



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**INSTITUTO DE POSGRADO Y EDUCACION CONTINUA**

## **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA EL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO”**

**AUTOR: EDMUNDO MARCELO BORJA ROBALINO.**

**Proyecto de investigación, presentada/o ante el Instituto de Posgrado y Educación  
Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de  
MAGISTER EN TURISMO SOSTENIBLE Y DESARROLLO LOCAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**ABRIL 2016**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICACIÓN:**

EL TRIBUNAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION CERTIFICA QUE:

El proyecto de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA EL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO”**, de responsabilidad del Señor Edmundo Marcelo Borja Robalino, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal, quedando autorizada su presentación.

**Tribunal:**

Ing. Willian Pilco Mosquera

\_\_\_\_\_  
**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Biol. Diego Bonilla Urbina

\_\_\_\_\_  
**DIRECTOR**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Cristóbal Santillán Heredia

\_\_\_\_\_  
**MIEMBRO**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Luis Quevedo Báez

\_\_\_\_\_  
**MIEMBRO**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

\_\_\_\_\_  
**DOCUMENTALISTA SISBIB ESPOCH**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**Riobamba, Abril 2016**

## **DERECHOS INTELECTUALES**

Yo, Edmundo Marcelo Borja Robalino, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente Proyecto de Investigación, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Edmundo Marcelo Borja Robalino**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Edmundo Marcelo Borja Robalino, declaro que el presente Proyecto de Investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, 14 de Abril 2016

---

**Edmundo Marcelo Borja Robalino**

FIRMA

0603197435

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación va dedicado a la memoria de mi padre Marco Aurelio Borja Cubillo. De igual manera a mí amada madre Martha Robalino, y a mi hija la Rafaela Borja Santillán quienes han sido mi motor a cumplir esta meta en mi vida.

Marcelo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios el Todopoderoso quien ha permitido culminar este trabajo de investigación.

Un profundo agradecimiento a los miembros del tribunal al Biol. Diego Bonilla Urbina, al Ing. Luis Quevedo Báez y sobre todo un inmenso y profundo agradecimiento al Ing. Cristóbal Rodolfo Santillán Heredia quien ha estado en todo este proceso de culminación del trabajo.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a las autoridades de la IPEC quienes han sabido llevar de la mejor manera este programa de maestría, a mis amigos y compañeros a quienes reconozco su apoyo incondicional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE MAPAS.....	xi
INDICE DE FOTOGRAFIAS .....	Xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv

### CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Hipótesis.....	5

### CAPITULO II

2. MARCO DE REFERENCIA.....	6
2.1 Alternativas energéticas.....	6
2.2 Disponibilidad de recurso energético.....	11
2.3 Necesidad energética.....	13
2.4 Áreas protegidas .....	15
2.5 El turismo en Áreas Naturales Protegidas.....	21
2.6 Reglamento ambiental para actividades eléctricas.....	23
2.7 Comunidad.....	24
2.8 Sistemas conversores de energía.....	28
2.9 Análisis de impactos.....	29
2.10 Costos de producción.....	31
2.11 Desarrollo sostenible.....	32

### **CAPITULO III**

<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Características del lugar.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Materiales.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>38</b>

### **CAPITULO IV**

<b>4</b>	<b>MARCO DERESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>104</b>
<b>4.1</b>	<b>Cuantificación del recurso energético renovable disponible y determinar las necesidades energéticas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades.....</b>	<b>104</b>
<b>4.2</b>	<b>Selección de los sistemas de generación alternativa para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas.....</b>	<b>105</b>
<b>4.3</b>	<b>Elaboración de la matriz de impactos ambientales del proyecto.....</b>	<b>105</b>
<b>4.4</b>	<b>Determinación de los costos del proyecto.....</b>	<b>106</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>109</b>

### **BIBLIOGRAFIA**

### **ANEXOS**

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1-2:	Sectores articulados a la matriz productiva.....	14
Cuadro N° 2-3:	Flora endémica de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.....	71

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1-2:	Áreas Protegidas de Ecuador.....	19
Tabla N° 2-2.	Comunidades asentadas dentro y en la zona de amortiguamiento.....	25
.....		
Tabla N° 3-3.	Tabla 3-3 Aprovechamiento del potencial eólico .....	59
Tabla N° 4-3	Energía requerida del proyecto	61
Tabla N° 5-3	Características técnicas de aerogeneradores	68
Tabla N° 6-3	Matriz de evaluación de impactos de la zona de influencia de la reserva de producción de fauna Chimborazo	87
Tabla N° 7-3	Matriz de cuantificación de la zona de influencia de la reserva de producción de fauna Chimborazo	90
Tabla N° 8-3	Tabla 8- 3 Costos específicos de energía	99
Tabla N° 9-3	Desglose de los costos de la energía eólica	101
Tabla N° 10-3	Tabla 10- 3 Desglose de costos en Ecuador	102
Tabla N° 11-3	Tabla 11- 3 Desglose de costos de operación y mantenimiento	104
Tabla N° 12-3	Tabla 12 - 3 Características aerogenerador Repower 3.0M122	106

## LISTA DE MAPAS

Mapa N° 1-3:	Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.....	34
Mapa N° 2-3:	Ubicación geográfica.....	46
Mapa N° 3-3:	Mapa solar difuso de la zona	53
Mapa N° 4-3:	Mapa solar directo de la zona	54
Mapa N° 5-3:	Mapa global de la zona	54
Mapa N° 6-3:	Atlas eólico del Ecuador, Zona 3	57
Mapa N° 7-3:	Mapa de ecosistemas de páramo y uso de suelo de la RPFCH	71
Mapa N° 8-3:	Mapa turístico de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo	78

## LISTA DE GRAFICOS

Gráfico N° 1-2:	Aerogenerador y Parque eólico.....	8
Gráfico N° 2-2:	Paneles fotovoltaicos.....	10
Gráfico N° 3-2:	Servicios del buen vivir	13
Gráfico N° 4-2:	Sectores Estratégicos de Ecuador	13
Gráfico N° 5-2:	Esquema de Transformación de energía	27
Gráfico N° 6-2:	Esquema de transformación de energía solar	27
Gráfico N° 7-2:	Esquema de transformación de energía eólica	28
Gráfico N° 8-3:	Cuantificación del recurso y demanda energética	38
Gráfico N° 9-3:	Selección de equipos	39
Gráfico N° 10-3:	Impactos ambientales	40
Gráfico N° 11-3:	Costos de proyecto	41
Gráfico N° 12-3:	Empresas constructoras de aerogeneradores	63
Gráfico N° 13-3:	REpower MD70 (Turbine)	64
Gráfico N° 14-3:	REpower 3.0M122 (Turbine)	64
Gráfico N° 15-3:	48/600 (turbine)	65
Gráfico N° 16-3:	REpower 3.XM (Turbine)	65
Gráfico N° 17-3:	REpower MD77 (Turbine)	66
Gráfico N° 18-3:	REpower 55/1000 (Turbine)	66
Gráfico N° 19-3:	REpower MM100/2.0 (Turbine)	67
Gráfico N° 20-2:	REpower MM82 (Turbine)	67
Gráfico N° 21-2:	REpower 5M jacket tower (Turbine)	68
Gráfico N° 22-2:	Comparación costos energía	100

## LISTA DE FOTOGRFIAS

Fotografía N° 1-3:	Prospección del lugar de estudio	42
Fotografía N° 2-3:	Sitio San Pablo de Pulingui	48
Fotografía N° 3-3:	Vías de acceso	49
Fotografía N° 4-3:	Evidencia ecológica	50
Fotografía N° 5-3:	Heliógrafo	51
Fotografía N° 6-3:	Anemómetro	56

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A Mapas de viento de la zona 3 de Ecuador

Anexo B Escala Beaufort de viento

Anexo C Características específicas del aerogenerador REpower 3.0M122

## **RESUMEN**

El trabajo investigativo “Evaluación de alternativas energéticas para el desarrollo local sostenible de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo”, se justifica por la importancia que tiene la energía en las actividades turísticas, más aun, el turismo está considerado como subsector estratégico dentro del Plan Nacional del Buen Vivir. La metodología utilizada se sustenta en el análisis de alternativas energéticas con recursos renovables, particularmente el viento, luego de revisión bibliográfica de actualidad se determinan los potenciales solar y eólico del lugar y seleccionado la alternativa eólica para el desarrollo del proyecto por su abundante recurso, gratuidad del mismo, renovabilidad del viento y la transformación de este en electricidad de forma limpia para uso en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y las comunidades adyacentes. Se determina la demanda energética y se efectuó la selección de equipos eólicos y se tiene como alternativa la implementación de un parque eólico con dos (2) aerogeneradores del tipo 3.0M122 de la empresa REpower que proporcionarían 6000 KW, siendo la demanda energética de 3750 KW, por lo que se concluye que el proyecto es rentable y se proyecta a satisfacer las necesidades energéticas hasta luego de 25 años, siendo su costo de 12.050.000 U.S.D. Se recomienda gestionar el financiamiento con las entidades seccionales.

Palabras clave: <ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS>, <RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA>, CHIMBORAZO [PROVINCIA], <RECURSOS RENOVABLES>, <VIENTO>, <DEMANDA ENERGÉTICA>, <TURISMO Y DESARROLLO SOSTENIBLE>

## **ABSTRACT**

The investigative work "Evaluation of energetic alternatives for the local sustainable development of Fauna Production Reserve Chimborazo" it is justified for the importance of energy in fauna activities, and the tourism is considered like a strategic sector onto of Plan National del Buen Vivir. The methodology used is supported on the analysis of energetic alternatives with renewable resources, particularly the wind, after to carry out the updated bibliographic revision, the potentials solar and Eolic were determined and the eolic alternative was selected for the project development for being an abundant resource, for its gratuity, wind renewability, and its conversion to electricity, in cleaned way for using in the Fauna Production Reserve Chimborazo and the narest communities. The energetic demand was determined and the selection of eolic equipment was done and it is presented like alternative the implementing of an eolic park with twoo (2) wind turbines of type 3.0M122 of RePower company that would provide 6000 kW, being the energy demand of 3750 KW, for this reason it is concluded that the project is profitable and it is projected to satisfy the energetic needs for 25 years, with a cost of \$ 12,050,000 U.S.D. It is recommended to financial management with the local entities.

Keywords: <ALTERNATIVE ENERGY>, <FAUNA PRODUCTION RESERVE>, CHIMBORAZO [PROVINCE], <RENEWABLE RESOURCES> <EOLIC> <ENERGY DEMAND> <TOURISM AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT>

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El turismo va tomando gran relevancia e impulso en la última década en todo el mundo y particularmente en países como Ecuador, que no tienen suficiente desarrollo industrial, de esta manera se suple el insuficiente desarrollo tecnológico y se utiliza al turismo como fuente importante de ingreso de divisas por los servicios que se prestan como el transporte, movilidad, seguridad, hospedaje, alimentación, guía turística en áreas protegidas (APs) y demás componentes del turismo sustentable.

El Ecuador en sus diversas latitudes geográficas presenta condiciones adecuadas para el desarrollo turístico. En la región andina el turismo es una de las principales fuentes de dinamización económica, particularmente en la Provincia de Chimborazo, que tiene en su Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, el principal sustento para la economía de los sectores sociales adyacentes a la misma, siendo considerada esta área natural, el primer atractivo turístico natural de la Provincia.

Al ser considerada esta área como Reserva de Producción de Fauna, posee limitaciones de desarrollo integral y entre estas se anota la insuficiencia de energía limpia para fines de desarrollo social y económico sin afectación al ambiente.

La dotación de energía en el lugar proviene del Sistema Nacional Interconectado (SNI), consecuentemente la energía provista tiene sus orígenes en la transformación energética térmica e hidráulica que abastece al País, y no existe ninguna manifestación de generación energética limpia que al momento sea una alternativa viable para un desarrollo sostenible del turismo en la zona, como tampoco para el uso en las comunidades aledañas a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, por lo que el desarrollo turístico incrementaría y la calidad de vida de la población campesina colindante al área de influencia se mejoraría.

Por lo que, la insuficiencia de alternativas energéticas limpias no permite el desarrollo sostenido del turismo en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, ya que es un área protegida muy sensible por su afectación al frágil ecosistema existente.

### **1.1. Justificación**

El proyecto que se plantea está relacionado al aprovechamiento de recursos energéticos renovables, para dar alternabilidad energética a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas.

Desde el punto de vista ambiental, se requiere dotar de energía limpia a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas, pues, tanto la energía hidráulica (agua), como la térmica (combustión), que abastecen al País en la actualidad, alteran el entorno ecológico de la zona, por la acumulación de sedimentos y cambios de vegetación de las zonas aledañas a las centrales hidroeléctricas, como por la polución ambiental que generan los gases de la combustión de las centrales térmicas.

Cuando una zona y sus habitantes poseen energía suficiente y de preferencia limpia, estos pueden desarrollarse convenientemente en sus diversas actividades, pues la energía sirve para implementar fuentes de trabajo tanto industriales, como manufactura, incluido la actividad turística, que es la principal fuente de ingresos y desarrollo de la zona y sus comunidades adyacentes, particularmente para las cuarenta seis comunidades, que conforman el conglomerado humano de la región.

Es de mencionar que la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas, es el mayor centro turístico de las Provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, ya que esta acoge a muchos turistas nacionales y extranjeros que constantemente llegan al lugar y sus principales actividades turísticas son trekking, actividades de andinismo, escalada en roca y hielo, observación de fauna y flora del ecosistema de páramo, fotografía, cabalgata, ciclismo de montaña, deportes extremos.

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas debido a su envergadura, requiere de la utilización continua de energía, la misma que es provista

por el sistema Nacional Interconectado y particularmente de la Empresa EERSA, que provee el fluido eléctrico a costos actuales y que mensualmente se factura la energía.

Por lo que técnica y económicamente se justifica la implementación de proyectos energéticos alternos y sobre todo con fuentes energéticas renovables que disminuirían el costo de la energía que al momento se encuentra entre los más altos de Latinoamérica (13 cUSD/Kw-h).

Con el desarrollo del proyecto de factibilidad para implementación de alternativas energéticas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo se tendrá una visión del cambio del uso de energías limpias, esto en base a la metodología que se va a proponer para implementación de transformación del recurso renovable en energía eléctrica.

La metodología analítica que se propone para la evaluación de alternativas energéticas, se sustenta en la determinación de los parámetros de demanda de energía alternativa y compatibilización con el recurso energético renovable disponible en el lugar, por lo que la investigación se basa en el conocimiento de las necesidades energéticas del área protegida, su entorno y la repercusión en su desarrollo sostenible en función del recurso energético renovable existente en el lugar.

Es por ello que con esta investigación se busca aportar al mejoramiento de la calidad del uso de la energía en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas en función del uso de recursos naturales renovables. Se constituirá en una alternativa energética para vincularlo al turismo y al desarrollo integral de la zona, con la consideración de que el desarrollo del lugar sea sostenible, es decir, en los ámbitos social, económico, ambiental.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar alternativas energéticas para el desarrollo local sostenible de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- a)** Cuantificar el recurso energético renovable disponible y determinar las necesidades energéticas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades.
- b)** Seleccionar los sistemas de generación alternativa para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas.
- c)** Elaborar la matriz de impactos ambientales del proyecto.
- d)** Establecer los costos del proyecto.

### **1.3. Hipótesis**

La implementación de alternativas energéticas para el desarrollo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo mejorará sus condiciones socio económico y ambiental.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO DE REFERENCIA

#### 2.1. Alternativas energéticas

En Ecuador y particularmente en el área protegida de la Reserva de Fauna de Chimborazo las alternativas energéticas naturales y renovables son variadas, más, en el caso del turismo sostenible se requiere de variedad de alternativas de energía para suplir la necesidad del mismo, es por esto que las energías o fuentes energéticas renovables son la vía de utilización adecuada, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

Luego de una prospección preliminar de carácter visual y teórica, entre las fuentes naturales y alternas de energía en el sector determinado para la investigación se anotan:

- Energía solar
- Energía eólica

Pues, se evidencia la presencia del recurso energético del sol y del viento, “aire en movimiento”, con densidades de potencial interesantes.

##### 2.1.1. Energía alternativa/convencional

No es una mera clasificación de las fuentes de energía, sino que representa un cambio que necesariamente tendrá que producirse durante este siglo. (GARCÍA & HERNÁEZ, 2004)

Es importante reseñar que las energías alternativas, aun siendo renovables, también son finitas en lapsos grandes de tiempo y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación, por tanto, incluso aunque podamos realizar la transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con

este modelo económico basado en el crecimiento perpetuo. Es por ello por lo que surge el concepto del Desarrollo Sostenible. (GEDEON, 1981)

Dicho modelo se basa en las siguientes premisas:

- El uso de fuentes de energía renovable, ya que las fuentes fósiles actualmente explotadas terminarán agotándose, según los pronósticos actuales, en el transcurso de este siglo XXI.
- El uso de fuentes limpias, abandonando los procesos de combustión convencionales y la fisión nuclear.
- La explotación extensiva de las fuentes de energía, proponiéndose como alternativa el fomento del auto consumo, que evite en la medida de lo posible la construcción de grandes infraestructuras de generación y distribución de energía eléctrica.
- La disminución de la demanda energética, mediante la mejora del rendimiento de los dispositivos eléctricos (electrodomésticos, lámparas, etc.)
- Reducir o eliminar el consumo energético innecesario. No se trata sólo de consumir más eficientemente, sino de consumir menos, es decir, desarrollar una conciencia y una cultura del ahorro energético y condena del despilfarro.
- La producción de energías limpias, alternativas y renovables no es por tanto una cultura o un intento de mejorar el medio ambiente, sino una necesidad a la que el ser humano se va a ver abocado, independientemente de nuestra opinión, gustos o creencias.

### **2.1.2. Crisis energética**

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener dicha energía. Estas son las energías alternativas.

### **2.1.3. Energía Eólica**

Conocida también como energía del viento, siendo este el “aire en movimiento, es decir que la masa de aire está provista de una velocidad, originada por la diferencia de temperaturas de la vena de aire, efecto de la presencia del calentamiento desigual que se produce en la corteza y atmósfera terrestre. (BOFFA, 1983)

#### **2.1.3.1. Usos de la energía del viento**

La energía eólica es la energía producida por el viento. La primera utilización de la capacidad energética del viento la constituye la navegación a vela. En ella, la fuerza del viento se utiliza para impulsar un barco. Barcos con velas aparecían ya en los grabados egipcios más antiguos (3000 a.C.). (BORJA, 2009)

Los egipcios, los fenicios y más tarde los romanos tenían que utilizar también los remos para contrarrestar una característica esencial de la energía eólica, su discontinuidad. Efectivamente, el viento cambia de intensidad y de dirección de manera impredecible, por lo que había que utilizar los remos en los periodos de calma o cuando no soplaba en la dirección deseada. Hoy, en los parques eólicos, se utilizan los acumuladores para producir electricidad durante un tiempo, cuando el viento no sopla.

Otra característica de la energía producida por el viento es su infinita disponibilidad en función lineal a la superficie expuesta a su incidencia. En los barcos, a mayor superficie vélica mayor velocidad. En los parques eólicos, cuantos más molinos haya, más potencia en bornes de la central. En los veleros, el aumento de superficie vélica tiene limitaciones mecánicas (se rompe el mástil o vuelca el barco). En los parques eólicos las únicas limitaciones al aumento del número de molinos son las urbanísticas.

Entre los usos comunes de la energía del viento se anotan:

- Aerobombeo
- Aerogeneración
- Generación de movimiento

- Deportes aéreos

En la siguiente ilustración se muestra aerogeneradores individuales y un conjunto de ellos que constituyen un parque eólico.



**Gráfico 1-2** Aerogenerador y Parque eólico

Fuente: [http://opex-energy.com/eolica/palas\\_aerogenerador.html](http://opex-energy.com/eolica/palas_aerogenerador.html)

### **2.1.3.2. Ventajas de la energía del eólica**

La energía eólica presenta ventajas frente a otras fuentes energéticas convencionales:  
(MORAGUES & RAPALLINI, 2003)

- Procede indirectamente del sol, que calienta el aire y ocasiona el viento.
- Se renueva de forma continua.
- Es inagotable.
- Es limpia. No contamina.
- Es autóctona y universal. Existe en todo el mundo.
- Cada vez es más barata conforme avanza la tecnología.
- Permite el desarrollo sin expropiar la naturaleza, respetando el medio ambiente.
- Las instalaciones son fácilmente reversibles. No deja huella ecológica.

#### **2.1.4. Energía solar**

Energía renovable proveniente del sol, que llega a todos los confines del sistema planetario solar y que entre ellos se encuentra la tierra, nuestro planeta habitado por las especies vivas, de las cuales la más representativa es la raza humana.

La radiación solar que llega a la tierra tiene su incidencia en las diferentes latitudes geográficas con diferente intensidad, es por esta razón que es necesario su análisis minucioso para poder determinar la cantidad de energía solar que incide en la zona de análisis.

Ecuador es un país privilegiado en lo relacionado a la incidencia de radiación solar, toda vez que su posición geográfica así lo permite, siendo la zona ecuatorial una posición geográfica que capta la mayor cantidad de radiación debido a la incidencia perpendicular de los rayos solares, que evita dispersión de la radiación solar abundante.

##### **2.1.4.1. Usos de la energía solar**

La energía solar ha sido utilizada desde toda la vida para diferentes fines, entre los que se anotan:

- Calentamiento de espacios bióticos
- Secado de productos agrícolas
- Calentamiento de agua para usos domésticos e industriales
- Otros

Es necesario puntualizar la gran cantidad de energía solar que llega a la tierra, por esta razón es considerada esta forma de energía como “la madre de las fuentes energéticas”.

En la siguiente ilustración se observa un refugio campestre alimentado energéticamente con paneles fotovoltaicos, así como un conjunto de estos que conforman un parque solar para generación a mediana escala.



**Gráfico 2-2** Paneles fotovoltaicos

Fuente: [http://www.impulsonegocios.com/contenidos/2014/11/13/Editorial\\_33369.php](http://www.impulsonegocios.com/contenidos/2014/11/13/Editorial_33369.php)

#### **2.1.4.2. Ventajas de la energía solar**

Entre las ventajas del uso de la energía solar se anotan:

- Abundancia de materia prima (rayos solares en diferentes longitudes de onda)
- Gratuidad del recurso energético
- Tecnologías accesibles al medio
- Costos de producción cada vez más amigables
- Energía limpia

#### **2.1.5. Otras fuentes de energía renovable**

En el área protegida motivo de análisis están presentes otras formas de energía que no necesariamente pueden utilizarse, pero que es necesario conceptualizarlas:

- Energía geotermal. Proveniente del calor del subsuelo
- Energía de las biomasas. Efecto del manejo de los residuos orgánicos y no orgánicos, sean estos mediante procesos de pirolisis, incineración degradación.

Más, por los fines de protección ambiental estas se descartan de la evaluación de alternativas energéticas para el trabajo investigativo.

