

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**“Estimación de la Capacidad de Carga Turística en los Senderos de  
la Reserva Natural Volcán Mombacho, Granada Nicaragua”**

**Autor: Br. Mario Alberto Garnier Vásquez**

**Asesora: Ing. MSc. Matilde Somarriba Chang**

**Managua, Junio de 2005**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis es dedicado en primera instancia al supremo creador de todas las cosas, Jesús Cristo, quien es el principal infundador de la sabiduría y quien ha sido la máxima fortaleza que me ha sobreseído durante toda esta primera etapa de mi vida.

A mi familia que me ha dado todo el apoyo posible, y los ánimos necesarios para hoy haber podido culminar este gran reto de la supervivencia.

A mi sacrificada madre, Martha Vásquez, quien ha transmitido todos los valores con los que he podido salir adelante.

A mis hermanos que siempre confiaron en mi persona y me han dado su apoyo incondicional.

A mis verdaderos amigos y amigas que han estado siempre anuentes a brindarme todo el apoyo que pudiesen.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme brindado la vida para que yo pudiese culminar este primer paso de mi vida profesional.

Al programa PhD/UNA/SLU por haber suministrado los recursos financieros necesarios con los que fue posible la realización de este estudio de tesis.

A Fundación Cocibolca encargada de la administración del Área Protegida donde se realizó este estudio, por haber permitido y facilitado todos los insumos esenciales para la realización de esta tesis.

Especial agradecimiento merecen el Ing. MSc. Javier López y su señora esposa Ing. Jeannette Acevedo de López, por ser los principales promotores de que yo sea hoy un Ing. En Recursos Naturales Renovables.

También agradezco a la Ing. MSc. Matilde Somarriba Chang quien tuvo toda la disposición necesaria en el asesoramiento de esta tesis, y por haberme permitido trabajar a su lado.

*A todos ellos gracias, y que Dios les bendiga.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA _____	ii
AGRADECIMIENTO _____	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO _____	iv
ÍNDICE DE ANEXOS _____	vii
ÍNDICE DE TABLAS _____	viii
RESUMEN _____	ix
SUMMARY _____	x
<b>I. INTRODUCCIÓN _____</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS _____</b>	<b>3</b>
<b>2.1. OBJETIVO GENERAL: _____</b>	<b>3</b>
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: _____</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA _____</b>	<b>4</b>
<b>3.1. ÁREAS PROTEGIDAS _____</b>	<b>4</b>
<b>3.2. SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SINAP) _____</b>	<b>4</b>
<b>3.3. CO-MANEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS _____</b>	<b>5</b>
<b>3.4. TURISMO EN ÁREAS PROTEGIDAS _____</b>	<b>6</b>
3.4.1. Turismo Convencional _____	6
3.4.2. Turismo de Aventura _____	6
3.4.3. Turismo Rural _____	7
3.4.4. Ecoturismo _____	7
<b>3.5. TURISMO EN ÁREAS PROTEGIDAS DE NICARAGUA _____</b>	<b>8</b>
<b>3.6. IMPACTOS QUE GENERA EL TURISMO _____</b>	<b>9</b>
<b>3.7. ANTECEDENTES SOBRE ESTUDIOS DE CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA _____</b>	<b>10</b>
<b>3.8. CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA _____</b>	<b>11</b>
3.8.1. Limite De Cambio Aceptable (LAC) _____	11
3.8.2. Manejo del Impacto de Visitantes (VIM) _____	12
3.8.3. Capacidad de Carga Turística (CCT) _____	12
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS _____</b>	<b>14</b>
<b>4.1. LOCALIZACIÓN _____</b>	<b>14</b>
<b>4.2. HISTORIA _____</b>	<b>14</b>
<b>4.3. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS _____</b>	<b>15</b>
4.3.1. Aspectos Bióticos _____	15
4.3.1.1. Flora _____	15
4.3.1.2. Fauna _____	16

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
4.3.2. Aspectos Abióticos _____	17
4.3.2.1. Clima _____	17
4.3.2.2. Geología y geomorfología _____	18
4.3.2.3. Hidrología _____	18
4.3.2.4. Topografía y pendientes _____	19
4.3.2.5. Suelos _____	20
<b>4.4. PLAN DE MANEJO _____</b>	<b>20</b>
4.4.1. Objetivos del la Reserva Natural Volcán Mombacho _____	21
<b>4.5. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS SELECCIONADOS _____</b>	<b>21</b>
4.5.1. Sendero “El Cráter” _____	21
4.5.2. Sendero “El Puma” _____	21
4.5.3. Sendero “El Cafetal” _____	22
4.5.4. Zona de Parqueo _____	22
4.5.5. Centro de Visitantes y Albergue _____	22
<b>4.6. METODOLOGÍA _____</b>	<b>23</b>
4.6.1. Revisión del Plan de Manejo _____	23
4.6.2. Estimación de la Capacidad de Carga Turística _____	23
4.6.3. Cálculo de la Capacidad de Carga Física _____	24
4.6.4. Cálculo de la Capacidad de Carga Real _____	25
4.6.4.1. Factor de corrección social (FC social): _____	26
4.6.4.2. Factor de corrección erodabilidad (FCero): _____	27
4.6.4.3. Factor de corrección accesibilidad (FCacc): _____	28
4.6.4.4. Factor de corrección anegamiento (FCane) _____	29
4.6.4.5. Factor de corrección cierres temporales (FCctem) _____	30
4.6.4.6. Calculo Final de la Capacidad de Carga Real _____	31
4.6.5. Cálculo de la Capacidad de Carga Efectiva _____	31
4.6.5.1. Cálculo de la Capacidad de Manejo _____	32
<b>4.7. TIPIFICACIÓN DE TURISTAS Y CAPACIDAD DE CARGA _____</b>	<b>34</b>
<b>4.8. COBERTURA DE SENDEROS _____</b>	<b>35</b>
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____</b>	<b>37</b>
<b>5.1 REVISIÓN DEL PLAN DE MANEJO _____</b>	<b>37</b>
<b>5.2 CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA _____</b>	<b>38</b>
5.3.1. Sendero El Cráter: _____	39
5.3.2. Sendero El Puma: _____	39
5.3.3. Sendero El Cafetal: _____	39
<b>5.3 CAPACIDAD DE CARGA REAL _____</b>	<b>40</b>
5.4.1. Factor de corrección social (FC social): _____	40
5.4.2. Factor de corrección erodabilidad (FCero): _____	42
5.4.3. Factor de corrección accesibilidad (FCacc): _____	43
5.4.4. Factor de corrección anegamiento (FCane): _____	43
5.4.5. Factor de corrección cierres temporales (FCctem): _____	44
5.4.6. Cálculo Final de la Capacidad de Carga Real: _____	44
<b>5.4 CAPACIDAD DE CARGA EFECTIVA _____</b>	<b>46</b>
5.4.1. Cálculo de la Capacidad de Manejo _____	46
<b>5.5 CAPACIDAD DE CARGA DE ESTUDIANTES Y ECOTURISTAS _____</b>	<b>49</b>
<b>5.6 ESTIMACIÓN DE ESCENARIOS _____</b>	<b>51</b>

## CONTENIDO

## PÁGINA

<b>5.1.</b>	<b>VISITACIÓN DEL MOMBACHO</b>	<b>52</b>
<b>5.7</b>	<b>COBERTURA DE SENDEROS</b>	<b>54</b>
5.7.1.	Análisis Estadísticos de Cobertura Vegetal en los Senderos	56
5.7.1.1.	Sendero El Cráter:	57
5.7.1.2.	Sendero El Puma:	58
5.7.1.3.	Sendero El Cafetal:	58
VI.	CONCLUSIONES	60
VII.	RECOMENDACIONES	63
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Anexo 1: Cálculo de la Capacidad de Manejo (Infraestructura) del Reserva Natural Volcán Mombacho, Noviembre 2003. _____	70
Anexo 2: Cálculo de la Capacidad de Manejo (Equipamiento) de la Reserva Natural Volcán Mombacho, Noviembre 2003. _____	71
Anexo 3: Cálculo de la Capacidad de Manejo (Personal) de la Reserva Natural Volcán Mombacho, Noviembre 2003 _____	73
Anexo 4: Datos Obtenidos en la Medición de Cobertura de Senderos: _____	74
Anexo 5: Testigos Para la Medición de Coberturas de Senderos _____	76
Anexo 6: Tablas Obtenidas Durante Los Análisis Estadísticos De Cobertura De Senderos. _____	78

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Tabla 1.</b> Grados de eordabilidad propuestos por Cifuentes y modificados para aplicar en RNVM .....	<b>28</b>
<b>Tabla 2.</b> Grado de dificultad de acuerdo a la pendiente sobre los senderos .....	<b>29</b>
<b>Tabla 3.</b> Valoración y calificación de los criterios de Capacidad de Manejo.....	<b>33</b>
<b>Tabla 4.</b> Resumen de los cálculos de la Capacidad de Manejo .....	<b>47</b>
<b>Tabla 5.</b> Capacidad de carga física, real y efectiva para los tres senderos: El Cráter, El Puma y El Cafetal. Reserva Natural Volcán Mombacho, Granada. ....	<b>47</b>
<b>Tabla 6.</b> Capacidad de carga física, real y efectiva para los senderos: El Cráter y El Cafetal; calculadas de acuerdo al tipo de visitante: Estudiantes y Ecoturistas.....	<b>50</b>
<b>Tabla 7.</b> Escenarios propuestos para los senderos de la Reserva Natural Volcán Mombacho .....	<b>52</b>
<b>Tabla 8.</b> Resultado de la medición de cobertura de senderos .....	<b>54</b>
<b>Tabla 9.</b> Resumen de los análisis estadísticos aplicados a los senderos en estudio.....	<b>56</b>

## RESUMEN

Las áreas protegidas en Nicaragua abarcan el 18% del territorio nacional. Los planes de manejo aprobados por el SINAP del MARENA contemplan la posibilidad de actividades turísticas de bajo impacto en éstas (Ecoturismo), modalidad de turismo selectivo caracterizada como una experiencia de visita a áreas naturales, para comprender la historia natural y la cultura local, con apoyo de la interpretación y de la educación ambiental (Buitelaar, R. 2001).

Para determinar la Capacidad de Carga Turística (CCT) de un área, es necesario conocer la relación existente entre los parámetros de manejo del área y los parámetros de impacto de las actividades a realizar en esta zona y de esta manera, tomar decisiones para estimar su capacidad de carga. Ésta funciona como una estrategia potencial para reducir los impactos de la recreación de los visitantes en Áreas naturales Protegidas (Kuss, Graefe & Vaske, J. 1990).

Este estudio identifica los principales factores que inciden en la determinación de la CCT de los senderos *El Cráter*, *El Puma* y *El Cafetal* de la Reserva Natural Volcán Mombacho. La Capacidad de carga turística se consideró tal y como propone Cifuentes en su metodología, en tres niveles: Capacidad de Carga Física (CCF), Capacidad de Carga Real (CCR) y Capacidad de Carga Efectiva (CCE) (Cifuentes, M. 1999).

Se estimó la Capacidad de Manejo (CM) de la RNVM, en 74.24%, obteniendo en el sendero El Cráter una CCE de 442 visitas/día, en el sendero El Puma de 93 visitas/día, y en el sendero El Cafetal de 753 visitas/día. Si se lograra un incremento de la CM en un 80%; el sendero El Cráter incrementaría su CCE a 476 visitas/día; el sendero El Puma a 101 visitas/día; y el sendero El Cafetal a 811 visitas/día. Este escenario está calculado para visitantes con propósitos eco turísticos. Considerando que el acceso al sendero El Puma es bajo supervisión, la CCT de este sendero no limitará la visitación de los sendero El Cráter y El Cafetal.

Debido a que las visitas de estudiantes de colegio, muestran un comportamiento diferente al de los visitantes con fines de ecoturismo, se realizó el cálculo considerando dichos elementos en los factores de corrección solamente para los Sendero El Cráter y El Cafetal (El Puma no es frecuentado por estudiantes de colegio). La CCE para estudiantes en el sendero El Cráter fue de 236 visitas/día, con una CM del 74.24%, y para un escenario del 80% de CM se calcula en 255 visitas/día; para el sendero El Cafetal se calculó en 403 visitas/día a un 74.24% de CM y 434 visitas/día a una CM del 80%.

Las visitas máximas reportadas para el año 2003 fueron en los meses de Enero y Junio, con 298 y 305 visitas/día; en el año 2002 se reportan los meses de Marzo y Mayo con 366 y 298 visitas/día; la visitación al Sendero El Cráter no excede aún la CCE calculada, no así si los visitantes fueran estudiantes de colegio. Si la tendencia de la visitación continua incrementándose con los años, se requerirá que la administración de la RNVM restrinja el número de visitas en los períodos picos de las mismas.

Los análisis de la cobertura vegetal actual, reflejan para el sendero El Cráter mayores disturbios en el lateral derecho con 0.96m y mayor cobertura en el lado izquierdo (29.31%); en El Puma, los mayores disturbios se producen en el lado izquierdo (1.17 m), sin embargo, al mismo lado se reporta el mayor porcentaje de cobertura (34.12%). El sendero El Cafetal mostró mayor afectación a su izquierda con 2.81m y mayor cobertura vegetal en el lado contrario (70%). Los análisis estadísticos reflejaron que existen diferencias significativas entre los datos de cobertura vegetal en todos los senderos y su comparación con los datos testigos.

## SUMMARY

Nicaragua protected areas encompass about 18% of its territory (MARENA, 2000). Protected Area management plans approved by SINAP (National Protected Areas System) at the Ministry of Environment and Natural Resources (MARENA) consider the possibility of low impact tourism activities (Ecotourism). This is a selective tourism modality such as Adventure Tourism, Educational – Scientific Tourism, or Rural Tourism associated with buffer zones, are other options for the development of highly valued natural areas (Buitelaar, R. 2001).

To determine Visitor carrying capacity (VCC) of a specific site is necessary to know the relationship between the protected area management categories with the parameters of impact from the activities developed in the area. In that way be able to take decisions to estimate its carrying capacity. The VCC works as a potential strategy to reduce recreational impacts in Natural Protected Areas (Kuss, Graefe & Vaske, J. 1990).

This study identifies the main factors that affect the VCC of the walking trails: *El Cráter, El Puma y El Cafetal* de la Reserve Natural Volcano Mombacho. Visitor carrying capacity is considered at three consecutive levels: Physical carrying capacity, Real carrying capacity (RCC) and Effective carrying capacity (ECC) (Cifuentes, M. 1992).

The Management Capacity of the NRMV estimated was 74.24%, resulting for the walking trail El Cráter an ECC of 442 visits/day; for El Puma, 93 visits/day; and for El Cafetal, 753 visits/day. If the MC would increase up to 80%; the walking trail El Cráter ECC Hill increase to 476 visits/day; El Puma to 101 visits/day; and El Cafetal to 811 visits/day. Este escenario está calculado para visitantes con propósitos eco turísticos. Considering that the entrance to El Puma is in the company of a guide, therefore more controlled and not for all visitors. The tourist Carrying capacity of this walking trail wouldn't limit the visits to the walking trails El Cráter and El Cafetal.

Due to scholar visitors show a different behavior than ecotourism visitors, it was considered in the calculation of the correction factors for the walking trails El Cráter and El Cafetal (El Puma is not visited for scholars). The ECC for students on the walking trail El Cráter was 236 visits/day, con una CM del 74.24%, and for a scenario of 80% of MC it was calculate to be 255 visits/day; for the walking trail El Cafetal was determined at 403 visits/day for a 74.24% of MC and 434 visits/day for the scenario of 80% MC.

The maximum number of visits registered for 2003 were during January and June, with 298 and 305 visits/day, respectively; in 2002 were reported the months March and May, with 366 and 298 visits/day; the actual number of visitors to the walking trail El Cráter still do not exceed the ECC calculated. Nevertheless this is not the case when comes to scholar visitors. If the trend of visitation continues increasing in the following years, it will be necessary for the NRMV administration to restrict the number of visits during the top periods of visits.

The vegetation cover analysis, in the case of El Cráter, shows greater area disturbed on the right side with 0.96 m affected. As well as the percentage of vegetation cover is bigger in the left side (29.31%); in El Puma, the greatest disturbances occur in the left side with 1.17 m; however at the same side are found the biggest percentage de vegetation cover (34.12%). The walking trail El Cafetal showed bigger affectation at the left with 2.81 m and greater vegetation cover on the opposite side (70%). The statistical analysis confirms there are significant differences between vegetation cover in all the walking trails compared to the control plots

## I. INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad por conservar la biodiversidad in situ ha puesto de manifiesto lo muy relevante e importante que resulta el desarrollo de áreas protegidas en los países de Centro América. Estas áreas protegidas se han convertido pues en una herramienta para la conservación de los recursos naturales y juegan un papel vital en el cambio económico y social de las comunidades locales y por ende de los países donde se encuentran (Borrie, et. al. 1989).

Estas áreas protegen de forma intangibles la integridad de los procesos sucesionales y evolutivos, así como otras características estéticas, paisajísticas y culturales que puedan contener. Dada esta complejidad de riqueza natural que acogen, se ha creado un especial interés tanto científica y educativa como recreativa por dichas áreas, permitiéndose el desarrollo de éstas prácticas sobre las mismas (Arana, et. al 2003).

