)</b>	5
<b>Altura (m)</b>	Punto de partida: 3.736
	Punto de llegada: 4.372
	Altura máxima: 4.376
	Altura mínima: 3.665
	Promedio: 4.037
<b>Sentido del sendero</b>	Este a Oeste
<b>Nivel de dificultad</b>	Moderada
<b>Ubicación del punto de partida</b>	0° 19' 02" S 78° 8' 50" O
<b>Ubicación del punto de llegada</b>	0° 19' 02" S 78° 8' 50" O

Fuente: Levantamiento de información en campo 2019.

### Clima

Para la determinación de parámetros meteorológicos se requirió la información de los anuarios históricos levantados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía del Ecuador (INAMHI) de la Estación Meteorológica M0188 Papallacta correspondiente a los años últimos cinco años. Esta estación meteorológica se encuentra a una altitud de 3.150 msnm y se ubica en las coordenadas geográficas 00° 21' 47" S y 77° 08' 49" O.

**Tabla 8**  
*Clima del SEAV*

<b>Humedad relativa del aire</b>	<b>Prom: 88,93 %</b> Min: 80,19 % Máx: 95,61 %	<b>Heliofanía</b>	<b>Prom: 86,52 hrs luz/mes</b> Min: 41,10 hrs luz/mes Máx: 134,50 hrs luz/mes
<b>Precipitación</b>	Prom: 159,08 mm Min: 41,46 mm	<b>Recorrido del viento</b>	Prom: 26,75 m Min: 12,07 m

<b>Presión atmosférica</b>	Máx: 459,94 mm	Temperatura del aire	Máx: 37,32 m
	Prom: 687,50 hPa		Prom: 9,72 ° C
	Min: 672,97 hPa		Min: 8,37 ° C
<b>Radiación solar</b>	Máx: 699,78 hPa	Temperatura del suelo	Máx: 11,23 ° C
	Prom: 160,51 W/m <sup>2</sup>		Prom: 15,35 ° C
	Min: 41,46 W/m <sup>2</sup>		Min: 14,00 ° C
<b>Velocidad del viento</b>	Máx: 699,78 W/m <sup>2</sup>		Máx: 16,36 ° C
	Prom: 1,71 m/s		
	Min: 1,39 m/s		
	Máx: 2,39 m/s		

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2018). Anuarios históricos de Estación Meteorológica M0188 PAPALLACTA. INAMHI.

## Aspectos Socioeconómicos

### Actividad Turística

Las características particulares del Parque Nacional Cayambe Coca le conceden un importante valor escénico que pueden potencialmente ser aprovechados para la recreación y el turismo. Así mismo, la relativa cercanía a la ciudad de Quito y otras poblaciones aledañas, hacen de esta área protegida y de las dos áreas protegidas vecinas: Reserva Ecológica Antisana y Parque Nacional Sumaco, un espacio geográfico de gran potencial para el desarrollo de la investigación y de turismo de naturaleza (FUNDACIÓN ANTISANA, 1998); (Ministerio del Ambiente, 2010).

Las amenazas identificadas para el Parque Nacional Cayambe Coca están vinculadas con el bajo control de las actividades humanas dentro del territorio protegido y las actividades turísticas que presentan un crecimiento desordenado y desvinculado de un proceso de planificación establecido.

### Demanda de Visitantes de la Zona de Estudio

De los datos recolectados mensualmente de las visitas registradas al Parque Nacional Cayambe Coca, de los visitantes que ingresaron por el sector de Baños (Guardianía de Baños) para la visita del sistema lacustre de Papallacta en los últimos cinco años, se pueden evidenciar los siguientes comportamientos:

**Tabla 9**

*Registros mensuales de visitantes al PN Cayambe Coca, sector Guardianía Baños.*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom Mensual	Total Anual
2014	279	839	1098	2550	2007	397	1871	441	714	1960	259	2033	1204	14448
2015	641	322	338	367	2442	2294	2740	1146	1644	1340	863	453	1216	14590
2016	2227	2481	1362	159	699	1230	745	2766	1537	1808	1928	1336	1523	18278
2017	745	210	2800	2057	2111	1361	1856	2746	2449	168	500	1353	1530	18356
2018	1386	2414	2372	1281	2610	1170	2708	1505	2933	2240	2773	1303	2058	24695

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2018).

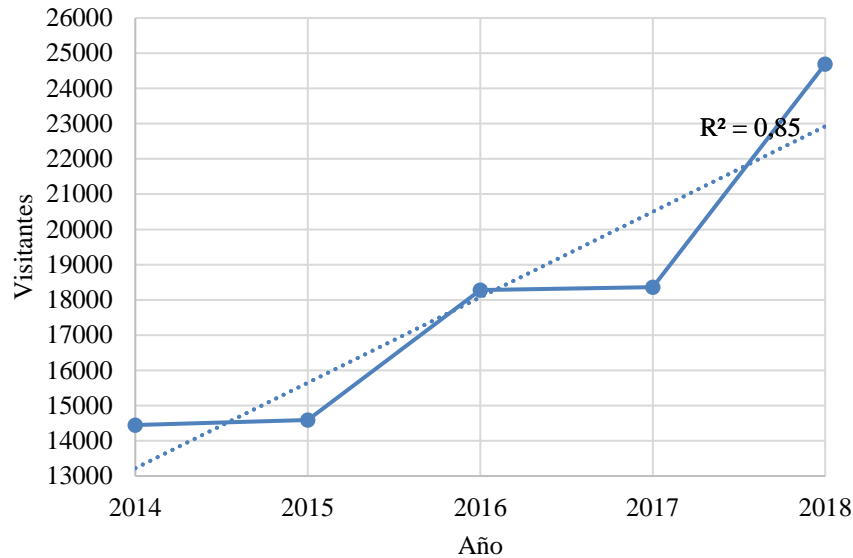


Figura 1. Registros mensuales de Visitantes al PN Cayambe Coca, sector Guardianía Baños.  
 Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2018).

## Resultados

### Resultados de Muestras de Suelos

La toma de las 40 muestras de suelos ejecutadas en el SEAV se realizó a través de la identificación de espacios con características físicas de mayor intervención de actividad turística y espacios donde se percibía la menor incidencia de la presión de esta actividad.

