



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA Y POSTGRADO**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

TEMA:

**“LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIOS
EÓLICOS COMO ALTERNATIVA AL PROBLEMA
ENERGÉTICO DEL PAIS”**

AUTORES:

**ING. LILIA CRESPO
ING. ERNESTO MUÑOZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
MSC. CARLOS GARCÍA**

**JULIO 2007
GUAYAQUIL - ECUADOR**

DEDICATORIA

A las personas mas importantes de mi vida, Mi esposo y mis hijos.

Efraín por su paciencia y su apoyo. Vanessita que nunca dejo de alentarme dandome su apoyo moral. Maria José, quien demostrándome su admiración colaboro con mi organización de tareas. Andressito, quien siempre demostró respeto y generosidad a mi tiempo dedicado a esta maestría. A mi madre, y hermanos, incondicional soporte afectivo. Con mucho cariño a todos ellos después de Dios les debo este esfuerzo que culmina hoy y queda sembrado en mi corazón.

Lilia Teresa Crespo Vásquez

DEDICATORIA

A mi compañera de la vida, esposa amada Renata, por su apoyo permanente para alcanzar mis sueños, y con ella a mis tres princesas Renatita, Aleydi, Nahomy, por ser la alegría y la razón de cada día.

A mis Padres Ernesto y Helenita, por sus consejos, su amor incansable, con ellos a mi hermano Juan Carlos y su familia, porque en la distancia comparten mis triunfos y tristezas

Ernesto Manuel Muñoz Mejía

AGRADECIMIENTO

A mi Padre Celestial, por el inmenso amor que me tiene al haberme permitido llegar al final de la meta propuesta.

A Msc. Carlos García, director de tesis, por su apoyo al darme la confianza de seguir adelante. A Hugo y Carmita, que con mucha paciencia han colaborado conmigo para que lograra este propósito. A mi compañero de estudios Mayor Ernesto Muñoz, quien ha sido un gran soporte y apoyo incondicional, todo el tiempo que hemos permanecido juntos en esta maestría, además de dedicarme su invaluable tiempo para llevar a buen final este trabajo, sumado a su amistad y apoyo.

Lilia Teresa Crespo Vásquez.

AGRADECIMIENTO

A nuestro Señor, Padre todopoderoso, por sus bendiciones en la alegría y la tristeza, por permitirme cada día la vida y por enseñarme en el día a día la infinita gracia de su amor.

A nuestro Director de tesis: Msc. Carlos García, por su invaluable tiempo, por su ayuda, voluntad y por su guía para llevar a feliz término este estudio, pero sobre todo por su amistad.

A mi compañera Ing. Lilia Crespo, por su inagotable ayuda y paciencia para conmigo y llevar adelante este proyecto, por su corazón noble y puro lleno de la gracia del amor de Dios.

Ernesto Manuel Muñoz Mejía

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	2
CAPITULO I	4
1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION	4
1.1 Antecedentes de la investigación	4
1.2 Problema de investigación:	6
1.2.1 Planteamiento del problema:	6
1.2.2 Formulación del problema	14
1.2.3 Sistematización del problema de investigación	14
1.3 Objetivos de la investigación	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación y viabilidad del tema	15
1.5 Marco referencial	19
1.5.1 Marco teórico	19
1.5.2 Marco conceptual	32
1.6 Hipótesis	45
1.6.1 General	45
1.6.2 Particulares	45
1.6.3 Variables	45
1.7 ASPECTOS METODOLÓGICOS	47
1.7.1 Tipo de estudio y diseño	47
1.7.2 Métodos teóricos y tratamiento de la información	49
1.7.3 Población y muestra	50
1.8 Resultados esperados	50
CAPITULO II	51
2.- ANALISIS, PRESENTACION DE RESULTADOS Y DIAGNOSTICO	51
2.1 Análisis de la situación actual	51
2.2 Análisis comparativo,	69
2.2.1 Evolución	69
2.2.2 Tendencia	72
2.2.3 Perspectivas.....	82
2.3 Resultados	85

2.3.1	Visión de futuro de la Energía Eólica.....	86
2.3.2	Análisis FODA: Diagnóstico Situacional	87
2.3.3	Aspectos Internos: Fortalezas y Debilidades.....	87
2.3.4	Aspectos Externos: Oportunidades y Amenazas	91
2.3.5	<i>Matrices de Iniciativa Estratégica</i>	94
2.3.6	Matriz General Electric.	95
2.3.7	Estrategias FO FA DO DA.	96
2.3.8	Definición de los elementos del sistema de servicio de la energía eólica	97
2.3.9	Marketing de servicio (6 P)	98
2.3.10	Estrategias del mercado	99
2.3.11	Diagrama de relaciones	101
2.3.12	El Mapa de la Estrategia.....	102
2.3.13	Áreas de focalización	102
2.3.14	Recursos	103
CAPITULO 3.....		107
3.	PROPUESTA DE CREACION	107
3.1	Consideraciones Técnicas:.....	107
3.2	Consideraciones básicas de costos.....	113
3.3	Torre y cimentación:	128
3.4	La construcción de carreteras	138
3.5	Instalación de un Transformador de gran capacidad.....	138
3.6	Conexión telefónica	139
3.7	Costos de cableado	139
3.8	Los costos de transporte	140
3.9	Costos de operación y de mantenimiento en aerogeneradores.....	142
3.10	Economía de escalas:	143
3.11	Competencia de precios y gama de productos.....	144
3.12	Reinversión en la turbina	145
3.13	Tarifas de energía eléctrica:	145
CONCLUSIONES.....		153
RECOMENDACIONES.....		156

INDICE DE GRAFICOS

GRAF. NO.1.1 COBERTURA DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO POR EMPRESA.....	6
GRÁF. NO. 1.2 ENERGÍA BRUTA TOTAL POR EL TIPO DE GENERACIÓN.....	10
GRAF. NO.1.3 POSICIÓN DEL ECUADOR EN ENERGÍA	12
GRAF. NO. 2.1 COBERTURA DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO.....	52
GRAF. NO. 2.2 PRESUP. EN MILLONES DE DÓLARES POR CADA DERIVADO	61
GRAF. NO. 2.3 INDISPONIBILIDAD ACTUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	64
GRAF. NO. 2.4 NIVELES DE PÉRDIDAS NEGRAS DE LAS DISTRIBUIDORAS ..	66
GRÁF. NO. 2.5 SECUENCIA PARA LA BÚSQUEDA DE RESULTADOS	86
GRAF. 2.6 CAMPO DE FUERZAS	106
GRAF NO. 3.1COSTOS DEL KW/H A NIVEL MUNDIAL.....	147

INDICE DE FIGURAS

FIG. NO.1.1 SISTEMA NACIONAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	7
FIG. NO. 1.2 MOLINO DE 4 ASPAS.....	21
FIG. NO. 1.3 MOLINO DE VIENTO CON ASPAS DE TELA.....	22
FIG. NO. 1.4 DIFERENTES TIPOS DE ASPAS Y DISPOSITIVOS	23
FIG. NO.1.5 AEROGENERADOR DE TRES PALAS.....	25
FIG. NO. 1.6 AEROGNERADOR DE LOS AÑOS 80.....	27
FIG. NO. 1.7 PARQUE EÓLICO EN GALICIA ESPAÑA.....	29
FIG. NO. 1.8 SCEE PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA INSTALADO EN LA INDUSTRIA.....	30
FIG.NO. 1.9 ESTACIÓN DE SUMINISTRO DE ENERGÍA POR AEROGENERADOR.	34
FIG.NO. 2.1 ENERGÍA DE LAS OLAS DEL MAR.....	68
FIG.NO. 2.2 PARQUE EÓLICO "OFF SHORE"	69
FIG NO. 2.3 "MATRIZ 5 FUERZAS DE PORTER"	84
FIG. NO. 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ECUADOR (FUENTE INAMHI)	108
FIG. NO. 3.2 ENGABAO, PROV. DEL GUAYAS Y CRUZ LOMA, PROVINCIA DE PICHINCHA	110
FIG. NO. 3.3 PARQUE EÓLICO EN UN PERFIL COSTANERO Y "OFF SHORE"	111
FIG. NO. 3.4 PARQUE EÓLICO EN ZONAS MONTAÑOSAS O LÍNEAS DE CUMBRE.....	111
FIG. NO. 3.5 SEMBRADO DE BASES PARA PARQUE EÓLICO "OFF SHORE" (ALEMANIA)	113
FIG. NO. 3.6 PRUEBAS DE DISEÑO EN LA ESTRUCTURA DE UN AEROGENERADOR	121
FIG. NO. 3.7 ALOJAMIENTO DEL ROTOR AEROGENERADOR 80 2.0 DE ECOTECNIA	123
FIG. NO. 3.8 ESQUEMA INTERIOR DE LOS COMPONENTES DE UN AEROGENERADOR.....	125
FIG. NO. 3.9 SISTEMA DE ORIENTACIÓN, ANEMÓMETRO Y GUÍA	126
FIG. NO. 3.10 DIAGRAMA BÁSICO DE UN PARQUE EÓLICO	128
FIG. NO. 3.11 CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE	129
FIG. NO. 3.12 FUNDICIÓN DE LA BASE DE LA TORRE DE UN AEROGENERADOR	130
FIG. NO. 3.13 DIMENSIONES DEL AEROGENERADOR ECOTECNIA 80 2.0.....	132
FIG. NO. 3.14 ESQUEMA PARA EL CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA BASE DE LA TORRE.....	134
FIG. NO. 3.15 PLATAFORMA DE MONTAJE TORRE DE SOPORTE DEL AEROGENERADOR..	137

FIG. NO. 3.16 TENDIDO DEL CABLEADO SUBTERRÁNEO	140
FIG. NO. 3.17 TRANSPORTE DE UN TRAMO DE LA TORRE	142
FIG. NO. 3.18 MANTENIMIENTO EN UN AEROGENERADOR	143

INDICE DE CUADROS

CUADRO NO. 1.1 ESTADÍSTICA ESTIMATIVA DE PRODUCCIÓN VS DEMANDA ANUAL.....	8
CUADRO NO. 1.2 ESTADÍSTICA ESTIMATIVA DE PRODUCCIÓN VS DEMANDA ANUAL.....	9
CUADRO NO. 1.3 EJEMPLO DE LAS VENTAJAS DE UN SCEE DE 10 MW.	31
CUADRO NO. 1.4 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE POTENCIA DEL VIENTO.....	37
CUADRO NO. 1.5 VALORACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL VIENTO.	44
CUADRO NO 2.1 PRINCIPALES PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS.....	53
CUADRO NO 2.2 SUBSIDIOS A LOS DERIVADOS IMPORTADOS.	58
CUADRO NO 2.3 DEMANDA COMBUSTIBLES EN MILES DE GALONES 2DO. SEM. AÑO 2006...	61
CUADRO NO 2.4 UNIDADES GENERADORAS TÉRMICAS INDISPONIBLES.....	62
CUADRO NO. 3.1 DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS GLOBALES (DATOS INAMHI)	108
CUADRO NO. 3.2 RECURSOS EÓLICOS EN ECUADOR PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA.	109
CUADRO. NO. 3.3 CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR 80 2.0 DE ECOTECNIA.	124
CUADRO NO. 3.4 COSTOS DEL TRANSPORTE.....	141
CUADRO NO. 3.6 VENTAJAS DE UN PARQUE EÓLICO DE 10 MW (DATOS DE LA EWEA)	148
CUADRO NO. 3.7 TARIFA MENSUAL PROMEDIO DE UNA FAMILIA DE.....	148
CUADRO NO. 3.8 TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO.....	149
CUADRO NO. 3.9 CONSUMO DE DIESEL DE UNA PLANTA TÉRMICA DE 10 MW.....	150
CUADRO NO. 3.10 TIEMPO DE ROI MENOS EL AHORRO DE SUBSIDIOS.	152

INTRODUCCION

El Estado desperdicia más de un dólar (\$1,10) por cada galón de diésel importado, porque subsidia en esa cantidad el combustible que las térmicas usan para generar energía, mientras su valor real es de \$2, el de venta al público es de \$0,90 y a ese mismo precio adquieren las termoeléctricas gracias a los decretos de emergencia.

El último reporte de Petroecuador revela que cada cilindro de gas de uso doméstico le cuesta al Estado \$9,91 (el 60% del contenido de cada bombona es importado). El consumidor, sin embargo lo adquiere en \$1,60, es decir que el subsidio es de \$8,31; con la gasolina extra el panorama no cambia, su costo verdadero es de \$1,91, pero en el mercado nacional se expende en \$1,31; el fisco subsidia cada galón en \$0,60, y si a eso le añadimos los \$300 millones del subsidio de la tarifa eléctrica, al final solo se tienen pérdidas, y ese es el problema de Petroecuador y por supuesto del Estado.

Más de dos docenas de decretos de emergencia eléctrica emitidos en seis años desde diciembre del 2000 hasta octubre pasado, le han costado al Estado unos \$ 500 millones en subsidios a los combustibles; sin considerar el subsidio a la tarifa eléctrica, pues Petrocomercial ha tenido que entregar a crédito combustible para que las generadoras operen, sin que hasta hoy lleguen esos pagos. Las deudas en Petrocomercial, filial de la petrolera estatal, sumaban los \$ 494'473.965,26, de lo cual el 63% (\$331'297.556,72) de esa mora pertenecía a las empresas del sector público y el 37% (\$182'955.367,15) a las del privado, por lo cual la estatal estima que buena parte de esa cartera se transformó en incobrable, porque una gran cantidad del monto se quemó como diésel subsidiado en las termoeléctricas.

El saldo de los decretos, sin embargo, es menor a las pérdidas que se hubieran generado si el país entraba en racionamientos, según el CENACE, solo en el año 2006 se han evitado afectaciones económicas por más \$ 600 millones según el CONELEC.

La reciente reforma a la Ley del Sector Eléctrico no a ayuda mucho y año tras año el sector empeora, al punto de depender de combustibles subsidiados para poder operar, y ser cada vez mas dependientes de las termoeléctricas, como el hecho

sucedido en Febrero del 2007, donde Paute dejó de generar por mantenimiento y entraron todas las térmicas a fin de evitar racionamientos, sin embargo de lo cual varias ciudades del Ecuador entraron en el plan de ahorro de energía y, coincidentalmente o no, las termoeléctricas hicieron sentir la importancia actual de su capacidad instalada, que ha crecido en mas de 50 % en los últimos 10 años, justo en momentos en que el gobierno impulsa frentes de cambio en la política energética del país, hacia nuevas inversiones en otros sistemas de generación.

Según el CONELEC como ejemplo de consumo de diesel en el mes de Noviembre del 2006, se consumieron alrededor de 23 millones de galones de diésel, por todas las generadoras térmicas privadas y públicas, equivalentes a \$ 23 millones de dólares quemados, con un cálculo de consumo estimado de enero a diciembre, el país habrá hecho humo 177 millones de galones de diésel, que en números representa un subsidio de casi \$ 195 millones.

La importancia de las termoeléctricas se da a sentir sobre todo en los meses de estiaje que son desde Junio hasta Septiembre, donde las hidroeléctricas, como el caso de Paute que genera mas del 60% de la producción nacional, se ve limitada por los bajos caudales de entrada a su embalse y otras hidroeléctricas entran en para por mantenimiento, además que han sido abiertamente favorecidas por los gobiernos de turno, con las llamadas políticas "Tapa huecos", para hacer de dichas termoeléctricas unas empresas altamente rentables

Con el enfoque de esta problemática, nuestro trabajo se orienta a demostrar la factibilidad y viabilidad que tendría en nuestro país un proyecto de generación por medios eólicos, visto con una perspectiva empresarial, que debe ser profundizada con otros estudios netamente técnicos en el área.

El poder contar con un enfoque global, desde una planificación estratégica, analizada con todas las herramientas posibles de la administración moderna de negocios, para que en cierta manera respalde el éxito de la inversión que se pueda hacer en un proyecto de este tipo, sea ésta Estatal o Privada, a la vez que demostrar para el caso del Estado, la conveniencia de invertir en un sistema de conversión

Tesis: La Generación de energía eléctrica por medios eólicos como alternativa al problema energético del país frente a los sistemas tradicionales

eólico (10 MW tomados como referencia de estudio), frente a los gastos que representan las generadoras térmicas.

El conocer las ventajas y desventajas de los sistemas eólicos, de su tecnología ampliamente difundida, del impulso ecológico mundial y nacional a las energías alternativas de recursos renovables, para la reducción del consumo de combustibles fósiles, ante el grave problema del calentamiento global por la contaminación, así como el definir los costos de inversión, su tiempo y tasa de retorno, nos permiten establecer una comparación con las generadoras térmicas y ver muy optimistamente la viabilidad y conveniencia para el país.

CAPITULO I

1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION

1.1 Antecedentes de la investigación

Mientras la ciencia coloca al hombre más allá de la Luna y crece la tecnología a pasos inalcanzables para mejorar el nivel de vida del hombre, entregándole medios que le permitan vivir mejor, los ecuatorianos seguimos padeciendo por problemas de servicios básicos como la energía eléctrica, que no llega a todos, es cara, y dependiendo del tipo de generación contamina y daña el medio ambiente o altera el entorno.

Cuando se piensa que la época de la vela de cebo, la época de los abanicos para combatir el calor, la época de usar el hielo raspado para enfriar los líquidos, había sido superada, vemos que aun no pasa en el Ecuador.

Cuando todavía recordamos la famosa hora sextina inventada por el Ex Presidente Sixto Durán Ballén, quien dispuso mediante decreto ejecutivo que el reloj se adelante una hora, razón por la cual las clases en las escuelas empezaban a las seis de la mañana, el alumbrado público se apagaba a las cinco porque según ese decreto eran las seis de la mañana. Y así, en este orden, el país vivió durante algún tiempo esta odisea que debe avergonzarnos por lo pueril y ridícula, no podíamos imaginarnos que ésta podría regresar nuevamente.

Ahora que la mayoría de los políticos en el país hablan que estamos en la época de la competitividad y que por ese motivo le vamos hacer la competencia a Colombia, a Perú, a la China, a los Estados Unidos, resulta que la "hora sextina" puede regresar al Ecuador.

Nos estamos acostumbrando a que por los grandes males que soporta el Ecuador nadie responda ni moral, y menos legalmente y lo que está sucediendo en el momento actual con la energía eléctrica es un problema de muchos años a esta

parte, producto de la incapacidad de quienes en su turno nos han gobernado y que no tuvieron políticas de Estado para nada, incluyendo una política de estado energética.

Nos jactamos de ser un país rico en recursos hidráulicos lo que nos debería permitir contar con una generación de energía eléctrica no solo para uso nacional, sino para exportarla a otras naciones, pero como consecuencia de la incapacidad y la corrupción imperantes en el sector eléctrico, en lugar de exportar energía eléctrica la importamos de nuestros vecinos Colombia y Perú, de tal manera que dependemos de su generosidad para nuestro progreso.

Pagamos un precio más alto que el normal ya que quienes nos abastecen de energía se aprovechan, como es natural, de nuestra angustia y de nuestra desesperación.

El problema de la energía eléctrica se agudiza día a día. Los gobernantes de turno creen que este problema puede solucionarse con la creación de lo que pomposamente se llama comité de crisis que lo integran siempre los mismos de siempre, es decir que los causantes de estas crisis, que sucesivamente se van turnando en los organismos correspondientes, son ahora los que pretenden solucionar la crisis, y que ayudaron a decretar el VII Estado de Emergencia para el sector eléctrico en el año 2006.

No podemos dejar de sorprendernos por las medidas absurdas que se están tomando al disponer planes de ahorro para el consumo de energía eléctrica, con este criterio se va a premiar a quien menos luz consuma y se va a castigar a quien consume más. Mientras en el mundo se dice al referirse a los teléfonos "hable más y pague menos" y al referirse al consumo de energía eléctrica se dice "consume más y pague menos", aquí en el Ecuador se hace exactamente lo contrario.

Las luces en las calles van a apagarse para ahorrar energía, el aparato productivo puede sufrir un duro revés en su competitividad con un efecto domino de problemas, la delincuencia puede prosperar, en fin un sin número de consecuencias por la falta de voluntades y estrategias para llevar adelante proyectos hidroeléctricos olvidados

por años, así como en la investigación y desarrollo de sistemas de generación eléctrica a través de energías alternativas que sean mas baratas.

1.2 Problema de investigación:

1.2.1 Planteamiento del problema:

Causas:

Actualmente en el país operan 13 empresas de generación, de las cuales en 5 casos, el único accionista es el Fondo de Solidaridad (ente estatal) y en 1 caso es el mayor accionista, las 7 restantes son privadas o tienen capital mixto, en tanto que la empresa de transmisión tiene como único accionista el Fondo de Solidaridad.

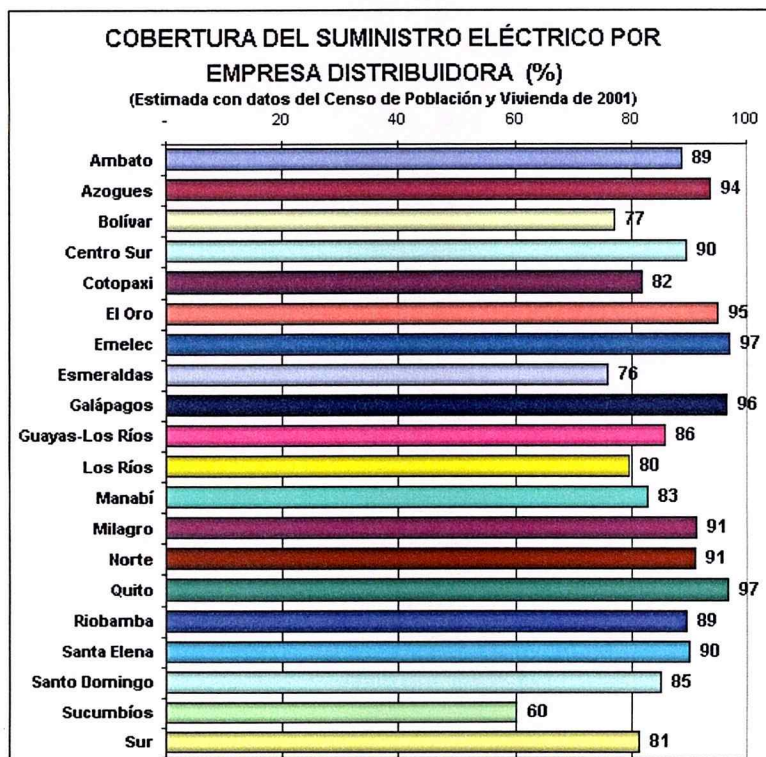


Grafico No.1.1 Cobertura del suministro eléctrico por empresas distribuidoras
(Datos estadísticos del sector eléctrico CONELEC)

El índice de cobertura de las viviendas realizado en el año 2001 por el INEC , el porcentaje total de viviendas que tienen servicio de energía eléctrica en el

ámbito urbano se estimaba en promedio en 96% y en el sector rural en 55% de acuerdo al último censo de población y vivienda. (Anexo de lectura # 1 Cobertura Eléctrica)



Fig. No.1.1 Sistema nacional de Generación de Energía Eléctrica (Consejo Provincial de Pichincha)

Sin considerar la potencia contratada por las Interconexiones con Colombia y Perú, Ecuador poseía una capacidad de generación nominal instalada de 3,567 MW, con una potencia efectiva de 3,331 MW. La demanda máxima coincidente en bornes de generación en el SIN (Sistema nacional Interconectado) alcanzó los 2,424 MW y de 2,325 MW a nivel de puntos de entrega, que indica un incremento del 0,96% con referencia al 2004. El Ecuador tuvo una generación bruta total de 15,127 GW de la cual 13,552 GW se entregaron al MEM.

El costo del KW/h generado a nivel nacional por las hidroeléctricas esta en el orden de ¢8 a ¢10 de dólar, en tanto que las termoeléctricas generan a un

precio de entre ¢12 y ¢14 de dólar, por lo cual el consumidor paga solo ¢8 de dólar, siendo asumidas las diferencias por el estado a manera de subsidio. **(Anexo #1 Cuadro de análisis de costos de empresas distribuidoras y Anexo #2 Demanda máxima por empresa eléctrica)**

El precio medio de importación desde Colombia fue de ¢8.66 USD por cada kW/h, por lo cual se le ha cancelado a Colombia desde el 2003 alrededor de 450 millones de dólares, suficiente para haber construido represas hidroeléctricas con una generación superior a 400 MW,

El 11% de la demanda nacional la abastece Colombia con 235 MW y se espera se incremente su contribución hasta un 25% para lo cual esta lista la nueva red de transmisión que permitirá importar hasta 500MW, en tanto que el KW/h que nos vende Perú tiene un costos de 24,9 ¢ de dólar, con un costo diario de 1,85 millones de dólares, por 7,44 GW.

ANO	PRODUCCION GW	DEMANDA GW	DEFICIT GW
1990	7892,49	7325,97	566,52
1991	8360,69	7760,56	600,13
1992	8856,66	8220,93	635,73
1993	9382,06	8708,61	673,44
1994	9938,62	9225,23	713,39
1995	10528,20	9772,49	755,71
1996	11152,75	10352,21	800,54
1997	11814,35	10966,32	848,03
1998	11500,70	11616,87	-116,17
1999	11979,90	12100,90	-121,01
2000	12100,90	12223,14	-122,23
2001	12124,46	12334,14	-209,68
2002	12462,62	12848,07	-385,44
2003	12714,23	13383,40	-669,17
2004	12965,17	13941,04	-975,87
2005	13214,95	14521,92	-1306,97
2006	13402,52	15127,00	-1724,48

Cuadro No. 1.1 Estadística estimativa de Producción vs Demanda anual
(Datos estadísticos del sector eléctrico CONELEC)

El subsidio del Estado para el diesel usado en la generación eléctrica durante el 2006, fue de aproximadamente USD 270 millones, con lo que se estima se hubiese podido construir centrales hidroeléctricas de 230 MW. **(Anexo de lectura #2 Propuesta de acciones políticas en energías renovables y eficiencia energética para el Ecuador)**

Si considerando el alto costo de generación del Kilovatio hora (KW/h) de energía eléctrica producido por las generadoras térmicas, sumado al subsidio que el Estado paga por cada KW/h generado y el subsidio al precio de los combustibles como el diesel, gas y gasolina consumido por las mismas generadoras y si a esto añadimos los gastos por efectos de remediación ambiental por la contaminación que genera el consumo de combustibles fósiles, la carga económica resulta demasiado pesada para el presupuesto anual del Estado.

PRODUCCIÓN ENERGÍA BRUTA		
Tipo de unidad de negocio	EnergíaGWh	Partici.(%)
Empresas Generadoras	11 337	74.9
Empresas Distribuidoras con generación	721	4.8
Autoproductores	1 345	8.9
Importación de Colombia y Perú	1 723	11.4
TOTAL	15 127	100.0

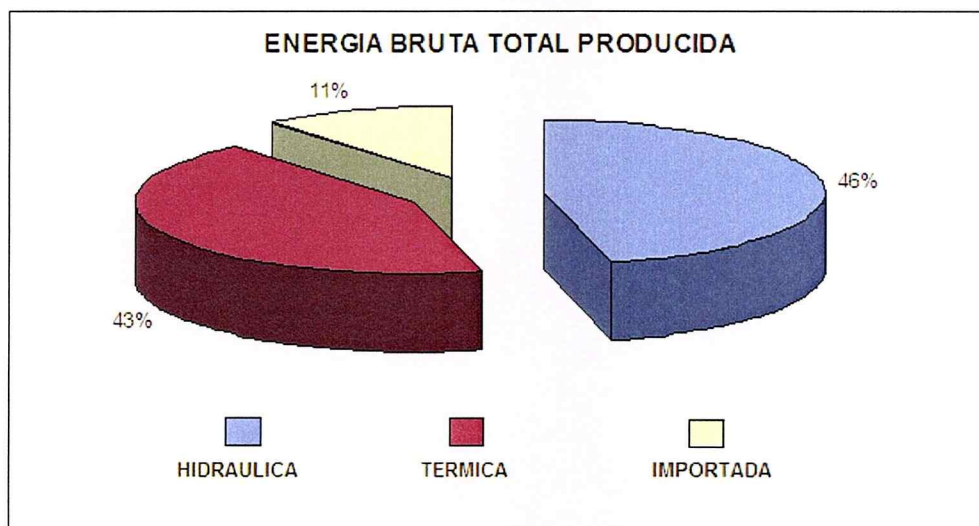
**Cuadro No. 1.2 Estadística estimativa de Producción vs Demanda anual
(Datos estadísticos del sector eléctrico CONELEC)**

Tomando en cuenta además los problemas comunes de sedimentación, estiaje, mantenimiento que enfrentan las hidroeléctricas y la tendencia creciente sostenida del consumo, que ha obligado al Estado a comprar energía de países vecinos como Colombia y Perú, ante la falta de políticas e inversión en el sector energético, que ha enterrado estudios y proyectos hidroeléctricos por décadas, favoreciendo intereses económicos de grupos en perjuicio de toda la Nación, surge la imperiosa necesidad de encontrar sustitutos de generación eléctrica mas limpia y más barata como la producida por la Energía Eólica, a fin de contrarrestar los efectos negativos a la macroeconomía y a los costos de la canasta básica familiar. **(Anexo # 3 Información histórica de facturación de una familia de cuatro miembros)**

Síntomas:

En 1996, se promulgó el modelo de la LRSE (Ley Reestructuración del Sector Eléctrico), que era un sistema tarifario de mercado, que beneficiaba a las generadoras en un 50%, 20% para las empresas transmisoras y el 30% para las distribuidoras, que buscaba reducir la tarifa, mejorar el abastecimiento e incentivar la inversión. Pero diez años después ha resultado ser un fracaso si se considera que los objetivos planteados no se han cumplido, no habiéndose proporcionado al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad que garantice su desarrollo económico y social, la apertura al capital privado ha sido limitada y perjudicial, las deudas de las empresas distribuidoras han sido crecientes llegando al valor de USD 1,400 millones (febrero/2006).

La tarifa al consumidor final no ha sido la adecuada, los diferentes gobiernos la han fijado en forma política (**Anexo de lectura #1 Cobertura Eléctrica**), lo cual ha provocado que exista un déficit que debe ser reconocido por el Estado a las empresas eléctricas distribuidoras y que asciende a USD 1,014 millones para el periodo abril de 1999 a abril de 2006, sin embargo, la Ley Reformatoria a la LRSE señala que en ningún caso el reconocimiento del déficit podrá ser mayor a USD 950 millones, existiendo un saldo negativo.



Gráf. No. 1.2 Energía bruta total por el tipo de generación año 2006
(Datos estadísticos del sector eléctrico CONELEC)

En la actualidad, la generación de energía eléctrica se ha tornado un problema muy serio para el Estado, las actuales centrales hidroeléctricas resultan insuficientes para el creciente consumo que demanda el país. Los proyectos hidroeléctricos, en los que ha orientado el esfuerzo el gobierno, carecen del apoyo político y los recursos económicos necesarios para llevarlos a cabo en forma emergente, tratando de solventar la necesidad a través de los proyectos parche como las centrales térmicas, que a la postre se han convertido en parte integral del sistema nacional de generación eléctrica.

La creciente instalación de nuevas centrales térmicas, cuya capacidad de potencia instalada hoy supera el 43% de la demanda nacional, según datos del CONELEC, así como la diversificación de ciertas empresas totalmente ajenas al sector, para invertir en centrales térmicas para generar energía eléctrica para el consumo nacional, nos orientan ante la realidad que vive el país en el sistema energético, sus proyecciones, lo prospero del negocio de las centrales térmicas y las repercusiones económicas que afectarían al presupuesto nacional, que podría degenerarse en la afectación al aparato productivo.

Pronóstico:

Las cifras muestran que el sector eléctrico esta quebrado, el sentido común indica que las consecuencias de esa quiebra pueden ser catastróficas y lo complejo del problema revela que su solución, por rápida que sea, no tomará menos de cinco años para recuperar el tiempo perdido en la ejecución de los nuevos proyectos de generación, ante las pocas iniciativas del sector privado.

El factor político, que ha sido tan variable en nuestro país en los últimos años, es decisivamente muy influyente, si vemos las estadísticas, los representantes legales de las empresas eléctricas y sus respectivos directorios han tenido un promedio de duración de apenas 6 meses por período, lo que provoca muchos retrasos en cualquier estrategia, pues significa renovar planteamientos y nueva promoción en la toma de decisiones prioritarias, que lo que han hecho es simplemente perder tiempo.

Gráfico 25: Electricidad producida (kWh per cápita), 2002

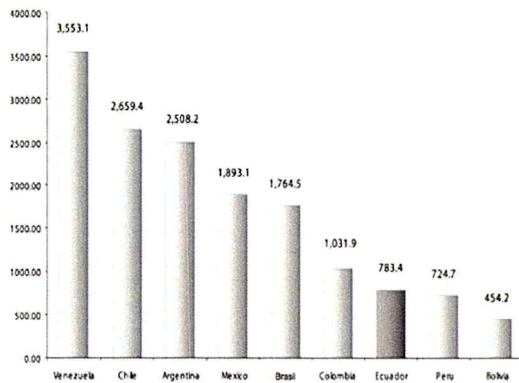
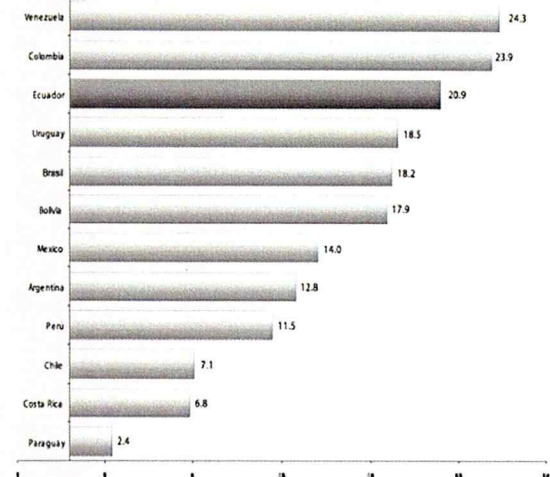


Gráfico 26: Pérdidas en transmisión y generación de electricidad (porcentaje del total), 2002



Graf No.1.3 Posición del Ecuador en energía producida y perdidas en transmisión y generación (Datos del Banco Mundial 2003)

Si bien el problema radica también en mejorar los sistemas de distribución, recaudación por los cuales es país sufre grandes pérdidas, de continuar la situación actual en la generación de energía eléctrica en el país, aplicando soluciones de momento, sin una política clara al respecto del ministerio de Energía y Minas, donde no exista una planificación estratégica respaldado por la Presidencia de la República, que oriente el esfuerzo para buscar nuevas alternativas para la obtención de energía a través de sistemas de generación más baratos y limpios, que den solución definitiva al problema; el futuro del país no es alentador, y si a esto sumamos los subsidios mencionados frente a una demanda creciente y considerando la serie de actividades productivas que requieren de éste servicio, se puede avizorar una contracción económica, reducción en la producción, incremento de costos, inflación, reducción del ingreso de divisas que sostienen la dolarización del país, etc., es decir un efecto dominó que afecte seriamente la estabilidad general del estado.

Control del pronóstico:

A pesar de los continuos llamados de atención por parte de los sectores productivos del país, y el hecho de que el sector eléctrico es percibido por todos los sectores como un factor importante para ser más competitivos en

una economía dolarizada, la realidad es que muy poco se ha hecho en pro de que éste sea más dinámico y eficiente.

De acuerdo al estudio de Clima de Inversión desarrollado por CEDATOS - GALLUP para el Banco Mundial entre los años 2003 y 2004, Ecuador es el país latinoamericano que menos ha progresado en materia de privatización y modernización de ese importante sector.

Entonces, resulta indispensable por parte del gobierno el definir políticas claras para el sector energético, que modifique o elimine el actual sistema obsoleto de generación, transporte y distribución de la energía (LRSE), proporciones las garantías jurídicas suficientes y necesarias para la inversión privada y oriente los recursos necesarios para el estudio, y desarrollo de nuevos proyectos de generación eléctrica, que garanticen el abastecimiento de la demanda nacional, sus proyecciones de crecimiento, con costos de generación que compitan con sus pares de la región, de tal manera de abaratar costos por KW/h producido, que en definitiva haga más dinámico y competitivo al Ecuador como Nación.

Por lo que, poder contar con sistemas de generación de energía eléctrica más barata y limpia, se torna en una necesidad, de ahí que sería indispensable que el gobierno invierta en estudios que viabilicen de forma inmediata proyectos de generación de energía eléctrica a través de generadores eólicos como complemento de los proyectos hidroeléctricos existen o que puedan llevarse a cabo.

Esta alternativa permitiría a más de suplir las deficiencias de generación, sustituir a las generadoras térmicas, reducir costos por concepto de subsidios y compra de energía, reduciendo gastos al presupuesto general del Estado, que podrían reorientarse a proyectos de inversión social como educación, vivienda, que traerían una serie de consecuencias favorables a la sociedad ecuatoriana, mejorando su calidad de vida a favor de los usuarios, incentivando la producción e inversión internacional, lo que a su vez no haría más competitivos ante la apertura de mercados internacionales.

1.2.2 Formulación del problema

¿Pueden ser los Sistemas Eólicos una solución, técnicamente confiable y económicamente viable, para los problemas que enfrenta el sector eléctrico en el campo de la generación eléctrica?

1.2.3 Sistematización del problema de investigación

¿Qué problemas generan las centrales térmicas?

¿Cuál es el costo anual del subsidio al diesel que el Estado otorga a las generadoras térmicas?.

¿Cuál es el valor real del kilovatio hora producido por las generadoras térmicas, sin contar con el subsidio del estado al diesel?

¿Qué problemas enfrentan las generadoras hidroeléctricas del país?

¿Cuál es el valor real del kilovatio hora producido por las centrales hidroeléctricas?

¿Cuales son los meses de mayor problema para las generadoras?

¿Qué es la energía Eólica y como se la produce?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Demostrar el beneficio-costos de la generación de energía eléctrica a través de aerogeneradores frente a otras formas de generación como las térmicas e hidroeléctricas.

1.3.2 Objetivos específicos

Establecer cuantitativamente el grado de contaminación y costos que generan las centrales térmicas.

Determinar los costos anuales que el estado asume como subsidio para el funcionamiento de las centrales térmicas y relacionar con el costo de inversión en un sistema de generación a través de centrales eólicas con su tiempo de retorno

Definir los diferentes problemas que enfrentan las centrales hidroeléctricas del país y el costo operacional que representan al valor del kwh producido.

Identificar los meses del año que generan mayores problemas a las centrales hidroeléctricas del país y que soluciones adopta el Estado para enfrentar la escasez de generación eléctrica.

Mostrar conceptos que enmarcan la Energía Eólica, sus principios, términos fundamentos, para producir energía eléctrica.

Demostrar la viabilidad de la obtención de energía eléctrica a través de generadores eólicos y los posibles lugares dentro del país, que harían efectiva la inversión en proyectos eólicos.

1.4 Justificación y viabilidad del tema

En los 80 casi la totalidad de la energía consumida en el mundo provenía de la quema de combustibles fósiles, considerando el mismo consumo per cápita de esos años y que la población mundial llegará a 8200 millones de personas, en el 2025 se quemaran 14.000 millones de toneladas de carbón. Es decir, habrá un incremento del 40%., lo que producirá una aceleración del calentamiento global del

planeta y una elevación del nivel de los océanos, pero además los combustibles fósiles se agotan y amenazan con provocar una catástrofe ecológica.

La crisis energética que impacto al mundo en 1.973 y que dejó casi sin combustible a los principales países del mundo, obligó a los especialistas a formular un serio replanteo sobre los mecanismos de generación, que llevo a profundizar los estudios sobre las llamadas Energías Alternativas y a desarrollar nuevas tecnología fundamentadas en sus principios.

Las energías alternativas son fuentes de obtención de energías sin destrucción del medio ambiente, y que han sido investigadas y desarrolladas con algunas intensidades en las últimas décadas.

El actual modelo de desarrollo energético está soportado por uso de energía convencional, es decir la producida por la energía hidráulica y por los combustibles fósiles no renovables.

La Energía eólica es producida por el viento, el cual es una fuente inagotable y no contaminante, y ha sido siempre utilizada por el hombre en forma secundaria, para la navegación y en la utilización local como los molinos de vientos.

El viento es una manifestación indirecta de la energía del sol, el 0.7 % de esta relación es transmitida en energía cinética de los vientos, hoy en día la energía eólica evita la introducción en la atmósfera de más de 3 millones de toneladas de CO₂, cada año y otros contaminantes.

Actualmente la conexión de energía eólica, ha cubierto el 20 % de la demanda eléctrica con parques eólicos, habiendo ahorrado 250 millones de toneladas de CO₂ y 3 millones de óxidos sulfurosos que provocan el efecto invernadero.

Hoy nadie se atreve a dudar que la cinética de los vientos es una fuente de energía plenamente competitiva frente a las energías convencionales, como se ha demostrado con parques eólicos como los de California y Dinamarca, con potencias de 1,500 MW y 30 MW respectivamente, que han sido posibles gracias a la iniciativa privada y el aporte gubernamental.

Nuestro país cuenta en muchas de sus provincias con vientos permanentes, beneficiadas por el sistema montañoso de los Andes y por las costas del Pacífico, con excelentes posibilidades de aprovechamiento de la energía del viento, con elevadas velocidades medias anuales para, las cuales, la captación de energía se hace notablemente conveniente.

En este apasionante tema y por oportunidades de transitar por el territorio nacional, podríamos mencionar lugares ideales para los parques eólicos, como Cruz Loma, El Corazón (Pichincha), Engabao, La Chokolatera (Guayas), y muchos otros sitios aún por investigar su potencial. Existe un proyecto en desarrollo en la región insular.

Si se quiere utilizar el viento para producir energía en una región cualquiera, es necesario que la velocidad media del mismo sea suficientemente alta, para utilizar los convertidores de energía eólica, las condiciones de viento mas apropiadas están por los 4 ó 5 msnm.

La energía eólica tuvo una permanente continuidad y desarrollo a través de los tiempos debido a su versatilidad, hoy el tamaño de un equipo convertidor de energía eólica (ECEE) puede ser desde menos de un metro hasta 100 mts. de diámetro con potencia desde menos de 1 hasta varios megavatios.

Los ECEE pueden estar interconectados a una red de suministros de energía o ser utilizada aisladamente con o sin acumuladores, los ECEE necesitan solo una superficie relativamente pequeña para su funcionamiento, y no producen efectos nocivos en el ambiente. La tecnología de estos aerogeneradores se encuentra en continuo desarrollo y podríamos decir que muchos de ellos ya están en la etapa de comercialización gran escala.

Las turbinas de eje vertical, comenzaron difundirse en los últimos años, varios países se encuentran desarrollando varios prototipos, en especial en Canadá y Estados Unidos donde se encuentran en una avanzada etapa de desarrollo.

En la situación actual, por la falta de planificación a largo plazo, así como la falta de voluntad política o falta de interés en solucionar el problema de generación eléctrica, restando impulso a los proyectos que harían a las centrales hidroeléctricas más eficientes en su producción, por varios intereses de los grupos de poder, se han

mantenido las generadoras térmicas como parte indispensable para satisfacer la demanda nacional.

Sin embargo el sostener por la necesidad estas generadoras térmicas, representa para el estado un gran desembolso económico, que día a día aumenta con la elevación del precio del petróleo, que incrementa los valores de los productos derivados como el diesel importado por el país y que utilizan dichas generadoras. El estado se ve en la obligación de tener que subsidiar el diesel, gas y gasolina para evitar el incremento del costo del kilovatio hora, que provocaría un efecto inflacionario con consecuencias inmediatas en la macroeconomía con los subsiguientes problemas sociales, que ningún gobierno de turno estaría dispuesto a afrontar.

Otro factor importante a considerar es la contaminación que producen las centrales térmicas, por la combustión de combustibles, emanando CO₂ al ambiente, que ha generado el rechazo de los movimientos ecológicos y de la población ante el efecto dañino a la salud y al medio ambiente. Generándose un problema más que amenaza la continuidad de las mismas y por ende el abastecimiento de energía para la demanda nacional.

Ante esta situación, el poder contar con nuevas fuentes de energía más baratas y limpias se torna una necesidad improporrogable, además que tecnológicamente en los países del primer mundo, se han desarrollado por décadas dentro de las energías alternativas, tecnologías como la fotovoltaica y la eólica, siendo ésta última la más adecuada para proyectos de generación eléctrica de gran capacidad.

Nuestro país por su geografía, con la presencia de la cordillera de los Andes, sus diferentes climas y regiones, tiene un potencial incalculable en el recurso viento para los generadores eólicos, que con proyectos técnicamente realizados, y sin temor a equivocarnos, podrían ser la solución a la crisis energética del país.

Está demostrado que un proyecto eólico tiene un retorno de su inversión de cinco años, con una vida útil mínima de 15 años, pudiendo alargarse a 20 con un buen mantenimiento preventivo, lo cual permite establecer matemáticamente una

perspectiva que los costos de kilovatio hora podrían bajar, lo cual incidiría directamente en beneficio de la sociedad, del sector productivo, industrias, etc., lo que reactivaría la economía nacional con muchos otros indicadores positivos.

1.5 Marco referencial

1.5.1 Marco teórico

El aprovisionamiento de Energía Eléctrica para el normal desenvolvimiento de las actividades administrativas y productivas del país, se encuentra actualmente en manos estatales y privadas, a través de dos sistemas principales, el hidroeléctrico que cuenta con centrales como Paute, Agoyán, Pucará, Daule Peripa, y el térmico, contando con varias centrales en cada una y con diferentes capacidades de generación, siendo las centrales térmicas las que utilizan combustibles como el gas y diesel, para su proceso de generación, entre las que podemos citar La Trinitaria Pascuales entre otras.

El problema energético del país, no es un tema reciente, y si bien es cierto que el problema abarca no solo la generación, sino la transmisión, y comercialización, centraremos nuestro trabajo investigativo en el problema de la generación, problema que se acerca a su segunda década, sin que haya existido una política de estado, o una planificación estratégica a mediano o largo plazo, que permita avizorar un futuro mejor, y mucho menos una solución permanente.

Los gobiernos de turno han aplicado soluciones de momento, para salir de las presiones sociales, de esta forma en más de una década se han promulgado más de dos docenas de Decretos de Emergencia* para el sector eléctrico.

Varios han sido los argumentos para estos decretos, pero la finalidad principal ha sido garantizar el suministro para permitir que las generadoras accedan a combustible de Petroecuador, a crédito; combustible (gas, gasolina y diesel) que es

*Durante la administración del Presidente Alfredo Palacio, se emitieron siete decretos de emergencia, el primero fue el 24 de agosto y el último el 7 de octubre. El Universo

subsidiado por el Estado, (desde el 25 de Julio del 2005, el diesel en \$1,1 y la gasolina en 60 centavos), por cuanto la deuda desde abril pasado superaba los 407 millones de dólares "el comercio.

Otros argumentos han sido para que el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), dicte medidas de ahorro eléctrico, para reducir el consumo, otros han sido para garantizar la continuidad del fluido eléctrico, ya que las condiciones financieras de las empresas no mejoran.

La asfixia económica que le está causando al Gobierno el subsidio al gas, a la gasolina y al diesel para el sector eléctrico, ha llevado al Ministro de Economía a intentar nuevamente formalizar el negocio de los combustibles.

El último reporte de Petroecuador , revela que cada cilindro de gas de uso doméstico le cuesta al Estado \$9,91 (el 60% del contenido de cada bombona es importado). El consumidor , sin embargo lo adquiere en \$1,60, es decir que el subsidio es de \$8,31.

El galón de diesel; utilizado sobre todo por las generadoras térmicas de energía eléctrica; enfrenta una realidad similar, mientras su valor real es de \$2, el de venta al público es de \$0,90. La ayuda en este caso es de \$1,10 por cada galón. Con la gasolina extra el panorama no cambia, su costo verdadero es de \$1,91, pero en el mercado nacional se expende en \$1,31; el fisco subsidia cada galón en \$0,60. Si a eso le añadimos los \$300 millones de la tarifa eléctrica, al final solo se tienen pérdidas, y ese es el problema de Petroecuador y por supuesto del Estado. Gracias al subsidio el costo del kilovatio hora; calculado por el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) esta en 10,80 centavos de dólar; cuesta al abonado 8,80 centavos, valor que cancela mensualmente, el resto son impuestos.