El turismo en áreas naturales con fines recreativos se ha convertido en la actualidad es una actividad económica muy importante puesto que en los últimos años ha venido visualizándose como uno de los sectores mas productivos de la economía de muchos países (Ejzman, 2000).

Este creciente aumento de visitación de áreas naturales acarrea como consecuencia, la necesidad de desarrollar herramientas que permitan mejorar el manejo del área, las cuales deben ser rigurosamente planificadas para alcanzar los objetivos por los cuales fue creada y, a la vez, lograr que los visitantes tengan una experiencia de calidad y puedan satisfacer sus expectativas (Cifuentes, 1999).

La determinación de la capacidad de carga turística, constituye una herramienta de planificación que permite obtener una aproximación de uso de las áreas destinadas al uso público por lo que sustenta y requiere de decisiones de manejo (Cifuentes, 1992; Ejzman, 1997). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una

serie de factores ecológicos, físicos, económicos y culturales (Moore, 1993). Es una estrategia potencial para reducir los impactos de la recreación de los visitantes en Áreas Naturales Protegidas (Kuss, Graefe y Vaske 1990; Cifuentes et al. 1999).

La Reserva Natural Volcán Mombacho, es una de las áreas protegidas de Nicaragua que no cuenta con esta herramienta de planificación. Sin embargo, en los últimos cinco años se ha registrado un aumento considerable de visitantes a esta área natural, explicado por la gran riqueza ecológica extraordinaria que posee (Sánchez, 2003), por lo que se hace necesario establecer su capacidad de carga efectiva dado que el desarrollo de actividades como turismo tradicional de masas y sin control puede conllevar a la degradación del área, generando pérdidas en la biodiversidad biológica y cultural que son la base del atractivo turístico (Ejzman, 2000).

El presente estudio de investigación pretende poner en práctica estas herramientas de los cuales se ha prescindido en el manejo de áreas naturales, por lo que evalúa la *Capacidad de Carga Turística Efectiva* en la Reserva Natural Volcán Mombacho pretendiendo colaborar en este aspecto con criterios más efectivos de decisiones en cuanto al manejo del área protegida.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL:**

Brindar recomendaciones para el manejo y regulación de los visitantes, basadas en la capacidad de carga turística para los sitios de uso público de la Reserva Natural Volcán Mombacho, Granada.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Analizar el plan de manejo de la Reserva Natural Volcán Mombacho sobre los aspectos que determinan el manejo del ecoturismo en el área protegida.
2. Calcular la capacidad de carga turística para los senderos El Cráter, El Puma y El Cafetal, en conjunto con los administradores de la Reserva.
3. Evaluar el impacto de la visitación sobre la cobertura vegetal en los senderos de la Reserva Natural Volcán Mombacho.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1. ÁREAS PROTEGIDAS**

Las áreas protegidas se definen como aquellas que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora, fauna silvestre y otras formas de vida, así como la biodiversidad y la biosfera, sus objetivos son restaurar y conservar fenómenos geomorfológicos, sitios de importancia histórica, arqueológica, cultural, escénicos recreativos (MARENA, 1999).

En los años cincuenta, el razonamiento fundamental para adoptar medidas de conservación se centraba en la necesidad de proteger la fauna silvestre salvo aquella que afectaba el cultivo y el ganado, declarando así, bajo este concepto, la primer área protegida en Nicaragua bajo la categoría de refugio de vida silvestre en 1958 (MARENA, 2002).

Ya en los años setenta se incorpora el concepto de parques nacionales como áreas libres de asentamientos humanos dedicados a la preservación de hábitats donde se prohibía la caza, la pesca y tala de bosques y como iniciativa para desarrollar un sistema de áreas protegidas, declarándose así el Parque Nacional Volcán Masaya en mayo de 1997 (MARENA, 1999).

Entre los años 1979 y 1987 surgió la iniciativa para ordenar y crear un Sistema Nacional de Áreas Protegidas emitiéndose en la ley orgánica del Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales (IRENA -hoy MARENA-), ya en los años noventa el número de áreas protegidas y los criterios y conceptos se ampliaron tornándose complejos y llegando a tomar en cuenta incluso los recursos culturales (MARENA, 2002).

#### **3.2. SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SINAP)**

Es definido como el conjunto de áreas silvestres de relevancia ecológica y social a nivel local, nacional e internacional denominadas bajo categorías de manejo que permiten cumplir políticas y objetivos nacionales de conservación (MARENA, 1999).

Actualmente el *SINAP* cuenta con 76 áreas protegidas clasificadas en ocho categorías de manejo que abarcan una superficie equivalente al 18 % del territorio nacional (MARENA, 1999).

Este sistema de áreas protegidas se incorporó con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible del país en vista de su capacidad de proporcionar bienes y servicios que podrían ayudar a la población a mejorar su nivel de vida (MARENA, 2002).

La creación del *SINAP* en Nicaragua es percibido como un instrumento de planificación en la administración de las áreas protegidas perpetuado en sus componentes que abarcan: esfuerzos encaminados a la demarcación de límites de las áreas y reasignación de categorías, definición de áreas prioritarias, creación de nuevas áreas protegidas, etc. (MARENA, 2002).

Este sistema tiene la función de promover programas de educación ambiental, de investigación científica, de planificación y administración de las áreas protegidas, así como la elaboración de planes de manejo y promoción de las actividades turísticas (MARENA, 2002).

### **3.3. CO-MANEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS**

Es un modelo de administración colaborativo de áreas protegidas en el cual el gobierno cede en administración un área protegida o la maneja en conjunto con instituciones privadas, gobiernos locales, ONG's, universidades y/u otras instituciones científicas (MARENA, 1999).

En Nicaragua existen actualmente siete áreas protegidas que cuentan con convenios de co-manejo cedidas a seis organizaciones no gubernamentales. Los convenios de co-manejo tienen un periodo de hasta de quince años prorrogables los cuales si por algún motivo el organismo co-manejante no puede o se siente incapacitado de seguir la administración del

área protegida cedida, puede dar por terminado el convenio restaurando las condiciones en que se le fue entregada el área (MARENA, 1999).

Los organismos co-manejantes pueden desarrollar actividades de recreación y turismo, tal como lo permite el reglamento de áreas protegidas, siempre y cuando esta u otra actividad desarrollada por el ONG no promueva la degradación del recurso natural.

### **3.4. TURISMO EN ÁREAS PROTEGIDAS**

El modelo tradicional de turismo se centraba en llenar expectativas sobre lugares exóticos, sitios paradisíacos donde abundaban el sol y las playas. Sin embargo, este modelo tradicional ha venido evolucionando e incorporando servicios adicionales como la animación turística, el ecoturismo, turismo de aventura, turismo cultural, entre otras formas de entretenimiento conocido en la actualidad como turismo alternativo (MARENA, 2002).

La nueva visión del turista está enfocada a un turismo que promueva la calidad ambiental (aire limpio, playas limpias) surgió debido a la aptitud del viajero turista que contaminaba los lugares con fines turísticos (Molina, 2000).

#### **3.4.1. Turismo Convencional**

También conocido como el modelo “*Sol y Playa*”, es un producto propio de la sociedad urbana e industrial, produce formas poco creativas o consumistas de aprovechamiento del tiempo libre (Molina, 2000).

#### **3.4.2. Turismo de Aventura**

Es conocido como turismo deportivo, turismo de adrenalina o turismo de reto. Surge a raíz de que muchos aficionados buscan experiencias que alteren sus emociones para probar sus habilidades. Se destacan en este tipo de turismo el *Trekkig* o caminatas largas de expediciones, el *Rafting* o navegación en balsas por ríos con raudales continuos, Kayak de

mar que es una embarcación muy pequeña de excursiones sobre aguas estables, *Escaladas en Rocas, Alpinismo de Montaña, Ciclismo de Montaña, Parapente, Hang Gliding, Buceo, Surfing* y el *Paracaidismo* (Molina, 2000).

### **3.4.3. Turismo Rural**

Es llamado también agroturismo, turismo de finca o agroecoturismo. Se trata de un turismo de bajo impacto y sociocultural que facilita vivencias y experiencias que enriquecen el desarrollo de la personalidad y recuperación del equilibrio físico y psicológico del turista mediante la convivencia con los pobladores de la zona, reintegra al turista al ámbito de la naturaleza y permite realizar modalidades mas participativas de recreación (Molina, 2000).

### **3.4.4. Ecoturismo**

Es un segmento especializado del turismo, que consiste en viajar o visitar áreas naturales relativamente sin disturbar, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisajes, flora y fauna silvestre) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (presente o pasado) que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y socioeconómico de las poblaciones locales (Zamorano, 2002).

Es en sí un movimiento nuevo conservativo basado en la industria turística que define viajes responsables que conservan el entorno y sostienen el bienestar de la comunidad local (Zamorano, 2002), de hecho se trata de un modelo el cual cumple con las necesidades económicas, sociales y estéticas, preservando la integridad cultural, los procesos ecológicos fundamentales, la biodiversidad y los ciclos vitales.

### 3.5. TURISMO EN ÁREAS PROTEGIDAS DE NICARAGUA

A nivel Centroamericano, Nicaragua es el país que contiene los menores ingresos por turismo con un 4.72% en comparación con Guatemala que devenga ingresos del 22.65% y Costa Rica con un 138%, sin embargo, a partir de 1990 la llegada de turistas al país ha incrementado de 105 mil en 1995 a 475 mil en 1999 lo que representa un crecimiento entre el 10 y 20% anual (Dávila, 2002).

Las principales modalidades de actividad turística desarrolladas en el país son el ecoturismo, agroturismo, turismo de investigación y científico. En materia ecoturística, las actividades desarrolladas consisten en visitas a paisajes terrestre y ecosistemas variados, visitas a paisajes volcánicos, marinos y costeros, insulares y la interacción entre el entorno cultural-ambiente natural (Somarriba, M. et al. 2001).

El ecoturismo es en sí la actividad mas desarrollada en Nicaragua, el sistema nacional de áreas protegidas contiene grandes potenciales para el desarrollo del mismo, sin embargo la utilización intensiva e inadecuada promueve la degradación progresiva de las áreas.

En Nicaragua los planes de manejo que han sido aprobadas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ministerio de Ambiente y Recursos naturales (MARENA) contempla la posibilidad de realizar actividades turísticas de bajo impacto en las categorías de áreas protegidas 1 y 3 (Reserva Biológica y Refugio de Vida Silvestre) y de actividades turísticas en las categorías, 2, 4, 6, 7, 8 y 9 (Parques Nacionales, Reserva Natural, Monumento Nacional, Monumento Histórico, Paisajes Terrestres y/o Marinos Protegidos y Reserva de Biosfera respectivamente) restringiendo cualquier actividad turísticas en las categorías 5 y 10 (Reserva de Recursos Genéticos y Reserva Forestal) tal y como se afirma en la Ley 306 ó *Ley de Incentivos para la Industria Turística en Nicaragua* (La Gaceta, No. 117).

### **3.6. IMPACTOS QUE GENERA EL TURISMO**

La actividad económica es el principal causante de la contaminación, la tecnología aprovecha una mínima parte de las cantidades excesivas de recursos naturales que consume y desecha residuos químicos dañinos todo ello conduce a la destrucción ecológica y frena el desarrollo turístico (Molina, 2000).

Sin embargo, el turismo también genera impactos no solo en la economía del país, sino además sobre el recurso utilizado, en tal caso se refiere al área natural que está siendo explotada turísticamente.

Estos impactos estimados con negatividad, se ven reflejados en la compactación del suelo logrando que aumente su densidad aparente, disminuya su porosidad y permita la erosión eólica e hídrica (Somarriba, M. et al. 2001).

En el recurso hídrico, los impactos no son tan obvios, las partículas contaminantes orgánicas e inorgánicas son arrastradas y dan paso a la proliferación de algas dañinas para la salud, también se puede dar por desechos de aguas residuales, y otros.

El impacto sobre la vegetación es causado por las caminatas, los campamentos, el uso de vehículos de motor, construcciones sobre la misma vegetación, y otros. En la fauna, debido a la caza, pesca y colección de ejemplares, la sola presencia del ser humano basta para causar disturbios en la actividad de la fauna silvestre, se agrava cuando las personas usan vestimentas con colores brillantes (Zamorano, 2002).

Otros impactos son observados en la estética, provocada por el vertimiento de basura, el vandalismo, por construcción de infraestructura, en el aspecto sanitario, dado que la misma basura afecta al turista; y cultural, por saqueos y excavaciones por coleccionistas ilegales.

Debido a esto y a otros factores que contribuyen a la degradación del ambiente, se ha visto la necesidad de definir los conceptos de capacidad de carga como una necesidad de fijar

limites de posibles cambios en las áreas donde se están presentando distorsiones sobre el ambiente (Cifuentes, M. 1992).

### **3.7. ANTECEDENTES SOBRE ESTUDIOS DE CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA**

El problema de la determinación de la capacidad de carga turística no es un tema nuevo, este se remonta a los años ochenta dada la surgente preocupación por los conflictos que se estaban presentando debido a la creciente demanda por visitación de áreas naturales protegidas, sin embargo, esta herramienta no logró el auge necesario ni fue difundida con la misma intensidad que otras por razones de criterios de importancia.

En la actualidad se está tornando cada vez más imprescindible y urgente la aplicación de esta, así podemos mencionar su aplicación en lugares tales como la Reserva Biológica de Carara (Cifuentes et al., 1990), en el Parque Nacional Manuel Antonio (Rodríguez, 1992), en el Refugio de Vida Silvestre La Marta (Acevedo E., 1997), en la Reserva Absoluta Cabo Blanco, Reserva Ecológica Monteverde, Estación Biológica La Selva, Monumento Nacional Guayabo (Fundación Neotrópica, 1992), en el Parque Nacional Tapantí Macizo de la Muerte (Girón, et al. 2003), todas estas áreas encontradas en Costa Rica. Otros lugares son: en el Parque Nacional Galápagos en Ecuador (Cayot, 1996) y en el Parque Nacional Marino Fernando de Noroña, en Brasil (Mitraud, 1998).

En Nicaragua los estudios de capacidad de carga turística para áreas protegidas no se han tomado en cuenta, por lo que muchas de las áreas están siendo aprovechadas turísticamente sin tener en cuenta este criterio de manejo y se han basado solo en apreciaciones y criterios de administración que en algunos casos ha resultado efectivo, y en otros no muy satisfactorio.

La Reserva Natural Volcán Mombacho, después de su declaración como Reserva Natural por decreto ejecutivo No. 1320 del 8 de Septiembre de 1983, ha experimentado en los últimos años una creciente visitación al área por lo que ha visto la necesidad de incorporar

en su plan de manejo, una propuesta para desarrollar un monitoreo de elementos y factores que ayuden a determinar la capacidad de carga de los sitios en uso visualizado esto como una gran necesidad dada la creciente visitación que ha tenido en los últimos años calculándose para el año 2002 de 27,000 visitantes y de 27,560 visitantes para el año 2003 (datos proporcionados por Fundación Cocibolca).

### **3.8. CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA**

Es la capacidad de carga del medio biofísico y social en relación exclusivamente con la actividad turística y el desarrollo turístico. Se refiere al nivel máximo de usos de visitantes e infraestructura correspondiente que un área puede soportar sin que se provoquen efectos perjudiciales sobre los recursos, disminuya la calidad de satisfacción del visitante o se ejerza un impacto adverso sobre la sociedad, economía o cultura de un área (Cifuentes, M. 1992).

En este concepto intervienen factores que tienen que ver más con apreciaciones e intereses humanos que con el medio ambiente por lo que ha creado grandes controversias en su definición (Cifuentes, M. 1992).

La capacidad de carga es un concepto relativo que envuelve consideraciones de juicio y científicos, presenta un rango de valores los cuales deben ser asociados a los objetivos de manejo específicos para un área dada. (Kuss, F.; Graefe, A.; and Vaske, J. 1990).

#### **3.8.1. Limite De Cambio Aceptable (LAC)**

El enfoque de esta metodología se centra en el establecimiento de límites cuantificables de los cambios inducidos por el hombre en las condiciones biofísicas y sociales del área en uso y en definir estrategias apropiadas de manejo para mantener y/o restaurar las condiciones en las que se encontraba el área antes de su explotación.

Las normas de los límites del LCA se basan en condiciones clasificadas desarrolladas para diferentes entornos sociales y ecológicos, apoyados en el postulado de ofrecer opciones tanto a la administración del área como al público usuario. Hace énfasis en las condiciones deseables y se basa en juicios y criterios prácticos al ofrecer un rango de alternativas, sin embargo surgen confrontaciones en cuanto a tomas de decisiones administrativas en el área protegida (Mc Cool and Stephen F. 1996).

### **3.8.2. Manejo del Impacto de Visitantes (VIM)**

Es una técnica que permite evaluar y manejar los impactos en el ambiente y en la calidad de la experiencia del visitante, producidos por el incremento de estos en un área protegida, parte del conocimiento de que la determinación de la calidad del ambiente y de la experiencia del visitante es compleja y esta interrelacionada con diversos factores como la diversidad del ecosistema o condiciones naturales del área, las expectativas del visitante la imagen que se tenga del área, factores socioculturales, condiciones climatológicas, etc.