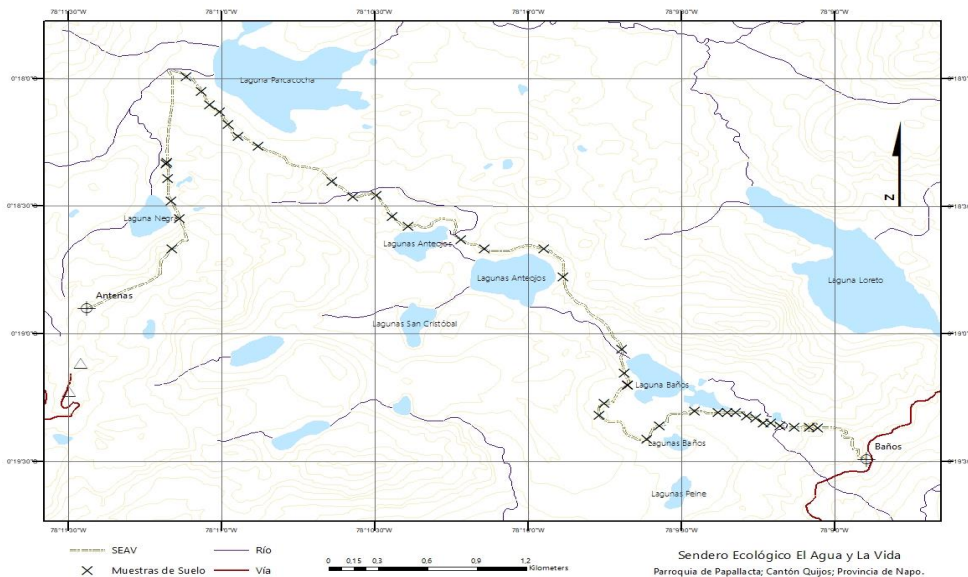


Figura 2. Mapa de Ubicación de SEAV.

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019. Elaborado por: Almeida, J, 2019.

Se realizaron la siguiente toma de muestras, identificando su ubicación, la altura y la variación de pendiente de acuerdo con los criterios establecidos por FAO para el 2003.



**Tabla 10**  
*Ubicación de la Toma de Muestras de Suelos.*

Ord.	UTM		Zona	Altura	Sector	Variación de Pendiente
	Eje X m	Eje Y m				
M1	817157	9964277	17S	3742	Sector Baños	>20°
M2	817107	9964276	17S	3745	Sector Baños	>20°
M3	817013	9964282	17S	3746	Sector Baños	>20°
M4	816924	9964289	17S	3745	Sector Baños	>20°
M5	816875	9964310	17S	3742	Sector Baños	>20°
M6	816824	9964309	17S	3740	Sector Baños	>10° & <20°
M7	816778	9964348	17S	3742	SE Laguna Baños	>10° & <20°
M8	816725	9964362	17S	3744	SE Laguna Baños	>10° & <20°
M9	816658	9964385	17S	3746	SE Laguna Baños	>10° & <20°
M10	816607	9964386	17S	3746	SE Laguna Baños	>10° & <20°
M11	816548	9964387	17S	3749	S Laguna Baños	>10° & <20°
M12	816410	9964398	17S	3749	S Laguna Baños	>10° & <20°
M13	816199	9964285	17S	3750	S Laguna Baños	>10° & <20°
M14	816119	9964181	17S	3752	S Laguna Baños	>10° & <20°
M15	815826	9964373	17S	3756	SO Laguna Baños	>0° & <10°
M16	815861	9964452	17S	3756	SO Laguna Baños	>0° & <10°
M17	816005	9964587	17S	3845	SO Laguna Baños	>0° & <10°
M18	815982	9964673	17S	3847	NO Laguna Baños	>0° & <10°
M19	815965	9964846	17S	3869	NO Laguna Baños	>10° & <20°
M20	815611	9965367	17S	3874	SE Laguna Antejos	>10° & <20°
M21	815504	9965565	17S	3907	NE Laguna Antejos	>20°
M22	815130	9965568	17S	3976	NO Laguna Antejos	>20°
M23	814987	9965639	17S	4002	NO Laguna Antejos	>20°
M24	814667	9965735	17S	4090	NO Laguna Antejos	>20°
M25	814572	9965810	17S	4098	NO Laguna Antejos	>20°
M26	814477	9965971	17S	4124	NO Laguna Antejos	>10° & <20°
M27	814339	9965941	17S	4127	NO Laguna Antejos	>10° & <20°
M28	814215	9966045	17S	4198	NO Laguna Antejos	>10° & <20°
M29	813762	9966307	17S	4234	SO Laguna Paracocha	>10° & <20°
M30	813635	9966390	17S	4369	SO Laguna Paracocha	>10° & <20°
M31	813582	9966476	17S	4367	SO Laguna Paracocha	>10° & <20°
M32	813531	9966563	17S	4368	SO Laguna Paracocha	>10° & <20°
M33	813465	9966614	17S	4373	SO Laguna Paracocha	>10° & <20°
M34	813423	9966705	17S	4373	NO Laguna Paracocha	>10° & <20°
M35	813319	9966821	17S	4375	NO Laguna Paracocha	>10° & <20°
M36	813203	9966191	17S	4369	NE Laguna Negra	>20°
M37	813211	9966091	17S	4370	NE Laguna Negra	>20°
M38	813230	9965916	17S	4368	NE Laguna Negra	>10° & <20°
M39	813281	9965789	17S	4370	E Laguna Negra	>10° & <20°
M40	813239	9965560	17S	4372	SE Laguna Negra	>10° & <20°

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

Una vez sometidos a las pruebas de laboratorio del INIAP, se obtuvieron los siguientes resultados de los análisis de sus características físicas y químicas