Otro punto que es parte del problema, es que las generadoras térmicas, por su alto costo operativo y sus años de servicio, están condenadas a terminar su vida útil, quizá más pronto de lo esperado, y también por la emanación de contaminación durante su proceso de generación. De aquí surge una razón más para buscar nuevas fuentes de energía eléctrica, que se presenten como una potencial solución

a los problemas energéticos que se vienen dando. Las energías alternativas se presentan como una posible solución ante este problema, y sobre todo la generada por el recurso viento.

La energía eléctrica, obtenida por medio de generadores eólicos, no es una nueva ciencia, es una tecnología suficientemente desarrollada, para constituirse en una fuente de desarrollo nacional, de acuerdo a las características geográficas de nuestro territorio Nacional.

El aprovechamiento de la energía eólica data de las épocas más remotas de la humanidad, como un molino de eje vertical construido el siglo II a. c., por Herón de Alejandría que le servía para proporcionar aire a su órgano, otro ejemplo tenemos en los egipcios, que ya navegaban a vela en el año 4.500 a. C.

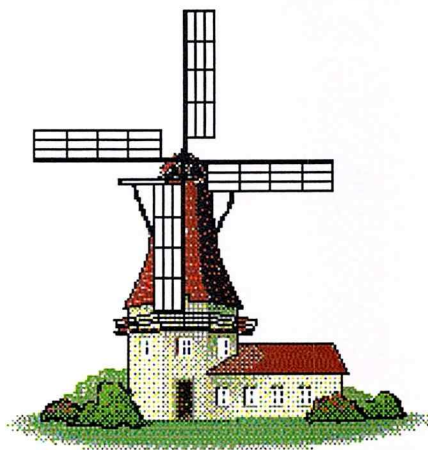


Fig. No. 1.2 Molino de 4 aspas

Por el siglo VIII aparecieron en Europa, grandes molinos de eje horizontal con cuatro aspas, muy adecuados para vientos del orden de 5 m/s (20 Km./h), fabricándose en gran número, en particular por los holandeses para la molienda del grano, alcanzando un gran desarrollo y firmeza en la construcción de los molinos de viento, pese a que, por las dimensiones distaban mucho de recoger el máximo de potencia que les ofrecía el viento, debido a que por su eje horizontal debían trabajar siempre frente al viento.

Por los siglos XII-XIII en África y Asia empieza a generalizarse el uso de los molinos de viento para la elevación de agua y la molienda de grano, siendo los más antiguos los que aparecieron en Turquía, en Irán y en Afganistán.

Ya para los inicios del siglo XII Europa estaba lleno de molinos, sobre todo en Bélgica y en los Países Bajos.

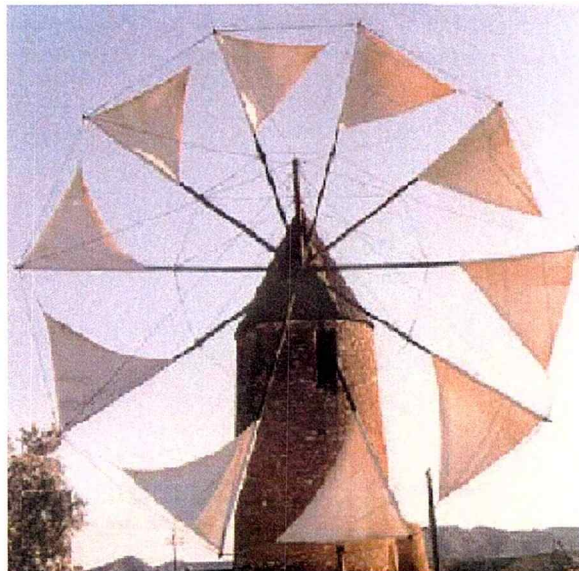


Fig. No. 1.3 Molino de viento con aspas de tela

En Holanda los molinos conservaban sus 4 aspas de lona, mientras tanto que en Baleares y Portugal se desarrollaron los molinos de 6, y en Grecia los de 12 aspas, esto a causa de que los molinos con gran número de palas determinan velocidades de rotación relativamente bajas y su funcionamiento es útil con velocidades del viento en el orden de 2 m/s (8 Km/h).

Los molinos de viento mantuvieron su apogeo hasta entrado el siglo XIX, cuando el desarrollo de los mismos se ve interrumpido con el inicio de la revolución industrial, el aparecimiento de nuevas máquinas y la utilización masiva de vapor, la electricidad y los combustibles fósiles como fuentes de energía motriz.

Sin embargo, en la segunda mitad del siglo XIX es cuando tiene lugar uno de los más importantes avances en la tecnología del aprovechamiento del viento, con la aparición del popular "Molino multipala tipo americano", utilizado para el bombeo de agua que fue muy difundido en todo el mundo, y cuyas características permitieron

sentar las bases para el diseño de los modernos generadores eólicos, que se los llamaría más comúnmente como aerogeneradores.

En los años que se sucedieron a la primera guerra mundial, aparecieron los proyectos de grandes aerogeneradores de dos o tres palas, como consecuencia de los progresos tecnológicos de las máquinas y técnicos de las hélices de aviación. Tendiéndose a construir casi únicamente los aerogeneradores de dos, por cuanto resultaban más baratos, tratándose incluso de construir con una única pala equilibrada con un contrapeso.

Actualmente predominan los aerogeneradores de tres palas, por cuanto giran más rápidamente que los multipalas, lo que se constituye en una ventaja, cuando se trata de alimentar máquinas de gran velocidad de rotación como los alternadores eléctricos.

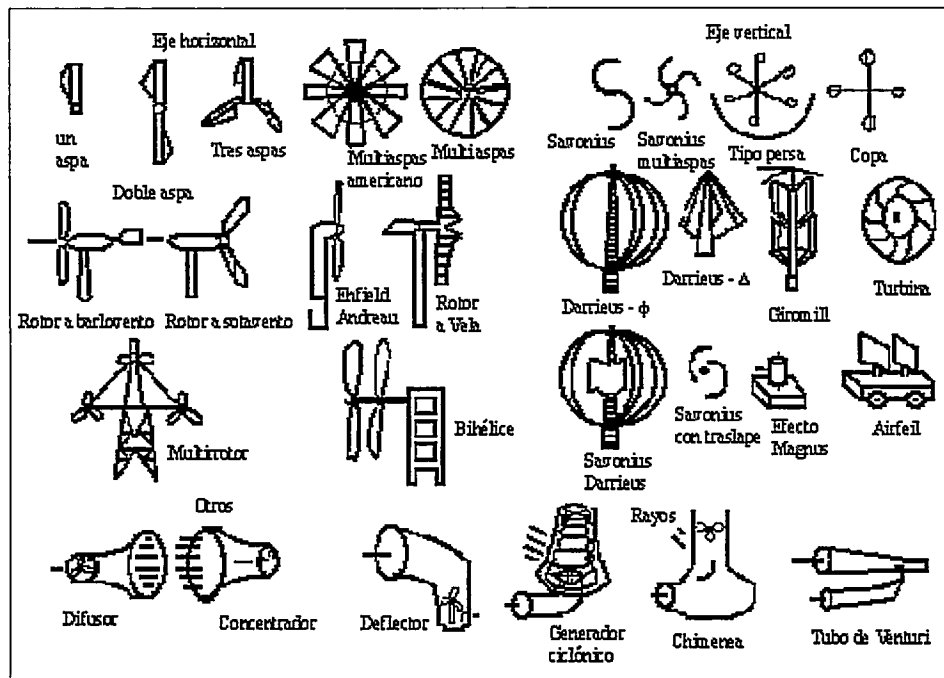


Fig. No. 1.4 Diferentes tipos de aspas y dispositivos

Con los avances en el diseño aerodinámico de las palas, los aerogeneradores de eje vertical adquirieron la ventaja de poder adaptarse a cualquier dirección del viento, por ello se los llama panémonos (todos los vientos), y dejan de utilizar dispositivos de orientación.

Se podría decir que todos los aerogeneradores actuales derivan de alguna forma, del inventado en el año de 1925 por el ingeniero Francés Darrieus, y que fue patentado en Estados Unidos, aunque pronto fue olvidado.

Por el año de 1931 en Rusia, específicamente en Crimea, se puso en funcionamiento un aerogenerador de 30 metros diámetro, que tenía que proporcionar 100 Kw. a la red nacional de Sebastopol, pero la media durante dos años fue de 32 Kw., por lo que el proyecto cerró por la falta de resultados.

En 1941 la NASA construyó un bipala de 53 m de diámetro, previsto para una potencia máxima de 1.250 Kw. que se instaló en Vermont, al noreste de los Estados Unidos de Norteamérica; iniciándose las primeras pruebas en octubre de ese año, prolongándose durante unos 15 meses, para luego en 1943, después de un pequeño desperfecto mecánico, quedar bloqueada la máquina durante dos años, debido a las dificultades ligadas a la guerra, que retrasaron la fabricación de piezas de repuesto nuevas. Cuando pudo entrar de nuevo en funcionamiento, el aerogenerador proporcionó corriente al sector durante veintitrés días, entonces nuevamente un desperfecto, esta vez, en una de sus palas que se rompió dio lugar a que se abandonara el proyecto.

Francia no se había quedado atrás, por medio de la Electricité de France, realizó un vasto programa de estudio de los vientos en todas las regiones y construyó varios grandes aerogeneradores experimentales como los de "Best, Romani", que son aerogeneradores tripala de 30 m de diámetro con chapas de aleación ligera, que fueron instalados en Beauce, que podían generar 800 kW con vientos de 60 Km./h. Estos aerogeneradores experimentales aportaron entre 1958 y 1962 un gran número de informaciones sobre su funcionamiento en condiciones reales de explotación.

Más tarde la compañía Neyrpic instaló en Saint-Rémy-des-Landes (Manche) dos aerogeneradores de tres palas, el primero de 21 metros de diámetro y que producía 130 kW de potencia, que funcionó hasta marzo de 1966, otro de 35 metros, previsto para generar 1.000 kW, proporcionando una potencia satisfactoria durante las pruebas, pero a la ruptura de un palier en 1964 hizo que se abandonase el programa de estudios

En Alemania se construyó entre 1955 y 1957 un aerogenerador de dos palas de 34 metros de diámetro, de fibra de vidrio, al este de Stuttgart, esta máquina funcionó hasta 1968.

Dinamarca construyó en 1957 el "Gedser Mill", hélice de tres palas de 24 metros de diámetro que funcionó hasta 1968. Producía 200 kW con una velocidad del viento en el eje de la máquina de 15 m/s (60 Km./h) .

Algunos de estos molinos alcanzaban dimensiones colosales para aquella época, sus hélices o palas, con un diámetro de varias decenas de metros, estaban sostenidas por grandes postes, muchos de estos aerogeneradores fueron destruidos por las inclemencias del tiempo tras algunos días, meses o años de trabajo.

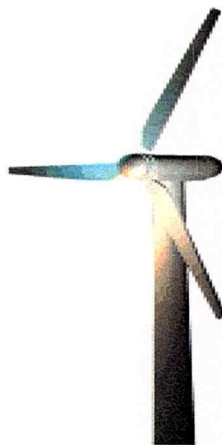


Fig. No.1.5 Aerogenerador de tres palas

Un factor importante dio lugar a la suspensión de los estudios de la energía eólica, este factor fue el bajo precio del petróleo que movía las grandes centrales térmicas, lo que determinó entonces la paralización total de los grandes proyectos en todo el mundo. Pero en los años 70, coincidiendo con la primera crisis del petróleo, se inicia una nueva etapa en el aprovechamiento de la energía del viento, se aplican modernas tecnologías, y en especial las desarrolladas para la aviación, dando como resultado la aparición de una nueva generación de máquinas eólicas muy perfeccionadas, y que permiten su explotación, bajo criterios de rentabilidad económica, en zonas de potencial eólico elevado.

En esta década, los norteamericanos se ven enfrentados al aumento de los problemas de abastecimiento de energía, por lo que iniciaron un amplio y agresivo programa para explotar la energía eólica.

Para ese entonces se estimaba según las proyecciones, que esta energía renovable podría, aparte de sus aplicaciones tradicionales, proporcionar kW./h a las redes eléctricas a un precio igual o inferior al de las centrales térmicas, lo que sería una realidad con la puesta en servicio, de grandes aerogeneradores que produjeran potencias eléctricas comprendidas entre 2 y 5 MW.

En 1975 se pusieron en servicio los aerogeneradores Modelo 0 con unas palas de metal con un diámetro de 38 metros, generando 100 kW, resultando un éxito. En el año de 1977 se construyó el Modelo 0A que proporcionaba 200 kW, sigue entonces el desarrollo acelerado de los aerogeneradores; ya para 1978, GENERAL ELECTRIC termina el bipala Modelo 1, que con un diámetro de 60 metros acciona un alternador de 2 MW., en tanto que BOEING estudia el Modelo 2, ideal para los vientos medios de las grandes llanuras, que con 91 metros de diámetro en sus palas de acero produce 2,5 MW.

Desde el año de 1973, y bajo la responsabilidad de la NASA los Estados Unidos reanudaron la construcción de generadores eólicos gigantes, entre los mas grandes miden 61 y 91 metros de diámetro y funcionan desde 1978 en Boone (Ohio) y en Barstow (California), produciendo de 2.000 a 2.500 kW de electricidad.

El florecimiento californiano de la energía eólica se debió en gran parte a una política fiscal favorable que estimuló la rápida construcción de aerogeneradores, y, a los altos precios que pagaban a las eléctricas por la energía de origen eólico a mediados de los años 80.



Fig. No. 1.6 Aerogenerador de los años 80

La energía de origen eólico continúa creciendo en California, la mayoría de los problemas de los aerogeneradores han sido resueltos, pese a que los aerogeneradores no han incorporado novedades substanciales, aerodinámicas o de proyecto, respecto a los que se construyeron hace 50 años, sin embargo, la economía de la generación eólica ha mejorado notablemente.

En 1979 el Ministerio de Industria y Energía Español, a través del Centro de Estudios de la Energía, puso en marcha un programa de investigación y desarrollo para el aprovechamiento de la energía eólica y su conversión en electricidad. El primer paso fue el diseño y fabricación de una máquina experimental, de 100 kW a una velocidad de viento de 12 m/s, la finalidad era facilitar el desarrollo de proyectos de grandes aerogeneradores con potencias del orden del MW.

La máquina, estaba formada por una aeroturbina de eje horizontal con tres palas de fibra de vidrio y poliéster de 20 metros de diámetro, para su emplazamiento se hizo un estudio previo de las curvas de potencial eólico en España, realizado en el Instituto de Técnica Aeroespacial (INTA), escogiéndose la región de Tarifa por ser la que presenta un mayor número de horas de viento al año con un régimen de gran uniformidad y potencia.

Desde 1981, el costo de la energía eléctrica generada por fuerza eólica ha decrecido, poco depende de las innovaciones técnicas, salvo en lo referente a las paletas, por el tipo de material compuesto ligero y las turbinas controladas por microprocesador. La reducción de costos de la energía eólica obedece, sobre todo, a la experiencia que se ha acumulado durando tantos años, que ha llevado consigo la introducción de métodos normalizados, lo que ha permitido en las industrias, la aplicación de técnicas de producción en masa. De igual forma en las instalaciones de campo, los especialistas aprendieron a escoger los mejores emplazamientos y a acomodar el calendario de mantenimiento a los períodos de viento bajo.

Se continúa investigando y desarrollando nuevos prototipos de aerogeneradores, las nuevas turbinas eólicas, de técnica más depurada, prometen ulteriores ahorros. PG&E está inmersa en un proyecto de cinco años de duración en cooperación con el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (IIEE, O EPRI), de Palo Alto, y U. S. Windpower, de Livermore, ambos en California, para desarrollar, construir y probar prototipos de una turbina eólica de 300 kW y de velocidad variable.

Por otro lado Estados Unidos, también ha mostrado un gran interés en promocionar los aerogeneradores entre el público, con la finalidad de evitar su rechazo y entre los posibles interesados (fabricantes y usuarios).

Dentro de las ventajas del uso de la energía eólica podemos mencionar que: este tipo de energía no contamina, es inagotable y frena el desgaste de combustibles fósiles contribuyendo a evitar la contaminación de la Atmósfera y por ende los cambios climáticos producto del Efecto Invernadero. Además el aprovechamiento de la energía eólica, es una tecnología totalmente madura y puesta a punto.

En la actualidad la energía eólica, es una de las fuentes energéticas más baratas del mundo, puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de carbón; mineral que ha sido por años considerado el combustible más barato; con las centrales de combustible e incluso con la energía nuclear, si se consideran los costos de reparar los daños medioambientales y los riesgos que conllevan su uso.

El poder generar energía eléctrica, sin que exista un proceso de combustión o una etapa de transformación térmica, supone desde el punto de vista medioambiental, una ventaja por ser un procedimiento muy limpio, exento de problemas de contaminación, que no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni destruye la capa de ozono, y tampoco crea lluvia ácida.

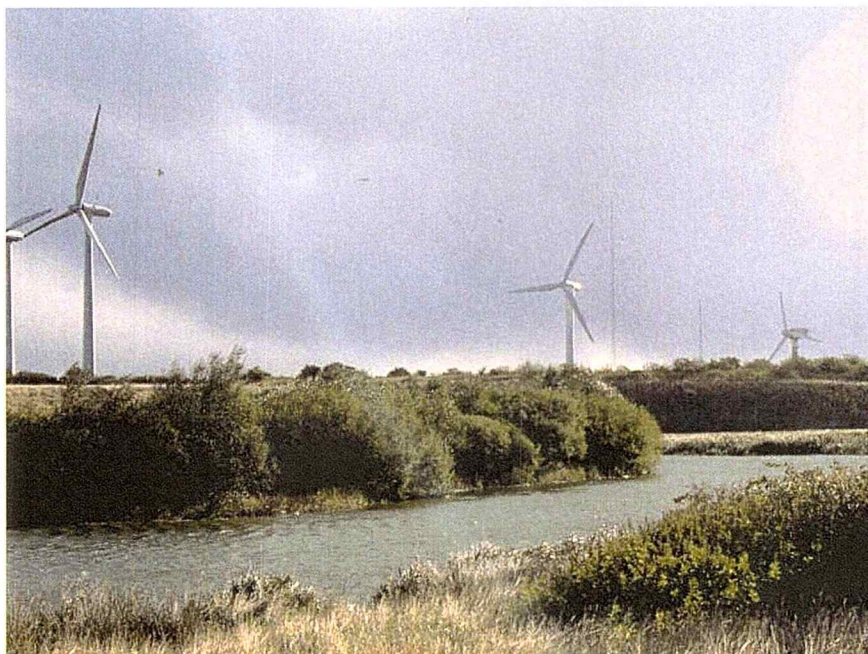


Fig. No. 1.7 Parque eólico en Galicia España

De esta forma, se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión de gas, petróleo, gasoil, carbón, lo que beneficia directamente a la atmósfera, el suelo, el agua, la fauna, la vegetación, y su connotación con el hombre.

Se suprimen o minimizan los riesgos de accidentes durante estos transportes: desastres con petroleros, traslados de residuos nucleares, etc., haciendo innecesaria la instalación de líneas de abastecimiento como canalizaciones a las refinerías o las centrales de gas.

Además la utilización de la energía eólica para la generación de electricidad presenta una nula incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad, ya que no se produce ningún contaminante que incida sobre este medio, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras.

Al contrario de lo que puede ocurrir con las energías convencionales, la energía eólica no produce ningún tipo de alteración sobre los acuíferos ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos, no origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes.

Otra ventaja es la reducción de costos de la energía eólica, y esto obedece, sobre todo, a la experiencia que se ha acumulado durante casi 80 años de su desarrollo e investigación, que lleva consigo la introducción de la automatización en la producción de los aerogeneradores tanto de sus partes constitutivas, como de elementos periféricos que completan un sistema de generación.

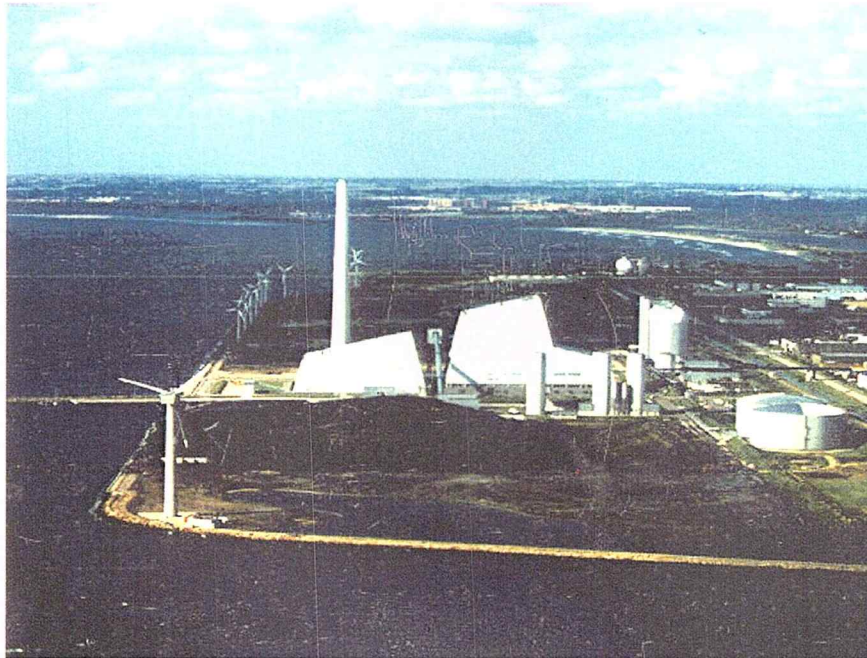


Fig. No. 1.8 SCEE para generación eléctrica instalado en la industria.

En el área de las instalaciones y mantenimiento, la misma experiencia ha permitido desarrollar técnicas para la selección de emplazamientos mejores, para evitar el menor daño al paisaje y aprovechar al máximo las condiciones de viento que el lugar ofrezca.

Las nuevas turbinas eólicas, de técnica más depurada, prometen ulteriores ahorros en los costos, por su mayor capacidad de generación y menor ruido.

Por otro lado, la energía eólica se ha convertido en una industria floreciente, que genera puestos de trabajo en todas sus áreas.

En nuestro país la geografía natural y las condiciones de vientos favorables durante todo el año, nos permiten mirar positivamente el futuro de esta tecnología, que se torna en un potencial no explotado, y, que sin llegar a la utopía, podría solventar los problemas de generación eléctrica para el país, con un desarrollo correcto de estudios y proyectos en el área, para así no depender exclusivamente de las centrales hidroeléctricas.

A nivel mundial, la electricidad producida por un aerogenerador evita que se quemen diariamente miles de litros de petróleo y miles de kilogramos de lignito negro en las centrales térmicas. y al no quemarse esos Kilogramos. de carbón, se evita la emisión de 4.109 Kg. de dióxido de carbono(CO₂) , lográndose un efecto similar al producido por 200 árboles; se impide la emisión de 66 Kg. de dióxido de azufre (SO₂) y de 10 Kg. de óxido de nitrógeno (NO_x), principales causantes de la lluvia ácida.

Podemos mencionar como referencia que cada kW./h de electricidad generada por energía eólica en lugar de carbón, combustibles, evita:

0,60 Kg. de CO₂, dióxido de carbono

1,33 gr. de SO₂, dióxido de azufre

1,67 gr. de NO_x, óxido de nitrógeno

Un parque de 10 MW:

Evita	22.480 Tn. Al año de CO ₂
Sustituye	2.447 Tn. Equivalentes de petróleo
Aporta	Trabajo a 130 personas al año durante el diseño y la construcción
Proporciona	Industria y desarrollo de tecnología
Genera	Energía eléctrica para 11.000 familias

Cuadro No. 1.3 Ejemplo de las ventajas de un SCEE de 10 MW. Datos de la asociación Empresarial eólica (AEE) y del Consejo mundial de energía eólica (GWEC)

Por otra parte, la energía eólica es independiente de cualquier política o relación comercial, se obtiene en forma mecánica y por tanto es directamente utilizable; su transformación en electricidad, se realiza con un rendimiento excelente y no a través de aparatos termodinámicos con un rendimiento de Carnot siempre pequeño.

Otra ventaja de los sistemas eólicos, es que al finalizar la vida útil de la instalación, el desmantelamiento no deja huellas o puede ser reemplazada muy fácilmente.

1.5.2 Marco conceptual

Generalidades

Energía eólica: Se entiende por energía eólica a los vientos que existen en el planeta, esta energía es inagotable y no contamina.

Aerogeneradores: Los aerogeneradores, tienen diversas aplicaciones específicas, ya sea eléctricas o de bombeo de agua, mediante el aprovechamiento y transformación de energía eólica en energía mecánica.

Distintas clases de aeromotor: Se definen en general los aeromotores según la posición de su eje de rotación, con relación a la dirección del viento.

Así se dividen en:

- Aeromotores de eje horizontal.
- Con el eje paralelo a la dirección del viento.
- Con el eje perpendicular a la dirección del viento.
- Aeromotores de eje vertical.
- Aeromotores que utilizan el desplazamiento de un móvil

Aeromotores de eje horizontal: De Eje paralelo a la dirección del viento, son las máquinas más difundidas, y con rendimiento superior a las demás. Incluyen aquellas de 1,2,3 o 4 palas, además de las típicas multipalas para el bombeo de agua.

Existen de dos tipos, las que son de "cara al viento" y las que tiene sus palas situadas de "espalda al viento".

Los aerogeneradores, generalmente van provistos de rotores bipala o tripala (cara al viento), para potencias inferiores a 1 kW ($P < 1$ kW). Y de espaldas al viento para potencias superiores a 1 kW ($P > 1$ kW).

Aeromotores de eje vertical: Son presumiblemente, las primeras máquinas que se utilizaron para la captación de energía eólica, ya que son más sencillas que las de eje horizontal; no necesitan ningún sistema de orientación. Lo que constituye una ventaja constructiva. En funcionamiento las palas, los rodamientos y los ejes, no están sometidos a esfuerzos importantes por cambios de orientación. Son de fácil construcción. Por su rendimiento mediocre, no se experimentó un gran desarrollo en estos aparatos.

Razón de la elección del aeromotor de eje horizontal tripala: Los aeromotores de eje horizontal paralelo a la dirección del viento, son los más extendidos, por tener el mejor rendimiento en relación a la energía máxima recuperable, conocida como límite de Betz, por lo que son los más difundidos para la generación de electricidad.

Configuración de una estación eólica: Cualquier estación eólica destinada a la producción de energía eléctrica tiene la siguiente configuración:

Una instalación eólica consta de uno o más aerogeneradores colocados a una distancia adecuada los unos de los otros, para que no interfieran desde el punto de vista aerodinámico entre ellos y dependiendo del diseño sobre el territorio en función de la exposición al viento y del impacto visual (en filas, en grupos, etc.), los aerogeneradores están conectados, a través de cables enterrados, con la red de transmisión a la que se entrega la energía.

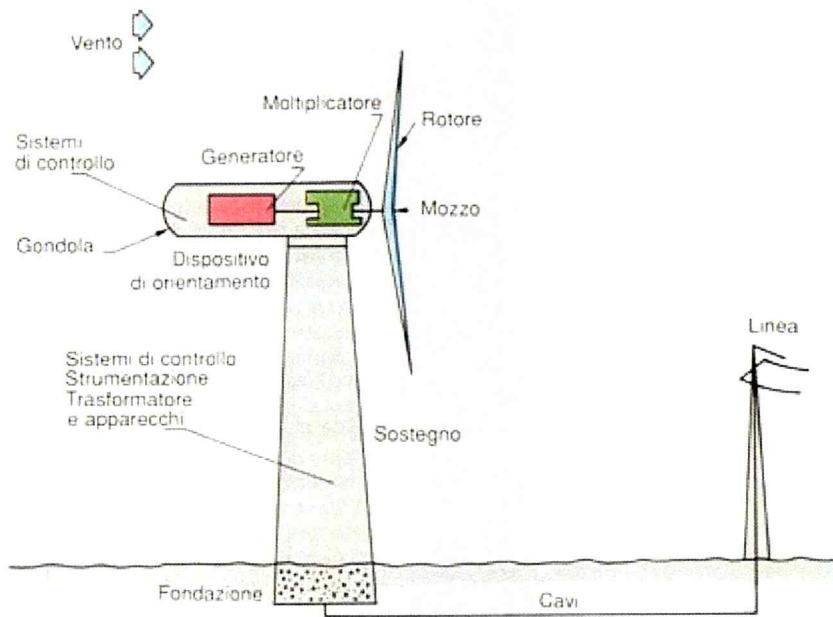


Fig.No. 1.9 Estación de suministro de energía por aerogenerador.

Constitución de un aeromotor: Un aeromotor está constituido por las siguientes partes:

- **Un aeromotor de tres palas** provisto de un sistema de regulación, que confiera al rotor una velocidad de rotación estable a partir de cierta velocidad del viento, y un sistema de seguridad destinado a frenar la máquina en caso de tempestad, si el sistema de regulación es inoperante a altas velocidades.
- **Un generador eléctrico** que puede estar directamente acoplado al aeromotor, siendo el caso más sencillo cuando las palas van directamente montadas en el eje del generador.
- **Acoplado a un multiplicador**, colocado entre el aeromotor y el generador. Se verá que la velocidad de rotación depende del diámetro del rotor y disminuye cuando el diámetro aumenta. Entonces para tener un buen rendimiento, es necesario aumentar las revoluciones del aeromotor antes de acoplarlo al generador.

- **Mecanismo de giro:** que permitirá a la máquina estar siempre orientada en la dirección del viento, cualquiera que sea esta. La energía producida en la parte móvil, se transmite por medio de un dispositivo colector asociado al mecanismo de rotación.
- **Cárter o armazón,** que envuelva y proteja a todas las piezas del conjunto de los factores climáticos.
- **Una cola,** en el caso de que la máquina funcione de cara al viento, para obtener una orientación según los movimientos de la masa de aire.

Torre de soporte del aerogenerador: Es importante su construcción por varias razones, la cual es mecánicamente sencilla. El aerogenerador debe estar situado por encima de las perturbaciones causadas por el terreno, a mayor altura más viento y dependerá de las condiciones o fuerza del viento la altura de la torre.

Cualquier máquina giratoria es siempre asiento de vibraciones, por lo que es esencial que la frecuencia propia de la torre sea muy diferente a la frecuencia de las vibraciones (fundamentales y armónicas), engendradas por el aerogenerador. La torre deberá resistir las sobrecargas producidas y los esfuerzos ocasionados por funcionamiento anormal, ráfagas de viento, y turbulencias.

El acceso a la torre debe ser fácil para su buen mantenimiento, no debe ser angular para evitar esfuerzos innecesarios en la misma torre y darle mayor robustez mejorando así el flujo de corrientes de aire.

El viento: el origen del viento se inicia en la atmósfera que está constituida esencialmente por oxígeno, nitrógeno y vapor de agua, en donde la presión varía con la altura.

La radiación solar se absorbe de manera muy distinta en los polos que en el ecuador, a causa de la redondez de la tierra, es así que la energía absorbida en el ecuador es mucho mayor a la que es absorbida en los polos. Estas variaciones de temperatura, provocan cambios en la densidad de las masas de aire, por lo que se

desplazan en diferentes latitudes, en donde estas traslaciones se realizan desde las zonas en que la densidad del aire (presión atmosférica) es alta hacia la dirección donde la presión atmosférica es baja, estableciéndose así, un cierto equilibrio por transferencia de energía hacia las zonas de temperaturas extremas.

Ráfagas: Son difíciles de caracterizar; para tener una idea aproximada de estas variaciones, se necesitan registros meteorológicos de vientos periódicos, de por lo menos 20 años hacia atrás.

Cuando se quiere utilizar la energía eólica, es importante tener en cuenta las ráfagas, porque las variaciones bruscas de la velocidad del viento originan variaciones muy considerables de la energía aplicada al aeromotor.

Un viento presentado en ráfagas, impondrá condiciones que se deberán tener en cuenta durante la utilización del aeromotor y en el cálculo de su soporte; casi todos los sistemas de regulación tienen generalmente una inercia muy superior a la duración de una ráfaga.

Fenómenos diarios: Se deben a los fenómenos térmicos producidos por la radiación solar. Las variaciones de temperatura con la altitud crean corrientes ascendentes. La velocidad media del viento es más débil por la noche, con pocas variaciones. Aumenta a partir de la salida del sol y alcanza su máximo entre las 12 pm. y las 16 pm.

Fenómenos mensuales: Las variaciones mensuales dependen esencialmente del lugar geográfico y solo las estadísticas meteorológicas pueden predecir estas variaciones.

Los meses más ventosos generalmente, son: junio, julio, agosto, septiembre y octubre; con velocidades de 6 a 10m/s. estos son promedios mensuales, por lo que las velocidades representadas tiene notable diferencia con las velocidades reales diarias.

Fenómenos anuales: Las variaciones anuales son periódicas con buena precisión en los datos, de modo que de un año a otro, es posible hacer una buena evaluación de la energía eólica recuperable en un determinado lugar.

Las masas de aire que se mueven en Oruro tienden a disminuir de velocidad con el transcurso de los años.

Variaciones de velocidad del viento con la altitud: Dependen esencialmente del relieve del terreno por el cual se mueven las masas de aire. Estas variaciones tienen un valor que son considerados para los cálculos de potencia del viento.

<i>Naturaleza del terreno</i>	<i>Irregularidades del suelo, h_0 milímetros.</i>	<i>Exponente α</i>
1. Llano: altiplano	0 a 20	0,08 a 0,12
2. Poco accidentado: pastos, cultivos	20 a 200	0,13 a 0,15
3. Accidentado: bosques	1000 a 1500	0,20 a 0,23
4. Muy accidentado: ciudad	1000 a 4000	0,25 a 0,40

Cuadro No. 1.4 Factores para el cálculo de potencia del viento.
(Datos agencia Internacional de Energía AIE)

Los lugares de más interés para la recuperación de energía eólica son los no accidentados o que presentan pocos obstáculos, porque esto tiene como consecuencia la disminución de los esfuerzos cíclicos sobre las palas del aeromotor cuando esta girando.

Variaciones instantáneas de la dirección del viento: Más específicamente conocidas como turbulencias, son características propias de lugares con terreno accidentado que perturban las masas de aire. Estas variaciones instantáneas imponen esfuerzos muy severos a todos los aeromotores de eje horizontal.

Variaciones estacionales: A diferencia de otros países que tienen cuatro estaciones, al Ecuador le corresponde una dirección general del viento **Sur – Norte**, sea en invierno o verano, pero es muy particular del lugar en que se estudie, tomando en cuenta la latitud y longitud en que se encuentre.

Importancia de estos fenómenos para la instalación eólica: El buen funcionamiento de la máquina requiere de un estudio profundo del lugar en función de los fenómenos antes explicados.

Medición de las velocidades del viento: Antes de comenzar la explotación de una estación de energía eólica, en un lugar dado, es necesario disponer de un mínimo de datos sobre las características del viento en dicho lugar. Este estudio debe ser llevado con datos anteriores a tres años en un determinado lugar o mínimo de un año.

Lugares de emplazamiento de los aeromotores: La elección del emplazamiento es un elemento determinante, los parámetros varían según la potencia del aeromotor.

Para las grandes máquinas ($P > 100$ kW), el número de emplazamientos es casi limitado, puesto que el criterio esencial de elección es el costo de la unidad de energía kilovatio hora (kWh) producida debe ser competitiva con otras fuentes de energía.

Potencial eólico: La evaluación de la energía recuperable en un lugar debe conocerse o estimarse antes de cualquier otro trabajo. El usuario debe estar seguro de que el viento puede abastecer sus necesidades energéticas, y que la inversión no será desproporcionada al rendimiento del aeromotor.

Medios para medir la velocidades del viento: Existen algunos aparatos para realizar la medición, pero el más utilizado es el anemómetro de cazoletas cuya rotación es más rápida cuanto mayor sea la velocidad del viento, hallándose en un registrador eléctrico que genera datos lineales (eoleograma). Las lecturas de velocidad deberán hacerse a una hora fija y en un mismo lugar

Obstáculos de los alrededores: Los obstáculos provocan perturbaciones de viento en el terreno.

- Colinas de pendientes suaves y cima redondeada: lugar muy favorable, el incremento de velocidad puede llegar a un 20%.
- Colinas de pendientes fuertes y cima acantilada: lugar provocante de la destrucción del aeromotor en un tiempo breve.
- Peñón, árbol, edificio, casa, etc. Producen mucha turbulencia, y en el suelo las perturbaciones aumentan con el viento.

Cuando se conozca la viabilidad de la energía eólica, será necesaria una selección del emplazamiento en función de las distancias a los posibles obstáculos y sobre todo en dirección de los vientos predominantes.

Siempre que sea posible, se emplazará el aeromotor en lugares no perturbados por los vientos dominantes y en caso contrario a una distancia que depende de la forma del obstáculo y su tamaño.

- Torre (cuadrada o cilíndrica): 10 veces el diámetro.
- Muro: 10 veces la altura.
- Árboles: 6 veces la altura.
- Aeromotor cercano: 6 veces el diámetro.(min) hasta 12 veces el diámetro.(max)

En el caso particular del relieve se debe hacer el emplazamiento en lugares poco accidentados, y esto es para evitar las tensiones variables con el tiempo en velocidad que son dañinas para la máquina a corto o mediano plazo.

Dada la geografía de las cadenas montañosas de la sierra ecuatoriana (Pichincha-Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar) y siendo los vientos predominantemente constantes, se podría afirmar que este lugar es muy apto para la recuperación eólica en cualquier punto de su extensión, además de la costa en los sectores de la provincia del Guayas en Engabao y la Chocolatera y otros lugares de la costa.

Torre de soporte: Determina la altura, que muchas veces es el único parámetro que se puede variar en los aeromotores pequeños ya que los demás parámetros precedentes son muy poco variables.

Los lugares que pueden proporcionar el máximo de energía anual sin crear problemas mecánicos son aquellos en los cuales los vientos son regulares con una velocidad media de 6 a 8 m/s.

Energía suministrada por el viento: La energía que el viento proporciona es una forma de energía cinética, en función de la masa y de la velocidad de un determinado volumen de aire. Si se considera que la masa por unidad de volumen o densidad del aire es constante se puede afirmar que la energía proporcionada por el viento está en función de su velocidad.

Límite de Betz para diferentes diámetros del rotor: Para los aerogeneradores clásicos, actualmente comercializados, el rendimiento varía entre el 30% y el 50% del límite de Betz.

Hay que destacar que, entre los aerogeneradores de potencia superior o igual a 100 kW, citados al principio de ésta tesis, los rendimientos eran en general, más elevados, ya que cada etapa transformadora se había proyectado cuidadosamente. Por ejemplo, la máquina número 0 de la NASA (ERDA) tiene un rendimiento del 82% del límite de Betz, lo cual es, sin duda, muy elevado.

La longitud de las palas: El diámetro de las palas está en función de la potencia deseada, que fija también la frecuencia de rotación máxima, que la hélice no deberá pasar para evitar las tensiones en la punta de las palas, debidas a la fuerza centrífuga. Es esencial tener en cuenta la fatiga de las palas y los riesgos de vibraciones, sobre todo para las palas muy largas.

Anchura de las palas: La anchura de las palas no interviene en la potencia del aeromotor, que esta en función de la superficie barrida. La anchura interviene en el par de arranque (que son dos fuerzas de igual magnitud y sentido opuesto, cuyas líneas de acción son paralelas pero no coinciden. Estas no producen traslación, el único efecto del par es la rotación) que será mayor cuanto más ancha sea la pala, pero para obtener velocidades de rotación elevadas se prefieren las palas finas y ligeras.

Materiales: Contrariamente a lo que se cree frecuentemente, no es la propia aerodinámica en donde está la dificultad, sino en la construcción y la resistencia de los materiales de la pala.

El material utilizado para las palas debe responder en los aeromotores modernos a frecuentes elevaciones de rotación y a otras exigencias, a veces contradictorias:

- Ligero.
- Perfectamente homogéneo para facilitar la producción en serie.
- Indeformable.
- Resistente a la fatiga mecánica (en particular a las tensiones alternas debidas al funcionamiento de los rotores y las vibraciones).
- Resistente a la erosión y a la corrosión.
- De uso y producción sencillos.
- Coste bastante bajo para que el aeromotor se pueda construir y vender.

Actualmente se encuentran cuatro tipos de materiales para hacer las palas de la hélice, como son madera como el nogal y la haya para generadores de baja potencia y para grandes aerogeneradores se utiliza el metal, que para las palas es de una aleación ligera con silicio o con magnesio, ya que con estos materiales se pueden obtener costos muy bajos si se producen en grandes series. También se usa el aluminio moldeado, hilado o repujado, aunque resiste bastante mal la fatiga, lo cual limita su empleo.

Finalmente existen los materiales sintéticos, resinas, fibras, plásticos y otros, siendo muy interesantes en ciertos aspectos, como poco peso, insensibilidad a la corrosión, buena resistencia a la fatiga, pero son de costos elevados, falta de homogeneidad en la construcción; las características dimensionales pueden variar de una pala a otra.

Los aeromotores realizados por ERDA en colaboración con la NASA, están equipados con palas de fibra de carbono, según la tecnología utilizada en los helicópteros.

Número de palas: Del número de palas se define su velocidad, a mayor número son más lentos a menor número son más rápidos, y éstos generalmente son bipalas o tripalas; el número de palas no tiene influencia en la potencia proporcionada, sino que es función de la superficie barrida por el rotor.

Sistemas de protección: Cualquiera que sea el tipo de aerogenerador, es necesario, para evitar su destrucción cuando los vientos son demasiados fuertes, que esté provisto de un sistema que permita disminuir las tensiones mecánicas en la hélice o detener en forma emergente su rotación y existen sistemas de frenado manuales, sistemas de frenado automático, que permite a través de sensores detener la rotación o virar las hélices para impedir su rotación.

Sistemas de regulación: Se revisará rápidamente algunos tipos de regulación. Al ser estos altamente costosos no se realizarán en la práctica de instalación en zonas rurales.

Dispositivo de orientación: Los aerogeneradores de eje horizontal necesitan una orientación permanente de la máquina en una dirección paralela a la del viento para disminuir los esfuerzos y las pérdidas de potencia, para esto utilizan un sensor en un sistema de control, que permite reorientar automáticamente a la dirección del viento.

El generador eléctrico: El aerogenerador o aeromotor puede accionar directamente o indirectamente (a través de un multiplicador), dos tipos de generador eléctrico:

- Generador de corriente continua (dínamo).
- Generador de (alternador).

Estos transformarán la energía mecánica en energía eléctrica, teniendo en cuenta las pérdidas ocurridas dentro el generador.

La fórmula de la transformación de energía es:

Generador síncrono o sincrónico de corriente alterna: La máquina consta de las siguientes partes:

- La bobina de excitación que crea el campo magnético en el cual el entrehierro es móvil, es el rotor accionado por el aeromotor.

Este rotor puede ser de dos tipos, el **Rotor bobinado alimentado por dos colectores continuos** en los que la corriente circula siempre en el mismo sentido y el **Rotor de imanes permanentes**, con lo que se suprimen escobillas y colectores, que pueden ser causa de averías.

- El inducido, en el que se recupera la energía, está conectado al estator, y puede ser monofásico o trifásico. El trifásico permite obtener una tensión alterna casi sinusoidal, y por lo tanto, mejor rendimiento.

El multiplicador: Se comprobó que el empleo de alternadores obliga a la utilización de un multiplicador, porque los rotores de diámetro superior a los 5 metros, tienen velocidades de rotación demasiado bajas (<200rpm) para poder accionar directamente un alternador clásico. Por tanto, para estas máquinas, es imprescindible intercalar un multiplicador entre el aeromotor y el generador.

Protección contra los rayos: Los aerogeneradores se colocan generalmente en puntos elevados, y además deben ser más altos que los obstáculos de sus alrededores. Por tanto, frecuentemente constituyen los puntos de descarga de electricidad estática durante las tormentas.

Aunque, por su propia constitución o fabricación el generador está protegido contra las descargas eléctricas, por estar encerrado en una estructura metálica conectada a tierra (caja de Faraday), la instalación a la que está conectada puede ser destruida por las sobre tensiones que se propagan por el cable eléctrico de alimentación colocado entre el aerogenerador y la utilización. El generador eléctrico puede resultar dañado por contracorriente, en caso de que la utilización quede en cortocircuito.

Por lo tanto, para emplazamientos expuestos a posibles descargas atmosféricas, es indispensable conectar la torre soporte a una buena toma de tierra (inferior o a igual

a 3 Ω), además colocar disyuntores de gas en el punto de conexión de la utilización, con los cables eléctricos del aerogenerador.

Utilización de la energía eléctrica de origen eólico: Cualquiera que sea el tipo de aparato alimentado por energía eléctrica de origen eólico, se caracteriza por tres parámetros:

- La naturaleza de la tensión de alimentación y su valor:
 - continua
 - alterna
 - indistinta

- La potencia necesaria para su funcionamiento:
 - en el arranque
 - en régimen normal
- El factor de utilización: porcentaje de tiempo durante la cual el aparato está en funcionamiento y eventualmente, la frecuencia de utilización.

Valoración de las velocidades del viento:

Beafort	m/s	Designación	Características
2	1,8/3,3	Flojito	Apenas perceptible
3	3,4/5,2	Flojo	Movimiento de hojas
4	5,3/7,4	Bonacible	Movimiento de ramitas
5	7,5/9,8	Fresquito	Silva el viento
6	9,9/12,4	Fresco	Difícil hablar
7	12,5/15,2	Muy fresco	Hojas arrancadas
8	15,3/18,2	Duro	Rotura de ramas
9	18,3/21,5	Muy duro	Árboles caídos
10	21,6/25,1	Temporal	Viento aúlla
11	25,2/29	Tormenta	Desperfectos en casas
12	29>	Huracán	Muros derribados

Cuadro No. 1.5 Valoración y clasificación del viento.
(Datos Agencia Internacional de la energía)

1.6 Hipótesis

1.6.1 General

El costo de la energía eléctrica producido a través de generadores eólicos resulta ser más barato y limpio, que el generado por las centrales térmicas.

1.6.2 Particulares

- Las centrales térmicas de generación de energía eléctrica tiene elevados costos operacionales y generan contaminación al medioambiente.
- Resulta para el estado más económico invertir en centrales eólicas que mantener un subsidio al diesel que consumen las generadoras térmicas.
- Los problemas operacionales que enfrentan las centrales hidroeléctricas, incrementan la dependencia de las centrales térmicas.
- Los meses de estiaje, obligan al estado a asumir costos mayores para satisfacer la demanda de energía eléctrica, a través de contratos SPOT
- La obtención de energía eléctrica por medio de generadores eólicos, constituye una tecnología madura y en etapa de expansión.
- La costa ecuatoriana, la serranía con sus sistemas montañosos, permitirían el desarrollo de proyectos eólicos a gran escala como solución al problema energético del país

1.6.3 Variables

Variables Independientes:

- **Potencia Instalada:** es la capacidad del proyecto planteado
- **Fuerza y dirección del viento:** comportamiento propio del emplazamiento
- **Número de usuarios servidos:** la potencia define el número de usuarios promedio.
- **Altura de la torre:** dato técnico establecido
- **Costos de importación:** están establecidas tasas de importación en el país de acuerdo al producto.
- **Costo del kilovatio hora:** está establecido un costo referencial por el CONELEC, así como de pago del usuario
- **Número de palas:** están determinados para los generadores eólicos tres palas en su diseño, independientes de su capacidad de generación, en especial por el Límite de Betz

Variables dependientes:

- **Costos del aerogenerador:** está sujeto a variación por el diámetro de rotor a instalarse.
- **Costos de transporte:** la mayor o menor distancia influyen en los costos, al igual que la infraestructura requerida.
- **Costos de interconexión a la red de alta tensión:** dependerán de la distancia y número de empalmes hacia las redes principales o la estación de sub-transmisión.
- **Costos de cimentación:** dependerá de la variabilidad de los materiales de construcción y mano de obra, del mercado de la construcción.
- **Costos de carreteras:** dependerá de la ubicación del emplazamiento, su mayor o menor dificultad de acceso
- **Costos de mantenimiento:** será directamente proporcional a la potencia instalada.
- **Costo del kilovatio hora generado:** es dependiente de los costos de instalación.
- **Tiempo de retorno:** estará sujeto al número de usuarios servidos, pérdidas en transmisión y distribución

- **Numero de emplazamientos:** dependerá de la potencia a instalarse y de la capacidad del aerogenerador.