Es una metodología práctica que permite identificar condiciones problemáticas, determina los factores causales potenciales que pudieran repercutir en la ocurrencia y/o agravamiento de los impactos inaceptables y seleccionar estrategias de manejo para mejorar tales impactos (Ceballos-Lascurián, 1994).

### **3.8.3. Capacidad de Carga Turística (CCT)**

Esta se considera en tres niveles: Capacidad de Carga Física, Capacidad de Carga Real y Capacidad de Carga Efectiva (Cifuentes, 1999).

- ❖ **Capacidad de Carga Física:** es el límite máximo de visitas que se pueden hacer al sitio durante un día. Está dada por la relación entre factores de visitas, espacio disponible y a la necesidad de espacio por visitantes.

- ❖ **Capacidad de Carga Real:** es el límite de visitas máximo determinado a partir de la capacidad de carga física de un sitio luego de someterlo a una serie de factores de corrección definidos en función de las características particulares del sitio. Estos factores se obtienen al considerar variables físicas, ambientales, ecológicas, sociales y de manejo.
  
- ❖ **Capacidad de Carga Efectiva:** es el límite máximo de visitas que se puede permitir dada la capacidad para ordenarlas y manejarlas. Es obtenida al comparar la capacidad de carga real con la capacidad de manejo de la administración del área protegida.

Cada uno de los niveles de capacidad de carga constituyen una capacidad corregida de la inmediata anterior por lo que se cumple que la capacidad de carga física será siempre mayor que la capacidad de carga real y ésta a su vez será mayor o igual a la capacidad de carga efectiva ( $CCF > CCR = CCE$ ).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. LOCALIZACIÓN

La Reserva Natural Volcán Mombacho, descrita y decretada en Septiembre de 1983 no aparece soportada por coordenadas precisas ni mapeada oficialmente, sin embargo el Decreto No. 1320 refiere a una cota de protección a partir de los 850 msnm (FUNCOC, 2003).



**Vista panorámica de la Reserva Natural Volcán Mombacho**

Está ubicada en el departamento de Granada a 10 Km. de ésta ciudad y a 50 Km. de Managua, en la orilla occidental del lago de Nicaragua, bajo las coordenadas geográficas de 11° 50' de Latitud Norte y 85° 59' de Longitud Oeste, con una elevación máxima de 1,345 msnm y con una extensión territorial de aproximadamente 578 Ha (FUNCOC, 2003).

### 4.2. HISTORIA

El Volcán Mombacho se encuentra en el departamento de Granada, en las orillas del Lago Nicaragua. A lo largo de su existencia, el volcán ha sufrido varios derrumbes. Posee dos grandes cráteres con forma de herradura formados por el derrumbe de sus paredes que cortaron su cima en la parte noreste y sur.

EL suelo escarpado del lado nordeste del volcán fue el originado por una avalancha que formó lo que hoy se conoce como la península de Asese y Las Isletas de Granada, constituidas por un grupo de 350 pequeñas islas en el lago de Nicaragua. Toda esta actividad se deduce a partir de la topografía del terreno y observaciones geológicas. Por el lado norte del volcán, en la parte baja, se localizan dos conos pequeños y bien conservados, formados de carbonilla.

La única actividad histórica del volcán Mombacho de la que se tiene alguna referencia data del año 1570, cuando un alud dejó en ruinas a un pequeño poblado indígena (de unos 400 habitantes), que habitaban en el lado sur del volcán. Sin embargo esta avalancha no fue acompañada por una erupción volcánica.

El volcán Mombacho es un volcán activo y como puede comprobarse al visitarlo, en su cima pueden encontrarse diversos campos fumarólicos y regiones cálidas, que forman microclimas localizados que ayudan a diversificar las especies vegetales del lugar.

### **4.3. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS**

#### **4.3.1. Aspectos Bióticos**

##### **4.3.1.1. Flora**

La vegetación del Volcán Mombacho es una transición de mosaico entre los diversos ecosistemas presentes dado los diferentes niveles altitudinales que se desarrollan en la ladera volcánica. Los rangos altitudinales, la humedad, el viento y las intervenciones antrópicas son los principales factores que inciden en estas formaciones donde encontramos los siguientes tipos de vegetación:

Bosque enano, encontrado entre los 1,200 y los 1,344 msnm, las familias representativas de este bosque encontradas en la reserva son *Clusiaceae*, *Piperaceae*, *Chlorontaceae* y *Ericaceae*. Este bosque da paso al bosque nuboso o nebliselva el cual se observa entre los rangos de altura de los 860 a los 1,200 msnm. A menor altura le sigue el bosque Semidecídúo que va de los 590 hasta los 900 msnm. El Bosque Decídúo o Bosque Seco se ubica en las partes más bajas del volcán (Sánchez, 2003).

La flora del Volcán Mombacho es catalogada en aproximadamente 752 especies de plantas, distribuidas en 71 familias y 153 géneros (Castañeda et al, 1999). Entre las especies más sobresalientes se encuentran: *Ceiba Pentandra*; *Albizzia Caribazo*; *Plumeria Rubra*,

*Enterolobium Cyclocarpum*, *Esterculia Apetala*, *Clusoia Salvinii*, *Cinecio Arberescen* (Sánchez, 2003).

En el área el principal rubro económico lo representan los Sistemas Agrícolas y Agroforestales de cafetal con sombra rústica, cafetal con sombra especializada, cafetal sin sombra, tacotales, potreros y cultivos, ubicados en las laderas del volcán (Sánchez, 2003).

#### **4.3.1.2. Fauna**

A pesar de su reducido tamaño, se han registrado en el Volcán Mombacho el 27% de las especies de mamíferos del país, el 27 % de las especies de aves, 15% de los anfibios y el 22% de los reptiles de especies que se encuentran en Nicaragua (FUNCOC 2003).

El Volcán Mombacho posee un aproximado de 41 especies de aves con una distribución restringida a pisos altitudinales del cono, entre estas especies podemos mencionar al Loro Nuquiamarillo (*Amazona auropalliata*), Loro Frentiblanco (*Amazona albifrons*), Perico Frentinaranja (*Aratinga canicularis*), Gorgipúrpura (*Lampornis calolaema*), Guardabarranco Común (*Eumomota superciliosa*), Gorgipúrpura (*Lampornis calolaema*), Chochín Casero (*Troglodytes aedon*), Elenia Montañera (*Elaenia frantzii*), Zopilote Real (*Sarcoramphus papas*), entre otros (FUNCOC 2003).

Hasta el momento se han identificado 47 especies de mamíferos en esta área destacándose los Monos Aulladores (*Alouatta palliata*), y Mono Cara Blanca (*Cebus capucinus*), y con especial interés el Perezoso Bigarfiado (*Choleopus hoffmanii*), la Zarigüella Neotropical (*Didelphys marsupialis*), la Zarigüeya Ocelada (*Philander opossum*), al Kinkayú (*Photos flavus*), Coatí (*Nasua narica*), Venado Coliblanco (*Odocoileus virginianus*), y el Jabalí Americano (*Tayassu tajacu*) (FUNCOC 2003).

Unas 15 especies murciélagos entre ellos el Colicorto Común (*Carollia perspicillata*), Frutero Común (*Artibeus jamaicensis*) y el Frutero Llanero (*Artibeus toltecus*). También se

registran 5 especies de roedores pertenecientes a las familias *Peromyscus*, *Oryzomys*, *Orthogeomys*, entre otros (FUNCOC 2003).

Se estiman que un total de 10 especies de anfibios y 36 especies reptiles se encuentran en el área de las cuales se pueden mencionar al Falso Coral Rojo (*Lampropeltis triangulum*), la Gargantilla Roja (*Ninia sebae*) la Bejuquilla Mayor (*Oxybelis fulgidus*) y la Coral Común (*Micrurus nigrocinctus*). De los anfibios, la Rana Maki Ojirroja (*Agalychnis callidryas*) y la Salamandra de Mombacho (*Bolitoglossa mombachoensis*) son localmente comunes dentro de la Reserva (FUNCOC 2003).

### **4.3.2. Aspectos Abióticos**

#### **4.3.2.1. Clima**

El clima predominante en las faldas del Volcán Mombacho es tropical seco; se observan dos estaciones muy diferenciadas la de lluvias, desde Mayo hasta Noviembre, y la seca, que abarca el resto del año. En las cumbres el contraste entre ambas estaciones no es tan marcado, debido a la humedad constante, característicos de los bosques de nebliselvas (Atwood, 1984; FUNCOC, 2003).

La precipitación pluvial promedio anual está entre los 1,200 y 1,800 mm según la altura, ésta permanece en forma de niebla especialmente en los meses de invierno. La temperatura promedio anual en la base del volcán es de unos 27 °C y disminuye aproximadamente 1 °C por cada 150 m. de elevación (FUNDENIC, 1999). El clima es húmedo y frío, con chubascos eventuales casi constantes y de corta duración. (FUNCOC, 2003).

Según los parámetros considerados por Holdridge, en el área existen dos zonas climáticas, una zona subtropical de transición húmeda en la parte baja y una segunda zona montañosa de transición húmeda o nebliselva (Holdridge en Calero y Valerio, 1994).

#### **4.3.2.2. Geología y geomorfología**

El Volcán Mombacho, es la quinta estructura cónica de origen volcánico en el Pacífico Sur del país. Con un paisaje conformado de tres cráteres, el cráter principal mide 1,800 m. de diámetro y 650 m. de profundidad, se encuentra abierto y desplegado hacia el sur debido a un colapso y avalancha sucedido en 1570. Estos se encuentran cubiertos de vegetación y extintos desde hace mucho tiempo (FUNCOC, 2003).

Es un edificio volcánico derruido formado por rocas basálticas. Se observa una gran trinchera de rocas en la ladera norte en dirección a las isletas y otra gran brecha sobre su ladera sur debido al derrumbamiento del cráter. La cumbre del volcán esta coronada por un pico Terminal remanente poco accesible dada las fuertes pendientes de sus paredes (Calero y Valerio, 1994; FUNDENIC, 1999).

Al igual que el resto de la cadena volcánica del pacífico, es considerado como sísmico y volcánico, siendo poco probable una reanudación volcánica del mismo, sin embargo, un sismo fuerte con epicentro en el volcán pudiera desatar y acelerar el proceso de derrumbamiento del volcán como ha pasado en épocas anteriores. De la pared norte del cráter principal se desprende una continua fumarola, y también se registra un campo térmico en la ladera en el lugar llamados los quemados (FUNDENIC, 1999).

#### **4.3.2.3. Hidrología**

La Reserva Natural Volcán Mombacho se ha asociado con el potencial del recurso hídrico, principalmente por su permanencia siempre verde y nubosa. Se conoce que en la zona sur se encuentra el nacimiento del Río Brujo, que forma parte del complejo de lagunas de Mecatepe, cuyas aguas se empantanando formando un paisaje lagunar que contrasta con las planicies costeras del Lago Cocibolca (FUNCOC, 2003).

A nivel regional la Reserva Natural Volcán Mombacho, se encuentra como parte de la Cuenca del Lago de Nicaragua y comprendida dentro de una subcuenca hidrográfica y dos

microcuencas; Los ríos Brujo y el Arroyo, y el nacimiento de cuatro manantiales que irrigan laderas bajo. En estos se destacan la presa de Pancasán, un nacimiento más abajo y El manantial del Túnel. En la parte Norte se encuentran dos corrientes más dos nacientes en las partes mas bajas que abastecen a las haciendas que se encuentran en las faldas del volcán (FUNCOC, 2003).

El Volcán Mombacho posee un significativo recurso hídrico superficial, producto del nacimiento de una serie de manantiales y quebradas distribuidas en su mayor proporción en la parte Noreste y Sureste. En esta región y debido a la topografía y particularidades hídricas se encuentran incluidos los nacimientos de las fuentes de agua más importantes dentro de los límites de la Reserva, para proteger la cobertura forestal que facilita la recarga de los acuíferos. La fuente de agua más caudalosa se encuentran abasteciendo parte de las haciendas o propiedades que se encuentran en la reserva (FUNCOC, 2003).

#### **4.3.2.4. Topografía y pendientes**

Al igual que otros volcanes de origen Stromboliano, el Mombacho es dominado por picos elevados con paredes inclinadas y laderas que alcanzan pendientes cercanas al 90% de inclinación. Estas alturas varían desde picos y salientes a 700 msnm y con 50% de pendientes, cuyas formaciones parecen ser parte de terminales antiguas de coladas que actualmente se asemejan a cordilleras que bajan desde el cono principal (FUNCOC, 2003).

A mitad del cono volcánico truncado, se encuentran laderas actualmente colonizadas por cafetales, cuyas pendientes sobrepasan el 30% y llegan a alcanzar pendientes superiores al 50 % a medida que se asciende (FUNCOC, 2003).

Al Sur se extienden dos cordilleras que fueron originalmente parte del cono principal y que al deslavarse esta pared, se constituyeron en dos brazos que descienden desde más de los 1,200 msnm hasta los 240 msnm, estos dos brazos con paredes interiores inclinadas superiores en algunos casos a 90 %, son causantes del encauzamiento de gran parte de las aguas que se originan en la parte alta, formando una especie de microcuenca, el río

Manares, en este sector laderas abajo, forma las mencionadas lagunas de Mecatepe (FUNCOC, 2003).

Finalmente en el sector de La Asunción hasta bajar a El Pachón, se extiende una colada de lava formada por bloques de piedra gigantescos que baja desde los 1,200 msnm y cuyas pendientes disminuyen hasta llegar a las planicies de la costa del Lago Cocibolca (FUNCOC, 2003).

#### **4.3.2.5. Suelos**

La clasificación de los suelos elaborada por el Departamento de Agricultura de los EEUU para los suelos del Pacífico, Centro y Norte del país, los denomina la “Serie Mombacho”. Los suelos del Volcán Mombacho se formaron a partir de depósitos de material piroclástico, tales como cenizas volcánicas, coladas de lava y desprendimientos o avalanchas procedentes de las partes más elevadas del Volcán (FUNCOC, 2003).

Las profundidades varían desde 60 hasta más de 100 centímetros, con extensas áreas con fragmentos de basalto y coladas de lava de diverso tamaño. Estos suelos son de textura pesada, pero suelen ser bien drenados. Se clasifican como suelos del tipo franco y franco-arcilloso. Estos suelos son en general del tipo Latosol, las tonalidades varían desde pardo grisáceos muy oscuros, pardo-amarillentos y pardo-rojizos (Calero y Valerio, 1994)

#### **4.4. PLAN DE MANEJO**

Actualmente la Reserva Natural Volcán Mombacho cuenta con un plan de manejo elaborado como parte del compromiso adquirido por la Fundación Cocibolca en la firma del convenio de co-manejo de la misma, este fue elaborado en Julio del 2003 por la Fundación Nicaragüense para la Conservación (Fundación Cocibolca), sin embargo éste carece aún de una aprobación oficial.

El plan de manejo brinda las pautas necesarias para el buen funcionamiento del área, define los programas de manejo necesarios a implementar en el sitio, su seguimiento y control. Cabe mencionar que esta área protegida ha sido considerada como modelo de co-manejo por la autosostenibilidad que ha logrado la Fundación Cocibolca en la administración de la reserva.

#### **4.4.1. Objetivos del la Reserva Natural Volcán Mombacho**

La Reserva Natural Volcán Mombacho, es un Área Protegida que persigue conservar y proteger, en un sentido biológico, los ecosistemas del bosque nuboso los cuales son, sin lugar a dudas, los refugios para un número considerable de especies endémicas y otras en peligro de extinción; y del bosque enano, que funcionan literalmente como islas ecológicas que mantienen un ensamblaje único de especies en un ecosistema particularmente frágil y amenazado.

### **4.5. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS SELECCIONADOS**

#### **4.5.1. Sendero “El Cráter”**

Es el sendero más visitado del lugar, cuenta con una longitud de 1,500 metros, se caracteriza por ser autoguiado, es decir el acceso a él se puede dar sin necesidad de un guarda parque ya que cuenta con la suficiente señalización para seguir su curso. Dispone de un área complementaria que dirige hacia el sitio de las fumarolas y al mirador *Los Quemados*. Entre sus principales atractivos se destacan el paso por el túnel y las mismas fumarolas; oferta también, la apreciación del bosque enano y las bromelias del lugar (ver mapa en Anexo 7).

#### **4.5.2. Sendero “El Puma”**

Cuenta con una longitud de 4,000 metros. Contiene cuatro excelentes miradores: *La Roca*, *Los Vientos*, *La Avalancha* y *La Cueva*. Es el sendero con mayor dificultad, dado las

pendientes muy fuertes que contiene. Este sendero dirige a través de los puntos más elevados del volcán; caminando por él, se llega a la zona donde antes se cree había una laguna la cual se desplomó tras un terremoto ocurrido en 1570. Este, a diferencia del sendero anterior, le restringe la entrada por lo complicado y peligroso que pudiera ser por lo que se precisa de un guarda parque con equipos de radiocomunicación por cualquier riesgo que pudiera presentársele el visitante (ver mapa en Anexo 7).