**Tabla 11**  
*Resultados de Análisis de Muestras de Suelo.*

Ord	Compac	Rangos de Compactación	pH	Rango pH	CE	Rango CE	% MO	Rango % MO	% Humedad	% Arena	% Limo	% Arcilla	Textura			
M1	0,71	>0,6 - 0,7	Medio	6,47	L Ac	0,18	<2	Normal	24,50	>5,0	Alto	61,77	41	51	8	Franco- Limoso
M2	0,57	>0,01 - 0,6	Alto	5,53	L Ac	0,24	<2	Normal	17,60	>5,0	Alto	36,50	32	55	11	Franco- Limoso
M3	0,66	>0,6 - 0,7	Medio	5,63	L Ac	0,24	<2	Normal	14,20	>5,0	Alto	29,90	38	51	11	Franco- Limoso
M4	0,96	>0,9 - 1	Bajo	5,61	L Ac	0,24	<2	Normal	26,40	>5,0	Alto	78,95	41	51	8	Franco- Limoso
M5	0,66	>0,6 - 0,7	Medio	5,72	L Ac	0,18	<2	Normal	13,00	>5,0	Alto	59,43	35	55	10	Franco- Limoso
M6	0,98	>0,9 - 1	Bajo	6,77	P N	0,24	<2	Normal	15,00	>5,0	Alto	37,44	36	53	11	Franco- Limoso
M7	0,96	>0,9 - 1	Bajo	4,93	Ac	0,24	<2	Normal	18,10	>5,0	Alto	80,80	35	55	10	Franco- Limoso
M8	0,62	>0,6 - 0,7	Medio	5,36	Ac	0,24	<2	Normal	11,40	>5,0	Alto	25,70	28	59	13	Franco- Limoso
M9	0,54	>0,01 - 0,6	Alto	5,23	Ac	0,18	<2	Normal	16,00	>5,0	Alto	56,62	33	57	10	Franco- Limoso
M10	0,96	>0,9 - 1	Bajo	6,34	L Ac	0,24	<2	Normal	22,80	>5,0	Alto	70,90	41	47	12	Franco
M11	0,97	>0,9 - 1	Bajo	6,32	L Ac	0,24	<2	Normal	22,80	>5,0	Alto	70,90	41	47	12	Franco
M12	0,63	>0,6 - 0,7	Medio	5,37	Ac	0,24	<2	Normal	11,40	>5,0	Alto	25,70	28	59	13	Franco- Limoso
M13	0,64	>0,6 - 0,7	Medio	5,45	Ac	0,24	<2	Normal	12,30	>5,0	Alto	29,90	38	51	11	Franco- Limoso
M14	0,90	>0,9 - 1	Bajo	6,76	P N	0,24	<2	Normal	15,00	>5,0	Alto	37,44	36	53	11	Franco- Limoso
M15	0,95	>0,9 - 1	Bajo	5,32	Ac	0,28	<2	Normal	16,50	>5,0	Alto	29,90	38	51	11	Franco- Limoso
M16	0,94	>0,9 - 1	Bajo	5,68	L Ac	0,24	<2	Normal	26,40	>5,0	Alto	78,95	41	51	8	Franco- Limoso
M17	0,67	>0,6 - 0,7	Medio	5,69	L Ac	0,24	<2	Normal	14,20	>5,0	Alto	29,90	38	51	11	Franco- Limoso
M18	0,96	>0,9 - 1	Bajo	5,42	Ac	0,24	<2	Normal	73,60	>5,0	Alto	89,35	28	59	13	Franco- Limoso
M19	0,96	>0,9 - 1	Bajo	5,83	L Ac	0,28	<2	Normal	27,20	>5,0	Alto	44,00	36	51	13	Franco- Limoso
M20	0,64	>0,6 - 0,7	Medio	5,34	Ac	0,24	<2	Normal	11,40	>5,0	Alto	25,70	28	59	13	Franco- Limoso
M21	0,64	>0,6 - 0,7	Medio	5,35	Ac	0,24	<2	Normal	11,40	>5,0	Alto	25,70	28	59	13	Franco- Limoso
M22	0,61	>0,6 - 0,7	Medio	5,34	Ac	0,24	<2	Normal	11,40	>5,0	Alto	25,70	28	59	13	Franco- Limoso
M23	0,99	>0,9 - 1	Bajo	6,73	P N	0,24	<2	Normal	15,00	>5,0	Alto	37,44	36	53	11	Franco- Limoso
M24	0,61	>0,6 - 0,7	Medio	5,31	Ac	0,24	<2	Normal	11,40	>5,0	Alto	25,70	28	59	13	Franco- Limoso
M25	0,51	>0,01 - 0,6	Alto	5,61	L Ac	0,18	<2	Normal	13,00	>5,0	Alto	53,12	32	55	11	Franco- Limoso
M26	0,91	>0,9 - 1	Bajo	5,63	L Ac	0,24	<2	Normal	26,40	>5,0	Alto	78,95	41	51	8	Franco- Limoso
M27	0,51	>0,01 - 0,6	Alto	5,51	L Ac	0,24	<2	Normal	17,60	>5,0	Alto	36,50	32	55	11	Franco- Limoso
M28	0,98	>0,9 - 1	Bajo	5,41	Ac	0,24	<2	Normal	73,60	>5,0	Alto	89,35	28	59	13	Franco- Limoso
M29	0,67	>0,6 - 0,7	Medio	5,69	L Ac	0,28	<2	Normal	22,33	>5,0	Alto	42,80	28	59	13	Franco- Limoso
M30	0,99	>0,9 - 1	Bajo	6,71	P N	0,24	<2	Normal	15,00	>5,0	Alto	37,44	36	53	11	Franco- Limoso
M31	0,60	>0,01 - 0,6	Alto	5,95	L Ac	0,28	<2	Normal	17,90	>5,0	Alto	48,36	33	57	10	Franco- Limoso
M32	0,62	>0,6 - 0,7	Medio	5,35	Ac	0,24	<2	Normal	11,40	>5,0	Alto	25,70	28	59	13	Franco- Limoso
M33	0,97	>0,9 - 1	Bajo	6,76	P N	0,24	<2	Normal	18,00	>5,0	Alto	53,72	35	55	10	Franco- Limoso
M34	0,99	>0,9 - 1	Bajo	6,76	P N	0,24	<2	Normal	15,00	>5,0	Alto	37,44	36	53	11	Franco- Limoso
M35	0,50	>0,01 - 0,6	Alto	5,62	L Ac	0,24	<2	Normal	13,70	>5,0	Alto	47,95	36	51	13	Franco- Limoso
M36	0,95	>0,9 - 1	Bajo	5,62	L Ac	0,24	<2	Normal	26,40	>5,0	Alto	78,95	41	51	8	Franco- Limoso
M37	0,95	>0,9 - 1	Bajo	5,42	Ac	0,24	<2	Normal	73,60	>5,0	Alto	89,35	28	59	13	Franco- Limoso
M38	0,61	>0,6 - 0,7	Medio	5,32	Ac	0,24	<2	Normal	11,40	>5,0	Alto	25,70	28	59	13	Franco- Limoso

M39	0,66	>0,6 - 0,7	Medio	5,63	L Ac	0,28	<2	Normal	22,33	>5,0	Alto	42,80	28	59	13	Franco- Limoso
M40	0,57	>0,01 - 0,6	Alto	5,52	L Ac	0,24	<2	Normal	17,60	>5,0	Alto	36,50	32	55	11	Franco- Limoso

Fuente: (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2011). Levantamiento de información en campo, 2019.