Variables empíricas:

- **Perfiles de vientos:** permiten observar el comportamiento de los vientos a diferentes alturas
- **Velocidad del viento:** determinara la potencia del viento de un emplazamiento.

Tanto el estudio de los perfiles como de la velocidad nos permiten entender el comportamiento de la variable viento

1.7 ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.7.1 Tipo de estudio y diseño

El diseño de tesis se basa en un estudio exploratorio, en razón de que no existen trabajos relacionados que se fundamenten en estudios o proyectos que relacionen el problema de la generación de energía eléctrica frente a la alternativa de la generación a través de generadores eólicos a nivel nacional.

Se conoce de muy poca información que haga referencia a proyectos de generación de energía eólica como alternativa para solventar algún problema energético, como el caso específico del proyecto de las Islas Galápagos, que maneja el Ministerio de Energía y Minas, a través de la subsecretaría de Energías Alternativas.

Es indispensable anotar, que la norma internacional para determinar si es factible y sustentable o no un proyecto de Energía Eólica, se debe tener un estudio de vientos no menor a tres años para aerogeneradores de gran capacidad y no menor de un año para los de mediana o pequeña capacidad.

En nuestro país el INAMHI, proporciona el Histórico de la fuerza de los vientos de acuerdo a los lugares donde tiene instalados sus equipos de medida, por lo que, para los sectores que más adelante determinaremos como posibles, se tomará esta información como referencial de viabilidad.

Por otro lado el trabajo investigativo estará orientado a presentar el problema que actualmente enfrenta el sector energético del país en forma descriptiva, el consumo actual, su proyección, pérdidas negras, los problemas que enfrentan las centrales hidroeléctricas, las centrales térmicas, problemas de los derivados de petróleo que utilizan estas generadoras, costos de generación frente a los costos que representarían la generación por recursos eólicos, de tal manera de permitir una visión clara del presente y del futuro inmediato con sus posibles consecuencias, a la vez que, presentar las bondades de los sistemas de generación de Energía Eólica, problemas que se podrían presentar para su transporte, instalación, mantenimiento, etc.

De esta forma tendremos claros los conceptos de nuestras variables, que estarán presentes en nuestro tratado.

Así mismo, podremos demostrar la correlación existente entre el recurso viento y la capacidad de generación, por cuanto a mayor fuerza del viento, mayor capacidad de generación, así como también el recurso viento y su relación frente al nivel del suelo.

De igual forma podremos relacionar el costo de inversión que representaría un proyecto específico eólico de determinada cantidad de kilovatios, frente a una central térmica de igual potencia, nivel de contaminación, gastos de generación y tiempo de retorno de la inversión.

Nuestro estudio también se desarrollará en el campo explicativo, porque abordará conceptos básicos y fundamentales que influyen en el recurso viento, como se produce el fenómeno natural.

Describirá el funcionamiento de los generadores eólicos, sus principios, componentes, factores que intervienen, tratados a detalle de tal manera de abordar todos los temas que competen y pueden generar interrogantes.

1.7.2 Métodos teóricos y tratamiento de la información

Iniciaremos el proceso investigativo de forma empírica, conociendo el problema energético del país, recabando información, hablando con personal vinculado al sector, acudir a las fuentes mismas, para obtener datos y hechos reales que nos permitan crear el marco teórico óptimo para conocer el tema de investigación y las opciones planteadas, de tal manera de ser el estudio lo más objetivo y real.

Aplicaremos en nuestro trabajo investigativo el método deductivo, porque partiremos considerando una situación general, que es el problema energético del país, para analizar independientemente las causas del problema, para tratarlos como hechos, en igual forma toparemos el tema de la energía eólica en forma general, para llegar a plantear a los aerogenerador como una opción concreta ante el problema energético.

Además aplicaremos la concordancia, para poder determinar circunstancias similares que se repitan, entre dos o mas hechos particulares, lo que nos permitirá a la vez establecer diferencias.

Para la formulación del marco lógico, recurriremos y aplicaremos necesariamente el método histórico, porque haremos referencia a la evolución del problema, partiendo de hechos pasados, haciendo un análisis sistemático, para de forma cronológica llegar a hechos o circunstancias actuales.

Nos serviremos también del método analítico, para poder adentrarnos en el tema de los aerogeneradores como una opción energética actual, para lo cual trataremos todos los factores que intervienen o deben ser tomados en cuenta para el proceso de producción de energía eléctrica.

También en nuestro estudio nos valdremos de métodos de medición que nos permitan establecer valores numéricos o porcentuales, que nos permitan orientar nuestro estudio investigativo hacia la conveniencia o no de un sistema de energía alternativa, como los generadores eólicos.

Finalmente utilizaremos los métodos de entrevista, para conocer la opinión y entendimiento de las personas sobre este tipo de tecnología y la observación para conocer el impacto producido en el medio ambiente por la polución y desperdicios generada por los sistemas térmicos.

1.7.3 Población y muestra

Como población consideraremos a los diferentes sistemas de generación eléctrica dentro del problema energético del País, y consideraremos a las centrales termoeléctricas como la muestra, sobre la que basaremos principalmente nuestro análisis, y relacionaremos con los sistemas de generación eólicos

1.8 Resultados esperados

Cuando concluyamos con este trabajo investigativo de oportunidad, esperamos haber estructurado un documento que sirva de consulta sobre el problema energético del país, situación presente y futura, costos sociales, incidencia en el sector productivo, perjuicio económico para el estado, daño al medio ambiente. Que abarque todo lo concerniente con causas, ventajas, desventajas, costos, pérdidas, etc. de los sistemas tradicionales, además presentar a los sistemas eólicos como alternativas de generación eléctrica a mediana y gran escala, como probable solución al problema presente, entorno que envuelve su desempeño; a la vez que el documento sirva como referencia de partida para futuros proyectos en el campo de las energías alternativas, o proyectos específicos, de inversión estatal o particular, de mediana o gran capacidad, que permitan resolver situaciones conflictivas presentes y generen nuevas fuentes de trabajo, así como también proporcionarnos una visión que nos permita a futuro cercano, adoptar tecnologías mundiales que ayuden al desarrollo nacional.

CAPITULO II

2.- ANALISIS, PRESENTACION DE RESULTADOS Y DIAGNOSTICO.

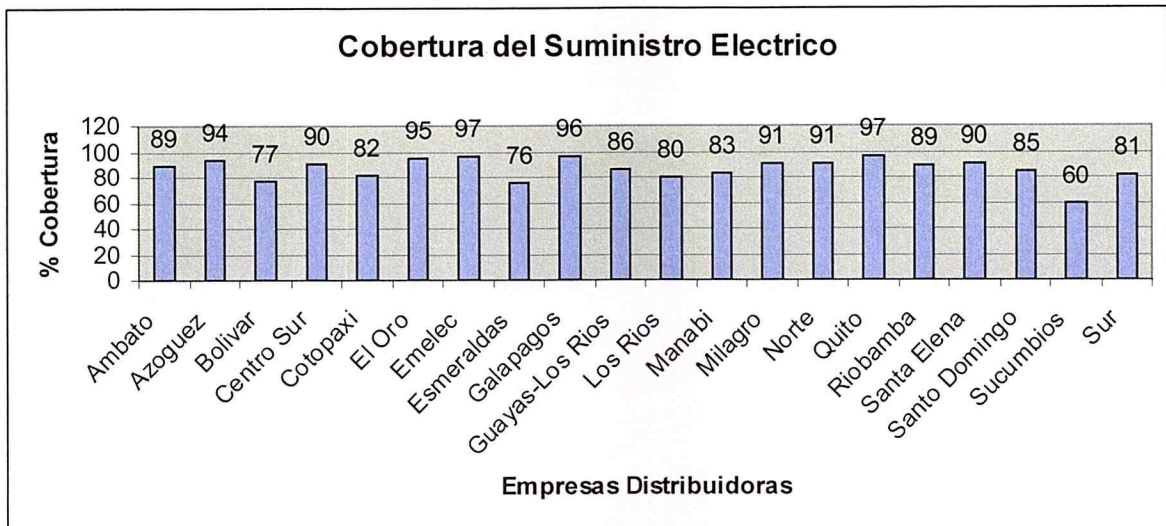
2.1 Análisis de la situación actual

La energía eléctrica es, a no dudarlo, uno de los factores gravitantes para el desenvolvimiento de una economía, pues básicamente de ella depende su aparato productivo, y hacerlo más eficiente y competitivo, frente a la apertura de nuevos mercados, dependerá en gran medida de la calidad, el servicio y el valor de esta energía.

El sector energético ecuatoriano tiene una participación mayoritariamente estatal, hasta la década de los años 60 el desarrollo eléctrico de Ecuador fue desordenado, contándose con 1.200 centrales eléctricas y una capacidad de 120 MW. En dicha década se promulgó la Ley Básica de Electrificación y se dio responsabilidad primaria al Estado en la generación eléctrica, para posteriormente constituirse el Sistema Nacional Interconectado (1966), con lo que se establecieron empresas eléctricas regionales.

El Sistema Nacional Interconectado se conformó por 1.300 km de redes radiales de líneas de transmisión a 138 kV con 25 subestaciones. Al anillo se conectan 18 empresas distribuidoras mediante un sistema de subtransmisión de 3.200 KW., estas empresas disponían 23.000 km de redes primarias de distribución, en la actualidad son mas de 2000 Km de redes radiales, 20 empresas de distribución, con mas 25.000 Km de redes radiales conforme a datos del CENACE.

En la década de los 70, financiado por regalías del petróleo, el Estado empezó la ejecución de "Megaproyectos", como de las centrales hidroeléctricas, que aun tiene una mayor capacidad de generación que todo el sistema térmico.



Graf No. 2.1 Cobertura del Suministro Eléctrico por empresas distribuidoras (Datos estadísticos del CONELEC)

El hecho que la generación-transmisión y distribución de electricidad estuviera en manos estatales ha generado deficiencias, una de ellas es la baja generación de recursos internos debido a exceso de consideraciones políticas en la fijación de tarifas y por otro lado, su capacidad de gestión administrativa es difícil por requisitos de orden legal, administrativos y financieros que norman a las entidades públicas.

Existe un problema de falta de flexibilidad a la generación, donde épocas de estiaje causan estragos a la generación, lluvias excesivas, por otro lado, han causado problemas de operación en ciertas apocas.

La generación total en 1994 fue 8.200 GWh, con demanda máxima de 1630 MW y facturación de 6.000 GWh. Se tiene 1.800.000 abonados, con un total de 64% en las ciudades de Quito y Guayaquil, la demanda actual supera los 15000 GW-h anuales, con un tendencia de crecimiento del 4,28% al 5%.

La hidroenergía posee un potencial lineal teórico en Ecuador estimado en 93.500 MW., de esto, se puede aprovechar técnica y económicamente unos 21.500 MW. La potencia hidroeléctrica instalada en la actualidad es de unos 1.850 MW, es decir un 7% del potencial técnicamente aprovechable, sin embargo de lo cual la producción de energía primaria en 1994 fue

mayoritariamente de petróleo con 85,8%, las restantes fuentes tienen escasa participación, la de Gas Natural con 6,5%; Biomasa con 5,2% e Hidroenergía con 2,5%, manteniéndose esta tendencia en la actualidad en cuanto a las generadoras térmicas, con la variación que la generación térmica abarca el 43% de la demanda nacional, en tanto que la hidroeléctrica alcanza el 46% y la importada esta en el 11% de la participación.

Los Proyectos	Mw	PORCENTUAL
Verdeyacu Chico (Napo)	1139	23,16%
Gualaquiza (Zamora)	800	16,26%
Catachi (Tena)	728	14,80%
San Antonio (Zamora)	714	14,52%
San Miguel (Zamora)	704	14,31%
Coca-Codo-Siciair (Napo)	432	8,78%
Minas (río Jubones)	337	6,85%
Victoria (Sto. Domingo)	65	1,32%
TOTAL MW	4919	100,00%

**Cuadro No 2.1 Principales proyectos hidroeléctricos
(Datos informativos del CONELEC)**

El Ecuador, por lo tanto, requiere repensar íntegramente su sector energético, no hay como seguir manejándolo en forma de compartimentos estanco y sin una planificación estratégica de mediano y largo plazo, y el sector eléctrico merece un tratamiento integrador y profundamente renovador. Se estima que hasta el año 2010 se deberán invertir unos 2400 millones de dólares en el sector energético, para que el país abastezca su demanda nacional, se abarate el costo del kilovatio en beneficio directo de su aparato productivo, con todo el efecto en cadena que esto conlleva.

En las últimas dos décadas, los sucesivos gobiernos no han realizado las debidas inversiones en el sector eléctrico y menos aún en el aprovechamiento de otras fuentes alternas de energía, lo que ha impedido cubrir la demanda interna de energía eléctrica, y ha afectado seriamente al sector fiscal. Tanto así que al momento el Estado destina ingentes recursos para financiar

importaciones de derivados de petróleo; que en buena parte terminan en las generadoras térmicas que satisfacen casi la mitad de la demanda de electricidad y provoca la elevación de la tarifa; y costosas importaciones de energía eléctrica.

En el lado del sector eléctrico, la situación financiera es bastante compleja, acumulando enormes deudas, no solo con instituciones del Estado, sino al interior de los actores del sector, lo que ha conllevado a una constante pérdida de dinamismo, en la caída de las inversiones y en una masiva ineficiencia en muchas empresas de distribución de electricidad.

En resumen, la falta de inversión unida a las pérdidas, al uso ineficiente de la energía, a la baja capacidad de autoabastecimiento, a la descapitalización y a la desinstitucionalización del sector energético provocan una serie de crecientes desajustes fiscales, financieros e incluso ambientales, que de no corregirse oportunamente desembocarán una crisis de imprevisibles consecuencias.

A pesar de estas limitaciones, la importancia que el sector de la energía tiene en la economía del Ecuador es indiscutible, durante los últimos años, el aporte del sector energético al PIB ha significado más del 20% del total de la producción nacional.

La energía adecuadamente aprovechada abre la puerta al desarrollo sustentable en términos económicos, sociales, ambientales e incluso políticos, por lo que contar con una adecuada y suficiente infraestructura de generación, distribución y uso de los energéticos es vital para el desarrollo y eficiencia del aparato productivo nacional, para el soporte de la movilización de equipos, materiales y personas, el mejoramiento de la calidad de vida y del bienestar mismo.

La demanda de energía crece rápidamente, en el año 2005, esta demanda por parte de los sectores sociales y productivos (energía final) fue de 53 millones de barriles equivalentes de petróleo. Este volumen de consumo ha crecido

entre el 2000 y el 2005 a una tasa promedio del 3,1% anual; en el quinquenio anterior este crecimiento fue de apenas el 2,2%.

En cuanto a la participación de los sectores económicos en el consumo energético, el sector transporte de la energía muestra un incremento de alrededor del 54% en el 2005 frente al 49% en 1990, en tanto, que la participación del consumo residencial muestra una tendencia opuesta, del 25% en 1990 pasa al 21% en el año 2005, debido principalmente a las campañas de concientización del consumo, frente a los posibles apagones.

La carencia o las deficiencias en el abastecimiento energético en cualquiera de las áreas (producción, servicios o cobertura nacional), significan enormes pérdidas, encarecimiento de los bienes, productos y servicios, y deterioro de la calidad de vida de los ciudadanos.

De la misma forma en que el sector energético influye en el sector económico y fiscal, su relación con el medio ambiente y la salud de la población es directa y repercute significativamente debido a la mala calidad de los combustibles y las nocivas emisiones.

El problema de la generación y distribución de la energía eléctrica ha sido permanente y se remonta desde hace varios años, podríamos decir que ni la construcción de la represa de Paute llegó a solucionar este grave problema, es decir llevamos más de 20 años de la falta de una política de estado, que permita avizorar una solución.

La situación geográfica del país, nos pone en una situación privilegiada frente a otros países, somos ricos en recursos hídricos, en recursos petroleros, y en otros recursos no explotados como el viento y el mar. Nuestros ríos son de grandes caudales y las corrientes de vientos son especialmente fuertes entre los meses de Junio a Octubre, que precisamente son los meses de estiaje para la cuenca de la represa del Paute, que abastece con el 60% de la producción de energía eléctrica que genera el Ecuador.

Definitivamente el problema más grande que enfrenta el sector es poder romper las ataduras políticas, los compromisos adquiridos y los intereses particulares que priman a los intereses de la Patria, porque cuando algún proyecto se lo lleva a cabo, resulta que cuando se lo termina, simplemente solventará la demanda creciente, en tanto se mantiene asegurado el mercado establecido y no se afecta las inversiones privadas que coincidentalmente mantienen grupos o personas afines con los partidos políticos de poder.

Para comprender un poco más la situación actual que atraviesa el sector eléctrico, podemos iniciar mencionando que en lo que va de la administración del gobierno del Presidente Alfredo Palacios hasta el mes de Octubre del 2006, se han decretado siete Decretos de Emergencia Eléctrica.

La situación financiera del sector no se ha superado con los Decretos anteriores y ya mencionó el vocero de gobierno, que se emitirán los que sean necesarios hasta finales de año. Los decretos emitidos han sido el 24 de agosto, el 29 de septiembre y el 24 de octubre del año 2005, los otros fueron el 3 de marzo, el 7 de abril, el 8 de agosto y el último el 7 de octubre del año 2006.

Los argumentos han sido variados, así pues el objetivo del primer decreto era garantizar el suministro para permitir que las generadoras accedan al combustible de Petroecuador a crédito. La deuda desde esa fecha a abril del 2006 superaba los \$407 millones, el segundo Decreto sirvió para que el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), dicte medidas de ahorro eléctrico en la población para reduzca el consumo de energía eléctrica.

El tercero garantizaba la continuidad del fluido eléctrico ya que las condiciones financieras de las empresas generadoras no mejoraban. El cuarto permitía que las generadoras térmicas accedan al combustible de Petroecuador vía crédito; y de allí en adelante todos los demás decretos han tenido igual objetivo.

Durante una comparecencia ante la Comisión de Asuntos Amazónicos, el Ex Ministro de Energía, Iván Rodríguez, explicó que hasta el 25 de julio del 2005, el sector eléctrico compraba el combustible a precios internacionales, por lo que no

había subsidio, pero desde esa fecha al cierre del 2005 y hasta la fecha actual del 2006, el gobierno ha subsidiado el diesel de la térmicas en \$1,1 dólares por galón, la gasolina en \$0,60 centavos y el gas en \$8,31 dólares.

La asfixia económica que le está causando al Gobierno el subsidio al gas, gasolina, diesel y a la electricidad lleva al Ministro de Economía a intentar nuevamente formalizar el negocio de los combustibles.

La primera pretensión fue a inicios del 2005, pero por oposición de los sectores involucrados el plan denominado Oro Negro simplemente fracasó y continua el contrabando llevándose el 40 % del dinero destinado a los subsidios, según cálculo del Ministro de Economía de entonces Diego Borja.

Con este cálculo, hasta diciembre del 2006 el Ecuador gastará entre \$1.500 y \$1.650 millones de dólares, ayuda económica que sólo debería llegar a la población más necesitada, pero que gozan todos los estratos sociales y especialmente se benefician económicamente las empresas privadas generadoras de energía eléctrica.

El último reporte de Petroecuador, revela que cada cilindro de gas de uso doméstico le cuesta al Estado \$9,91 dólares, porque el 60% de cada bombona es importado. El consumidor sin embargo lo adquiere en \$1,60, es decir el subsidio es de \$8,31 dólares, que ante la falta de control en el expendio no solamente va para el sector industrial, sino de transporte y a las generadoras térmicas.

El galón de diesel (utilizado sobre todo por las generadoras térmicas de energía eléctrica), enfrenta una realidad similar, mientras su valor real es de \$ 2 dólares, el galón de venta al público es de \$0,90, con lo que el subsidio en este caso es de \$1,1 por galón, beneficio que por Decretos de Emergencia se han beneficiado las generadoras térmicas. (Anexo de lectura #3 Costo de las emergencias eléctricas)

Con la gasolina extra, que también en ciertos casos utilizan las generadoras térmicas de energía eléctrica aunque en situaciones especiales, el panorama no

cambia; su costo verdadero es de \$1,91, pero en el mercado nacional se expende a \$1,31, con lo que el fisco subsidia cada galón en \$0,60.

Si a esto añadimos los 300 millones de tarifa eléctrica que no se factura por evasión o pérdidas negras en la transmisión, al final se tendrá sólo pérdidas. Sin considerar el subsidio al costo del kilovatio hora (calculado por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC) en 10,80 centavos de dólar y por el cual el abonado solo cancela 8,80 centavos, con un subsidio de 2 centavos por kilovatio.

Producto	Unidad	Costo real \$	Subsidio en \$	PVP en \$
Gas doméstico	Cil. 15 kilos	\$9,91	\$ 8,31	\$1,60
Diesel	Galón	\$2,00	\$ 1,10	\$ 0,90
Gasolina extra	Galón	\$1,91	\$ 0,30	\$ 1,31

**Cuadro No 2.2 Subsidios a los derivados importados.
(Datos informativos Petroecuador)**

Tomando en consideración otro aspecto, las empresas privadas que requieren para sus procesos de producción de una energía eléctrica de calidad y garantizada en el servicio, y ante los problemas que han experimentado por años con los racionamientos, la hora sextina, decretos de ahorro, entre otros, han decidido invertir en sus propias plantas generadoras para satisfacer su demanda interna.

Con la experiencia ganada en estos años en el manejo de estas pequeñas generadoras, y conocedores del mercado energético y lo lucrativo del negocio, han dado los primeros pasos para vender al estado sus excedentes, así por ejemplo podemos citar al Ingenio Valdez, que no solo se propuso alcanzar una cifra récord de cosecha, sino que este año se propuso aumentar su generación eléctrica que es impulsada por biomasa (del bagazo de la fibra de caña sin jugo), pero que utiliza en la carencia de este combustible, al diesel para sus calderos. El Gerente General del Ingenio, Ralf Schneidewind indicó que se han invertido \$30 millones de dólares para Ecoelectric que es la generadora.

De esta forma la empresa que producía 6 megavatios, pasará a generar 28,5 megavatios de energía eléctrica, de los cuales unos 13 megavatios se destinarán para abastecer la demanda de energía del Ingenio, mientras que los restantes irán al Sistema Nacional Interconectado (SNI), esto es 60 millones de kilovatios por hora, siendo sus principales compradoras las empresas eléctricas de Quito, Chimborazo y la Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil (CATEG). Lo que les garantiza un retorno de la inversión y rentabilidad.

Con este pequeño ejemplo de Ecoelectric, podemos entender mejor el panorama del sector energético, pues mientras mayor es la inoperancia estatal por la falta de voluntades, en mayor forma se consolidan las empresas privadas y el poder de presión que estas generan al hacerse tan indispensables los kilovatios que entregan al Sistema Nacional Interconectado, con un mercado de demanda creciente constante, que hace al sector productor energético no querer perder por nada el negocio que se presenta económicamente tan rentable.

Así podemos citar el caso de la generadora eléctrica Machala Power, que inicio su demanda al Tribunal Arbitral Internacional, por las diferencias que mantiene con el Estado ecuatoriano, donde reclama que el estado le adeuda \$50 millones de dólares desde septiembre del 2003 por la energía que adquirieron las distribuidoras, demanda presentada contra el CONELEC quien ya asistió a la primera audiencia en el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias o Disputas Relativas a Inversiones (CIADI). La termoeléctrica Machala Power que funciona con gas, aporta al mercado eléctrico con 130 Mw/h y tiene en espera un proyecto de inversión privada, que aportaría 265 Mw/h en un año y 355 Mw/h en dos años.

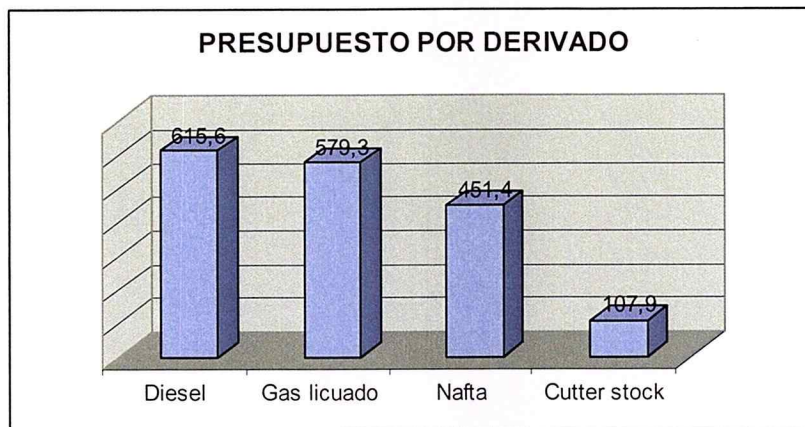
En este mismo marco de demandas internacionales está la de Miguel Lluco, fiduciario del Progreso Repetition Trust (PRT), quien reclama la propiedad de los bienes de la ex Empresa Eléctrica del Ecuador (EMELEC) ahora en manos de la CATEG, y que demandó al Estado por \$1.116 millones de dólares. La Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil (CATEG) mantiene los problemas de pérdidas por generación y distribución.

Otro punto a tomar en cuenta dentro del problema de la generación eléctrica, están los fenómenos naturales, que si bien son esporádicos, no por eso dejan de afectar e incrementar el problema. Como el caso de la Central Hidroeléctrica de Agoyán de 162 Mw, que dejó de operar en el mes de mayo, debido al proceso eruptivo del volcán Tungurahua, por el material volcánico que llega al embalse a través del río Chambo, lo que obligó a que el 50 % de la energía de Agoyán sea cubierta por la generadoras térmicas y una cantidad similar por Paute. Así mismo la contaminación de ceniza en el ambiente produjo la salida de operación de la línea de subtransmisión Baños-Pelileo, dejando aisladas a las provincias de Sucumbíos, Francisco de Orellana y Napo.

Así el Centro Nacional de Control de Energía CENACE, decidió por razones de seguridad, para precautelar las instalaciones y turbina, suspender la producción de Agoyán hasta que se supere la emergencia, con lo que los 78 megavatios que producía fueron compensados por Paute, pero debido al caudal de ingreso de la represa Amaluza (Paute) que disminuyó a 93 metros cúbicos por segundo, el CENACE decidió elevar la producción del parque térmico en 30 megavatios. ***(Anexo de lectura # 4 estudio regional del fenómeno del niño)**

Ante esta medida el CENACE solicitó también a Petroecuador que entregue 4,5 millones de nafta para la entrada en operación de la central La Victoria II de la empresa Intervisatrade, que proveerá de 102 megavatios. Este requerimiento de combustible, más lo demandado por el ingreso de pequeñas unidades térmicas para suplir la salida de Agoyán y la protección de la reserva de la central hidroeléctrica de Paute, significará para Petroecuador la entrega en promedio la entrega de 25 millones de galones de fuel oil, 15 millones de diesel y 4,7 millones de nafta.

Lo que representará para Petroecuador un egreso mensual de \$20 millones de dólares al mes, y se proyecta que en el periodo de estiaje en Paute a partir de octubre, el pago aumentará dependiendo de la demanda de diesel. De ahí que la deuda de las termoeléctricas con la estatal Petroecuador ascienda a \$450 millones de dólares hasta el 30 de junio del 2006.



Graf. No. 2.2 Presupuesto en millones de dólares por cada derivado
Presupuesto anterior USD 1754.3 millones
Presupuesto actual USD 2250.9 millones
(Datos estadísticos Petroecuador)

Tipo de combustible	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Consumo fuel oil	14.050	12.550	15.300	17.600	18.500	78.000
Consumo esiduo	5.950	8.460	8.820	14.680	15.100	53.010
Consumo diesel	8.090	9.510	10.750	10.600	10.320	49.190
Consumo nafta	4.000	3.000	3.000	3.000	3.000	16.000

Cuadro No 2.3 Demanda de combustibles en miles de galones 2do. Semestre del año 2006 (Se maneja un escenario en el cual ingresa la interconexión con Perú 90 Mw. y la barcaza Keppel con 150 mW, Datos estadísticos del CONELEC)

El país gasta inmensos recursos en la compra de energía eléctrica a los países vecinos, así por ejemplo a Colombia desde el 2003, el Ecuador ha comprado energía eléctrica por \$423,51 millones de dólares, de los cuales Colombia pagó la mitad de ese dinero a las generadoras y el resto lo invirtió en electricidad rural.

Sin embargo el abastecimiento de energía con Colombia no es 100% segura, así por ejemplo en agosto del 2006, el país dejó de recibir por importación 250 Mw, en razón de que un atentado a las torres de conexión en el país vecino, corto el flujo.

Esto contribuyó a acentuar los apuros del sector energético, ya que para los meses de agosto y septiembre del 2006, el sistema nacional tenía indisponibles cerca de 500 Mw, la Central hidroeléctrica Paute, registraba bajos caudales (50 m³ frente a los históricos 190 m³), enfrentando una demanda de 2500 MW, debido a que varias

unidades termoeléctricas están sin operar, en su mayoría por mantenimiento programado o no y otras por casos imprevistos. De ahí que las demás generadoras térmicas instaladas trabajen al máximo de su capacidad instalada.

Con Perú, luego de año y medio de negociaciones, a través de un programa firmado de asistencia energética recíproca, donde se garantiza la transferencia de energía eléctrica en caso de desabastecimiento; desde el mes de septiembre se le compra al Perú 90 Mw, a través del sistema interconectado de Tumbes con la provincia de El Oro a un costo mayor que el de Colombia, se le pagará un centavo más, es decir 8 centavos por cada Kw/h, pero además de eso se tendrá que cancelar los denominados costos fijos, que se los realizará a inicios de cada mes y que bordearán el millón de dólares. El valor que se le pague a Perú dependerá de cuanta energía comprada se utilice en el mes, es decir que si se utiliza toda la capacidad el costo del kilovatio hora bajará, pero si se utiliza poco el precio resultará más caro.

Térmicas	Unidades	Mw
Termoesmeraldas	TV1	132.5
Electroguayas	Central Trinitaria	229
Machala Power	Machala Power	65
Electroquil	U1 y U3	90
Categ	Central A. Tinajero	20.5
Ulysseas	Power Barge I	22
Categ	Pratt & Whitney	21
Menores a 20Mw	Otras	159.2
Por falta de combustible		
Electroguayas	Central E. García	46
Categ	Pascuales	100
Hidráulicas		
Hidroagoyan	Agoyan	78
Otras	Otras	7.2
Total		970.4

Cuadro No 2.4 Unidades generadoras térmicas indisponibles en el mes de septiembre 2006 (Datos CONELEC)..

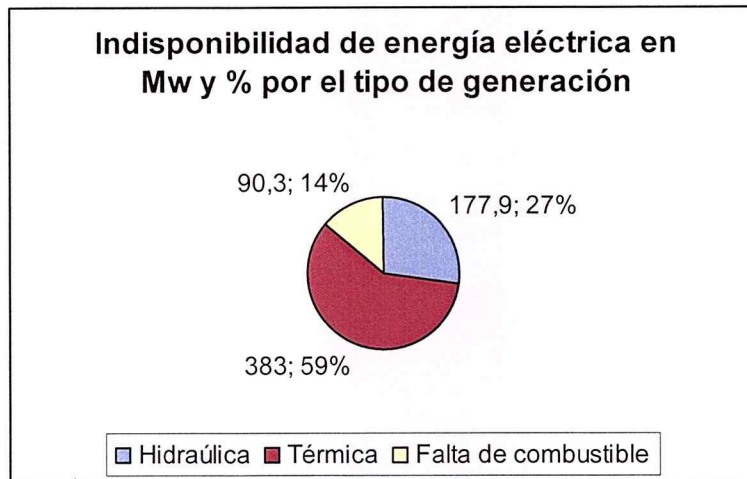
En este contexto, el Ministerio de Energía y Minas dispuso a nivel nacional a todas las empresas eléctricas distribuidoras que efectúen planes de contingencia para ahorrar el consumo de energía hasta en un 10 % diario, ante esta disposición en Quito la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) desconectó desde el mes de agosto del 2006 las luces ornamentales del centro histórico, como la Catedral, los campanarios de más de 32 iglesias, anuncios publicitarios y escenarios deportivos, así como monumentos del Centro Histórico y parques de Norte y Sur de la ciudad, con lo que prevé un ahorro del 2%, que serían unos 160 Mw/h de los 8500 Mw que demanda la ciudad.

En Cuenca, la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur (EERCS), que opera en Azuay, Cañar, y Morona Santiago adoptó medidas similares a la EEQ, en Ambato la Empresa Regional Centro Norte, con 160.000 usuarios en Tungurahua, Pastaza y Napo también restringió el servicio. A esto se suma Carchi, que desde inicios de agosto apaga el 50% del alumbrado público durante la noche y que continuarán con el alumbrado de parques.

En Guayaquil la CATEG, en su plan de ahorro está que los centros comerciales apaguen los aires acondicionados y la iluminación innecesaria. En Orellana los cortes de energía eléctrica son a diario por el déficit de 1,3 Mw, y que éstos deberán incrementarse.

Los planes de otras provincias se sumarán a la primera fase de ahorro de energía, aunque por el momento las restricciones son sólo para iluminación ornamental, pero si la situación de Paute y otras centrales persiste o empeora, la restricciones serán mayores.

En tanto el gobierno prepara un decreto ampliatorio al último firmado para el sector eléctrico, donde se habla de sanciones a las entidades del sector público que no apaguen los focos innecesarios, además de regular los horarios nocturnos, eventos deportivos, espectáculos públicos, con lo que se estima que las empresas distribuidoras rebajen la entrega de energía eléctrica por el sistema de alumbrado público en un 50 %.



Graf. No. 2.3 Indisponibilidad actual de energía eléctrica por el tipo de generación Datos estadísticos del CONELEC

El clima en las cuencas medias y bajas de Paute se mantienen invariables desde inicios de agosto del 2006, con un ingreso de 64,5 m³, cuando el histórico para la época ha sido de 190 m³, el cielo nublado y la escasa lluvia que cae no han contribuido a mejorar el caudal del ingreso al embalse, en tanto la cota se mantiene en 1987 mts., sobre el nivel del mar, a cuatro del máximo. Esta situación ha obligado a que Paute produzca menos energía para mantener el nivel del embalse, con lo que se esta aportando al sistema interconectado con 10.932 megavatios hora, lo que representa cerca del 28% de la demanda de energía del país.

Mientras el país espera de la benevolencia del clima, de la naturaleza y de la incomodidad e inseguridad de sus habitantes, las empresas generadoras de energía eléctrica privadas hacen planes para incrementar su capacidad de generación, ante sus proyecciones en un mercado tan rentable, así por ejemplo la oferta de las plantas térmicas creció en un 43% en 10 años, ya que al momento cuenta con una capacidad instalada de 1773 Mw., que es clave en las épocas de estiaje para abastecer el mercado.

Hace 10 años producían 1235 Mw., mientras que la generación hidroeléctrica dominaba con los 1504 Mw., ahora apenas alcanza 1746 Mw. y solo una empresa genera el 60 % de energía, en las térmicas en cambio, 10 empresas concentran el 84% de la capacidad instalada. La falta de inversiones y proyectos hidroeléctricos ha

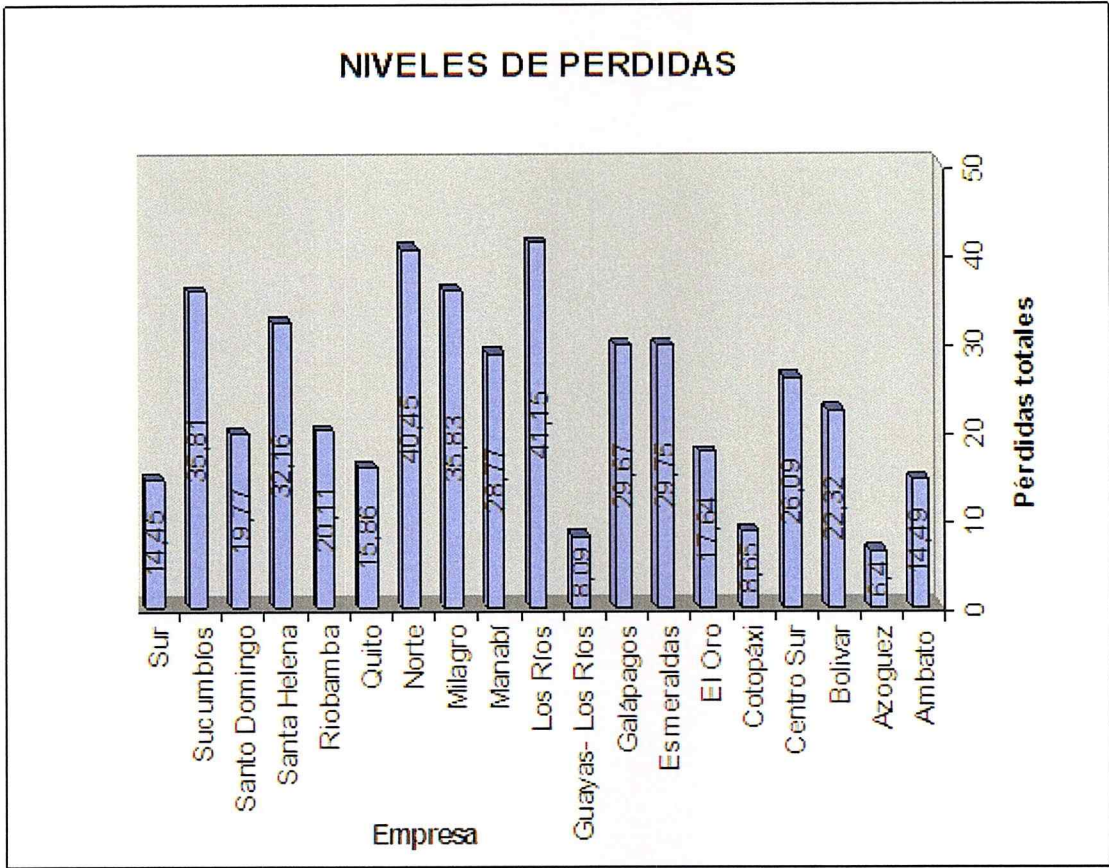
originado que las térmicas aumenten sus generadoras y cubran la demanda, la cual crece en el orden del 5% anual.

Para el mes de octubre del 2006 cinco barcazas de las empresa Keppel Energy de Singapur, manejadas por Termo Guayas, empezaron a operar dentro de la reserva Manglares del Salado, se instalaron en las Esclusas, al Sur de Guayaquil y empezaron a operar con una generación térmica de 150 Mw, con una producción de 17 Kw hora por cada galón, su inversión fue de \$80 millones de dólares que incluyen la adquisición de 7 hectáreas en el sector, la construcción de un muelle de hormigón de 180 mts de largo, una subestación eléctrica, un área de almacenamiento de combustibles, un muelle de acceso a buques banqueros y a la línea de transmisión. Para la generación utilizaron un combustible que se comprado a Petroecuador, que se trata de una mezcla de diesel, de búnker y residuo de petróleo, con lo que costo de Kw/h llegó a 12 centavos de dólar.

Pero la generación térmica es muy costosa para el Estado, ya que el kilovatio hora alcanza los 0,12 centavos de dólar, en tanto que la generación hidroeléctrica bordea los 0,04 centavos, es decir es un 300% más cara. Comparado esto a los 0,08 centavos que pagan los usuarios, el Estado asume la diferencia del costo de generación, a lo que se debe sumar el subsidio que les proporciona en combustibles por los decretos de emergencia.

El problema de los costos se origina porque se factura al precio de la energía más costosa que proviene de las unidades térmicas, pero esto no afectará el precio final del consumidor porque la tarifa es regulada por el CONELEC, por lo que las afectadas son las empresas generadoras que arrastran deudas con Petrocomercial y distribuidoras con el Estado por los subsidios que da a la energía.

Las generadoras no pueden recuperar la cartera vencida de lo que facturan las distribuidoras, porque el precio al que venden es mayor al que las distribuidoras ofrecen. Esto genera un diferencial tarifario superior al 40%, que sumado a las pérdidas negras y al alto precio del combustible, produce una acumulación de deudas con Petrocomercial; deuda que bordearía los \$500 millones.



Graf. No. 2.4 Niveles de pérdidas negras de las distribuidoras
Datos estadísticos del CENACE.

Con respecto a las deudas de las empresas distribuidoras de energía, el Presidente Alfredo Palacio emitió con fecha 12 de agosto del 2006 un Decreto Ejecutivo (1331) con lo que se dispuso la entrega de \$150 millones de dólares, para cubrir las obligaciones que dichas empresas mantienen con las generadoras en las que tiene participación el Estado y que a su vez mantienen deudas con Petroecuador.

Los recursos utilizados para el efecto fueron del Fondo de Ahorro y Contingencia (FAC), que son solo utilizados cuando existe una emergencia y se aplicaron a la partida presupuestaria “Subsidio Empresas Eléctricas”.

En el último intento por una reforma política al sector energético, está la Ley Eléctrica que se discute en el Congreso Nacional, Este proyecto de ley obliga al Estado a reconocer un déficit tarifario de \$ 963 millones de dólares, a focalizar el subsidio, penalizar el robo de la energía, establecer las responsabilidades en los gerentes de la empresas de distribución que por complicidad no cobran ni recaudan

el consumo eléctrico, se facilita la creación de fideicomisos en el sector eléctrico, lo que permitirá al Ecuador ser atractivo a nueva inversión pública, privada o mixta, pues se garantizará el costo de la energía eléctrica que se compra.

Pero como en la mayoría de asuntos de interés nacional; donde se afecta intereses personales; la reforma en el Congreso Nacional corre el riesgo de fracasar, puesto que más hay discrepancias que consensos, sumado a la falta de interés demostrado por el gobierno. Y ha decir de una parte de sus propios miembros se afecta con esta Ley a los jugosos contratos de las barcazas y los intereses vinculados a las generadoras térmicas, en tanto que la otra argumenta que con la aplicación de la ley se estaría condicionando la inversión hidroeléctrica pues el valor a pagar por déficit tarifario dejaría sin recursos la ejecución de los proyectos hidroeléctricos.

Las principales observaciones y posibles reformas se orientan al artículo 8 de dicho marco legal, que hace referencia a la tarifa única para todas las generadoras, donde además se establecen garantías para las generadoras cuyo precio sea un 10% inferior al precio referencial de generación, lo cual carece de sustento técnico según el CONELEC, la CENACE y la EEQ, además que el congreso eliminó el concepto de trasladar el valor de los contratos de largo plazo a las tarifas que paga el usuario final, lo que pondría en riesgo a las empresas distribuidoras, porque asumirían el riesgo de los contratos a largo plazo.

Además el tema de las garantías no está sustentado, porque la ley fue calificada de ordinaria, lo que significa que su supremacía esta por debajo de la Ley Orgánica de la Administración Financiera (LOAFIC) y esta impide al Estado ser garante de cualquier inversión privada, lo que ahuyentaría las posibilidades de inversión privada para el sector.

El Banco Central identificó la necesidad del Ecuador en nueva generación de energía eléctrica en 12.000 megavatios para los próximos seis años, esto es 200 Mw cada año. Para satisfacer esta proyección se necesitarán de nuevas plantas generadoras, lo que demandará una inversión no menor a \$2.000 millones de dólares, lo que significará un crecimiento del 2,8% del PIB, con una consecuente

baja del desempleo, y que repercutirá en un crecimiento en las exportaciones entre el 3,9 y 4,3 por ciento.

En un pequeño intento de demostrar interés en la solución al problema energético, el ministro de Energía y Minas firmó un convenio de investigación y estudios de prefactibilidad; de proyectos hidroeléctricos y otros, para ofrecer alternativas de energías renovable, barata y limpia; con las principales universidades del Ecuador como la Politécnica Nacional, La Politécnica del Litoral, la Escuela Politécnica del Ejército y la Universidad de Cuenca.

En tanto en el panorama del sector eléctrico en el Ecuador la situación no da buenas señales de cambio, el mundo se divorcia del petróleo, aunque las soluciones no son a corto plazo, el planeta ya busca nuevas alternativas como generalizar el uso de la energía nuclear, del etanol que se obtiene del procesamiento de la caña de azúcar, el maíz y el trigo; de los carburantes biológicos como el diesel biológico cuya fuente son los cocotales filipinos, de la energía fotovoltaica, de la energía eólica, entre otras que se encuentran en proceso de investigación como la energía que se obtiene de las olas del mar, de las corrientes marinas.



Fig.No. 2.1 Energía de las olas del mar

Si bien la energía nuclear resulta ser la más barata y limpia ningún país que ya la tiene, desea incrementar el número de plantas, por la oposición de la población ante

el peligro que esto representa. En EEUU se da incentivos especiales a los agricultores que siembren maíz y trigo para producir etanol, pero la producción es insuficiente para la demanda de este combustible, así mismo da incentivos tributarios a quienes utilicen fuentes de energía alternativa como la fotovoltaica y eólica. Las inversiones en energías solares requieren de mucho espacio y es limitado su tiempo a las horas luz.

En tanto la energía eólica toma más auge en el continente Europeo como Dinamarca, Holanda e Inglaterra con nuevos diseños de parques eólicos denominados "off shore", que son grandes instalaciones en el mar, a poca distancia de la costa, a 30 mts. de profundidad.



Fig.No. 2.2 Parque eólico "off shore"

2.2 Análisis comparativo,

2.2.1 Evolución

Si bien el uso de la energía eólica para la generación de electricidad tuvo su inicio hace 100 años (en Dinamarca), el desarrollo de la industria de la energía eólica data de la década del 70 con máquinas comerciales de 10 a 25 KW (kilowatt) de potencia, que progresivamente fueron evolucionando hacia mayores tamaños, existiendo en la

actualidad aerogeneradores comerciales de 2 MW (megawatt) de potencia (y hasta algunos modelos de 3 MW).

La primera máquina comercial de 1 MW entró en el mercado hace aproximadamente 5 años. Hoy en día la potencia instalada de los parques eólicos de todo el mundo alcanza ya los 60.000 MW, el país con más crecimiento en el último año ha sido España, tanto en potencia instalada, como en capacidad de fabricación de aerogeneradores. Dinamarca, pionera en el desarrollo de la energía eólica espera para el 2030 que el 50 % de la energía producida en ese país sea de origen eólico.

Es una industria en expansión en todos los países que desarrollan esta tecnología, con tasas de crecimiento que superan ampliamente las proyecciones más optimistas por los expertos en la materia.

La GWEC (Global Wind Energy Council) con el respaldo de la EGEA (Europe Geography Association) fijó como objetivos a cumplir en la producción de energía eléctrica para el año 2.000 en Europa una capacidad instalada de 4.000 MW. La misma asociación ya en el año 1.997 fija como nuevo objetivo para el año 2.000 el doble, es decir 8.000 MW. La razón que llevó a modificar tan drásticamente los números propuestos 6 años antes fue la rápida evolución que se produjo durante ese período.

Los costos de generación, para el caso de grandes parques eólicos en sitios con buen viento, son totalmente competitivos en comparación con la energía nuclear y la del carbón (en algunos casos también en comparación con la hidráulica).

La generación eólica representa una fuente eficaz de energía renovable no polucionante, con un potencial enorme en varios sitios del mundo (como es el caso de la Patagonia).

Combinada la generación de energía eólica con una fuente energética de respaldo, como podría ser las hidroeléctricas, se constituye en un sustituto posible de los combustibles fósiles.

En el curso de la última década, el mercado global de la energía eólica se ha ido expandiendo más rápidamente, que ninguna de las otras fuentes de energía renovable, desde el año 2000 la capacidad instalada acumulada ha crecido en promedio un 28 %. Si en 1995 el mundo apenas tenía instalados 4.800 MW en diez años esta cifra se ha multiplicado por doce, superando a fines del 2005 los 59.000 MW.

El resultado es una industria internacional, de la cual se espera que en el 2006 alcance una cifra anual de negocios, superior a los 13 mil millones de euros, es decir una industria sólida, que de acuerdo a las estimaciones emplea 150.000 personas alrededor del mundo. Tal ha sido el éxito de esta industria, que está atrayendo a un número creciente de inversionistas, tanto del campo financiero convencional, como de sectores ligados a las energías tradicionales.

En varios países, la proporción de electricidad generada por la energía eólica, está desafiando a los combustibles convencionales, como en Dinamarca, donde el 20 % de la electricidad del país es proporcionada por el viento.

En el norte de Alemania, la energía eólica puede contribuir en el 35 % del abastecimiento y en España, el quinto país mayor de Europa, esta contribución ha alcanzado al 8 % y está previsto que llegue hasta el 15 % a fines de la década.