### **2.2. Disponibilidad de recurso energético**

Los recursos energéticos pueden ser renovables y no renovables. (SANTILLÁN, 2005)

### **2.2.1. Recursos energéticos renovables**

Son aquellos que se encuentran en la naturaleza y son considerados como energías primarias, es decir, no han sufrido ninguna transformación, además su vida es considerada infinita (sol, viento, agua, biomasas, olas, geotermia, otros) y tienen las siguientes características:

- Se renuevan con el tiempo
- Son abundantes en la naturaleza
- Su materia prima es gratuita
- No son contaminantes
- Son fácilmente aprovechables
- Su presencia es aleatoria

### **2.2.2. Recursos energéticos no renovables**

Son aquellos que se encuentran en la naturaleza, pero su período de vida es limitado (petróleo, gas natural, carbón, leña, demás combustibles fósiles) y tienen las siguientes características:

- No se renuevan con el tiempo
- Tienen un período determinado para su abatimiento
- Su materia prima no es gratuita
- Son contaminantes pues requieren de combustión para su transformación
- Sus costos de exploración, extracción y explotación son elevados

Los recursos naturales renovables o no renovables se presentan en la naturaleza en sus tres (3) fases de la materia conocidas, pueden ser:

- Sólidos: carbón, leña, biomasas
- Líquidos: agua, petróleo, GLP, geotermia de baja entalpía
- Gases: gas natural, aire, geotermia de alta entalpía, otros

Siendo los más abundantes en la naturaleza: rayos solares, aire, agua, estos considerados como recursos energéticos naturales renovables y que serán motivo del presente estudio como alternativas energéticas.

### **2.3. Necesidad energética**

Es la cantidad de energía necesaria que requiere un sistema, país, región, área, vivienda, persona para mantener el desarrollo sostenible de su entorno. (SANTILLÁN, 2005)

La demanda energética depende de los usos y fines para el que se orienta la gestión, es decir, en forma general, para uso humano y sus diferentes necesidades, la energía requerida o necesidad energética se centrará en satisfacer las condiciones de confort del ser humano el mismo que requiere:

- Dotación de servicios elementales
- Climatización del ambiente, agua
- Preparación de alimentos
- Conservación de alimentos
- Iluminación
- Transporte y movilidad
- Actividades recreacionales
- Uso de potencia y fuerza: artefactos eléctricos
- Uso comunitario de energía para servicios en general

En el caso de usos de la energía para el turismo, estas se particularizan a las necesidades básicas y específicas que requiere el usuario para su satisfacción y comodidad y que sea capaz de implementar de forma sustentable las operadoras turísticas para brindar el mejor servicio al cliente.

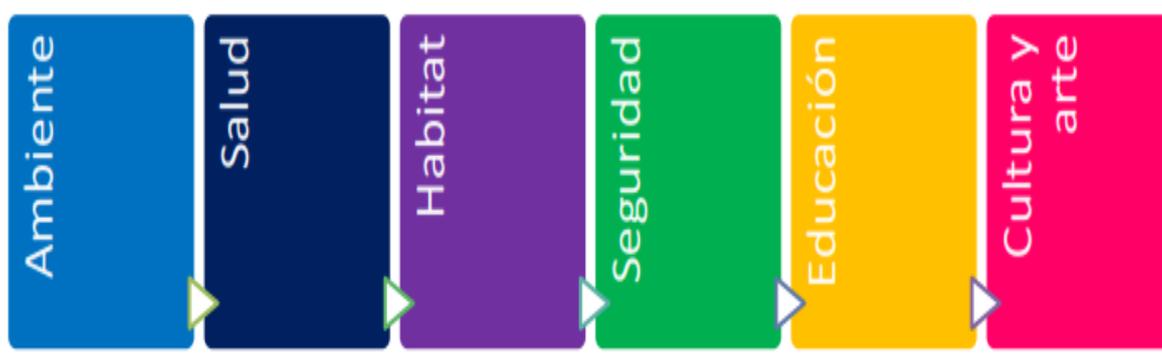
De acuerdo con datos publicados en el Plan Maestro de Electrificación 2013-2022 por el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), el Ecuador pasará de un promedio del 5,5% en el incremento anual de la demanda de electricidad registrado entre el 2000 y el 2012, a tasas de crecimiento que llegarán hasta el 21,3% anual en el 2017. Este cálculo

se basa en una primera etapa sobre el incremento proyectado de la demanda del país, con base en el consumo de los usuarios.

Este contenido ha sido publicado originalmente por **Revista Líderes**. (COMUNIDAD REVISTA LÍDERES, 2015)

Por lo que la diversificación de la energía es la política adoptada por el Gobierno Nacional, basado en el fortalecimiento de la matriz energética como sustento de la nueva matriz productiva que se basa en los 14 sectores estratégicos que busca el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017.

Estas consideraciones se muestran secuencialmente en los gráficos a continuación:



**Gráfico 3-2** Servicios del buen vivir

Fuente: SENESCYT 2013



**Gráfico 4-2** Sectores Estratégicos de Ecuador

Fuente: SENESCYT 2013

## Cuadro 1-2 Sectores articulados a la matriz productiva

SECTORES PRIORIZADOS ARTICULADOS AL CAMBIO DE LA MATRIZ PRODUCTIVA	
BIENES	SERVICIOS
1) Alimentos frescos y procesados.	1) Servicios ambientales.
2) Biotecnología (Bioquímica y Medicina).	2) Tecnología (Software, hardware y servicios informáticos).
3) Confecciones y calzado.	3) Vehículos, automotores, carrocerías y partes.
4) Energías renovables.	4) Construcción.
5) Industria Farmacéutica.	5) Transporte y servicios.
6) Metalmecánica.	6) Turismo.
7) Petroquímica.	
8) Productos forestales de madera.	

Fuente: SENESCYT 2013

### 2.4. Áreas protegidas

Las áreas naturales protegidas son herramientas que juegan un papel fundamental en lo que respecta a la conservación de la biodiversidad.

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN), a través de la publicación Directrices para la Aplicación de las Categorías de Gestión de Áreas Protegidas, define a un área protegida como: “Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (DUDLEY, 2008, pág. 10).

Áreas Protegidas, En la Constitución Política del Ecuador promulgada en el 2008, en el Art. 405, establece que el Sistema Nacional de Áreas Protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado, quien asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión.

El Patrimonio de Áreas Naturales del Estado es uno de los cuatro subsistemas que la Constitución Política de la República del Ecuador, en su Art. 405 define al Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

- Parques Nacionales del Ecuador
- Reservas Biológicas del Ecuador
- Reservas Ecológicas del Ecuador
- Reservas Geobotánicas del Ecuador
- Reservas de Producción Faunística del Ecuador
- Refugios de Vida Silvestre del Ecuador
- Reservas Marinas del Ecuador
- Áreas Nacionales de Recreación en Ecuador.

Según lo establecido en la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre en su Art. 66:

El patrimonio de áreas naturales del Estado se halla constituido por el conjunto de áreas silvestres que se destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional, por su flora y fauna, o porque constituyen ecosistemas que contribuyen a mantener el equilibrio del medio ambiente.

Corresponde al Ministerio del Ambiente, mediante Acuerdo, la determinación y delimitación de las áreas que forman este patrimonio, sin perjuicio de las áreas ya establecidas por leyes especiales, decretos o acuerdos ministeriales anteriores a esta Ley. (CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR, 2004, pág. 11)

De la misma manera a partir de la ley ya antes mencionada en el Art. 67 se establece una categorización de áreas protegidas en el Ecuador:

- Parques Nacionales
- Reserva Ecológica
- Refugio de Vida Silvestre
- Reservas Biológicas

- Áreas Nacionales de Recreación
- Reserva de Producción de Fauna
- Área de Caza y Pesca

Las categorías antes mencionadas han sido sometidas a análisis a través de varios estudios establecidos en el Plan Estratégico para el SNAP 2007 – 2016, donde se determinó que la mayoría de estas categorías están orientadas netamente a la conservación, sin considerar otros objetivos establecidos para el SNAP.

De igual forma la gestión de las mismas excluía a quienes habitan dentro o cerca de un área protegida, razón por la cual se realizó un replanteamiento donde se propone que el sistema se base en las categorías establecidas por la UICN y se les dé un nuevo enfoque para que exista mayor pertinencia con la realidad nacional, dentro de este plan se planteó también el fortalecimiento de las categorías ya existentes y además se estableció varias denominaciones adicionales.

Uno de los principales cambios propuestos dentro del plan estratégico es el hecho de que, al conceptualizar las categorías, se reconoce la incidencia humana dentro de ellas, lo cual es un avance con miras de una gestión mancomunada de las áreas en el Ecuador.

Además, se redefinen los tamaños a ser considerados y la priorización de actividades a desarrollarse que abren el abanico para el aprovechamiento sustentable de recursos.

Cabe señalar que el plan propone una actualización de las categorías de manejo, que incluye:

- i) nuevas categorías adicionales a las establecidas por la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre,
- ii) definiciones más precisas a algunas categorías ya existentes y
- iii) suprime la categoría de Áreas de Casa y Pesca.

De esta manera el Ministerio del Ambiente (2007), propone en el Plan Estratégico para el SNAP 2007 – 2016, un sistema con 10 categorías con las siguientes definiciones:

#### **2.4.1. Reserva Biológica**

Estas áreas se establecen con el objetivo de conservar ecosistemas completos, los cuales deben tener un estado mínimamente alterado. Dentro de estas áreas se priorizan actividades de investigación biológica, ecológica y ambiental, siendo posible también la educación ambiental.

#### **2.4.2. Parque Nacional**

Dentro de estos espacios se promueve la de conservación paisajes, ecosistemas completos y especies, deben ser espacios poco alterados. Las actividades prioritarias son la investigación y el monitoreo ambiental, siendo factible el desarrollo del turismo de naturaleza como actividad de apoyo la conservación de los recursos naturales.

#### **2.4.3. Refugio de Vida Silvestre**

Los objetivos de este tipo de áreas es la conservación de especies amenazadas y sus ecosistemas relacionados, el estado de conservación debe ser poco alterado. Las acciones prioritarias son el manejo de hábitat y especies, la investigación y el monitoreo ambiental, la restauración de ecosistemas y la educación ambiental.

#### **2.4.4. Monumento Natural y Cultural**

La cual da paso a establecer áreas con características culturales que se conjuguen con la naturaleza, y en la cual la presencia humana es inminente al ser el ser humano parte de la cultura.

#### **2.4.5. Área Natural de Recreación**

En esta categoría se propone la conservación del paisaje natural y se promueven como actividades principales el turismo, la recreación, la restauración de ecosistemas, la investigación y el monitoreo ambiental.

#### **2.4.6. Reserva de Producción de Flora y Fauna**

En esta categoría se incluye el hecho de dar manejo también a especies de flora silvestre en conjunto con la fauna existente.

#### **2.4.7. Área Natural Comunitaria, Indígena o Afroecuatoriana**

Esta categoría se propone para ser usada por el subsistema comunitario principalmente.

#### **2.4.8. Reserva Marina**

En las áreas de este tipo se establece como prioridad la conservación de ecosistemas y especies marinas y relacionadas a este ambiente, deberán estar poco, o medianamente alterados.

#### **2.4.9. Reserva Marino-Costera**

En esta categoría las áreas consideran como elementos prioritarios de conservación los ecosistemas y especies relacionadas a este ambiente, se impulsaran actividades como el manejo sustentable de la vida silvestre, la investigación, monitoreo ambiental, la educación ambiental, la restauración de ecosistemas y el turismo de naturaleza.

#### **2.4.10. Área de Recursos Manejados / Área de Conservación**

Esta categoría se propuso principalmente para el manejo de áreas protegidas desde el subsistema autónomo descentralizado.

Actualmente el Ecuador cuenta con 50 áreas protegidas que corresponden a distintas categorías y a diferentes subsistemas, en la tabla a continuación se resume las áreas que conforman el SNAP.

**Tabla 1-2** Áreas Protegidas de Ecuador

<b>Categoría Reserva Ecológica</b>		
<b>Nº</b>	<b>ÁREA</b>	<b>SUBSISTEMA</b>
1	Reserva Ecológica Antisana	PANE
2	Reserva Ecológica Arenillas	PANE
3	Reserva Ecológica Cayapas Mataje	PANE
4	Reserva Ecológica Cofán Bermejo	PANE
5	Reserva Ecológica El Ángel	PANE
6	Reserva Ecológica Mache Chindul	PANE
7	Reserva Ecológica Manglares Churute	PANE
8	Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas	PANE
9	Reserva Ecológica Los Illinizas	PANE
<b>Categoría Parques Nacionales</b>		
10	Parque Nacional Cajas	PANE
11	Parque Nacional Cayambe Coca	PANE
12	Parque Nacional Machalilla	PANE
13	Parque Nacional Llanganates	PANE
14	Parque Nacional Yacuri	PANE
15	Parque Nacional Podocarpus	PANE
16	Parque Nacional Sangay	PANE
17	Parque Nacional Sumaco Napo Galeras	PANE
18	Parque Nacional Cotopaxi	PANE
19	Parque Nacional Yasuní	PANE
20	Parque Nacional Galápagos	PANE
<b>Categoría Áreas Nacionales de Recreación</b>		
21	Área Nacional de Recreación Quimsacocha	PANE
22	Área Nacional de Recreación El Boliche	PANE
23	Área Nacional de Recreación Playas de Villamil	PANE
24	Área Nacional de Recreación Parque Lago	PANE
25	Área Nacional de Recreación Isla Santay	PANE
26	Área Nacional de Recreación Los Samanes	PANE
<b>Categoría Reserva de Producción de Flora y Fauna</b>		
27	Reserva de Producción de Fauna Cuyabeno	PANE
28	Reserva de Producción Chimborazo	PANE
29	Reserva de Producción Marino Costera Puntilla de Santa Elena	PANE

30	Reserva de Producción Manglares El Salado	PANE
<b>Categoría Refugio de Vida Silvestre</b>		
31	Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche	PANE
32	Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata	PANE
33	Refugio de Vida Silvestre El Zarza	PANE
34	Refugio de Vida Silvestre La Chiquita	PANE
35	Refugio de Vida Silvestre Pambilar	PANE
36	Refugio de Vida Silvestre Pasochoa	PANE
37	Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro	PANE
38	Refugio de Vida Silvestre Isla Santay	PANE
39	Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Rio Esmeraldas	PANE
40	Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Rio Muisne	PANE
<b>Categoría reserva Marina</b>		
41	Reserva Marino Costera El Pelado	PANE
42	Reserva Marina Galera San Francisco	PANE
43	Reserva Marina Galápagos	PANE
<b>Categoría Reserva Biológica</b>		
44	Reserva Biológica Limoncocha	PANE
45	Reserva Biológica Cerro Plateado	PANE
46	Reserva Biológica El Cóndor	PANE
47	Reserva Biológica El Quimi	PANE
48	Reserva Biológica Colonso Chalupas	PANE
<b>Categoría Reserva Geobotánica</b>		
49	Reserva Geobotánica Pululahua	PANE
<b>Categoría Área de Conservación</b>		
50	Área Ecológica de Conservación Municipal Siete Iglesias	GAD

Fuente: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/>, 2014.

## 2.5. El Turismo en Áreas Naturales Protegidas

La mayoría de áreas naturales protegidas en el Ecuador tienen como objetivo principal o como una alternativa de gestión el desarrollo del turismo, como una actividad de características sostenibles y compatibles con la conservación.

En el Reglamento Especial de Turismo dentro de Áreas Protegidas, establece en su Art. 11 que “las actividades turísticas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas,

en cada una de sus fases deberán desarrollarse sobre la base de los principios ambientales establecidos en los planes de manejo de cada área protegida” (CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR, 2002), p. 4)

El Art. 12 del reglamento antes citado indica que:

Las actividades turísticas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas priorizarán el desarrollo del turismo nacional, la planificación, ejecución y control, la investigación y gestión de proyectos, la recuperación de áreas ecológicamente afectadas, la capacitación, educación e interpretación ambiental, el acceso a información veraz y oportuna, la difusión, la participación de las comunidades y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR, 2002), p. 4)

Todas estas actividades establecidas en el reglamento deben estar respaldadas por programas de monitoreo de impactos ambientales que puedan generarse a causa de la actividad turística, lo cual permitirá tomar las previsiones del caso, y de ser necesario las sanciones establecidas por ley. Basado en este antecedente los objetivos de conservación que son ejes fundamentales de las áreas naturales protegidas, prevalecen sobre actividades alternativas como lo es el turismo, cuando este no se desarrolle de una manera sostenible.

### **2.5.1. Modalidades Turísticas Permitidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador**

Según lo establecido en el Reglamento Especial de Turismo dentro de Áreas Naturales Protegidas (CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR, 2002), p.5) las modalidades turísticas permitidas son las siguientes:

- Turismo de Naturaleza
- Turismo Cultural
- Turismo de Aventura
- Turismo Científico y de Investigación
- Otras modalidades: Compatibles con la normativa vigente.

## **2.5.2. Evaluación de la Actividad Turística dentro del SNAP**

Las áreas más relevantes y reconocidas a nivel internacional sin duda alguna son las que se encuentran establecidas en las Islas Galápagos, de este modo tanto el Parque Nacional como la Reserva Marina Galápagos han sido durante años la pieza representativa del turismo dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Desde la creación del SNAP, el manejo de la actividad turística fue considerado clave, paulatinamente con los años esta fue tomando mayor importancia y en la actualidad es una de las estrategias necesarias para lograr financiamiento para el sistema, cabe señalar además que durante la última década el estado ecuatoriano se ha interesado por mejorar la gestión del turismo dentro de áreas protegidas, implementando herramientas técnicas apropiadas, invirtiendo en infraestructura y equipos, así como también en la capacitación del personal.

El proyecto Alianza Ecuatoriana para el Turismo Sostenible impulsado por el Ministerio de Turismo y el Ministerio del Ambiente en el año 2009, fue una de las principales estrategias establecidas para el desarrollo y promoción de la actividad turística dentro del SNAP, de este modo este proyecto trabajó evaluando a siete áreas protegidas continentales en las cuales se invertía con fines de desarrollo turístico.

Las áreas consideradas fueron las siguientes:

- Reserva de Producción de Fauna Chimborazo
- Parque Nacional Cotopaxi
- Reserva Ecológica Manglares Churute
- Reserva Ecológica Cayambe Coca (Papallacta-San Rafael-El Chaco-Oyacachi)
- Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas, parte alta
- Parque Nacional Machalilla
- El Corredor Ecoturístico Amazónico (Norte del Parque Nacional Yasuní y Sureste de la Reserva Faunística Cuyabeno)

## **2.6. Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas**

**Artículo 41.** Actividades eléctricas en zonas de Patrimonio Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Los interesados en obtener una concesión, permiso o licencia, para desarrollar un proyecto de generación, transmisión o distribución eléctrica, ubicados total o parcialmente dentro de las zonas de Patrimonio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, del Patrimonio Forestal del Estado o de Bosques y Vegetación Protectores, deberán obtener, previamente a la presentación del EIAP ante el CONELEC, la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente, y además:

- Ser declarados de alta prioridad para el sector eléctrico por parte del Gobierno Nacional, a pedido del CONELEC;
- Contar con el Estudio de Impacto Ambiental y el correspondiente Plan de Manejo Ambiental, los cuales serán sometidos a evaluación exhaustiva por parte del Ministerio del Ambiente;
- Mantener conformidad con los planes de manejo del Área Natural Protegida en la cual vaya a desarrollarse el proyecto, obra o instalación eléctrica; y,
- Contar con los permisos o licencias previas de otros organismos que tengan competencia en el manejo del respectivo recurso.

## **2.7. Comunidad**

La palabra comunidad proviene del término latino *communitas*, la misma hace referencia a una característica común, que permite definir a diversas clases de conjuntos: de los individuos que forman parte de un pueblo, región o nación.

Una comunidad es un grupo de seres humanos que comparten elementos comunes, como idioma, costumbres, ubicación geográfica o valores, por ejemplo. Dentro de una comunidad se suele crear una identidad común mediante la diferenciación de otros grupos, como es el caso de las comunidades que se asientan en los alrededores de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, se encuentra ubicada en la confluencia de las tres provincias centrales del Ecuador: Chimborazo, Tungurahua y Bolívar y está conformada por comunidades campesinas de raza indígena en su gran mayoría y distribuidas de la siguiente manera:

- Chimborazo: 11 comunidades
- Bolívar: 10 comunidades
- Tungurahua: 20 comunidades

Las mismas se pueden observar en la tabla a continuación:

**Tabla 2-2 Comunidades asentadas dentro y en la zona de amortiguamiento**

<b>PROVINCIAS</b>	<b>CANTONES</b>	<b>PARROQUIAS</b>	<b>ORGANIZACIÓN</b>	<b>COMUNIDAD</b>
CHIMBORAZO	GUANO	SAN ANDRÉS	CORCACH	CÓNDOR SAMANA
				SAN RAFAEL
				TOMAPAMBA
				SANTA LUCIA DE CHUQUIPOGYO
				SAN JOSÉ DE SILVERIA
				CALSHI
	RIOBAMBA	SAN JUAN	FOCIFCH	PULINGUI ANEXO
				SANTA MARIANITA
BOLIVAR	GUARANDA	GUANUJO	CODIAG	SANTA TERESA DE GUABUG
				CHORRERA MIRADOR ALTO
				PULINGUI SAN PABLO
				CASAICHE ARENAL
				CULEBRILLAS
				MARCOPAMBA
	SALINAS	FUNORSAL	UYP	QUINDIGUA CENTRAL
				QUINDIGUA ALTO
				CRUZ DEL ARENAL
				RINCON DE LOS ANDES
				NATAHUA
				YURAC UCSHA
				PACHANCHO

TUNGURAHUA	AMBATO	PILAHUIN	COCAP	RUMIPATA
				LA ESPERANZA
				RIO COLORADO BAJO
				RIO COLORADO ALTO
				CUNUCYACU
				RIO BLANCO
				LATZABANTZA
				YATZAPUTAZAN
				TAMBOLOMA
				PUCARA GRANDE
	JUAN BENIGNO	UNOPUCH	CHIBULEO SAN FRANCISCO	
			CHIBULEO SAN PEDRO	
			CHIBULEO SAN LUIS	
	TISALEO	TISALEO		APATUG
				ANGAGUANA ALTO
				CHILCO LA ESPERANZA
EL CALVARIO				
MOCHA	MOCHA		HNO. MIGUEL	
			SANTA LUCIA	
				ATILLO

Fuente: Ministerio del Ambiente 2015

## 2.8. Sistemas conversores de energía

Un sistema conversor de energía, es un equipo que permite la transformación de la energía primaria en energía secundaria o final (electricidad) mediante el uso de mecanismos debidamente articulados que aprovechan el poder energético de la energía natural que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido transformaciones y que al pasar por el sistema se transforma en un producto energético (electricidad, calor) apto para el uso en las diferentes actividades que requieran energía.