### Resultados de Análisis Estadístico de Coeficiente de Correlación de Pearson y de Determinación en Resultados de Muestras de Suelo.

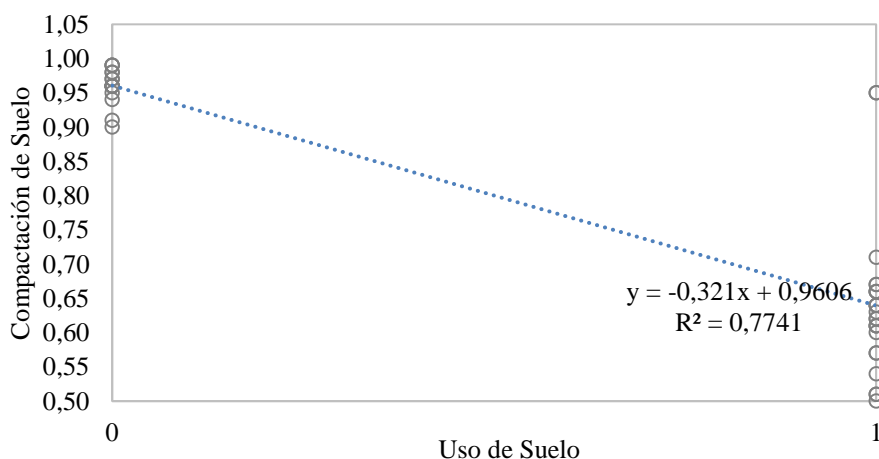
Con los resultados de laboratorio de las 40 muestras de suelo, se analizó la relación existente entre el uso del suelo, la compactación del suelo, el pH, el porcentaje de humedad y la conductividad eléctrica a fin de establecer la correspondencia entre la presión de la actividad turística con la degradación del suelo, considerando los elementos en los que se presenta mayor incidencia en el deterioro de la zona de estudio.

**Tabla 11**

*Resultados de Análisis Estadístico del Coeficiente de Correlación de Pearson y R<sup>2</sup> de Muestras de Suelos.*

	Uso de suelo/ Compactación de suelo	Compactación de suelo/ pH	Uso de suelo/ Humedad de suelo	Uso de suelo/ Conductividad eléctrica
<b>Pearson</b>	-0,879813894 <i>Correlación negativa</i>	0,48326003 <i>Correlación positiva</i>	0,42862942 <i>Correlación negativa</i>	-0,20720475 <i>Correlación negativa</i>
<b>Determinación (R<sup>2</sup>)</b>	0,774072488 <i>Relación lineal alta</i>	0,23354026 <i>Relación lineal baja</i>	0,18372318 <i>Relación lineal baja</i>	0,04293381 <i>Relación lineal media</i>
	A < actividad turística, < compactación	A > compactación, > pH	A > uso de suelo, < humedad	A > actividad humana, < salinidad

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.



*Figura 3. Relación Uso de Suelo - Compactación del Suelo Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.*

De la correlación analizada entre el uso de suelo y la compactación del suelo, se puede apreciar una línea de tendencia descendente, definiendo que, a menor actividad humana

menor compactación del suelo, entendiéndose 1 como el grado de no compactación en el suelo y menor a 1 como generación de proceso de compactación.

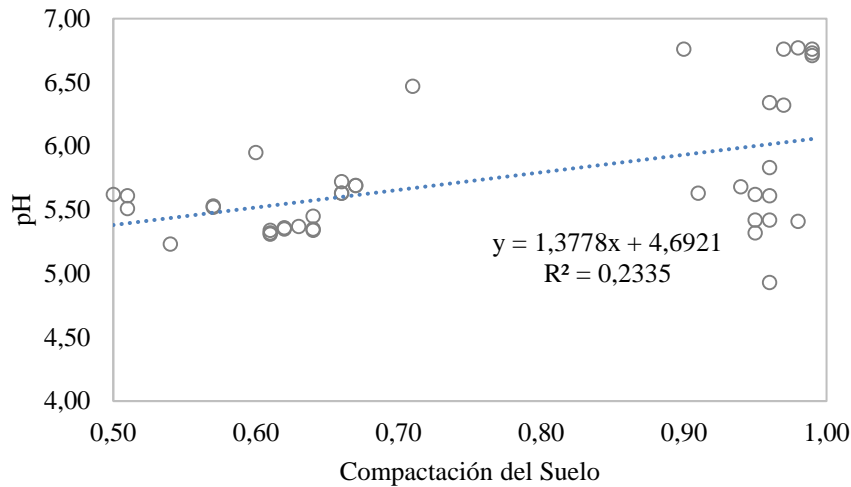


Figura 3. Relación Compactación del Suelo - pH. Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

De la correlación analizada entre la compactación del suelo y el pH se puede apreciar una línea de tendencia ascendente, definiendo que, a mayor compactación del suelo mayor nivel de pH en el suelo, entendiéndose 1 como el grado de no compactación en el suelo y menor a 1 como generación de proceso de compactación.

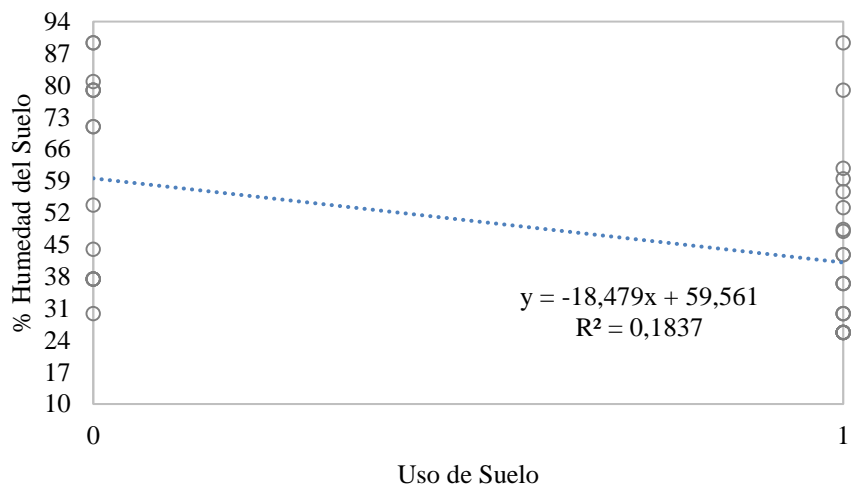


Figura 4. Relación Uso de Suelo - % Humedad del Suelo. Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

De la correlación analizada entre el uso de suelo y el porcentaje de humedad en el suelo, se puede apreciar una línea de tendencia gradualmente descendente.