Estas cifras muestran que actualmente la energía eólica, puede proporcionar una contribución significativa de energía eléctrica y sin emisiones de carbono y consolidarse como una industria muy rentable.

El año pasado el sector global de la energía eólica, registró otro año récord, durante el 2005 se instalaron en más de 30 países un total de 11.531 MW de nueva capacidad, lo que representó un aumento del 40,5 % anual y un crecimiento acumulado del 24 %, es decir que a finales de 2005, la capacidad instalada mundial de la energía eólica había llegado a los 59.084 MW, obligando a EWEA (Europe Wind Energy Association) a cambiar nuevamente las perspectivas de crecimiento para el año 2010, por cuanto en el 2005 se habían alcanzado ya las marcas propuestas de capacidad instalada.

2.2.2 Tendencia

En muchas partes del mundo, la energía eólica ha crecido muy significativamente y superado hace varios años la fase de experimentación para pasar a ser una fuente de energía establecida, así en el mundo desarrollado y especialmente en Europa, este crecimiento ha estado en gran parte influenciado por la preocupación por el cambio climático global ante el calentamiento del planeta por la combustión de combustibles fósiles.

El discurso sobre el cambio climático, además de ser un tema complejo es extremadamente inquietante, para poner un ejemplo recordando lo devastador que fueron los huracanes Katrina y Rita, su se trata de una efecto de fuerza que es insignificante, comparado a los estragos que el cambio climático podría ocasionar en nuestro planeta, particularmente si los gobiernos del mundo no logran reemplazar el consumo de los combustibles fósiles.

La disminución de las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero, ha adquirido tanto sentido ambiental como económico, por lo que la meta de la política climática global, consiste en mantener el alza de la temperatura global en menos de 2 °C, respecto a los niveles preindustriales, como única manera de evitar un daño dramático a los ecosistemas y un completo trastorno del sistema climático.

Para alcanzar estos objetivos, el mundo necesita comenzar a cambiar y fundamentalmente en la década que viene, deberá cambiar de manera definitiva la generación y utilización de energía.

Las necesidades energéticas globales, están creciendo en un porcentaje asombroso a través del mundo, al mismo tiempo que la volatilidad de los precios del petróleo y de la gasolina, crean una situación de inseguridad de los suministros, que ya está provocando pérdidas gigantescas en la economía global.

La energía eólica, es energía limpia y libre de carbono, es la solución más atractiva para enfrentar los desafíos de la energía a nivel mundial si consideramos adicionalmente que el viento es una energía propia y abundante de los países y que

se lo encuentra en todas las partes del globo terrestre, como para hacer frente a la demanda eléctrica siempre en aumento.

La tecnología demuestra que la generación de energía eléctrica por medios eólicos, no es un sueño para el futuro, sino que es una realidad del presente, que está lo suficientemente madura y que puede ser desarrollada a gran escala.

Gracias a los últimos veinte años de progreso tecnológico, los aerogeneradores han tenido un enorme avance y en la actualidad un parque eólico puede tener una generación comparable a la de una central eléctrica convencional sea del tipo hidráulico como térmico, además de que la generación de energía eólica es cada vez más competitiva con las fuentes convencionales de combustible fósil y hoy ya está en igualdad con las centrales eléctricas a gas o a carbón, su avance tecnológico ha permite reducir los costos de generación como incrementar la capacidad productiva de cada aerogenerador.

Con más de 60.000 MW de capacidad mundial instalada y con un promedio anual de crecimiento del mercado del 28 %, la energía eólica se está convirtiendo rápidamente, en una fuente de energía de uso corriente en muchos países del mundo.

Con la voluntad política existente en diferentes países, para promover su despliegue a gran escala y con medidas de igual importancia de eficiencia energética, se calcula que antes del 2030 la energía eólica podría abastecer el 29 % de las necesidades mundiales de electricidad.

Las decisiones políticas que se tomen en los años que vienen, determinarán por muchas décadas la situación ambiental y económica del planeta, deberán conducir al mundo en desarrollo a construir sus economías sobre los sólidos cimientos de las fuentes de la energía sostenible, para alcanzar un medio ambiente sano, con economías prósperas y estabilidad política, que nos garantice un futuro verdaderamente seguro construido con tecnologías limpias y que promueve el desarrollo regional y la creación de millones de nuevos puestos de trabajo.

El mundo no puede seguir aferrado a las energías "convencionales" para solventar la creciente demanda energética, son las energías alternativas las llamadas a superar este reto y el viento puede y tiene que desempeñar un rol principal en el futuro de la energía del mundo.

La trascendental evolución a nivel mundial que ha tenido el desarrollo de la tecnología de la energía eólica y la capacidad instalada que ha superado ya las metas establecidas en dos décadas, nos ayuda con facilidad a determinar la tendencia a nivel mundial; que impulsada por la corriente ambientalista contra el calentamiento global y por consiguiente contra el consumo de combustibles fósiles; que establece a la generación eléctrica a través de aerogeneradores como la única posibilidad a bajo costo para los países en vías de desarrollo y a la industria del medio como un potencial negocio, generador de empleo y rentabilidad.

Si a esto consideramos que más de un tercio de la electricidad mundial, incluyendo la de usos industriales, podría provenir de manera realista de la energía eólica para mediados de siglo, según el informe "Perspectivas globales de la energía eólica", editado en castellano por Greenpeace y el Consejo Mundial de Energía Eólica.

El informe explica ¿cómo la energía eólica podría proporcionar el 34% de la electricidad mundial para 2050?, y lo que es también muy importante, se concluye que si se instalase toda esa potencia eólica, se evitaría la emisión de 113 mil millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera para 2050.

Así el informe sitúa firmemente a la eólica como una de las fuentes de energía más importantes del mundo en el siglo XXI, que ayudará definitivamente a evitar un cambio climático peligroso, reducirá las emisiones tóxicas, pero que solo se logrará a tiempo con el concurso de esta energía a gran escala.

Las emisiones mundiales de CO₂ deberían reducirse en un tercio para 2020 y a la mitad para 2050, lo cual sólo sería posible si la energía eólica consigue un papel primordial en el sector eléctrico. La problemática en cuestión esta en que si los países con sus gobiernos de turno, ponen los recursos necesarios para que ese papel primordial se alcance lo bastante pronto como para lograr el objetivo de evitar que la temperatura media mundial suba más de 2 grados.

Por eso la organización Greenpeace ha pedido públicamente a los gobiernos que apoyen el desarrollo eólico mediante reformas del mercado eléctrico y eliminando las subvenciones a los combustibles fósiles y a la energía nuclear.

Además del cambio climático, otros retos tales como la seguridad de suministro energético, la creciente volatilidad de los precios de los combustibles fósiles y la creación de empleo son importantes motivos para optar por la energía eólica.

El informe desarrolla tres escenarios diferentes para la energía eólica: un escenario de Referencia basado en cifras de la Agencia Internacional de Energía (AIE), una versión Moderada que asume el éxito de los actuales objetivos de energías renovables y una versión avanzada que asume que se adoptan todas las opciones políticas a favor de las renovables.

Estos tres escenarios se cruzan con otros dos para la demanda energética mundial: un escenario de Referencia en el que el crecimiento de la demanda se basa en las proyecciones de la AIE y un escenario de Alta Eficiencia en el que las medidas de eficiencia energética consiguen una reducción sustancial de la demanda.

La energía eólica ha experimentado un gran crecimiento en los países desarrollados, especialmente en EE.UU. y Europa, aunque también en países como China e India. En definitiva el mercado mundial de energía eólica ha estado creciendo más rápido que ninguna otra fuente de energía renovable.

Desde 1995, donde sólo existían 4.800 MW, el total mundial se ha multiplicado por más de doce para alcanzar 59.000 MW a finales de 2005. Para el 2006 se espera que el mercado internacional genere un retorno de más de 13 mil millones de euros y se estima que tenga 150.000 personas empleadas.

El éxito de esta industria ha atraído inversores de las principales entidades financieras mundiales y de los sectores energéticos tradicionales, de ciudades como España, Dinamarca, Canadá.

Volviendo al tema de mirar el entorno, considerado en el análisis de la situación actual, desde el ámbito de la administración de empresas, debería verse; siendo política de estado; a la generación de energía eólica como una alternativa viable, no

solo para producir energía eléctrica, sino como fuente de generación de empleo, reducción de costos, impulso a la producción industrial, eliminación de ciertos subsidios, que permitirían liberar recursos para invertirlos en el campo social.

Un negocio con un retorno del capital de inversión en cinco años, con rentabilidad superior a los diez años con mínimos costos de mantenimiento y operabilidad, que facilitará la reinversión multiplicando los beneficios sociales y económicos citados, lo que nos permite apreciar su evolución, desde el punto de vista de negocio, como una inversión rentable y lucrativa.

Basados en esto nos planteamos la siguientes preguntas:

- ¿Que determina la rentabilidad futura de un negocio?

Con esta visión de negocio, si consideramos que está estimado el retorno de la inversión en un plazo de cinco años, siendo la vida útil no menor a 15 años, con una prolongación de vida hasta 20 años del cada aerogenerador con un buen mantenimiento preventivo, tendríamos unos 10 años aproximadamente, como mínimo que nos permitiría reinvertir en el negocio para duplicar la ganancia y seguir incrementando la capacidad instalada y por ende seguir multiplicando la rentabilidad.

Pero no solo el retorno y la capacidad de multiplicación de los ingresos determina la rentabilidad, porque si a esto consideramos que día a día se incrementa la demanda o consumo de energía en el país, nos asegura que la capacidad de generación a instalarse no quedará ociosa.

Desde el punto de vista político, el poder que velaba los intereses económicos privados puestos en las generadoras térmicas va desapareciendo, lo que permitirá dar viabilidad a una política energética de estado que vele por los intereses nacionales y de impulso a nuevos proyectos de generación eléctrica como los eólicos, donde ya se ha dado el primer paso con la firma del convenio entre el Ministerio de Energía y Minas con las principales Universidades del país, como la ESPE, ESPOL y la SAN FRANCISCO, para la investigación y desarrollo de proyectos en energías alternativas.

Pero existen otros puntos más a considerar sobre la rentabilidad, uno de ellos es que la energía que se genere por este medio sea comercializada a través del mercado PPA, de tal manera que así se garantice el retorno de la inversión. Por los costos iniciales bajo ningún concepto, puede su producción ser vendida a través de un mercado SPOT, además que en esta propuesta es el Estado quien realizaría la inversión, con lo que asegura su mercado.

Otro punto a tomar en cuenta es que las plantas termoeléctricas están destinadas a desaparecer, por la grave contaminación que afecta al mundo, y sin irnos tan lejos, en el país, las autoridades seccionales cada vez toman mas conciencia del grave efecto de la contaminación del aire, de la tierra y del agua de los sitios cercanos donde operan estas generadoras.

Así mismo, los grupos ambientalistas a nivel nacional y organizaciones no gubernamentales, con mas presencia y voz en el ámbito nacional, presionan a los gobiernos de turno por la reducción de la contaminación ambiental generada por la combustión de motores. Y si sumamos a todo esto la tendencia mundial por la utilización de recursos renovables y energía alternativas, tendremos un conjunto de factores de mucho peso, que sin lugar a dudas hacen muy atractivo como negocio a la energía eólica

- ¿Que factores determinan la posición competitiva de un negocio?

A este punto de análisis, dentro de mirar el entorno, cabe mencionar que existen varios factores que determinan la posición competitiva, de la generación de energía eléctrica a través de los parques eólicos como un negocio rentable del país.

El crecimiento del mercado de la energía eólica, está siendo orientado por un cierto número de factores, cuya combinación ha permitido que en algunas regiones del mundo, se estén impulsando políticas de apoyo para el desarrollo de esta industria. **(Anexo de lectura #5 Estudio de los factores que inciden en la rentabilidad de las instalaciones eólicas)**

Una serie de efectos ambientales se producen por los distintos combustibles utilizados para generar electricidad, entre los que figuran los peligros derivados de la exploración y de la explotación de los combustibles fósiles, sumado a la contaminación causada por los derrames accidentales de petróleo y los riesgos para la salud asociados a la radiación de las plantas térmicas. Estos riesgos y peligros se podrían evitar con la explotación de fuentes renovables de energía.

La energía eólica también posee ventajas económicas, entre las que está la capacidad que tiene su industria para generar empleo, porque abre oportunidades económicas a las comunidades dispersas y aisladas de la red eléctrica.

Seguridad de los suministros: La Agencia Internacional de Energía (IEA), predice que antes del 2030 las necesidades energéticas del mundo, serán casi un 60 % más altas que ahora, al mismo tiempo que las fuentes de combustibles fósiles estarán en rápida disminución, agotándose las reservas mundiales.

Si a esto consideramos que algunas de las principales economías del mundo, dependen cada vez más del combustible fósiles importados, que muchas veces proviene de regiones donde el conflicto armado, étnico y religioso, sumado la inestabilidad política, constituyen una amenaza para la seguridad de los suministros así como para las economías nacionales.

Así mismo y por el contrario, virtualmente en cada país del mundo, la energía eólica es una fuente de energía propia y abundante, que está permanentemente disponible y sin costos de aprovisionamiento como el caso de los combustibles.

Las preocupaciones ambientales: El auge que tiene actualmente la energía eólica, se explica por la urgente necesidad de combatir el cambio climático global, y que hoy en día es un hecho aceptado, que se trata de la más importante amenaza ambiental que enfrenta el mundo.

Para 1997 con el Protocolo de Kyoto, los Estados miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), se comprometieron para rebajar sus emisiones de CO₂ en un promedio de 5,2 %, por lo que el mundo en

desarrollo está más preocupado, por los efectos ambientales directos de la combustión de los combustibles fósiles y particularmente por sus consecuencias sobre la contaminación del aire.

Economía: Mientras que el mercado global va creciendo y con ella una exigente demanda energética, la energía eólica va experimentando una importante baja de sus costos, con relación a 20 años atrás, gracias a tecnologías desarrolladas por la NASA en cuanto a materiales estructurales como en el diseño de aerogeneradores modernos que producen anualmente 180 veces más electricidad que sus predecesores y a menos de la mitad del costo por unidad (Kw/h). En las buenas localizaciones, el viento puede competir en costos con la energía producida por las hidroeléctricas, que es el tipo de generación más económica en el mundo.

La competitividad de la energía eólica, se ha hecho más importante por las recientes subidas de los precios de los combustibles fósiles, y si a esto consideráramos en su totalidad los costos externos del uso de estos combustibles y de la generación nuclear y por lo tanto fueran efectivamente evaluados sus efectos sobre la salud y la contaminación, la energía del viento resultaría incluso más barata que la misma energía hidráulica.

Tecnología e industria: Desde los años 80, cuando fueron desplegados los primeros aerogeneradores comerciales hasta hoy, se han realizado avances impresionantes en capacidad, eficacia y diseño visual, por ejemplo podemos decir que una turbina eólica moderna produce anualmente 180 veces más electricidad que sus equivalentes de hace 20 años.

Las turbinas más grandes fabricadas actualmente, tienen una capacidad de más de 5 MW, con diámetros de las palas por sobre los 100 metros. Los aerogeneradores modernos son modulares y fáciles de instalar y los parques eólicos pueden variar de capacidad, desde algunos megavatios hasta varios cientos.

La energía eólica ha llegado a ser un importante y lucrativo negocio, por lo que para satisfacer la demanda, los principales fabricantes de aerogeneradores, están

habilitando fábricas de millones de dólares alrededor del mundo, en una industria cada vez más floreciente.

Los Recursos Eólicos Mundiales y la Integración a la Red: Los estudios y las evaluaciones que se han realizado, confirman que los recursos eólicos mundiales son inmensos y además bien distribuidos a través de casi todas las regiones y países alrededor del mundo. La carencia de viento es tan poco probable, que no puede considerarse como un factor limitante, para el desarrollo global de la energía eólica, en la medida en que la industria se va ampliando, estas grandes cantidades de electricidad necesitarán ser integradas en la red global y esto no debiera considerarse un problema mayor, puesto que la variabilidad del viento, no es un obstáculo para este desarrollo.

Los métodos de control establecidos y la capacidad de respaldo disponible para gestionar los elementos variables de la demanda y de los suministros, permiten que actualmente se pueda manejar adecuadamente la integración de la energía eólica a niveles cercanos al 20 % de penetración, por encima de estos márgenes, se podrían necesitar algunos cambios en los sistemas de energía y en sus métodos de operación.

Las técnicas de pronósticos mejoradas y la dispersión geográfica creciente de los parques eólicos, serán una gran ayuda para la integración a la red, ya que el viento siempre está soplando en alguna parte.

El potencial para incorporar grandes cantidades de generación eólica, ya ha sido probado con éxito en Dinamarca, en donde ya tienen la capacidad de resolver el 20 % del consumo total de electricidad a través de la energía eólica. En esta misma línea, un estudio en Alemania concluye que la energía eólica podía triplicar su producción para el 2015, abasteciendo el 14 % del consumo neto de electricidad y sin ninguna necesidad de recurrir a reservas o balances de otras centrales eléctricas.

El costo de inversión permitirá el retorno a mediano plazo, con un costo de generación del Kilovatio hora (Kw/h) aproximado al costo de generación de las

hidroeléctricas (de 4 a 5 centavos de dólar), que dejaría de lado la competencia de las termoeléctricas por su alto costo de generación (12 centavos de dólar el Kw/h).

Toda esta gran industria en movimiento, produce además la generación de puestos de trabajo, con un efecto en cadena que contribuiría a la reactivación de la economía nacional, lo que necesariamente determinaría la necesidad de una política estatal de preferencias para facilitar la constitución de esta nueva industria.

Finalmente la tendencia mundial y nacional contra la contaminación y la utilización de energías alternativas que ayuden a mitigar el problema del calentamiento global, sumado a la capacidad de generación instalada en el mundo y a la creciente industria de producción de aerogeneradores, permiten avizorar el futuro para este tipo de energías y la eminente desaparición de las termoeléctricas.

Si bien es cierto que existen otros medios de generación, algunos desarrollados como la energía atómica y de hidrógeno, éstas resultan ser demasiado costosas por su inversión, tecnología y riesgo, otras como el gas metano, resulta más contaminante que la de combustibles fósiles y otras como la energía de corrientes marinas, de las olas se encuentran en proceso de investigación y desarrollo, que para que entren en un proceso de explotación y comercialización deberá pasar mucho tiempo, tiempo que el mundo, ni el país no lo tiene.

- ¿En que debemos ser diferentes?

Si bien el producto en si que es la electricidad, no tiene diferenciación define en último término su calidad, se podría considerar que dependiendo del lugar donde se encuentra emplazada la empresa generadora, la menor o mayor aceptación dependerá de la contaminación al medio ambiente que ésta genere.

- ¿Cómo desarrollar las ventajas competitivas?

Las ventajas competitivas, al ser la energía eléctrica un producto común que no puede tener una diferenciación, sobre todo en lo que respecta a la calidad, por que ésta depende de muchos factores que tienen que ver directamente con la distribución, la ventaja competitiva radicara en la generación de una energía más limpia y más barata, que permita generar utilidad a la vez que deje de representar una carga para el estado en lo que se refiere a subsidios y genere nuevas fuentes de trabajo.

2.2.3 Perspectivas.

El Consejo Mundial de Energía Eólica (GWEC) es el foro mundial del sector eólico, reúne a las empresas y a sus asociaciones. Las entidades asociadas al GWEC representan a unas 1500 empresas, organizaciones e instituciones en más de 50 países, incluyendo a todos los grandes fabricantes mundiales de aerogeneradores y al 99% de los más de 59.000 MW eólicos instalados en el mundo.

Los resultados muestran que la generación de energía eléctrica por medio de la energía eólica, puede realizar una gran contribución para satisfacer la necesidad mundial de electricidad limpia y renovable en los próximos 30 años y que su penetración en el sistema de suministro puede aumentarse sustancialmente si al mismo tiempo se ponen en marcha medidas serias de eficiencia energética.

Bajo el escenario eólico de **Referencia**, la energía eólica suministraría el 5% de la electricidad mundial para 2030 y el 6,6% para 2050; en el escenario **Moderado**, la contribución de la generación eólica iría desde el 15,6% en 2020 al 17,7% en 2050, y bajo el escenario **Avanzado**, la contribución eólica a la demanda eléctrica mundial iría desde el 29,1% en 2030 hasta el 34,2% en 2050.

Los tres escenarios asumen que una proporción cada vez mayor de la nueva potencia eólica se instalará en mercados crecientes tales como América del Sur, China, el Pacífico y Asia Meridional.

En 2005, el sector eólico mundial registró otro año record, con un total de 11.531 MW de potencia nueva instalada, lo que representó un aumento del 40,5% en base anual y un 24% acumulativo.

La energía eólica está ahora establecida definitivamente como una fuente de generación de energía eléctrica en unos 50 países, en la cabeza (datos a fin de 2005) figuran Alemania (18.428 MW), España (10.027 MW), EE.UU. (9.149 MW), India (4.430 MW) y Dinamarca (3.122 MW), muchos otros países, incluyendo Italia, Reino Unido, Holanda, China, Japón y Portugal han alcanzado los 1.000 MW instalados.

FUERZAS DE PORTER

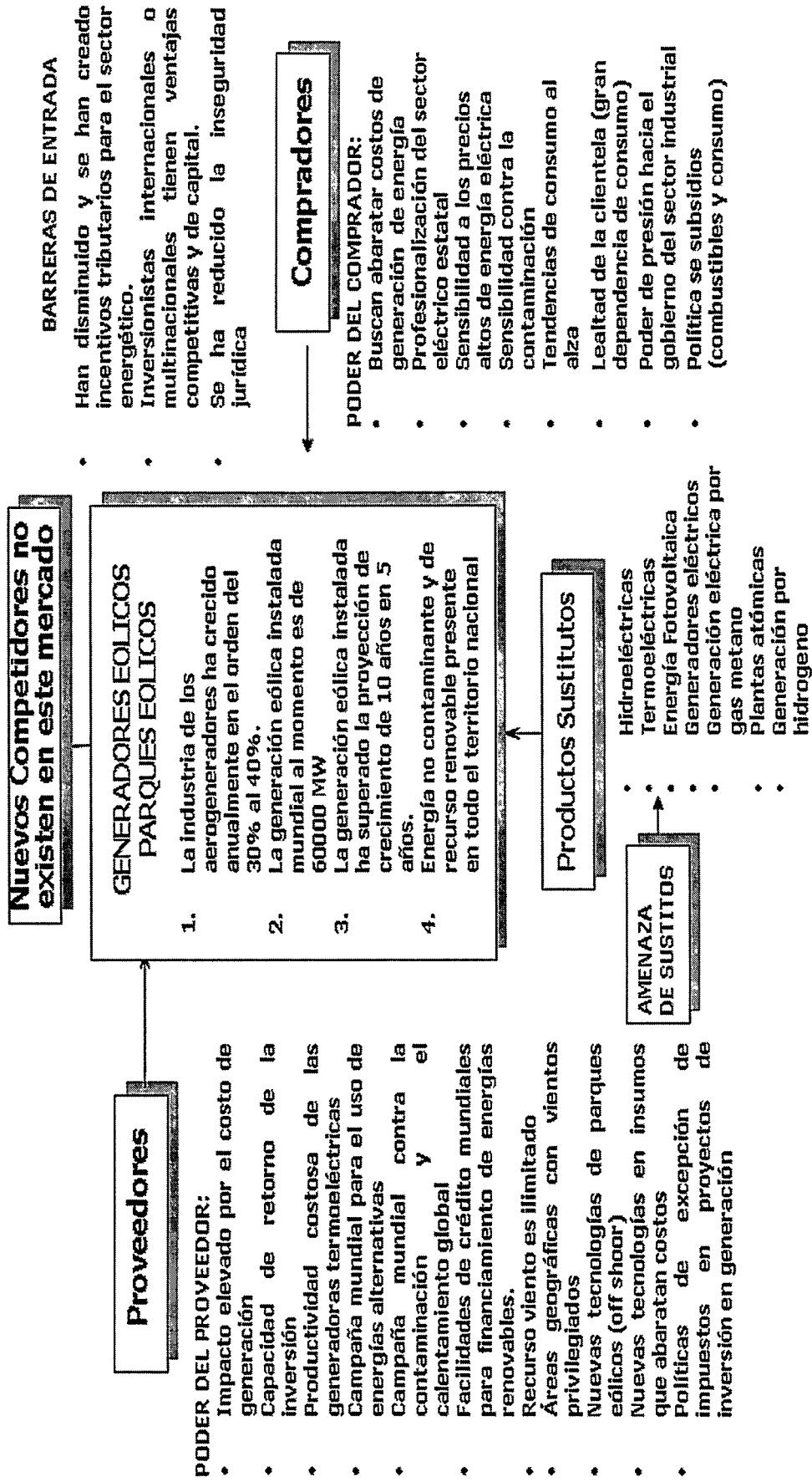


Fig No. 2.3 "Matriz 5 Fuerzas de Porter"

Las perspectivas de empleo son muy alentadoras, el número de puestos de trabajo creados por el mercado eólico mundial irán desde 480.000 en 2030 bajo el escenario de **Referencia** a 1,1 millones bajo el escenario **Moderado**, hasta 2,1 millones bajo el escenario **Avanzado**.

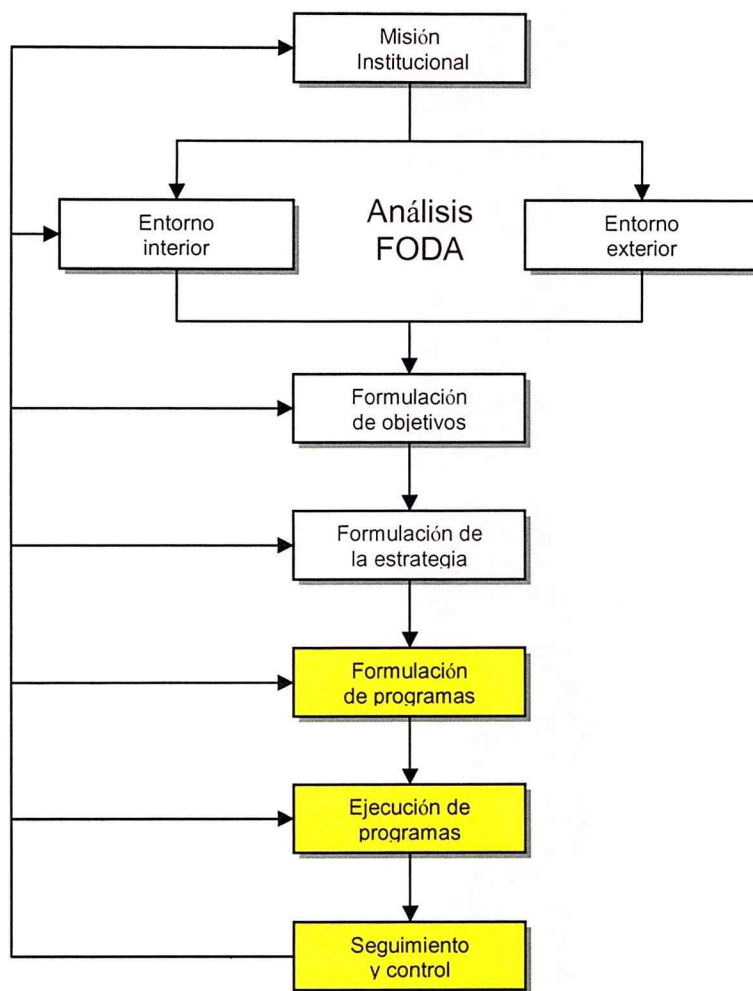
En lo que respecta al ahorro de CO₂, va desde 535 millones de toneladas métricas anuales en 2030 bajo el escenario de **Referencia** a 1.661 millones de toneladas bajo el escenario **Moderado**, hasta 3.100 millones bajo el escenario **Avanzado**.

Greenpeace ha presentado un informe elaborado por expertos internacionales, encabezados por Garrad Hassan, donde se asegura que 150 millones de hogares de la Unión Europea podrían funcionar en el año 2020 con la energía eólica que se generará en las costas europeas, sin tener al momento los estudios de proyección de la generación eléctrica Off Shore, que aprovecharía de mejor manera la fuerza de los vientos marinos.

2.3 Resultados

Para poder definir los resultados en relación con los objetivos planteados, hemos considerado necesario realizar una serie de análisis desde el punto de vista de Planificación Estratégica, que nos permita ampliar el concepto de la viabilidad del proyecto propuesto, por lo cual nos hemos planteado la siguiente estructura:

Es importante anotar, que la formulación de programas, así como su ejecución, seguimiento y control, dependerá de las metas propuestas por el Gobierno Nacional dentro de su Política de Estado para el sector energético. Donde debe estar claramente expuesto el **Qué, Cuándo, Cómo** se dará el impulso al sector energético para la elaboración y ejecución de proyectos energéticos y la explotación de energías alternativas, para eliminar la dependencia de las termoeléctricas y los subsidios que estas reciben por combustibles y comercialización.



Gráf. No. 2.5 Secuencia para la búsqueda de resultados

En conclusión, que de no existir el interés político en la solución del problema energético, todo esfuerzo, estudio, proyecto será inútil y descansará en una biblioteca, a menos que la inversión nacional o internacional se haga presente y de curso a una nueva empresa o industria de generación eléctrica altamente rentable.

2.3.1 Visión de futuro de la Energía Eólica

Constituirse en la segunda fuente de generación de energía eléctrica en el país, que conjuntamente con las generadoras hidroeléctricas sean la solución definitiva al problema de generación eléctrica para el mercado nacional, permita la creación de nuevas fuentes de trabajo, reducir la contaminación y generar rentabilidad para el estado como su principal inversionista y demás empresas involucradas en el sector.

2.3.2 Análisis FODA: Diagnóstico Situacional

Conocido la evolución y tendencia de la energía eólica mundial, así como la problemática que envuelve al tema de la generación eléctrica nacional, nos detendremos en tratar de analizar los aspectos internos y del entorno utilizando la metodología FODA (Matriz de características fuertes y débiles).

2.3.3 Aspectos Internos: Fortalezas y Debilidades

Fortalezas:

De acuerdo con la ponderación del Análisis FODA (**Anexo #1**), que se obtiene mediante la Matriz de Áreas de Iniciativa Estratégica Ofensiva, las más importantes **Fortalezas** de la Energía Eólica son: 1) Energía limpia no contaminante, 2) Ubicación geográfica del país, 3) Recurso viento, es renovable e inagotable, 4) Precios competitivos frente a otras formas de generación de energía eléctrica, 5) Generación de plazas de trabajo, 6) Tendencia nacional contra la contaminación por combustibles fósiles 7) Política de estado, 8) Apoyo de la población, 9) Eliminación de los subsidios a los combustibles para generación eléctrica, 10) Liberación de recursos para inversión social.

Energía limpia no contaminante, la generación de energía eléctrica por medio de generadores eólicos, no contamina el medio ambiente con la quema de combustibles sólidos, ni desaloja desechos sólidos o residuos contaminantes a afluentes o terrenos aledaños.

Ubicación geográfica: El Ecuador se encuentra en un sitio privilegiado de Sudamérica, con vientos regulares y en especial en los meses de junio hasta septiembre, que son precisamente los meses de estiaje para la región central donde se genera la mayor cantidad de energía para el país. Adicionalmente la cordillera de los Andes, las costas del Pacífico son lugares ideales para la instalación de parques eólicos por la bondad de sus vientos, al tener el país solo dos estaciones climáticas.

Recurso viento es renovable y inagotable: Se dice que el viento es un recurso renovable por cuanto el movimiento de rotación de la tierra es el que genera los vientos por lo tanto siempre se están produciendo y por lo tanto son inagotables y se encuentra presente en todo el globo terrestre.

Precios competitivos: La generación por medios térmicos tiene un costo de \$0,12 en tanto que la generación por medios eólicos se encuentra entre los 4 y 5 centavos de dólar, similar al costo de generación por medios hidráulicos, lo que representa el 300% menos por cada Kw/h generado.

Generación de plazas de trabajo: La implementación de este tipo de generación eléctrica crearía nuevas plazas de trabajo, que seguirían incrementándose conforme se incremente la capacidad de generación e inversión en el sector.

Tendencia nacional contra la contaminación por combustibles fósiles: Actualmente en el país existe una corriente de rechazo a la contaminación ambiental y a todo tipo de actividad que perjudique al medio ambiente. Las ONG's ambientalistas han tenido cada vez más presencia y se han pronunciado en el país contra el grave perjuicio que representa al medio ambiente la generación por medios térmicos.

Política de Estado: El último gobierno del Presidente Palacio dio un paso en la política de estado respecto al problema energético al firmar convenios de investigación y desarrollo de proyectos energéticos en energías alternativas, además impulsó la construcción y finalización de proyectos hidroeléctricos que han estado estancados por años. La expectativa nacional con el nuevo gobierno del presidente Correa, es que el se continúe con el apoyo al sector energético como una prioridad de inversión para reactivar la economía con tarifas mas baratas de electricidad.

Apoyo de la población: Por la misma corriente ambientalista, y con la idea de la creación de las nuevas plazas de trabajo con todo lo que esto abarca y las ventajas que representaría para el país poder contar con un nuevo tipo de generación que abarate costos del KW/h y solucione definitivamente el problema energético del país,

la población consultada estaría de acuerdo en la implementación de parques eólicos en el territorio nacional.

Eliminación de los subsidios a los combustibles para la generación eléctrica:

Al poder contar con suficiente energía eléctrica y barata, se podrían eliminarse los subsidios a los combustibles para las generadoras térmicas, por el problema de la generación eléctrica, así como el subsidio de \$0,4 centavos de dólar que el Estado paga a dichas generadoras térmicas por la diferencia entre el costo de generación con el costo de comercialización.

Liberación de recursos para inversión social: Como consecuencia de la eliminación de subsidios por combustibles y comercialización, el estado se ahorraría gran cantidad de recursos que podrían ser reorientadas a gastos de inversión social o de la misma generación con un efecto multiplicar de beneficios para el país.

Experiencia de la industria Eólica por mas de 50 años: la experiencia que han alcanzado las industrias de generadores eólicas, en los últimos años, sobre todo con el impulso político y económico de los gobiernos de los países industrializados; como el caso de EEUU, Holanda, Canadá, España; que han estudiado y desarrollado a través de procesos investigativos nuevas aleaciones metálicas, así como diseños aerodinámicos mas eficientes que permiten aprovechar de mejor manera la fuerza del viento, y abaratar costos de fabricación, han permitido que esta nueva industria se desarrolle tecnológicamente y desarrolle nuevos modelos de aerogeneradores más versátiles y potentes que les permite competir con las generadoras térmicas en costos de inversión.

Debilidades: Las mayores ***Debilidades*** de la generación por medios eólicos, tal como han sido determinadas mediante la Matriz de Áreas de Iniciativa Estratégica Defensiva, son:

- 1) Instituto meteorológico (INAHMI) deficiente en tecnología y carente de estudio de vientos y mapas eólicos.
- 2) Estructura política con rezagos de poder que tiene intereses económicos en las termoeléctricas

- 3) Carencia de conocimientos técnicos y experiencia a nivel nacional en el sector eólico
- 4) No está definida una política de estado en el sector energético
- 5) Falta de interés político en la solución del problema energético
- 6) Inseguridad jurídica
- 7) Falta de recursos económicos por parte del Estado

Instituto meteorológico (INAHMI) deficiente en tecnología y carente de estudio de vientos y mapas eólicos: El estado no ha permitido el desarrollo tecnológico del INAHMI, lo que lo mantiene con recursos ilimitados que le han impedido mantener operativas varias estaciones meteorológicas en el país, por lo tanto la información de vientos es insuficiente para la elaboración de los mapas eólicos.

Estructura política con rezagos de poder que tiene intereses económicos en las termoeléctricas: Es conocido a nivel nacional, el interés que a lo largo de los años han demostrado algunos parlamentarios, en mantener los beneficios (subsidios) que reciben las generadoras térmicas, respondiendo a intereses particulares o de un grupo político de poder.

Carencia de conocimientos técnicos y experiencia a nivel nacional en el sector eólico: Durante la última década en el país se han llevado a cabo algunos proyectos eólicos, siendo el de Galápagos el más destacable, sin embargo no dio los resultados previstos, sobre todo por la falta de conocimientos técnicos en el sector y la carencia de profesionales preparados en la materia para llevar adelante su implementación y explotación.

No está definida una política de Estado en el sector energético: Si bien se han dado los primeros pasos políticos para tratar de solucionar el problema energético del país, falta una planificación estratégica en el área energética que permita una línea de trabajo y metas a largo plazo, que recoja el interés nacional y no establecer soluciones parche por parte de cada gobierno de turno.

Falta de interés político en la solución del problema energético: Además de no estar definida una política de Estado y no tener una proyección a futuro de las metas

a obtenerse en el área energética, se suma la falta de interés que los gobiernos de turno han puesto en la solución de problemas, limitándose en las últimas dos décadas a dar soluciones parche como los decretos de emergencia.

Inseguridad jurídica: La inestable situación política del país, donde se cambian los gobiernos elegidos democráticamente, sin que culminen su periodo para el que fueron elegidos, así como el irrespeto a la Constitución Política de la Nación y a las instituciones legalmente establecidas, han mantenido el riesgo país en un nivel alto, lo que a ahuyentado la inversión privada no solo en el área energética.

Falta de recursos económicos por parte del Estado: La falta de una política de Estado para el sector energético, le ha privado de poder contar con los recursos del presupuesto del estado para ejecutar proyectos hidroeléctricos que tienen años de realizados sus estudios, y podría acontecer una situación similar para el desarrollo de proyectos eólicos que se realicen para el país.

2.3.4 Aspectos Externos: Oportunidades y Amenazas

Oportunidades:

Las mejores **Oportunidades (Anexo #2)**, para los sistemas de generación eólica son: 1) Desarrollo y experiencia mundial en la industria eólica, 2) Corriente de apoyo mundial a las energías alternativas no contaminantes, 3) Apoyo económico mundial y crédito blandos a los proyectos energéticos ecológicos, 4) Tratado de Kyoto 5) Inestabilidad en los precios del petróleo y sus derivados, 6) Inestabilidad política en la región de Medio Oriente y los principales países productores de petróleo, 7) Crecimiento acelerado de la industria eólica y la potencia instalada en el mundo.

Desarrollo y experiencia mundial en la industria eólica: La energía eólica ha tenido su desarrollo en más de 70 años, pero en las tres últimas décadas ha tenido un repunte por el interés que han demostrado los países industrializados en buscar nuevas fuentes energéticas, lo que ha permitido desarrollar la tecnología en el área,

para aprovechar de mejor manera la fuerza del viento a precios de generación cada vez más baratos.

Corriente de apoyo mundial a las energías alternativas no contaminantes: La necesidad de satisfacer la demanda energética mundial y evitar la contaminación ambiental con la quema de combustibles fósiles, así como la creciente exigencia mundial porque se reduzcan los niveles de contaminación, ha llevado a los países desarrollados a invertir en investigación y desarrollo de las energías alternativas no contaminantes.

Apoyo económico mundial y crédito blandos a los proyectos energéticos ecológicos: Organizaciones no gubernamentales, así como fundaciones están proporcionando a nivel mundial créditos blandos o no reembolsables para la implementación de proyectos energéticos ecológicos, que contribuyan a reducir la quema de combustibles fósiles y la contaminación ambiental.

Tratado de Kyoto: Firmado por los principales países industrializados, aunque EEUU no lo ha ratificado, a permite elaborar una agenda mundial para encontrar mecanismos para solucionar el grave problema de la contaminación ambiental por el consumo de combustibles fósiles que han llevado a la destrucción de capa de Ozono y al calentamiento global, a la vez impulsar a nivel mundial la utilización de energías alternativas no contaminantes, con especial atención a la energía eólica por sus proyecciones de capacidad instalada.

Inestabilidad en los precios del petróleo y sus derivados: Siendo el país importador de derivados como el diesel, nafta y gas licuado, el volátil precio del petróleo por la inestable situación de medio Oriente provocan que estos productos suban sus precios, con el consiguiente perjuicio económico para el país, lo que a su vez determina aumentar el subsidio que recibe las operadoras térmicas por el uso de estos combustibles.

Inestabilidad política en la región de Medio Oriente y los principales países productores de petróleo: Los continuos conflictos étnicos, religiosos y políticos, que afectan a los principales países productores como Irak, Irán, Arabia Saudita,

entre otros provocan una situación de inestabilidad en la producción de petróleo, creando la volatilidad de los precios del crudo y el impacto en las economías globales por los altos precios del mercado internacional dados por la oferta y demanda

Crecimiento acelerado de la industria eólica y la potencia instalada en el mundo: El impulso a nivel mundial que ha recibido la generación de electricidad por medio de parques eólicos, así como las bondades que prestan sus sistemas, han permitido el crecimiento acelerado tanto de la industria como de la potencia instalada, lo que ha determinado el florecimiento de esta tecnología como un negocio muy rentable que mueve billones de dólares.

Amenazas:

Las mayores Amenazas para los proyectos de energía eólica son: 1) Eliminación de los créditos blandos a proyectos energéticos ecológicos, 2) Desarrollo acelerado de una nueva tecnología de generación eléctrica no contaminante y económicamente más barata

Eliminación de los créditos blandos a proyectos energéticos ecológicos: Sería una posibilidad que está sujeta a la condición de riesgo de país y de la seriedad de los proyectos, así como de la voluntad o apoyo que se reciba por parte de los gobiernos de turno.

Desarrollo acelerado de una nueva tecnología de generación eléctrica no contaminante y económicamente más barata: El desarrollo de nuevas tecnologías, para que sean comercialmente rentables o utilizables, ha demostrado por experiencia mundial que tarda décadas; sin embargo no se descarta la posibilidad de que en los procesos de investigación y desarrollo que llevan adelante los países desarrollados, apoyados de los últimos avances de la ciencia, se encuentre una nueva tecnología que permita la generación de energía eléctrica a costos mínimos y que sea lo suficientemente potente para llevársela a gran escala sin riesgos de contaminación o peligro para la humanidad.

2.3.5 Matrices de Iniciativa Estratégica

La *Matriz de Iniciativa estratégica Ofensiva (Anexo #3)* muestra la relación existente entre los aspectos positivos internos que son las Fortalezas y aspectos externos que son las Oportunidades, y demuestra la capacidad que tiene la organización para utilizar sus fortalezas más importantes y aprovechar las oportunidades detectadas en el entorno. El foco de la acción estratégica (*Anexo 3*) está contenido entre la Fortalezas y las Oportunidades que obtienen la mayor calificación en la priorización.

En ese sentido el Estado deberá desarrollar sus estrategias hacia afuera (*ofensivas*) utilizando sus fortalezas que radica en el Poder Ejecutivo y planificación.

En éste último aspecto se podrían consolidar las oportunidades de desarrollar proyectos energéticos, apoyado en el aprovechamiento de las tecnologías desarrolladas mundialmente, como la eólica con sus oportunidades de crecimiento mercado, aprovechar el desarrollo e innovación en tecnología y la tendencia mundial de apoyo a proyectos energéticos ecológicos que ayuden a disminuir el consumo de combustibles fósiles.

Por otra parte, mediante la *Matriz de Iniciativa Estratégica Defensiva (Anexo 4)*, se ponen en evidencia aquellos factores (debilidades) que deben ser protegidos de las amenazas existentes en el entorno. Igualmente, el foco de la acción estratégica está en la relación existente entre las Amenazas y las Debilidades que obtuvieron la mayor calificación.

Esto hace que el Estado deba prestar mucha atención a su aspecto interno como la calificación de riesgo país que limita su acceso a créditos, la inseguridad jurídica y respeto de las instituciones, pero sobre todo a la falta del interés político para salvar el problema energético del país:

2.3.6 Matriz General Electric (Anexo # 5).

Factores de Atractivo de Mercado:

- Se prevé un crecimiento de la demanda de consumo en un 4,28% anual, y en forma sostenida hasta el 2010, debiendo revisarse las perspectivas para la siguiente década que se prevé al alza.
- Le generación de las hidroeléctricas están sujetas a las condiciones climáticas, además que las generadoras que han entrado recientemente en funcionamiento, requieren un tiempo de prueba para entrar a funcionar plenamente y otros proyectos en ejecución como Mazar tienen varios años para entrar a operar, y si consideramos la demanda creciente, es atractivo el mercado de consumo.
- El poder político a perdido espacio de influencia en el nuevo Gobierno, lo que le permite un margen de maniobra para imponer una política de inversión al sector energético y definir una Política de Estado a largo plazo.
- Oposición de sectores sociales, comunidades a la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas, por la afectación que representa a los terrenos para la formación de la represas que se requieren para este tipo de sistemas de de generación eléctrica.
- Tendencia nacional y corriente mundial contra el consumo de combustibles fósiles por la contaminación que representa al medio ambiente.
- Presiones sociales, como las Cámaras de Comercio, Industriales, etc., a nivel nacional para encontrar soluciones definitivas al problema energético que afecta año a año al país, provocando cuantiosas pérdidas a los sectores productivos, elevando sus costos de producción con un efecto domino de perjuicio para la sociedad.

- Presiones sociales para la asignación de recursos para inversión social, recursos económicos que al momento no dispone el Gobierno y podrían ser reorientados del presupuesto del Estado, de los egresos utilizados en los subsidios por concepto de combustibles para las generadoras térmicas y por la diferencia del costo de comercialización.

Factores de la Posición de la Empresa (Anexo #6):

- Las termoeléctricas tienen una capacidad de generación eléctrica que representa entre el 43% de la capacidad total de generación en el país, variante que se da cuando las generadoras hidroeléctricas quedan fuera de producción por falta de agua en sus represas, mantenimiento, daños, etc., espacio que es ocupado inmediatamente por las térmicas gracias a su capacidad instalada.
- Precios competitivos con los costos de generación hidroeléctrica y tres veces inferior al costo de generación de las térmicas.
- Generación de energía eléctrica de iguales características y especificaciones técnicas, que la producida por el resto de generadoras a nivel nacional, sean hidroeléctricas o térmicas.
- Generación de energía limpia, no contaminante para el medio ambiente.
- Desarrollo a nivel mundial de la tecnología eólica, que garantiza la generación de energía eléctrica, así como el soporte post venta.

2.3.7 Estrategias FO FA DO DA (Anexo #7).

Al realizar un análisis de la situación actual de la problemática que afecta al sector energético y de la propuesta de la energía eólica como alternativa de solución frente a las generadoras térmicas, tomando como herramienta sus fortalezas y debilidades, así como sus oportunidades y amenazas, definiremos las acciones que en

combinación con los elementos del FODA, nos permitirán establecer las áreas estratégicas de acción.

- FO **Fortalezas/Oportunidades.**
- FA **Fortalezas/Amenazas.**
- DO **Debilidades/Oportunidades.**
- DA **Debilidades/Amenazas.**

A partir de este trabajo se ordenaron las estrategias y se realizó el Diagrama de Relaciones, para posteriormente eliminar aquellas que aparecieron similares o contenidas, para finalmente proceder a identificar las relaciones internas de causa y efecto de la estrategia a través del Mapa de Estrategias.

2.3.8 Definición de los elementos del sistema de servicio de la energía eólica

- Instalaciones de apoyo:** El país cuenta con una Red integrada de distribución a nivel nacional, además de las interconexiones con Colombia y Perú para la compra de energía eléctrica, por otro lado cuenta con estaciones centrales y subestaciones de transformación y distribución, así como también se cuenta con la infraestructura administrativa necesaria para la comercialización y mantenimiento técnico. Cabe mencionar en este aspecto, que la energía eólica será complementaria a la generación hidroeléctrica, con la finalidad de suplir la capacidad instalada de las termoeléctricas.
- Bienes facilitadores:** La experiencia a nivel mundial en el ámbito de la tecnología eólica, se encuentra ampliamente difundida y abierta, contándose a nivel mundial con industrias de aerogeneradores, centros de capacitación en fábricas y universidades como parte de las carreras técnicas.

Adicionalmente se encuentran disponibles por parte de los países industrializados, ONG's y fundaciones, recursos económicos para llevar adelante

proyectos energéticos que reduzcan el consumo de combustibles fósiles, para tratar de mitigar los efectos del calentamiento global.

Recursos económicos disponibles de los excedentes del petróleo, que pueden ser invertidos como programa social para el establecimiento de parques eólicos con lo cual se generarían puestos de trabajo, reducción del costo del Kw/h para beneficio de la población y de las empresas e industrias para reactivar la producción, eliminación de subsidios y liberación de recursos.