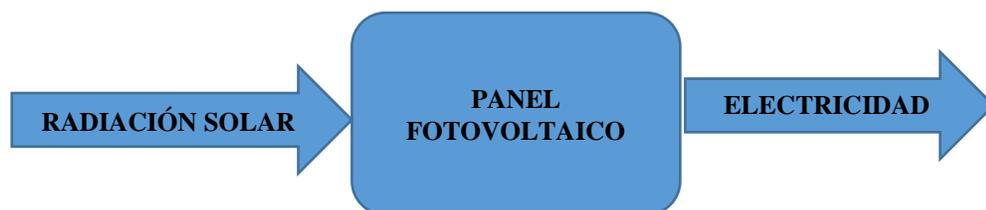
En el caso de los recursos energéticos renovables estos equipos conversores de energía son:

- Energía eólica: Turbinas de viento
- Energía solar: calentadores de agua y aire, paneles fotovoltaicos
- Energía hidráulica; turbinas y bombas hidráulicas



**Gráfico 5-2** Esquema de Transformación de energía

Elaborado por: Borja, E. 2015



**Gráfico 6-2** Esquema de transformación de energía solar

Elaborado por: Borja, E. 2015



**Gráfico 7-2** Esquema de transformación de energía eólica

Elaborado por: Borja, E. 2015

## 2.9. Análisis de impactos

El proceso de control de impactos se efectúa mediante la recopilación y cuantificación de los datos de las acciones positivas y negativas que se suceden en el desarrollo o implementación de un proyecto.

### 2.9.1. Riesgo

Se define como la probabilidad de que una consecuencia adversa suceda y esta puede ser al ecosistema o a la salud humana. En consecuencia, es importante analizar el riesgo ambiental mediante teorías formuladas que predican los mismos. (SANTILLÁN, 2005), p. 60)

### 2.9.2. Riesgo ambiental

Tiene sus orígenes en el estudio de los efectos de los contaminantes en la salud humana y aquí se deriva el análisis del riesgo ambiental como una preocupación por determinar los efectos negativos que se producen en la salud derivados de la exposición a distintas sustancias tóxicas. (SANTILLÁN, 2005), p. 61)

### 2.9.3. Impacto y riesgo ambiental en proyectos energéticos.

Se entiende por **medio**: al espacio donde vive o se desarrolla un organismo y por **ambiente**: al fluido que rodea al organismo, por lo que es preferible utilizar el vocablo ambiente en lugar de medio ambiente.

Por impacto ambiental, se entiende al efecto causado por acciones del hombre sobre el ambiente, y estos pueden ser favorables o desfavorables, otros dicen que siempre los impactos son negativos y normalmente el término impacto ambiental está relacionado con este sentido negativo.

El impacto ambiental puede ser tratado como un cambio estructural y funcional de los factores ambientales a través del tiempo originado por intervenciones humanas, y entre estos se puede tener los siguientes tipos de impacto:

- Primarios. - que se relaciona con efectos en el ambiente biofísico o socioeconómico derivados de un proyecto
- Secundarios. - Es un efecto inducido que se desprenden de acciones secundarias
- A corto plazo. - Relacionado con tiempos cortos
- A largo plazo. - Relacionado con lapsos distantes
- Acumulativos. - Efectos que se suman con el tiempo.
- Inevitables. - Los efectos no pueden evitarse
- Irreversibles. - Los que no pueden amortiguarse o recuperarse.
- Residuales. - Cuyos efectos persisten en el ambiente.
- Reversibles. - Que son recuperables con un tratamiento.

#### **2.9.4. Evaluación de impacto ambiental**

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo.

La Evaluación de Impacto Ambiental se ha aplicado sobre todo a proyectos individuales y ha dado lugar a la aparición de diversas técnicas nuevas, como los estudios de impacto sanitario y los de impacto social.

Una Evaluación de Impacto Ambiental suele comprender una serie de pasos:

- 1) Un examen previo, para decidir si un proyecto requiere un estudio de impacto y hasta qué nivel de detalle;
- 2) Un estudio preliminar, que sirve para identificar los impactos clave y su magnitud, significado e importancia;
- 3) Una determinación de su alcance, para garantizar que la EIA se centre en cuestiones clave y determinar dónde es necesaria una información más detallada;
- 4) El estudio en sí, consistente en meticulosas investigaciones para predecir y/o evaluar el impacto, y la propuesta de medidas preventivas, protectoras y correctoras necesarias para eliminar o disminuir los efectos de la actividad en cuestión.

El proceso suele implicar la contraposición de opciones, la propuesta de medidas paliativas, la preparación de un informe y el subsiguiente seguimiento y evaluación. Una vez finalizado un proyecto se realiza a veces un examen a posteriori, o auditoría sobre el terreno, para determinar hasta qué punto las predicciones de la EIA se ajustan a la realidad; es el seguimiento o control ambiental de las obras.

#### **2.9.5. Matriz de Lázaro Lagos.**

La Matriz de Lázaro Lagos para la evaluación de impactos ambientales se obtuvo a partir de las matrices de Leopold y Batelle-Columbus, todo gracias al ingenio del científico cubano Lázaro Lagos que modificó las mencionadas matrices para transformarse en un método fácil, rápido y sencillo que permite al investigador generar información precisa.

La matriz está determinada en primera instancia por los componentes ambientales que están siendo afectados o estudiados como: agua, aire, suelo, flora y fauna, entre otros. Así como también las actividades que se realizan en proyecto, para posteriormente desembocar en los impactos generados. Para la evaluación de las componentes mencionadas se han determinado nueve criterios de evaluación. (CABALLERO, 2006), p. 90)

## **2.10. Costos de producción**

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

Esto significa que el destino económico de una empresa está asociado con: el ingreso (por ej., los bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido) y el costo de producción de los bienes vendidos.

Mientras que el ingreso, particularmente el ingreso por ventas, está asociado al sector de comercialización de la empresa, el costo de producción está estrechamente relacionado con el sector tecnológico; en consecuencia, es esencial que el tecnólogo pesquero conozca de costos de producción.

El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente.

Los costos de producción pueden dividirse en dos grandes categorías: costos directos o variables, que son proporcionales a la producción, como materia prima, y los costos indirectos, también llamados fijos que son independientes de la producción, como los impuestos que paga el edificio. Algunos costos no son ni fijos ni directamente proporcionales a la producción y se conocen a veces como SEMIV.

## **2.11. Desarrollo sostenible**

El desarrollo sostenible es el proceso capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones, se sabe que una buena parte de las actividades humanas no son sostenibles a medio y largo plazo tal y como hoy están planteadas.

El desarrollo sostenible establece que en una sociedad no debe existir, un abatimiento no razonable de cualquier recurso, un daño significativo a los sistemas naturales, un declive de la estabilidad social.

Por lo que las características del desarrollo sostenible se conjugan en:

- Los recursos no deben ser utilizados a un ritmo superior respecto al de regeneración,
- Los contaminantes no pueden crecer a un ritmo superior al que el sistema natural es capaz de absorber o neutralizar,
- los recursos no renovables se deben utilizar a un ritmo más bajo que el que el capital humano

Estas definiciones y características del desarrollo sostenible están en relación con el principio ecologista del “*pensar globalmente y actuar localmente*”.

### **2.11.1. El desarrollo sostenible del turismo en áreas protegidas**

La relación entre la potencialidad turística, los índices de pobreza y la presencia de la cooperación al desarrollo de las áreas protegidas (APs) son el punto de partida a tomar en cuenta para el desarrollo turístico.

Los principales retos que plantea el desarrollo sostenible se traducen en la incapacidad de la especie humana para vivir en armonía con el planeta, la gran interacción entre el hombre y el sistema natural, son los grandes problemas ambientales de hoy. Hasta nuestros días,

ninguna especie, excepto el hombre, ha conseguido modificar tan substancialmente, en tan poco tiempo, las características propias del planeta.

Por ello se anotan los problemas globales siguientes:

- Super población y desigualdades
- El incremento del efecto invernadero
- Destrucción de la capa de ozono
- Humanización del paisaje
- Preservación de la biodiversidad
- La erosión, la desertización y la destrucción de la selva

Y a escala local:

- El sistema productivo
- El agua
- Los residuos domésticos
- Suministro energético
- El sistema de transporte

Factores que confluyen para el análisis del desarrollo sostenible en áreas protegidas, siendo este el caso de la Reserva de Producción Faunística de Chimborazo y el suministro energético es el tema de análisis del presente proyecto

## CAPITULO III

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Características del lugar

##### 3.1.1. Localización

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo se localiza en las provincias de Chimborazo, Bolívar y Tungurahua, con una extensión de 58560 hectáreas.



**Mapa 1-3** Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

Fuente: Ministerio del Ambiente

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

La posición geográfica de la Reserva es:

Coordenadas UTM zona 17

LONGITUD: 78° 49'03" (W)

LATITUD: 1° 28' 09" (S)

Rango Altitudinal: 3200 y 6310 m.s.n.m.

### **3.1.3. Características climáticas**

Precipitación:	31,5 mm anuales
Temperatura :	0° a 10° C
Clima:	Frio andino

### **3.1.4. Formación Ecológica**

Según el Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental propuesto por el MAE, la Reserva presenta tres formaciones vegetales ubicadas en la Subregión Centro, Sector Centro de la Cordillera Occidental.

#### **3.1.4.1. Herbazal húmedo subnival de páramo**

La vegetación subnival se divide en dos grandes cinturones de vegetación, el arbustalsubnival y el herbazal subnival (CLEEF & SOLIS, 1984), p. 78). El segundo, se encuentra restringido en las partes más altas de las montañas de los Andes de Ecuador, Colombia y Venezuela, generalmente sobre los 4400 metros de elevación. Los marcados contrastes en precipitación y variaciones de la humedad ambiental entre las 24 cumbres de los Andes ecuatorianos e incluso entre las diferentes vertientes de los volcanes más grandes, determinan diferentes composiciones de la flora en estos ambientes.

De acuerdo a estos patrones (SKLENÁR & BALSLEV, 2007), p. 65), proponen la existencia de tres complejos florísticos en estos pisos altitudinales: muy húmedos, húmedos y secos. El presente ecosistema correspondería a un superparamo seco. (SIERRA et. al., 1999), p. 89)

#### **3.1.4.2. Herbazal ultra húmedo subnival de páramo**

Vegetación dominada por arbustos postrados o almohadillas dispersas que permiten aperturas entre el 50- 90%. Se encuentra en laderas abruptas cubiertas por depósitos coluvionares y con suelos geliturbados. El sustrato puede ser estable rocoso o inestable de gravas no consolidadas (pedregales y roquedales). El “superpáramo” es tal vez el ambiente

más extremo de los trópicos, y se vuelve cada vez más duro con el incremento de la altitud. Este ecosistema es similar en estructura, fisonomía y cobertura vegetal restringida por efectos del clima extremo al herbazal húmedo subnival; no obstante, la vegetación ocupa un área mayor.

La diferencia está dada por los patrones de humedad local y una mayor precipitación mensual, producto a que se encuentra presente en las montañas con orientación hacia las zonas de formación de precipitación de la Amazonía (RAMSAY, 1992), p. 54). Estas variaciones ambientales se ven reflejadas en su composición florística diferenciada, en una importante presencia de briofitas y una mayor diversidad de especies.

### **3.1.4.3. Herbazal húmedo montano alto superior de páramo**

Este ecosistema está conformado por una vegetación menos densa que el herbazal montano alto y montano alto superior de páramo y se encuentra dominado por especies de *Stipa*, *Seneciotertifolius* y *Plantagospp*.

Ocurre en enclaves volcánicos y montañas asociados a efectos de la sombra de lluvia, generalmente en la cordillera occidental en las provincias de la sierra central del Ecuador, como ocurre en el flanco exterior occidental del volcán Chimborazo (SKLENÁR & BALSLEV, 2007), p. 72). En general la riqueza y diversidad de especies es más baja que en herbazales más húmedos y familias como *Gentianaceae* está ausentes.

Debido a la estacionalidad marcada y a la humedad relativamente baja de estos ecosistemas la concentración de carbono orgánico en el suelo es menor que en los páramos húmedos (POULENARD et. al., 2004), p. 91)

### **3.1.5. Población**

La población motivo de análisis de la presente investigación están relacionada a las 45 comunidades existentes dentro de la Reserva de Producción de Fauna más aquellos turistas que ingresan y pernoctan en el refugio de la misma.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Equipos de oficina**

Computador personal, esferográficos, resmas de papel bon, impresora.

### **3.2.2. Equipos de campo**

Gps, libreta de campo, esferográficos, cámara fotográfica. Cámara Digital, Memory flash, anemómetro, termómetro, software de mapas solares y eólicos del Ecuador.

## **3.3. Metodología**

La presente investigación se fundamentó en una metodología de tipo analítica y descriptiva aplicada, que se llevó a cabo a un nivel analítico, deductivo, en busca de obtener información que permitió proyectar los sistemas alternativos de energías renovables que eventualmente pueden ser utilizados como alternativas energéticas para el desarrollo sostenible para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas, objeto de la presente investigación.

Las técnicas de investigación que se utilizaron en el trabajo están relacionadas con investigación bibliográfica, visitas de campo a las inmediaciones de la Reserva, diseño y desarrollo de la metodología para la proyección de los sistemas conversores de energía renovable, particularmente sol y viento.

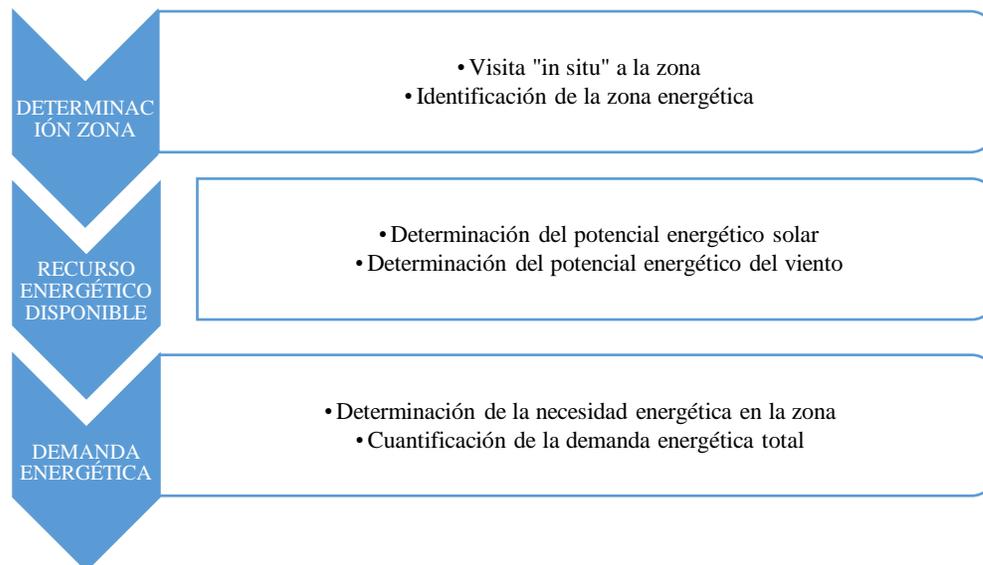
Para lo que se presenta un análisis secuencial de la aplicación de métodos y técnicas de investigación en relación a los objetivos planteados en el trabajo.

### 3.3.1. Cuantificar el recurso energético renovable disponible y determinar las necesidades energéticas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades.

Para la evaluación de alternativas energéticas para el desarrollo sostenible de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas, se procedió secuencialmente de la siguiente manera:

- Encuadre físico de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.
- Recopilación de información del recurso energético renovable existente en la zona en base del estudio analítico de los potenciales de energías solar y eólica como base para la generación energética alternativa.
- Cuantificación del potencial energético solar y eólico de la zona como disponibilidad energética del lugar en base de mapas recursos naturales existentes en la zona.
- Determinación de la necesidad energética de la zona motivo de estudio, tanto para fines turísticos como sociales para desarrollo sostenible.

Se muestra en representación secuencial el proceso metodológico:



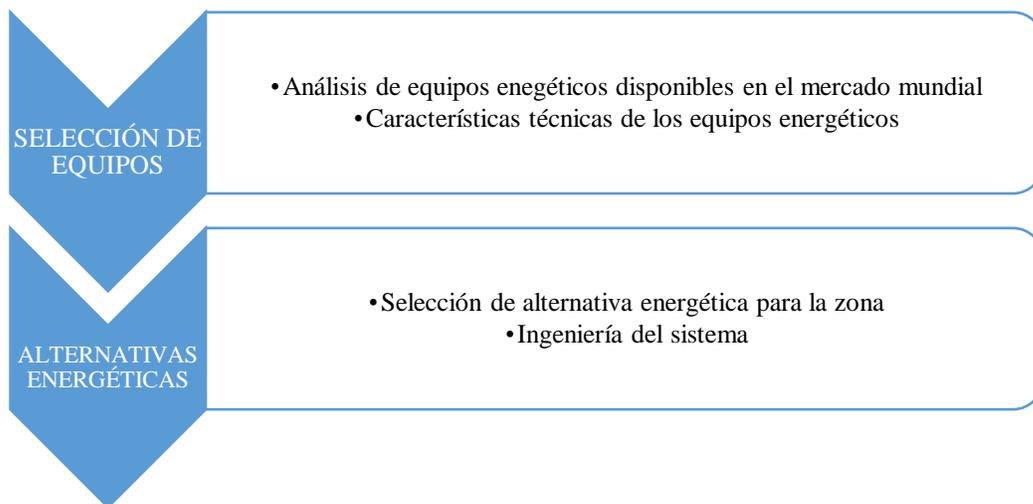
**Gráfico 8-3** Cuantificación del recurso y demanda energética

Elaborado por: Borja, E. 2015

### 3.3.2. Seleccionar los sistemas de generación energética alternativa para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas.

Para la selección de sistemas de generación energética de alternativas para el desarrollo sostenible de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas, se procedió analíticamente a la:

- Proyección de equipos energéticos alternativos necesarios para cubrir la necesidad detectada.
- Selección de equipos energéticos alternos para cubrir la demanda existente con fines de desarrollo turístico y social sostenibles.
- Evaluación de las alternativas energéticas para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo



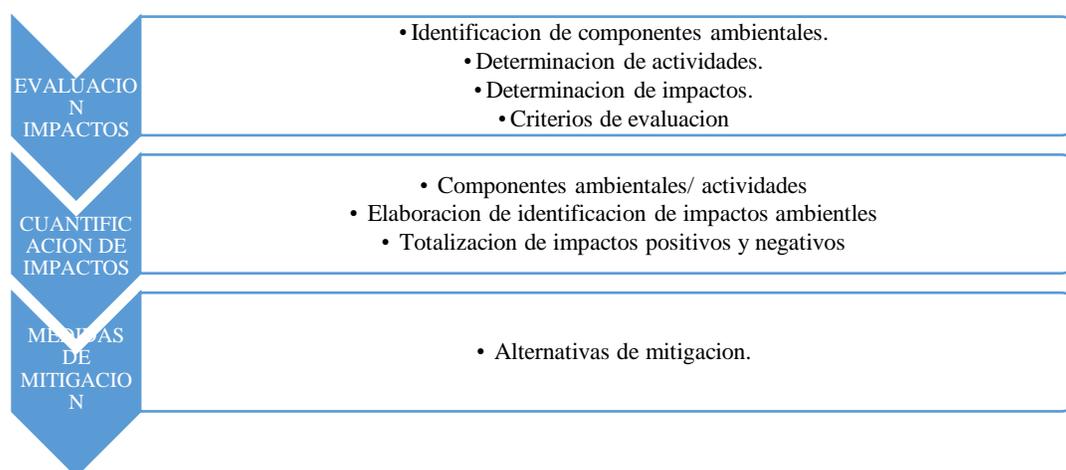
**Gráfico 9-3** Selección de equipos

Elaborado por: Borja, E. 2015

### 3.3.3. Elaborar la matriz de impactos ambientales del proyecto.

Para elaborar la matriz de impactos ambientales del proyecto, se procedió a:

- Aplicar la metodología mediante la elaboración de la matriz de Lázaro Lagos que identificara el nivel de impacto ambiental ocasionado por la implementación de la fuente alterna de energía para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, analizando, las variables: suelo, agua, aire, flora, fauna, otros.

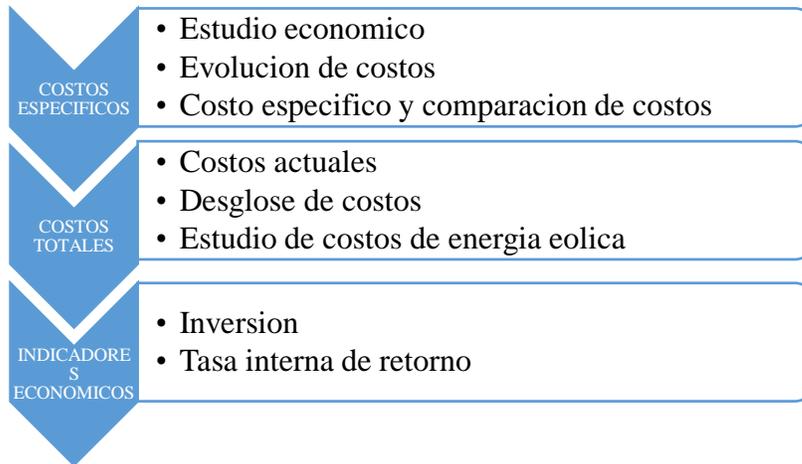


### Gráfico 10-3 Impactos ambientales

Elaborado por: Borja, E. 2015

### 3.3.4. Costos del proyecto.

Para establecer los costos de la energía alterna la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo se estudiará los costos directos, indirectos e imprevistos que ocasionaren la implementación del sistema alterno, se determinará costos y rentabilidad del proyecto para concluir con los indicadores económicos (TIR, VAN, amortización de equipos).



### Gráfico 11-3 Costos de proyecto

Elaborado por: Borja, E. 2015

## 3.4. Desarrollo del proyecto

### 3.4.1. Cuantificación del recurso energético

#### 3.4.1.1 Visita "in situ" a la zona

Con la finalidad de tener un criterio real del área protegida Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, se ha desarrollado una visita a la zona mencionada y se observa entre otras cosas:

- Ubicación geográfica
- Paisaje
- Población
- Flora
- Fauna
- Comunidades

Por lo que a continuación se presenta ilustraciones gráficas de los componentes mencionados



**Fotografía 1-3** Prospección del lugar de estudio

Fuente:Guia turística de Bolívar 2014

#### ***3.4.1.2 Identificación de la zona energética***

Luego de una completa observación física de la extensión geográfica de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, se procura determinar de forma práctica el(os) lugar(es) que eventualmente podrían servir como sitios para ubicación de los parques energéticos que estarían destinados a dotar energías alternativas.

Estos lugares deben guardar compatibilidad con las condiciones físicas que deben tener los lugares adecuados para la instalación de sistemas conversores de energías renovables, estas se anotan a continuación:

- Presencia de potencial energético y solar
- Geografía compatible con fines de aprovechamiento energético
- Poca vegetación
- Escasa fauna
- Requerimiento energético de la comunidad

A más de la observación visual se procede a efectuar una prospección energética preliminar que posibilite la ubicación adecuada de los sitios potenciales.