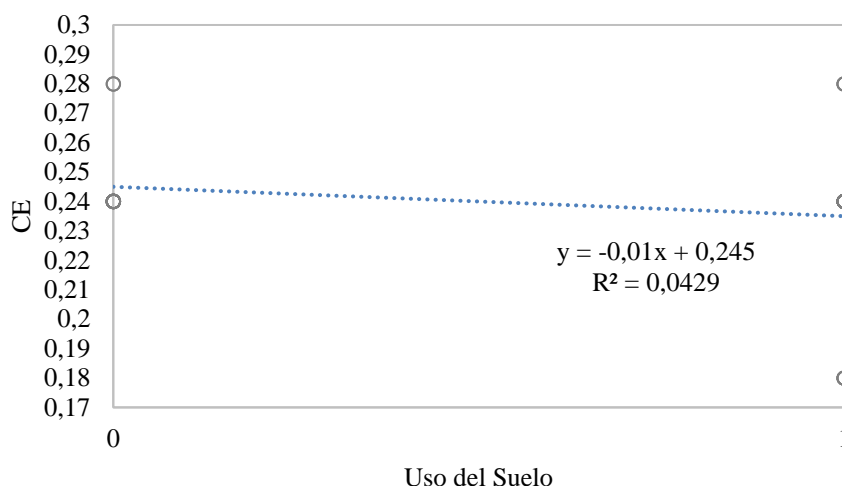


Figura 6. Relación Uso de Suelo - Conductividad Eléctrica. Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

De la correlación analizada entre el uso de suelo y la conductividad eléctrica, se puede apreciar una línea de tendencia descendente, definiendo que, a mayor actividad humana menor salinidad en el suelo.

### Resultados de Capacidad de Carga

Para la determinación de la capacidad de carga se hizo uso de diferentes factores y criterios básicos como la longitud del sendero, su ancho, el tiempo de recorrido, el horario de visitas, el espacio ocupado por una persona en el sendero para su normal desplazamiento y el nivel de dificultad. Los resultados se muestran en las Tablas 13, 14 y 15.

**Tabla 13**

*Criterios Básicos de Capacidad de Carga del SEAV.*  
 Sendero Ecológico "El Agua y la Vida"

<b>Ancho (m)</b>	Punto de partida	3,85
	Punto de llegada	3,09
	Ancho máximo	5,02
	Ancho mínimo	1,46
	Promedio	3,36
<b>Longitud (m)</b>		10682
<b>Espacio ocupado por persona (m)</b>		1,5
<b>Tiempo aproximado de recorrido (h)</b>		5
<b>Horario de visitas (hrs/día)</b>		11
<b>Número máximo de visitantes por grupo</b>		12
<b>Distancia mínima por grupo (m)</b>		150
<b>Tiempo mínimo entre grupos (min)</b>		30
<b>Espacio ocupado por grupo (m)</b>		30
<b>Número de grupos (al momento)</b>		71
<b>Superficie disponible (m)</b>		1800

**Visitas al día (por una misma persona)**

2

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

**Tabla 14**

*Resultado de Factores de Corrección para Cálculo de Capacidad de Carga Real (CCR).*

Factor Social	0,08
Número de grupos	71
Longitud total ocupada por grupo	854,56
Espacio limitante	9827,44
Factores Físicos y Ambientales	
Erodabilidad	<b>0,39</b>
Longitud sendero con pendiente media	5490
Factor ponderación pendiente media	0,4
Longitud sendero con pendiente alta	3305
Factor ponderación pendiente alta	0,6
Accesibilidad	<b>0,98</b>
Longitud sendero con grado dificultad media	5490
Factor grado dificultad media	1
Longitud sendero con grado dificultad alta	3305
Factor grado dificultad alta	1,5
Anegamiento	<b>0,81</b>
Longitud sendero con áreas anegadas	2029
Deterioro de Flora	<b>0,78</b>
Longitud sendero propensa a deterioro de flora	2356
Precipitación	<b>1,00</b>
Horas lluvia/día	11,5
Horas lluvia/año	4197,5
Heliofanía	<b>0,99</b>
Horas incidencia luz/día	3,79
Horas incidencia luz/año	368,79
Compactación de Suelo	<b>0,88</b>
% de longitud de sendero con suelo compactado	12
Factores Biológicos	
Factor Flora	<b>0,49</b>
Endemismo	0,07
Sp endémicas del AP encontradas en sendero	8
Sp endémicas del AP	54
Valor de ponderación de endemismo	0,5
Amenaza	0,44
Sp amenazadas en categoría Peligro Crítico	12
Valor de ponderación categoría Peligro Crítico	1
Sp amenazadas en categoría Peligro	22
Valor de ponderación categoría Peligro	0,6
Sp amenazadas en categoría Vulnerable	34
Valor de ponderación categoría Vulnerable	0,4

Sp amenazadas en categoría Casi Amenazada	25
Valor de ponderación categoría Casi Amenazada	0,2
<b>Factor Fauna</b>	<b>0,58</b>
Endemismo	0,06
Sp endémicas del AP encontradas en sendero	1
Sp endémicas del AP	8
Valor de ponderación de endemismo	0,5
Amenaza	0,36
Sp amenazadas en categoría Peligro Crítico	67
Valor de ponderación categoría Peligro Crítico	1
Sp amenazadas en categoría Peligro	102
Valor de ponderación categoría Peligro	0,6
Sp amenazadas en categoría Vulnerable	231
Valor de ponderación categoría Vulnerable	0,4
Sp amenazadas en categoría Casi Amenazada	321
Valor de ponderación categoría Casi Amenazada	0,2

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

**Tabla 15**  
*Resultados de Capacidad de Carga del SEAV.*

Capacidad de Carga Física (CCF)	<b>14243</b>
Factores de Corrección de Capacidad de Carga Real	
Factor Social	0,08
Erodabilidad	0,39
Accesibilidad	0,98
Anegamiento	0,81
Deterioro de Flora	0,78
Precipitación	1,00
Heliofanía	0,99
Compactación del Suelo	0,88
Factor Flora	0,49
Factor Fauna	0,58
Capacidad de Carga Real (CCR)	68
Número de Visitantes por Grupo	12
Capacidad de Manejo (CM)	0,65
Capacidad de Carga Efectiva (CCE) Visitantes/día	<b>44</b>
Capacidad de Carga Efectiva (CCE) Visitantes/año	<b>16094</b>

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

### Resultado Matriz de Identificación de Impactos Ambientales

La identificación y evaluación de los impactos ambientales encontrados en el SEAV fueron analizados a través de la matriz de identificación y la matriz de evaluación de impactos.