- c. **Servicio explícito:** La energía eólica permite el aprovechamiento del recurso viento en forma mecánica, que por medio de bobinas transforma la energía mecánica en energía eléctrica, con las mismas características de los otros sistemas de generación como la hidráulica, térmica, nuclear, etc.
- d. **Servidores:** Todo el personal que se encuentre capacitados técnicamente para el sector eléctrico, así como otros profesionales en el área administrativa. Debiéndose contar inicialmente con personal asesor de parte de las empresas proveedoras de aerogeneradores para la implementación, desarrollo, explotación y capacitación del personal técnico que trabajaría en la nueva empresa.

2.3.9 Marketing de servicio (6 P)

Producto: Sistema de generación de energía eléctrica limpia no contaminante, de corriente alterna a 50 Hz o 60 Hz, directamente conectada a la red de alta tensión a nivel nacional, (Ecuador utiliza solamente 60 Hz).

Precio: Muy competitivo, a un costo de 4 a 5 centavos de dólar.

Por Kw/h generado.

Plaza: A nivel nacional, con preferencia en el sector montañoso, sobre los 3000 msnm, o a nivel costa en la Península de Santa Elena o tipo "Off Shore" en cualquier parte de la costa marítima o de la región Insular.

Tesis: La Generación de energía eléctrica por medios eólicos como alternativa al problema energético del país frente a los sistemas tradicionales

Promoción: Publicaciones o reportajes en los principales medios escritos, de radio o televisión, sobre las ventajas de la implementación de sistemas eólicos, frente a otras formas de generación como la termoeléctrica.

Personas: Autoridades a nivel nacional, que permitan llevar adelante el proyecto eólico.

Procedimientos: Procesos definidos a nivel nacional para proyectos de inversión o desarrollo por parte del Estado, debidamente legalizado y canalizado por el Ministerio de Energía. El proyecto eólico deberá cumplir las normas internacionales estandarizadas de viabilidad.

2.3.10 Estrategias del mercado

Por diferenciación:

Los sistemas eólicos, permiten la generación de energía eléctrica limpia, es decir sin contaminación, ni al medio ambiente, ni a la tierra, ni al agua, utilizando un recurso interminable como lo es el viento.

Un parque de 10 MW:

Evita	22.480 Tn. Al año de CO ₂
Sustituye	2.447 Tn. equivalentes de petróleo
Aporta	Trabajo a 130 personas al año durante el diseño y la construcción
Proporciona	Industria y desarrollo de tecnología
Genera	Energía eléctrica para 11.000 familias

Podemos mencionar como referencia que cada kW./h de electricidad generada por energía eólica en lugar de carbón, combustibles, evita:

0,60 Kg. de CO₂, dióxido de carbono

1,33 gr. de SO₂, dióxido de azufre

1,67 gr. de NO_x, óxido de nitrógeno

Otra ventaja de los sistemas eólicos, es que al finalizar la vida útil de la instalación, el desmantelamiento no deja huellas o puede ser reemplazada muy fácilmente.

Las estrategias seleccionadas fueron:

1. Establecer una política de Estado a largo plazo que facilite la ejecución de proyectos eléctricos y el apoyo internación en el área.
2. Impulsar el estado la obtención de créditos blandos o no reembolsables por medio de sus representaciones internacionales.
3. Fomentar nuevas especializaciones de las carreras universitarias orientadas al desarrollo de tecnologías energéticas.
4. Aprovechar las energías disponibles comercialmente.
5. Garantizar por parte del gobierno y de las instituciones del estado, el respeto a la constitución, leyes y normas vigentes y el respeto a los compromisos internacionales.
6. Incentivar financieramente a nivel nacional e internacional, la inversión en el área energética
7. Fortalecer el desarrollo de la energía eólica en el país.
8. Desarrollar proyectos paralelos para aprovechar de mejor manera los recursos disponibles a nivel mundial.
9. Eliminar definitivamente la influencia de poder político en asuntos de interés nacional.
10. Explotar la experiencia para el uso de la energía eólica
11. Definir los objetivos, metas y el apoyo estatal al sector energético a largo plazo

2.3.11 Diagrama de relaciones

Aplicando el Diagrama de Relaciones (**Anexo #8**), las mismas que demuestran las relaciones de causa y efecto, determinamos las acciones más importantes que deben ser ejecutadas con prioridad, los efectos resultantes de estas acciones objetivo y las áreas de focalización (Factores Clave de Éxito) de la estrategia diseñada.

Detallamos los elementos Causa Raíz:

Causas Raíz (Acciones que generan los mayores efectos, en orden de importancia):

- Establecer una política de Estado a largo plazo que facilite la ejecución de proyectos eléctricos y el apoyo internación en el área. (Causa Raíz #1)
- Impulsar el estado la obtención de créditos blandos o no reembolsables por medio de sus representaciones (Causa Raíz #2).
- Definir los objetivos, metas y el apoyo estatal al sector energético a largo plazo (Causa Raíz #3)
- Garantizar por parte del gobierno y de las instituciones del estado, el respeto a la constitución, leyes y normas vigentes y el respeto a los compromisos internacionales (Causa Raíz #4)

Efectos ó Resultados Netos:

- Explotar la experiencia internacional para el uso de la energía eólica.
- Empezar la explotación de la energía eólica en el país
- Eliminar definitivamente la influencia de poder político en asuntos de interés nacional.

2.3.12 El Mapa de la Estrategia

Se ha elaborado el Mapa de Estrategias (Anexo #9), el mismo que identifica las relaciones de causa y efecto de la estrategia planteada mediante el diagrama de relaciones indicado anteriormente. Una cuidadosa lectura de este Mapa de la Estrategia permite identificar el Gran Objetivo al cual debe dedicarse el Estado como principal involucrado en la solución del problema energético en el curso de los dos próximos años, las Áreas de Focalización o factores clave del éxito (FCE) de la estrategia, donde se debe intervenir inmediatamente con un conjunto de acciones (Directrices del plan) que permitan lograr los objetivos claves en la solución del problema planteado.

Gran objetivo

En consecuencia, el Gran Objetivo del Estado para los próximos dos años de operaciones (2007 y 2008) será:

- Definir una Política de Estado para el sector energético a largo plazo, que permita contar con recursos del presupuesto del estado para el desarrollo de proyectos energéticos, que fomente la inversión nacional e internacional y que elimine definitivamente la influencia del poder político en el sector.

2.3.13 Áreas de focalización

Las áreas de focalización o Clave de Éxito (FCE) de la estrategia del Estado, que servirán para direccionar y realizar acciones correctivas así como para evaluar el comportamiento de las acciones concretas son:

- Despolitizar el sector energético.
- Eliminar la corrupción
- Orientar recursos económicos para la ejecución de proyectos eléctricos a partir de los excedentes del precio del petróleo.

- Garantizar la Seguridad Jurídica
- Eliminar el poder de los sindicatos del sector eléctrico
- Eliminar la influencia y dependencia de las generadoras termoeléctricas

2.3.14 Recursos

En el diagrama de fuerzas impulsoras podemos apreciar de una manera gráfica los recursos favorecedores y los limitantes con los que contaría el Estado, para llevar a cabo todas las estrategias planteadas; siendo quizá la más importante, el recurso del **Poder**, que conlleva el contar con el apoyo popular, al ser un Gobierno elegido recientemente, que puede implantar las directrices del rumbo que tomará el sector energético, específicamente el sector eléctrico.

El recurso viento, disponible a lo largo del territorio nacional, presente en todos los meses del año y con especial incidencia desde junio hasta septiembre, que son los meses de estiaje para la central hidroeléctrica de Paute, principal generadora eléctrica del país.

El recurso geográfico, que gracias a la presencia de la Cordillera de los Andes permite contar con grandes extensiones de terreno con vientos permanentes, que sobrepasan los 3000 msnm, con lo que de acuerdo a las leyes nacionales, pertenecen al estado por seguridad nacional, lo que facilitaría la implantación de los parques o granjas eólicas. En igual forma nuestra región costera permite encontrar grandes áreas de terreno semidesértico como en el sector de Engabao (Península de Santa Elena), que no tierras ociosas o se podrían también instalar los proyectos eólicos **Off Shore**.

La infraestructura eléctrica existente a nivel nacional, tanto distribuidoras como en la Red Interconectada, así como las redes de alta tensión conectadas para la compra de energía a Colombia y Perú, garantizan la canalización y distribución de la generación de los parques eólicos que se pueden implementar.

Pero además cuenta con otros recursos, como el recurso humano, pues año a año, las principales universidades del país capacitan a nuevos profesionales en carreras técnicas afines al sector eléctrico, que necesitarán de especialización en proyectos eólicos, así como en carreras administrativas para hacer frente los requerimientos laborales que presentaría el levantamiento de parques eólicos a través de una nueva empresa sea Estatal o privada.

Los recursos económicos se los podría obtener de los excedentes del precio petróleo, pues todo podría ser canalizado como inversión social, por cuanto se crearían nuevas plazas de trabajo, directa e indirectamente. Además se liberarían recursos al no tener que comprar energía eléctrica a las generadoras térmicas y subsidiar el consumo como los combustibles que éstas consumen, con lo cual se generarían nuevos recursos para seguir ampliando la capacidad que se decida instalar inicialmente.

Finalmente se podría considerar como otro recurso a la corriente mundial de apoyo a proyectos que reduzcan el consumo de combustibles fósiles, por el problema del calentamiento global, lo que ha determinado una política de ayuda con créditos blandos o no reembolsables a proyectos energéticos, por parte de los países desarrollados, Organizaciones no Gubernamentales (ONG's) y fundaciones . Esta misma corriente ha tenido cabida en la sociedad ecuatoriana, que ha orientado a los gobiernos seccionales a llevar a cabo campañas de concientización y control de la contaminación con el auspicio del Gobierno Central, ONG's, Fundación Natura, así como también a dictar ciertas regulaciones que permitan reducir los niveles de polución.

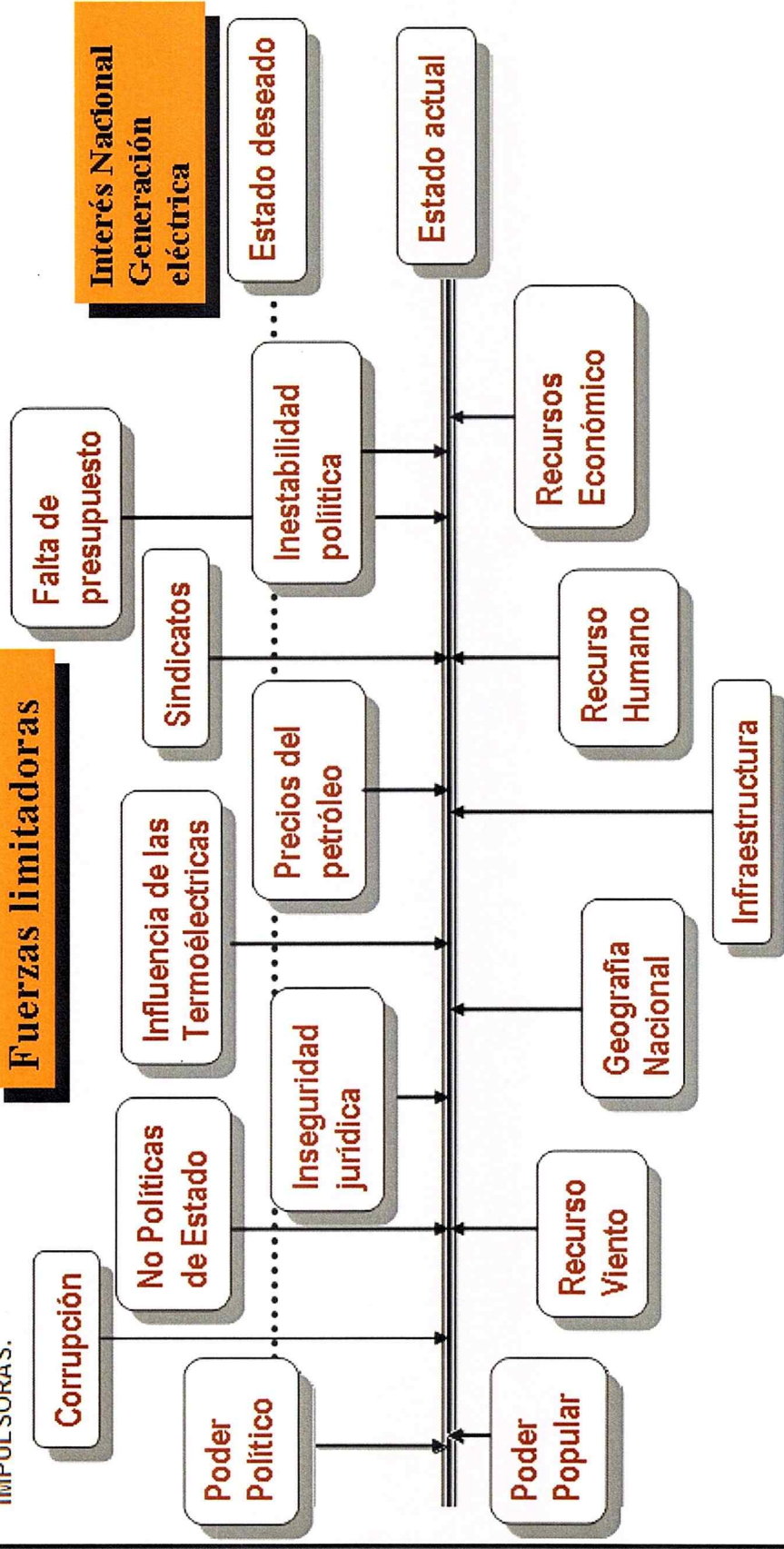
Debemos mencionar, que en nuestra intención de llevar adelante un análisis estratégico completo, hemos intentando revisar la Matriz Cinco Fuerzas de PORTER, Matriz Boston Consulting Grup (BCG), ANSOFF, de tal manera de tener una visión global completa, para llegar a definir las mejores estrategias para elaborar los planes de acción en base a los objetivos e indicadores que se planteen, que al ser implementadas nos permitan avizorar el éxito de la empresa en la que nos hemos empeñado, pero claro que esto será posible, siempre y cuando el Gobierno Central defina una clara Política Energética de apoyo al sector, que permita orientar

Tesis: La Generación de energía eléctrica por medios eólicos como alternativa al problema energético del país frente a los sistemas tradicionales

recursos para llevar adelante proyectos eléctricos de interés nacional, con clara connotación social y medio ambiental, que permitan de una vez por todas solucionar el problema de generación eléctrica en el país y su proyecciones de consumo.

CAMPO DE FUERZAS

DIAGRAMA DE FUERZAS
IMPULSORAS.



Graf. 2.6 Campo de Fuerzas

CAPITULO 3

3. PROPUESTA DE CREACION

3.1 Consideraciones Técnicas:

De acuerdo a los estudios y experiencia en el campo de la energía eólica, la Europe Wind Energy Association (EWEA), que forma parte de la Agencia Internacional de Energía (AIE) y del Global Wind Energy Council (GWEC), recomienda que para iniciar en proyectos eólicos, que tengan el carácter de programas piloto e investigación, la potencia a instalarse no debe ser menor a 10 MW, cuyo retorno se ha calculado en un tiempo entre 5 y 6 años. Debiendo ser en preferencia, sitios ubicados en el perfil costanero o en las líneas de cumbre de las elevaciones, donde las características de los vientos globales son fácilmente perceptibles, dadas las características del terreno con bajo cizallamiento y rugosidad que son elementos en la superficie que pueden afectar a la fuerza del viento y su desplazamiento.

El Ecuador Continental está situado al Noroeste de América del Sur, entre los 01° 28' de Latitud Norte y 05° 01' de Latitud Sur y desde los 75° 11' en la planicie Amazónica hasta los 81° 01' de longitud Oeste, limitando con el Océano Pacífico y está dividido en tres regiones naturales Costa, Sierra y Oriente.

Las características climatológicas del Ecuador, como las de cualquier otra parte del planeta, responden a una diversidad de factores, que modifican las temperaturas como son: latitud geográfica, altitud del suelo, acercamiento y alejamiento del Océano, corrientes marinas y de estos cambios de temperatura dependen la formación de los vientos como se trato en el Capítulo I. Las mediciones meteorológicas revelan que los vientos en la Tropopausa se mueven también en dirección oeste-este, contraria a la de los vientos alisios.



Fig. No. 3.1 Ubicación geográfica del Ecuador (fuente INAMHI)

Las direcciones dominantes del viento son importantes para el lugar de emplazamiento, así en Cruz Loma la variación de vientos muestra SN, SE, siendo predominante para Quito SO y en Engabao es OE Y ON, debiéndose considerar también que los vientos locales se superponen a los vientos globales.

Latitud	90°-60°N	60°-30°N	30°-0°N	0°-30°S	30°-60°S	60°-90°S
Dirección	NE	SO	NE	SE	NO	SE

Cuadro No. 3.1 Dirección de los Vientos Globales (Datos INAMHI)

Desde finales del segundo trimestre (Junio), pero especialmente en los inicios del tercer trimestre de todos los años (Julio, Agosto, Septiembre), el anticiclón semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), cuyo centro se ubica generalmente sobre los 30°S y 100°W, ejerce acción sobre la costa Norte y Centro de Chile, Perú y con algún grado de influencia importante sobre las costas del Ecuador, acción que se extiende hasta Octubre fortaleciendo los vientos alisios sobre la región del litoral ecuatoriano, así como el transporte de aguas frías de la corriente de Humboldt hacia las regiones ecuatoriales.

Para Noviembre, de acuerdo con el comportamiento del ciclo estacional, este anticiclón debe reducir su actividad, dando paso al debilitamiento de los vientos del Sur, facilitando que las cálidas aguas tropicales del Norte se desplacen hacia el Sur, frente a la costa ecuatoriana

El emplazamiento elegido debe cumplir dos condiciones básicas: el viento debe de soplar con regularidad y su velocidad debe tener un elevado valor medio, que estaría en el orden de los 5,5 a 6 m/s, para hacer rentable la instalación de un parque eólico.

La elección específica de un emplazamiento, debe llevar un estudio de vientos de tres años para grandes potencias y de un año mínimo para pequeñas potencias, y estos estudios deben contener:

- **Mapas eólicos**
- **Distribuciones de velocidad**
- **Perfiles de velocidad**

Los potenciales eólicos que se disponen, son los publicados por la Corporación para la investigación Energética, que tiene su sede en Quito.

PROVINCIA	LOCALIDAD	VELOCIDAD m/s
Carchi	El Angel	6,6
Imbabura	Salinas	6,7
Pichincha	Machachi	7,1
Azuay	Huascachaca	7,9
Loja	Saraguro	5,2
Manabí	Boyacá	5,6
Guayas	Guayaquil	4,7
Galápagos	San Joaquón	7,9

Cuadro No. 3.2 Recursos Eólicos en Ecuador para la generación eléctrica. Datos de la Corporación para la investigación energética (Anexo de lectura #6 Ley de Régimen del sector Eléctrico y Anexo #4 Registro histórico de la dirección predominante de vientos)

En la elección del emplazamiento es determinante el potencial eólico, aunque el tamaño de la máquina influye en la decisión final. Lamentablemente para el caso del Ecuador el INAMHI, no dispone de mapas eólicos del territorio nacional, solo cuenta con históricos de vientos proporcionados por sus estaciones meteorológicas, lamentablemente estos históricos en varios casos no son continuos, ya que algunas estaciones dejan de trabajar por falta de presupuesto para mantenimiento o reparación.

Basándonos en esta información y en el conocimiento personal, en el desarrollo de este capítulo, citaremos dos claros ejemplos, que son el caso de Cruz Loma en la Provincia de Pichincha y Engabao en la provincia del Guayas, que permitirían llevar adelante la instalación de un parque eólico de 10 MW, como un programa piloto.

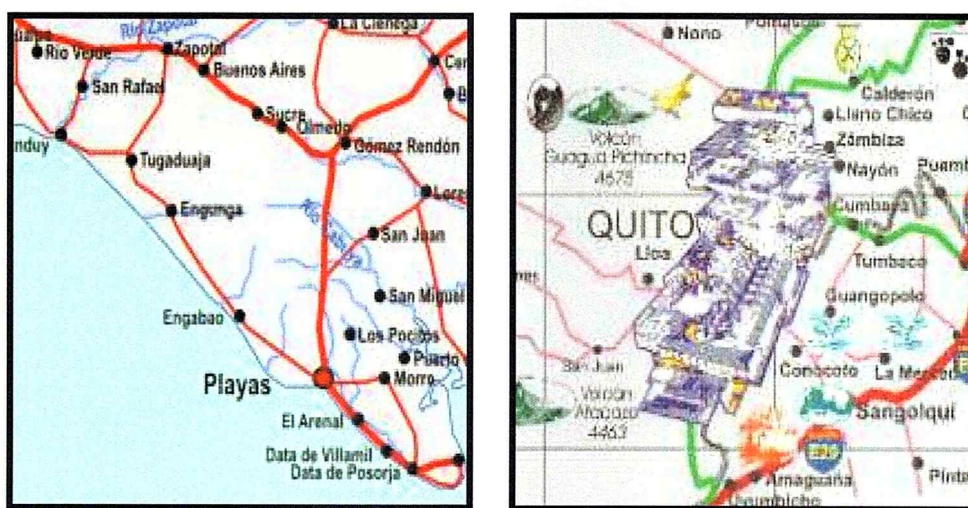


Fig. No. 3.2 Engabao, Provincia del Guayas y Cruz Loma, Provincia de Pichincha

Los sectores de Engabao y Cruz Loma, son sitios de nuestra geografía fácilmente identificables y muy conocidos por la mayoría de ecuatorianos, por lo que fácilmente podemos reconocer sus características físicas y ciertas condiciones particulares, que son propicias para la instalación de parques eólicos, como el encontrarse en un perfil costanero o la línea de cumbre de las elevaciones.

Recordemos que Engabao cubre una amplia franja de la costa ecuatoriana, que por sus características de vientos fuertes y terreno semidesértico no es apta para el turismo, es usado como polígono de tiro para maniobras militares, dispone de

carreteras de fácil acceso y es abastecida de energía eléctrica por el sistema interconectado nacional de alta y baja tensión.



Fig. No. 3.3 Parque eólico en un perfil costanero y “off Shore”

Similar situación es en Cruz Loma, está sobre los 3000 msnm de altura, se dispone de un carretera reparada hace poco por el Municipio Metropolitano de Quito por la construcción del Teleférico, se ubican allí varias empresas de comunicación con sus sitios de repetición, sopla el viento en forma permanente, y pasa el interconectado de alta tensión con el que se le compra energía a Colombia.



Fig. No. 3.4 Parque eólico en zonas montañosas o líneas de cumbre

Además el desarrollo de este capítulo hemos hecho mención al anticiclón semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), que tiene su influencia a inicios del tercer trimestre de todos los años, que son los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre, donde con mayor rigurosidad se sienten los vientos en los sitios en

mención y que coincidentalmente concuerdan con los meses que mayor problema presenta la represa del Paute que genera el 60% de la capacidad de generación eléctrica nacional.

Con lo cual se estaría hablando de que el parque eólico sería un sistema complementario de los hidroeléctricos, conforme se ha hablado de lo idóneo de este sistema y que llevaría a suplir la carencia de generación para la ciudad o sectores aledaños como Playas, Salinas, Libertad, para el caso de Engabao o Quito, Machachi, Calderón, etc, para el caso de Cruz Loma.

Es importante mencionar que en el Ecuador existen estudios del potencial eólico realizados por la empresa Electroventos SA. desde 1996, en la provincia de Imbabura en el Valle de Salinas específicamente, que se encuentra a unos 150 Km de la capital del Ecuador, a 30 Km de Ibarra y a 4 Km de la población de Salinas.

El estudio contempla la instalación de 15 MW (32200 MWh año) de energía proporcionada por 10 aerogeneradores de 1500 Kw cada uno, con torres de 95 mts y 35 mts de rotor, divididos en 3 grupos, que requerirá la construcción de una línea de transmisión de 18 Km hasta la subestación o de 20 Km hasta el sistema interconectado de energía que atraviesa por el sector, además de un camino de 6 Km de acceso hasta el parque donde se instalarán los aerogeneradores.

El proyecto prevé una vida útil de 20 años con un gasto anual del 1.3% del costo inicial de la turbina en mantenimiento preventivo y correctivo, con un impacto mínimo al medio ambiente y que proporcione plazas de trabajo directa e indirectamente durante las diferentes etapas del proceso, así como también se constituya en un atractivo turístico a ser un proyecto piloto en el país.

Su proyección está destinada a suplir la generación de energía eléctrica proporcionadas por las termoeléctricas y contribuir en la reducción de la emisión de gases contaminantes por la combustión de combustibles fósiles.

Finalmente podríamos mencionar, que actualmente se están construyendo los parques eólicos "Off Shore", que se los llega a ubicar a unos 1000 metros de la línea

de costa para aprovechar de mejor manera el viento y que la tecnología para la ubicación de las torres de los aerogeneradores es muy similar con la que se instalaron los pilares para la construcción del nuevo puente de la unidad nacional.



Fig. No. 3.5 Sembrado de bases para parque eólico “Off Shore” (Alemania)

3.2 Consideraciones básicas de costos

Muchos estudios sobre los costes en energía eólica y otras energías renovables resultan ser erróneos, debido tanto al desconocimiento tanto de la tecnología como de la economía implicada. Es muy importante que quienes desarrollen un proyecto de este tipo entiendan la parte económica y la tecnológica, ya que incluso economistas con experiencia han caído en estos fallos, y desafortunadamente no es extraño encontrar comparaciones erróneas entre costes de diferentes tipos de tecnologías energéticas.

¿Qué son los costes de generación de energía eólica?

- Depreciación económica de su inversión
- Interés sobre el capital invertido
- Costes de operación y mantenimiento

El creer que la cantidad de economía necesaria para comprar un aerogenerador es un coste o un gasto, es un error y no se entiende los conceptos básicos de contabilidad o economía, así como pensar que el beneficio es un coste.

Depreciación

La depreciación económica es un poco engañosa, ya que simplemente, no podrá calcular la depreciación económica de su inversión a menos que conozca los ingresos de la misma, pero la depreciación se define simplemente como la disminución en el valor del capital de su inversión, utilizando como factor de actualización la tasa interna de retorno.

Si se desconoce cuáles serán los ingresos de esa inversión, tampoco se conoce la tasa de retorno, por lo que no se puede calcular la depreciación económica.

La fuente del error es que la gente confunde depreciación fiscal o contable con depreciación económica, pero la depreciación fiscal o contable es simplemente un conjunto de reglas mecánicas que no se utiliza para obtener los verdaderos costes por kWh de la energía.

Precios y costes son dos conceptos muy diferentes

Muchos no-economistas utilizan las palabras coste y precio como sinónimos, pero no lo son, ya que el precio de un producto viene determinado por la oferta y la demanda del producto. Mucha gente asume ingenuamente que el precio de un producto es algo que resulta de añadir un beneficio normal o razonable a un coste y para un proyecto de esta índole no es el caso, a menos que se esté dirigiendo un monopolio controlado por el Gobierno, y fuera este el que lo implemente.

Los precios de los aerogeneradores no pueden calcularse dividiendo la facturación por el volumen

Algunas personas toman las cifras de los fabricantes y las dividen por las ventas (en MW) para obtener el precio del megavatio instalado. Pero estos resultados carecen de significado, algunas de las razones por las que eso no puede hacerse son:

- 1) Algunas de las entregas de los fabricantes son proyectos completos llave en mano, y que incluyen planificación, góndolas, palas, torres, cimentaciones,

- ✓ transformadores, multiplicadores y otros costes de instalación, incluyendo la construcción de viales y las líneas de evacuación. Otras entregas son únicamente de góndolas, o pasando por todas las posibles combinaciones. Las cifras de ventas que dan los fabricantes también incluyen el servicio y las ventas de piezas de recambio.
- 2) Las ventas de los fabricantes incluyen los ingresos por licencias, aunque el correspondiente MW no aparece registrado en las cuentas de la compañía.
- 3) Las ventas pueden variar de forma muy significativa entre mercados, y como ejemplo mencionaremos el caso de aerogeneradores altos y de aerogeneradores bajos o de pequeña o gran capacidad, donde los precios de los diferentes tipos de turbina son muy diferentes.
- 4) Los patrones de ventas, tipos de turbinas, y tipos de contratos varían de forma significativa y nada sistemáticamente de un año a otro, los precios deberían obtenerse de una listas de precios, sin embargo, es inútil obtener promedios simples de una lista así, ya que algunos modelos de turbina simplemente no se comercializan, mientras que el volumen de venta de otros es enorme. Así mismo no tiene sentido obtener un promedio del precio de turbinas de, digamos, 1.000 kW (1 MW), incluso si tienen la misma altura de torre, pues como veremos adelante, tiene mucho más sentido mirar el precio por metro cuadrado de área de rotor.

La productividad y los costes dependen del precio de la electricidad.

Para entender mejor este punto citaremos un ejemplo, si se mira la producción anual por metro cuadrado de área de rotor en Dinamarca, tiende a ser mucho mayor que en Alemania y esto no tiene nada que ver con los diferentes recursos eólicos de cada país, y se debe simplemente a los diferentes precios de la electricidad. En Dinamarca no resulta rentable instalar aerogeneradores en zonas de vientos bajos, mientras que en Alemania es rentable utilizar las zonas de poco viento debido a los altos precios de la electricidad.

Alemania tiene un precio de la electricidad muy alto para las renovables (tarifa eléctrica por Kwh.), por lo que se encontrará que en Alemania es rentable equipar a los aerogeneradores con torres muy altas para un determinado tamaño de generador, así como también resulta rentable que se instalen aerogeneradores en las zonas de poco viento. En este caso, las turbinas más económicas tendrán mayores diámetros de rotor respecto al tamaño del generador que en otras partes del mundo.

Así pues, los aerogeneradores vendidos en el mercado alemán pueden parecer más caros que los de otros mercados, si mira el precio por Kw. de potencia (nominal) instalada. Aunque esto es una estadística engañosa, porque lo que se puede ver realmente, es que son máquinas que están optimizadas o especialmente diseñadas para aquellos emplazamientos alemanes en los que hay poco viento, con lo que en definitiva lo que importa es el precio por metro cuadrado de área de rotor a una altura de buje determinada, y no el precio por Kw. de potencia instalada.

Variación de los costes de instalación

De la misma forma, se obtiene una imagen engañosa cuando se mira los costes de instalación, y es que no necesariamente tendrá un alto coste de generación de electricidad debido a un alto coste de instalación, más bien al contrario por cuanto se suele incurrir en costes de instalación altos cuando se tiene un buen recurso eólico (y por lo tanto costes de generación baratos) como en el caso de una en un área remota.

Por ejemplo, los costes de instalación en Gales tienden a ser muy altos, muchas veces superiores a los costos de instalación en Dinamarca, a pesar del muy bajo precio de la electricidad, y esto se debe simplemente a que hay una gran cantidad de viento si se sitúan los aerogeneradores en la cima de las perfectamente redondeadas colinas Welch.

A veces realmente resulta rentable construir una carretera cara a través de los páramos, y construir cimentaciones caras con el fin de utilizar las áreas de vientos

fuertes, es decir se pueden asumir altos costes de instalación precisamente cuando se tiene un buen recurso eólico.

En muchos casos los costes de instalación incluyen los costes de extensión de la red eléctrica y/o refuerzo de la misma. Dado que los costes de cableado pueden ser bastante significativos, es crucial el hecho de que un parque eólico se sitúe próximo a una línea existente de media tensión (9-30 kV), o lejos de una línea eléctrica.

Como consecuencia, no tiene sentido utilizar costes de instalación medios, si no se habla de áreas con un régimen eólico muy semejante, el mismo precio del Kwh. de electricidad vertida a la red, y la misma distancia a la red. Y si nos preguntamos "¿Cuál es el coste medio de la energía eólica?", esta interrogante tiene casi tan poco sentido como la de "¿Cuál es el coste medio del crudo?".

En Kuwait el coste medio puede ser de 1 dólar por barril, mientras que en el Mar del Norte puede ser de 15 dólares por barril, la razón por la que los costes son tan diferentes es que es mucho más complicado y costoso extraer el petróleo del Mar del Norte que el de Kuwait. No tiene ningún sentido promediar el coste de la producción de petróleo en el Mar del Norte con el de Kuwait para obtener una especie de coste promedio, ya que ese valor medio en ningún caso será una guía para el precio del crudo, incluso si el precio de mercado del petróleo cae por debajo de los 16 dólares por barril, puede seguir valiendo la pena producir petróleo del Mar del Norte, lo que importa en ese caso no es el coste promedio del barril de petróleo, sino el coste variable marginal de extraer otro barril de petróleo.

El coste de la energía eólica en Alemania es alto porque los precios de la electricidad son altos y el coste de la energía eólica en el Reino Unido es bajo porque los precios de la electricidad son bajos y generalmente, si tiene bajos precios de la electricidad habrá pocas turbinas instaladas, dado que los emplazamientos con vientos altos son escasos, y puede no ser capaz de encontrar emplazamientos que resulten rentables.

El coste por Kw. de potencia nominal es una guía muy pobre para invertir en energía eólica, lo que importa es el coste por metro cuadrado de área de rotor

El precio de un aerogenerador por Kw. de potencia instalada, es una cifra difícil de obtener, y una guía muy pobre para los desarrollos de costes por varias razones, ya que es muy difícil dar una única cifra para el coste por Kw. de potencia instalada, ya que el precio de un aerogenerador varía mucho más con el diámetro del rotor que con el tamaño del generador y la razón es que la producción anual depende mucho más del diámetro del rotor que del tamaño del generador.

Resulta engañoso utilizar el precio por Kw. de potencia nominal para un aerogenerador, si se compara la producción anual de energía de dos máquinas del mismo fabricante, ambas montadas sobre una torre de 50 m (la primera es una máquina para vientos altos y la segunda es una máquina universal).

- Vestas V39, una turbina de 600 kW con un diámetro de rotor de 39 m
- Vestas V47, una turbina de 660 kW con un diámetro de rotor de 47 m

El resultado es que la producción anual de energía de la segunda máquina es 45,2% mayor que la de la primera máquina, a pesar de que el generador es tan sólo un 10% mayor, pero si se comparan las dos áreas de rotor, puede observar que el área del rotor de la segunda máquina es exactamente el 45,2% más grande que la de la primera máquina.

Por lo tanto, si consideramos que el precio de la segunda máquina es un 33% mayor al de la primera, al compararlas obtendría resultados muy diferentes:

- El precio por Kw. de potencia nominal ha aumentado un 21%
- El precio por metro cuadrado de área de rotor ha disminuido un 8,4%
- El precio por Kwh. de energía ha disminuido un 8,4%

Cada vez más los nuevos aerogeneradores están siendo construidos con cambio de ángulo de paso (pitch) control con pérdida aerodinámica (stall control), lo que significa que el tamaño de generador en relación con el rotor, puede ser variado más libremente.

En general, existe la tendencia a utilizar áreas de rotor mayores para un tamaño de generador dado, lo que significa que obtendrá un precio de desarrollo completamente falso (sobrestimado) cuando compare el coste por Kw. instalado de nuevas y viejas turbinas. La medida importante del precio es el precio por metro cuadrado de área que barre el rotor, y no el precio por Kw. de potencia (nominal) instalada.

Errores con los factores de capacidad

El factor de capacidad para una tecnología de generación es igual a la producción anual de energía dividida por la producción teórica máxima si el generador estuviese funcionando a su potencia nominal durante todo el año. Dependiendo de las estadísticas de viento para un emplazamiento concreto, el factor de capacidad ideal de un aerogenerador está alrededor del 25-30%, ya que ese factor de capacidad minimiza los costes por kWh.

Los factores de capacidad serán muy diferentes para diferentes máquinas, aunque los precios (o costes) de esas máquinas serán igualmente muy diferentes, pero en el análisis final, lo que cuenta es el coste por kWh. de energía producida, y no el factor de capacidad.

Los alquileres del suelo dependen de la rentabilidad de un proyecto.

Es un error muy común considerar la compensación a los propietarios de los terrenos donde se sitúan los aerogeneradores como un coste de la energía eólica, ya que es sólo una pequeña parte de la compensación la que es un coste, que es la pérdida de cosecha en el área que ya no puede ser cultivada, más una compensación por las posibles molestias en caso de que el agricultor tenga que dar más vueltas cuando labra los campos de debajo de las turbinas.

Si la compensación sobrepasa a lo que normalmente pagaría por instalar un poste de una línea eléctrica, el exceso es en realidad una transferencia de ingresos, que es una cuestión bastante diferente para los economistas.

No es un coste para la sociedad como tal, aunque es una transferencia de ingresos (beneficios) del propietario de la turbina al propietario del suelo. Los economistas llaman renta a una transferencia así. El pago de una renta no transfiere recursos reales de un uso a otro.

Resulta innecesario preguntarse cual es la compensación normal por instalar un aerogenerador en un terreno agrícola, porque es que no hay una compensación "normal", ya que la compensación depende de la calidad del emplazamiento y de la ubicación del terreno. Si hay mucho viento, y en las proximidades existe un acceso a la red barato, el propietario del suelo puede obtener una compensación alta, ya que el propietario de la turbina puede asumirlo debido a la rentabilidad del emplazamiento, pero si hay poco viento y/o los costes de instalación son altos, la compensación será únicamente el valor de expropiación.

Con estos antecedentes, retomaremos lo citado en el Capítulo II, donde habíamos mencionado los subsidios, que por conceptos de combustible asume el gobierno, siendo de \$1,1 dólares por galón, la gasolina en \$0,60 centavos y el gas en \$8,31 dólares, con este cálculo, hasta diciembre del 2006 el Ecuador gastó entre \$1.500 y \$1.650 millones de dólares, ayuda económica que sólo debería llegar a la población más necesitada, pero que gozan todos los estratos sociales y especialmente se benefician económicamente las empresas privadas generadoras de energía eléctrica.

Si a esto añadimos los 300 millones de tarifa eléctrica que no se factura por evasión o pérdidas negras en la transmisión, al final se tendrá sólo pérdidas, esto sin considerar el subsidio al costo del kilovatio hora (calculado por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC) en 10,80 centavos de dólar y por el cual el abonado solo cancela 8,80 centavos, con un subsidio de 2 centavos por kilovatio y 4 centavos para el kilovatio producido por las térmicas (12,80 centavos).

Es decir una gran cantidad de recursos económicos que se gastan por concepto de generación de energía eléctrica y que el país puede ahorrar y destinarlo con fines de desarrollo y progreso.

En el desarrollo de este capítulo trataremos de mostrar económicamente el costo de un proyecto de 10 Mw., con base en el aerogenerador 80 2.0 de Ecotecnia, su retorno económico, tiempo de vida útil y generación de recursos, plazas de trabajo, de tal manera que nos proporcione una visión clara de la rentabilidad de la inversión, su viabilidad y beneficio

Es indispensable tomar en consideración algunos aspectos en el diseño de un aerogenerador, que nos permitirá ampliar técnicamente ciertos parámetros que se deben considerar a la hora de establecer las bases técnicas para la adquisición de los aerogeneradores, ya que resulta inicialmente demasiado costoso emprender la empresa de diseño y montaje para ir ganando experiencia en fabricación, resultaría tardía e infructuosa esta tarea, cuando se tiene a mano la tecnología desarrollada por empresas multinacionales, de las que podremos obtener el respaldo post venta, así como la capacitación profesional y técnica de quienes entren directamente a participar en el sector.

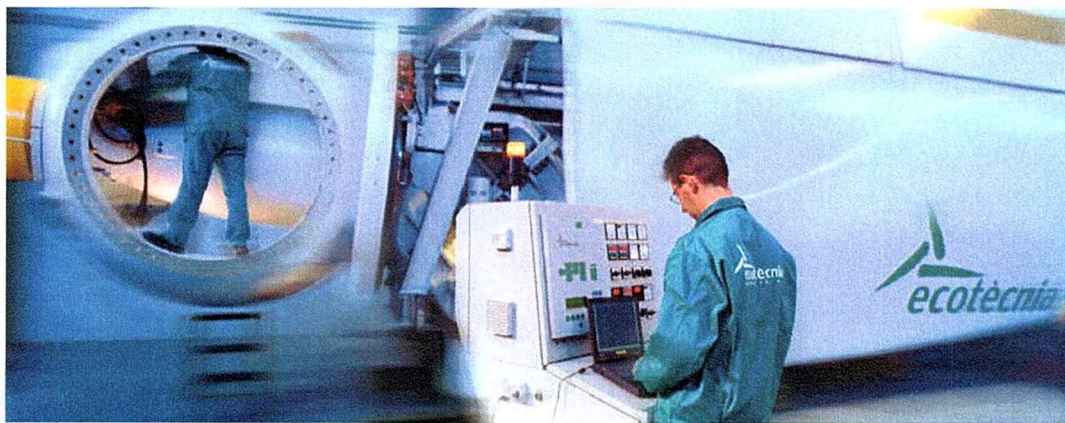


Fig. No. 3.6 Pruebas de diseño en la estructura de un aerogenerador

Los dos aspectos fundamentales en el diseño de un aerogenerador se resume en garantizar la fiabilidad requerida durante los 20 años de vida útil del mismo y optimizar todos los factores que contribuyen al costo final de la energía. La fiabilidad estructural implica integridad frente a cargas extremas, integridad frente a cargas de fatiga (especialmente importante) y nivel aceptable de deformaciones y vibraciones en condiciones de servicio, por lo cual es prácticamente habitual que todos los fabricantes certifiquen los aerogeneradores de acuerdo a las normas y

recomendaciones del organismo alemán Germanischer Lloyd o, en menor medida, en otras entidades como Det Norske Veritas.

En cuanto a la minimización del costo de la energía, este es principalmente función de la productividad del aerogenerador y del costo final de la máquina, para lo cual es esencial, además de minimizar el peso de los componentes, que el concepto de diseño en sí permita abaratar los costos de fabricación, montaje, transporte, erección y mantenimiento.

En el proceso de diseño de un aerogenerador se pueden diferenciar cuatro etapas, durante el **diseño conceptual** se establece el **concepto estructural del aerogenerador** (por ejemplo naturaleza del tren de potencia) en base a los requerimientos exigidos al aerogenerador, estudios del mercado y experiencia previa, y se **desarrolla el diseño básico** del mismo, a continuación se define el **diseño del conjunto** del aerogenerador, con lo cual quedan terminados los interfases entre componentes y los requerimientos de cada uno de ellos.

El **diseño de detalle** de cada uno de los componentes se apoya en cálculos justificativos que aseguren la fiabilidad estructural y las condiciones de servicio exigidas para cada componente: integridad estructural a cargas extremas de fatiga, deflexiones máximas, frecuencias de resonancia, desgaste, corrección, etc. Como consecuencia directa de la etapa anterior, se desarrollan los planos de fabricación y especificaciones de calidad de cada uno de los componentes.

Se resumen los criterios de diseño de los principales componentes mecánicos y estructurales de un aerogenerador.

Rotor:

Las palas compuestas de una estructura central resistente y dos conchas exteriores que forman el perfil aerodinámico, de forma alabeada y anchura decreciente hacia la punta en dirección axial, se fabrican habitualmente con materiales compuestos de matriz de poliéster y refuerzo de fibras de vidrio y/o de carbono. Además de comprobar la calidad estructural frente a cargas últimas y de fatiga, en las palas de grandes dimensiones resulta crítico el pandeo frente a cargas últimas.

El sistema de cambio de las palas puede estar basado en un accionamiento hidráulico o en un mecanismo piñón-engranaje con accionamiento electrónico. En cualquier caso además de comprobar la integridad estructural tanto a cargas últimas como a fatiga y la capacidad de actuación del sistema, se deben estudiar las posibles inestabilidades por acoplamiento con la rigidez torsional de la pala.

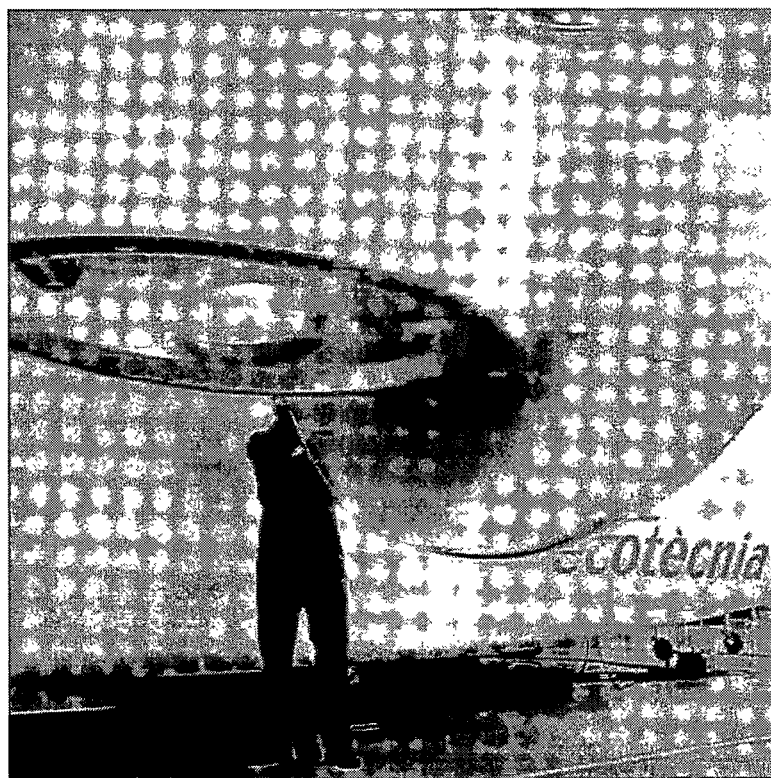


Fig. No. 3.7 Alojamiento del rotor aerogenerador 80 2.0 de Ecotecnía

El sistema de cambio de las palas puede estar basado en un accionamiento hidráulico o en un mecanismo piñón-engranaje con accionamiento electrónico. En cualquier caso además de comprobar la integridad estructural tanto a cargas últimas como a fatiga y la capacidad de actuación del sistema, se deben estudiar las posibles inestabilidades por acoplamiento con la rigidez torsional de la pala.

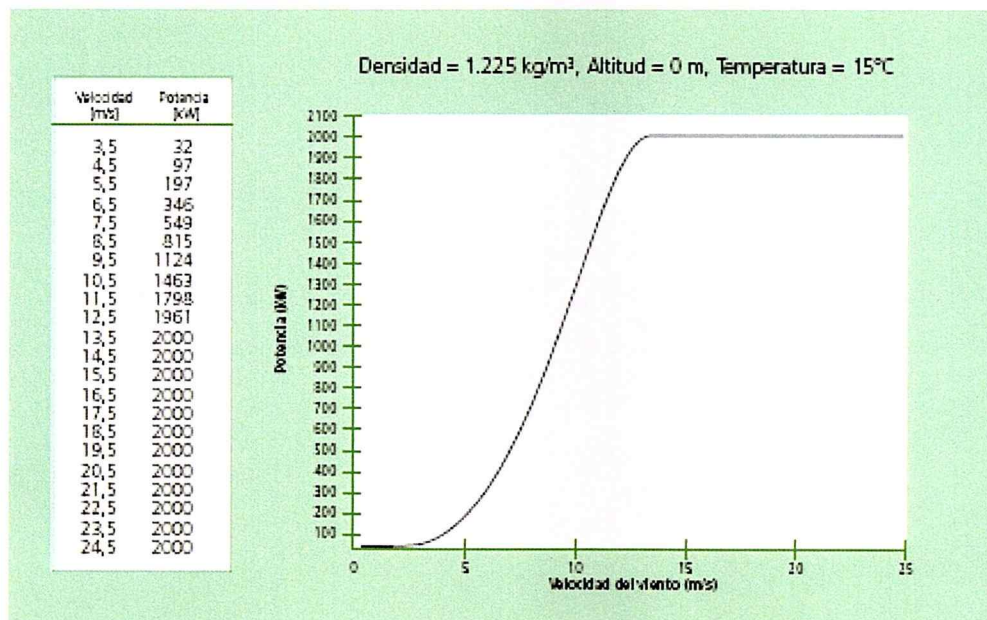
El buje , consiste en una esfera hueca cortada por tres planos en los que se conforman las bridas de unión a los rodamientos de pala, se fabrica normalmente en fundición de hierro esferoidal EN-GJS-400-1S-LT, siendo la verificación a fatiga la más crítica en su diseño: por otro lado las tensiones en el buje son muy dependientes de la rigidez asociada a la interfase con la pala, por lo que es muy

importante establecer bien las condiciones de contorno en este interfaz a la hora de realizar las comprobaciones estructurales.