Para este análisis prospectivo preliminar se consideran los siguientes factores físicos:

- Posición geográfica del lugar
- Altura geográfica del sitio
- Orografía del lugar
- Período u hora del día
- Estación o época del año
- Estado ecológico del sitio de interés

El Ecuador y las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar al encontrarse situado geográficamente en la zona ecuatorial o central del globo terrestre asegura una intensidad de radiación solar muy importante y compatible para aprovechamiento tanto de esta fuente energética como de las derivadas como la energía eólica, a eso se suma la orografía de las Provincias que cuentan entre otras cosas con, laderas, montañas, nevados que proporcionan una geometría especial para el aprovechamiento energético del sol y particularmente el viento.

El conocimiento de los potenciales solar y eólico o densidad de potencia que puede proporcionar el sol o el viento o la cantidad de energía que contienen los rayos solares y el movimiento del aire es función de las variables físicas; a saber:

**a. Heliofanía**

Conocida también como horas de sol brillante al día, que está presente en el lugar determinado, es un valor que se obtiene al mediar las horas en que el sol brilla con radiación directa por medio de un instrumento conocido como heliógrafo, con este dato se puede calcular matemáticamente el valor de la cantidad de radiación solar en un lugar. Estos valores son de utilidad en las prospecciones preliminares de la radiación solar.

**b. La densidad del aire**

Que es la cantidad de masa de aire que se transporta en una unidad de volumen y es variable dependiendo de varios factores físicos como la temperatura del aire y la presión atmosférica del lugar. Se manifiesta que la densidad del aire disminuye con la altura geográfica del lugar.

**c. La velocidad del viento**

Que es el desplazamiento de la masa del aire en un determinado tiempo, este es el factor que más influye en la determinación del potencial eólico de un lugar toda vez que el potencial de viento es función cúbica de la velocidad del mismo, a diferencia de la densidad que es una función lineal para su incidencia.

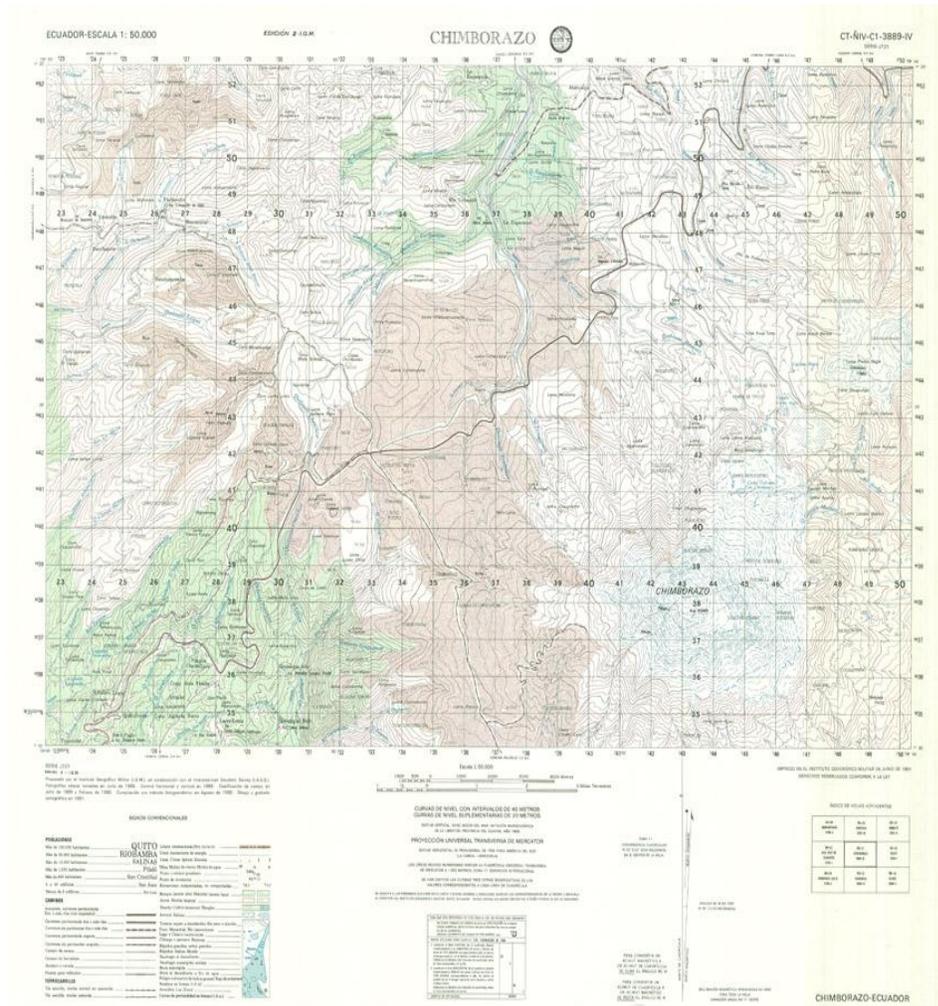
En tal virtud el conocimiento de estos dos parámetros físicos garantiza la determinación del potencial que tiene el viento.

Mediante este trabajo de campo se determinan varios sitios de interés solar y eólico con fines energéticos, para lo que se efectuó un recorrido por la diversa geografía de la Área Protegida de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo a fin de encontrar los mismos.

Una vez determinados los sitios de interés energético, se efectuó un estudio minucioso del lugar y se recopilaron datos en base de una encuesta debidamente formulada para efectuar la prospección eólica preliminar en la que se averiguó las condiciones físicas y los posibles potenciales solar y eólico, para lo que se preguntó de preferencia en los sitios asignados a las personas de más edad y conocimiento de la geografía local para tener acceso a datos muy confiables del viento y su comportamiento.

### **a) Ubicación geográfica**

La ubicación geográfica de los sitios de interés solar y eólico permite conocer con total exactitud los lugares, donde eventualmente se desarrollará el proyecto energético, para lo que fue necesario identificar en un mapa del lugar, la posición geográfica la que implicó ubicar las coordenadas geográficas, es decir latitud y longitud geográfica, además la altitud del lugar la cantidad de horas de sol, la densidad del aire, también se requirió conocer los tipos y longitudes de las vías de acceso y las distancias a los centros poblados, así como la localización del tendido de la red eléctrica nacional (S.N.I.).



**Mapa 2-3 Ubicación geográfica**

Fuente: Instituto Geográfico Militar

## 1. Heliofanía

Al carecer de una estación meteorológica en el lugar, se ha tomado los datos de la estación más cercana y que se encuentra ubicada en los predios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y luego del análisis de datos históricos de sus anuarios meteorológicos de los últimos 20 años y se determina que la heliofanía es de 5.7 horas de sol brillante/día, valor conveniente para aprovechamiento del sol con fines energéticos.

## **2. Patrón del viento**

### **a. Patrón estacional**

El patrón estacional del recurso viento implica el conocimiento de cómo se presenta el viento en un período de varios meses del año, es decir en una estación anual, como en nuestro país existen dos estaciones marcadas, invierno y verano, entonces se procuró identificar los meses de mayor y menor incidencia del viento, toda vez que el viento está relacionado con la presencia del sol, y este tiene un comportamiento diferente de intensidad en las dos estaciones mencionadas, con estos datos se puede avizorar la presencia del viento en las estaciones manifestadas.

### **b. Patrón diario del viento**

El patrón diario del viento involucra el conocimiento de cómo se presenta el mismo en las diferentes horas del día, es decir, si el viento más o menos intenso está presente en las jornadas diurna o nocturna, y particularmente en que horario matutino, vespertino o nocturno se presenta con mayor potencial, esto está relacionado también con la presencia del sol y de las estaciones del año, entonces se identificó las horas del día con mayor y menor incidencia del viento. Estos datos son importantes pues de ello dependerá el conocimiento exacto de las horas del día de mejor aprovechamiento del recurso con fines de uso e integración de la electricidad al S.N.I.

## **3. Evidencia ecológica**

Este factor ambiental y físico permitió determinar con mejor exactitud la presencia del recurso viento en el lugar y es el que puede determinar entre otras cosas si el sitio es de interés eólico, se basa en la observación y análisis de la vegetación propia del lugar y lugares aledaños, pues la misma indica con relativa exactitud, tipos de viento en el lugar, vegetaciones escasas, rastreras e inclinadas determinarán presencia de vientos de diferente magnitud.

A continuación, se muestra la encuesta de prospección eólica preliminar efectuada en el sitio de interés eólico.

#### 4. Prospección solar y eólica preliminar lugar

##### a. Datos generales.

- Director del proyecto: Biol. Diego Bonilla Urbina
- Encuestado: Sr. Segundo Guaquipana Gualán
- Encuestador: Ing. Edmundo Marcelo Borja Robalino
- Fecha: septiembre 2015.
- Provincia: Chimborazo.
- Cantón: Riobamba.
- Parroquia: San Juan
- Lugar: San Pablo de Pulinguí (casa cóndor)



**Fotografía 2-3** Sitio San Pablo de Pulingui

Fuente: Borja, E., 2015.

**b.- Ubicación geográfica.**

- Altitud geográfica: 3840 m.s.n.m.
- Posición geográfica:  $01^{\circ} 38$  min, Lat. sur y  $78^{\circ} 47$  min., Long. Oeste.
- Distancia aproximada del cantón: 37 Km vía al refugio del Chimborazo
- Tipo de acceso: vía asfaltada de primer orden

.....



**Fotografía 3-3** Vías de acceso

Fuente: Borja, E., 2015.

**c.- Patrón estacional.**

- Período de mayor intensidad de sol y viento: julio, agosto, septiembre, octubre.
- Período de menor intensidad de viento: diciembre, enero, febrero.
- Dirección predominante del viento: NE-SO.

#### **d.- Patrón diario del sol y viento.**

Durante los meses ventosos:

- Período del día en que hay sol: variable en todo el día
- Período del día en que hay viento: mediodía y tarde.
- Viento más fuerte: primeras horas de la tarde.
- Rumbo del viento más intenso: NE-SO.
- Número de horas estimada con vientos intensos: 10 horas, de 10h00 a 20h00
- Periodo de calma: Noche.
- Según la escala Beaufort, el de viento corresponde a los números 6 y 7 (septiembre 2015)
- Presencia de evidencia ecológica: Si.
- Efectos ecológicos observados: vegetación rastrera, pajonales.



**Fotografía 4-3 Evidencia ecológica**

- Conclusiones y recomendaciones: La zona es muy ventosa, con gran potencial eólico, con población rural considerable.
- Es un gran sitio solar y eólico.

#### **1. Determinación del potencial energético solar**

Existen diferentes maneras de determinar el potencial energético solar y entre estos métodos se anotan:

1. Mediciones de heliofanía
2. Mediciones de intensidad solar
3. Cuantificación del potencial solar por modelación matemática
4. Determinación del potencial solar mediante atlas

Por facilidad y tiempos requeridos para mediciones se utilizarán los métodos 1 y 4 para el presente trabajo

## **2. Métodos: medición de heliofanía.**

Se efectúa mediante el conocido instrumento heliógrafo que utiliza una esfera concentradora de vidrio para dirigir los rayos a su punto focal donde se ubica una tira de papel que es quemada y su seña marca las horas de sol brillante que estuvo presente en el día.



**Fotografía 5-3 Heliógrafo**

Con este valor se utiliza la expresión matemática de Page, que nos permite encontrar la intensidad de radiación solar.

$$G = G_o.(a + b * \frac{n}{N})$$

Dónde:

$G$  = radiación solar incidente en la superficie terrestre ( $\text{w/m}^2$ )

$G_0$  = constante solar o radiación que llega a la atmósfera superior ( $1353 \text{ w/m}^2$ )

$a, b$  = constantes que definen la dispersión de la radiación al atravesar la atmósfera ( $a = 0.24$  y  $b = 0.38$ )

$n$  = número de horas de sol brillante (heliofanía)

$N$  = número máximo de horas de sol al día (11...12 horas)

Al reemplazar los valores de las constantes y variables de la expresión matemática citada se tiene:

$$G = 591.13 \text{ W/m}^2$$

Que es un valor promedio de radiación en cada hora y que en el día considerando un período de 10 horas al día de iluminación, se tiene:

$$G = 5911.3 \text{ Wh/m}^2, \text{ dia}$$

Valor diario de radiación muy importante para fines energéticos.

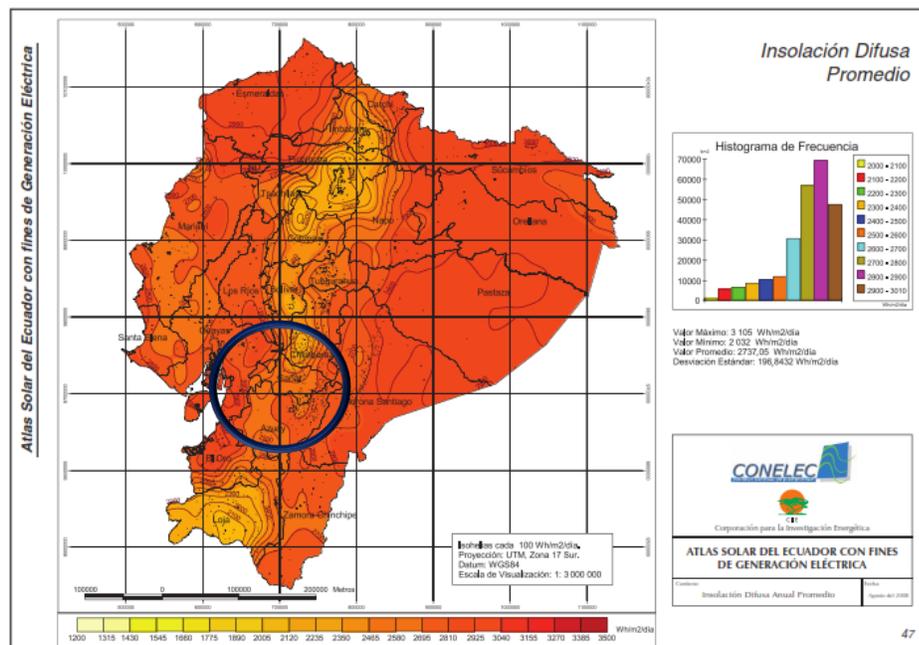
La bibliografía mundial recomienda implementar proyectos energéticos solares cuando los valores de  $G \geq 4000 \text{ W/m}^2$ .

### **3. Método: atlas solar**

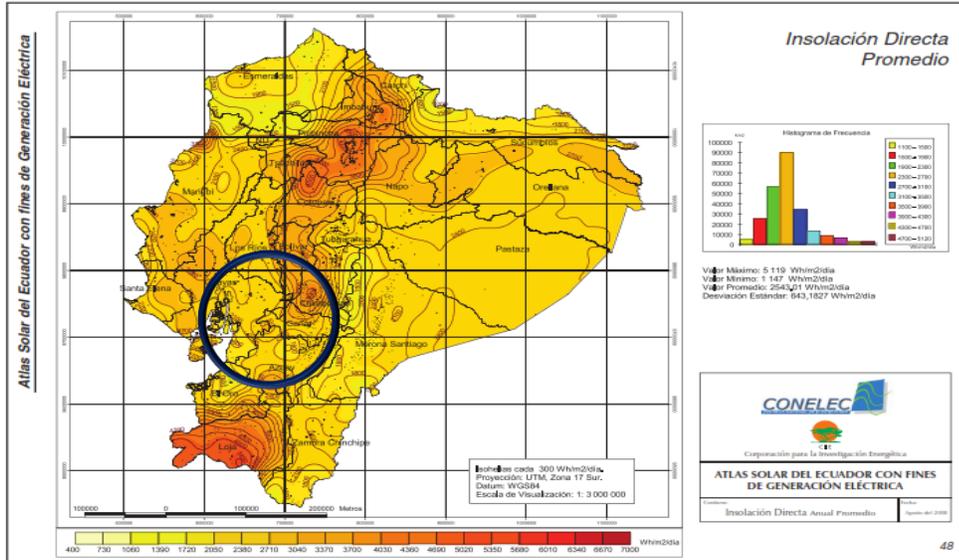
Uno de los métodos de actualidad es utilizar el atlas solar de una región para la determinación del potencial solar existente, para el presente trabajo se utiliza la información proporcionada por el Consejo de Electrificación del Ecuador (CONELEC).

La información base que se utilizó para el desarrollo del Atlas Solar del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica, fue generada por el Nacional Renewable Energy Laboratory - NREL de los Estados Unidos, cuyas acciones están orientadas a la investigación y desarrollo de energías renovables y eficiencia energética.

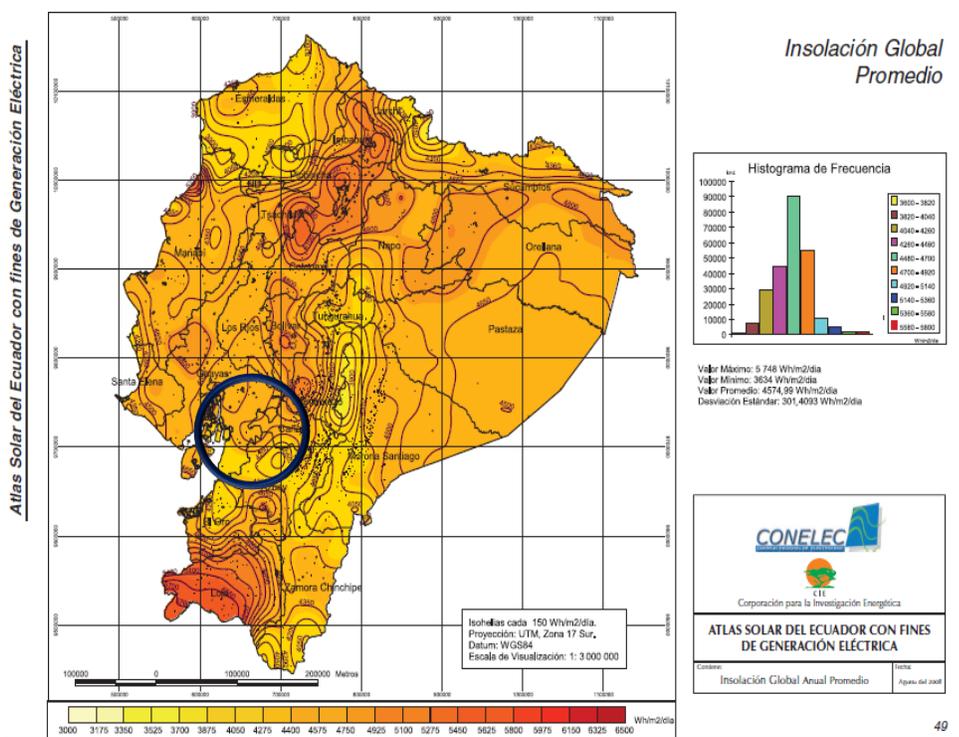
Por lo que, en base al procesamiento de datos mensuales de insolación en la zona, obtenidos de los gráficos de insolación del atlas solar de Ecuador correspondientes a insolación difusa e insolación directa, se obtiene la insolación global promedio anual en función de la detección de la gama de colores del mapa de la zona, como se muestra en los gráficos a continuación:



**Mapa 3-3 Mapa solar difuso de la zona**



Mapa 4-3 Mapa solar directo de la zona



Mapa 5-3 Mapa global de la zona

En base al análisis de la escala de colores se determina una radiación solar promedio global anual para la zona de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo de 5450 Wh/m<sup>2</sup>.día, valor cercano al determinado mediante cálculo, por lo que es aceptado este valor de

densidad de radiación solar para efectos de proyección de equipos solares en nuestra Área Protegida.

#### **4. Determinación del potencial energético del viento**

Existen diversas maneras de determinar el potencial energético del viento y entre estos métodos se anotan:

1. Mediciones de velocidad de viento
2. Mediciones de densidad de potencia del viento
3. Cuantificación del potencial eólico por modelación matemática
4. Determinación del potencial eólico mediante atlas

Por facilidad y tiempos requeridos para mediciones se utilizarán los métodos 1 y 4 para el presente trabajo

#### **5. Métodos: medición de velocidad de viento.**

Se efectúa mediante el instrumento denominado anemómetro que utiliza cucharas cóncavas que reciben la acción de la masa de aire en movimiento y con el giro de este rotor se determina su velocidad angular que es traducida a velocidad lineal de recorrido del aire en movimiento.

Debido a la aleatoriedad del recurso viento, se requiere de mucho tiempo para eliminar desviaciones en las medidas, es por esto que este método no es de actualidad, aunque es muy seguro.

En el gráfico se observa el denominado anemómetro.



**Foto 6-3 Anemómetro**

Con la recolección, ordenamiento, procesamiento de los valores de velocidad de viento del lugar se determina la velocidad promedio del viento, variable que permite calcular el potencial del viento mediante expresión matemática:

La potencia del viento que se obtiene debido a la energía cinética del viento, está dada por la ecuación:

$$P / A = 0.5 \cdot \rho \cdot V^3$$

Donde:

$P / A$  = densidad de potencia del viento ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$\rho$  = densidad del aire ( $0.77 \text{ Kg}/\text{m}^3$  a 3800 m.s.n.m.)

$A$  = área unitaria por donde circula el viento ( $\text{m}^2$ )

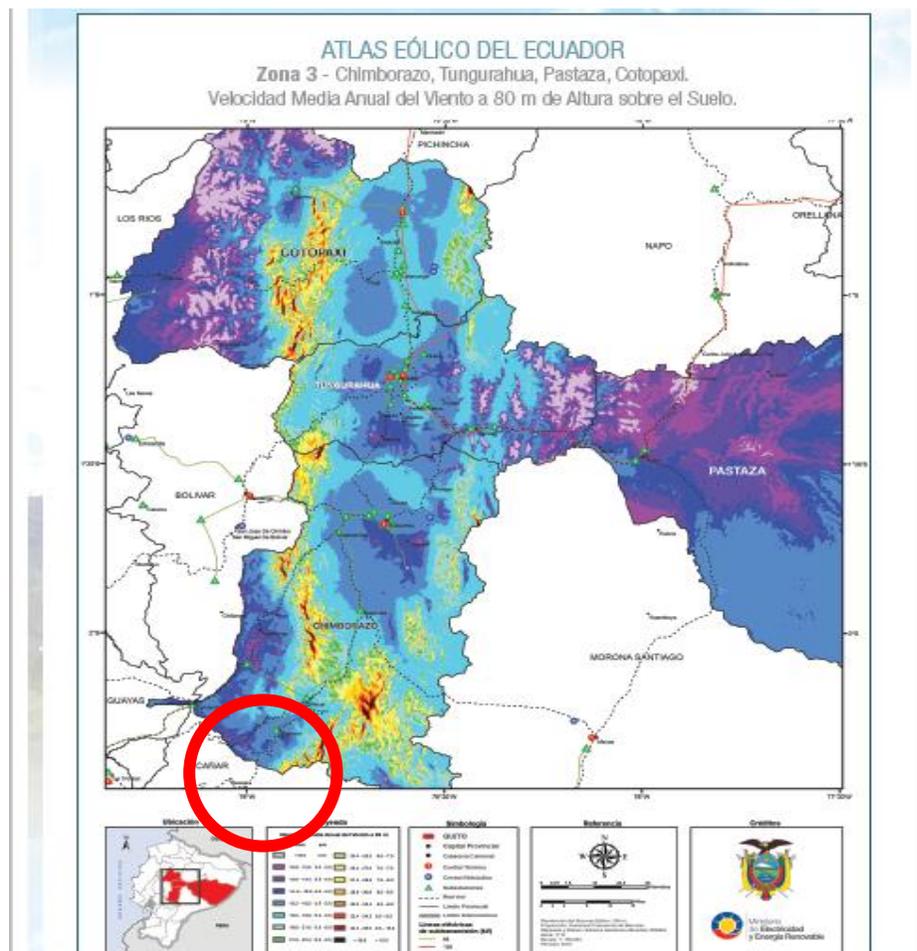
$V$  = velocidad del viento (m/s)

Al reemplazar los valores en la expresión matemática citada, se tiene un potencial de viento, más por las consideraciones dadas en párrafos anteriores este método implica un trabajo laborioso y de mucho tiempo para la recolección de datos, se recurre al método del Atlas Eólico, que ha sido preparado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable

(MEER) con la finalidad de utilizar este importante e inagotable recurso energético como fuente alterna de energía.