**Tabla 16**  
*Matriz de Identificación de Impactos Ambientales en SEAV.*

Componente	Impacto	Indicador de Medida	Impacto Identificado / Presencias*
<b>Aire</b>	Generación de ruido	Sonido en el ambiente.	x x
<b>Agua</b>	Contaminación	Presencia de desperdicios en las riveras de cuerpos de agua.	x x x
<b>Suelo</b>	Erosión	Desgaste del suelo y pérdida de cobertura vegetal.	x x x x
	Compactación del suelo	Pérdida de permeabilidad del suelo.	x x x
	Anegamiento	Acumulación del agua en el suelo.	x x x
	Apertura de senderos	Presencia de nuevos senderos no establecidos.	x x x
	Contaminación	Presencia de desperdicios en el trayecto del sendero.	x x x
<b>Calidad Escénica</b>	Paisaje	Calidad de conservación de atractivos turísticos con los que cuenta la zona de estudio.	x x x x
<b>Flora</b>	Deterioro de la flora	Vegetación alterada por el flujo constante de los visitantes en el sendero. Pérdida de Diversidad. Pérdida de Cobertura.	x x x
<b>Fauna</b>	Pérdida de diversidad	Inventario y determinación de la diversidad de especies endémicas. Cambios de densidad de poblaciones.	x x x
<b>Social</b>	Turismo	Número de atractivos turísticos.	x x x x
	Empleo	Número de personas empleadas en actividad turística o afines.	x x

\*Presencias: x (de 0 a 5); x x (de 5 a 10); x x x (de 11 a 20); x x x x (de >21).

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

**Tabla 17**  
*Resultados de Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales del SEAV.*

Componente	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Causa-Efecto	Periodicidad	Recuperación	Cuantificación	Importancia
<b>Aire</b>	Generación de ruido	-	2	2	4	1	1	2	1	4	4	2	29	Moderado
<b>Agua</b>	Contaminación	-	2	1	4	1	1	2	1	4	4	2	27	Moderado
<b>Suelo</b>	Erosión	-	4	2	4	2	2	2	4	4	4	4	42	Moderado
	Compactación del suelo	-	2	2	4	2	2	2	4	4	4	4	36	Moderado
	Anegamiento	-	2	2	4	1	1	2	1	4	4	2	29	Moderado
	Apertura de senderos	-	2	2	4	2	2	2	4	4	4	4	36	Moderado
	Contaminación	-	2	1	4	1	1	2	1	4	4	2	27	Moderado
<b>Calidad Escénica</b>	Paisaje	+	8	8	4	4	2	4	4	4	4	2	68	Severo
<b>Flora</b>	Deterioro de la flora	-	4	2	4	2	2	2	4	4	4	4	42	Moderado
<b>Fauna</b>	Pérdida de diversidad	-	4	2	4	2	2	2	4	4	4	4	42	Moderado
<b>Social</b>	Turismo	+	8	8	4	4	2	2	4	4	4	4	68	Severo
	Empleo	+	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	44	Moderado

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

## Conclusiones

El SEAV se presenta como uno de los principales escenarios turísticos de la zona alta del Parque Nacional Cayambe Coca y actualmente muestra una gran presión por la falta de manejo y control para el desarrollo de la actividad turística. Esta presión se identifica en mayor proporción en las zonas donde se reconocieron repetidas muestras de erosión y anegamiento, debido a que el curso constante de los visitantes por estas zonas, reducen las posibilidades de una reposición natural de las condiciones propias de este tipo de ecosistema frágil.

El estudio de las condiciones actuales de la zona de estudio y del análisis de las principales limitantes que comprometen su integridad, inició con la caracterización física y química del suelo determinando que el suelo de la zona de estudio presenta una textura franco-limosa con una composición de 34% de arena, 55% de limo y 11% de arcilla; un nivel medio de compactación de 0,77 y un porcentaje de humedad de 48,47. A lo largo del SEAV se pueden identificar zonas con altos niveles de erosión como la parte SE y NO de la laguna de Baños; la zona NE de la laguna de Antojos, la zona SO de la laguna de Paracocha y la zona NE de la laguna Negra; esto se debe en gran medida a la variación de la pendiente dispuesta en los rangos de pendiente media (>10% a <20%) con un 51% del total de longitud del sendero y pendiente alta (>20%) con un 31% del total de longitud del sendero. La erosión se incrementa además por las condiciones climáticas ya que se registran altos niveles de humedad y precipitación, este último con un promedio de 11,5 horas de lluvia al día, lo que determina altos niveles de escorrentía reflejándose en los valores de 0,24 de conductividad eléctrica determinando una baja concentración de salinidad en el suelo. Los valores de pH del suelo oscilan entre los 5,75 definiéndolos como suelos ligeramente ácidos. Es importante mencionar que los resultados de la correlación entre la compactación del suelo y pH y la correlación entre la compactación del suelo y la conductividad eléctrica no presentan correspondencias significativas para concretar como únicos factores de corrección; pero si muestran una tendencia lineal favorable que configuran un punto de partida para el establecimiento de lineamientos que aseguren la generación de propuestas de remediación.

Los resultados de los factores de corrección para el cálculo de la Capacidad de Carga Real del SEAV determinaron que esta zona presenta un nivel promedio de precipitación anual de 159,08 mm con un promedio diario de 11,5 horas/día de lluvia, como se mencionó anteriormente; los registros de humedad relativa del aire promedian los 88,93% y la incidencia de luz solar es de 3,79 horas luz/día. Los datos de Erodabilidad conseguidos de la determinación del total de longitud del sendero con pendiente media y alta definieron un valor de corrección de 0,39; el anegamiento se expresa en un valor de 0,81 y el valor de corrección del deterioro de flora se define en 0,78 calculado del total del sendero con zonas de mayor presión para daños de la cobertura vegetal.

Por consiguiente, de los resultados de capacidad de carga turística definidos para el SEAV se obtiene que diariamente el sendero puede soportar la visita de 44 visitantes, lo que anualmente representaría 16094 visitantes; estos valores comparados a los registros de visitantes

determinados para el año 2018 en la zona de Baños del Parque Nacional Cayambe Coca, (68 visitantes día y anualmente 24695), determinan que hay un sobrepaso de 24 visitantes (2 grupos), que eventualmente con el incremento del 6% para el año 2019 y determinado para esta zona de estudio en base a los registros analizados desde el 2014, la presión incrementaría la extensión y persistencia de los impactos ambientales identificados.