Tren de potencia:

En el caso más común la potencia eólica se transmite del buje a la multiplicadora por medio de un eje largo rotatorio. Este eje se ve sometido a un momento torsor bastante uniforme y a una distribución de momentos flectores alternantes, debido tanto a la rotación del eje como a la naturaleza variable de las cargas actuantes.

En configuraciones de eje largo rotatorio generalmente se emplean dos rodamientos rodillos esféricos auto-alineantes sometidos a esfuerzos radiales y uno de ellos, también a esfuerzos axiales. En el caso de configuraciones compactas de un solo rodamiento de gran diámetro este debe resistir además momentos, por lo que se emplean rodamientos de tres hileras de rodillos o de dos hileras de rodillos cónicos.



Cuadro. No. 3.3 Curva de potencia del aerogenerador 80 2.0 de Ecotecnia, dato técnico.

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta en rodamiento es el sellado y lubricación, de la que dependerá en gran medida la vida de los mismos aunque los primeros cálculos para el predimensionamiento de rodamientos se pueden realizar

en base a las recomendaciones de las normas ISO o ANSI/AFBMA, los cálculos de detalle, especialmente los cálculos de vida de los rodamientos grandes, los suelen desarrollar los propios fabricantes.

En los últimos años se ha avanzado mucho en el conocimiento de las aplicaciones de multiplicadoras en el sector eólico, de forma que existen recomendaciones y normativas específicas para el análisis y verificación de las mismas. Estos cálculos, referentes a la comprobación de todos los engranajes frente a cargas estáticas y de fatiga, comprobación de los rodamientos, verificación resistente de los ejes internos y la carcasa, análisis de la dinámica de la multiplicadora como componente e integrada en el tren de potencia, etc., los realizan los propios suministradores.

Góndola:

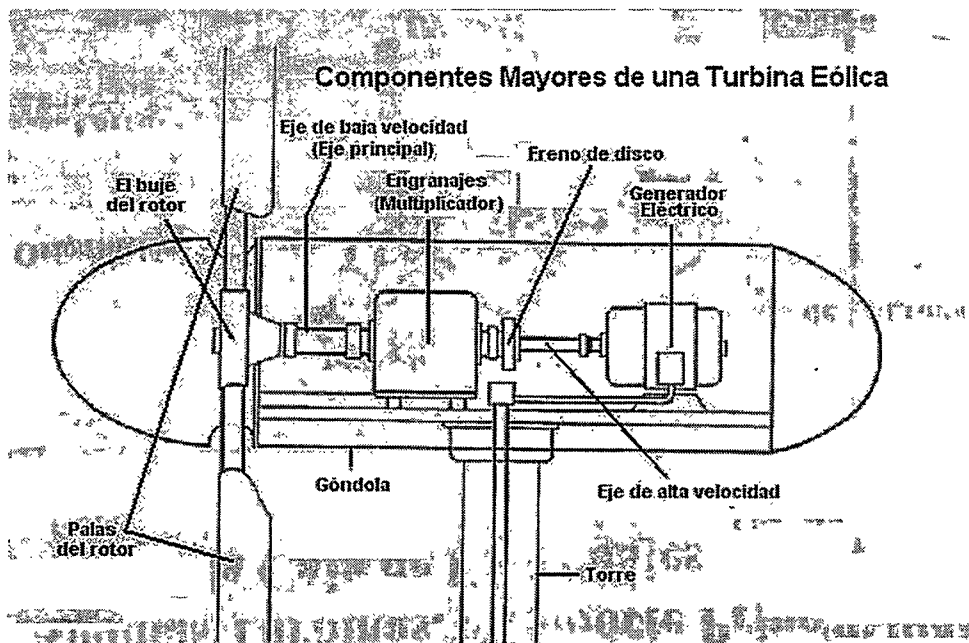


Fig. No. 3.8 Esquema Interior de los componentes de un aerogenerador

El bastidor delantero soporta la maquina del aerogenerador, debiendo transmitir estos esfuerzos hacia la torre a través del sistema de orientación. Normalmente se fabrican mecano soldados con acero S-275 y S-355 o de fundición de hierro esferoidal ENGJS-400-18-LT. Al igual que en el caso del buje, la comprobación o fatiga resulta crítica, en los bastidores mecano soldados deben comprobarse, por supuesto, todas las uniones soldadas, especialmente a fatiga. Además, la rigidez del

bastidor debe ser suficiente para evitar movimientos relativos entre multiplicadora y rodamiento.

El bastidor trasero es una pieza mucho menos crítica, normalmente mecano soldada en acero S-275 o S-355, en la que no es necesario realizar la comprobación de fatiga. Si se debe asegurar cierta rigidez para evitar que amplifique vibraciones de maquinaria y para facilitar el transporte.

Sistema de orientación:

En cuanto a los dientes de la corona de orientación, además de comprobar su resistencia a rotura frente a los picos de momentos de guiñada, debe verificarse que no se produzca desgaste del tipo "scuffing", para lo cual es recomendable aplicar un tratamiento superficial de endurecimiento a la superficie de los dientes y que las puntas del piñón estén suficientemente redondeadas, además de asegurar un buen engrase.

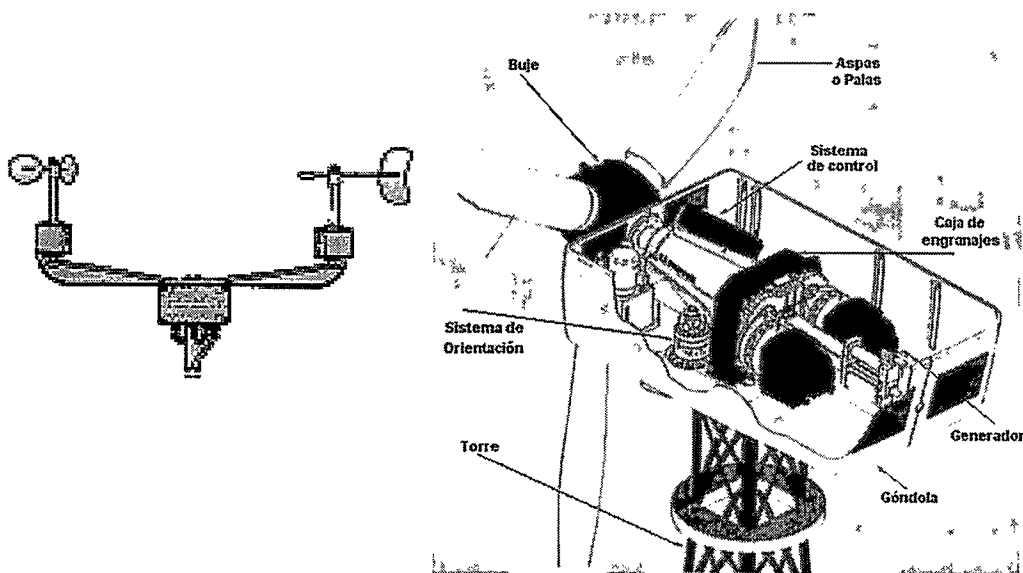


Fig. No. 3.9 Sistema de orientación, anemómetro y guía

Si la unión entre la góndola y la torre se realiza mediante un rodamiento debe tenerse en cuenta que, al tratarse de un rodamiento expuesto a movimientos oscilatorios de bajas velocidades, los criterios de comprobación son específicos de

este tipo de aplicación. Si la unión se resuelve mediante patines de deslizamiento, deberá comprobarse la integridad estructural de los elementos que la conforman, tanto a cargas extremas como a fatiga, así como el desgaste de las pastillas. Estos patines, además de proporcionar amortiguamiento durante la orientación, actúan como frenos positivos cuando el aerogenerador se tiene que mantener fijo. No obstante puede ser necesario el uso de pinzas hidráulicas para aumentar la capacidad del frenado y evitar así, esfuerzos excesivos sobre las motocerraduras

Los precios de los aerogeneradores varían de acuerdo con su tamaño y por ende de la capacidad de los mismos, los motivos son por ejemplo, las diferentes alturas de las torres y los diferentes diámetros de rotor, así un metro extra de torre en aerogeneradores de gran capacidad costará aproximadamente 1.500 dólares, por otra parte una máquina especial para vientos suaves con un diámetro de rotor relativamente grande será más cara que una máquina para vientos fuertes con un diámetro de rotor pequeño.

El precio medio para los grandes parques eólicos modernos está alrededor de 1.000 dólares por kilovatio de potencia eléctrica instalada, pero en este valor aún no se incluyen los costos de producción de energía, la producción de energía se mide en Kwh. (Anexo de lectura #7 Energía eólica)

Para turbinas eólicas individuales o pequeños grupos de turbinas, los costos serán normalmente algo superiores, por lo que se aconseja la instalación de parques de gran capacidad.

En los costos de instalación se incluyen las **cimentaciones**, que normalmente son hechas de hormigón armado, la **construcción de carreteras** o vías de acceso necesarias para transportar la turbina y las secciones de la torre hasta el lugar de la construcción, un **transformador** necesario para convertir el nivel de voltaje de baja tensión a otro nivel apta para la red eléctrica local, de ser el caso, **conexión telefónica** para el control remoto y vigilancia de la turbina (factor opcional), y los **costos de cableado**, es decir, el cable que va desde la turbina hasta la línea de alta tensión.

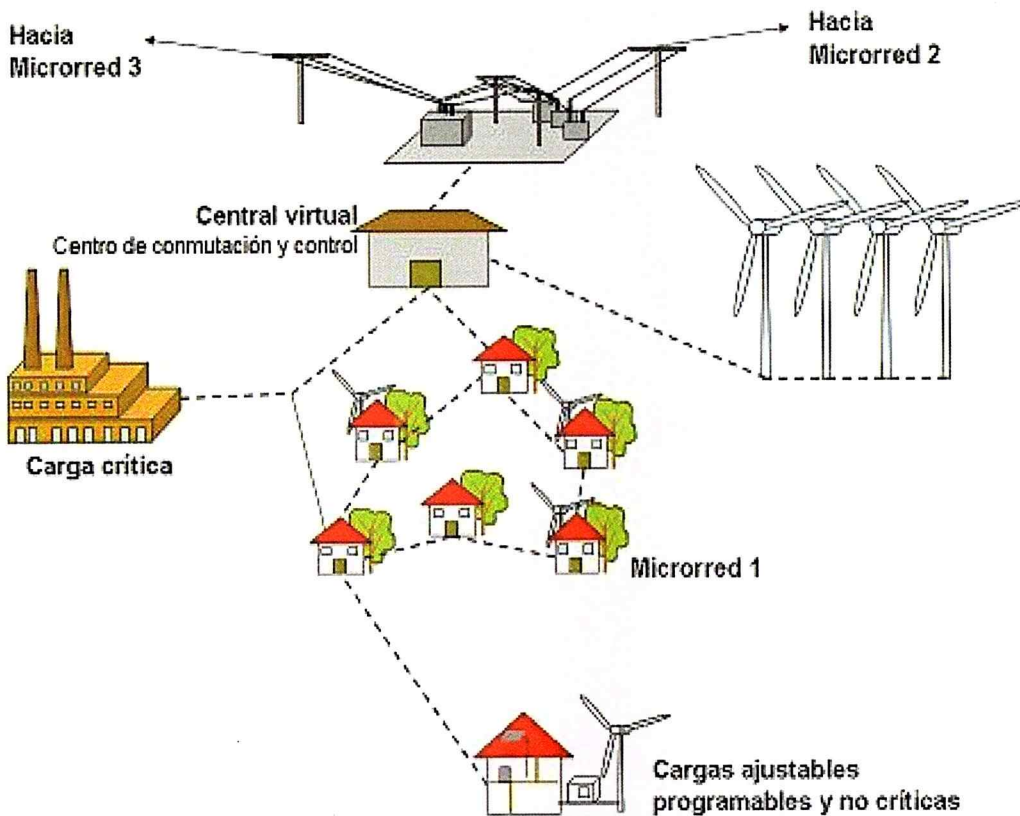


Fig. No. 3.10 Diagrama básico de un parque eólico

3.3 Torre y cimentación:

Generalmente, el precio de la torre de la turbina eólica supone alrededor de un 20 % del costo total de la turbina, para los aerogeneradores de gran capacidad, pero en pequeños aerogeneradores el costo de la torre no es superior al 4% de la inversión total.

Para una torre de unos 50 metros, el costo adicional de otros 10 metros es de unos 15.000 dólares, por lo que, es muy importante para el costo final de la energía construir las torres de la forma más óptima posible.

En la actualidad, prácticamente todos los aerogeneradores se construyen con torre tubular metálica, que facilita el acceso por su interior a la góndola, constituida por tramos de 20-30 m con bridas atornilladas. Es importante realizar un diseño

optimizado de la torre, pues contribuye en gran medida al precio total del aerogenerador.



Fig. No. 3.11 Construcción de una torre

Las comprobaciones a realizarse son: verificación de la respuesta dinámica, asegurando que las frecuencias naturales no coincidan con las de excitación del rotor, comprobación de uniones soldadas y atornilladas, verificación de la estabilidad (pandeo) de la torre y comprobación a fatiga y pandeo local en zonas de puertas y ventanas.

El diseño de la cimentación del aerogenerador es principalmente función de sus dimensiones y de las características geotécnicas del terreno, el concepto de cimentación que más se utiliza es una zapata aislada de unos 10-15 m de lado y 1-2 m de canto, donde la comprobación crítica es de la de vuelco.

Además hay que comprobar que no se superan las tensiones máximas admisibles en el terreno. También requiere especial cuidado el diseño de detalle de la unión entre la virola de la base de la camisa de la virola hasta las parrillas de armadura. Cuando la capacidad resistente del terreno es muy baja se debe realizar una cimentación pilotada. Por otro lado, los conceptos estructurales que más se emplean en instalaciones marinas para cimentar sobre la plataforma continental son el monopilote, la cimentación por gravedad, la cimentación tipo trípode.



Fig. No. 3.12 Fundición de la base de la torre de un aerogenerador

Prediseño de la cimentación de un aerogenerador de las dimensiones del 80 de Ecotecnia de 2MW.

H= 70 mts

Diámetro inferior =3,95 m

Diámetro superior) 2,13 m

Cargas

Góndola (incluyendo buje) = 64.000 Kg.

Torre de 70 m = 126.000 Kg.

Palas (hélice) = 6.035 Kg.

Carga vertical total = 216.035 Kg. \cong 217 Toneladas

Velocidad Máxima= 42,5 m/seg = 153 Km/h

Velocidad Ráfaga extrema = 59, 5 m/seg = 214 Km/h

Nota: Estas velocidades de viento no ocurren en la ciudad de Quito, en consecuencia se asumiría una velocidad de ráfaga máxima de 100 Km/h (28 m/seg.), es decir la mitad de la especificada.

Carga General Proyección Vertical del poste de construcción cónica

$$2,13 * 70 * \frac{71}{2} + \frac{70}{2} (3,95 - 2,13) \frac{70}{3} = \frac{1}{2} (2,13 + 3,95) 70 * X$$

$$X = \frac{5218,5 + 1486,33}{212,80}$$

$$X = 31,5 \cong 3150m$$

Presión Dinámica Unitaria

Peso m^3 de aire = 1,225 Kg/ m^3

$$\text{Presión Dinámica Unitaria} = q = \gamma \frac{V^2}{2g}$$

$$q = 1225 \frac{V^2}{2g} = \frac{1,225}{2 * 9,80} V^2 = 16V^2 = 0,062V^2$$

Nota $q=16 V^2$, valor adoptado por las normas españolas, italianas y alemanas, el valor de q en Kg/ m^2 . El efecto de la componente vertical del viento es despreciable, no habría levantamiento del techo de la torre, pues se trata de una torre cerrada.

Para efecto del cálculo asumiremos los datos de la tabla anexa, escala internacional BEAUFORT.

Altura de convección de la torre 31 a 100 m. expuesta al viento.

Velocidad del viento = 144 Km/h

Presión dinámica = 100 kg/ m^2

La velocidad del viento varía con la posición geográfica y la configuración del terreno, considerando el cisallamiento del terreno, es decir los obstáculos naturales que pueden limitar la violencia del viento.

$$q = 0,00625 * 28^2 = 49 \text{ kg} / \text{m}^2 \cong 50 \text{ kg} / \text{m}^2$$

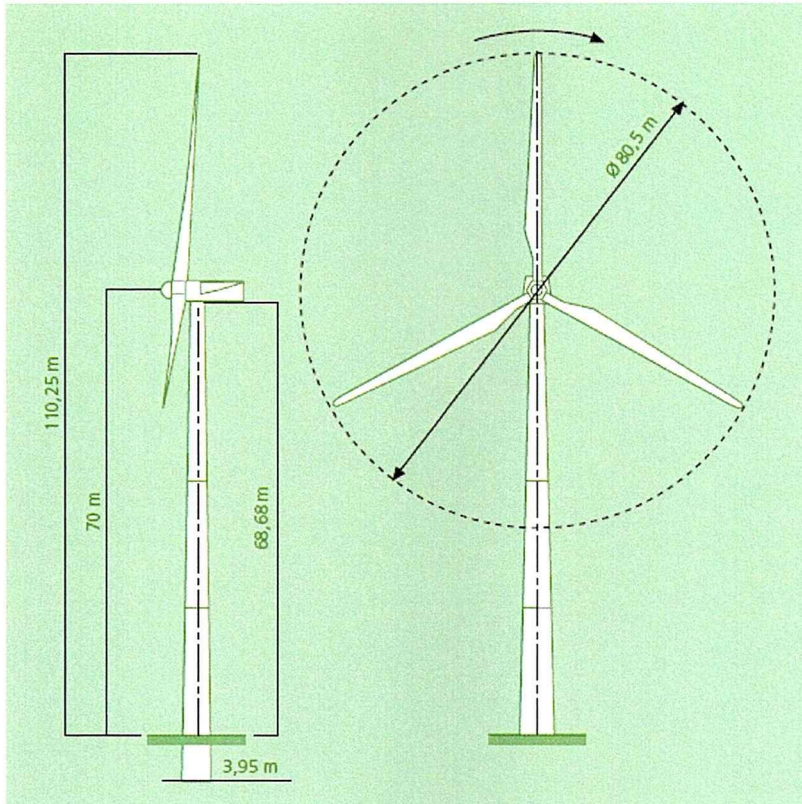


Fig. No. 3.13 Dimensiones del aerogenerador Ecotecnia 80 2.0

Acción del viento contra la torre:

$W = CC_1 Aq$ Fuerza paralela a la dirección del viento

CC_1 = coeficiente aerodinámico

$$CC_1 = 10$$

A = superficie de la proyección vertical de la torre en m^2 , normal a la dirección del viento.

q = presión dinámica en kg / m^2

$$W = 1.0 * (3,95 + 2,13) \frac{70}{2} * 50 = 10.640 \text{ kg}$$

$$M = 10.640 * 315 = 335.160 \text{ kgm}$$

Zapata cuadrada (primer análisis)

$$\sigma = \frac{P}{G \cdot C} \pm \frac{6M}{6^3} = \frac{216}{36} \pm \frac{6 \cdot 335,160}{216} = 6,0 \pm 9,31 = 15,31 \text{Kgm}$$
$$\pm \frac{6M}{6^3} = \frac{216}{36} \pm \frac{6 \cdot 335,160}{216} = 6,0 \pm 9,31 = -3,31 \text{Kgm}$$

Nota: El análisis sísmico no se puede valorar por que se desconoce el armazón interior del aerogenerador, pero se considera despreciable en razón de su estructura cónica bacía.

$$\text{Peso propio} = 6,6 \cdot 6,6 \cdot 0,4 \cdot 2,4 = 4182T$$

$$\sigma = \frac{216 + 4182}{6,6^2} \pm \frac{6 \cdot 335,16}{6,7^3} 5,75 \pm 6,99T = 12,54T / m^2$$

$$\sigma = \frac{216 + 4182}{6,6^2} \pm \frac{6 \cdot 335,16}{6,7^3} 5,75 \pm 6,99T = 0,11T / m^2 \text{OK}$$

$$\sigma = \frac{216 + 4309}{6,6^2} \pm \frac{6 \cdot 335,16}{6,7^3} 5,77 \pm 6,99T = 12,46T / m^2$$

$$\sigma = \frac{216 + 4309}{6,6^2} \pm \frac{6 \cdot 335,16}{6,7^3} 5,77 \pm 6,99T = -0,92T / m^2 \text{Traccion}$$

Con esto se determina que **no habría compresión en todo el terreno**

$$12,46T / m^2 \cong 1,25 \text{Kg} / m^2 \langle 1,5 \text{Kg} / m^2 \text{ (asumido)} \rangle$$

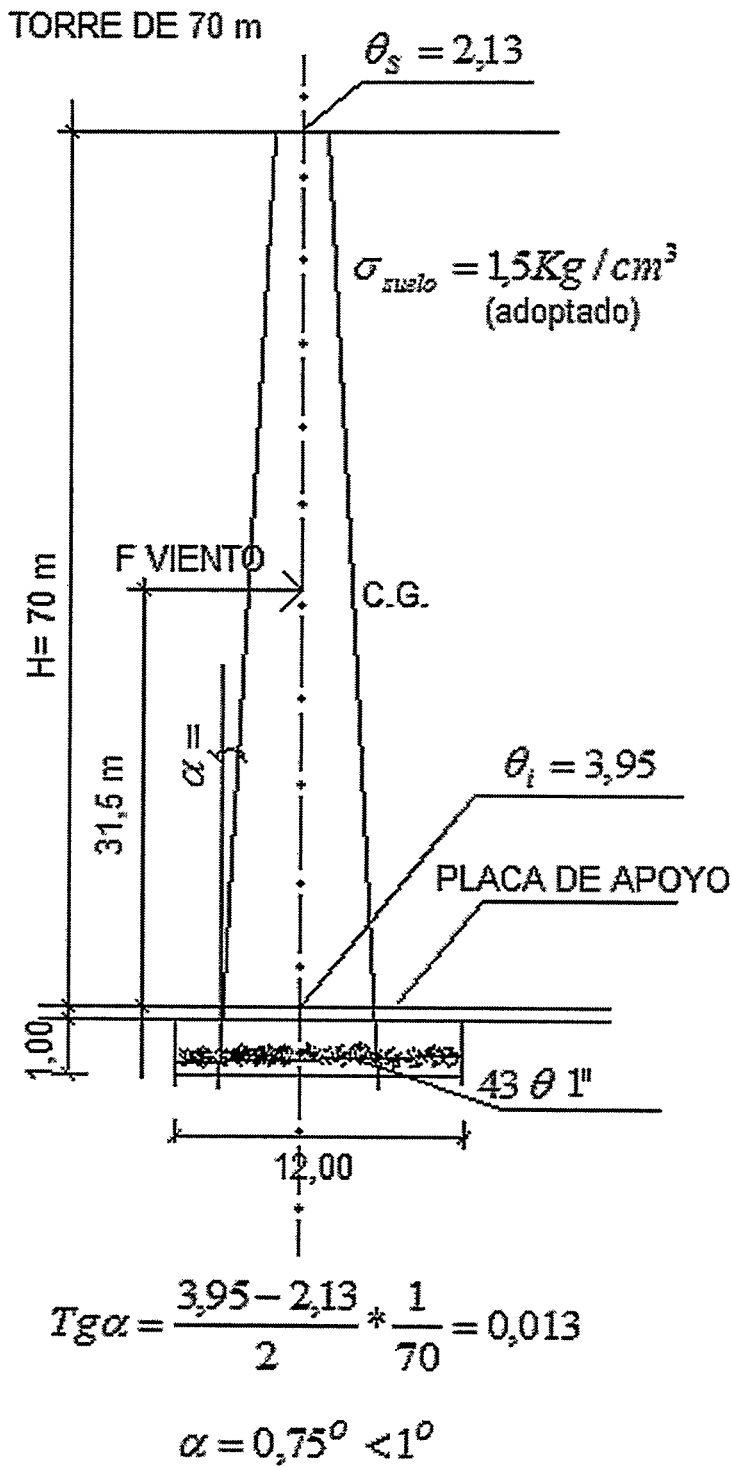


Fig. No. 3.14 Esquema para el cálculo estructural de la base de la torre.

Prediseño:

$$q_{au} = \frac{1,4Pu}{A}$$

$$Pu = 1,4P$$

$$\sigma_{suelo} = 1,5Kg / m^2$$

$$f = 1,46$$

$$\sigma_u = q_u = 2,24Kg / m^2$$

$$Pu = 1,4P = 1,4(216) + 1,7 * 10,640 Kg =$$

$$Pu = 303T + 18,088T$$

$$M = 18,088 * 31,5 = 569,77$$

$$\sigma_1 = \frac{1,2 * 303}{6,6^2} \pm \frac{6 * 569,77}{6,6^3} = 8,35 \pm 1189 = 2024T / m^2$$

$$\sigma_1 = \frac{1,2 * 303}{6,6^2} \pm \frac{6 * 569,77}{6,6^3} = 8,35 \pm 1189 = -354T / m^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1,2 * 303}{7^2} \pm \frac{6 * 569,77}{7^3} = 8,35 \pm 1189 = 17,39T / m^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1,2 * 303}{7^2} \pm \frac{6 * 569,77}{7^3} = 8,35 \pm 1189 = -2,55T / m^2$$

Nota: en amplias cimentaciones con concretos fuertes

Calculo

$$f'c = 300 Kg / m^2$$

$$fy = 4200 Kg / m^2$$

$$\sigma_s = 1,46 * 1,5 = 2,19 Kg / m^2$$

$$Pu = 303000 Kg$$

$$Mu = 569,77 Tm = 56'977 .000 Kgcm$$

$$Cx = Cy = 395 cm$$

$$Lx = 636 cm$$

$$Ly = 636 cm$$

Es recomendable que en ningún sitio del suelo se presenten tracciones; bajo este contexto, es recomendable ampliar la superficie del cemento.

Tesis: La Generación de energía eléctrica por medios eólicos como alternativa al problema energético del país frente a los sistemas tradicionales

$$\sigma_B = \frac{1,2 * 303000}{1200^2} \pm \frac{6 * 569,77}{1200^3}$$

$$Pbsx = 0,45$$

$$Pnx * \min = 0,01Kg / m^2$$

$$Pbsy = 0,45$$

$$Pny * \min = 0,01Kg / m^2$$

$$Lx = 1200cm = 12m = Ly$$

$$d = 88cm$$

$$h = 100cm$$

$$Vc = 1,36Kg / m^2$$

$$Vp = 1,60Kg / M^2$$

$$Mx = 35'383.620Kgcm$$

$$Asx = 211,20cm^2 = Asy = 4301"$$

$$101" = 4,91cm^2$$

$$Peso = 3,85Kg / m$$

Revisión:

$$\sigma_B = \frac{3030000 + 345600}{1200 * 1200} \pm \frac{6 * 56977000}{1200^3} = 0,45 \pm 0,20 = 0,65Kg / cm^2$$

$$\sigma_B = \frac{3030000 + 345600}{1200 * 1200} \pm \frac{6 * 56977000}{1200^3} = 0,45 \pm 0,20 = 0,23Kg / cm^2$$

$$Gn = \frac{303000}{1200^2} \pm 0,20 = 0,21 \pm 0,20 = 0,41Kg / m^2$$

$$Gn = \frac{303000}{1200^2} \pm 0,20 = 0,21 \pm 0,20 = 0,01Kg / m^2$$

Materiales:

Hormigón $f'c = 300kg / m^2 = 144m^3 * \150 = 21.600,00 USD

Acero de refuerzo $2127Kg * \$1,5$ = 3.191,00 USD

Excavación $216m^3 * \$6$ = 1.296,00 USD

Costo total de la cimentación

= 26,087,00 USD

Nota: Los costos estructurales de las cimentaciones fueron calculados por el Master en estructuras Ing. Marcelo Mejía Calderón, de acuerdo a las especificaciones técnicas del aerogenerador de Ecotecnia 80 de 2,2 MW.

Observación:

Una cimentación de tal magnitud, puede ser más económica, si se puede aprovechar las condiciones del suelo, es decir sus presiones positivas, lo cual dependerá de la forma de anclaje de la torre al cimient, profundidad de la cimentación, resistencia del suelo en cada torre, coeficiente de fricción, etc.

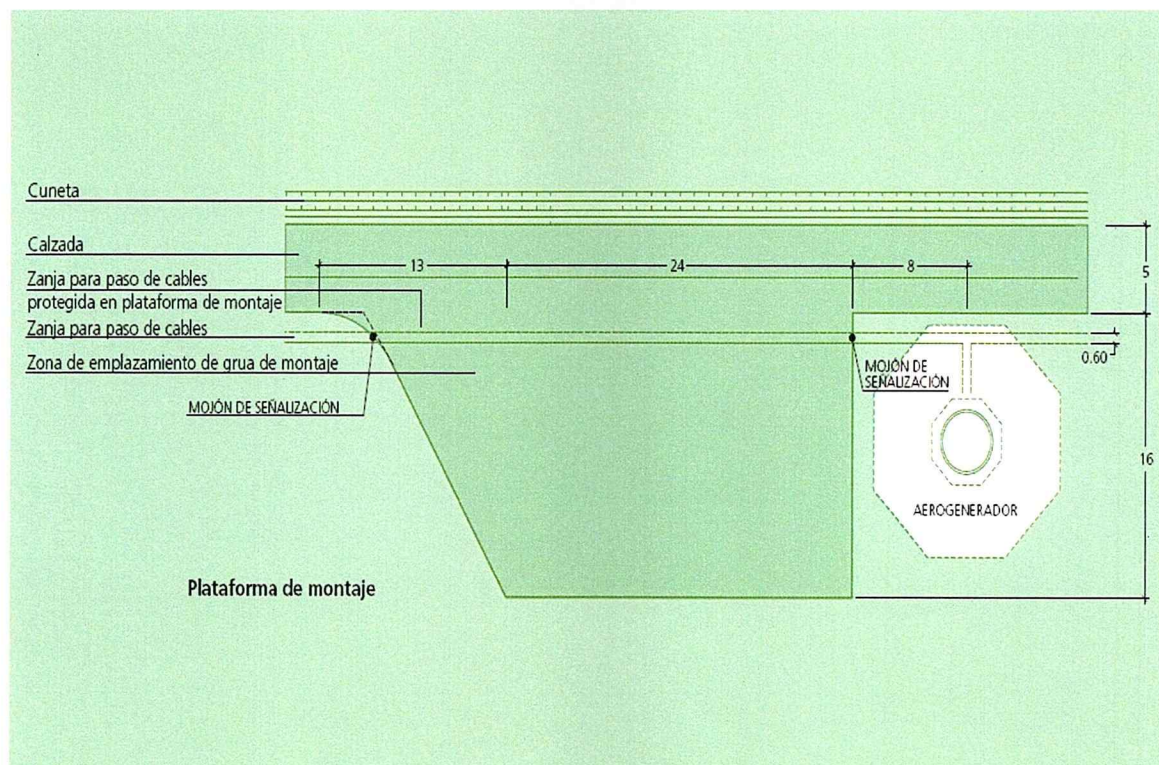


Fig. No. 3.15 Plataforma de montaje para la torre de soporte del Aerogenerador

Para el caso del aerogenerador 80 2.0 de Ecotecnia, y el dimensionamiento propuesto de 10 MW, éstos tienen que ser íntegramente importados, para su traslado por tierra pueden ser solucionado a través de la red vial existente en el país, así como a los lugares de instalación final, que pueden requerir algo de trabajo, dependiendo su ubicación de las vías asfaltadas, y estos deben ser instalados por personal propio de la empresa de tal manera que se garantice la operabilidad del mismo. (Anexo de lectura # 8 Datos técnicos de ecotecnia aerogenerador 80 2.0)

3.4 La construcción de carreteras

Las vías de acceso que sean necesarias para transportar la turbina y las secciones de la torre hasta el lugar de la construcción, deberán ser tomadas en cuenta dentro de los costos de inversión, y ésta dependerá de cada sitio específico donde se instale, de tal manera de permitir el ingreso al sitio de camiones.

Para tomar como referencia de costos, citaremos el caso de Cruz Loma en la ciudad de Quito, en las pampas que se extienden detrás del teleférico y antenas de repetición de radio y televisión.

En dicho lugar no es necesario hacer modificaciones en la vía, pues ésta fue reparada para la construcción del Teleférico, pese a ser una carretera de segundo orden, permite el ingreso de camiones de gran tonelaje, dificultándose en la época de invierno, donde se hace fangoso el terreno.

Para este caso en específico, el costo de construcción de carreteras sería despreciable.

3.5 Instalación de un Transformador de gran capacidad

El transformador es necesario para convertir la corriente a baja tensión de la turbina a una corriente apta para la red eléctrica local, de ser el caso.

Para el caso que hemos estamos citando de Cruz Loma, la Red Integrada de alta tensión con Colombia pasa por el sector donde deberían instalarse los aerogeneradores que conformarían el parque de 10 Mw., la misma que lleva la energía importada de Colombia a las Estaciones de transformación del sistema Integrado Nacional.

Razón por la cual, la instalación de sistemas de transformación esta omitido para este caso y si consideramos la situación no es cambiando en ningún lugar del país, dada la capacidad de la Red Integrada Nacional.

3.6 Conexión telefónica

Una conexión telefónica es necesaria para el control remoto y vigilancia de la turbina, si bien es un factor opcional, su precio no representa costos mayores, dados los servicios que prestan tanto las telefonías fijas como móviles, contándose en el sector con las antena de Porta, lo que garantiza este servicio para el sistema de monitoreo automático.

La puesta en funcionamiento de una conexión telefónica no va mas allá de \$127.500,00 (Anexo #9 Sistema de control de AFC Ingenieros), considerando los costos del equipo e instalación de la estación remota para cada aerogenerador, y se deberá tomar en cuenta dentro del mantenimiento, los costos mensuales por el pago de este servicio, que será mínimo considerado con tarifa comercial, dado el volumen de tráfico de comunicaciones, que estará limitado para el monitoreo automático de cada aerogenerador.

3.7 Costos de cableado

El cable que va desde la turbina hasta la línea de alta tensión es el ACAR 1200 (Conductor de aluminio de 2/0 AWG), viene en bobinas desde 1500 mt a 2000 mt y de 2800 a 3000 mt., a un costo de \$6,94 a \$7 cada metro, y el valor variará con el número de rollos necesarios una vez que se identifique el lugar exacto para el

emplazamiento, es decir, el cable que va desde la turbina hasta la línea de alta tensión, que puede ser de 69 kV, 138 Kv, 230 kV. Para el caso de Cruz Loma la interconexión podría ir a la Subestación Santa rosa Pomasqui o Santa Rosa Colombia de 69 kV. y en Engabao se conectaría a la Subestación Posorja de 69 kV. o directamente a la red.



Fig. No. 3.16 Tendido del cableado subterráneo

Se necesitarían 12 rollos para su conexión a la red de alta tensión del Interconectado con Colombia, para el caso de Cruz Loma y 7 para Engabao. En el caso de conectarse a las subestaciones se requeriría de un transformador elevador de 13,8/69 kV en la central de generación y barras de 69 kV

3.8 Los costos de transporte

Los costos del transporte de la turbina puede también ser una variable de consideración, tomando en cuenta el traslado desde su lugar de fabricación; como EEUU, España, Dinamarca o Canadá; hasta el lugar mismo del emplazamiento que puede ser muy remoto, aunque normalmente no son superiores a unos 15.000

dólares americanos. Debiéndole agregar los costos por pago de impuestos de ingreso al país.

Los costos por tasas de impuestos de ingreso se podrían eliminar, si se considera que existe una reglamentación para la exoneración de impuestos para proyectos energéticos, además que si la inversión es por parte del Estado, lo puede canalizar con liberación de impuestos.

Sin embargo es necesario considerar, los costos del traslado desde el puerto de desembarque y embarque que sería Guayaquil y su traslado a Quito, considerando la altura de la torre y los tramos de la misma, sería en la siguiente cantidad.

TIPO DE VIAJE	CANT.	TOTAL VIAJES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
TRP. Tramos de torre	5	25	10.850	271.250,00
TRP. Aspas	6	90	10.850	976.500,00
TRP. Góndola, buje, rotor y multiplicador	6	60	10.850	651.000,00
TRP. Aerogenerador y ejes	5	20	6000	120.000,00
TRP. Cables y Accesorios		40	3.850	154.000,00
TRP. Bases	5	10	5.850	58.500,00
Gruas y Varios		100		1268750.00
TOTAL				3'500.000.00

**Cuadro No. 3.4 Costos del transporte
(Datos empresa de transportes CODETRAN)**

Los costos de las carreteras y de las cimentaciones están sujetas a las condiciones del suelo, es decir, que tan barato y fácil sea construir un camino capaz de soportar camiones de 30 toneladas, a esto debe también considerarse como otro factor variable la distancia a la carretera ordinaria más cercana, los costos de llevar una grúa móvil hasta el sitio, y la distancia a una línea de alta tensión capaz de manejar la producción de energía máxima de la turbina.

La conexión telefónica y el control remoto no es una necesidad básica, pero no es muy costosa y resulta económico incluirlo en la instalación de una turbina.



Fig. No. 3.17 transporte de un tramo de la torre

3.9 Costos de operación y de mantenimiento en aerogeneradores

Los modernos aerogeneradores están diseñados para trabajar alrededor de unas 120.000 horas de operación a lo largo de su tiempo de vida útil, esto es aproximadamente unos 20 años, lo que supone de 4 a 5 veces más que un motor de automóvil, que dura generalmente entre 4.000 a 6.000 horas.

La experiencia muestra que los costos de mantenimiento son generalmente muy bajos cuando las turbinas son completamente nuevas, pero que aumentan algo conforme la turbina va envejeciendo.

Estudios en los que se comparan turbinas que tienen la misma edad pero que pertenecen a distintas generaciones; llevados a cabo en 500 aerogeneradores daneses instalados en Dinamarca desde 1975 muestran que las nuevas generaciones de turbinas tienen relativamente menos costos de reparación y mantenimiento que las generaciones antiguas.

La experiencia muestra que los costos de reparación y mantenimiento están en el orden del 3 % de la inversión inicial de la turbina al año, en aerogeneradores con algún tiempo de servicio, en tanto que en las turbinas más nuevas los rangos estimados son del 1,5 al 2 por ciento al año de la inversión inicial.



Fig. No. 3.18 Mantenimiento en un aerogenerador

La mayoría de costos de mantenimiento son una cantidad anual fija para el mantenimiento regular de las turbinas, aunque algunos prefieren utilizar en sus cálculos una cantidad fija por Kwh. producido, normalmente alrededor de 0,01 dólares el kWh. El fundamento sobre el que se apoya este método radica en que el desgaste y la rotura en la turbina generalmente aumentan con el incremento de la producción.

Dentro de estos costos se han considerado los pagos mensuales por concepto de tarifa telefónica y gastos de personal que son relativamente pocos (**Anexo finan. # 2**).

3.10 Economía de escalas:

Para hacer mención a la economía de escalas, citaremos como ejemplo que al cambiar de una máquina de 150 Kw. a otra de 600 Kw. (0,6 MW) los precios más o menos se triplicarán, en lugar de cuadruplicarse, por cuanto la cantidad de mano de obra que participa en la construcción de una máquina de 150 Kw. no es muy diferente de la que hace falta para construir una máquina de 600 kW., tanto las

características de seguridad, como la cantidad de electrónica, maquinaria, etc., necesaria para hacer funcionar una máquina pequeña o una grande es aproximadamente la misma.

Por otro lado también, puede estar presente la economía de escalas en la operación de los parques eólicos de gran capacidad en lugar de operar turbinas eólicas individuales, aunque esta economía tiende a ser bastante limitada, tendiente a la vigilancia y administración.

Obviamente es más barato conectar muchas turbinas en la misma localización que conectar una sola, por otro lado, desde el plano comercial, hay limitaciones a la cantidad de energía eléctrica producida que la red local puede aceptar, es decir que, si la red eléctrica es demasiado débil para manejar la producción de la turbina, puede ser necesario un refuerzo de red, esto es, una extensión de la red eléctrica de alta tensión.

3.11 Competencia de precios y gama de productos

La competencia de precios es particularmente dura, y la gama de productos es amplia alrededor de los aerogeneradores de 600 a 2000 kW., y es en esta gama donde probablemente y con mayor facilidad se puede encontrar una máquina optimizada para cualquier clima eólico en particular, a diferencia de lo que sucede en aerogeneradores de pequeña o mediana capacidad.

El Gran crecimiento que ha tenido la industria de los aerogeneradores, en diferentes partes del mundo, así como la tecnología que se ha aplicado en sus componentes y materiales ha contribuido a disminuir el precio de los mismos, y a encontrarse una gama de productos y fabricantes, que en cierta forma también garantiza su funcionalidad.

En el mercado existen varias empresas como Ecotecnia, Gamesa, Vestas, General Electric, entre otras, pero hemos tomado como referencia el aerogenerador 80 2.0

de Ecotecnia, por ser esta empresa la de mayor difusión y crecimiento en España y por la disponibilidad de información.

El precio medio para los grandes parques eólicos modernos está alrededor de 1.000 dólares americanos por kilovatio de potencia eléctrica instalada (**Anexo de lectura # 7**), para turbinas individuales o pequeños grupos de turbinas, los costes estarán normalmente algo por encima.

3.12 Reinversión en la turbina

Es lógico pensar que algunos componentes del aerogenerador están más sujetos que otros al desgaste y a la rotura, esto es particularmente cierto para el caso de las palas para el generador o multiplicador, dependiendo del caso.

Los propietarios de aerogeneradores que ven, que el final de la vida del diseño de su turbina está cerca, pueden encontrar ventajoso tratar de alargar la vida de la misma, haciendo una revisión general de la turbina, y también reemplazando las palas del rotor.

El precio de un juego nuevo de palas, un multiplicador o un generador suele ser del orden del 15 al 20 % del precio de la turbina.

La vida real de un aerogenerador depende tanto de la calidad de la turbina como de las condiciones climáticas locales

3.13 Tarifas de energía eléctrica:

En el ámbito comercial, las compañías eléctricas están más interesadas en comprar electricidad durante las horas pico de carga (máximo consumo) de la red eléctrica, pues de esta forma se ahorran la utilización de electricidad de unidades generadoras menos eficientes.

De acuerdo con un estudio sobre los costos y beneficios sociales de la energía eólica realizado por el instituto danés AKF, la electricidad eólica puede ser de un 30 a un 40 por ciento más valiosa para la red que si se produjera de forma totalmente aleatoria.

En algunas áreas las compañías eléctricas aplican tarifas eléctricas distintas dependiendo de la hora del día, o también aplican tarifas determinadas para cada cierta cantidad de Kw. consumidos, dependiendo del tipo de clasificación que se da al consumidor (Residencial, Comercial, Entidades oficiales, etc.).

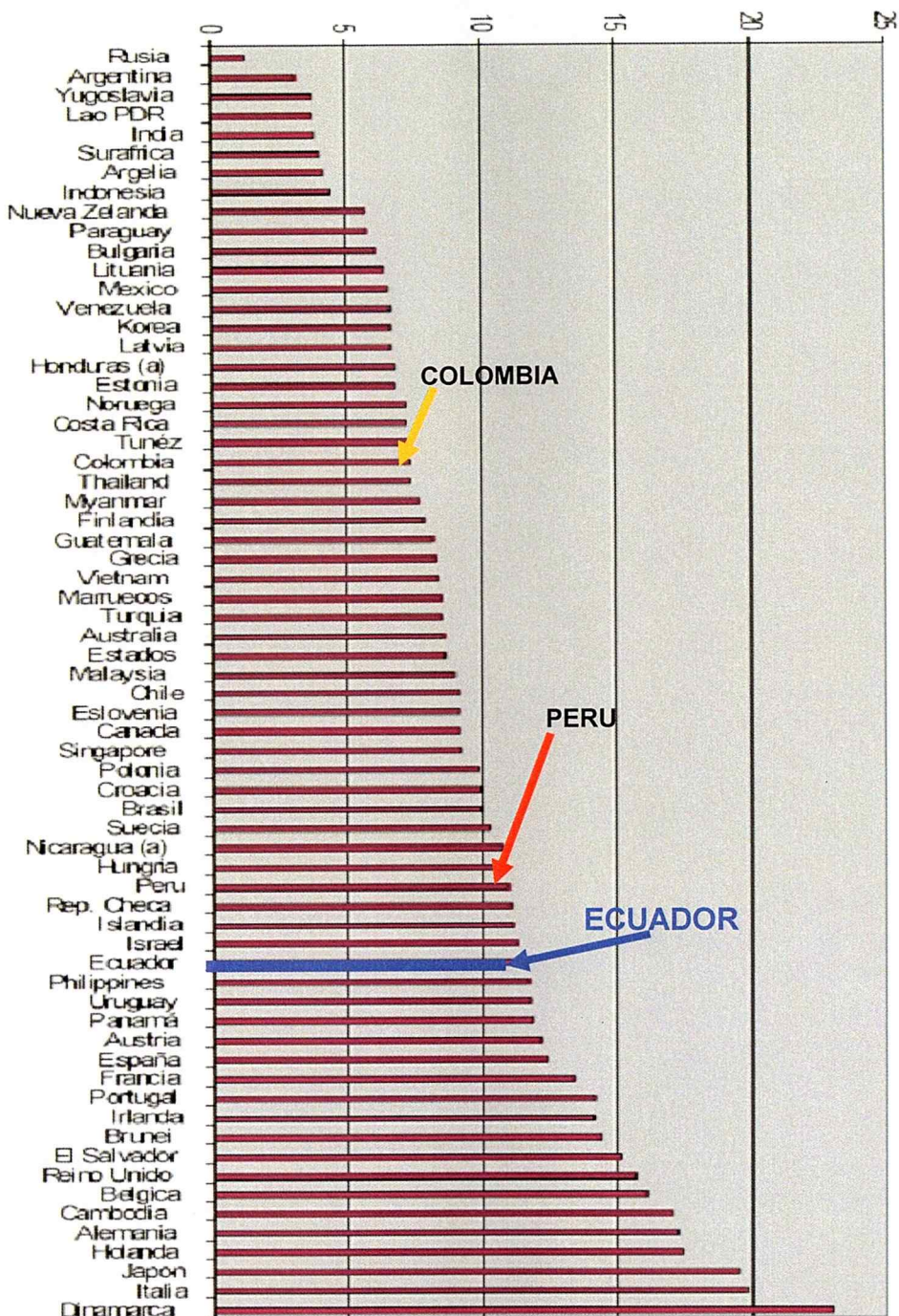
En nuestro país se aplica un tipo de subsidio, lo que determina que la aplicación de tarifas sea para cierta cantidad de consumo de energía y en dependencia de la categoría de clasificación.

Cabe considerar que en los valores que se pagan en planilla por concepto de consumo de energía eléctrica, se cargan por ley valores adicionales como alumbrado público, tasa de recolección de basura, seguro contra incendios, bomberos, entre otros; valores que están sujetos a variaciones e incrementan los gastos.

El costo del Kw/h residencial en el Ecuador actualmente se presenta en el siguiente cuadro mundial, siendo uno de los más caros que se pagan en el mundo.

En comparación con países vecinos como Colombia y Perú, a quienes compramos la energía que les sobra, el Ecuador se encuentra distante de esos precios, por lo que resulta un negocio sumamente rentable para las generadoras térmicas. Sin embargo esto puede cambiar con la tendencia del nuevo gobierno, pues se plantea la posibilidad de focalizar el subsidio de la energía.

Tesis: La Generación de energía eléctrica por medios eólicos como alternativa al problema energético del país frente a los sistemas tradicionales



Graf No. 3.1 Costos del Kw/h a nivel mundial.
(Datos de Banco Interamericano de Desarrollo)

Si a este total le dividimos para el valor mensual a cobrarse por el consumo de 41.190 familias, tendremos el número de meses en los que se recuperaría la totalidad de la inversión con todas las previsiones posibles de error, reinversión y mantenimiento. En base a todo lo anteriormente expuesto, el costo se ha establecido la comparación del costo de instalación de un aerogenerador, el tiempo de recuperación de la inversión en relación al número de abonados que pueden ser

cubiertos con la instalación de 10 MW, con un promedio por familia de 4 miembros únicamente considerado para nuestro caso.