Las mediciones que permiten tener los datos para proyectos eólicos son variadas y han sido medidas a diferentes alturas, 30, 50, 80 metros, estos valores permiten escalar las velocidades a alturas mayores, mediante la correlación de datos.

Luego del análisis del atlas eólico y determinada la zona potencial, se obtienen las siguientes ilustraciones y en base a la gama de colores del mapa y su correspondencia con el sitio se tiene:



**Mapa 62-3 Atlas eólico del Ecuador, Zona 3**

Fuente: Atlas eólico del Ecuador

En la zona en estudio de acuerdo al atlas eólica de la zona 3 donde se encuentra el lugar escogido, se tienen promedios de velocidades en el año en el rango de 8.5...9,0 m/s, valores muy adecuados para aerogeneración a mediana y gran escala, pues, estos valores permiten generación de importantes y rentables cantidades de energía con la utilización de los sistemas conversores de energía eólica (turbinas de viento).

La bibliografía mundial establece de que velocidades de viento superiores a los 5 m/s pueden dar posibilidad a generación de electricidad.

$$\mathbf{P/A) 80 \text{ metros} = 280.66 \text{ W/m}^2}$$

La energía por unidad de área es el resultado de producto de la densidad de potencia por el tiempo (para un mes)

Energía = potencia \* tiempo

La energía por unidad de área a 80 metros en el mes será:

$$E = \frac{720}{1000} * 280.66$$

$$E = 202.07 \frac{Kw-h}{m^2 \text{ mes}}$$

Luego la energía a 80 metros de altura en un año será:

$$E = \frac{8760}{1000} * 280.66$$

$$E = 2441.74 \frac{Kw-h}{m^2 \text{ año}}$$

Con la prospección eólica se está en capacidad de conocer los potenciales sitios de aprovechamiento del viento con fines energéticos, para lo que se toma como base las

siguientes recomendaciones técnicas de aprovechamiento del viento, manifestando que no existe un valor fijo de potencial de viento para determinar que un sitio es completamente idóneo, esto, por la gran aleatoriedad del viento, pues, este factor está relacionado con la aplicación requerida del equipo y del consumo de electricidad de la población, pero a título ilustrativo se manifiesta:

- Debajo de los 50 w/m<sup>2</sup>, no existe interés energético del viento.
- De 50 a 150 w/m<sup>2</sup>, hay interés para fines de bombeo de agua y consumos disperso de energía eléctrica a baja escala
- De 150 a 500 w/m<sup>2</sup>, se consideran zonas de buenas características para aprovechamiento eólico, sea cualquiera de las aplicaciones que se quiera efectuar.
- Más de 500 w/m<sup>2</sup>, se consideran zonas de buenas características eólico energéticas para generación de electricidad. (con equipos de menos de 0.5 MW)
- Zonas con 1000 w/m<sup>2</sup> de potencial se consideran sitios de interés eólico con características idóneas para la generación a mediana y gran escala (equipos de más de 0.5 MW).

Se puede manifestar con certeza que sobre los 200 w/m<sup>2</sup> de densidad de potencial del viento es rentable la energía eólica, como es el caso presente.

Se presenta una tabla que cuantifica el potencial del viento y que sirve para la determinación de los sitios de potencial, esos datos han sido preparados para la Provincia de Chimborazo exclusivamente que considera una densidad del viento de aproximadamente 1.0 Kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 3-3 Aprovechamiento del potencial eólico**

<b>V<sub>viento</sub> (m/s)</b>	<b>Densidad de potencia (w/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Característica del lugar</b>
0,5	0,1	
1	0,5	
1,5	1,5	

2	3,6	
2,5	7,0	Sin interés eólico
3	12,2	
3,5	19,3	
4	28,8	
4,5	41,0	
4,8	49,8	
5	56,3	
5,5	74,9	Aprovechamiento a pequeña escala
6	97,2	aerobombeo y aerogeneración
6,5	123,6	
6,9	147,8	
7	154,4	
7,5	189,8	
8	230,4	
8,5	276,4	Buenas características eólicas
9	328,1	Aerogeneración a pequeña escala
9,5	385,8	
10	450,0	
10,4	506,2	
10,5	520,9	
11	599,0	
11,5	684,4	Muy buenas características
12	777,6	Aerogeneración a mediana escala
12,5	878,9	
13	988,7	
13,5	1107,2	
14	1234,8	
14,5	1371,9	Características idóneas
15	1518,8	aerogeneración a gran escala
15,5	1675,7	

16	1843,2	
17	2210,9	
18	2624,4	
19	3086,6	
20	3600,0	

Fuente: Borja, E. 2015

### 3.4.2. Determinación de la necesidad energética en la zona

La demanda energética es el otro parámetro que se analiza en un proyecto de factibilidad de generación eléctrica y no es otra cosa que la sumatoria de la necesidad de energía para una localidad, comunidad, región, etc.

#### a. Potencia eléctrica requerida

Es la energía requerida en un determinado tiempo (W), que presenta un sitio de interés, para lo que se efectúa la sumatoria de todas las energías requeridas por los consumidores, en función del uso de la energía.

$$Potencia\ requerida = \sum_{i=1}^n Energia_i / tiempo$$

**Tabla 4-3** Energía requerida del proyecto

<b>DATOS</b>	<b>VALORES</b>
<b>No. Comunidades</b>	41 (según tabla)
<b>No. Familias</b>	2550
<b>No. Habitantes por familia promedio</b>	5
<b>No. Total de habitantes</b>	12750
<b>No. Turistas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo</b>	164
<b>Total de usuarios actual</b>	12914
<b>Tasa de crecimiento de usuarios</b>	3%

<b>Proyección</b>	25 años
<b>Total usuarios proyectados</b>	9686
<b>Total de usuarios del proyecto</b>	22600
<b>Consumo eléctrico por persona en Ecuador promedio:</b>	50 Kw-h/persona*mes
<b>Necesidad energética del proyecto mensual</b>	1129975 Kw-h/mes
<b>Necesidad energética del proyecto diaria</b>	37665 Kw-h/día
<b>Potencia requerida (10 horas/días de viento</b>	3766,5 Kw-h/día

Fuente: Borja, E. 2015

En tal virtud, el requerimiento de energía, tanto para las 41 comunidades, en el que se muestra el consumo energético de las familias del lugar, (2550 familias) como para la necesidad propia de energía del refugio del Chimborazo, es de 37665 Kw-h/día, la que se prevé será satisfecha con una energía renovable, inagotable, limpia como la energía proveniente del viento.

#### **a. Cuantificación de la demanda energética total**

La demanda de la energía total, tanto para la población total de las comunidades como para usos del refugio turístico de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, será la potencia calculada en el numeral anterior, que será satisfecha en un trabajo promedio de las turbinas que se seleccionarán, en 10 horas promedio de trabajo al día, este valor es considerado así porque se debe dar un margen de seguridad por la aleatoriedad del viento.

### **3.4.3. Análisis de equipos energéticos disponibles en el mercado mundial**

Al momento existe gran variedad de tecnologías de punta para la construcción de aerogeneradores y entre las principales empresas se citan las siguientes que se constituyen en las 15 empresas más importantes por su capacidad de mercado:



**Gráfico 3-3 Empresas constructoras de aerogeneradores**

Fuente: MAKE Consulting

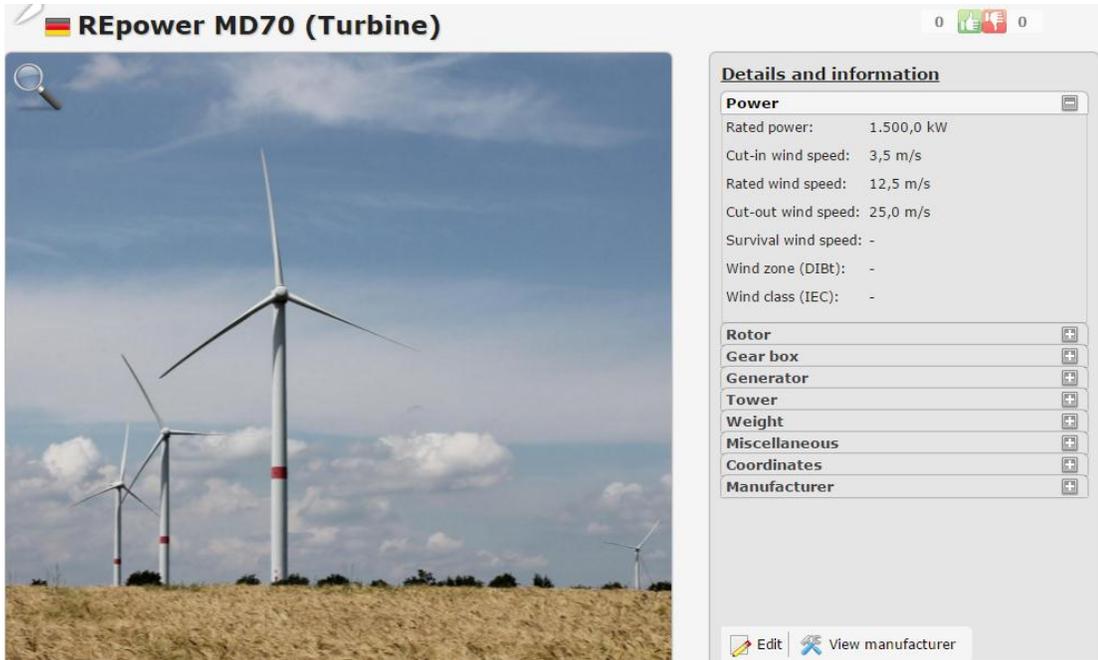
Por lo que, la selección de los equipos requeridos para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo se facilita.

A manera de metodología para el presente proyecto se ha recabado la información de las características técnicas de aerogeneradores en base a las necesidades energéticas del proyecto esto es equipos de al menos 5 MW, de una de las grandes empresas constructoras de aerogeneradores, la empresa Repower (Alemania), sin descartar los productos de las otras empresas que se han citado.

- **Características técnicas de los equipos energéticos**

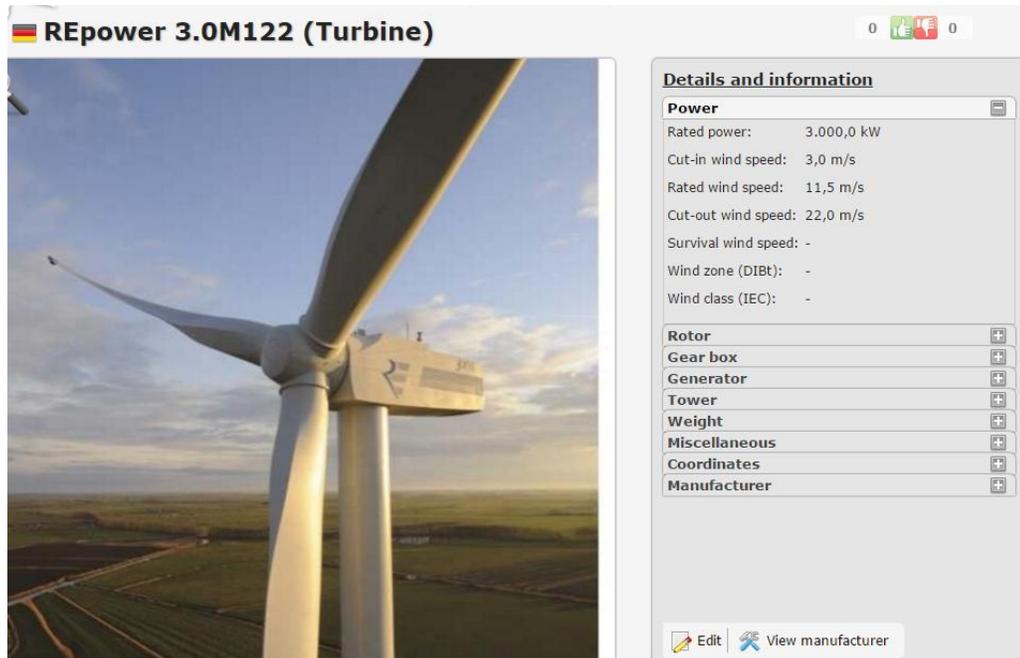
Las características técnicas de los equipos radican esencialmente en las prestaciones de potencia a generar de acuerdo a los requerimientos puntuales del eventual parque eólico para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

Por lo que a continuación se presentan equipos con sus características técnicas de fábrica:



**Gráfico 4-3 REpower MD70 (Turbine)**

Fuente: <http://en.wind-turbine-models.com>



**Gráfico 5-3 REpower 3.0M122 (Turbine)**

Fuente: <http://en.wind-turbine-models.com>

**REpower 48/600 (Turbine)**



REpower Systems SE / 48/600 / 600 kW wind turbine generator / Husum, Germany

**Details and information**

**Power**

Rated power:	600,0 kW
Cut-in wind speed:	3,0 m/s
Rated wind speed:	13,5 m/s
Cut-out wind speed:	20,0 m/s
Survival wind speed:	-
Wind zone (DIBt):	-
Wind class (IEC):	-

**Rotor**

**Gear box**

**Generator**

**Tower**

**Weight**

**Miscellaneous**

**Coordinates**

**Manufacturer**

Edit View manufacturer

Added by Admin - 24.09.2013

### Gráfico 156-3 48/600 (turbine)

Fuente: <http://en.wind-turbine-models.com>

**REpower 3.XM (Turbine)**



REpower Systems SE / 3.XM 104 / 3,3 MW wind turbine generator / Husum, Germany

**Details and information**

**Power**

Rated power:	3.300,0 kW
Cut-in wind speed:	3,5 m/s
Rated wind speed:	12,5 m/s
Cut-out wind speed:	25,0 m/s
Survival wind speed:	-
Wind zone (DIBt):	-
Wind class (IEC):	-

**Rotor**

**Gear box**

**Generator**

**Tower**

**Weight**

**Miscellaneous**

**Coordinates**

**Manufacturer**

Edit View manufacturer

Added by Admin - 03.10.2013

### Gráfico 167-3 REpower 3.XM (Turbine)

Fuente: <http://en.wind-turbine-models.com>

**REpower MD77 (Turbine)**



REpower Systems SE / MD77 / 1.5 MW Wind Turbine Generator

**Details and information**

**Power**

- Rated power: 1.500,0 kW
- Cut-in wind speed: 3,0 m/s
- Rated wind speed: 11,1 m/s
- Cut-out wind speed: 20,0 m/s
- Survival wind speed: 51,6 m/s
- Wind zone (DIBt): -
- Wind class (IEC): -

**Rotor** +

**Gear box** +

**Generator** +

**Tower** +

**Weight** +

**Miscellaneous** +

**Coordinates** +

**Manufacturer** +

Edit View manufacturer

Added by Admin - 30.03.2013

**Gráfico 178-3 REpower MD77 (Turbine)**

Fuente: <http://en.wind-turbine-models.com>

**REpower 57/1000 (Turbine)**



REpower Systems SE / 57/1000 / 1,0 MW wind turbine generator / Germany

**Details and information**

**Power**

- Rated power: 1.050,0 kW
- Cut-in wind speed: 3,0 m/s
- Rated wind speed: 13,0 m/s
- Cut-out wind speed: 25,0 m/s
- Survival wind speed: 60,0 m/s
- Wind zone (DIBt): -
- Wind class (IEC): -

**Rotor** +

**Gear box** +

**Generator** +

**Tower** +

**Weight** +

**Miscellaneous** +

**Coordinates** +

**Manufacturer** +

Edit View manufacturer

Added by Admin - 02.01.2014

**Gráfico 189-3 REpower 55/1000 (Turbine)**

Fuente: <http://en.wind-turbine-models.com>

**REpower MM100/2.0 (Turbine)**



**Details and information**

**Power**

Rated power:	2.000,0 kW
Cut-in wind speed:	3,0 m/s
Rated wind speed:	11,0 m/s
Cut-out wind speed:	22,0 m/s
Survival wind speed:	-
Wind zone (DIBt):	-
Wind class (IEC):	-

**Rotor**

**Gear box**

**Generator**

**Tower**

**Weight**

**Miscellaneous**

**Coordinates**

**Manufacturer**

Edit View manufacturer

Added by Admin - 27.10.2013

**Gráfico 1910-3 REpower MM100/2.0 (Turbine)**

**Fuente:** <http://en.wind-turbine-models.com/turbines/811-repower-6.2m152-offshore>

**REpower MM82 (Turbine)**



**Details and information**

**Power**

Rated power:	2.050,0 kW
Cut-in wind speed:	3,5 m/s
Rated wind speed:	14,5 m/s
Cut-out wind speed:	25,0 m/s
Survival wind speed:	-
Wind zone (DIBt):	III
Wind class (IEC):	Ia

**Rotor**

**Gear box**

**Generator**

**Tower**

**Weight**

**Miscellaneous**

**Coordinates**

**Manufacturer**

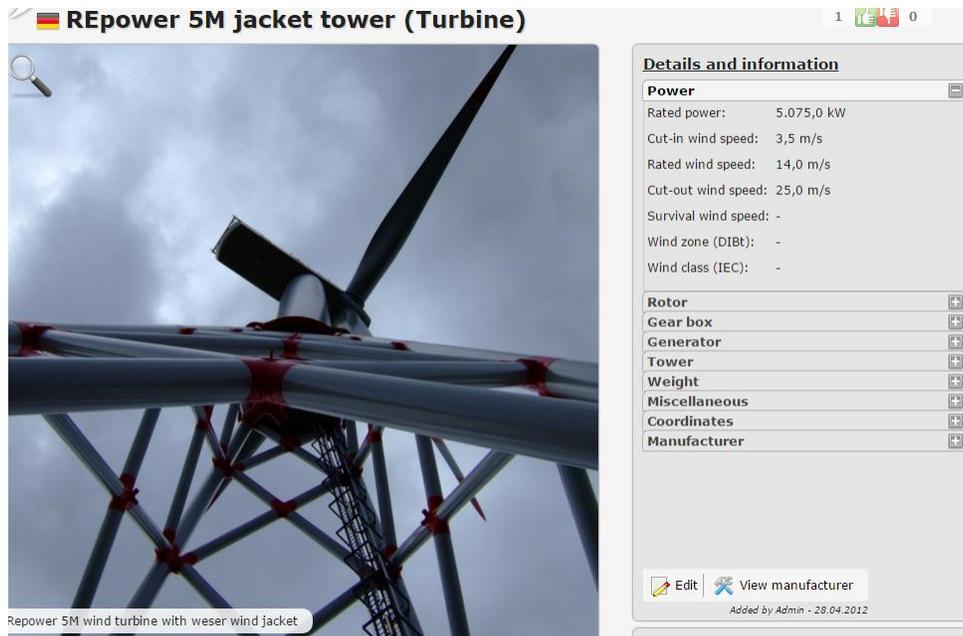
Edit View manufacturer

Added by Admin - 18.08.2011

REpower Systems SE / REpower MM82 / 2 MW wind turbine generator / Kaiser-Wilhelm-Koog, Germany

**Gráfico 11-3 REpower MM82 (Turbine)**

**Fuente:** <http://en.wind-turbine-models.com>



**Gráfico 12-3 REpower 5M jacket tower (Turbine)**

Fuente: <http://en.wind-turbine-models.com>

Por lo que, a manera de síntesis se presenta a continuación una tabla consolidada de los equipos a seleccionar, con sus características de potencia y número de equipos necesarios para suplir la demanda energética determinada.

**Tabla 5-3 Características técnicas de aerogeneradores**

No.	TIPO	POTENCIA (Kw)	VELOCIDAD (m/s)	EQUIPOS No.	POTENCIA TOTAL (MW)
1	MD70	1500	3.5..12.5	4	6.0
2	3.0M122	3000	3.0..11.5	2	6.0
3	3.0XM	3300	3.5..12.5	2	6.6
4	MD77	1500	3.0..11.1	4	6.0
5	MM100/2.0	2000	3.0..11.0	3	6.0
6	5M JACKET	5075	3.5..14.0	1	5.075
7	MM82	2050	3.5..14.5	3	6,15

Elaborado por: Borja, E. 2015

Por lo que, para la implementación de la alternativa energética de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo se plantea que las alternativas más viables sería la implementación de las alternativas 2, 3, 6 correspondientes a los equipos: 3.0M122, 3.0XM o 5M JACKET, que por su número de unidades no requerirían mayor área física para su instalación. Además, que los dos primeros darían un 20% de reserva energética con miras a satisfacer necesidad energética creciente en los subsiguientes 10 años, pues se considera el crecimiento población en 2%.

Para el presente proyecto se decide la selección del aerogenerador 3M122 de la REpower, cuya potencia es de 3 MW, por lo que se consideran 2 aerogeneradores a instalarse, dando una potencia nominal instalada de 6 MW, necesaria para satisfacer la demanda energética proyectada a 25 años.

#### **3.4.4. Línea base aspecto ambiental**

Mediante la determinación de la línea base se pretende establecer el escenario real del proyecto alternativas energéticas para el desarrollo sustentable de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y de los impactos ambientales que afectarían a los recursos naturales. Si bien es cierto el proyecto se relaciona directamente con el recurso renovable aire es imprescindible enmarcar los demás recursos pues estos no se encuentran aislados sino a la vez interactúan dentro del ecosistema.

- a. Paisaje.** El paisaje que existe en la zona de influencia del proyecto es un ecosistema de páramo siendo esta un área que al ser una protegida no posee ningún tipo de uso agrícola, cabe recalcar que la mayoría del área es un ecosistema con especies de flora propias de este ecosistema para el desarrollo del turismo dando una gama de colorido y belleza al lugar, a la par con la implementación del proyecto energético este se desarrollara e incrementara el turismo en la zona.