**Tabla 18**

*Comparación de Resultados CCE y Registros de Visitantes 2018.*

	Visitantes/día	Visitantes/año
<b>2018</b>	68	24695
<b>CCE</b>	<b>44</b>	<b>16094</b>
<b>Sobrepaso 2018</b>	24	8601
<b>2019</b>	72	26184
<i>(Incremento de 6% considerando datos desde 2014)</i>		
<b>Sobrepaso 2019</b>	28	10089

Fuente: Levantamiento de información en campo, 2019.

Adicionalmente, la capacidad de manejo determinada para la zona de estudio expresada en un factor de 0,65, se muestra como una potencial amenaza debido a que los niveles de infraestructura y equipamiento presentan una calificación de medianamente satisfactorio y la de personal una calificación de insatisfactorio, mostrándose como una debilidad para los procesos de manejo y control que requiere el SEAV y el área protegida en general. Este incremento de visitante al SEAV y consecuentemente el sobrepaso en la capacidad de carga efectiva definido por los bajos niveles de manejo y control de la zona de estudio, sin duda alguna incrementarían las presencias y presiones de los impactos ambientales identificados, los que actualmente han sido valorados dentro de una importancia moderada.

Los impactos ambientales reconocidos para el Sendero Ecológico “El Agua y la Vida” se presentan por las actividades turísticas identificadas y permitidas para la zona de estudio como son el senderismo, la observación de avifauna y la pesca deportiva; actividades que ocasionan impactos negativos evaluados en una importancia de moderada como son la generación de ruido, la contaminación de las zonas de lagunas, la erosión, compactación, anegamiento del suelo, la apertura de senderos, el deterioro de la flora y la pérdida de biodiversidad. Además, se reconocen impactos positivos como la generación de empleo a través de las actividades turísticas. La persistencia y extensión de los impactos ambientales negativos identificados para este sendero se presentan por la falta de administración, manejo y control de la actividad turística, puesto que no se identifican acciones ni responsables directas para el aseguramiento de la conservación de las bondades ecosistémicas del páramo de esta zona. Los resultados de la evaluación de los impactos ambientales identificados para el SEAV deben ser considerados para el planteamiento de lineamientos que corrijan la administración de este escenario turístico puesto que sin duda alguna estos impactos restan importancia al valor natural y ecosistémico del SEAV y que sin un oportuno manejo y control turístico pueden llegar a ser irreversibles y alterar la integridad del ecosistema de páramo.

## Recomendaciones

El Plan de Manejo del Parque Nacional Cayambe Coca presenta en su propuesta de manejo importantes lineamientos para la correcta administración de las principales zonas de vida reconocidas a lo largo de esta área protegida, por lo cual se recomienda a la Administración de esta área protegida se dé estricto cumplimiento en los procesos de control de las actividades realizadas y en los procesos de gestión para la potencialización del turismo sostenible dentro de la jurisdicción de este espacio natural.

Se recomienda a la Administración de esta área protegida, ajustar periódicamente los valores de los factores de corrección para el cálculo de la Capacidad de Carga Turística del Sendero Ecológico "El Agua y la Vida" a fin de obtener datos precisos que permita controlar la actividad y asegurar la calidad en la experiencia del visitante.

## Referencias Bibliográficas

- Aguirre, N., & Torres, J. (2013). *Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana*. Quito: Fondo para la Protección del Agua FONAG.
- Almeida, Jefferson (2019). *Capacidad de carga biofísica del sendero ecológico "El agua y la vida" del páramo de Papallacta, como propuesta de remediación de los impactos de la actividad turística*. Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Matriz Sangolquí.
- Argüello, J. (2017). *Diseño de una Ecoruta Turística en la Parroquia de Papallacta*. Quito: Universidad Israel .
- Arshad, M., & Coen, G. (1992). *Characterization of Soil Quality: Physical and Chemical Criteria*. Nueva York: American J. of Alternative Agriculture.
- Asamblea Nacional Constituyente de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Ciudad Alfaro: Ecuador.
- Balslev, H., & Luteyn, J. (1992). *Paramo. An Andean Ecosystem under Human Influence*. Londres: Academic Press.
- Botero, C., Hurtado, Y., González, J., Ojeda, M., & Díaz, L. (2008). *Metodología de Cálculo de la Capacidad de Carga Turística como Herramienta para la Gestión Ambiental y su Aplicación en Cinco Playas del Caribe Norte Colombiano*. Medellín: Gestión y Ambiente. Universidad Nacional de Colombia.
- Cárdenas, I., Mejía, D., Macancela, R., Vasco, S., & Astudillo, P. (2010). *Determinación de los Valores Reales de Capacidad de Carga de las 13 zonas de Recreación del Parque Nacional Cajas, incluyendo Indicadores de Monitoreo y Matrices de Seguimiento*. Cuenca: Corporación Parque Nacional Cajas.
- Cayot, L, Cifuentes, M., Amador, E., Cruz, E., & Cruz, F. (1996). *Determinación de la Capacidad de Carga Turística en los Sitios de Visita del Parque Nacional Galápagos*. Puerto Ayora, Galápagos: Servicio del Parque Nacional Galápagos- Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