#### **4.5.3. Sendero “El Cafetal”**

Este sendero es el único que está ubicado en las faldas del volcán justo por la zona de parqueo, se dice que fue diseñado con el fin de proponer al visitante, una alternativa mientras esperaban ser trasladados hasta la cumbre donde se encuentra funcionando la estación biológica y los principales senderos del lugar. Cuenta con 800 metros de longitud, es el único que cuenta con un recorrido en forma octal (de un ocho) no es muy visitado en sí a pesar que es el menos dificultoso. El principal atractivo de este sendero es la apreciación de aves migratorias en mayor cantidad (ver mapa en Anexo 7).

#### **4.5.4. Zona de Parqueo**

Es el área que está en la entrada de la reserva, en él se encuentra un kiosco utilizado para dar charlas sobre la reserva a estudiantes con el fin de crear conciencia sobre la necesidad de conservar la reserva y los recursos naturales. Se encuentra además, una cafetería, una caseta de recepción de visitantes y baños higiénicos.

#### **4.5.5. Centro de Visitantes y Albergue**

Esta ubicado en la cumbre del volcán a los 1500 msnm. Fue construido hace poco como una de las primeras etapas de construcción del centro de interpretación y albergue. Tiene la capacidad de alojar a 10 personas. El principal motivo por el cual fue construido es para ofrecer al visitante la apreciación de la fauna nocturna del lugar la cual es muy distinta a la que



**La facilidad de manejar el turista responde a las capacidades de la administración**

puede ser vista durante el día. El visitante puede con un poco de dedicación y espera divisar a la Salamandra del Mombacho (*Bolitoglossa mombachoensis*) una de las especie endémica de Nicaragua y del Volcán Mombacho.

## 4.6. METODOLOGÍA

### 4.6.1. Revisión del Plan de Manejo

Se hizo una revisión del plan de manejo del área protegida, con el propósito de identificar los aspectos relacionados a zonificación de la reserva y programas concernientes al desarrollo de actividades turísticas en la misma.

Se identifican las necesidades de equipo, infraestructura y personal, previstas para desarrollar los programas del plan, que se requieren para la determinación de la capacidad actual de manejo de la reserva.

### 4.6.2. Estimación de la Capacidad de Carga Turística

La presente investigación se basó según los procedimientos propuestos por Miguel Cifuentes en su metodología para determinar la capacidad de carga turística para áreas protegidas (Cifuentes, 1992).

El cálculo de la capacidad de carga considera tres niveles básicos los cuales son sometidos a una serie de criterios para su cálculo:

- ➔ Cálculo de la *Capacidad de Carga Física (CCF)*.
- ➔ Cálculo de la *Capacidad de Carga real (CCR)*.
- ➔ Cálculo de la *Capacidad de Carga efectiva (CCE)*.

Cada nivel constituye una capacidad corregida de la inmediata anterior, por lo que su relación puede representarse de la siguiente manera:

$$CCF > CCR = CCE$$

Para realizar los cálculos se definieron los siguientes supuestos:

- ☞ El flujo de visitantes se dá en un solo sentido en todos los senderos del área.
- ☞ Una persona requiere un espacio mínimo para moverse libremente de 1 metro lineal siempre que el ancho del sendero sea menor de 2 metros.
- ☞ El tiempo necesario promedio para recorrer cada sendero es:
  - ✘ Sendero El Cráter: 1.5 horas
  - ✘ Sendero El Puma: 4 horas
  - ✘ Sendero El Cafetal: 0.75 horas (45 minutos)
- ☞ El horario de visita para la reserva es desde las 8:00 a las 16:00 hrs., es decir, 8 horas diarias disponibles.

#### 4.6.3. Cálculo de la Capacidad de Carga Física

Es el límite máximo de visitas que se pueden hacer al sitio durante un día. Está dada por la relación entre factores de visitas, espacio disponible y la necesidad de espacio por visitantes.

Para el cálculo de esta se utilizó la fórmula:

$$CCF = S/sp *NV$$

Donde:

**S:** Superficie disponible

**sp:** Superficie usada por persona

**NV:** Número de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona en un día.

Este último se calcula a través de la fórmula:

$$NV = Hv/tv$$

Donde:

**Hv:** Horario de visita.

**tv:** Tiempo necesario para visitar cada sendero.

#### 4.6.4. Cálculo de la Capacidad de Carga Real

Es el límite de visitas máximo determinado a partir de la capacidad de carga física de un sitio luego de someterlo a una serie de factores de corrección definidos en función de las características particulares del sitio. Estos factores se obtienen al considerar variables físicas, ambientales, ecológicas, sociales y de manejo.

Los factores de corrección considerados para este estudio son:

- ☞ Factor social (FCsocial)
- ☞ Erodabilidad (FCero)
- ☞ Accesibilidad (FCacc)
- ☞ Anegamiento (FCane)
- ☞ Cierres temporales (FCctem)

Para este nivel el cálculo resulta de multiplicar esta serie de factores correctores a la Capacidad de Carga Física anteriormente calculada. La ecuación general utilizada fue:

$$CCF = CCF * Fc_x$$

Cada factor correctivo se calculó con el uso de la siguiente fórmula:

$$F_{c_x} = 1 - \frac{Ml_x}{Mt_x}$$

Donde:

**F<sub>c<sub>x</sub></sub>**: Factor de corrección de la variable “x”

**Ml<sub>x</sub>**: Magnitud limitante de la variable “x”

**Mt<sub>x</sub>**: Magnitud total de la variable “x”

#### 4.6.4.1. Factor de corrección social (FC social):

Determinada por el flujo de visitantes, grupos máximos de personas y distancia entre grupos. Considera aspectos referentes a la calidad de la visitación, para ello se hace necesario el manejo de los visitantes en grupos, esto con el fin de asegurar la satisfacción de los mismos.

Para ello se ha definido los siguientes supuestos:

- \* El grupo tendrá un máximo de personas de 10
- \* La distancia mínima entre grupos será de 50 metros

$$FC_{social} = 1 - \frac{\text{Magnitud Limitante}}{\text{Distancia total del sendero}}$$

Dado que la distancia entre los grupos es de 100 m para el sendero El Cráter y El Cafetal, y que cada persona ocupa 1 m de sendero, se cumple que cada grupo requiere un espacio de 115 m en el sendero (esto en grupos de 15 personas). En el caso del sendero El Puma, la distancia entre los grupos es más amplia debido al grado de lentitud que se experimenta al caminar por el sendero dada la dificultad del mismo, así la distancia entre los grupos para este sendero es de 200 m por lo que se obtienen 210 m ocupados por cada grupo, esto dado que el número de grupos propuesto para este sendero es de 10 personas.

El número de grupos que puede estar simultáneamente en cada sendero se calcula así:

$$NG = \frac{\text{Largo total del sendero}}{\text{Distancia requerida por cada grupo}}$$

#### 4.6.4.2. Factor de corrección erodabilidad (FCero):

Este factor es determinado por la pendiente y el grado de erodabilidad o el grado de susceptibilidad del suelo a erosionarse, el cual puede limitar los accesos al sitio por parte de los visitantes.

Para el cálculo de este factor, considerando que los suelos en los senderos son el mismo, se tomó en cuenta sólo el grado de pendiente en los senderos atribuyéndosele el grado de erodabilidad a tres rangos definidos tal como propone Cifuentes (1999) en su metodología. Sin embargo, considerando que los senderos de la reserva Natural Volcán Mombacho, se encuentran en muy buenas condiciones recubiertos en todo su trayecto por material selecto (gravas), troncos de madera o bien, escaleras, lo cual contribuye a la conservación de los senderos, se decidió aplicar el factor en pendientes que fueran mayores al 15 % (tabla 1).

**Tabla 1.** Grados de erodabilidad propuestos por Cifuentes y modificados para aplicar en RNVM

<b>Pendiente (Cifuentes)</b>	<b>Pendiente (modificado caso RNVM)</b>	<b>Grado de Erodabilidad</b>
< 10 %	< 15 %	Bajo
10 % - 20 %	15 % - 25 %	Medio
> 20 %	> 25 %	Alto

Se incorporó un factor de ponderación de 1,5 para todas aquellas pendientes que presentan un grado alto de erodabilidad y un factor de ponderación de 1 para aquellas pendientes que presentan un grado medio de erodabilidad.

Por lo tanto el factor se calculó de la siguiente manera:

$$FCero = 1 - \frac{(mea * 1,5) + (mem * 1)}{mt}$$

Donde:

**mea:** metros del sendero con erodabilidad alta

**mem:** metros del sendero con erodabilidad media

**mt:** metros totales de sendero

#### **4.6.4.3. Factor de corrección accesibilidad (FCacc):**

Es el grado de dificultad que podrían tener los visitantes para desplazarse por el sendero. Para ello se considera el mismo grado de pendientes que el caso anterior a como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Grado de dificultad de acuerdo a la pendiente sobre los senderos

<b>Dificultad</b>	<b>Pendiente</b>
Ningún grado de dificultad	= 15%
Dificultad media	15% - 25%
Dificultad alta	> 25%

Los tramos que poseen una dificultad media o alta se consideran con carácter significativos, a estos se les asigna un valor de ponderación al igual que en el caso anterior siendo de 1,5 para el grado de dificultad alta y de 1 para el grado de dificultad media.

La fórmula utilizada entonces fue:

$$FC \text{ acc} = 1 - \frac{(ma * 1,5) + (mm * 1)}{mt}$$

Donde:

**ma:** metros de sendero con dificultad alta

**mm:** metros del sendero con dificultad media

**Mt:** metros totales de sendero

#### 4.6.4.4. Factor de corrección anegamiento (FCane)

Toma en cuenta aquellos lugares en los que el agua tiende a estancarse y el pisoteo tiende a incrementarse los daños al sendero lo que limita el acceso o el paso a través de los senderos.



**Vista de tramos anegados en el sendero El Puma**

El factor es calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt}$$

Donde:

**ma:** metros anegados del sendero

**mt:** metros totales del sendero

#### 4.6.4.5. Factor de corrección cierres temporales (FCctem)

En la mayoría de los casos donde se promueve el ecoturismo es preciso dar mantenimiento a los senderos de las área protegidas bajo esta modalidad por lo que se restringen las visitas total o parcialmente al sitio.

La Reserva Natural Volcán Mombacho no se exime de ésta disposición que tiene sin lugar a duda, el objetivo de proporcionar una mejor calidad de los senderos de la misma y evitar la degradación de los mismos. En este caso, la administración de la reserva ha decidido cerrar los días lunes de cada semana con el fin de dar este mantenimiento a sus senderos.

La ecuación utilizada para este cálculo fue:

$$FCctem = 1 - \frac{dc}{dt}$$

Donde:

**dc:** días de la semana en que permanece cerrada la reserva .

**dt:** días totales de la semana.

#### 4.6.4.6. Cálculo Final de la Capacidad de Carga Real

A partir de los factores de corrección calculada para cada sendero se hace posible el cálculo de la capacidad de carga real:

$$CCR = CCF * (FC_{social} * FC_{Cero} * FC_{acc} * FC_{Cane} * FC_{ctem})$$

Los cálculos realizados se presentan en la sección de resultados.

#### 4.6.5. Cálculo de la Capacidad de Carga Efectiva

Es el límite máximo de visitas que se puede permitir dada la capacidad para ordenarlas y manejarlas. Es obtenida al comparar la capacidad de carga real con la capacidad de manejo de la administración del área protegida.

Es en sí el nivel que define el flujo de visitantes a permitir, se obtuvo al aplicar la ecuación:

$$CCE = CCR * CM$$

Donde:

**CM:** es la capacidad de manejo calculada que tiene la administración del área protegida.

**CCR:** es la capacidad de carga real calculada del área protegida.

Se hace necesario entonces realizar el cálculo de la Capacidad de Manejo que tiene la reserva antes de concluir el cálculo de la Capacidad de Carga Efectiva:

#### 4.6.5.1. Cálculo de la Capacidad de Manejo

Se define como el mejor estado o condición que la administración de un área protegida debe tener para desarrollar sus actividades y alcanzar sus objetivos. Se obtienen como un porcentaje promedio entre la *infraestructura*, *el equipamiento* y *el personal*.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$CM = \frac{\text{Infraestructura} + \text{Equipo} + \text{Personal}}{3} * 100$$

Donde:

**CM:** capacidad de manejo del área protegida

En la medición de la Capacidad De Manejo intervienen variables como respaldo jurídico, políticas, equipamiento, dotación de personal, financiamiento, infraestructura y facilidades o instalaciones disponibles (Cifuentes, et. al. 1992). Las variables consideradas para este estudio (*infraestructura*, *equipamiento* y *personal*) fueron seleccionadas de acuerdo a las prioridades en el Plan de Manejo de la RNVM. Se clasificaron según las características y posibilidad de medición (valoración). Para cada una de las variables se utilizó la información encontrada en el Plan de Manejo y se verificó con el personal técnico de la RNVM, en una sesión de trabajo.

Cada variable contó con una serie de componentes los que se presentan en los Anexos 1, 2 y 3 de este estudio. Cada uno de estos componentes se valoró con respecto a cuatro criterios, a continuación descritos:

- ❖ **Cantidad:** relación porcentual entre cantidad existente y cantidad óptima.
- ❖ **Estado:** condiciones de conservación y uso de cada componente.

- ❖ **Localización:** ubicación y distribución espacial apropiada de los componentes en el área.
- ❖ **Funcionalidad:** utilidad práctica que determinado componente tiene para el personal como para el visitante.

A cada criterio se le asignó un valor al cual recibe la siguiente calificación (tabla 3). Esta clasificación es una adaptación realizada de la norma ISO 10004 la cual ha sido utilizada y aprobada en estudios de evaluación de calidad de servicios ofrecidos por las empresas privadas y públicas en la determinación de efectividad de manejo de áreas silvestres protegidas (De Faria, 1993).

**Tabla 3.** Valoración y calificación de los criterios de Capacidad de Manejo

%	Valor	Calificación
= 35	0	Insatisfactorio
36 – 50	1	Poco satisfactorio
51 – 75	2	Medianamente satisfactorio
76 – 89	3	Satisfactorio
= 90	4	Muy satisfactorio

La calificación se hizo teniendo en cuenta la apreciación del personal y la administración. Se tomó en consideración la relación entre la cantidad existente y la cantidad óptima considerando a este como un factor del componente, el promedio de todos los factores de cada componente de cada variable representa el factor de dicha variable.

Cada variable se calificó con los cuatro criterios anteriores definidos (cantidad, estado, localización y funcionalidad) a excepción de la variable personal el cual solo se calificó considerando la cantidad existente y su comparación con la cantidad óptima o deseable.

Los resultados del cálculo de la Capacidad de Manejo se presentan en el Anexo 4 de este estudio.

#### **4.7. TIPIFICACIÓN DE TURISTAS Y CAPACIDAD DE CARGA**

En la Reserva Natural Volcán Mombacho se tipifican los siguientes tipos de turistas:

**El Ecoturista**, reconocido como aquel que llega a la reserva a admirar la belleza que encierra el lugar que está visitando sin perturbar el ambiente de paz y tranquilidad del sitio, este camina por el sendero muy callado con el afán de ver los animales más exóticos que existen en la reserva y disfrutar los atractivos que ella contiene.

**El Turista Estudiante**, por lo general son jóvenes que llegan al lugar en busca de una recreación y/o llevados por su escuela en un viaje educativo. Se caracterizan por ser hiperactivos, al caminar por los senderos llevan una algarabía perturbadora que por consiguiente espanta a la fauna del lugar que no está acostumbrada a ese tipo de ambiente; este tipo de turista en ocasiones va corriendo por los senderos y cometiendo incluso “vandalismo” lo cual deteriora mas rápidamente el entorno.

Se tiene conocimiento que durante la visita de estudiantes al área protegida, los maestros son responsables del cuidado del sitio visitado, así como de sus estudiantes. Cuando el número de estudiantes por maestro asignado es muy grande se hace difícil el control de aquellos aunque existe un compromiso de la escuela o centro educativo que al llegar al lugar, el profesorado se convierten en los guías y cuidadores de la reserva, considerando que el número de guardaparques con los que cuenta el área protegida es muy poco en proporción al número de estudiantes. Sin embargo, se sabe que se hace bastante difícil que un profesor pueda vigilar entre 50 y 100 estudiantes a la vez.

Los cálculos realizados se readecuaron solo para los sendero El Cráter y El Cafetal, esto por ser los únicos senderos que son autoguiados, es decir, sin guardaparques que dirijan la expedición por el sendero lo que implica menos control de los mismos al momento de su estadía en la reserva, además, porque el sendero El Puma no es frecuentado por estudiantes.

#### **4.8. COBERTURA DE SENDEROS**

En los senderos de la Reserva Natural Volcán Mombacho puede distinguirse muy claramente que hay una perturbación de la vegetación a ambos lados de estos lo que provoca un deterioro de la misma, esto se ha dado por la desviación que hacen los caminantes en el sendero y por la alteración que se hizo al diseñarse los mismos.