- b. Hábitat.** Se ha mencionado que la zona de influencia es un ecosistema de páramo se puede detallar que las especies son propias del tipo de suelo existente es decir no existe una gran alterabilidad de especies de importancia de la zona.
- c. Suelos.** Los suelos de la reserva son de origen volcánico, formados de rocas, sedimentos y tobas volcánicas pliocénicas y más antiguas. Al norte del Chimborazo y Carihuairazo, los mantos volcánicos del plioceno, cubren en variable extensión, las alturas de la cordillera Occidental, originados por erupciones lineales a lo largo de una falla longitudinal, como en las demás regiones volcánicas de la cordillera. En el cruce de ambos sistemas rupturados, surgió con violencia la actividad volcánica del pleistoceno, creando este impresionante conjunto volcánico.
- d. Flora.** En la Reserva existen 145 especies endémicas, entre las que destacan algunas de las familias Asteraceae, Bromeliaceae y Geraniaceae, puesto que presentan alguna categoría de amenaza. Otra flora representativa es la oreja de conejo (*Culcitium sp.*), una planta de hojas alargadas y cubierta por vellosidades que las protegen; la genciana (*Gentiana sp.*, *Gentianella sp.*), con características flores de coloración azul-violeta; el romerillo (*Hypericum laricifolium*) y las valerianas (*Valeriana sp.*).

Hay sectores cubiertos por matorrales y relictos de bosque andino, con especies forestales valiosas para la conservación. Las principales maderas nativas utilizadas para combustible son el piquil (*Gynoxys sp.*), la pichana (*Brachyotum ledifolium*) y la chilca (*Baccharis latifolia*).

En ciertas quebradas, zonas más húmedas y protegidas del viento, se pueden encontrar poblaciones de árboles de papel (*Polylepis reticulata*) y quishuares (*Buddleja incana*), con los que se realiza reforestación en el área. (COMUNIDAD WIKIPEDIA, 2015), [https://es.wikipedia.org/wiki/Reserva\\_de\\_producci%C3%B3n\\_de\\_fauna\\_Chimborazo#Flora](https://es.wikipedia.org/wiki/Reserva_de_producci%C3%B3n_de_fauna_Chimborazo#Flora)



e. **Fauna.** El grupo más importante dentro de la reserva, es el de los camélidos, con la llama (*Lama glama*), la alpaca (*Vicugna pacos*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*), especie reintroducida mediante un programa específico que ha dado interesantes resultados en la repoblación de estas especies.

También se pueden encontrar otras especies importantes desde el punto de vista de conservación como: el lobo de páramo (*Lycalopex culpaeus*), la comadreja andina (*Mustela frenata*), el venado de páramo (*Odocoileus virginianus*) y el zorrillo (*Conepatus semistriatus*).

Comúnmente, se pueden observar entre los pajonales a los conejos de páramo (*Sylvilagus brasiliensis*) y en los bosques de *Gynoxys* a diversas especies de roedores.

En la Reserva se han identificado 31 especies de aves típicas de los ambientes andinos como: el curiquingue (*Phalcoboenus carunculatus*), el guarro (*Geranoaetus melanoleucus*) y el vencejo (*Aeronautes montivagus*), este último en las zonas de arenal.

Otras aves muy representativas son el cóndor (*Vultur gryphus*) y el colibrí estrella ecuatoriano (*Oreotrochilus chimborazo*), muy difíciles de observar. En las lagunas Cocha Negra y en las de los páramos de Abraspungo es posible encontrar: patos de páramo (*Anas andium*), avefrías andinas (*Vanellus resplendens*), gaviotas de páramo (*Larus serranus*) y becacas grandes (*Gallinago stricklandii*). (COMUNIDAD WIKIPEDIA, 2015), [https://es.wikipedia.org/wiki/Reserva\\_de\\_producci%C3%B3n\\_de\\_fauna\\_Chimborazo](https://es.wikipedia.org/wiki/Reserva_de_producci%C3%B3n_de_fauna_Chimborazo)

#### **f. Aspecto Socioeconómico.**

Hay un flujo positivo de beneficios económicos hacia las comunidades locales debido al establecimiento del área protegida, pero no es significativo para la economía regional.

El área protegida lleva adelante varios proyectos y programas para el desarrollo de las comunidades como:

- Programa Socio Bosque, Capitulo Páramo, hasta el momento con 28 convenios, 6951.92 hectáreas, y un beneficio económico de 130172.50 dólares para 2983 familias.
- Proyecto Manejo de Camélidos por el Programa de Manejo Sostenible de los Recursos Naturales (PROMAREN).

En la actualización del Plan de Manejo (en ejecución) se ha tomado en cuenta técnicas alternativas para el desarrollo económico de las comunidades pertenecientes a la reserva, como el cultivo de plantas medicinales para la implementación de negocios, y mayor socialización y capacitación para los comuneros, en lo que respecta a manejo de camélidos, poniendo énfasis en el Plan Nacional para el Manejo y Conservación de la Vicuña, para lograr que más comuneros se involucren.

La población es multiétnica de indígenas y mestizos.

Entre las principales actividades económicas que se efectúan en las comunidades se tiene:

**Agrícola:** Con la producción de papas, habas, cebada, quinua, zanahoria y hortalizas en mínima cantidad. Estos productos son para el autoconsumo y otro porcentaje lo destinan para la comercialización en los mercados de la ciudad de Riobamba.

**Pecuaría:** La producción pecuaria está caracterizada por el mejoramiento continuo de la genética tanto del ganado vacuno como del ovino que son de mucha importancia para los pobladores. La zona de San Juan es eminentemente lechera, su producción de leche a permitido la formación de microempresas de elaboración de quesos, los mismo que son vendidos en la ciudad de Riobamba y en la provincia del Guayas.

Las comunidades que poseen microempresas queseras son Shobol Pamba, Calerita santa Rosa, Santa Isabel, Chimborazo y Guabug. La producción porcina igualmente tiene mucha importancia en la zona por la presencia de las queseras se obtiene el suero que sirve de alimento, tal es el caso de la microempresa de producción porcina.

De las comunidades que se dedica a la microempresa de especies menores esta Calerita Santa Rosa.

**Artesanal:** Las labores artesanales son realizadas por las mujeres en su mayoría, de ahí que en la producción artesanal se destacan las asociaciones de mujeres del barrio de Calera Baja, Calera Santa Rosa, Guadalupe y Guabug.

Las artesanías actualmente solo son comercializadas a nivel local y particularmente en el ingreso a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, que son muy apreciadas por los turistas, muchas veces entre los mismos miembros de la asociación, por lo que se requiere mejorar el producto artesanal en base a capacitación de tal manera que se pueda realizar pueda emprender una mejor comercialización.

Las vías de acceso a la reserva son, las carreteras:

- Guaranda- Ambato,
- Riobamba- El Arenal –Guaranda
- Riobamba-Quito.

Existen caminos vecinales entre comunidades, con vías de segundo y tercer orden, así caminos y senderos para el turismo interno en la Reserva.

El Sistema Nacional Interconectado provee de energía eléctrica a las diferentes comunidades pertenecientes a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y su área de influencia. A nivel de las comunidades un 20% de las viviendas no cuentan aún con servicio eléctrico.

### **Descripción general del entorno**

Colindante a Reserva de Producción de Fauna se encuentran comunidades que se han organizado para brindar adecuado servicio turístico a propios y extranjeros, es el caso de

Casa Cóndor que es un claro ejemplo de turismo comunitario en constante desarrollo y que aspiran a convertir sus actividades en un desarrollo sostenible.

Los terrenos en su mayoría presentan las características del ecosistema páramo, por lo que el avance de la frontera ha hecho que los habitantes del lugar, como su principal actividad se base en cultivos agrícolas y ganaderos, particularmente de ganado vacuno, ovino y camélido sudamericano, así como mínimas fuentes de trabajo.

La economía del lugar se limita a los ingresos provenientes del trabajo manifestado anteriormente que le ubica a la zona en el límite de pobreza.

La zona produce impactos generados por la afluencia de turistas, particularmente en las épocas de verano (Julio- Septiembre) así como también en los feriados nacionales donde la afluencia de turistas es considerable, constituyéndose esto en un amenaza al ecosistema.

### **Efectos del proyecto sobre el medio**

El medio será modificado con la implementación de proyecto de generación energética con el recurso viento, existente en la zona lo que producirá impactos ambientales sociales y económicos, que se cuantificaran posteriormente dentro de la matriz de evaluación de impactos.

En general existirán pequeños impactos sobre el medio particularmente por la transportación, montaje, operación y mantenimiento de los equipos de generación energética alternativa, de la misma manera el flujo de visitantes a la zona, con el incremento de residuos sólidos.

Las acciones de la implementación del proyecto traerán consigo una serie de **impactos** sobre el medio:

- **Ruido:** Característico del funcionamiento de la turbina del viento que alejaría a las especies animales existentes del lugar.
- **Residuos sólidos:** La presencia de personal técnico del proyecto así como de turistas en el lugar incrementarían el volumen de residuos sólidos (basura).
- **Degradación del ecosistema:** Se afectará la zona de implementación del equipo de generación en un área de una hectárea aproximadamente.
- **Social:** Permitirá un importante desarrollo de las comunidades involucradas en el proyecto, pues habrá posibilidad de generar mano de obra técnica y especializada para la implementación y operación del proyecto energético y el consiguiente desarrollo turístico.
- **Económica:** La implementación y operación del proyecto generará recursos económicos considerables para el desarrollo de las comunidades por la gratuidad de la materia prima del recurso energético (viento) y los importantes costos que representa la comercialización de la energía generada.
- **Ambiental:** El remplazo de una energía contaminante por una energía ecológica como la eólica garantiza un impacto ambiental positivo.

#### **3.4.4.1. Valoración cualitativa del impacto ambiental**

##### **1. Análisis general**

El proyecto para buscar las alternativas energéticas para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo nace a raíz de la necesidad de brindar una solución a la producción de energía limpia para el área y que este medio sea además un atractivo para el turista y la de ayudar buscando el desarrollo sostenible de las comunidades existentes en la zona, el lugar para este proyecto pertenece a la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia San Juan, Comunidad San Pablo de Pulingui.

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, se crea con Acuerdo Ministerial No. 437 del 26 de octubre de 1987 publicado en el Registro Oficial No. 806 del 9 de noviembre del mismo año.

Se localiza en las provincias de Chimborazo, Bolívar y Tungurahua, con una extensión de 58.560 hectáreas.

Los objetivos de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo son:

- Mantener los recursos de los ecosistemas páramo y puna.
- Precautelar y desarrollar en base a los respectivos parámetros ecológicos el hábitat de los camélidos nativos de los Andes: vicuñas, llamas, alpacas para la cría y fomento de las especies valiosas ligadas con nuestra identidad cultural.
- Establecer la infraestructura y servicios necesarios para el turismo y la investigación del páramo, en especial sobre camélidos nativos para la obtención de conocimientos y tecnologías para la cría y fomento de las especies comprendidas en este grupo zoológico.
- Mejorar el nivel de vida de las personas del área proporcionándoles apoyo en manejo de camélidos.

La Vicuña: Es una especie silvestre de la familia Camélida (*Vicugna vicugna*), ligada a las culturas alto andinas que desaparecieron de los páramos ecuatorianos a raíz de la conquista española.

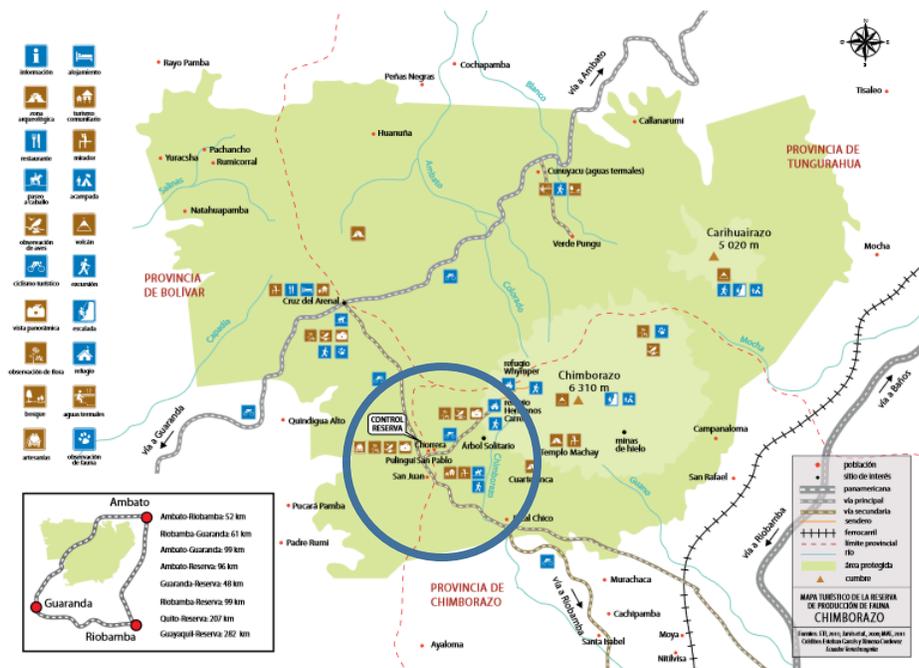
Para la recuperación de esta valiosa especie el Ecuador ingresó en 1979 al Convenio para la conservación y manejo de la Vicuña conformado por países como Argentina, Chile, Bolivia, Perú.

Los páramos del Chimborazo, reúnen las mejores condiciones ecológicas para la reintroducción que se inició en 1988 con la donación de 200 vicuñas, 100 de Perú y 100 de Chile, y en 1993 Bolivia aporta con 77 más. La población ha ido incrementando, el último estudio poblacional realizado en Julio del 2012, registró que existen en la Reserva 4.824 vicuñas.

El Ecuador es uno de los 177 países signatarios del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), cuyas misiones son asegurar que la fauna y flora sean sometidas al comercio internacional y no se explote de manera irresponsable e insostenible.

### 3.4.4.2. Prácticas de Turismo Sostenible

- El páramo es un ecosistema particularmente frágil, más aún en las condiciones de sequedad del Chimborazo.
- Por eso, se debe ser muy cuidadosos con la basura y las fogatas. En cuanto a la basura, no debe quedar señal alguna de nuestra presencia, hay que sacar todos los desechos. Sobre las fogatas, solo se deben realizar en sitios señalados y hay que apagarlas por completo antes de partir.
- No es permitido llevarse nada de la Reserva excepto buenas fotografías y recuerdos y por supuesto, lo que se adquiera en las comunidades.
- Las caminatas deben hacerse por los senderos indicados, pues la vegetación en el páramo puede tardar cientos de años en regenerarse.



**Mapa 9- 3 Mapa turístico de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo**

Fuente: Ministerio del Ambiente 2013

El fin de la presente investigación es alternar la generación de energía convencional con energía alternativa limpia con los consiguientes ahorros energéticos, económicos, con un estricto cuidado ambiental y buscar el desarrollo sostenible del área y de las comunidades beneficiarias.

El grado de aceptación del proyecto a nivel local nacional e internacional es alto, es así como el Área Protegida (refugios) son la mayor atracción turística donde diariamente convergen cientos de turistas, tanto nacionales como extranjeros, así como deportistas en busca de aventura y desarrollo emocional e integración familiar y social al intercambiar costumbres y vivencias con los demás turistas y sobretodo con las comunidades, fortaleciendo el turismo comunitario.

#### **3.4.4.3. Identificación de componentes ambientales susceptibles a recibir impactos.**

- **Aire**

Es uno de los factores más susceptibles a sufrir impacto en cualquier proyecto, excepto en el presente proyecto, pues el aire que se utilizará para mover el rotor de la turbina no sufrirá alteraciones estructurales en su composición química.

- **Suelo**

Si bien es cierto que el suelo en el lugar del proyecto es de constitución páramo y pajonal, la magnitud del proyecto no implica la utilización de extensiones grandes sino la necesaria para la cimentación del equipo y la zona de seguridad (cerramiento) el mismo que podrá tener vegetación ornamental adecuada.

- **Agua**

El agua no es un elemento clave en la posible afectación del proyecto pues no está en contacto con los equipos, por lo que no existe impactos sobre este elemento.

- **Flora y Fauna**

Al existir en la zona vegetación particular de la misma (pajonales) y consecuentemente pocas especies animales, el impacto no será mayor, más siendo la zona de instalación de equipos pequeña no va a incidir este parámetro, aunque se prevé que las especies faunísticas emigraran a lugares aledaños.

- **Socioeconómico**

Este factor está relacionado con las actividades, desarrollo del proyecto, y sobre todo con los resultados del mismo que causaran impactos positivos en las áreas energética, social, económica y ambiental pues los recursos económicos que generara el mismo ayudara a mejorar la condición de vida de los habitantes del lugar, proporcionara fuentes de trabajo, incentivara el turismo ecológico y sobre todo tanto la comunidad como a la reserva de producción de Fauna misma tendrán energía gratuita y ecológica.

#### **3.4.4.4. Determinación de actividades que pueden causar impacto.**

Las actividades identificadas en el proyecto son las siguientes:

- **Llegada de visitantes y turistas**

La llegada de visitantes sean turista, gente de paso y deportistas será continua tanto por la magnitud de proyecto energético como por la afluencia de turistas a la Reserva de Producción de Fauna (alrededor de 100.000 turistas al año), es por esto que se espera afectación ambiental (suelo).

- **Educación Ambiental**

Sera una herramienta básica para la sensibilización de los habitantes y visitantes para la protección del ambiente y mantenimiento del ecosistema, mediante la impartición de una cultura ambiental moderna y adecuada.

- **Investigación**

Durante la implementación y desarrollo del proyecto se efectuaran trabajos técnicos y sociales para satisfacer los requerimientos tanto de la Reserva como de los organismos seccionales que contribuirán al financiamiento del mismo y la parte elemental del proyecto que son las comunidades del sector, mediante investigaciones puntuales en la implementación, operación y mantenimiento de equipos energéticos, proyectos de ayuda social y económica para las comunidades y manejo eficiente de los recursos económicos generados por el proyecto.

- **Construcción**

La construcción tanto civil, mecánica y eléctrica del proyecto ocasionará impactos ambientales mínimos pues el área a utilizarse será la correspondiente a las cimentaciones para la torre de la turbina, así como el espacio requerido para llevar en forma subterránea el cableado con la energía generada hasta la red del Sistema Nacional Interconectado. Lo que ocasiona utilización de un área de terreno correspondiente a una hectárea (10000 m<sup>2</sup>).

Los impactos que ocasionarán estos serán sobre el suelo particularmente por la presencia de materiales de construcción.

- **Montaje de equipos**

La siguiente etapa del proyecto será el montaje mecánico de los equipos que constituyen el sistema conversor de energía, que incluyen: rotor, sistema de transmisión, sistemas de

control, cableado eléctrico, torre de sostenimiento, que causará impactos provenientes del ruido y contaminación del suelo por derrame de lubricantes, grasas, aceites, pero deberá ser en mínima cantidad y de suceder esta condición se tendrá que implementar las medidas de mitigación propuestas.

- **Operación de equipo**

Una vez instalado los equipos se procede a las pruebas del mismo y funcionamiento definitivo, lo que generará ruido que no sobrepasa los límites permisibles (65 dB), además las turbulencias propias de la salida del aire cuando pasa por el rotor y que pueden afectar el ambiente hasta 100 metros de distancia, a la que se atenúa las turbulencias.

- **Mantenimiento:**

El mantenimiento del equipo está debidamente programado por la fábrica que garantiza la oportunidad y seriedad del trabajo y que consisten en recambio de aceite, grasas, lubricación, ajuste de elementos, entre otros que ocasionará afectación mínima al lugar circundante del equipo, además algo de ruido que será ocasional, es decir una vez al año.

- **Reforestación**

La reforestación será mediante la siembra y cultivo de especies nativas, mediante un proyecto específico de mejoramiento del suelo del lugar, a fin de mantener el balance del ecosistema y que brindará un impacto positivo para las especies faunísticas, además que mejorará el entorno del paisaje, en beneficio del turismo.

#### **3.4.4.5. Determinación de impactos**

- Mejoramiento de la calidad
- Emisión de ruido
- Rasanteo

- Compactación
- Recuperación
- Cambios en la composición físico-química
- Incremento de residuos sólidos
- Aumento de la erosión
- Aumento de sólidos en suspensión
- Alteración físico-químico
- Alteración microbiológica
- Aumento en el consumo
- Emisión de malos olores
- Arrastre de sedimentos
- Decremento de especies
- Mejoramiento de paisaje
- Pérdida de especies forestales
- Recuperación del hábitat
- Readaptación del hábitat
- Incremento de turismo
- Sensibilización de turistas
- Ejecución de desarrollo sostenible
- Intercambio cultural
- Ingresos económicos
- Implementación de actividades alternativas
- Esparcimiento y recreación
- Incremento de la autoestima
- Respeto a la naturaleza

#### **3.4.4.6. Criterios de evaluación**

- **Naturaleza.** Dependiendo si el impacto es positivo se marcará con un signo (+) o de lo contrario de ser negativo se marcará con (-)

- **Magnitud.** La magnitud se determina a través de tres rangos:

- 1 Baja intensidad
- 2 Moderada intensidad
- 3 Alta intensidad.

- **Importancia.** Se determina a través de cuatro rangos de evaluación:

- 0 Sin importancia
- 1 Menor importancia
- 2 Moderada importancia
- 3 Importante importancia

- **Certeza.** Se determina a través de tres rangos definidos con letras:

- C Si el impacto ocurrirá con una probabilidad del 75%
- D Si el impacto ocurrirá con una probabilidad de entre 50 a 75%
- I Si se requiere de estudios específicas para evaluar la certeza del impacto.

- **Tipo.** Se define a través de:

- (Pr) Primario. Si el impacto es consecuencia directa de la implementación del proyecto
- (Sc) Secundario. Si el impacto es consecuencia indirecta de la implementación del proyecto
- (Ac) Acumulativo. Si el impacto es consecuencia de impactos individuales repetitivos.

- **Reversibilidad.** Puede ser de dos tipos:

- 1 Reversible. Si el impacto es transformable por mecanismos naturales
- 2 Irreversible. Si el impacto no es transformable por mecanismos naturales

- **Duración.** Se determina a través del tiempo en:

- 1 A corto plazo. Si el impacto permanece menos de 1 año
- 2 A mediano plazo. Si el impacto permanece entre de 1 a 10 años
- 3 A largo plazo. Si el impacto permanece más de 10 años

- **Tiempo en aparecer.** Determinado también por el tiempo se clasifica en:

- C Corto plazo. Si el impacto aparece inmediatamente o dentro de los primeros seis meses posteriores a la implementación del proyecto.
- M Mediano plazo. Si el impacto aparece entre 9 meses a 5 años después de la implementación del proyecto.
- L Largo plazo. Si el impacto aparece en 5 años o más a la implementación del proyecto.

- **Considerado en el proyecto.** Se define por las alternativas:

- S *Si.* Si el impacto fue considerado en el proyecto
- N *No.* Si el impacto no fue considerado en el proyecto

#### **3.4.4.7. Elaboración de la matriz de identificación de impactos**

##### **Matriz de impactos**

Para el análisis de impactos se utiliza la matriz causa-efecto que incluye la revisión de acciones impactantes. (CABALLERO, 2006), p. 38)

A continuación, se identifican las principales actividades que ocasionarían impactos por la implementación del proyecto de generación energética eólica.