3.14 Cuadro demostrativo de costos

Costos referenciales del estudio de oportunidad para el proyecto del parque eólico (Anexo financiero # 6) y retorno de la inversión en el sector público y privado (Anexo financiero #7 y #8)

Cabe anotar que el cálculo del número de abonados servidos con 10 Mw., es la media internacional para el caso de Europa (11.000), específicamente España.

Evita	22.480 Tn. Al año de CO ₂
Sustituye	2.447 Tn. Equivalentes de petróleo
Aporta	Trabajo a 130 personas al año durante el diseño y la construcción
Proporciona	Industria y desarrollo de tecnología
Genera	Energía eléctrica para 11.000 familias Europa
Genera	Energía eléctrica para 41.190 familias en Ecuador

Cuadro No. 3.6 Ventajas de un Parque Eólico de 10 MW (Datos de la EWEA)

Para el caso de Ecuador de acuerdo a una media de consumo, consideramos a 41190 familias (Anexo de cuadros #3) a un promedio de consumo de 37 USD mensuales, es decir 242,78 Kw. al mes (\$ 0,08 centavos cada Kw/h).

TIPO DE TARIFA	COSTO Kw/H USD	CONSUMO MENSUAL USD	ABONADOS	TOTAL
RESIDENCIAL ESPAÑA	0,08	37,00	11.000	407.000,00
RESIDENCIAL ECUADOR (PM)	0,08	19,42	41.190	800.001,33
RECUPERACION MENOS PERDIDAS NEGRAS (50% PM)	0,08	19,42	41.190	400.000,67

Cuadro No. 3.7 Tarifa mensual promedio de una familia de 4 miembros al costo de 0,08 centavos el Kw/h (Anexo #3 Datos de consumo)

Este sería el valor que se recuperaría en forma mensual, con lo que si consideramos el total de gastos de inversión, de reinversión y mantenimiento, podremos determinar el tiempo de retorno general de la inversión para el caso de 10 Mw., dejando un valore adicional por concepto del 20% como margen de error.

Si a este total le dividimos para el valor mensual a cobrarse por el consumo de 41.190 familias (**Anexo financiero # 1**), tendremos el número de meses en los que se recuperaría la totalidad de la inversión con todas las previsiones posibles de error, reinversión y mantenimiento.

Es importante considerar, que para poder garantizar el retorno de la inversión, la comercialización de la generación eléctrica por medios eólicos debe ser a través del mercado PPA, siendo en principio, el Estado su principal inversionista, de tal manera de asegurar el mercado.

TIEMPO DE RETORNO:

COSTOS TOTALES PROYECTADOS	15'536.500,00		
RECUPERACION MENSUAL y TASA RETORNO	400.000,67	30,90%	
MESES	38,84	12	3,24

Cuadro No. 3.8 Tiempo de retorno de la inversión total del proyecto

Lo que representa:

AÑOS	3 Años, 2 Meses y 25 Días
-------------	----------------------------------

Con lo que quedarían **16 Años, 09 Meses y 5 días de utilidad neta**, que permitiría volver a invertir en el plazo de 4 años y duplicar las ganancias.

A este análisis, consideremos que el país ahorrará por concepto de subsidios al costo del Kw/h de las termoeléctricas \$0,04, que si los multiplicamos por los 242,78,5 Kw que consume una familia promedio de 4 miembros, siendo 41.190 familias, se tendrá un ahorro de:

0,04 USD	242,78 Kw	41.190 FAM.	\$400.001,33 Ahorro Mes
PARA TOTAL AÑOS	3,24	\$ 400.000,67	15'536.500,00
		MENOS PERDIDAS TOTALES	7'768.250,00

Otra consideración adicional que debemos tener en cuenta, es el subsidio que por combustibles se da al diesel, si sabemos que una planta termoeléctrica para generar los mismos 10 Mw. diarios. (Anexo de cuadros #5 de consumo de combustibles Fuente: Ministerio de Energía de México)

GENERACION	CONSUMO ANUAL: DIESEL	CONSUMO MENSUAL DIESEL
10,60 MW	$4,50 \cdot 10^3 m^3$	$0,375 \cdot 10^3 m^3$

Cuadro No. 3.9 Consumo de diesel de una planta térmica de 10 Mw
Anexo #5 Consumo de combustibles Fuente: Ministerio de Energía de México

Sabemos que 10,60 MW/a $\rightarrow 0,375 \cdot 10^3 m^3$ diesel

10 MW/a $\rightarrow X = ?$

$$X = \frac{10MW / a * 0,375 * 10^3 m^3}{10,60MW / a}$$

$$X = 353,774 m^3 diesel$$

Sabemos que $1 m^3 \rightarrow 1000$ Lts

$$353,774 \text{ m}^3 \text{ diesel} \rightarrow X = ?$$

$$X = \frac{353,774 \text{ m}^3 * 1000 \text{ Lts}}{1 \text{ m}^3}$$

$$X = 353773,585 \text{ Ltsdiesel}$$

Sabemos que 1Gln \rightarrow 3,78541 Lts (Tabla de conversión mundial)

$$X = ? \rightarrow 353773,585 \text{ Lts diesel}$$

$$X = \frac{353773,585 \text{ Lts} * 1 \text{Gls}}{3,78541 \text{ Lts}}$$

$$X = 93457,13804 \text{ Glsdiesel}$$

Entonces si se consumen 93.457,138 galones de diesel, y si consideramos el subsidio por galón de diesel de 1,1 dólares tendremos:

1,1 USD	93.457,138 Gls mes.	\$ 102.802,85 Ahorro Mes
PARA TOTAL	3,24	\$ 102.802,85
AÑOS		\$ 3'992.984,61

En resumen el Estado para el mismo tiempo de recuperación de la inversión habrá dejado de gastar **11'761.234,61 USD**, que representa el 62% del costo total de la inversión. En otras palabras para el proyecto propuesto, simplemente representaría al estado un ahorro, ya que la recuperación del 38% restante de la inversión se la haría en:

COSTOS TOTALES PROYECTADOS	15'536.500,00		
COSTOS TOTALES SUBSIDIOS	11'761.234,61		
COSTOS MENOS SUBSIDIOS	3'775.265,39		
RECUPERACION MENSUAL y TASA RETORNO	400.000,67	10,60%	
MESES	13,49	12	1,1242
AÑOS	9 Meses y 13 Días		

Cuadro No. 3.10 Tiempo de retorno de la inversión menos el ahorro de subsidios.

Lo que representa:

9 Meses y 13 Días

Que teniendo en cuenta el tiempo de vida útil de los aerogeneradores, significaría que 19 años, 2 meses y 17 días se tendrían para generar rentabilidad, con lo que se podría financiar el invertir en ampliar la capacidad instalada 8 veces.

El efecto multiplicar de ampliarse la capacidad instalada, es simple de imaginar, recordando la parte de economía de escalas, si ha esto reducimos los gastos que se generan por motivo de la remediación medioambiental por los efectos colaterales de la contaminación, los gastos por la importación de energía a Colombia y Perú, al final el país será el gran beneficiario de una energía limpia, más barata y que contribuiría a liberar recursos del presupuesto del Estado.

CONCLUSIONES

- En resumen el Estado para el mismo tiempo de recuperación de la inversión habrá ahorrado algo más de 11 millones de dólares, es decir más del 75 % del total de la inversión.
- Con la inversión en sistemas eólicos el Estado, simplemente ahorraría los gastos que se generan por motivo de subsidios en la tarifa eléctrica y en el de combustibles.
- Los sistemas eólicos, por el tiempo de vida útil, permitirán generar rentabilidad al Estado, con la cual se podrán ejecutar nuevos proyectos eólicos o invertir en el sector social
- Se cumplió el objetivo principal, de poder realizar un estudio de factibilidad del empleo de la energía eólica como alternativa para la solución del problema energético del país, a partir de un análisis estratégico para llegar a definir el costo – beneficio.
- Los sistemas de generación eólica de gran capacidad, no son una tecnología nueva, su industria mueve billones de dólares y se han superado las perspectivas de potencia instalada, siendo un negocio muy lucrativo para sus inversionistas y fabricantes, así como una alternativa ecológica de generación de energía barata y limpia.
- El Gobierno Nacional, puede ser el principal inversionista en el recurso eólico, con lo que cortaría la dependencia de las termoeléctricas y la influencia que éstas ejercen.
- El recurso viento se encuentra presente en todo el territorio nacional, con potencias medias, que permiten avizorar un futuro prometedor en la explotación del recurso eólico.

- El recurso viento, se presenta con mayor incidencia en los meses de junio hasta noviembre, meses que son los de estiaje para la represa Paute, que genera el 60% de la demanda nacional
- La exigencia y comprometimiento a nivel mundial, para reducir el calentamiento global, impulsa el crecimiento y desarrollo de energías alternativas, como la eólica, habiéndose identificado como la solución ideal para países en vías de desarrollo.
- La vigencia del tratado de Kyoto, permite contar a nivel mundial, con una línea de crédito blanda, por parte de los países industrializados, para la inversión en sistemas energéticos alternativos.
- La importancia del sector eléctrico que proporciona el 20% del PIB, sumado a la necesidad de inversión en el sector eléctrico para abaratar costos y satisfacer la demanda, identificado además por el Banco Central para mantener las expectativas de crecimiento macroeconómicas, y donde se prevé una inversión no menor \$ 2000 millones, contribuiría con el aparato productivo en la reducción de costos, para ser más competitivos en un mercado global.
- Con los sistemas de conversión de energía eólica para generación eléctrica, se reduciría la dependencia de combustibles fósiles, la importancia de las generadoras térmicas, así como también de los gastos por importación de energía eléctrica provenientes de Colombia y Perú.
- Los sistemas eólicos pueden trabajar en complemento con las centrales hidroeléctricas, para satisfacer la demanda anual que alcanza en promedio un 4,28%.
- El tiempo de construcción de un sistema eólico es relativamente menor a una planta hidroeléctrica, con un menor impacto ambiental.

- En el diseño de una instalación eólica es necesario considerar el emplazamiento, el tamaño de la máquina y el recurso viento y es indispensable disponer un estudio lo más amplio posible del viento dominante.
- La calidad del recurso eólico es específica de cada sitio, la utilización del recurso eólico es una inversión de futuro, no un gasto.

RECOMENDACIONES

- El Gobierno debe establecer una política de estado, que permita el desarrollo del sector energético, que incentive la inversión en nuevas formas de generación eléctrica, como las energías alternativas, que orienten a la reducción de costos de generación, para proveer al país de una energía más barata y limpia.
- Se deben llevar a cabo por parte del Gobierno o la inversión privada el desarrollo de los proyectos hidroeléctricos que han pasado su etapa de estudio, de tal manera que los sistemas de generación eólicos sean complementarios de los mismos.
- El Gobierno Nacional debería invertir en la investigación y estudio de los vientos, así como fortalecer al INAMHI, para que en un futuro sea esta dependencia quien lleve adelante el análisis y estudios del recurso eólico
- Que el gobierno lleve adelante los proyectos y programas de estudio y viabilidad de la explotación de energía eléctrica, a través de energías alternativas, que puedan surgir del convenio firmado entre el Ministerio de Energías con las principales Universidades del País.
- Siempre estarán de por medio romper barreras de entrada, como los intereses enquistados en el poder, pero el beneficio costo que representa para la Nación deberá ser sopesado, tomarse las decisiones pertinentes, sólo por quien en su momento, este a la altura de escribir la nueva historia de la Patria.

4. BILIOGRAFIA

- * Héctor Mattio, Graciela Ponce, **“Nociones generales de energía eólica”**, CREE, Rawson, Chubut, Argentina. 1998.
- * Castro Gil, Sánchez Naranjo, **“Energía eólica”**, edit. Progensa, 1997. monografía
- * R. Bastianon, **“Energía del viento y diseño de turbinas eólica”**, Edit. Tiempo de Cultura, Buenos Aires, Argentina 1992.
- * Hernández González, **“Las energías renovables y el medio ambiente”**, Cayetano (MOPU). 1990
- * Guillermo López, **“Fuentes de energía y tecnología”**, Edit. Santillana 1986
- * Désiré Les Gourières, **“Energía eólica, teoría, concepción y cálculo práctico de las instalaciones”**, Edit. Masson SA 1984.
- * Puig, Meseguer y Cabre, **“El poder del viento”**. Ediciones Ecotopia 1986.
- * CONELEC, **“Estadísticas energéticas del CONELEC”**, página Web www.conelec.com
- * CENACE, **“Datos informativos de CENACE”**, página Web. www.cenace.org.ec
- * INAHMI, **“Datos informativos del INAMHI”**, página Web. www.inamhi.com.ec
- * BID, **“Datos informativos de prestamos del BID”**, Banco interamericano de Desarrollo para la represa BABA
- * MICIP, **“Competitividad Industrial del Ecuador”**, Capt. 6,7, 8, emitido por el MICIP
- * MICIP, **Datos informativos del Ministerio de Comercio Exterior, Pesca y Competitividad (MICIP)**, página Web. www.micip.gov.ec
- * CIE, **“Boletines bimensuales”**, de la Corporación para la Investigación Energética.
- * IEEP, **“Instituto ecuatoriano de Economía y Política (IEEP)**, página Web.
- * CEDATOS, **“Estadísticas Informativas”** Centro de estudios y Datos (CEDATOS), página Web.
- * IDE, **“Boletines informativos de la Escuela de Dirección de Empresas (IDE)”**, Bol. Num. 85.

- * Editorial Progensa, **“Energía eólica práctica”** pág. 191, año 2000, progensa@progensa.com.
- * Anuario de Proyectos 1994, **“Energías renovables en España”**.
- * Balance y perspectivas del 2000 **“Las energía renovables en España”**
- * Recopilación de artículos de La Recherche, **“Las nuevas energías”**, Biblioteca de divulgación científica. (Ediciones Orbis). 1987
- * Reportaje INTA, **“El viento, fuente de energía”**.
- * Diario el Universo, **“Ediciones diarias”**, www.eluniverso.com.ec
- * Diario el Comercio, **“Ediciones diarias”**, revista líderes, www.elcomercio.com.ec
- * Diario Hoy, **“Revista Blanco y Negro”**, www.hoy.com.ec
- * Naciones Unidas, **“Datos informativos”**, Organismo de las naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

GLOSARIO DE TERMINOS

- **AEE:** Asociación Empresarial Eólica.
- **AIE:** Agencia Internacional de Energía.
- **ANEMOMETRO:** Aparato meteorológico, provistos de aspas con Terminal en copa, que se usa para la medición de la velocidad del viento.
- **CAJA DE FARADAY:** es un volumen cerrado, diseñado para excluir campos magnéticos, siendo usada como una aplicación de la ley de Gauss.
- **CATEG:** Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil.
- **CENACE:** Centro Nacional del Control de la Energía.
- **CIE:** Corporación para la investigación Energética.
- **CONELC:** Consejo Nacional de Electricidad.
- **ECEE:** Equipos Convertidores de Energía Eléctrica
- **EEQ:** Empresa Eléctrica Quito
- **EGEA:** Europe Geography Association
- **EMPLAZAMIENTO EOLICO:** Lugar específico donde se instalara una o más turbinas eólicas para la generación eléctrica.
- **EOLEOGRAMA:** Es el resultado en datos lineales de un registrador eléctrico sobre el recurso viento.
- **ER:** Energía Renovable
- **EWEA:** Europe Wind Energy Association
- **FAC:** Fondo de Ahorro y Contingencia.
- **FERUM:** Fondo de Electrificación Urbano Marginal
- **FODEL:** Fondo de Desarrollo de Energías Limpias
- **GWEC:** Global Wind Energy Council.
- **INAMHI:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- **INEC:** Instituto nacional de Estadísticas y Censos
- **INEL:** Instituto Nacional de Energías Limpias
- **LARSE:** Ley de Reestructuración del Sector Eléctrico.
- **LIMITE DE BETZ:** Valor máximo de explotación de la potencia del viento en energía mecánica, calculado en 52% de la Fuerza o Energía del Viento.
- **LPG:** Gas Licuado de Petróleo

- **LOAFIC:** Ley Orgánica de Administración Financiera
- **MAPA DE EOLICOS:** Diagramas bidimensionales, con soporte satelital del comportamiento de los vientos de una área específica.
- **msnm:** Metros Sobre Nivel del Mar.
- **MULTIPALAS:** Equipo o dispositivo mecánico, provisto de varias aspas, que aprovechan la velocidad del viento para su rotación, usado generalmente para bombeo de agua.
- **OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- **PERFIL DE VIENTOS:** Diagrama del comportamiento del viento basado en la altura (Velocidad vs Altura).
- **PIB:** Producto Interno Bruto.
- **PPA:** Power Purchase Agreement, compra y venta de energía eléctrica previo contrato.
- **SCEE:** Sistema de Conversión de Energía Eólica
- **SIN:** Sistema Interconectado Nacional.
- **SPOT:** es un mercado muy fluido, no tiene un sitio fijo, se llevan a cabo al contado y en el momento.

ANEXOS

ANEXOS

ANALISIS ESTRATEGICOS.

- **Anexo # 1.**
ANALISIS FODA, ASPECTOS INTERNOS.
- **Anexo # 2.**
ANALISIS FODA ASPECTOS EXTERNOS.
- **Anexo # 3.**
MATRIZ DE INICIATIVA ESTRATEGICA OFENSIVA.
- **Anexo # 4.**
MATRIZ DE INICIATIVA ESTRATEGICA DEFENSIVA.
- **Anexo # 5.**
MATRIZ GENERAL ELECTRIC
- **Anexo # 6.**
POSICION DE LA EMPRESA
- **Anexo # 7.**
ESTRATEGIAS FOFADODA.
- **Anexo # 8.**
DIAGRAMA DE RELACIONES.
- **Anexo # 9.**
MAPA ESTRATEGICO.

**ANÁLISIS FODA
ASPECTOS INTERNOS**

FORTALEZAS		DEBILIDADES	
GENERACION DE PLAZAS DE TRABAJO	El establecimiento de parques eólicos genera nuevas plazas de trabajo directo e indirecto	INSEGURIDAD JURIDICA	El problema energético del país tiene décadas sin solución ningún gobierno de turno ha tomado con responsabilidad el tema energético, dando lugar a las soluciones parche como los decretos de emergencia eléctrica que ha impulsado la inversión de las generadoras térmicas privadas
POLITICA DE ESTADO	El gobierno de turno ha iniciado una política de estado tendiente a apoyar proyectos de estudios de generación eléctrica en energías alternativas y establecimiento de preferencias arancelarias para proyectos de inversión energética	FALTA DE RECURSOS ECONOMICOS POR PARTE DEL ESTADO	Que el gobierno no destine recursos para la ejecución de proyectos eólicos en el país
APOYO DE LA POBLACION	Expectativa de la población por la reducción de costos del kw/h de consumo, para impulsar el sector industrial y reactivar la producción y la creación de nuevas plazas de trabajo		
ELIMINACION DE SUBSIDIOS A LOS COMBUSTIBLES PARA LA GENERACION ELECTRICA	Permitiría al país el ahorro de dinero del presupuesto nacional y liberaría recursos para la inversión social		

**ANÁLISIS FODA
ASPECTOS INTERNOS**

FORTALEZAS		DEBILIDADES
ENERGIA LIMPIA NO CONTAMINANTE	No contamina, no produce desechos sólidos ni líquidos que van a la tierra	INSTITUTO NACIONAL METEOROLOGICO (INAHIMI) CON DEFICIENTE EN TECNOLOGIA Y CARENTE DE ESTUDIO DE VIENTOS Y MAPAS EOLICOS Instalaciones meteorológicas abandonadas o sin equipos. Falta de inversión o adquisición de equipos que permitan envío de información y elaboración de mapas eólicos. Existen varios lugares del territorio nacional que no se conoce nada del potencial eólico por la falta de estudios.
UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PAIS	País por donde atraviesa la cordillera de los de los Andes y regada por las costas del Pacífico aproximadamente 300 millas	ESTRUCTURA POLITICA CON REZAGOS DE PODER QUE TIENE INTERESES ECONOMICOS EN LAS TERMoeLECTRICAS Existe en ciertas instancias del estado, personal que tiene intereses económicos puestos en las termoeléctricas y bloquean los intentos de cambio en el sector energético
RECURSO VIENTO ES RENOVABLE E INAGOTABLE	Inagotable presente en todo el territorio nacional con especial incidencia en la sierra, costa, región insular	CARENCIA DE CONOCIMIENTOS TECNICOS Y EXPERIENCIA A NIVEL NACIONAL EN EL SECTOR EOLICO Son contados los proyectos eólicos llevados a cabo en el país y ninguno que se encuentre en funcionamiento, a demás que se carece de profesionales con conocimientos en el sector.
PRECIOS COMPETITIVOS	El costo de generación del Kw/h es de 0.4 a 0.5 centavos de dólar, similar a la hidráulica y 3 veces menor que las termoeléctricas	NO ESTA DEFINIDA UNA POLITICA DE ESTADO EN EL SECTOR ENERGETICO No existe una política de estado, que defina el impulso a los proyectos energéticos tanto hidráulicos como de energías alternativas que permita contar con presupuestos para sus estudios y ejecución.
GENERACION DE PLAZAS DE TRABAJO	El establecimiento de parques eólicos genera nuevas plazas de trabajo directo e indirecto	FALTA DE INTERES POLITICO EN LA SOLUCION DEL PROBLEMA ENERGETICO El problema energético del país tiene décadas sin solución ningún gobierno de turno ha tomado con responsabilidad el tema energético, dando lugar a las soluciones parche como los decretos de emergencia eléctrica que ha impulsado la inversión de las generadoras térmicas privadas

ANÁLISIS FODA

ASPECTOS EXTERNOS

OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
DESARROLLO Y EXPERIENCIA MUNDIAL EN LA INDUSTRIA EOLICA	<p>La industria eólica lleva 70 años de desarrollo y experiencia en la generación de energía eléctrica</p>	ELIMINACION DE CREDITOS BLANDOS A PROYECTOS ENERGETICOS ECOLOGICOS	<p>La probabilidad que los países desarrollados, ONG's o fundaciones decidan no facilitar créditos blandos o no reembolsables para este tipo de proyectos</p>
CORRIENTE DE APOYO MUNDIAL A LAS ENERGIAS ALTERNATIVAS NO CONTAMINANTES	<p>A nivel mundial, existe una corriente ecológica de preocupación por el calentamiento global, producto del consumo de combustibles fósiles y a la explotación de energías alternativas</p>	DESARROLLO ACELERADO DE UNA NUEVA TECNOLOGIA DE GENERACION NO CONTAMINANTE Y ECONOMICAMENTE MAS BARATA QUE LA EOLICA	<p>Que la investigación y experimentación de nuevas tecnologías permitan descubrir o desarrollar un nuevo tipo de generación de energía más barata y no contaminante que desplace a la eólica.</p>
APOYO ECONOMICO MUNDIAL Y CREDITOS BLANDOS A LOS PROYECTOS ENERGETICOS ECOLOGICOS	<p>Países industrializados, así como también ONG y fundaciones facilitan créditos blandos o no reembolsables a proyectos energéticos no contaminantes</p>		
TRATADO DE KYOTO	<p>Firma de un convenio internacional por parte de los países industrializados para disminuir el consumo de combustibles fósiles y buscar nuevas alternativas de energía no contaminante</p>		

ANÁLISIS FODA

ASPECTOS EXTERNOS

OPORTUNIDADES

AMENAZAS

**INESTABILIDAD EN LOS
PRECIOS DEL
PETROLEO Y SUS
DERIVADOS**

El precio del petróleo, así como sus derivados varían constantemente su valor, afectando la economía de los países industrializados con efecto dominó para los países en vías de desarrollo

**INESTABILIDAD POLITICA
EN LA REGION DE
MEDIO ORIENTE Y
LOS PRINCIPALES
PAISES
PRODUCTORES DE
PETROLEO**

La región de medio oriente donde estan los principales países petroleros es muy volátil, se halla inmersa en una serie de conflictos de orden étnico, religioso, político que podrían tener repercusión mundial en el suministro de combustibles

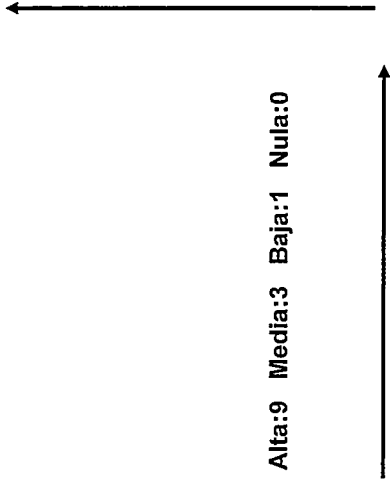
**CRECIMIENTO
ACELERADO DE LA
INDUSTRIA EOLICA
Y LA POTENCIA
INSTALADA EN EL
MUNDO**

A nivel mundial se han rato las metas de crecimiento de la potencia instalada, y ha presentado ganancias por millones para las industrias productoras de aerogeneradoras.

Áreas de Iniciativa Estratégica Ofensiva

F O R T A L E Z A S	O P O R T U N I D A D E S										TOTAL
	Desarrollo y experiencia mundial en la industria ética	Corriente de apoyo mundial a las energías alternativas no contaminantes	Apoyo económico mundial y crédito blandos a los proyectos energéticos ecológicos	Tratado de Kyoto	Inestabilidad en los precios del petróleo y sus derivados	Inestabilidad política en la región de Medio Oriente y los principales países productores de petróleo	Crecimiento acelerado de la industria ética y la potencia instalada en el mundo	TOTAL			
Energía limpia no contaminante	9	9	9	9	0	0	9	45			
Ubicación geográfica del país	9	0	0	0	0	0	9	18			
Recurso viento, es renovable e inagotable	1	0	0	0	0	0	1	2			
Precios competitivos frente a otras formas de generación de energía eléctrica	9	9	9	3	0	0	9	39			
Generación de plazas de trabajo	9	9	9	9	0	0	9	45			
Tendencia nacional contra la contaminación por combustibles fósiles	9	9	9	3	0	0	3	33			
Política de estado	1	3	9	3	9	9	9	43			
Apoyo de la población	0	9	1	9	0	0	3	22			
Eliminación de los subsidios a los combustibles para generación eléctrica	9	0	1	9	0	0	1	20			
Liberación de recursos para inversión social.	0	0	3	9	0	0	1	13			
TOTAL	56	48	50	54	9	9	54	9			

Alta:9 Media:3 Baja:1 Nula:0

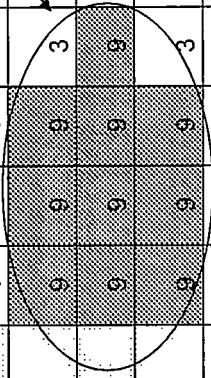


Áreas de Iniciativa Estratégica Ofensiva

Alta:9 Media:3 Baja:1 Nula:0

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES							TOTAL
	Desarrollo y experiencia mundial en la industria ética	Corriente de apoyo mundial a las energías alternativas no contaminantes	Apoyo económico mundial y crédito blandos a los proyectos energéticos	Tratado de Kyoto	Inestabilidad en los precios del petróleo y sus derivados	Inestabilidad política en la región de Medio Oriente y los principales países	Crecimiento acelerado de la industria ética y la potencia instalada en el	
Energía limpia no contaminante	9	9	9	9	0	0	9	45
Ubicación geográfica del país	9	0	0	0	0	0	9	18
Recurso viento, es renovable e inagotable	1	0	0	0	0	0	1	2
Precios competitivos frente a otras formas de generación de energía eléctrica	9	9	9	3	0	0	9	39
Generación de plazas de trabajo	9	9	9	9	0	0	9	45
Tendencia nacional contra la contaminación por combustibles fósiles	9	9	9	3	0	0	3	33
Política de estado	1	3	9	3	9	9	9	43
Apoyo de la población	0	9	1	9	0	0	3	22
Eliminación de los subsidios a los combustibles para generación eléctrica	9	0	1	9	0	0	1	20
Liberación de recursos para inversión social.	0	0	3	9	0	0	1	13
TOTAL	56	48	50	54	9	9	54	333

FOCO DE LAS ACCIONES



Áreas de Iniciativa Estratégica Defensiva

D E B I L I D A D E S								TOTAL
<p>Alta:9 Media:3 Baja:1 Nula:0</p>								
A M E N A Z A S								
Eliminación de los créditos blandos a proyectos energéticos ecológicos	9	9	9	9	3	9	0	48
Desarrollo acelerado de una nueva tecnología de generación eléctrica no contaminante y económicamente más barata	0	0	0	1	1	0	0	11
TOTAL		9	9	18	10	4	9	
		Instituto meteorológico (INAHMI) deficiente en tecnología y carente de estudio de vientos y mapas						
		Estructura política con rezagos de poder que tiene intereses económicos en las termoeléctricas						
		Carenacia de conocimientos técnicos y experiencia a nivel nacional en el sector eólicos						
		No esta definida una política de estado en el sector energético						
		Falta de interés político en la solución del problema energético						
		Inseguridad jurídica						
		Falta de recursos económicos por parte del Estado						

Áreas de Iniciativa Estratégica Defensiva

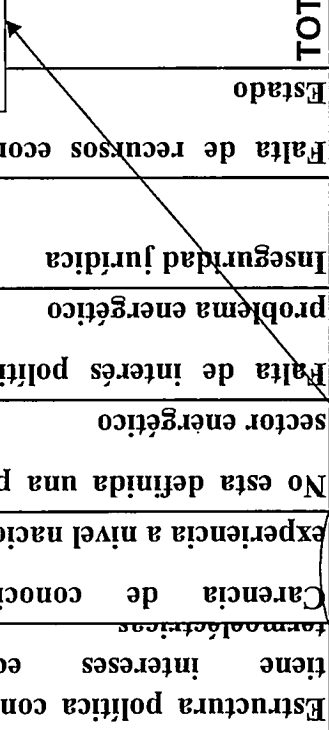
Alta:9 Media:3 Baja:1 Nula:0



D E B I L I D A D E S

AMENAZAS		DEBILIDADES										TOTAL									
Eliminación de los créditos blandos a proyectos energéticos ecológicos	Instituto meteorológico (INAHMI) deficiente en tecnología y carente de estudio de vientos y mapas aéreos	9																			
	Desarrollo acelerado de una nueva tecnología de generación eléctrica no contaminante y económicamente más barata	0	0	9	9	9	9	9	9	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
TOTAL		9	9	18	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11

FOCO DE LAS ACCIONES



MATRIZ GENERAL ELECTRIC

Factores Relevantes del Atractivo del Mercado

Variables	Ponderación	Valor	Total
Espacio de participación de las termoeléctricas	30%	1.0	30
Precios competitivos, costos de generación	20%	1.0	20
Calidad de la energía generada	5%	0.0	0
Energía limpia, no contaminante	15%	1.0	15
Tecnología eólica desarrollada a nivel mundial	20%	0.5	10
Creación de plazas de trabajo	10%	0.5	5
Total	100%		80

Fuerte = 1.0

Medio = 0.5

Débil = 0.0

MATRIZ GENERAL ELECTRIC
Factores Relevantes del Atractivo del Mercado

Variables	Ponderación	Valor	Total
Tasa de crecimiento del mercado	20%	1.0	20
Condiciones climáticas y tiempo para operación	10%	0.0	0
Perdida de influencia del poder político	10%	1.0	10
Oposición de las comunidades afectadas a los proyectos hidroeléctricos	20%	1.0	20
Tendencia nacional y corriente mundial contra el consumo de combustibles fósiles.	5%	0.5	2.5
Presiones sociales de los sectores productivos.	20%	0.5	10
Presiones sociales por recursos económicos para inversión social.	20%	0.5	10
Total	100%		72,5

Alto = 1.0

Medio = 0.5

Bajo = 0.0

ATRACTIVO DEL MERCADO

POSICIÓN DE LA EMPRESA

Fuerte

Mediana

Débil

<p>Esfuerzo en inversión y crecimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Posición de líder en un mercado muy atractivo. ■ Rentabilidad superior a la media. ■ Primera prioridad en cuanto a asignación de recursos para mantener su posición. 	<p>Inversión y crecimiento selectivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Posibilidad de convertirse en líder vía segmentación. ■ Requiere asignación de recursos. ■ No fortalecer la posición implica condenar a ser permanentemente el No. 2. 	<p>Selección oportunista</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Líder futuro del sector energético. ■ Presenta el mejor potencial de mercado. ■ Se debe invertir para fortalecer su posición.
<p>Inversión y crecimiento selectivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Posición es fuerte en un mercado atractivo. ■ Identificados segmentos en crecimiento atractivos. 	<p>Selectividad</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Posición y atractivo del mercado medio. ■ Actuar con extrema prudencia a la hora de invertir. ■ Especializar esta UEN en algún segmento concreto siempre que se puedan maximizar sus flujos de caja 	<p>Cosechar mediante tácticas invisibles</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Dirigir un proceso controlado de desinversión. ■ Utilizando tácticas invisibles para los consumidores. ■ Considerar tratarla como unidad generadora de flujo de caja.
<p>Selección protectora</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ La empresa debe ser tratada como fuente generadora de flujo de caja. ■ No reinvertir en ellas la totalidad de los flujos de caja generados internamente. 	<p>Cosechar mediante tácticas visibles</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Necesita un proceso controlado de inversión. ■ Tácticas visibles de aceptación para los consumidores. ■ La empresa tendría algunos puntos fuertes con respecto a la competencia 	<p>Desinversión rápida</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ En un mercado atractivo reducido y posición débil. ■ Desinvertir rápidamente. ■ Posibilidad de vender.

Fuerte

Medio

Bajo

ESTRATEGIAS FO-FA-DO-DA

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Desarrollo y experiencia mundial en la industria eólica.	Eliminación de los créditos blandos a proyectos energéticos ecológicos
Corriente de apoyo mundial a las energías alternativas no contaminantes	Desarrollo acelerado de una nueva tecnología de generación eléctrica no contaminante y económicamente más barata
Apoyo económico mundial y crédito blandos a los proyectos energéticos ecológicos.	
Tratado de Kyoto.	
Inestabilidad en los precios del petróleo y sus derivados.	
Inestabilidad política en la región de Medio Oriente y los principales países productores de petróleo.	
Crecimiento acelerado de la industria eólica y la potencia instalada en el mundo.	
FORTALEZAS	FA
FO	FA
Energía limpia no contaminante	Fortalecer el desarrollo de la energía eólica en el país
Ubicación geográfica del país	Aprovechar las tecnologías disponibles comercialmente
Recurso viento, es renovable e inagotable	Desarrollar proyectos paralelos para aprovechar de mejor manera los recursos disponibles a nivel mundial.
Precios competitivos frente a otras formas de generación de energía eléctrica	Impulsar el estado la obtención de créditos blandos o no reembolsables por medio de sus representaciones internacionales.
Generación de plazas de trabajo	
Tendencia nacional contra la contaminación por combustibles fósiles	
Política de estado	
Apoyo de la población	
Eliminación de los subsidios a los combustibles para generación eléctrica	
Liberación de recursos para inversión social.	

ESTRATEGIAS FO-FA-DO-DA

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS	
ESTRATEGIAS DO-DA	Desarrollo y experiencia mundial en la industria eólica.	Eliminación de los créditos blandos a proyectos energéticos ecológicos	
	Corriente de apoyo mundial a las energías alternativas no contaminantes	Desarrollo acelerado de una nueva tecnología de generación eléctrica no contaminante y económicamente más barata	
	Apoyo económico mundial y crédito blandos a los proyectos energéticos ecológicos.		
	Tratado de Kyoto.		
	Inestabilidad en los precios del petróleo y sus derivados.		
	Inestabilidad política en la región de Medio Oriente y los principales países productores de petróleo.		
	Crecimiento acelerado de la industria eólica y la potencia instalada en el mundo.		
	DEBILIDADES	DO	DA
	Instituto meteorológico (INAHMI) deficiente en tecnología y carente de estudio de vientos y mapas eólicos Estructura política con rezagos de poder que tiene intereses económicos en las termoelectricas	Fortalecer económicamente al INAHMI para el estudio de los vientos en el Ecuador Equipar tecnológicamente y capacitar al personal tecnico del INAHMI en las nuevas tecnologías para el estudio de los vientos	Buscar otras formas de financiamiento para proyectos eólicos Fomentar nuevas carreras universitarias orientadas a las nuevas tecnologías energéticas
	Carencia de conocimientos técnicos y experiencia a nivel nacional en el sector eólicos	Eliminar definitivamente la influencia de poder político en asuntos de interés nacional	
No esta definida una política de estado en el sector energético	Establecer una política de Estado a largo plazo que facilite la ejecución de proyectos eléctricos y el apoyo internación en el área.		
Falta de interés político en la solución del problema energético	Impulsar el gobierno los proyectos hidroeléctricos y de energías alternativas generados por las universidades del país.		
Inseguridad jurídica	Garantizar por parte del gobierno y de las instituciones del estado, el respeto a la constitución, leyes y normas vigentes y el respeto a los compromisos internacionales		
Falta de recursos económicos por parte del Estado	Considerar en el presupuesto nacional, recursos económicos para el desarrollo de proyectos energéticos		
	Incentivar financieramente a nivel nacional e internacional, la inversión en el área energética.		

DIAGRAMA DE RELACIONES SIMPLIFICADO

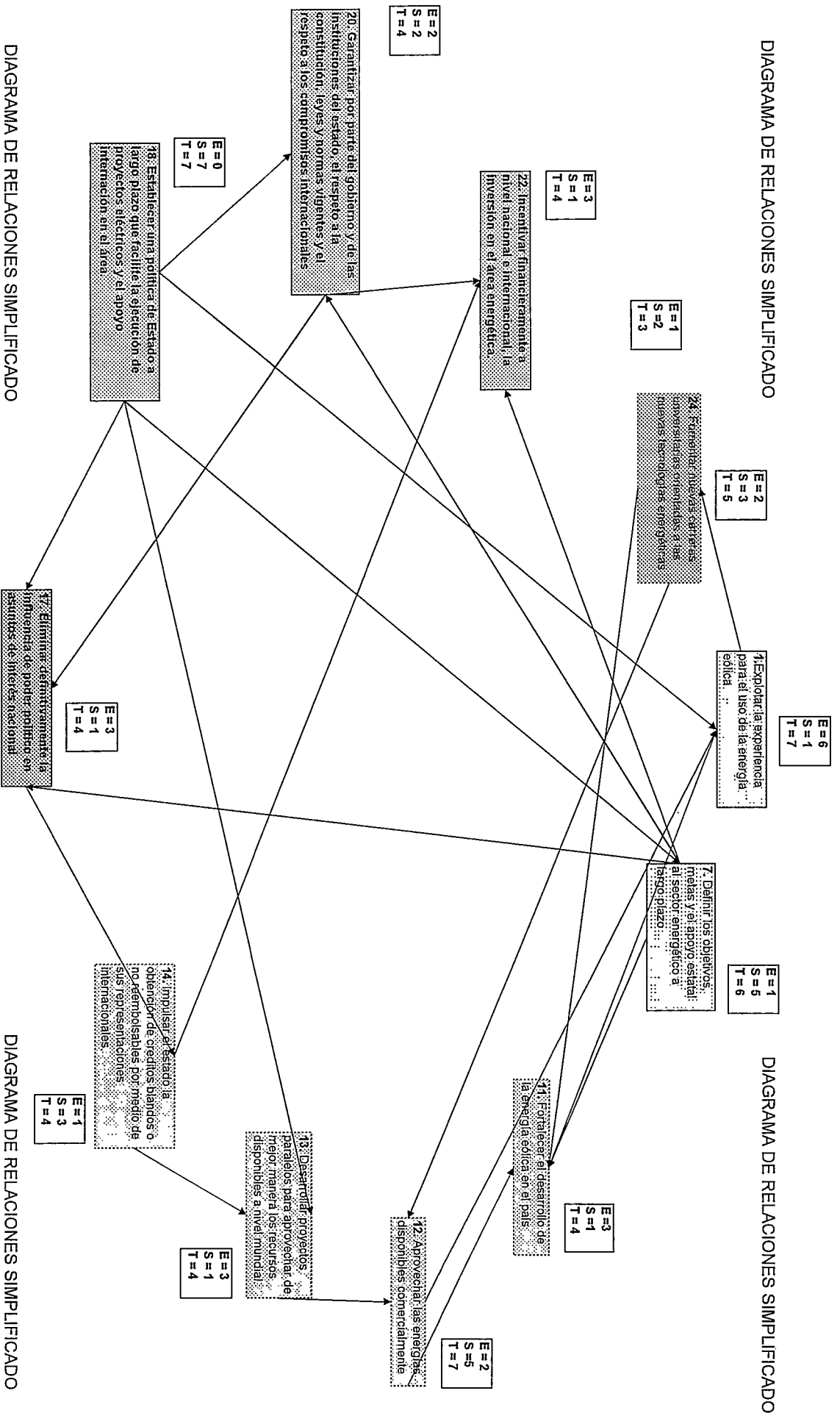
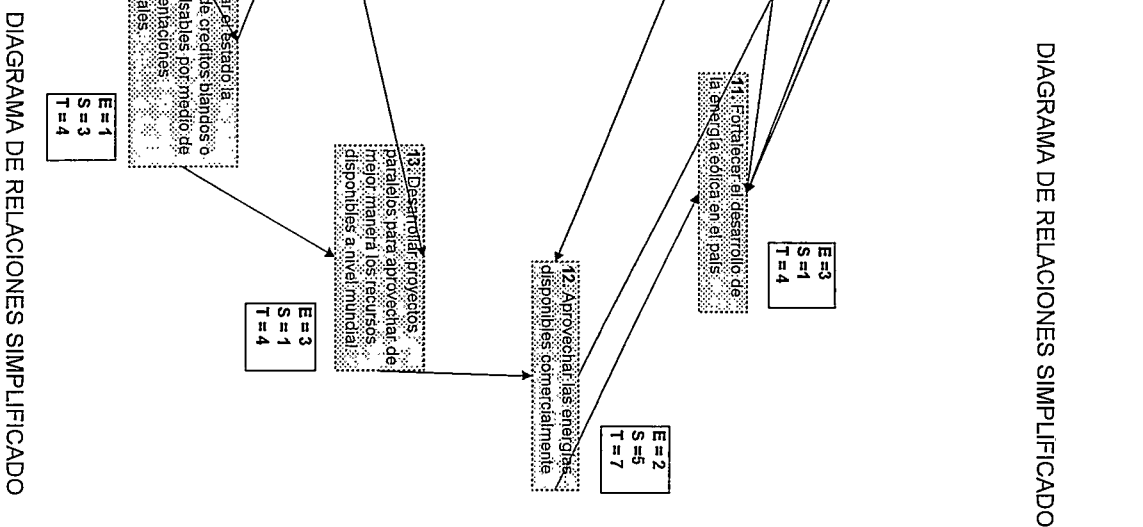
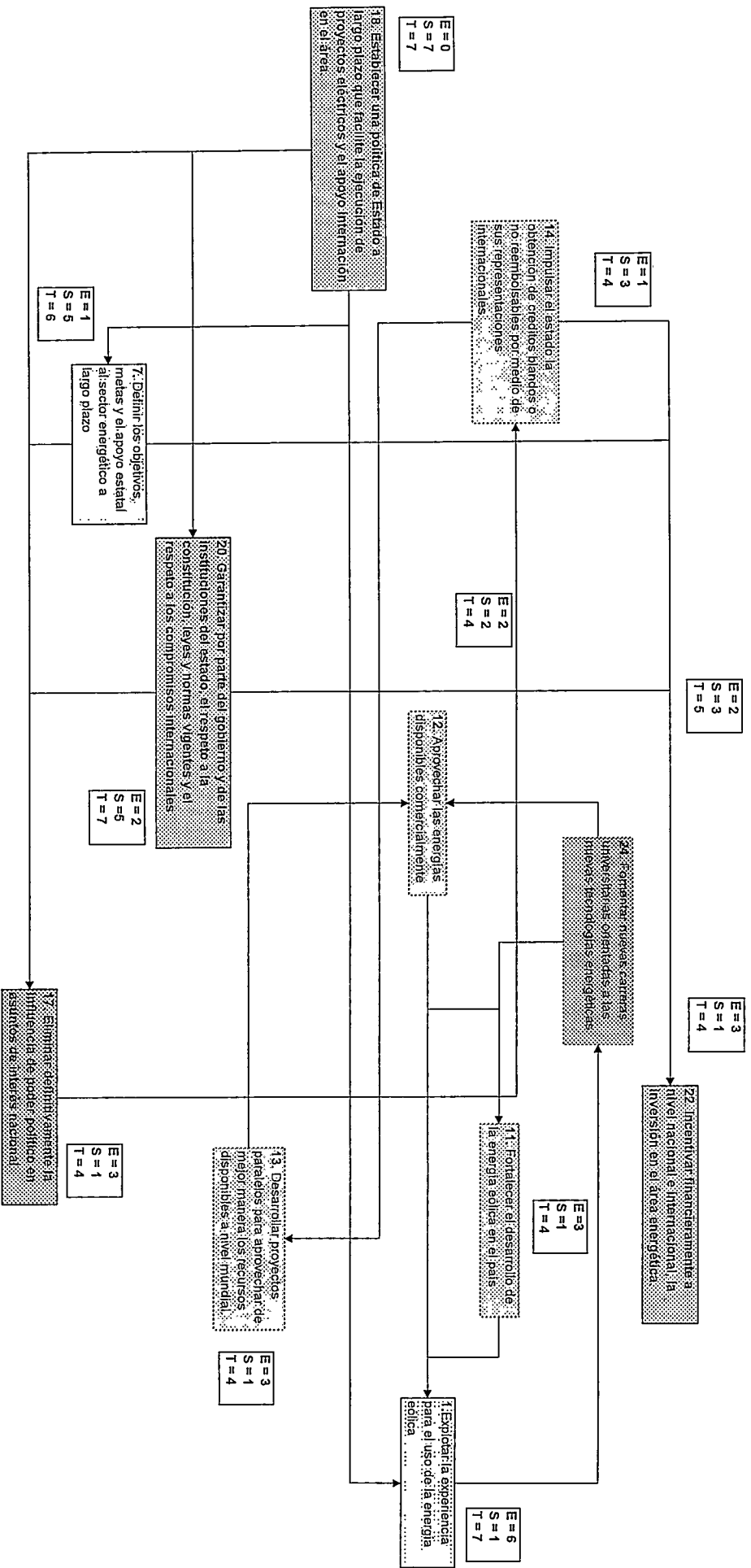


DIAGRAMA DE RELACIONES SIMPLIFICADO



MAPA ESTRATEGICO

MAPA ESTRATEGICO



MAPA ESTRATEGICO

MAPA ESTRATEGICO

ANEXOS

CUADROS FINANCIEROS.

▪ Anexo # 1.

ANALISIS PRESUPUESTO DE INGRESOS.

▪ Anexo # 2.

PRESUPUESTO DE GASTOS DE PERSONAL.

▪ Anexo # 3.

PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS.

▪ Anexo # 4.

PRESUPUESTOS DE GASTOS OPERATIVOS.

▪ Anexo # 5.

ANALISIS DE COSTOS.

▪ Anexo # 6.

COSTOS REFERENCIALES DEL ESTUDIO DE OPORTUNIDAD

PARA EL PROYECTO DE UN PARQUE EOLICO DE 10 MW

▪ Anexo # 7.

FLUJO DE CASH SECTOR PRIVADO.

▪ Anexo # 8.

FLUJO DE CASH SECTOR PUBLICO.