Con el fin de conocer el estado de la vegetación a lo largo de los senderos se decidió realizar mediciones para valorar la cobertura vegetal de los senderos en comparación con la de la Reserva Natural Volcán Mombacho, en general. Se midió la distancia perpendicular al sendero que estaba disturbada a ambos lados y el porcentaje de cobertura que había al momento de hacer las mediciones.

Para medir el porcentaje de cobertura existente se tomó con la cinta métrica, un metro de longitud (esto por considerar que los senderos del Mombacho tienen un promedio de un metro de ancho) el cual era dejado caer al azar en cada lado del sendero y según el número de ocasiones en que quedaba justo en cada diez centímetros correspondía un diez por ciento del total de cobertura vegetal existente.

El porcentaje promedio de cobertura fue tomado por cada lado del sendero (a la derecha y a la izquierda) y en el sentido por el cual se transita a través de ellos. A lo largo del sendero se hicieron mediciones cada 200 metros, se promedió la longitud perturbada y se realizaron comparaciones con áreas de cobertura no perturbadas como testigos las cuales fueron tomadas en zonas cercanas al sendero y que no estaban perturbadas; con el propósito de evitar diferencias en cuanto a tipos de vegetación.

Se tomaron un total de trece (13) mediciones a las muestras testigos, tres para el Sendero El Cráter, cuatro para el sendero El Cafetal y 6 para el sendero El Puma, en cada muestra se tomaron cinco mediciones con la técnica anteriormente expuesta resultando un total de 65 mediciones. Se realizó un promedio entre muestra testigo y un nuevo promedio entre estos para cada sendero. El número de muestra que fueron estudiados, se determinó tomado en

cuanta el estado del sendero, longitud del mismo, distancia en relación al punto de estudio de cobertura de sendero.

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1 REVISIÓN DEL PLAN DE MANEJO**

Durante la revisión del plan de manejo del área protegida, la cual es administrada en co-manejo por Fundación Cocibolca desde 1996 y firmada por un periodo de 15 años, se constató que existen dos zonas definidas, una zona núcleo delimitada a partir de la cota 850 hasta la cumbre del volcán y una zona de amortiguamiento que esta por debajo de la cota anterior.

La zona núcleo contempla una zona de uso público la cual comprende los senderos establecidos para el ecoturismo y la infraestructura asociada como la carretera de acceso y la Estación Biológica Mombacho.

En el plan de manejo se han plasmado una serie de programas de mejoras:

- Programa de administración y relaciones públicas.
- Programa de protección y monitoreo.
- Programa de educación ambiental y uso público.
- Programa de investigación científica.
- Programa para la zona de amortiguamiento.

Estos programas requieren un incremento del personal actual y capacitaciones para los mismos, en el plan de manejo se enlista una serie de personas que se requerirán contratar al cabo de cinco años (plazo definido del plan de manejo), esta lista fue utilizada para determinar la necesidades de personal y su comparación con la actual la que fue consensuada con los administradores de la reserva.

Se enlistan también una serie de equipos e infraestructura necesaria al momento de desarrollar los programas del plan, estos fueron consensuados, al igual que las necesidades

del personal, y utilizados para la determinación de la capacidad actual de manejo que tiene la reserva.

Se identificaron los tres senderos que están funcionando; dos de ellos son los principales: El Cráter y El Puma, ubicados en la cumbre del volcán en la zona definida como uso público, este último es de reciente creación y más extenso que el sendero El Cráter. El otro sendero, El Cafetal, se diseñó con el fin de ofrecer al visitante una alternativa mientras esperaba ser trasladado a la estación biológica, por lo que se decidió ubicar en la zona cercana al área de parqueo.

En el plan de manejo se contempla, además determinar la capacidad de carga por grupos metas, se presenta una propuesta para desarrollar un monitoreo de factores y elementos que ayuden a determinar la capacidad de carga de los sitios en uso y los proyectados a habilitar.

Otras necesidades que se presentan en el plan son:

- Demarcación de límites.
- Construcción de refugios y puestos de control para guarda parques.
- Acondicionamiento de Áreas para Acampar.
- Construcción de refugios para turistas.
- Establecimiento de centros de visitantes.
- Fortalecimiento del cuerpo de guías locales, entre otras.

## **5.2 CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA**

Los cálculos de la capacidad de carga física se obtuvieron tal y como se planteó en la metodología de este estudio por tanto a continuación se presentan los procedimientos de su cálculo y los resultados con su respectiva discusión.

### 5.3.1. Sendero El Cráter:

$$NV = \frac{8 \text{ hrs./día}}{1,5 \text{ hrs./visitas/visitante}} = 5,3333 \text{ visitas/día/visitante}$$

Entonces la CCF para este sendero es:

$$CCF = (1,500m / 1m) * 5.3333 \text{ visitas/día} = 7,999.99 \text{ visitas/día} \sim 8,000 \text{ visitas/día}$$

### 5.3.2. Sendero El Puma:

$$NV = \frac{8 \text{ hrs./día}}{4 \text{ hrs./visitas/visitante}} = 2 \text{ visitas/día/visitante}$$

Así la CCF para el sendero es:

$$CCF = (4,000m / 1m) * 2 \text{ visitas/día} = 8,000 \text{ visitas/día}$$

### 5.3.3. Sendero El Cafetal:

$$NV = \frac{8 \text{ hrs./día}}{0.75 \text{ hrs./visitas/visitante}} = 10,67 \text{ visitas/día/visitante}$$

Por lo tanto:

$$CCF = (850m / 1m) * 10,67 \text{ visitas/día} = 9,067 \text{ visitas/día}$$

Es notorio y raro que la *Capacidad de Carga Física* calculada para los senderos El Cráter y El Puma sea la misma (8,000 visitas/día) teniendo en cuenta que la longitud del sendero El Puma es casi tres veces la longitud del sendero El Cráter (4,000 m para El Puma y 1,500 m para El Cráter respectivamente), sin embargo, se asume que el tiempo en que se recorren los senderos es precisamente lo que marca tal igualdad al ocuparse 4 horas para recorrer el sendero El Puma y sólo 1,5 horas en recorrer el sendero El Cráter, lográndose así un poco más de 5 visitas diarias al sendero El Cráter y únicamente 2 visitas al sendero El Puma durante el período en que la reserva se encuentra abierta.

En el caso del sendero El Cafetal, la *Capacidad de Carga Física* excede a los senderos anteriormente descritos, esto se hace más curioso al comparar el tamaño de estos dos senderos con este de tan solo 850 m de longitud. Sin embargo, al comparar los tiempos requeridos para la visita de este sendero con los demás, podemos darnos cuenta que solo se requieren de 45 minutos, lo que permite tener más de 10 visitas por día, obteniéndose así un cálculo amplio de 9,607 visitas/día.

### 5.3 CAPACIDAD DE CARGA REAL

#### 5.4.1. Factor de corrección social (FC social):

$$FC_{social} = 1 - \frac{\text{Magnitud Limitante}}{\text{Distancia total del sendero}}$$

Resultado del número de grupos que puede estar simultáneamente en cada sendero:

$$NG (\text{sendero El Cráter}) = 13.04 \text{ grupos} \approx 13 \text{ grupos}$$

$$NG (\text{Sendero El Puma}) = 19.05 \text{ grupos} \approx 19 \text{ grupos}$$

$$NG (\text{Sendero El Cafetal}) = 7.39 \text{ grupos} \approx 7 \text{ grupos}$$

El número de personas que pueden estar simultáneamente en cada sendero se calculó con la fórmula:

$$P = NG * \text{número de personas por grupo}$$

Resultando:

Sendero El Cráter = 13.04 grupos \* 15 personas/grupos = 196 personas.

Sendero El Puma = 19.05 grupos \* 10 personas/grupos = 190 personas.

Sendero El Cafetal = 7.39 grupos \* 15 personas/grupos = 111 personas.

Así mismo la magnitud limitante estimada como se explicó en la metodología fue:

Sendero El Cráter = 1500m – 196m = 1304m

Sendero El Puma = 4000m – 190m = 3810m

Sendero El Cafetal = 850m – 111m = 739m

Considerando lo anterior se obtienen los cálculos del factor de corrección social:

$$FC_{\text{social}} (\text{Sendero El Cráter}) = 1 - \frac{1304.35\text{m}}{1500\text{m}} = 0.13$$

$$FC_{\text{social}} (\text{Sendero El Puma}) = 1 - \frac{3809.52\text{m}}{4000\text{m}} = 0.048$$

$$FC_{\text{social}} (\text{Sendero El Cafetal}) = 1 - \frac{739.13\text{m}}{850\text{m}} = 0.13$$

#### 5.4.2. Factor de corrección erodabilidad (FCero):

El factor se calculó de la siguiente manera:

$$\text{FCero} = 1 - \frac{(\text{mea} * 1,5) + (\text{mem} * 1)}{\text{mt}}$$

Donde:

**mea:** metros del sendero con erodabilidad alta

Sendero El Cráter = 103.9m y sendero El Puma = 619m.

**mem:** metros del sendero con erodabilidad media

Sendero El Cráter = 116.1m y sendero El Puma = 572.2 m.

**mt:** metros totales de sendero

Sendero El Cráter = 1,500m l y sendero El Puma = 4,000m.

El factor de corrección por erosión para cada sendero resultó:

$$\text{FCero (Sendero El Cráter)} = 1 - \frac{(103.9\text{m} * 1,5) + (116.1\text{m} * 1)}{1,500\text{m}} = 0.8187$$

$$\text{FCero (Sendero El Puma)} = 1 - \frac{(619\text{m} * 1,5) + (572.2 \text{ m} * 1)}{4,000\text{m}} = 0.6248$$

El sendero El Cafetal es un sendero cuyas pendientes no sobrepasan el 10% por lo tanto el cálculo de este factor de corrección iguala la unidad, es decir no existe una limitante en cuanto a erodabilidad se refiere.

### 5.4.3. Factor de corrección accesibilidad (FCacc):

#### Aplicando la fórmula para calcular el Factor de accesibilidad

Metros de sendero con dificultad alta = 103.9m para el sendero El Cráter y 619m para el sendero El Puma.

Metros del sendero con dificultad media = 116.1m para el sendero El Cráter y 572.2 m para el sendero El Puma.

Metros totales de sendero = 1,500m para el sendero El Cráter y 4,000m para el sendero El Puma.

Resultando así:

$$\text{FCacc (Sendero El Cráter)} = 1 - \frac{(103.9\text{m} * 1,5) + (116.1\text{m} * 1)}{1,500\text{m}} = 0.8187$$

$$\text{FCacc (Sendero El Puma)} = 1 - \frac{(619\text{m} * 1,5) + (572.2 \text{ m} * 1)}{4,000\text{m}} = 0.6248$$

Como los criterios utilizados para el cálculo de este factor se igualan a los cálculos del factor anterior, nos indica que igualmente el factor de corrección accesibilidad también iguala la unidad, en el caso del sendero El Cafetal.

### 5.4.4. Factor de corrección anegamiento (FCane):

Se hizo el cálculo de acuerdo a lo explicado en la metodología. Para ello se midieron en los senderos los metros de sitios que se encontraban anegados. Resultando:

Metros anegados = 10.50m para el sendero El Cráter y 56.50m para el sendero El Puma.

$$\text{FCane (Sendero El Cráter)} = 1 - \frac{10.50\text{m}}{1,500\text{m}} = 0.993$$

$$\text{FCane (Sendero El Puma)} = 1 - \frac{56.50\text{m}}{4,000\text{m}} = 0.9859$$

En el caso del Sendero El Cafetal, existe un buen drenaje de las aguas impidiendo que se forme anegamientos en su trayecto lo que infiere una corrección en cuanto al problema de anegamiento.

#### 5.4.5. Factor de corrección cierres temporales (FCctem):

Los días de la semana en que permanece cerrada la reserva es sólo 1 día resultando así:

$$\text{FCctem} = 1 - \frac{1 \text{ día}}{7 \text{ día}} = 0.8571$$

Dado que el cierre se hace para toda la reserva, este factor afecta a los senderos del lugar por igual, por lo que es aplicable para todos.

#### 5.4.6. Cálculo Final de la Capacidad de Carga Real:

A partir de los factores de corrección calculada para cada sendero se hace posible el cálculo de la capacidad de carga real utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{CCR} = \text{CCF} * (\text{FCsocial} * \text{FCero} * \text{FCacc} * \text{FCane} * \text{FCctem})$$

Por lo tanto, la capacidad de carga real para cada sendero resulta:

$$\text{CCR (El Cráter)} = 8000 \text{ visitas/día} * 0.1304 * 0.8187 * 0.8187 * 0.9993 * 0.8571 = 599 \text{ visitas/día.}$$

$$\text{CCR (El Puma)} = 8000 \text{ visitas/día} * 0.0476 * 0.6248 * 0.6248 * 0.9859 * 0.8571 = 126 \text{ visitas/día.}$$

$$\text{CCR (El Cafetal)} = 9067 \text{ visitas/día} * 1.0000 * 1.0000 * 1.0000 * 0.8571 = 1014 \text{ visitas/día.}$$

La principal razón por la que se pone en manifiesto una gran diferencia en cuanto a este nivel, es el Factor de Corrección Social que se aplica al nivel de *Capacidad de Carga Real*, esto se explica por la distancia que deben llevar los grupos, que en el caso del sendero El Cráter es de 100 metros y para el sendero El Puma se duplica a 200 metros (esto debido a la dificultad que se experimenta al caminar por este sendero); y el tamaño que tienen los grupos que, para el caso del sendero El Cráter es de 15 personas y para el sendero el Puma es tan solo de 10 personas.

Todo esto implicó una reducción de hasta un 87% de la Capacidad de Carga Física, en el caso del sendero El Cráter, y en un 95% en el caso del sendero El Puma solo por el factor de corrección social aplicado en ambos.

Otros factores que muestran diferencias en cuanto a cálculos para ambos senderos son el grado de accesibilidad y de erodabilidad que tienen los senderos siendo mayores para el caso del sendero El Puma que para el sendero El Cráter. Esto era de esperarse puesto que la longitud de las pendientes con declives superiores al 15%, en el sendero El Puma, resulta ser mayor que en el caso del sendero El Cráter.

Las sumatorias de las pendientes mayores del 15% en el sendero El Cráter alcanzaron los 116.10 metros de longitud, mientras que para el sendero El Puma ésta aumenta en casi

cinco veces en comparación al otro sendero (572.19 metros); las pendientes que superan el 25% suman 619 metros para el caso del sendero El Puma, mientras que para el sendero El Cráter solo llegan a los 103.90 metros.

Dadas estas grandes diferencias en cuanto a pendientes, era de esperarse que el grado de dificultad y erodabilidad generara marcadas diferencias en ambos senderos. Sin embargo, en vista que ambos senderos se encuentran bien protegidos durante todo su recorrido, la reducción en la *Capacidad de Carga Física* generada por estos dos factores correctivos, no resultó tan drástica como lo hizo el Factor de Corrección Social, logrando una disminución de un poco más del 18% en el caso del sendero El Cráter y en un 38% para el caso del sendero El Puma.

Considerando que los criterios utilizados para el cálculo de estos dos factores (dificultad y erodabilidad) son los mismos, el resultado fue para ambos casos aplicados en un mismo sendero.

El factor de corrección anegamiento fue uno de los que más se acercó a la unidad lo que demuestra que este no significa un problema para los senderos. A medida que el valor de un factor se acerca a uno, significa que la CCR se reduce en menor proporción, cuando se acerca a cero, obviamente la CCR se reducirá en mayor medida.

## **5.4 CAPACIDAD DE CARGA EFECTIVA**

### **5.4.1. Cálculo de la Capacidad de Manejo**

Tal y como se menciona en la metodología de este estudio, los resultados aplicado para cada componente de cada variable estudiada (infraestructura, equipos, personal) se presentan en los anexos del mismo.

A continuación se presenta un resumen de los cálculos obtenidos al utilizar la fórmula propuesta para este nivel:

**Tabla 4.** Resumen de los cálculos de la Capacidad de Manejo

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>
Infraestructura	0.7113
Personal	0.7991
Equipo	0.7167
<b>Promedio</b>	<b>0.7424</b>
<b>Capacidad de Manejo</b>	<b>74.24%</b>

El cálculo entonces resulta de un 74%, al aplicar este valor a los datos anteriormente obtenidos podemos obtener la siguiente tabla resumen:

**Tabla 5.** Capacidad de carga física, real y efectiva para los tres senderos: El Cráter, El Puma y El Cafetal. Reserva Natural Volcán Mombacho, Granada.

<b>CAPACIDAD DE CARGA (visitas/día)</b>	<b>SENDERO EL CRÁTER</b>	<b>SENDERO EL PUMA</b>	<b>SENDERO EL CAFETAL</b>
<b>FÍSICA (CCF)</b>	<b>8,000</b>	<b>8,000</b>	<b>9,067</b>
<b>Factores De Corrección</b>			
<b>Factor Social: FCsocial</b>	0.1304	0.0476	0.1304
<b>Erodabilidad: FCero</b>	0.8187	0.6248	1.0000
<b>Accesibilidad: FCacc</b>	0.8187	0.6248	1.0000
<b>Anegamiento: FCane</b>	0.9993	0.9859	1.0000
<b>Cierres Temporales: FCctem</b>	0.8571	0.8571	0.8571
<b>REAL (CCR)</b>	<b>599</b>	<b>126</b>	<b>1014</b>
<b>Capacidad de Manejo (CM)</b>	74.24%	74.24%	74.24%
<b>EFFECTIVA</b>	<b>442</b>	<b>93</b>	<b>753</b>

Tal y como se puede apreciar en el cuadro anterior, la *Capacidad de Carga Efectiva* que tiene el sendero El Cráter se calculó en 442 visitas/día, mientras que en el sendero El Puma se limita a 93 visitas/día.