### **a. Construcción de la matriz**

Utilizando la metodología planteada para la evaluación de impactos ambientales del proyecto energético se construye una matriz de impactos y otra de cuantificación de los mismos la que nos permite observar los impactos positivos y negativos del proyecto.

### **Elaboración del estudio de Impacto Ambiental**

Mediante la técnica de Lázaro Lagos se determina el nivel de impacto ambiental ocasionado por la implementación de la fuente alterna de energía para el complejo ecoturístico, analizando, las variables: suelo, agua, aire, flora, fauna, otros, siendo los parámetros:

**Tabla 6- 3 Matriz de evaluación de impactos de la zona de influencia de la reserva de producción de fauna Chimborazo**

COMPONENTE S AMBIENTALE S	ACTIVIDADES									IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN									
	1.Llegada de visitantes	2.Educación ambiental	3.Investigación	4.Construcciones	5.Montaje de equipos	6.Operación	7.Mantenimiento	8.Reforestación	9 Evaluación del Proyecto		Naturaleza	Magnitud	Importancia	Certeza	Tipo	Reversibilidad	Duración	Tiempo en aparecer	Considerado en el	Ponderación
A. AIRE			x					x	x	Mejoramiento de la calidad	+	2	3	C	Pr	2	1	C	S	9
	X			x	x	x				Emisión de ruido	(-)	1	1	D	Pr	2	3	C	S	6
B. SUELO				x						Rasanteo	(-)	1	1	D	Pr	2	1	C	N	4
	X			x	x	x				Compactación	(-)	1	1	D	Pr	2	1	C	N	4
			x					x	x	Recuperación	+	1	3	C	Pr	1	2	M	N	6
				x	x		x			Cambios en la composición físico-química	(-)	1	1	D	Pr	2	1	C	N	4
	X			x	x		x		x	Incremento de residuos sólidos	(-)	1	1	D	Pr	1	3	M	N	5
	X			x	x		x		x	Aumento de la erosión	(-)	1	2	C	Pr	2	1	L	N	5
C. AGUA	X			x		x			x	Aumento de sólidos en suspensión	(-)	1	1	D	Pr	2	1	L	N	4

			x			x		x	Alteración físico-química	(-)	1	1	D	Pr	2	1	M	N	4
			x			x		x	Alteración microbiológica	(-)	1	1	D	Pr	2	1	M	N	4
	X		x	x		x	x		Aumento en el consumo	(-)	1	1	D	Pr	2	1	M	N	4
						x			Emisión de malos olores	(-)	1	1	D	Pr	2	1	L	N	4
			x			x			Arrastre de sedimentos	(-)	1	1	D	Pr	2	1	L	N	4
<b>D. FLORA Y FAUNA</b>			x	x	x	x		x	Decremento de especies	(-)	1	2	D	Pr	2	1	C	N	5
							x	x	Mejoramiento de paisaje	+	3	3	C	Pr	2	3	M	S	14
			x	x					Perdida de especies forestales	(-)	1	1	D	Pr	1	3	M	S	5
			x					x	Recuperación del hábitat	+	3	3	C	Pr	2	3	M	S	14
								x	Readaptación del hábitat	+	3	2	C	Pr	2	3	M	S	11
<b>E. SOCIO-ECONOMICO</b>	X				x			x	Incremento de turismo	+	3	3	C	Pr	2	3	C	S	14
		x			x		x	x	Sensibilización de turistas	+	3	3	C	Pr	2	3	C	S	14

					x		x	x	Ejecución de desarrollo sostenible	+	3	2	C	Pr	2	3	C	S	11
X	x	x	x	x		x	x		Intercambio cultural	+	2	2	C	Pr	2	3	C	S	9
X		x			x			x	Ingresos económicos	+	3	3	C	Pr	2	3	C	S	14
X	x				x		x		Implementación de actividades alternativas	+	3	3	C	Pr	2	3	C	S	14
X	x				x		x		Esparcimiento y recreación	+	3	3	C	Pr	2	3	C	S	14
X	x				x		x	x	Incremento de la autoestima	+	3	3	C	Pr	2	3	C	S	14
	x	x			x		x	x	Respeto a la naturaleza	+	2	3	C	Pr	2	3	C	S	11

Elaborado por: Borja, E. 2015

**Tabla 7- 3 Matriz de cuantificación de la zona de influencia de la reserva de producción de fauna Chimborazo**

ACTIVIDADES										TOTAL L (+)	TOTAL (-)	TOTAL L
COMPONENTES AMBIENTALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<b>A</b>	-6		+9	-6	-6	-6		+9	+9	27	24	51
<b>B</b>	-4-5-5		+6	-4-4-4- 5-5	-4-4-5-5	-4	-4-5-5	+6	+6-5-5	18	82	100
<b>C</b>	-4-4			-4-4-4- 4-4	-4	-4	-4-4-4 -4-4	-4	-4-4-4		72	72
<b>D</b>			+14	-5-5	-5-5	-5	-5	+14+14+ 11	-5+14	67	35	102
<b>E</b>	+14+9+ 14 +14+14 +14	+14+9+14 +14+14+11	+9+14+ 11	+9	+9	+14+14+ 11+14+14 +14+14+ 11	+9	+14+11+ 9+14+14 +14+11	+14+14+11 +14+14+11	487		487
<b>TOTAL (+)</b>	79	76	63	9	9	106	9	141	107	<b>599</b>		
<b>TOTAL (-)</b>	28			58	38	19	39	4	27		<b>21 3</b>	
<b>TOTAL</b>	107	76	63	67	47	125	48	145	134			<b>812</b>

Elaborado por: Borja, E. 2015

#### **3.4.4.8. Totalización de impactos positivos y negativos**

Luego de cuantificar los datos mediante la matriz de Lázaro Lagos se tiene:

Impactos positivos: 599

Impactos negativos: 213

Total de impactos: 812

#### **3.4.4.9. Medidas de mitigación**

##### **1.- Control de excavaciones, remoción de suelo y de cobertura vegetal**

###### **Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir:**

- Afectación de la calidad de suelo y escurrimiento superficial
- Afectación a la flora y la fauna
- Afectación del paisaje y seguridad de trabajadores

El contratista deberá controlar las excavaciones, remoción de suelos y cobertura vegetal que se realice en toda la zona de la obra, principalmente el área donde exista depósito de excavaciones y las que sean necesarias para la instalación, montaje y funcionamiento de la torre.

Deberán evitarse excavaciones y remoción de tierras innecesaria ya que estas producen afectación al hábitat dañando así la flora y fauna silvestre e incrementan procesos erosivos, inestabilidad y escurrimiento superficial del suelo, de igual manera afecta al paisaje de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

De igual manera en casos que se pueda los trabajos deberán realizarse de forma manual, tareas menores de excavación, remoción de suelo y cobertura vegetal siempre que no implique problemas para los trabajadores.

Esta medida debe aplicarse en toda la obra.

**Indicadores de éxito:**

- No detección de excavaciones, remoción de suelo y vegetación innecesaria
- Ausencia de no conformidad del auditor
- Reclamos por parte del Ministerio del Ambiente y pobladores de la reserva.

**2.- Control de ruidos y vibraciones**

**Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir:**

- Afectación de flora y fauna
- Afectación de suelo y paisaje
- Afectación a trabajadores y población

Las vibraciones de los equipos, máquinas pesadas y la contaminación sonora por el ruido durante la operación puede producir molestias a operadores, fauna y a las comunidades como en excavaciones, compactación de terreno durante la construcción y montaje de la torre.

Por lo tanto, se deberá minimizar al máximo la generación de ruidos y vibraciones de estos equipos controlando los motores y el estado de los silenciadores.

Las actividades que produzcan ruido como el movimiento de camiones de hormigón excavaciones (excavadoras, motoniveladoras, pala mecánica compactadora) insumos y equipos deberán estar planeadas adecuadamente para mitigar la emisión total o máximo posible de acuerdo al cronograma de obra.

Definitivamente la contratista evitará el uso de maquinaria que produzca niveles altos de ruido simultáneamente con la carga y transporte de camiones de los suelos extraídos, debiéndose alternar dichas tareas dentro del área de trabajo.

No podrá ponerse en circulación tres volquetes simultáneamente para el transporte de la remoción de suelos y la máquina que distribuirá y asentará los suelos deberá trabajar en forma alternada

Se deberá verificar el funcionamiento correcto funcionamiento de los motores a explosión para evitar desajustes de la combustión que pudiesen producir emisiones de gases fuera de norma.

Esta medida debe aplicarse en toda la obra.

**Indicadores de éxito:**

Disminución de emisiones gaseosas e inexistencia de humo en los motores de combustión.

Ausencia de enfermedades laborales en trabajadores y migración de la fauna silvestre.

Ausencia de reclamos por parte de las comunidades.

**3.- Control de la correcta gestión de los residuos sólidos y peligrosos.**

**Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir:**

- Afectación de las condiciones de higiene (Salud, Infraestructura sanitaria y Proliferación de vectores).
- Afectación de la calidad de aire agua suelo y paisaje.

El contratista deberá disponer los medios para tener una correcta gestión integral de desechos sólidos durante todo el desarrollo de la obra aplicando planes de manejo de desechos sólidos y efluentes.

En caso de verificar desvíos a los procedimientos estipulados el responsable ambiental deberá presentar la documentación acerca de la situación dando un tiempo acotado para la solución inmediata de las no conformidades.

El responsable de la obra deberá evitar la degradación del paisaje por la implementación de residuos y su posible dispersión por el viento.

Recoger los sobrantes diarios, materiales de construcción plásticos y así realizar un desarrollo y finalización de obra correcta.

Los residuos y sobrantes de materiales que se produzca en la obra deberán ser controlados y determinarse su disposición final de acuerdo a lo establecido en el Plan de manejo de desechos sólidos y efluentes.

Se deberá contar con recipientes adecuados y en cantidad suficiente para el almacenamiento seguro de los residuos producidos.

El responsable de la obra dispondrá del personal o terceros contratados a fin de retirar y disponer los residuos generados

El contratista será el responsable de capacitar al personal para el almacenamiento provisional de los residuos dentro de la obra.

Esta medida debe aplicarse durante toda la obra.

**Indicadores de éxito:**

Ausencia de residuos dispersos en la obra.

Ausencia de reclamos por parte de las autoridades Ministerio del Ambiente GADs y pobladores de las comunidades.

Ausencia de potenciales vectores de enfermedades

#### **4.- Restauración de las funciones ecológicas**

##### **Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir:**

Destrucción del ecosistema paramo.

Alteración de la orografía.

Cambios en la estructura de nutrientes y descomposición.

Modificación de la calidad de agua.

Disminución de la capacidad de autodepuración.

Al finalizar el proyecto el responsable ambiental deberá dejar la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo en condiciones iguales o similares al principio de la obra. Deberá recrear las condiciones favorables para aumentar la producción de la vegetación nativa, restituyendo las características del suelo y eliminando especies exóticas o invasoras.

Antes de la finalización de la obra el responsable ambiental elaborara un informe sobre los vertidos provenientes de actividades agrícolas industriales aguas arriba y aguas abajo, las muestras se tomarán mínimo 100 metros arriba y abajo y analizar parámetros de contaminación.

Los nutrientes y contaminantes pueden ingresar al agua por lavado del suelo, esto debe evitarse ya que la disminución de la cantidad de nutrientes en el agua es sumamente costosa. Se debe tener en cuenta que la vegetación de paramo puede disminuir la entrada al cuerpo de agua de nutrientes y contaminantes lavados del suelo. En este sentido la restauración de la vegetación en zonas afectadas contribuye a atenuar el proceso de eutrofización y la contaminación del cuerpo de agua.

De ser necesario deberá elaborarse un Plan de Manejo específico del cuerpo de agua.

Se deberá elaborar los TDR necesarios para la etapa operativa.

**Indicadores de éxito:**

- Grado de recuperación de las condiciones originales.

**5.- Controlar el mantenimiento operativo de los componentes del sistema. (cimientos, torre, rotor, transmisión, tornamesa, instalaciones eléctricas, sistemas de seguridad)****Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir:**

El operador de la planta deberá contar con un manual de operaciones de la misma donde se describan las tareas, frecuencias de mantenimiento operativo y preventivo de la planta, esto incluye el control de los cimientos, torre, rotor, transmisión, tornamesa, instalaciones eléctricas, sistemas de seguridad, limpieza de estructuras y demás establecidos en el proyecto.

Dicho manual deberá tener planillas de registro diario de las actividades de control e incidentes operativos.

Durante los tres (3) primeros años de funcionamiento de la planta, incluyendo el periodo de ajuste y calibración, será obligatorio realizar auditorías periódicas para verificar el grado de cumplimiento.

Si no se verifican deficiencias operativas las auditorias podrán ser anuales para los años siguientes.

**Indicadores de éxito:**

- Ningún incidente operativo en el año.

## **6.- Elaborar Planes de contingencias y sistemas de alarma específicos**

### **Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir:**

- Impactos múltiples por desperfectos o contingencias.
- Impactos por deficiencia en el tratamiento de agua.

El responsable debe contratar la elaboración y dar los lineamientos técnicos del Plan.

Antes del inicio de la operación del sistema deberá elaborarse un Plan de Contingencias apropiado para cada eventualidad y cada etapa de operación que tendrá como objetivos principales:

- Minimizar y controlar las eventuales emergencias en el área de operaciones del proyecto.
- Resumir la información básica para dar respuesta a incidentes típicos en sistemas de abastecimiento de agua potable.
- La adopción de una herramienta de aplicación inmediata cada vez que un incidente puede amenazar seriamente el medio, la salud humana bienes de la comunidad, así como impedir la dotación de agua.

El plan de contingencias deberá seguir métodos y procedimientos a implementar para la prevención de situaciones de emergencia.

### **Indicadores de éxito:**

Numero de planes de contingencia elaborados.

### **3.4.5. Estudio económico**

Los costos de aerogeneración están en función de varios componentes, entre los que se anotan:

- Avance tecnológico
- Disponibilidad del recurso viento
- Situación geográfica del lugar
- Costos de capital y financiamiento

Por lo que en el presente trabajo se consideran estos parámetros.

El desarrollo de la energía eólica se ha manifestado en el hecho de que ha sido, de todas las fuentes energéticas, la de mayor crecimiento durante el período 1990-2000, con un 25.7 % y la capacidad instalada se duplica cada 3 años.

Las turbinas eólicas han incrementado su rango de potencias hasta tener turbinas de alrededor de 10 MW ya disponibles en el mercado para aplicaciones en alta mar (off shore) y en el continente (on shore).

Los fabricantes de turbinas eólicas han reducido el costo de la generación mediante la implementación de técnicas de fabricación, empleando las ventajas que dan las últimas herramientas de ingeniería, aplicando nuevos conceptos a diseños existentes e incrementando el tamaño de las turbinas.

En la actualidad, las empresas fabricantes están instalando máquinas de entre 1 y 10 Mw y muchos fabricantes se encuentran desarrollando máquinas de mayor potencia, las cuales se encuentran enfocadas para instalaciones "off shore" en aguas poco profundas de las costas europeas. Esta tendencia es guiada por cuestiones económicas, porque las turbinas pueden generar mayor energía si el tamaño del rotor es mayor, lo que requiere también torres y generadores de mayor tamaño.

Para aplicaciones "offshore" el incremento es justificado debido a que el costo de la plataforma y el cable hacia tierra es alto, por lo que es mejor instalar una turbina del mayor tamaño posible dentro de las limitaciones de diseño de las plataformas<sup>(1)</sup>

### 3.4.5.1. Costo específico y comparación de costos

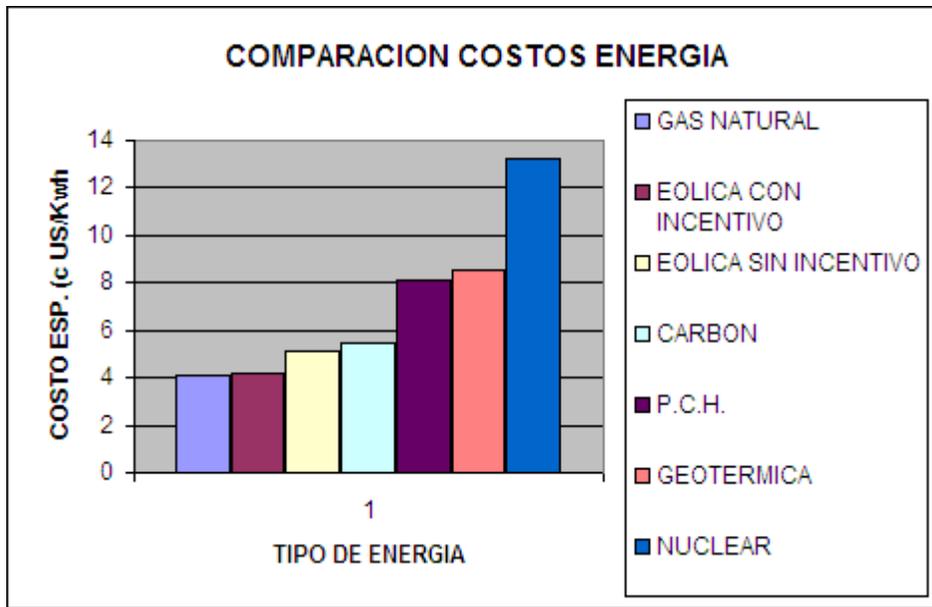
El reto es perfeccionar la tecnología, para lograr captar la mayor cantidad de energía del viento y lograr mayor confiabilidad de los sistemas para entregar la energía a los clientes a un precio competitivo. Para el año de 1980 el costo de generación eólica se encontraba en alrededor de los 35 centavos de dólar por Kw-h hasta los 4 y 9 centavos en la actualidad.

Actualmente la generación con energía eólica presenta costos competitivos, pues como se presenta en la siguiente gráfica, estos son únicamente superados por el uso de gas natural:

**Tabla 8- 3 Costos específicos de energía**

<b>FUENTE DE ENERGÍA</b>	<b>COSTO ESPECIFICO (c USD/Kwh)</b>
Gas natural	4.1
Eólica con incentivo	4.2
Eólica sin incentivo	5.1
Carbón	5.5
Pequeñas centrales hidroeléctricas	8.1
Geotérmica	8.5
Nuclear	13.2

**Fuente:** The Environmental Costs of Electricity, Pace University Center for Environmental Legal Studies, New York



**Gráfico 13- 3 Comparación costos energía**

**Fuente:** The Environmental Costs of Electricity, Pace University Center for Environmental Legal Studies, New York

Aunque estos costos han decrecido significativamente los investigadores consideran que nuevas mejoras podrían reducir estos costos de un 30 a 50% más. La meta propuesta por investigadores del área es alcanzar costos de 3 centavos de dólar por Kw-h en sitios de buen recurso para el año 2004 y de 3 a 4 centavos de dólar en sitios de potencial moderado para el período 2007-2015.

Actualmente los costos están alrededor de 2,000 a 3000 USD por Kw. instalado, de un proyecto de energía eólica.

#### 3.4.5.2. Desglose de costos

A continuación, se desglosan los costos porcentuales de los Sistemas Conversores de Energía Eólica, por componente; en base a la experiencia a saber:

**Tabla 9 - 3 Desglose de los costos de la energía eólica**

Concepto	Porcentaje del costo inicial
Turbinas (FOB)	49%
Construcción (civil, mecánica)	22%
Torre	10%
Intereses durante la construcción	4%
Conexión a la subestación	4%
Actividades desarrolladas (gestión administrativa)	4%
Cuotas legales y de financiamiento	3%
Diseño e Ingeniería	2%
Transportación terrestre	2%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** The Environmental Costs of Electricity, Pace University Center for Environmental Legal Studies, New York

El Ecuador al momento no cuenta con tecnología adecuada para construir turbinas eólicas, salvo que a manera de proyecto piloto se construya algún tipo demostrativo y de muy baja escala, por lo que el país deberá importar estos equipos, cuyos costos serían los que se han analizado anteriormente.

Se anota que existen en Ecuador, turbinas eólicas instaladas y en funcionamiento, tal es el caso del parque eólico de Galápagos (2 MW) y en Montecristi (800 KW), el parque eólico Villonaco en Loja con 16 MW., todos con equipos de tecnología extranjera.

En tal virtud, la implementación de la energía eólica en Ecuador será dependiente de la importación de tecnología y equipos, es por esta razón que el presente trabajo es un aporte a la desagregación tecnológica en la transformación de esta fuente renovable de energía.

A manera de estudio cuantitativo en el presente trabajo se muestra un desglose de costos de la energía eólica, bajo la siguiente característica.

### Características Físicas:

- Lugar: Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo
- Tipo de viento: montaña
- No. Viento: 6-7 (Escala Beaufort)
- Características: vegetación rastrera
- Velocidad de viento: 8 -12 m/s
- Sistema eólico: Aerogenerador REpower 3M122 (2 unidades)
- Costo total de la instalación: \$ 12.050.000,00 (doce millones cincuenta mil dólares)

**Tabla 10- 3 Desglose de costos en Ecuador**

<b>CONCEPTO</b>	<b>Costos (U.S. D.)</b>
Turbinas (FOB)	5.904.000.00
Construcción (civil, mecánica)	2.651.000.00
Torre	1.205.000.00
Intereses durante la construcción	482.000.00
Conexión a la subestación	482.000.00
Actividades desarrolladas (gestión administrativa)	482.000.00
Cuotas legales y de financiamiento	361.500.00
Diseño e Ingeniería	141.000.00
Transportación terrestre	141.000.00
<b>Total</b>	<b>12.050.000,00</b>

Fuente: Borja, E. 2015

Valores que pueden ser reajustados dependiendo de las condiciones contractuales y de trabajo.

### 3.4.5.3. Tasa interna de retorno

El tiempo de recuperación de la inversión será (TIR):

$$TIR = \frac{Inversión}{Beneficio}$$

Dónde:

Inversión: USD 12.050.000,00 (costo total del sistema de aerogeneración)

Beneficio: Considerando la generación de 6.0 MW en 1 año (365 días), al que se descuenta 1 mes en el que se efectuaría la paralización del sistema para mantenimiento del mismo, se tienen 335 días, que implicarían una generación de:

$$Generación\ eléctrica\ anual = \frac{335\text{días}}{\text{año}} * \frac{24\text{h}}{\text{día}} * 6000\text{ Kw} = 48.240.000\text{ Kwh/año}$$

Beneficio económico: Considerando el costo de la energía importada por el País actualmente a Colombia que es de 6 centavos el Kwh, y por decisión del CONELEC la energía eólica producida se factura a 9,07 c\$/Kw-h se tiene:

$$Beneficio = 48240000\text{ Kwh/año} * 0.0907\text{USD/ Kwh} = 4.375.368\text{ USD/año}$$

Luego:

$$T.I.R = \frac{12.050.000\text{USD}}{4.375.368\text{USD/año}} = 2.75\text{años} = 1005\text{ días}$$

### 3.4.5.4. Inversión

La inversión económica que se debe efectuar está relacionada con los costos que representan la instalación y por cada megavatio de potencia instalado esta será de dos

millones de dólares americanos de acuerdo a la investigación del mercado internacional que se ha efectuado, por lo que la misma debe canalizarse a través de créditos que deberán promover organismos de electrificación (EERSA) que bien podrían asociarse con organismos seccionales (Consejo Provincial, GADs cantonales), además se podría incluir la factibilidad de empresas mixtas (inversionistas nacionales y extranjeros), pues la inversión en generación energética con energía de viento es rentable como lo demuestran las cifras, cuyos precios del Kwh está en la actualidad en el orden de 4 a 5 centavos de dólar y en comparación del costo actual de la energía eléctrica facturada en nuestra ciudad que es de 12 a 13 centavos de dólar el Kwh, existe a simple análisis una ventaja competitiva y una rentabilidad visible.