- Chávez, J. (2015). *Determinación de Capacidad de Carga y Propuesta de Monitoreo de Impactos del Turismo para la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana, Cantón Archidona, Provincia de Napo*. Sangolquí: Trabajo de Titulación presentado para obtener el Título de Magister en Sistemas de Gestión Ambiental. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Cifuentes, M. (1984). *Parque Nacional Galápagos: Plan de Manejo y Desarrollo (II Fase)*. Quito: Plan Maestro Galápagos. Grupo Técnico.
- Cifuentes, M. (1992). *Determinación de Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.
- Cifuentes, M. (1996). *Determinación de la Capacidad de Carga Turística en los Sitios de Visita del Parque Nacional Galápagos*. Puerto Ayora, Galápagos: Servicio del Parque Nacional de Galápagos.
- Cifuentes, M. (1999). *Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo*. Costa Rica: UICN.
- Clark, R., & Stankey, G. (1979). *The Recreation Opportunity Spectrum: A Framework for Planning Management and Research*. Portland, Oregon: USDA Forest Service.
- Coneza, V. (2003). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi Prensa.
- Conservación y Rehabilitación de Tierras en América Latina y el Caribe CORTALC. (1996). *Calidad de Suelo*. Brasil: Programa de Acción Especial.
- Coppus, R., Endara, L., Nonhebel, M., Mera, V., León Yáñez, S., Mena Vásconez, P., . . . Hofstede, R. (2001). El Estado de Salud de algunos Páramos del Ecuador: Una Metodología de Campo. (A. Yala, Ed.) *Los Páramos del Ecuador*, 219-240.
- Dudley, N. (2008). *Directrices para la Aplicación de las Categorías de Gestión de Áreas Protegidas*. Gland, Suiza: UICN.
- ECOLEX. (2006). *Informe del Proyecto de Consolidación Territorial del Tramo de Aproximadamente 82 km. comprendido entre el Río Chalpi Grande y Río Malo de la Reserva Ecológica Cayambe Coca, RECA Y*. . Quito: ECOLEX.
- Etxeberría, J. (1999). *Cuadernos de Estadística: Regresión Múltiple*. . Salamanca: La Muralla.
- Food and Agriculture of the United Nations FAO. (2003). *Determinación de la Pendiente. Tecnologías para la Agricultura*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. (1994). *Erosión de Suelos en América Latina*. Bogotá: FAO.
- FUNDACIÓN ANTISANA. (1998). *Plan de Manejo del Parque Nacional Cayambe Coca*. Quito: FUNDACIÓN ANTISANA.
- Fundación NATURA. (1992). *Diagnóstico Socioeconómico de la Reserva Ecológica Cayambe Coca*. Quito.

- González, O., Iglesias, C., & Herrera, M. (2017). *Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola*. Bogotá: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.
- Gregorich, E. (1994). *Towards a Minimum Data Set to Assess Soil Organic Matter Quality in Agricultural Soils*. Canadá: Canadian J. of Soil Science.
- Hof, M., & Lime, D. (1997). *The Visitor Experience and Resource Protection Framework. A Handbook for Planners and Managers*. U.S Department of the Interior National Park System.
- Hofstede, R. (2014). *Páramos Andinos, ¿Qué sabemos?* Quito: UICN.
- Hofstede, R., Coppus, R., Mena, R., Segarra, P., Wolf, J., & Sevink, J. (2002). *El Estado de Conservación de los Páramos de Pajonal en el Ecuador*. Quito: ECOTRÓPICOS.
- Hofstede, R., Segarra, P., & Mena Vásconez, P. (2003). *Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos*. (EcoCiencia, Ed.) Quito: Global Peatland Initiative.
- Instituto de Suelos de La Habana. (1997). *La Actividad de Conservación y Mejoramiento de Suelos*. La Habana: Ministerio de la Agricultura.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2011). *Metodologías para el Análisis de Caracterización Físico-Química de Suelos*. Mejía: Estación Experimental Santa Catalina-EESC: Departamento de Manejo de Suelos y Aguas.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2018). *Anuarios históricos de Estación Meteorológica M0188 PAPALLACTA*. INAMHI.
- Lasso, G. (2009). *Guión Turístico de la Reserva Ecológica Cayambe- Coca*. Quito: Fundación Ecológica Rumicocha.
- Lozano, Z. (2011). *Muestreo con fines de caracterización y evaluación de propiedades de los suelos*. Maracay: Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.
- Luteyn, J. (1999). *Paramos: A Checklist of Plant Diversity, Geographic Distribution and Botanical Literature*. Nueva York: Memoirs of the New York Botanical Garden.
- Mattos, R. (1999). *Erosión y transporte de sedimentos*. UNESCO.
- Ministerio de Turismo. (2015). *Reglamento Especial de Turismo en Áreas Naturales Protegidas*. Quito: Registro Oficial No 672: 19 de enero de 2016.
- Ministerio del Ambiente. (1998). *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cayambe Coca*. Quito: Proyecto SUBIR - INEFAN-GEF.
- Ministerio del Ambiente. (2008). *Términos de Referencia para la Actualización del Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cayambe Coca*. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Plan de Manejo del Parque Nacional Cayambe Coca*. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Acuerdo Ministerial No. 006*. Quito: Registro Oficial: 11 de abril de 2012.



- Ministerio del Ambiente. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Código Orgánico Ambiental*. Quito: Registro Oficial No 983: 12 de abril de 2017.
- Ministerio del Ambiente. (5 de Febrero de 2017). *Estadísticas del Crecimiento Turístico 2017*. Quito, Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural. Obtenido de [www.mae.gob.ec](http://www.mae.gob.ec)
- Ministerio del Ambiente. (2018). *Estadísticas de Registro de Visitantes del Parque Nacional Cayambe Coca*.
- Oltremari, J. (1993). *El Turismo en los Parques Nacionales y otras Áreas Protegidas de América Latina*. (Vol. Documento técnico N° 11). Santiago, Chile: Proyecto FAO - PNUMA.
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Quito: Registro Oficial No 109: 06 de marzo de 1995.
- Organización Mundial del Turismo. (2004). *Gestión de la Saturación Turística en Sitios de Interés Natural y Cultural*. Madrid: OMT.
- Ortíz, M. (2007). *Plan de Desarrollo Sustentable de la Cuenca del Río Oyacachi dentro de la Comunidad del mismo nombre*. Quito.
- Pedersen, A. (2005). *Gestión del Turismo en Sitios del Patrimonio Mundial: Manual Práctico para Administradores de Sitios del Patrimonio Mundial*. París: UNESCO.
- Quintero, G. (1980). *Suelos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Romo, M. (2016). *Análisis del Impacto de la Actividad Ganadera en la Cobertura Vegetal de los Páramos del Parque Nacional Llanganates*. Quito: Trabajo de Grado presentando para optar al Grado de Magister en Ecoturismo y Manejo de Áreas Naturales. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Schneider, O. (1947). *Clasificación y nomenclatura del instrumental meteorológico, geofísico e hidrológico*. Buenos Aires: Servicio Meteorológico Nacional.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013- 2017*. Quito: Plan Nacional de Desarrollo.
- Stankey, G., Cole, D., Lucas, R., Petersen, M., & Frissell, S. (1985). *The Limits of Acceptable Change (LAC) System for Wilderness Planning*. Ogden: General Technical Report.
- Toasa, A. (2011). *Manejo de Páramos y Uso Vertical de Pios Ecológicos: Estudio Comparativo entre Comuneros Indígenas del Parque Nacional Cayambe- Coca y hacendados del Parque Nacional Cotopaxi*. Quito: Trabajo de Grado presentado para optar al Grado de Magister de la Universidad FLACSO Ecuador.