Al comparar los resultados del Sendero El Cráter con los del sendero El Cafetal, se puede apreciar la diferencia mayoritaria para este último sendero, aún cuando la distancia propuesta entre grupos y el número de personas por grupos sea igual, obteniéndose una diferencia de casi el 100% en el cálculo de la capacidad de carga efectiva para este sendero (773 visitas/día para el Cafetal y 442 visitas/día para El Cráter).

El factor de corrección social de ambos senderos es el mismo dado que se aplicaron los mismos criterios al igual que en el factor de corrección cierres temporales, sin embargo, dado que el sendero El Cafetal no muestra significancia entre los otros factores de corrección aplicados (accesibilidad, erodabilidad y anegamiento), logra obtener la mayor capacidad de carga real y efectiva.

Es notorio el hecho que el sendero El Cafetal manifiesta la mayor capacidad de carga permisible, sin embargo, dado que este sendero se diseñó con la finalidad de ofrecer al turista una alternativa mientras éste espera ser llevado a la parte alta del volcán (zona núcleo); donde están los principales senderos de la reserva. No todos los turistas que recibe la reserva se aventuran a visitarlo, aún cuando no se experimenta ningún grado de dificultad al transitarlo, dado lo plano del terreno. El sendero además no posee material selecto (grava o arena) que lo recubriese, sin embargo, es uno de los mejor conservados del lugar, debido precisamente a la poca influencia de visitantes.

Según la metodología de Miguel Cifuentes, la Capacidad de Carga Turística de un sitio se ve limitada por el hecho de que otro sitio de uso público perteneciente a la misma área donde se está calculando la capacidad de carga turística, cuente con una menor capacidad calculada siempre y cuando estos formen un complejo interrelacionado, es decir, la Capacidad de Carga Turística para el área evaluada será la de aquel sitio que obtenga los

menores valores dado que podría saturarse en un momento aun cuando el otro sitio (con mayor capacidad) no lo esté (Cifuentes, 1992).

Lo anterior nos indica que, en el caso de la Reserva Natural Volcán Mombacho, la Capacidad de Carga Turística se limitaría o estaría definida por la Capacidad de Carga Turística calculada para el sendero El Puma la cual resultó de 93 visitas/día, pero dado que el sendero El Cráter, El Puma y El Cafetal no conforman un complejo entre ninguno de ellos sino que son sitios independientes, éste sendero (El Puma) no limitará el acceso permisible calculado para los otros sendero existente.

## **5.5 CAPACIDAD DE CARGA DE ESTUDIANTES Y ECOTURISTAS**

Debido a los dos tipos contrastes de visitantes a la reserva mencionados en la metodología, se hizo necesario el cálculo de la Capacidad de Carga Turística tomando en cuenta criterios diferentes de selección entre estos dos tipos de visitante. Por un lado, para visitantes turísticos tipificados como *Estudiantes* la distancia entre grupos se amplió y se redujo el número de personas por cada grupo, esto con la finalidad de tener un mejor control de los grupos y así evitar que se den mayores alteraciones al espacio natural. Se definió entonces, una distancia igual a la propuesta en el sendero El Puma (200 metros entre grupos de estudiantes) que visitan el lugar y un tamaño de 15 personas por grupo.

Los cálculos resultantes demostraron que la Capacidad de Carga Efectiva se reduce a 236 visitas/día para este tipo de turista, esto representa una disminución de un poco más del 46% de la Capacidad de Carga Efectiva calculada para ecoturistas, esto en el caso del sendero El Cráter. Al comparar los datos del sendero El Cafetal, se aprecia una reducción de un poco más del 53% en estudiantes con relación a ecoturista, representando 403 visitas/día permisibles a estudiantes.

Fue evidente el hecho de que el Factor de Corrección Social es el que determina nuevamente una notable reducción de la Capacidad de Carga Física, esto reflejado en el parámetro que se consideró al momento de redefinir los criterios del nuevo cálculo. Se

demuestra entonces, que este factor redujo hasta en un poco más del 93% la Capacidad de Carga Física lo que representa un 6% de reducción más en comparación con visitantes ecoturistas (87%) para ambos senderos.

Los demás factores no implicaron ningún cambio porque no presentan diferencias entre los dos tipos de turistas; tampoco la Capacidad de Manejo tuvo cambios y ésta se mantiene en 74.24% tal y como fue calculado anteriormente.

El hecho de que no se produjeran cambios en la Capacidad de Carga Física, se debe a que tanto los estudiantes como los ecoturistas no ocupan espacios mayores de 1 metro de longitud del sendero, ambos se someten a los mismos horarios de visitas y ocupan igual tiempo para la misma.

Las variaciones ocurridas para ambos tipos de visitantes se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Capacidad de carga física, real y efectiva para los senderos: El Cráter y El Cafetal; calculadas de acuerdo al tipo de visitante: Estudiantes y Ecoturistas.

CAPACIDAD DE CARGA (visitas/día)	EL CRÁTER		EL CAFETAL	
	Estudiante	Ecoturista	Estudiante	Ecoturista
<b>FÍSICA (CCF)</b>	<b>8000</b>	<b>8000</b>	<b>9067</b>	<b>9067</b>
<b>Factores De Corrección</b>				
<b>Factor Social: FCsocial</b>	0.0698	0.1304	0.0698	0.1304
<b>Erodabilidad FCero</b>	0.8187	0.8187	1.0000	1.0000
<b>Accesibilidad: FCacc</b>	0.8187	0.8187	1.0000	1.0000
<b>Anegamiento: FCane</b>	0.9930	0.9993	1.0000	1.0000
<b>Cierres Temporales: FCctem</b>	0.8571	0.8571	0.8571	0.8571
<b>REAL (CCR)</b>	<b>318</b>	<b>599</b>	<b>542</b>	<b>1014</b>
<b>Capacidad de Manejo (CM)</b>	74.24%	74.24%	74.24%	74.24%
<b>EFFECTIVA</b>	<b>236</b>	<b>442</b>	<b>403</b>	<b>753</b>

Los cálculos representan una visitación permisible de 33,945 visitas anuales para el sendero El Puma; 161,330 visitas para el sendero El Cráter; y 274,845 visitas para el sendero El Cafetal, en el caso de visitantes ecoturistas. En el caso de visitantes estudiantes resulta de 86,140 visitas anuales aplicables al sendero El Cráter y 147,095 visitas anuales aplicables al sendero El Cafetal (cálculos realizados en base a 365 días) (tabla 8).

## **5.6 ESTIMACIÓN DE ESCENARIOS**

Con la finalidad de predecir el comportamiento que puede tener la Capacidad de Carga Turística de la Reserva Natural Volcán Mombacho, se estimaron dos escenarios más en cuanto al mejoramiento y/o reducción de la Capacidad de Manejo que tuviera la administración de la reserva.

Se definieron cambios sólo en los parámetros de Capacidad de Manejo porque este es el nivel más dinámico en cuanto a Capacidad de Carga se refiere, es decir, se es más probable que disminuya o aumente el número de guardaparques, equipos y/o infraestructura con los que actualmente cuenta la reserva en un plazo relativamente corto, a que el suelo sea más propenso a erosión o anegamiento, por ejemplo.

Tal y como se presenta en la tabla 7, si por alguna eventualidad la Capacidad de Manejo que tiene actualmente la Reserva se aminorara o hubiese sido calculada en un 50% las visitas se reducirían hasta en 298 visitas/día en el caso de Ecoturistas y de 159 visitas/día en el caso de Estudiantes para el sendero El Cráter; 507 visitas/día en el caso de Ecoturistas y de 271 visitas/día en el caso de Estudiantes para el sendero El Cafetal; y hasta de 63 visitas/día para el sendero El Puma (ecoturistas).

En caso de que se mejorasen las condiciones de Capacidad de Manejo actual, se permitiría una mayor aproximación a su Capacidad de Carga Real, esto es muy posible dado que la Capacidad de Carga Efectiva puede ser igual o menor que ésta, siempre y cuando la Capacidad de Manejo sea igual al 100%, algo que en la mayoría de los casos no es posible.

Sin embargo, es muy cierto que si la Capacidad de Manejo de un área natural protegida aumenta, la recepción de visitantes será también mayor y por ende habrá mas ingresos a la administración teniendo siempre en cuenta que no se perturbará drásticamente los recursos existentes en dicha área.

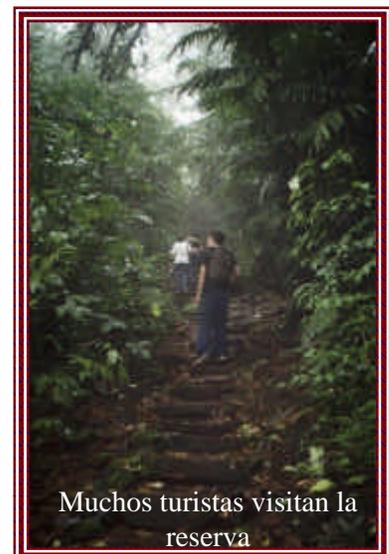
**Tabla 7.** Escenarios propuestos para los senderos de la Reserva Natural Volcán Mombacho

ESCENARIOS	CAPAC. DE MANEJO	SENDERO EL CRÁTER (visitas/día)				SENDERO EL CAFETAL (visitas/día)				SENDERO EL PUMA (visitas/día)	
		Ecoturistas		Estudiantes		Ecoturistas		Estudiantes		CCR	CCE
		CCR	CCE	CCR	CCE	CCR	CCE	CCR	CCE		
Positivo	80%		476		255		811		434		101
Actual	74%	595	442	318	236	1014	753	542	403	126	93
Negativo	50%		298		159		507		271		63

Un aumento al 80% de Capacidad de Manejo (tabla 9) de la reserva lograría permitir una visitación de 476 visitas/día en el caso de Ecoturistas y de 225 visitas/día en el caso de Estudiantes para el sendero El Cráter; 811 visitas/día en el caso de Ecoturistas y de 434 visitas/día en el caso de Estudiantes para el sendero El Cafetal; y de 101 visitas/día para el sendero El Puma.

### 5.1. VISITACIÓN DEL MOMBACHO

Con el fin de apreciar si la Capacidad de Carga Turística calculada en esta tesis de investigación no es excedida por la visitación actual del Mombacho y brindar recomendaciones sobre la misma, se realizó un análisis comparativo entre el



Muchos turistas visitan la reserva

número de visitantes que puede permitirse en la reserva y el número de visitantes que actualmente ingresan.

Esta comparación se hizo a través de registros que lleva Fundación Cocibolca (el organismo que administra la reserva), los cuales fueron proporcionados para este estudio.

Se logró definir que los cálculos realizados en este estudio, no exceden los niveles registrados de visitantes en la reserva, según estos registros proporcionados por Fundación Cocibolca, indican que para el año 2002 se produjo la mayor visitación en un día en el mes de Marzo con 366 visitas/día y en el mes de Mayo con 298 visitas/día, sin embargo, cabe destacar que estos registros solo corresponden al primer semestre del año (de Enero/2002 a Junio/2002) esto porque no se logró obtener los datos completos para este año lo que podría inferir que existiese otro día de los restantes meses que pudiese haber registrado los mayores ingresos de visitantes en este año.

Para el caso de año 2003 se reportó que para el mes de Junio hubo la mayor influencia de visitantes en el día con un total de 305 visitas/día seguido por el mes de Enero donde llegaron 298 visitas/ día.

Al comparar los datos de estos registros y los resultados de los cálculos de Capacidad de Carga Turística realizados para la reserva, se puede claramente distinguir que no se han excedido los límites que proponen estos cálculos en el caso de visitantes ecoturistas, no así cuando se comparan estos reportes a los visitantes estudiantes calculados en 236 visitas/día permisibles en el sendero El Cráter donde efectivamente se ha excedido el rango propuesto.

Si bien es cierto que si comparamos los datos del cálculo de la capacidad de carga para el sendero El Puma (93 visitas/día) en relación al número de visitas atendidos para los días de mayor visitación, fácilmente se reconocería que hay o existe una mayor visitación de lo permisible según la metodología utilizada; sin embargo, a pesar de que esto es cierto teóricamente, en la práctica no resulta así, esto debido a que los registros se reportan de manera general y no por sendero. De tal manera que se no asume una sobre utilización dado

que el sendero El Puma es visitado de forma más selectiva que el sendero El Cráter. La Fundación Cocibolca no tiene un registro específico de los visitantes que ingresan a El Puma, pero afirman que es mucho menor de la mitad de los visitantes que entran a la Reserva los que recorren este sendero.

## 5.7 COBERTURA DE SENDEROS

El análisis comparativo entre los resultados que fueron obtenidos de esta medición en los senderos y en las parcelas testigos se muestra en la tabla 10. Es notoria la mayor afectación en el caso del sendero El Cráter se produce a la derecha con 0.96 metros de distancia, era de esperarse que el área con mayor afectación de cobertura vegetal sea ésta, tal y como se refleja en las mediciones, obteniendo un 22.31% de vegetación lo que representa un 47.36% menos de lo que realmente existiría si no se hubiera creado el sendero.

**Tabla 8.** Resultado de la medición de cobertura de senderos

		El Cráter			El Puma			El Cafetal		
		Prome dio	Testigo	Diferencia	Prome dio	Testigo	Diferencia	Prom edio	Testig o	Diferen cia
Distancia disturbada (metros)	<b>Izquierda</b>	0.85	0.00	0.85	1.17	0.00	1.17	2.81	0.00	2.81
	<b>Derecha</b>	0.96	0.00	0.96	1.00	0.00	1.00	1.99	0.00	1.99
% de Cobertura	<b>Izquierda</b>	29.31	69.67	- 40.36	34.12	52.67	- 18.55	46.25	59.33	- 13.08
	<b>Derecha</b>	22.31	69.67	- 47.36	26.32	52.67	- 26.35	70.00	59.33	10.67
<b>Ancho Promedio del Sendero (metros)</b>		1.08	—	>1	—	0.74	>1	1.34	—	> 1

En el caso del sendero El Puma, las mediciones afirman que las afectaciones se producen en una mayor distancia al lado izquierdo del sendero con 1.17 metros y que existe mayor afectación en el lado contrario (lado derecho) con sólo un 26.32% de cobertura existente lo que representa un 26.35% menos de lo que se mantuviera sin el sendero.

El hecho por el cual la diferencia resulte mayor en el sendero El Cráter que en el sendero El Puma, se debe posiblemente al tipo de vegetación que difiere en ambos senderos, siendo una vegetación más arbustiva en el sendero El Cráter y por ende existe una mayor cobertura del suelo, a pesar de que el porcentaje de cobertura es muy cercano para ambos senderos en un mismo lado.

Se desconoce el hecho por el cual la distancia disturbada en los lados del sendero El Puma es más amplia, se podría inferir se debe a que la dimensión promedio del sendero es menor de un metro (0.74 metros) pero quizás este razonamiento no sea totalmente válido dado que el número de personas que entran al sendero es muy poco según como nos han expresado los administradores de la reserva. Pero tal vez, el grado de dificultad que implica transitarlo, hace que los caminantes se desvíen más hacia las orillas del sendero que en el caso de El Cráter.

Es notorio que en el caso del sendero El Cráter existe mayor afectación de cobertura que en el caso de El Puma, esto era de esperarse dado que el sendero El Cráter acoge más visitantes que el sendero El Puma recibe. Obteniéndose así más del 40% de cobertura disturbada en ambos lados del sendero, mientras que en el caso de El Puma resulta el 26% de cobertura disturbada.

El hecho por el cual se presenta en ambos senderos una mayor afectación el lado izquierdo se debe a que en el lado contrario está el declive que producen los cráteres del volcán, por lo que podría resultar más cómodo el camino por ese lado del sendero. Los resultados a detalle de las mediciones de la cobertura de senderos se muestran en los Anexos 4 y 5.

No obstante, los datos del sendero El Cafetal indican que hay una mayor afectación al lado izquierdo del sendero con un poco más de 2 metros de afectación y además tiene menor cobertura vegetal, como lo reflejaron los datos obtenidos (46.25% de cobertura vegetal), sin embargo parece extraño el hecho de que exista una mayor cobertura vegetal (70%) al lado derecho que lo que señalan los testigos, más aún porque existe algún grado de afectación en este lado del sendero (1.99 metros disturbados). Esto puede deberse a que la zona alrededor

del sendero está bastante disturbada ya que está en la zona de amortiguamiento y se pueden dar incursiones de personas en busca de leña, cacería furtiva o simplemente transitar por el área.