#### 3.4.5.5. Costos de Operación y Mantenimiento

Debido a las condiciones geográficas de las que se encuentra rodeado el proyecto, los costos de operación y mantenimiento y los de gasto de personal, impuestos, etc. a continuación se muestra un desglose de los gastos operacionales:

**Tabla 11- 3 Desglose de costos de operación y mantenimiento**

ACTIVIDADES	COSTOS
Gastos de operación y mantenimiento	\$ 65250
Servicios profesionales	\$ 63184
Gastos de personal	\$ 49510
Seguros y garantías	\$ 36851
Gastos de administración	\$ 56137
Tasas, impuestos y contribuciones	\$ 24340
Otros gastos operacionales	\$ 650
<b>Total</b>	<b>\$ 295922</b>

Fuente: Borja, E. 2015

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Cuantificación del recurso energético renovable disponible y determinar las necesidades energéticas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades.

La cuantificación del recurso energético renovable se efectúa en base a una prospección eólica preliminar con el apoyo de una encuesta a un morador del lugar y se concluye que existe abundante viento en las zonas aledañas a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, por lo que se decide utilizar este recurso renovable para los fines energéticos.

La metodología usada para este fin es analítica en base a la observación de los mapas específicos de la zona 3 del atlas eólico nacional proporcionado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), dando un potencial de viento por unidad de área de  $280.66 \text{ W/m}^2$ , valor que es considerado adecuado para fines energéticos y en el tiempo se tiene:

$$E = 202.07 \frac{Kw-h}{m^2mes}$$

Luego la energía a 80 metros de altura en un año será:

$$E = \frac{8760}{1000} * 280.66$$

$$E = 2441.74 \frac{Kw-h}{m^2año}$$

#### 4.2. Selección de los sistemas de generación alternativa para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus comunidades aledañas.

Una vez que se decidió utilizar el viento como materia prima para la generación de electricidad en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y las comunidades aledañas, se hizo una intensa búsqueda de la bibliografía universal de empresas y equipos que pueden ser utilizados y se seleccionó a la empresa alemana REpower para la eventual provisión de los equipos, considerando la demanda energética calculada, la gran tecnología de la empresa y del cuadro preparado para el fin se selecciona como alternativa:

**Tabla 12 - 3 Características aerogenerador Repower 3.0M122**

<b>Equipo:</b>	<b>REpower 3.0M122</b>
<b>Tipo</b>	Onshore (tierra)
<b>Potencia</b>	3000 KW.
<b>Unidades:</b>	2
<b>Velocidad de trabajo</b>	3...11.5 m/s
<b>Potencia total</b>	6000 KW.

Fuente: Borja, E. 2015

Cuyas prestaciones técnicas son compatibles con las necesidades de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, esto es para 22600 personas, considerando un crecimiento de la población actual en el orden de 3% anual, pues la potencia requerida es de 3766 KW y los equipos está en capacidad de proporcionar 6000 KW.

#### 4.3. Elaboración de la matriz de impactos ambientales del proyecto

En las matrices de determinación de impactos ambientales del proyecto, mediante la metodología planteada de Lázaro Lagos se observan que el proyecto tiene un impacto positivo de quinientos noventa y nueve puntos (599), es decir que la implementación del proyecto ocasiona efectos positivos al entorno, reflejado en un mejoramiento en la calidad

de vida, del ambiente, y económico lo que nos permite considerar al proyecto como una base del desarrollo sostenible de la zona.

Los efectos positivos están dados especialmente en el componente socioeconómico. Como se puede visualizar en los valores totalizados de los mismos (+).

Los componentes ambientales afectados son la flora, la fauna y el suelo que en términos porcentuales no representan más del 10% de los impactos ambientales, además que son fácilmente remediabiles como denotaremos en las medidas de mitigación.

Posteriormente se debe determinar el sistema de mitigación más adecuado dependiendo del estado de conservación y del medio ambiente en general.

#### **4.4. Determinación de los costos del proyecto.**

Los costos que demandan la implementación del proyecto energético en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo está en el orden de: USD 12.050.000,00 (costo total del sistema de aerogeneración) para lo que se sugiere buscar el financiamiento a través de la creación de una empresa público – privada, en la que debería involucrarse la Empresa Eléctrica Riobamba SA., el GAD de Riobamba, el Consejo Provincial de Chimborazo.

## CONCLUSIONES

Luego de efectuado el proyecto se concluye:

- Existe presencia de un importante recurso viento dadas las condiciones geográficas particulares de la zona y sus velocidades determinada están entre 8...11 m/s, que proporcionarían la suficiente cantidad de energía para sostener el proyecto eólico que a más de brindar la energía gratuita, limpia y abundantes, mejoraría el paisaje por el encanto de tener equipos de transformación de energía renovable.
- Existe también un importante recurso sol, pero los costos de instalación se triplican con relación al uso del viento, pero bien podría pensarse en usar este recurso en forma aislada para fines energéticos domésticos, como es el calentamiento de agua y secado de productos agrícolas.
- Se seleccionó a la empresa alemana REpower para la eventual provisión de los equipos, considerando la demanda energética calculada y la gran tecnología de la empresa.
- El aprovechamiento de la energía eólica con fines energéticos no produce cambios en el hábitat, porque al usar aire para mover las turbinas, el aire no se degrada no contamina, tampoco contaminaría al agua y habría una pequeña afectación al suelo en el área de influencia del proyecto, pues se tendría que habilitar accesos para introducción de la maquinaria, del personal técnico para el montaje y mantenimiento del parque eólico.
- Los costos del proyecto son rentables, pues la inversión puede ser recuperada en aproximadamente 3 años, lo que permite avizorar sostenibilidad del proyecto.
- El cambio de energía renovable en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo tendría consecuencias muy positivas en su desarrollo sostenible, pues, a más del

servicio energético, habría ingresos económicos y la sustentabilidad se completaría con la mínima afectación ambiental de la zona protegida.

- La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es un área protegida muy sensible en sus componentes ambientales, especialmente suelo, flora y fauna.
- Existen vías de acceso de primer orden desde Guaranda, Ambato y Riobamba, capitales de las Provincias que colindan a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.
- Al momento el suministro de la energía se lo hace en función de la alimentación del Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.).

## RECOMENDACIONES

- La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es un área protegida por lo que se debe cuidarle en sus aspectos ambientales y el proyecto de generación eólica es una alternativa para ello.
- Al implementar el proyecto de generación eólica se tendrá mejores condiciones de atención al turista y deportistas que acceden a la zona, pues la generación energética es continua y a bajos costos.
- Las vías de acceso deben ser cuidadas y mantenidas en buenas condiciones para lo que se debe hacer un plan integral de manejo de las vías de acceso en conjunto con el Ministerio de Transporte y Consejos Provinciales de Chimborazo Bolívar y Tungurahua.
- Capacitar de buena manera a los cuidadores de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo para que la atención a los turistas y deportistas sea un atractivo más para el desarrollo sostenible.
- Al implementarse el sistema de transformación con energía eólica se puede dar alternabilidad al uso de la energía de esta nueva fuente renovable y la disponible en el S.N.I.
- Al existir un comprobado potencial eólico en las inmediaciones de la Reserva se sugiere implementar el proyecto que daría sostenibilidad a las actividades sociales, económicas y ambientales de la zona.
- Se sugiere aprovechar el recurso viento para generación eléctrica y el recurso sol no, pues, los costos de instalación de equipos solares para generación eléctrica son elevado en una relación 3:1.

- La implementación del proyecto conlleva una alta rentabilidad económica por lo que se sugiere buscar financiamiento para el proyecto eólico.
- Establecer e implementar medidas de mitigación ambiental en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo para dar alta sostenibilidad al proyecto turístico con sustento en energía eólica.
- Se recomienda gestionar por parte de las comunidades ante los Gobiernos Autónomos Descentralizados Cantonales y Provinciales de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar para el financiamiento del proyecto de energía eólica que será en beneficio de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y las familias que se encuentran dentro de la misma.

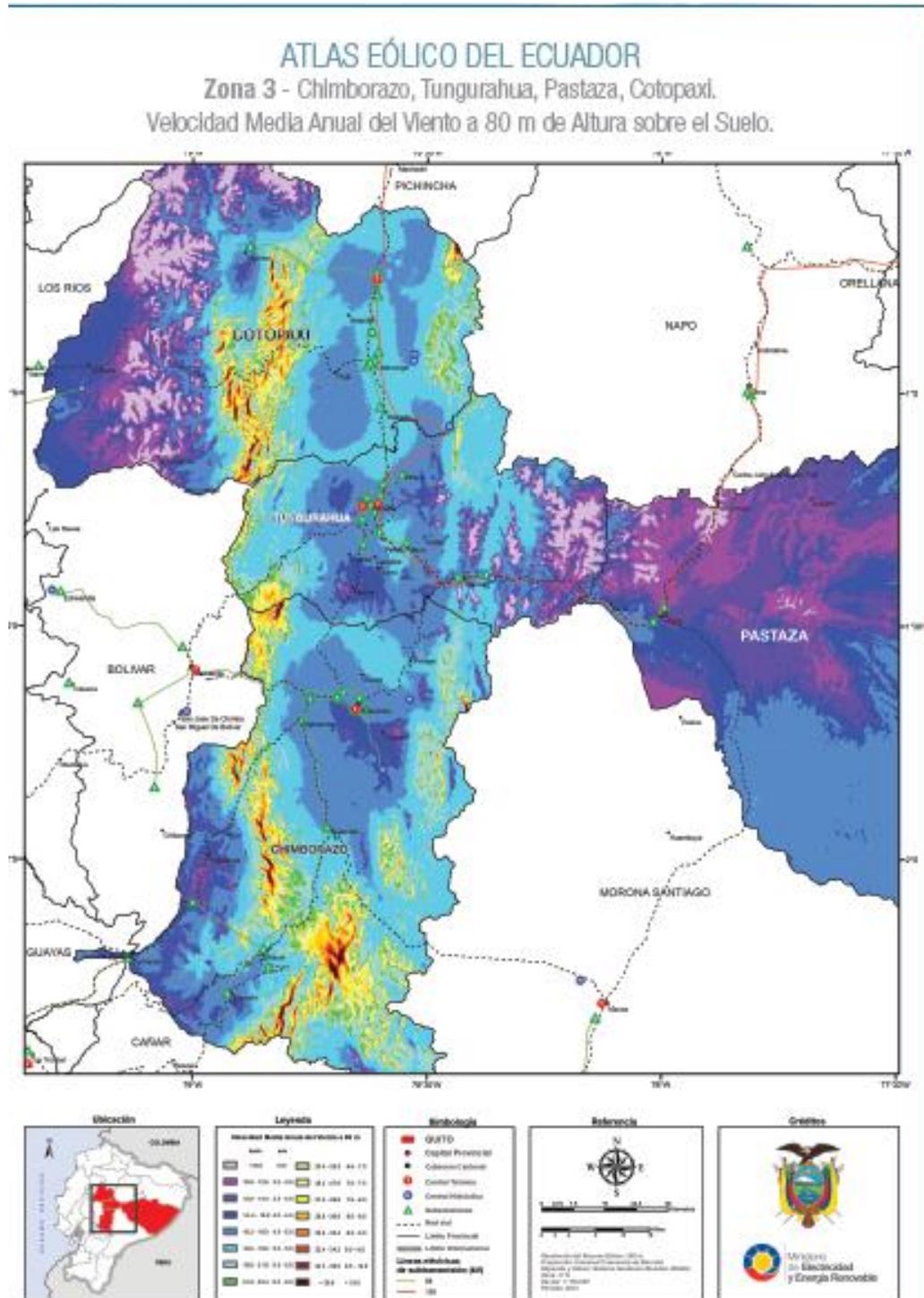
## BIBLIOGRAFÍA

1. **Boffa, C.** (1983). *Hacia La Explotación De La Energía Eólica*.
2. **Borja, R.** (2009). *Diseño De Un Sistema Alternativo De Producción De Energía En La Zona Ecoturística Chachimbiro*. Riobamba.
3. **Caballero, V.** (2006). *Diagnostico Ambiental De Las Lagunas Del Centro De Recursos Tecnológicos "Fátima" Provincia De Pastaza*.
4. **Cleef, & Solis, A.** (1984). *Flora Del Ecuador, Paramos Andinos*. Publicaciones Cientificas Mas. Pp.220. Quito.
5. **Comunidad Revista Líderes.** (2015). *Revista Líderes*. Obtenido De <http://www.revistalideres.ec>
6. **Comunidad Wikipedia.** (2015). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki>
7. **Comunidad Wikipedia.** (2015). *Wikipedia*. Obtenido De <http://Es.Wikipedia.Org>
8. **Congreso Nacional Del Ecuador.** (2002). P. 4. Quito.
9. **Congreso Nacional Del Ecuador.** (2004). P 11. Quito.
10. **Dudley, N.** (2008). *Área Protegida*. La Comision Mundial De Areas Protegidas P 10.
11. **García, C., & Hernaez, I.** (2004). *Operación: Energías Alternativas*. Madrid.
12. **Gedeon, S.** (1981). *Energías Alternativas*. Madrid.
13. **Moragues, J., & Rapallini, A.** (2003). *Energía Eólica*. Buenos Aires.
14. **Poulenard Et. Al.** (2004). *Herbazal Húmedo Montano Alto Superior De Páramo*.

15. **Ramsay.** (1992). *Herbazal Ultra Húmedo Subnival De Páramo, Superparamo.* P. 54.
16. **Santillán, C.** (2005). *Tecnología Y Medio Ambiente.* Riobamba : S.N.
17. **Sierra Et. Al.** (1999). *Ecosistemas.* P. 65:68
18. **Sklenár, & Balslev.** (2007). *Clasificación Vegetal.* P. 89.

# ANEXOS

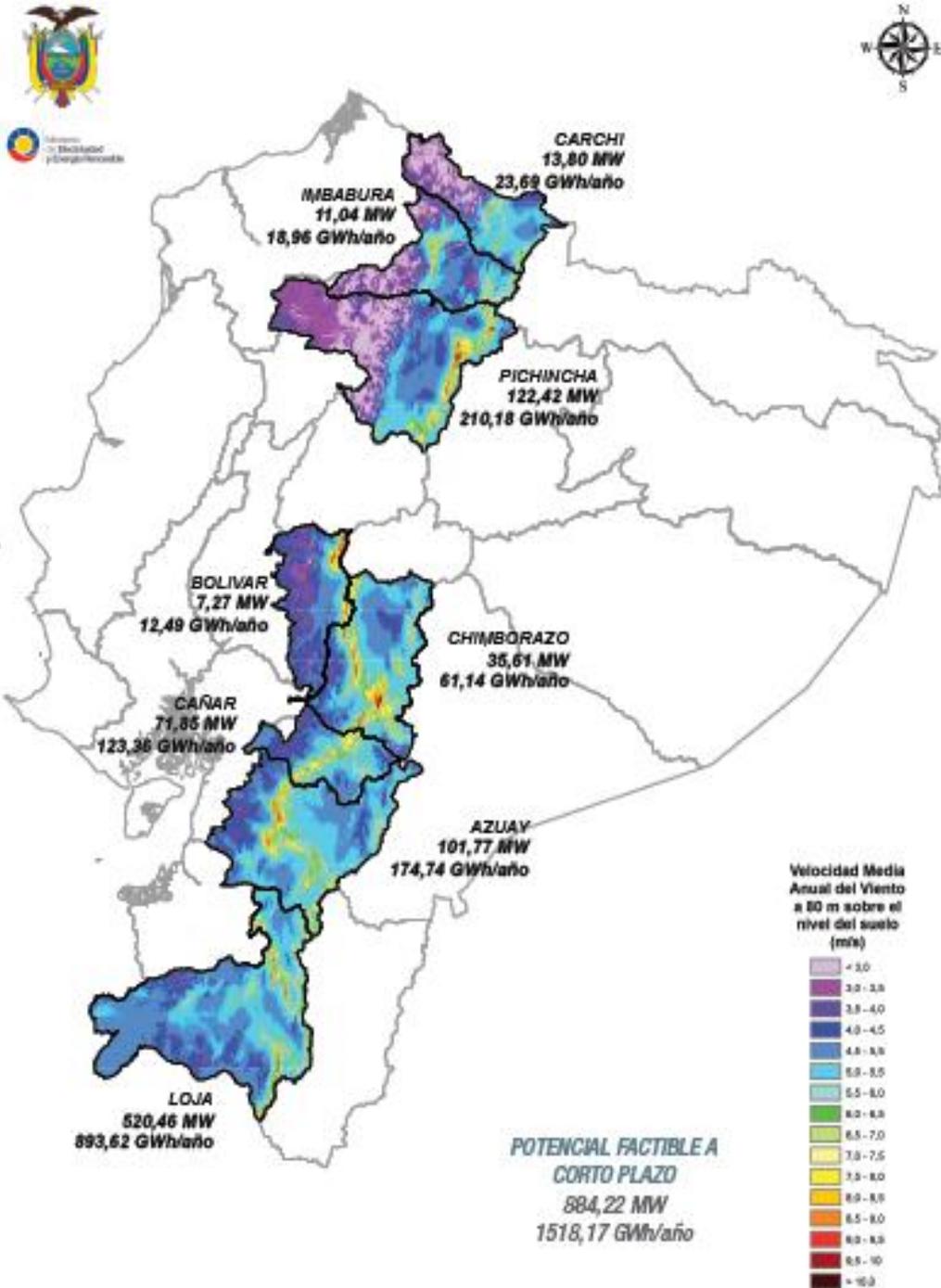
## Anexo A Mapas de viento de la zona 3 de Ecuador





# POTENCIAL EÓLICO DEL ECUADOR

Potencial Factible a Corto Plazo



### Anexo B Escala Beaufort de viento

No.	m/s	EFFECTOS DEL VIENTO SOBRE LA TIERRA	NOMBRE DEL VIENTO
0	0-0.5	Calma, el humo se eleva verticalmente	Calma
1	0.6-1.7	La dirección del viento es mostrada por la desviación de la vertical del humo, no indican las veletas	Brisa
2	1.8-3.3	Se siente el viento en la cara, susurro de las hojas, las veletas se mueven.	Flojito
3	3.4-5.2	Constante movimiento hojas y ramitas, las banderas ligeras flotan extendidas.	Flojo
4	5.3-7.4	Levanta polvos y papeles, mueven ramas pequeñas.	Bonancible
5	7.5-9.8	Pequeños árboles se cimbrean	Fresquito
6	9.9-12.4	Mueve ramas de árboles grandes, silba En alambres, difícil uso de paraguas	Fresco
7	12.5-15.2	Mueve árboles enteros. Dificultad al caminar	Muy fresco
8	15.3-18.2	Arranca ramitas, difícil caminar	Frescachón
9	18.3-21.5	Arranca tejas, chimeneas	Duro
10	21.6-25.1	Arranca árboles de raíz, construcciones	Muy duro
11	25.2-29	Muchos daños	Huracanado
12	29 o más	Muchos daños, ciclones	Huracán

## Anexo C Características específicas del aerogenerador REpower 3.0M122

**REpower 3.0M122 (Turbine)**



**Details and information**

**Power**

- Rated power: 3.000,0 kW
- Cut-in wind speed: 3,0 m/s
- Rated wind speed: 11,5 m/s
- Cut-out wind speed: 22,0 m/s
- Survival wind speed: -
- Wind zone (DIBt): -
- Wind class (IEC): -

**Rotor**

**Gear box**

**Generator**

**Tower**

**Weight**

**Miscellaneous**

**Coordinates**

**Manufacturer**

[Edit](#) [View manufacturer](#)

Added by Admin - 27.10.2013

**REpower 3.0M122 (Turbine)**



**Details and information**

**Power**

**Rotor**

- Diameter: 122,0 m
- Swept area: 11.690,0 m<sup>2</sup>
- Number of blades: 3
- Rotor speed, max: 11,3 U/min
- Tipspeed: 71,9 m/s
- Type: 59,8
- Material: GRP
- Manufacturer: -
- Power density 1: 256,6 W/m<sup>2</sup>
- Power density 2: 3,9 m<sup>2</sup>/kW

**Gear box**

**Generator**

**Tower**

**Weight**

**Miscellaneous**

**Coordinates**

**Manufacturer**

[Edit](#) [View manufacturer](#)

Added by Admin - 27.10.2013

## REpower 3.0M122 (Turbine)

0   0



### Details and information

**Power** 

**Rotor** 

**Gear box** 

Type: spur/planetary

Stages: 3,0

Ratio: 1:107

Manufacturer: -

**Generator** 

**Tower** 

**Weight** 

**Miscellaneous** 

**Coordinates** 

**Manufacturer** 

 Edit  View manufacturer

Added by Admin - 27.10.2013

## REpower 3.0M122 (Turbine)

0   0



### Details and information

**Power** 

**Rotor** 

**Gear box** 

**Generator** 

Type: Double Fed Asyn

Number: 1,0

Speed, max: 1.400,0 U/min

Voltage: 950,0 V

Grid connection: IGBT

Grid frequency: 50,0 Hz

Hersteller: -

**Tower** 

**Weight** 

**Miscellaneous** 

**Coordinates** 

**Manufacturer** 

 Edit  View manufacturer

Added by Admin - 27.10.2013

## REpower 3.0M122 (Turbine)

0  0



### Details and information

**Power** 

**Rotor** 

**Gear box** 

**Generator** 

**Tower** 

Hub height: 139,0 m

Type: Steel tube/Hybrid

Shape: conical

Corrosion protection: painted

Manufacturer: -

**Weight** 

**Miscellaneous** 

**Coordinates** 

**Manufacturer** 

 Edit  View manufacturer

## REpower 3.0M122 (Turbine)

0  0



### Details and information

**Power** 

**Rotor** 

**Gear box** 

**Generator** 

**Tower** 

**Weight** 

**Miscellaneous** 

**Coordinates** 

**Manufacturer** 

Manufacturer: REpower Systems SE

Country: Germany

City: Hamburg

Zip code: 22297

Street: Überseering 10

 Edit  View manufacturer

Added by Admin - 27.10.2013