Lo anterior se debe a que el área donde se encuentra el sendero fue talada y que actualmente se encuentra en una etapa de regeneración del bosque, además, la parte más disturbada por esta tala de árboles es al lado izquierdo donde aún se pueden apreciar los troncos de árboles que quedaron sembrados, también es notorio apreciar los claros que se produjeron por la caída de los árboles. Esto ha provocado que especies de rápido crecimiento tengan mayor acceso a la luz y puedan desarrollarse con más facilidad y lograr interponer más competencia entre los árboles en regeneración y estas especies.

El tipo de vegetación de ésta área se compone de árboles altos (propios del bosque deciduo), si embargo en el lado derecho existe mucha vegetación brinzal y poca vegetación latizal y/o fustal cerca del sendero, lo que ha provocado un discontinuo en los datos de cobertura de senderos, de aquí que se ha producido una diferencia considerable entre los promedios de cobertura obtenidos en el sendero y los testigos.

### 5.7.1. Análisis Estadísticos de Cobertura Vegetal en los Senderos

Se realizó un análisis estadístico utilizando el programa SPSS 11.0, con el fin de comparar el grado de significancia que pudiese haber entre los datos obtenidos sobre cobertura vegetal para cada uno de los senderos estudiados.

**Tabla 9.** Resumen de los análisis estadísticos aplicados a los senderos en estudio.

SENDERO	VARIABLE	COMPARACIÓN	MÉTODO	SIGNIFIC.
El Cráter	Distancia disturbada	Derecha-Izquierda	CSM	.000 / .000
	Cobertura vegetal	Derecha-Testigo-Izquierda	ANOVA	.507 / .025
		Derecha-Izquierda	CSM	.001 / .000
El Puma	Distancia disturbada	Derecha-Izquierda	CSM	.000 / .000
	Cobertura vegetal	Derecha-Testigo-Izquierda	ANOVA	.943 / .789
		Derecha-Izquierda	CSM	.000 / .000

SENDERO	VARIABLE	COMPARACIÓN	MÉTODO	SIGNIFIC.
El Cafetal	Distancia disturbada	Derecha-Izquierda	CSM	.004 / .001
	Cobertura vegetal	Derecha-Testigo-Izquierda	ANOVA	.990 / .916
		Derecha-Izquierda	CSM	.000 / .001

#### 5.7.1.1. Sendero El Cráter:

Los análisis estadísticos de comparación simple de medias (CSM), mostraron que existe diferencia significativa entre el porcentaje de cobertura vegetal presente a la izquierda y su comparación con los datos obtenidos a la derecha del sendero.

No se presenta diferencia significativa al comparar los datos entre distancias disturbadas para ambos lados del sendero, por lo que se considera que la afectación es simultánea la misma para ambos costados, es decir, se afecta por igual a ambos lados del sendero.

Al realizar los análisis de varianza (ANOVA) entre los datos de cobertura de sendero y los datos de la muestra testigo, se demuestra que existe diferencia significativa al 95% al comparar los datos de cobertura entre el lado izquierdo y el testigo. Sin embargo, al comparar los datos del lado derecho del sendero con los datos del testigo se obtiene una mayor significancia en cuanto al grado de afectación, demostrando con certeza la diferencia en cobertura en este lado del sendero al compararla con la parcela testigo (ver tabla 9).

Los análisis de comparación simples de medias entre la cobertura vegetal de los lados del sendero y los datos del testigo, demuestra que existe alguna diferencia significativa al comparar los datos del lado derecho del sendero y el testigo, no así resulta en el lado contrario del sendero donde no se refleja diferencia estadística con relación al testigo.

Se hace evidente entonces el hecho de que sea al lado derecho el que este más afectado por los usuarios de este sendero, afirmando así lo expresado en los análisis descriptivos de este estudio referente al porcentaje de cobertura vegetal que poseen los senderos.

### **5.7.1.2.Sendero El Puma:**

Los análisis estadísticos reflejaron que no existen diferencias significativas al comparar los datos entre las distancias disturbadas por ambos lados del sendero, ni en los porcentajes de cobertura entre los mismos durante las pruebas de comparación simple de medias (tabla 9).

Existen diferencias significativas en el caso de este sendero al compararlos con los datos de cobertura disturbada por cada lado con los datos testigos. El análisis de las varianzas muestra diferencia en ambos lados del sendero en comparación con la muestra testigo.

Un análisis simple de medias entre los datos de cobertura del testigo y los datos de cobertura de cada lado, demostró que no existe diferencia significativa entre estos y el testigo.

Tal y como se afirmó en los análisis descriptivos para el sendero el Puma, los mayores disturbios se producen en el lado derecho del mismo, afirmando las razones que se expusieron en los anteriores acápites de este estudio.

### **5.7.1.3. Sendero El Cafetal:**

El análisis estadístico de comparación simple de medias realizado para este sendero, demostró que existe alta diferencia significativa al comprar los datos entre distancia disturbada a la derecha y los datos de distancia disturbada por la izquierda. Sin embargo, demostró también que no existe gran diferencia al comparar el porcentaje de cobertura vegetal entre ambos lados del sendero, obteniendo el lado izquierdo la mayor significancia (ver tabla 9).

Al realizar las comparaciones estadísticas entre cobertura vegetal en ambos lados del sendero y los datos testigos, los análisis de la varianzas demuestran que existe una gran diferencia significativa entre los datos de cobertura en el lado derecho y los datos de cobertura en el lado izquierdo en comparación con el testigo.

Se deja demostrado que este sendero tiene una gran afectación al emitir tales valores en sus análisis, se demuestra que el lado mas afectado, es el lado izquierdo con menos cobertura vegetal que el lado derecho, confirmando así lo que los análisis descriptivos demostraron en los acápite anteriores.

Las tablas obtenidas con el programa estadístico SPSS 11.0 se presentan en el anexo 6 de este estudio.

## VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se derivan las siguientes conclusiones:

- El Sendero El Cráter es el principal sitio visitado en la Reserva, no es preciso contar con un guía o permiso para entrar en él, no es así con la visitación del sendero El Puma donde se exige contar con los anteriores requerimientos si se desea visitarlo. En el caso del sendero El Cafetal, si bien es cierto que tampoco se precisa de un guía, no es muy visitado por los turistas, dado la finalidad por la que fue creado.
- Es necesario que la reserva cuente con un Plan de Manejo aprobado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales dado que actualmente sólo cuenta con un Plan que realizó Fundación Cocibolca en Julio del 2003 y que está en proceso de revisión y aprobación.
- La Capacidad de Carga Física calculada para el sendero El Cráter, El Puma y El Cafetal, resultó idéntica para los dos primeros y un poco mayor para el Cafetal, mientras que su Capacidad de Carga Real se reduce drásticamente en los senderos El Cráter y El Puma, no así en el sendero El Cafetal.
- El factor de corrección social fue la principal limitante para que la CCR se redujera hasta en un 87%, en el caso del sendero El Cráter y El Cafetal; y en un 95% en el caso del sendero El Puma. En este último la CCR se vio limitada además por el grado de accesibilidad. Los demás factores no mostraron mayor influencia sobre la CCR.
- La Capacidad de Manejo se calculó en base a las variables Infraestructura, Equipamiento y Personal lo que resulta en una capacidad de manejo de 74.24%. Esto indica la necesidad de mejorar en varios aspectos del manejo de la RNVM.
- Los resultados de CCT de acuerdo a los dos tipos de turistas que entran a la reserva (*ecoturistas* y *estudiantes*), mostró que para visitantes estudiantes lo permisible sería de

236 visitas/día que representa un 46% menos que en el caso de ecoturistas en el sendero El Cráter, y de 403 visitas/día en el caso del sendero El Cafetal representando una reducción del 53% en comparación con visitantes ecoturistas.

- La estimación de escenarios propuso que si se aumentara en un 80% la capacidad de Manejo de la reserva la capacidad de carga Efectiva aumentaría de 442 a 476 visitas/día en ecoturistas y de 236 a 255 visitas/día para estudiantes; en el caso del sendero El Cráter; mientras que para El Puma aumentaría de 93 a 101 visitas/día.
- De lo contrario si se redujera a un 50% la capacidad se reduciría a 298 visitas/día en ecoturistas y 159 visitas/día en estudiantes para El Cráter; 507 visitas/día en ecoturistas y 271 visitas/día para estudiantes en el caso de El Cafetal; y 63 visitas/día en El Puma.
- Los días de máximas visitas reportadas en el mes de Junio del año 2003 y en el mes de Marzo para el año 2002, no exceden la capacidad de carga calculada en el caso de visitantes ecoturistas, pero al compararse con los visitantes estudiantes para el sendero El Cráter, la capacidad de carga efectiva se ha excedido. De continuar así esta tendencia, se tendría que restringir la entrada para este tipo de visitantes en las temporadas de mayor visitación del área protegida.
- No se puede tomar como limitante la CCE de El Puma como la Capacidad de Carga de la reserva dado que los senderos no forman un complejo, sino que son independientes, no todos los visitantes que llegan al Mombacho utilizan este sendero.
- En el sendero El Cráter, la cobertura de senderos mostró que la mayor afectación se produce en el lado derecho (0.96 metros afectados) encontrándose menos cobertura en este mismo lado con un 22.31%. Sin embargo, no existe diferencia significativa en las comparaciones simples de medias entre el ancho disturbado en ambos lados del sendero; sí existe diferencia en el porcentaje de cobertura entre ambos lados. El análisis entre varianzas demuestra diferencias significativas entre cobertura en ambos márgenes y cobertura de las parcelas testigo siendo mayor en el lado derecho.

- Para el sendero El Puma, las mediciones muestran mayores afectaciones al lado izquierdo del sendero (1.17 metros afectados) y que existe menos cobertura en el lado derecho con un 26.32%. Se demostró aunque no existe diferencia significativa con los datos de distancia disturbada y cobertura vegetal entre ambos lados del sendero. Sí existe diferencia significativa al comparar los datos de cobertura vegetal entre los lados del sendero y la muestra testigo en los análisis de varianzas realizados siendo mucho mayor la diferencia con el lado derecho del sendero.
- En el sendero El Cafetal, la mayor afectación se produce en el lado izquierdo y por ende existe menos cobertura vegetal (2.81 m disturbados y 46.25% de vegetación). Existen diferencias en cuanto a comparación simple de medias se refiere cuando examinamos las distancias disturbadas en los lados del sendero El Cafetal, así mismo se produce diferencias entre los porcentajes de cobertura entre ambos lados. El análisis de las varianzas demostró que existen diferencias significativas entre los datos del sendero y la muestra testigo, siendo mayor en el lado izquierdo del sendero.
- Existe mayor afectación de cobertura vegetal en el sendero El Cráter que en el sendero El Puma, debido a la diferencia entre el número de personas que entran a cada sendero. Las diferencias entre porcentaje de cobertura de senderos se debe a que en el sendero El Cráter el tipo de vegetación es distinto siendo ésta más arbustiva en comparación con la del sendero El Puma que es más boscosa.
- El sendero El Cafetal es el más afectado en cuanto a cobertura vegetal se refiere, contradiciéndose con la poca afluencia de visitantes que lo frecuentan; se debe esto por la influencia de pobladores del lugar que han talado la zona donde se encuentra el sendero.

## VII. RECOMENDACIONES

- La Capacidad de Carga Turística en las áreas protegidas es muy variable de acuerdo a las condiciones con que sea administrada el área, por lo que se recomienda establecer en su plan de manejo, determinaciones periódicas de Capacidad de Carga Turística en la reserva para crear nuevas estrategias de manejo de visitantes.
- Si la tendencia de visitación a la Reserva Natural Volcán Mombacho continúa incrementándose, es recomendable un mayor control de los visitantes, en especial de estudiantes para evitar que se sobrepase nuevamente la capacidad de carga permisible. Para ello se requerirá que la administración de la reserva restrinja la cuota de ingresos de este tipo de visitante en los períodos de mayor visitación de la misma.
- La Capacidad de Manejo se puede incrementar sustancialmente si se mejora las condiciones de infraestructura y equipos así como las capacidades del personal, esto aumentaría la Capacidad de Carga Efectiva de la reserva, y por ende se podrá permitir mayor afluencia de visitantes. Se sugiere una estrategia de mejoras específicas de acuerdo a las debilidades o carencias encontradas en el análisis de la Capacidad de Manejo de la reserva.
- Es recomendable utilizar los datos de Capacidad de Carga Turística calculados en este estudio de tesis, como un indicador del grado de protección o perturbación que puedan experimentar los senderos del lugar en futuras ocasiones, así también al momento de considerar nuevas estrategias de manejo del visitante.
- Se debería promocionar más el sendero El Cafetal, dado que cuenta con espacio suficiente para recepción de visitantes.

- Se aconseja que en estudios posteriores a este, se incluyan otras variables de corrección tales como precipitación, brillo solar y la perturbación de la fauna, que pueden afectar en un futuro la visitación del sitio y el deterioro progresivo del mismo.
- Es necesario hacer un monitoreo sistemático de la afectación a la cobertura vegetal en los márgenes de los senderos, ya que según se evidencia de este estudio preliminar, hay una reducción en la cobertura vegetal en los senderos, como efecto del circulación de turistas. Es inevitable limitar el número de visitas por día en los períodos picos de acuerdo a lo recomendado específicamente en este estudio.
- Análogamente la afectación a la diversidad vegetal y a la fauna debe ser considerada para el manejo de la visitación de los senderos en la RNVM.
- Se hace necesario que se realice un registro diferenciado de turistas que ingresan al sitio para poder correlacionar esta información con posteriores estudios y lograr que la capacidad propuesta en este estudio para cada sendero no se vea excedida.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Arana, A.; Flores, B.; Vidal, C.; Tovar, D.; Alfaro, E.; Santibáñez, J. L.; Soudre, M.; Núñez, M.; López, M.; y Castellón, N. 2003. Capacidad de Carga Turística del Parque Nacional Tapantí Macizo de la Muerte. CATIE Costa Rica.
- Atwood, J. 1984. A floristic Study of Volcán Mombacho Department of Granada, Nicaragua. ANN MISSOURI. BOT GARDEN. 14 p.
- Borrie, William T.; McCool, Stephen F.; Stankey, George H. 1989. Protected Area Planning Principles And Strategies. Ecotourism: A Guide for Planners and Managers. Vol. 1. Chapter 6. 133-154 pp.
- Calero, C., Valerio, L. 1994 Inventario forestal Finca La Calera (Informe Preliminar). UNA, FARENA, ECFOR. Managua, Nicaragua. 24 p.
- Cayot, L.; Cifuentes, M; Amador, E.; Cruz, F. 1996. Determinación de la Capacidad de Carga Turística en los sitios de visita del Parque Nacional Galápagos. Servicio parque Nacional Galápagos e Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador. 34 pp.
- Ceballos-Lascurián, H. 1994. Estrategia de Ecoturismo para México. Secretaria de Turismo de México. 207p.
- Cifuentes, M. 1992. Determinación de Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas. WWF-CATIE. Costa Rica. 26pp.
- Cifuentes, M.; Alpizar, F.; Barroso, F.; Courrrau J.; Falck, L.; Jiménez, R.; Ortiz, P.; Rodríguez, V.; Romero, J. C.; Tejada, J. 1990. Capacidad de Carga turística de la

Reserva Biológica Carara. Informe de Consulta, Servicio de Parques Nacionales /  
CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Cifuentes, M.; Mesquita, C.; Méndez, J. 1999. Capacidad de Carga Turística de las Áreas  
de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. WWF-  
Centroamérica. 75pp.

Dávila, F.; Flores, A.; Jiménez, N. 2002. Turismo en Granada. Ensayo Monográfico.  
Colegio Sagrado Corazón de Jesús.

De Faria, H. H. de 1993. Elaboración de un Procedimiento Para Medir la Efectividad de  
Manejo de Áreas Silvestres Protegidas y Su Aplicación en dos Áreas Protegidas de  
Costa Rica. Tesis Magister Scientiae. CATIE.

Ejzman, M. A. 1997. Determinación de la Capacidad de Carga Turística en dos sitios de  
visita del Refugio de Vida Silvestre La Marta, e identificación de su punto de  
equilibrio financiero. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. San  
José, Costa Rica.

Ejzman, M. A. 2000. Planificación Ecoturística y Capacidad de Carga. Seminario de  
Ecoturismo. Gotolatin. Chile (En Línea). Costa Rica. (Disponible en  
<http://www.gochile.cl/spa/Guide/ChileSeminarioEcoturismo/Ponencias>).

Fundación Neotrópica, 1992. Análisis de capacidad de carga para visitación en las áreas  
silvestres protegidas de Costa Rica. Centro de estudios ambientales y políticas.  
Fundación Neotrópica. San José, Costa Rica.

Fundación Nicaragüense para la Conservación, Fundación Cocibolca (FUNCOC). 2003.  
Plan De Manejo Reserva Natural Volcán Mombacho Granada. USAID. 189pp.

- Fundación Para el Desarrollo de Nicaragua (FUNDENIC). 1999. Evaluación y redefinición del sistema de Áreas Protegidas del Pacífico Centro y Norte de Nicaragua. Cuarta Parte. Informe Final de Consultoría. 145 pp.
- Girón, R.; Guevara, D.; Pérez, P.; Somarriba, M. 2003. Determinación de la capacidad de carga turística de la zona recreativa oropéndola parque nacional Tapantí - Macizo de la muerte. CATIE, Costa Rica. 29 pp.
- INTUR. 1999. Ley No. 306, Ley de Incentivos para la Industria Turística de la República de Nicaragua. La Gaceta, diario oficial No.117.
- Kuss, F.; Graefe, A.; and Vaske, J. 1990. Visitor Impact Management. National Parks and Conservation Association. 256 p.
- MARENA. 1999. Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua. Versión Resumida.
- MARENA. 2002. Zeas Maura, M. Quintero, B.; Sánchez, M.; Mothas, S. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Áreas Protegidas Informe Nacional. Managua, Nicaragua.
- Mc Cool, and Stephen F. 1996, Limits of Acceptable Change: A Framework for Managing National Protected Areas: Experiences from the United States. Missoula, Montana.
- Mitraud, S. 1998. Projeto de Desenvolvimento de Tilhas Interpretativas do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha-PE. Actividade 3: Determinação da Capacidade de Carga e Sistema de Monitoramento de Impacto de Visitação. Velatorio Técnico 2, Convenio IBAMA-WWF No. 006.97. WWF-Brazil. 56 p.
- Molina E., Sergio. 2000. Turismo y Ecología. Editorial Trillas. México. Sexta Edición. Primera Reimpresión.198pp.

Moore, A. 1993. Manual para la Capacitación del Personal de Áreas Protegidas. National Park Service. USA. Vol. 2.

Rodríguez V., J. E. 1992. Determinación de la Capacidad de Carga Turística para el Parque Nacional Manuel Antonio. Tesis Msc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 183p.

Sánchez, M. 2003. Fichas Técnicas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Nicaragua. Departamento de Ordenamiento de Áreas Silvestres. MARENA.

Somarriba, M. O. Parra y A. Acuña. 2002. Potenciales impactos ambientales de actividades ecoturísticas en áreas protegidas en Nicaragua. Una revisión. Becas Keizo Obuchi – UNESCO. Universidad Nacional Agraria de Nicaragua y Universidad de Concepción, Chile.

Zamorano Casal, F. 2002. Turismo Alternativo: Servicios Turísticos Diferenciados. Editorial Trillas. México. 336pp.

**Anexo 1: Cálculo de la Capacidad de Manejo (Infraestructura) del Reserva Natural  
Volcán Mombacho, Noviembre 2003.**

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	Cantidad Actual	Cantidad Óptima	Relación	Estado	Localización	Funcionalidad	Suma	Factor (S/16)
Centro de Visitantes	1	2	2	2	4	2	10	0.625
Caseta de Entrada	1	1	4	4	4	4	16	1
Oficinas Programas EA y UP	1	1	4	4	4	4	16	1
Albergues para Visitantes	1	5	1	4	4	4	13	0.8125
Bases y Estaciones para Guarda-parques	2	4	2	4	4	4	14	0.875
Puntos de Control	2*	5	2	3	4	3	12	0.75
Parqueo de Visitantes	2	2	4	3	4	4	15	0.9375
Áreas de Camping	2	2	4	3	4	3	14	0.875
Base de control en sendero El Puma	0	1	1	1	1	1	4	0.25
Construcción Área de Investigación	0	2	1	1	1	1	4	0.25
Rotulación externa e interna de la RNVM	10	10	4	3	4	4	15	0.9375
Letrinas aboneras	3	4	3	3	3	3	12	0.75
Habilitación de Senderos de Patrulla	8	8	4	4	4	4	16	1
Rotulación orientativa en el sendero El Puma	12	12	4	4	4	4	16	1
Rotulación de Límites y Zonificación	0	4	1	1	1	1	4	0.25
Construcción de torres de incendios	0	2	1	1	1	1	4	0.25
Construcción del laboratorio de investigación	0	1	1	1	1	1	4	0.25
Cierre de Área anexa de la Estación Biológica	1	1	4	4	4	4	16	1
Construcción adoquinado en El Progreso	1	1	4	4	4	4	16	1
Rotulación en carretera Panamericana	1	8	1	1	1	1	4	0.25
Rotulación en parqueo y acceso a la EB			3	3	4	4	14	0.875
<b>Promedio</b>								<b>0.7113</b>

\* Los otros 3 puntos de control serán instalados por los Propietarios Privados de la Zona de amortiguamiento

**Anexo 2: Cálculo de la Capacidad de Manejo (Equipamiento) de la Reserva Natural  
Volcán Mombacho, Noviembre 2003.**

Equipamiento	Cantidad Actual	Cantidad Óptima	Relación	Estado	Localización	Funcionalidad	Suma	Factor (S/16)
Vehículo Ecomóvil	7	7	4	2	4	3	13	0.8125
Vehículos privados (4x4)	3	5	2	2	4	3	11	0.6875
Motocicletas	1	2	2	3	4	3	12	0.75
Radio	11	11	4	4	4	4	16	1
Botiquín	1	2	2	4	4	3	13	0.8125
Extintor de incendios	3	5	2	4	3	3	12	0.75
Pantalla de proyección	1	1	4	4	4	4	16	1
Proyector de diapositivas	1	1	4	4	4	4	16	1
Computadora	2	2	4	3	4	4	15	0.9375
Impresora	2	2	4	3	4	4	15	0.9375
Rotulación	0	Por contrato	4	4	4	4	16	1
Equipo contra incendios	0	4	1	1	1	1	4	0.25
Primeros Auxilios	0	4	1	1	1	1	4	0.25
GPS	3	3	4	4	4	4	16	1
<b>Promedio</b>								<b>0.7991</b>

**Anexo 3: Cálculo de la Capacidad de Manejo (Personal) de la Reserva Natural Volcán  
Mombacho, Noviembre 2003**

<b>PERSONAL</b>	<b>Cantidad Optima</b>	<b>Cantidad Actual</b>	<b>Relación</b>	<b>Capacitación</b>	<b>Suma</b>	<b>Factor (C/8)</b>
Director	1	1	4	3	7	0.875
Administrador Reserva	1	1	4	3	7	0.875
Recepcionista	1	1	4	4	8	1
Conductor	4	2	2	4	6	0.75
Guarda parques	11	6	2	3	5	0.625
Jefe de Programa Investigación	1	1	4	4	8	1
Jefe Programa EA y UP	1	0	1	1	2	0.25
Jefe Programa Protección y Monitoreo	1	0	1	1	2	0.25
Jefe Programa A y RP	1	0	1	1	2	0.25
Vigilantes Mombacho	6	4	3	4	7	0.875
Vigilante Parqueo	1	1	4	4	8	1
Programa de Voluntariado	100	50	2	2	4	0.5
Responsable Cocina	2	2	4	2	6	0.75
Ayudante Cocina	1	1	4	2	6	0.75
Responsable de Cafetería	1	1	4	4	8	1
<b>PROMEDIO</b>						<b>0.7167</b>

#### Anexo 4: Datos Obtenidos en la Medición de Cobertura de Senderos:

##### A) Sendero EL CRÁTER

Transecto (100 m)	Distancia Disturbada (m)		% de Cobertura Disturbada		Ancho promedio Sendero (m)	Observaciones
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha		
1	0.7	0.6	40	30	1.2	Entrada al sendero
2	1	1.6	0	0	1	
3	1	1	20	20	1.8	Sendero El Túnel
4	0.7	0.8	30	60	1	
5	0.7	0.7	20	20	0.9	
6	0.6	1	30	30	1	
7	0.9	0.9	20	20	1	
8	0	0	0	0	0.7	Puente de madera
9	0.5	0.9	80	50	0.9	
10	2	1.9	30	0	1	Hojarasca y piedra
11	0.9	1.1	40	0	0.8	
12	1.1	0.9	40	20	1.2	
13	1	1.1	30	40	1.5	14 metros más sobre el camino
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.8538</b>	<b>0.9615</b>	<b>29.2308</b>	<b>22.3077</b>	<b>1.0769</b>	

##### C) Sendero EL CAFETAL

Transecto (100 m)	Distancia Disturbada (m)		% de Cobertura Disturbada		Ancho promedio Sendero (m)	Observaciones
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha		
1	0.4	0.7	70	30	2.2	Entrada al sendero
2	2	1.1	50	90	1	girando a la izquierda
3	5.6	2.1	10	90	1.2	
4	2.2	3.5	40	80	1.5	
5	2.9	0.5	20	100	1.3	
6	3.1	1.4	60	70	1.1	
7	2.3	2.4	80	50	1.1	hojarasca
8	4	4.2	40	50	1.3	
<b>Promedio</b>	<b>2.8125</b>	<b>1.9875</b>	<b>46.25</b>	<b>70</b>	<b>1.3375</b>	

### B) Sendero EL PUMA

Transecto (100 m)	Distancia Disturbada (m)		% de Cobertura Disturbada		Ancho promedio Sendero (m)	Observaciones
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha		
1	1.8	0.8	25	10	0.6	Entrada al Sendero
2	0.75	0.9	10	10	1.1	Márgenes bien disturb.
3	0.95	1	10	10	0.8	Márgenes bien disturb.
4	1.5	0.55	30	30	0.7	Margen izq. con rocas
5	1.3	0.6	50	30	0.6	
6	1.1	1	15	15	0.6	margen izq. con rocas
7	0.8	1	60	30	0.55	
8	0.8	1.1	40	10	0.9	Margen izq. con rocas
9	0.6	0.7	10	10	0.9	Margen izq. con rocas
10	0.8	0.5	50	40	0.9	
11	1.4	1.5	20	20	0.8	
12	2	0.7	50	40	0.8	Margen izq. con rocas
13	1.5	1.2	30	10	0.8	
14	1.3	1.1	30	20	0.8	
15	0.9	1	40	30	1	
16	0.9	1.2	50	50	0.5	Sobre puente de madera
17	0.9	1	30	30	0.7	Sobre puente de madera
18	1.1	1	30	10	0.8	
19	1.1	1.2	50	70	0.5	sobre puente de madera
20	0.9	1	20	10	0.65	sendero suelo limpio
21	0.5	0.65	40	30	0.65	sendero suelo limpio
22	1	0.8	20	20	0.5	escalón de madera
23	0.8	0.9	10	10	0.8	sendero suelo limpio
24	0.9	0.7	10	10	0.6	escalón de madera
25	1.1	1	30	20	0.6	
26	0.6	0.7	40	30	0.6	escalón de madera
27	1.15	0.5	60	50	0.8	Mirador Los Vientos
28	3.4	3	20	20	0.7	Puente de madera
29	0.7	0.8	90	60	1	
30	0.7	0.2	80	60	1	Mirador La Roca
31	1	1	40	40	0.7	
32	2	1.5	30	40	0.6	Hojarasca
33	2.2	1.2	20	20	0.75	
34	1.4	2	20	0	0.8	intersección al Mirador La Roca
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.17</b>	<b>1.00</b>	<b>34.12</b>	<b>26.32</b>	<b>0.74</b>	

### Anexo 5: Testigos Para la Medición de Coberturas de Senderos

#### A) Sendero EL CRÁTER

Testigo 1	% de Cobertura	Testigo 2	% de Cobertura	Testigo 3	% de Cobertura	PROMEDIO GENERAL
1	100	1	40	1	40	
2	80	2	60	2	70	
3	90	3	40	3	70	
4	90	4	80	4	80	
		5	50			
<b>Promedio</b>	<b>90</b>		<b>54</b>		<b>65</b>	<b>69.67</b>

#### B) Sendero EL CAFETAL

Testigo 1	% de Cobertura	Testigo 2	% de Cobertura	Testigo 3	% de Cobertura	Testigo 4	% de Cobertura	PROM. GRAL.
1	50	1	30	1	40	1	50	66
2	80	2	50	2	70	2	60	40
3	50	3	70	3	90	3	40	72
4	100	4	20	4	90	4	50	44
5	50	5	30	5	70	5	20	
<b>Promedio</b>	<b>66</b>		<b>40</b>		<b>72</b>		<b>44</b>	<b>59.33</b>

#### C) Sendero EL PUMA

Testigo 1	% de Cobertura	Testigo 2	% de Cobertura	Testigo 3	% de Cobertura	Promedios Parciales
1	70	1	20	1	50	
2	20	2	10	2	50	
3	30	3	20	3	40	
4	30	4	20	4	80	
5	30	5	40	5	20	
<b>Promedio</b>	<b>36</b>		<b>22</b>		<b>48</b>	<b>35.33</b>

“Estimación de la Capacidad de Carga Turísticas en los Senderos de la Reserva Natural  
Volcán Mombacho, Granada”

---

<b>Testigo 4</b>	<b>% de Cobertura</b>	<b>Testigo 5</b>	<b>% de Cobertura</b>	<b>Testigo 6</b>	<b>% de Cobertura</b>	
1	40	1	70	1	100	
2	70	2	80	2	80	
3	60	3	70	3	70	
4	70	4	70	4	70	
5	50	5	90	5	60	
<b>Promedio</b>	<b>58</b>		<b>76</b>		<b>76</b>	<b>70.00</b>
<b>PROMEDIO GENERAL</b>						<b>52.67</b>

**Anexo 6: Tablas Obtenidas Durante Los Análisis Estadísticos De Cobertura De  
Senderos.**

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
COBIZQUI	5.220	12	.000	29.2308	17.0292	41.4323
COBDEREC	4.094	12	.001	22.3077	10.4368	34.1786

**A) Sendero EL CRÁTER**

**Comparación simple de medias entre las distancias disturbadas para cada lado del sendero**

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
IZQUIERD	6.838	12	.000	.8538	.5818	1.1259
DERECHA	7.610	12	.000	.9615	.6862	1.2368

**Grado de significancia entre los datos obtenidos de distancia disturbada en ambos lados del sendero**

**ANOVA**

COBIZQUI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4175.641	6	695.940	5.826	.025
Within Groups	716.667	6	119.444		
Total	4892.308	12			

**Comparación de los datos de cobertura obtenidos al lado izquierdo y los datos testigos**

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
COBIZQUI	5.220	12	.000	29.2308	17.0292	41.4323
COBTEST	11.893	12	.000	68.4615	55.9194	81.0036

**Comparación de los datos de cobertura obtenidos en el lado derecho y los datos testigos**

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
COBDEREC	4.094	12	.001	22.3077	10.4368	34.1786
COBTEST	11.893	12	.000	68.4615	55.9194	81.0036

**Análisis simple de medias obtenidas al comparar los datos de cobertura en el lado izquierdo y el testigo.**

**ANOVA**

COBDEREC

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2297.436	6	382.906	.985	.507
Within Groups	2333.333	6	388.889		
Total	4630.769	12			

**Análisis simple de medias obtenidas al comparar los datos de cobertura en el lado derecho y el testigo.**

**C) Sendero EL PUMA**

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
IZQUIERD	11.880	33	.000	1.1721	.9713	1.3728
DERECHA	11.990	33	.000	1.0000	.8303	1.1697

**Pruebas simples de comparaciones entre medias para los datos de distancia disturbada en ambos lados del sendero.**

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
COBIZQUI	10.151	33	.000	34.1176	27.2799	40.9554
COBDERE	8.877	33	.000	26.3235	20.2907	32.3564

Comparación simple de medias para los datos de cobertura vegetal entre ambos lados del sendero.

**ANOVA**

**COBDERE**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1207.500	9	134.167	.355	.943
Within Groups	7550.000	20	377.500		
Total	8757.500	29			

**Análisis de varianzas entre los datos de cobertura vegetal en el lado derecho y la muestra testigo.**

**ANOVA**

**COBIZQUI**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2564.792	9	284.977	.592	.789
Within Groups	9635.208	20	481.760		
Total	12200.000	29			

**Análisis de varianzas entre los datos de cobertura vegetal en el lado izquierdo y la muestra testigo.**

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
DISTIZQU	10.151	33	.000	34.1176	27.2799	40.9554
COBTEST	11.714	29	.000	52.6667	43.4712	61.8621
DISTDERE	8.877	33	.000	26.3235	20.2907	32.3564

**Comparación simple de medias entre cobertura vegetal disturbada por ambos lados del sendero y  
cobertura del sendero.**

**B) Sendero EL CAFETAL**

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
IZUIQUIE	5.199	7	.001	2.8125	1.5333	4.0917
DERECHA	4.229	7	.004	1.9875	.8762	3.0988

Comparación simple de medias entre los datos de distancia disturbada para ambos lados del sendero

**One-Sample Test**

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
COBIZQUI	5.481	7	.001	46.2500	26.2965	66.2035
COBDERE	8.083	7	.000	70.0000	49.5218	90.4782

Comparación simple de medias entre los datos de cobertura vegetal para ambos lados del sendero.

**ANOVA**

COBDERE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	925.000	4	231.250	.212	.916
Within Groups	3275.000	3	1091.667		
Total	4200.000	7			

**Análisis de varianzas de los datos de cobertura vegetal del lado derecho y su grado de significancia con los datos de la muestra testigo.**

**ANOVA**

COBIZQUI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	287.500	4	71.875	.058	.990
Within Groups	3700.000	3	1233.333		
Total	3987.500	7			

**Análisis de varianzas de los datos de cobertura vegetal del lado izquierdo y su grado de significancia con los datos de la muestra testigo.**

Anexo 7. Mapa Interpretativo de los Senderos del Mombacho