PRESUPUESTO GASTOS DE PERSONAL

Descripción	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Sueldo Guardian	1	300	300
Sueldo Personal de control	1	800	800
Sueldo Gerente Tecnico	1	2000	2000
Sueldo personal de campo	2	800	1600
Sueldo Asistente técnico	1	1500	1500
Total gastos de personal mensual			\$ 6,200

PRESUPUESTO DE GASTOS DE PERSONAL

Descripción	Cantidad	Mensual	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Sueldo Personal de manen.	1	300,00	3.600,00	3.780,00	3.966,00	4.167,45	4.375,82	4.594,61	4.824,34	5.065,56	5.318,84
Sueldo Operadores (4 turnos)	4	1.600,00	19.200,00	20.160,00	21.168,00	22.226,40	23.337,72	24.504,61	25.729,84	27.016,33	28.367,14
Sueldo Mecanico	1	450,00	5.400,00	5.670,00	5.953,50	6.251,18	6.563,73	6.891,92	7.236,52	7.598,34	7.978,26
Sueldo Electricista	1	450,00	5.400,00	5.670,00	5.953,50	6.251,18	6.563,73	6.891,92	7.236,52	7.598,34	7.978,26
Sueldo Jefe de Mantenimiento	1	600,00	7.200,00	7.560,00	7.938,00	8.334,90	8.751,65	9.189,23	9.648,69	10.131,12	10.637,66
Sueldo Gerente de Operaciones	1	200,00	2.400,00	2.520,00	2.646,00	2.778,30	2.917,22	3.063,08	3.216,23	3.377,04	3.545,89
Total Sueldos Personal	9	3.600,00	43.200,00	45.360,00	47.628,00	50.009,40	52.509,87	55.135,36	57.892,13	60.786,74	63.826,08
Vacaciones			1.800,00	1.890,00	1.984,50	2.083,73	2.187,91	2.297,31	2.412,17	2.532,78	2.659,42
Aporte al IEES 9,35%			4.039,20	4.241,16	4.453,22	4.675,88	4.909,67	5.155,16	5.412,91	5.683,56	5.967,74
Demo. tercera Remuneracion			3.600,00	3.780,00	3.969,00	4.167,45	4.375,82	4.594,61	4.824,34	5.065,56	5.318,84
Fondos de reserva			3.600,00	3.780,00	3.969,00	4.167,45	4.375,82	4.594,61	4.824,34	5.065,56	5.318,84
Total Provision Beneficios sociales			13.039,20	13.691,16	14.375,72	15.094,50	15.849,23	16.641,69	17.473,78	18.347,46	19.264,84

Total Gastos de Personal			56.239,20	59.051,16	62.003,72	65.103,90	68.359,10	71.777,05	75.365,91	79.134,20	83.090,91
---------------------------------	--	--	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
5.584,78	5.864,02	6.157,22	6.465,08	6.788,34	7.127,75	7.484,14	7.858,35	8.251,27	8.663,83	9.097,02
29.785,50	31.274,78	32.838,52	34.480,44	36.204,46	38.014,69	39.915,42	41.911,19	44.006,75	46.207,09	48.517,44
8.377,17	8.796,03	9.235,83	9.697,62	10.182,51	10.691,63	11.226,21	11.787,52	12.376,90	12.995,74	13.645,53
8.377,17	8.796,03	9.235,83	9.697,62	10.182,51	10.691,63	11.226,21	11.787,52	12.376,90	12.995,74	13.645,53
11.169,56	11.728,04	12.314,44	12.930,17	13.576,67	14.255,51	14.968,28	15.716,70	16.502,53	17.327,66	18.194,04
3.723,19	3.909,35	4.104,81	4.310,06	4.525,56	4.751,84	4.989,43	5.238,90	5.500,84	5.775,89	6.064,68
67.017,38	70.368,25	73.886,66	77.580,99	81.460,04	85.533,05	89.809,70	94.300,18	99.015,19	103.965,95	109.164,25

Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
2.792,39	2.932,01	3.078,61	3.232,54	3.394,17	3.563,88	3.742,07	3.929,17	4.125,63	4.331,91	4.548,51
6.266,12	6.579,43	6.908,40	7.253,82	7.616,51	7.997,34	8.397,21	8.817,07	9.257,92	9.720,82	10.206,86
5.584,78	5.864,02	6.157,22	6.465,08	6.788,34	7.127,75	7.484,14	7.858,35	8.251,27	8.663,83	9.097,02
5.584,78	5.864,02	6.157,22	6.465,08	6.788,34	7.127,75	7.484,14	7.858,35	8.251,27	8.663,83	9.097,02
20.228,08	21.239,48	22.301,46	23.416,53	24.587,36	25.816,72	27.107,56	28.462,94	29.886,09	31.380,39	32.949,41
87.245,46	91.607,73	96.188,12	100.997,52	106.047,40	111.349,77	116.917,26	122.763,12	128.901,28	135.346,34	142.113,66

PRESUPUESTO GASTOS DE OPERACIÓN

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Alquiler espacio físico un area de terreno de 4 metros por 750 metros de longitud	12.000,00	12.240,00	12.484,80	12.734,50	12.989,19	13.248,97	13.513,95	13.784,23	14.059,91	14.341,11
Costos de adiestramiento	500,00	300,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Total Gastos Operación	12.500,00	12.540,00	12.484,80	12.734,50	12.990,19	13.250,97	13.516,95	13.788,23	14.064,91	14.347,11
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
	14.627,93	14.920,49	15.218,90	15.523,28	15.833,75	16.150,42	16.473,43	16.802,90	17.138,95	17.481,73
	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00
	14.634,93	14.928,49	15.227,90	15.533,28	15.844,75	16.162,42	16.486,43	16.816,90	17.153,95	17.497,73

Análisis de Costos

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10*
Personal	43.200,00	45.360,00	47.628,00	50.009,40	52.509,87	55.135,36	57.892,13	60.786,74	63.826,08	67.017,38
Provisiones Beneficios sociales	13.039,20	13.691,16	14.375,72	15.094,50	15.849,23	16.641,69	17.473,78	18.347,46	19.264,84	20.228,08
Gastos Operativos	12.500,00	12.540,00	12.484,80	12.734,50	12.990,19	13.250,97	13.516,95	13.788,23	14.064,91	14.347,11
Gastos Administrativos	1.460,00	1.484,20	1.508,83	1.533,91	1.559,44	1.585,42	1.611,88	1.638,81	1.666,22	1.694,13
Total Costos Fijos	70.199,20	73.075,36	75.997,35	79.372,31	82.908,72	86.613,45	90.494,73	94.561,24	98.822,05	103.286,70
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
	70.368,25	73.886,66	77.580,99	81.460,04	85.533,05	89.809,70	94.300,18	99.015,19	103.965,95	109.164,25
	21.239,48	22.301,46	23.416,53	24.587,36	25.816,72	27.107,56	28.462,94	29.886,09	31.380,39	32.949,41
	14.634,93	14.928,49	15.227,90	15.533,28	15.844,75	16.162,42	16.486,43	16.816,90	17.153,95	17.497,73
	1.722,55	1.751,47	1.780,92	1.810,91	1.841,44	1.872,52	1.904,16	1.936,38	1.969,19	2.002,59
	107.966,21	112.868,08	118.006,35	123.391,59	129.035,96	134.952,20	141.153,71	147.654,56	154.469,49	161.613,98

FLUJO DE CAJA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Costo de equipos	15.000.000,00									
Inversión	15.536.500,00									
Ingresos		4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00
Costos filios Totales						0,00				
Costo de mantenimiento		0,00	0,00	225.000,00	525.000,00	525.000,00	525.000,00	525.000,00	525.000,00	300.000,00
Gastos de Seguros	3,00%	0,00	0,00	0,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00
	1,50%			225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00
FLUJO OPERACIONAL		4.800.008,00	4.800.008,00	4.575.008,00	4.275.008,00	4.275.008,00	4.275.008,00	4.275.008,00	4.275.008,00	4.500.008,00
Gastos Variables:		70.199,20	73.075,36	75.997,35	79.372,31	82.908,72	86.613,45	90.494,73	94.561,24	98.822,05
Personal		43.200,00	45.360,00	47.628,00	50.009,40	52.509,87	55.135,36	57.892,13	60.786,74	63.826,08
Provisiones Beneficios sociales		13.039,20	13.691,16	14.375,72	15.094,50	15.849,23	16.641,69	17.473,78	18.347,46	19.264,84
Gastos Operativos		12.500,00	12.540,00	12.484,80	12.734,50	12.990,19	13.250,97	13.516,95	13.788,23	14.064,91
Gastos Administrativos y de Aulitoria		1.460,00	1.484,20	1.508,83	1.533,91	1.559,44	1.585,42	1.611,88	1.638,81	1.666,22
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		4.729.808,80	4.726.932,64	4.499.010,65	4.195.695,69	4.192.099,28	4.188.394,55	4.184.513,27	4.180.446,76	4.401.185,95
Impuesto a la Renta		949.279,31	948.560,27	773.044,15	781.910,72	790.736,93	799.521,06	808.261,05	816.954,74	825.599,85
Participación utilidades empleados		569.567,59	569.136,16	463.826,49	469.146,43	474.442,16	479.712,64	484.956,63	490.172,84	495.359,91
UTILIDAD ANTES DE LA REINVERSIÓN		3.210.961,90	3.209.236,21	3.262.140,01	2.944.578,54	2.926.920,19	2.909.160,85	2.891.295,58	2.873.319,18	3.080.226,19
Provision para recambio de elementos							2.250.000,00			
UTILIDAD NETA		3.210.961,90	3.209.236,21	3.262.140,01	2.944.578,54	2.926.920,19	659.160,85	2.891.295,58	2.873.319,18	3.080.226,19
Saldo Inicial		0,00	3.210.961,90	6.420.198,11	9.682.338,12	12.626.916,66	15.553.836,85	16.212.997,70	19.104.293,28	21.977.612,46
UTILIDAD LIQUIDA (ANT+ACT)		3.210.961,90	6.420.198,11	9.682.338,12	12.626.916,66	15.553.836,85	16.212.997,70	19.104.293,28	21.977.612,46	25.057.838,66

Tasa interna de retorno	TIR =	1,40%
Valor Presente Neto	VAN =	\$ 0,00

FLUJO DE CAJA

	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Inversión											
Ingresos	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00
Costos fijos Totales	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00
Costo de mantenimiento	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00
Gastos de Seguros	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00	225.000,00
FLUJO OPERACIONAL	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00
Costos Variables:	103.286,70	107.965,21	112.868,08	118.006,35	123.391,59	129.035,95	134.952,20	141.153,71	147.654,56	154.469,49	161.613,98
Personal	67.017,38	70.368,25	73.886,66	77.580,99	81.460,04	85.533,05	89.809,70	94.300,18	99.015,19	103.965,95	109.164,25
Provisiones Beneficios sociales	20.228,08	21.239,48	22.301,46	23.416,53	24.587,36	25.816,72	27.107,56	28.462,94	29.886,09	31.380,39	32.949,41
Gastos Operativos	14.347,11	14.634,93	14.928,49	15.227,90	15.533,28	15.844,75	16.162,42	16.486,43	16.816,90	17.153,95	17.497,73
Gastos Administrativos y de Auditoría	1.694,13	1.722,55	1.751,47	1.780,92	1.810,91	1.841,44	1.872,52	1.904,16	1.936,38	1.969,19	2.002,59
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	4.396.721,30	4.392.042,79	4.387.139,92	4.382.001,65	4.376.616,41	4.370.972,05	4.365.055,80	4.358.854,29	4.352.353,44	4.345.538,51	4.338.394,02
Impuesto a la Renta	500.516,40	505.640,81	510.731,57	515.787,01	520.805,42	525.784,95	530.723,70	535.619,66	540.470,72	545.274,67	550.029,18
Participación utilidades empleados	834.194,00	842.734,68	851.219,28	859.645,02	868.009,03	876.308,25	884.539,50	892.699,43	900.784,53	908.791,11	916.715,30
UTILIDAD ANTES DE LA REINVERSIÓN	3.062.010,90	3.043.667,30	3.025.189,07	3.006.569,61	2.987.801,97	2.968.878,85	2.949.792,60	2.930.535,19	2.911.098,19	2.891.472,73	2.871.649,53
Provisión para recambio de elementos		2.250.000,00									
UTILIDAD NETA	3.062.010,90	793.667,30	3.025.189,07	3.006.569,61	2.987.801,97	2.968.878,85	2.949.792,60	2.930.535,19	2.911.098,19	2.891.472,73	2.871.649,53
Saldo Inicial	25.057.838,66	28.119.849,56	31.163.516,86	34.188.705,93	37.195.275,54	40.183.077,51	43.151.956,37	46.101.748,97	49.032.284,17	51.943.382,35	54.834.855,08
UTILIDAD LÍQUIDA (ANT+ACT)	28.119.849,56	31.163.516,86	34.188.705,93	37.195.275,54	40.183.077,51	43.151.956,37	46.101.748,97	49.032.284,17	51.943.382,35	54.834.855,08	57.706.504,62

FLUJO DE CAJA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Inversión	15.536.500,00					0,00	
Ingresos		4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00
Ahorro por subsidios	11.761.234,61	3.920.411,54	3.920.411,54	3.920.411,54			
Total Ingresos		8.720.419,54	8.720.419,54	8.720.419,54	4.800.008,00	4.800.008,00	4.800.008,00
Costos fijos Totales		0,00	0,00	0,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00
Costo de mantenimiento	3,00%	0,00	0,00	0,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00
Gastos de Seguros	1,50%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FLUJO OPERACIONAL		8.720.419,54	8.720.419,54	8.720.419,54	4.500.008,00	4.500.008,00	4.500.008,00
Costos Variables:		160.199,20	163.075,36	165.997,35	169.372,31	172.908,72	176.613,45
Personal		43.200,00	45.360,00	47.628,00	50.009,40	52.509,87	55.135,36
Provisiones Beneficios sociales		13.039,20	13.691,16	14.375,72	15.094,50	15.849,23	16.641,69
Gastos Operativos		12.500,00	12.540,00	12.484,80	12.734,50	12.990,19	13.250,97
Gastos Administrativos y de Aulitoria		1.460,00	1.484,20	1.508,83	1.533,91	1.559,44	1.585,42
Otros no contemplados		90.000,00	90.000,00	90.000,00	90.000,00	90.000,00	90.000,00
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		8.560.220,34	8.557.344,18	8.554.422,19	4.330.635,69	4.327.099,28	4.323.394,55
Impuesto a la Renta							
Participacion utilidades empleados							
UTILIDAD ANTES DE LA REINVERSION		8.560.220,34	8.557.344,18	8.554.422,19	4.330.635,69	4.327.099,28	4.323.394,55
Provision para recambio de elementos							
UTILIDAD NETA	-15.536.500,00	8.560.220,34	8.557.344,18	8.554.422,19	4.330.635,69	4.327.099,28	2.250.000,00
Saldo Inicial		0,00	8.560.220,34	17.117.564,52	25.671.986,71	30.002.622,40	34.329.721,68
UTILIDAD LIQUIDA (ANT*ACT)	-15.536.500,00	8.560.220,34	17.117.564,52	25.671.986,71	30.002.622,40	34.329.721,68	36.403.116,23
Tasa interna de retorno		TIR =	6,71%				
Valor Presente Neto		VAN =	\$ 0,00				

COSTO DEL PROYECTO PARA EL AEROGENERADOR DE ECOTECNIA 80 2.0

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO USD	COSTO TOTAL USD	
AEROGENERADOR ECOTECNIA 80 2.0	5,00	\$ 2.000.000,00	\$ 10.000.000,00	64,36%
GASTOS DE PROMOCION	5,00	\$ 700,00	\$ 3.500,00	0,02%
PROYECTO DE INGENIERIA Y SOFTWARE CABINAS DE CONTROL DE DATOS	5,00	\$ 25.500,00	\$ 127.500,00	10,82%
EMBARQUE Y TRANSPORTE MARITIMO A ECUADOR	5,00	\$ 15.000,00	\$ 75.000,00	0,48%
TRANSPORTE Y LOGISTICA (4%) EN ECUADOR	5,00	\$ 700.000,00	\$ 3.500.000,00	22,53%
CIMENTACION Y TRABAJOS DE OBRA CIVIL. (implantacion)	5,00	\$ 26.100,00	\$ 130.500,00	0,84%
COSTO DE SUBESTACION INTERNA Y CONEXIÓN CON LAS MAQUINAS	1,00	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00	3,86%
COSTO DE SUBESTACION AL PUNTO DE EVACUACION (CABLES)	1,00	\$ 350.000,00	\$ 350.000,00	2,25%
IMPREVISTOS	5,00	\$ 150.000,00	\$ 750.000,00	4,83%
TOTAL INVERSION		\$ 3.867.300,00	\$ 15.536.500,00	100,00%

Valor FOB en España ,

Se requiere para promover el proyecto

Valor a pagar a Consultora por análisis y medición de frecuencia de vientos , posicionamiento de equipos.

Cada Unidad requiere de 4 trailers, cuyo valor es dado por el volumen, mas no por el peso.

Costo de transporte terrestre del Puerto de Guayaquil al lugar del emplazamiento

Costo de grúas de 50 a 80 metros de altura verticales o de celosía

Tramo desde la Torre hasta la sub-estación vía subterránea.

Tramo desde la sub-estación hasta el interconectado que pasa cerca de las torres

Casos emergentes no contemplados en el costo

ANEXOS DE CUADROS

- **Anexo # 1.**
ANALISIS DE COSTO DE EMPRESAS DISTRIBUIDORAS
La Generación, Transmisión y Distribución.
- **Anexo # 2**
DEMANDA MAXIMA POR EMPRESA ELECTRICA
DISTRIBUIDORA.
CATEG Y CONELEC.
- **Anexo # 3.**
INFORMACION HISTORICA DE FACTURACION
Empresa Eléctrica Quito.
- **Anexo # 4.**
REGISTRO HISTORICO DE LA DIRECCION
PREDOMINANTE DE VIENTOS.
Datos Proporcionados por el INAMHI.
- **Anexo # 5.**
CONSUMO DE COMBUSTIBLE.
Emisiones del sector eléctrico.

ANÁLISIS DE COSTOS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS

PARTICIPACIÓN EN % DEL COSTO DEL SERVICIO, DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCION			
	PRECIO MEDIO	GENERACIÓN	TRANSMISIÓN
EMPRESAS	US\$/kWh	%	%
AMBATO	0,111984548	0,509079164	0,047890319
AZOGUES	0,152327532	0,374252766	0,032946731
BOLÍVAR	0,171546551	0,33232379	0,035639396
CATEG	0,095513846	0,596866341	0,071649257
CENTRO SUR	0,12695793	0,449038512	0,039530372
COTOPAXI	0,11025492	0,517065361	0,051594932
EL ORO	0,110781293	0,514608544	0,065717999
EMELGUR	0,115486638	0,493641525	0,056925682
ESMERALDAS	0,103092963	0,552986339	0,040327222
LOS RÍOS	0,112357872	0,507387682	0,061692481
MANABÍ	0,1074773	0,530428286	0,067711917
MILAGRO	0,110339095	0,516670906	0,057914281
NORTE	0,12552669	0,454158395	0,058899754
QUITO	0,10421683	0,547022972	0,064945308
RIOBAMBA	0,153200301	0,372120678	0,035561124
SANTA ELENA	0,121415447	0,469536633	0,063534274
SANTO DOMINGO	0,115461799	0,49374772	0,057007979
SUR	0,154193567	0,369723595	0,038596384
TOTAL	0,10803724	0,52767916	0,06109782

Demanda Máxima por Empresa Eléctrica Distribuidora (MW)

Máx de Demanda Empresa	Año	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
Máxima (MW)											
Ambato	86,04603	84,24222	73,0392	64,57399	62,797	60,626	58,64	63,2	59,7	54,5	
Azogues	15,328	16,7635307	22,73459	11,88	15,42808	9,6901	9,426	10,1	11,1	9,5	
Bolivar	13,482768	13,084	12,8653	12,49047	11,88	11,92	12,02	12,4	10,9	10	
CATEG-D	608,09	606,16	574,72	556,501	525,82	530,27	538,44	570,7	581,4	525,3	
Centro Sur	107,34033	105,372658	103,58772	104,16527	102,28836	101,1031	91,74	99,9	99,6	90,1	
Cotopaxi	51,23	50,04	46,32	45,08	38,28	38,07	36,54	39,2	35,4	32,1	
El Oro	93,34503	88,089	82,093	77,28	72,29	72,8655	71,07	76,5	76,3	70,9	
Esmeraldas	65,46	63,76	60,72	53,79	46,875	47,968	48,804	49,8	43,6	38	
Galápagos	4,465	4,385	3,954	3,723	3,851	3,93	3,88	3,4	3,2	3	
Guayas-Los Ríos	153,618	147,305	134,315	129,364	136,829	134,083	133,398	133,8	126,5	113	
Los Ríos	47,5888	47,36348	44,77	38,872	39,07994	37,72	38,08	38,2	38,2	33,7	
Manabí	169,00568	165,1072	155,780078	141,174016	129,88	127,24	125,32	123,2	125,4	114,6	
Milagro	74,52	69,44362	69,2	62,1526	59	58,8	57,44	59,7	57	51,2	
Norte	72,481516	72,6814504	69,70538	68,02301	64,8	64,86	64,26	66,9	64,6	60,4	
Quito	551,28	538,46	512,86	505,34	475,11	450,08	442,91	446,2	431,9	408,9	
Riobamba	42,518	40,791	40,3	40,15	39,64	40,36	39,1	41,9	39,8	38,5	
Sta. Elena	66,29	63,97	60,87	56,98	56,166	54,9	54,1	48,2	46,3	45,6	
Sto. Domingo	56,619	54,4	52,84	49,12	47,4	45,32	45,4	43	41	36,2	
Sucumbios	23,3	21,99	19,98	18,32	16,25	15,38	13,8	13,9	12,9	11,8	
Sur	42,196	41,175	39,29	37,28	36,28	35,38	35,7	36,6	34,1	32,1	
No Coincidente	2344,2041	2293,75163	2173,97321	2087,11395	1979,94438	1940,5657	1920,068	1976,8	1938,9	1779,4	
Variación (%)	0,0215222	0,05221944	0,03995416	0,05134821	0,01988878	0,01056274	-0,02954687	0,0191724	0,08226314	0,06316736	
CATEG-D (EX EMELEC)											

Demanda Máxima por Empresa Eléctrica Distribuidora (MW)

Empresa	1995	1994	1993	1992	1991	1990	Máxima
Ambato	48,7	48,8	44,6	41,9	40,8	37,7	86,04603
Azogues	8,6	8,1	7,6	7	5,2	4,6	22,73459
Bolívar	10,8	9,1	8,3	7,9	7,1	5,6	13,482768
CATEG-D	499,1	468	427,8	424,3	413	385,6	608,09
Centro Sur	82,7	76	73,5	68,5	61,8	51,8	107,340326
Cotopaxi	29,9	27,6	26,4	23,6	23	20,4	51,23
El Oro	64,3	63,7	55	53,2	52	46,6	93,34503
Esmeraldas	36,8	30,9	28	28,2	29,8	29,9	65,46
Galápagos	2,8	2,6	2,5	2,4	2,26415094	2,16981132	4,465
Guayas-Los Ríos	98,3	88,1	66,6	63,8	60	52	153,618
Los Ríos	35,8	29,9	25,2	22,7	22,7	20,5	47,5888
Manabí	106,7	96,6	89	82	81,7	73,5	169,005678
Milagro	42,4	42,3	32,4	33,2	31,9	25,3	74,52
Norte	54,2	51	44,4	45,6	41	36,8	72,6814504
Quito	392,6	363,4	319,2	314	310,8	289,1	551,28
Riobamba	35,8	32,9	28,9	30	28,7	26,6	42,518
Sta. Elena	41,8	37,6	33,1	31,4	27,5	25,6	66,29
Sto. Domingo	34,6	31,4	26,4	24,7	23,9	21,9	56,619
Sucumbios	9,8	11,3	7,3	5,7	4,6	3,8	23,3
Sur	31,3	27,6	25,3	22,6	22,2	20,2	42,196
No Coincidente	1667	1536,9	1371,5	1332,7	1289,96415	1179,66981	
Variación (%)	0,0780444	0,10761923	0,02829019	0,03206712	0,08550186		
CATEG-D (EX EMELEC)							

Valor Facturado a Clientes Regulados de las Empresas Eléctricas Distribuidoras

(Miles de USD)

Año	Residencial	Var.	Comercial	Var.	Industrial	Var.	A.Público	Var.	Otros	Var.	Total	Var.
2005	360262,964	0,03609736	159283,349	0,05895706	130898,255	-0,03860458	78512,8346	-0,01965633	68434,6838	0,06573187	797392,086	0,02415931
2004	347711,497	0,12468087	150415,304	0,04496269	136154,44	-0,11760973	80087,0517	0,05588993	64213,7914	-0,03679233	778582,084	0,0382144
2003	309164,588	0,15172538	143943,229	0,09811558	154301,837	-0,06134392	75847,917	0,1348706	66666,6112	0,12304804	749924,182	0,08668888
2002	268436,031	0,55988937	131082,039	0,42687743	164385,913	0,12447375	66833,9783	0,54900913	59362,2078	-0,04365672	690100,169	0,33906301
2001	172086,582	0,69173677	91866,3622	0,94028511	146189,196	0,87114432	43146,2779	0,76607116	62072,0712	0,8364777	515360,489	0,80557665
2000	101721,843	-0,3137119	47346,8367	0,01756699	78128,2308	0,04113552	24430,6565	-0,19496677	33799,5235	0,03965973	285427,09	-0,14195642
1999	148220,322	-0,35443667	46529,4542	-0,37080644	75041,3655	-0,31163512	30347,3889	0,27776477	32510,1788	-0,28799707	332648,709	-0,30981995
1998	229598,386	-0,02412735	73950,9388	-0,2218809	109013,936	-0,19540593	23750,3721	-0,14945507	45660,1752	-0,20685308	481973,808	-0,12574161
1997	235274,947	2,32587445	95038,0713	0,53223032	135489,361	0,26798249	27923,7124	1,03386421	57568,37	0,29371201	551294,461	0,85091919
1996	70740,7782	-0,0503016	62025,9697	-0,08232975	106854,283	-0,17489997	13729,3888	2,4199154	44498,5974	-0,31442074	297849,017	-0,12527032
1995	74487,6252	-0,09889593	67590,6945	-0,14308033	129504,641	-0,12243878	4014,54047	-0,06029584	64906,5691	0,03300939	340504,07	-0,09492629
1994	82662,6225	0,10847197	78876,3482	0,16919474	147573,341	0,04566838	4272,13225	0,18046304	62832,5066	-0,02009425	376216,95	0,07213687
1993	74573,4894	0,18615022	67462,1136	0,39626389	141128,242	0,45345538	3619,03093	0,42972661	64120,9692	0,55564891	350903,845	0,39228656
1992	62870,19	0,46998069	48316,1628	0,48637817	97098,4344	0,39958347	2531,2748	0,45136189	41218,1495	0,52328533	252034,211	0,45302512
1991	42769,3987	0,23539157	32505,969	0,36565896	69376,6655	0,32147186	1744,06867	1,02909074	27058,7189	0,2498144	173454,821	0,2999513
1990	34620,1154		23802,4059		52499,5406		859,532121		21650,1897		133431,784	

<TOFACT> Información Historica de Facturaciones



Lista de Facturas

Lista (Información Adicional)

Detalle de Facturas



EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.

Suministro: 80022 - 5

Fecha Facturac.	Fecha Lectura	Fecha Vencimi.	Total Facturac.	Saldo Anterior	Int. Acumul	Total a Pagar	Est. Fact	Saldo Pendiente
09/05/06	08/06/06	28/05/06	22.10			22.10	Pagada	
10/05/06	09/05/06	29/05/06	21.36			21.36	Pagada	
10/04/06	07/04/06	26/04/06	23.43			23.43	Pagada	
09/03/06	08/03/06	28/03/06	21.21			21.21	Pagada	
08/02/06	07/02/06	22/02/06	21.94			21.94	Pagada	
10/01/06	09/01/06	27/01/06	26.29			26.29	Pagada	
12/12/05	09/12/05	28/12/05	23.38			23.38	Pagada	
10/11/05	09/11/05	28/11/05	23.93			23.93	Pagada	
11/10/05	08/10/05	27/10/05	22.04			22.04	Pagada	
09/09/05	07/09/05	28/09/05	24.39			24.39	Pagada	
10/08/05	06/08/05	29/08/05	22.41			22.41	Pagada	
08/07/05	07/07/05	27/07/05	20.83			20.83	Pagada	

07732B15 - CON - AB MUNOZ ELENA DE Residencial
 21 - 20 - 44 - 007 - 2800 ISLA ISABELA N 44297 GUEPI JIPIJAPA EL BATAN



<TOFACT> Información Historica de Facturaciones



Lista de Facturas

Lista (Información Adicional)

Detalle de Facturas



EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.

Suministro: 80022 - 5

Fecha Facturac.	Fecha Lectura	Fecha Vencimi.	Total Facturac.	Saldo Anterior	Int. Acumul	Total a Pagar	Est. Fact	Saldo Pendiente
11/12/06	09/06/07	27/06/07	17.95			17.95	mpaga	
10/05/07	09/05/07	29/05/07	16.16			16.16	Pagada	
11/04/07	10/04/07	26/04/07	24.95			24.95	Pagada	
11/03/07	08/03/07	28/03/07	22.94			22.94	Pagada	
08/02/07	07/02/07	26/02/07	26.06			26.06	Pagada	
10/01/07	09/01/07	29/01/07	29.09			29.09	Pagada	
12/12/06	08/12/06	27/12/06	28.18			28.18	Pagada	
10/11/06	09/11/06	28/11/06	26.25			26.25	Pagada	
11/10/06	10/10/06	27/10/06	25.81			25.81	Pagada	
11/09/06	08/09/06	27/09/06	29.32			29.32	Pagada	
09/08/06	08/08/06	29/08/06	25.70			25.70	Pagada	
11/07/06	10/07/06	27/07/06	23.43			23.43	Pagada	

07732B15 - CON - AB MUNOZ ELENA DE Residencial
 21 - 20 - 44 - 007 - 2800 ISLA ISABELA N 44297 GUEPI JIPIJAPA EL BATAN



**REGISTRO HISTORICO DE LA DIRECCION PREDOMINANTE DEL VIENTO EN RUMBOS
AEROPUERTO " SIMON BOLIVAR "
GUAYAQUIL**

LATITUD 02°09.2' S

LONGITUD 79°53.0' W

ELEVACION: 5m

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
1977	SW	SW	SW	SW	SSW	SW	SSW	SSE	SSE	SW	SW	SSW	SW
1978	SW	SW	SSW	SW	SW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW
1979	SSW	SSW	SW	SW	SW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SW	SSW
1980	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1981	SSW	NNE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1982	SW	NNE	SW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW
1983	SSW	N	N	N	N	N	SW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW
1984	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW
1985	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW
1986	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW
1987	SSW	E	SSW	NE	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW
1988	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SW	SSW
1989	SW	SW	SW	SW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SW	SW	SW	SSW
1990	SW	NNE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1991	SW	NNE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1992	SW	NE	N	NE	WSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1993	WSW	NE	WSW	WSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1994	SW	WSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SSW	SW	SW	SW	SW
1995	SW	SW	SW	SW	SSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1996	SW	SSW	SW	SSW	SW	SW	SSW	SSW	SW	SW	SW	SW	SW
1997	SW	SW	NE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	S	SW
1998	SSW	NNE	NNE	NNE	WSW	WSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1999	E	F	WSW	SW	SSW	SSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2000	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2001	NNE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2002	SW	SW	WSW	WSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
PRD	SW	SW	SW	SW	SSW	SW	SSW	SW	SSW	SW	SW	SW	SW

PRD. Dirección Predominante

**REGISTRO HISTORICO DE LA VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN KT
AEROPUERTO " SIMON BOLIVAR "
GUAYAQUIL**

LATITUD 02°09.2' S

LONGITUD 79°53.0' W

ELEVACION: 5m

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.I	Prom
1977	6	5	5	5	7	7	9	8	9	8	8	8	85	7
1978	5	5	5	5	5	9	8	8	8	8	8	7	81	7
1979	4	5	6	6	6	7	9	8	8	9	9	8	86	7
1980	6	5	6	7	8	7	9	8	7	6	5	4	78	7
1981	8	5	8	7	9	9	9	9	10	9	9	9	99	8
1982	6	5	6	7	8	7	9	8	7	6	5	4	78	7
1983	3	4	4	4	4	4	5	6	5	6	6	6	57	5
1984	6	4	4	4	6	7	7	7	8	8	7	6	74	6
1985	4	5	5	5	7	7	8	8	9	8	8	6	80	7
1986	6	6	6	5	7	9	8	9	9	9	9	8	91	8
1987	5	4	5	5	7	8	8	9	9	9	9	8	86	7
1988	7	6	7	7	7	8	7	8	7	8	8	8	88	7
1989	5	6	6	6	6	7	8	8	8	8	8	8	84	7
1990	7	4	6	6	6	7	7	8	8	8	9	8	84	7
1991	7	4	6	6	7	7	8	8	8	8	7	8	84	7
1992	3	3	4	5	6	6	8	8	8	8	8	8	75	6
1993	6	3	4	4	6	6	7	8	8	8	8	7	75	6
1994	5	5	5	5	6	7	8	8	8	8	8	6	79	7
1995	5	5	6	6	6	6	8	7	8	7	8	8	80	7
1996	7	4	5	5	7	8	7	7	7	9	8	7	81	7
1997	6	4	3	5	5	6	6	6	7	7	5	4	64	5
1998	3	3	3	3	5	4	6	6	7	7	7	8	62	5
1999	3	2	5	5	4	5	7	8	7	7	7	6	66	6
2000	6	4	5	5	6	6	7	8	7	8	8	7	77	6
2001	3	4	4	4	5	8	8	10	10	10	9	8	83	7
2002	7	6	4	4	6	7	8	9	9	8	8	7	84	7
S.T	139	116	131	136	162	179	190	206	206	205	199	182	2061	172

Prom=Promedio

1 kt= 0514/91 m/s. 1,85325 km/h

**REGISTRO HISTORICO DE LA FRECUENCIA DE LA DIRECCION DEL VIENTO EN RUMBOS
AEROPUERTO " SIMON BOLIVAR "**
GUAYAQUIL

LATITUD 02° 09.2' S LONGITUD 79° 53.0' W ELEVACION 5 m

AÑO	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
1981	324	456	111	181	519	568	334	211	369	1652	2649	586	278	100	65
1982	386	555	99	144	581	434	208	259	949	2574	1333	325	202	65	49
1983	808	446	111	207	570	233	100	159	930	1696	829	331	490	162	104
1984	464	412	75	208	759	381	153	228	1125	2982	682	281	280	98	37
1985	113	336	266	282	697	283	117	267	634	2855	1302	420	307	173	89
1986	36	96	442	246	803	184	91	295	808	3439	876	238	241	205	106
1987	105	104	417	238	777	179	136	268	639	2745	1353	310	272	236	181
1988	140	153	452	288	551	315	446	335	568	2327	1640	379	213	188	121
1989	305	297	235	183	224	331	621	403	581	2068	1985	533	201	99	86
1990	311	355	215	140	199	259	573	507	447	1551	2804	690	116	87	88
1991	288	384	326	209	273	226	414	570	391	1271	2371	1193	287	150	94
1992	336	333	378	276	288	201	429	627	346	924	1995	1184	389	168	189
1993	312	359	380	254	282	211	460	595	320	1031	2135	1329	376	149	179
1994	254	385	367	217	289	216	484	534	393	1454	2665	981	245	140	123
1995	394	464	388	184	280	289	569	499	446	1700	2024	692	254	158	140
1996	291	375	308	164	231	337	675	592	538	2144	2102	508	153	106	102
1997	524	680	608	310	305	334	351	252	298	880	1607	1107	487	275	239
1998	438	481	411	251	533	279	435	435	371	1180	1753	919	377	219	210
1999	233	373	299	181	534	313	548	493	402	1631	2067	802	278	86	142
2000	208	378	404	224	224	203	484	618	422	730	2558	1426	393	107	126
2001	277	348	324	165	182	160	310	717	526	866	2689	1335	352	117	141
2002															
S.T	6547	7770	6598	4534	9101	5936	7918	8862	11494	37720	38621	15569	6191	3087	2811
%	3,6	4,2	3,6	2,5	4,9	3,2	4,3	4,8	6,2	20,5	21,0	8,5	3,4	1,7	1,4

S.T.-Suma Total

Rumbos-Con relación a la rosa de los vientos.

%=Frecuencia porcentual

**REGISTRO HISTORICO DE LA VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO EN KT
AEROPUERTO " SIMON BOLIVAR "**
GUAYAQUIL

LATITUD 02°09.2' S LONGITUD 79°53.0' W ELEVACION: 5m

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Prom	Máx
1977	16	16	14	14	16	20	18	18	24	20	20	19	215	18	24
1978	15	16	16	14	20	18	18	19	23	22	20	22	223	19	23
1979	17	16	15	17	18	20	20	18	18	20	20	20	218	18	20
1980	18	15	22	13	14	16	20	21	20	22	18	20	219	18	22
1981	20	13	14	16	16	17	18	20	20	23	23	18	218	18	23
1982	17	13	16	16	17	18	20	16	16	16	18	12	195	16	20
1983	12	14	16	12	16	16	16	18	16	16	20	15	187	16	20
1984	14	15	16	13	16	16	12	17	18	18	18	15	188	16	18
1985	14	16	14	15	18	14	16	18	20	18	16	22	201	17	22
1986	12	18	17	16	14	16	19	22	22	18	19	16	209	17	22
1987	12	14	18	14	13	16	16	17	18	21	19	17	195	16	21
1988	15	13	13	14	16	14	18	22	22	24	17	16	204	17	24
1989	18	19	25	21	15	17	22	22	26	24	22	19	250	21	26
1990	18	16	18	18	16	20	20	23	22	26	25	24	248	21	26
1991	20	17	20	18	18	17	21	20	24	24	23	23	245	20	24
1992	18	17	21	19	12	18	13	24	16	21	20	20	219	18	24
1993	14	16	12	17	14	17	21	22	22	24	22	21	216	18	24
1994	16	17	24	19	19	20	22	21	24	23	21	22	248	21	24
1995	17	14	19	17	18	19	24	21	24	22	22	22	239	20	24
1996	20	22	16	20	20	20	21	24	24	26	28	27	263	22	27
1997	24	17	17	20	17	20	17	20	22	20	19	21	234	20	24
1998	24	24	23	22	24	21	24	20	20	23	24	20	269	22	24
1999	18	19	22	20	19	19	22	24	22	25	36	20	266	22	36

2000	19	23	18	20	20	18	26	22	24	25	22	22	259	22	26
2001	21	21	23	17	19	26	26	25	28	31	30	26	293	24	31
2002	25	22	22	27	19	35	23	26	27	26	24	25	301	25	35
S.T	454	436	471	449	446	488	513	540	562	578	561	524	6022	502	634
Prom	17	17	18	17	17	19	20	21	22	22	22	20	232	19	24
Máx	25	24	25	27	24	35	26	26	28	31	36	27	334	25	36

1 KT=0.514791 m/s; 1.65325 km/h
Prom=Promedio

RESUMEN HISTORICO CLIMATOLOGICO

1961 - 2002

AEROPUERTO SIMON BOLIVAR
GUAYAS - GUAYAQUIL

LATITUD 02° 09.2' S

LONGITUD 79° 53.0' W

ELEVACION 5 m

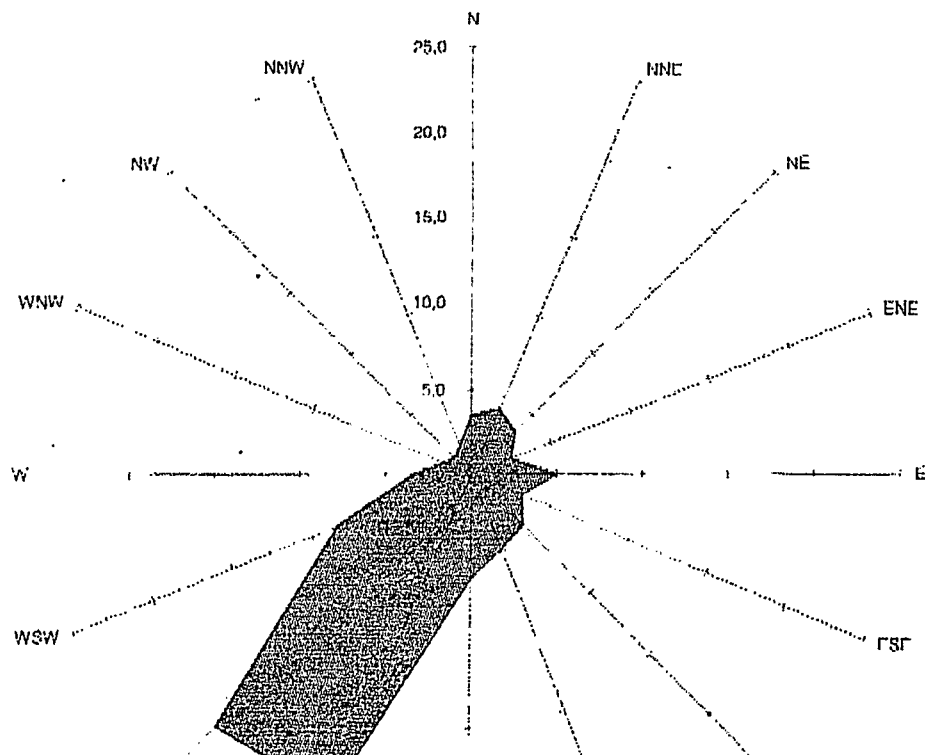
AÑO ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC S.T Media Máx.Ab

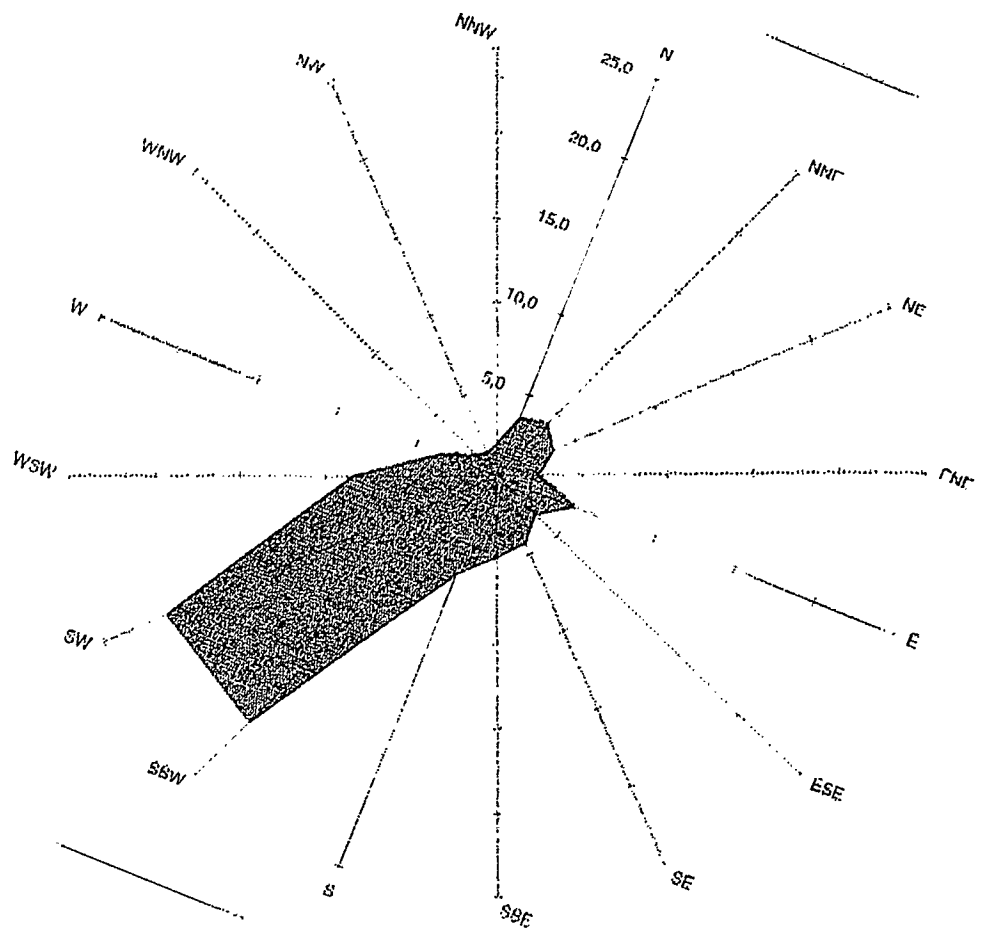
VIENTO DOMINANTE

PRD	SW	SW	SW	SW	SSW	SW	SSW	SW	SSW	SW	SW	SW	0	0	/
Media	5	4	5	6	6	7	8	8	8	8	8	7	79	7	/
Vel.Mx.	25	24	25	27	24	35	26	26	28	31	36	27	334	25	36
kt.															

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA DIRECCION DEL VIENTO EN RUMBOS

DIR	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
%	3,6	4,2	3,8	2,5	4,9	3,2	4,3	4,8	6,2	20,5	21,0	6,5	3,4	1,7	1,4





EMISIONES SECTOR ELÉCTRICO 2005

Central	Tecnología	Capacidad (MW)	Generación (GWh/año)	Combustible (10 ³ m ³ /año)	Gas Natural (10 ⁶ m ³ /año)	Diesel (10 ³ m ³ /año)	Carbón (10 ³ toneladas)	CO ₂ (10 ³ toneladas)	CH ₄ (10 ³ toneladas)	CO (10 ³ toneladas)	NOx (10 ³ toneladas)	SO ₂ (10 ³ toneladas)	Partículas (10 ³ toneladas)
Presidente Juárez (Tijuana)	V.	620.0	3027.97	0.0	623.31	0.00	0.00	1132.8493	0.0229	0.5373	1.7951	0.0181	0.0759
Puerto Libertad	CFE	112.5	633.89	180.41	0.00	0.24	0.00	578.9516	0.0064	0.1144	0.9037	0.1007	0.0181
Puerto Libertad	CFE	112.5	3517.52	875.86	0.00	2.04	0.00	2665.9240	0.0295	0.5269	4.1617	6.2702	6.5154
J. A. Ponce (Matanzán II)	CFE	610.0	3650.93	813.97	0.00	1.55	0.00	2780.0599	0.0308	0.5493	4.3396	65.4472	6.7981
J. A. Ponce (Matanzán II)	CFE	610.0	2397.96	514.72	0.00	0.88	0.00	1169.9172	0.0123	0.2162	1.7319	26.1175	2.7128
J. D. Ruiz (Tepic)	CFE	484.0	2857.57	259.73	0.00	0.63	0.00	1618.2533	0.0133	0.2033	1.6235	24.3445	3.0445
Guaymas	CFE	70.0	14.92	5.52	0.00	0.13	0.00	16.8253	0.0003	0.0003	0.0269	0.1353	0.0181
Francisco Villa (Delicias)	CFE	399.0	1479.25	377.23	0.00	0.40	0.00	1148.7631	0.0127	0.2269	1.7699	27.0059	2.8958
Guadalupe Victoria (Lerdo)	CFE	320.0	2395.17	572.81	0.00	0.35	0.00	1740.9602	0.0183	0.3439	2.7168	42.0509	4.2606
B. Juárez (Sinaloaya)	CFE	318.0	1559.90	463.02	0.78	0.00	0.00	1225.4640	0.0138	0.2425	1.9126	28.6533	2.9978
La Laguna	CFE	38.0	144.20	58.98	0.00	0.00	0.00	107.1570	0.0022	0.0598	0.1698	0.0017	0.0775
Enlío Potosí (Rio Bravo)	CFE	375.0	1513.47	195.44	186.28	0.00	0.00	950.3162	0.0138	0.2965	1.4917	14.9559	1.4775
Enlío Potosí (Rio Bravo)	CFE	375.0	165.36	101.99	0.00	0.51	0.00	359.9481	0.0067	0.1344	0.7798	86.9508	10.6244
M. Alvarez M. (Matanzán II)	CFE	700.0	4331.20	1019.81	0.00	2.10	0.00	2498.2759	0.0267	0.4759	3.7698	49.2015	5.8840
San Luis Potosí (Villa de Reyes)	CFE	700.0	3243.04	791.07	0.00	0.00	0.00	6234.8501	0.0244	0.4907	9.7454	126.4140	13.7940
Francisco Pérez Ríos (Tula)	CFE	868.0	8741.86	1848.86	340.723	0.00	0.00	1791.3938	0.0244	0.4907	13.8978	269.7978	21.7951
Salamanca	CFE	2100.0	12988.06	2890.24	7.25	0.00	0.00	8904.4020	0.0329	0.5985	4.6210	69.4795	7.2194
Abasco	CFE	900.0	3778.21	970.49	7.25	0.00	0.00	2960.7068	0.0329	0.5985	4.6210	69.4795	7.2194
Abasco	CFE	900.0	184.36	101.99	0.00	0.00	0.00	572.1256	0.0063	0.1130	0.8529	12.0668	1.4012
Mérida	CFE	189.0	1014.95	203.29	1.00	0.00	0.00	710.1340	0.0078	0.1464	1.1091	15.8623	1.7394
Campocho II (Lerma)	CFE	150.0	728.89	233.95	0.00	0.14	0.00	437.8481	0.0048	0.0855	0.6834	8.7693	1.0711
Felipe Carrillo Puerto (Villahahíde)	CFE	75.0	467.01	144.00	0.00	0.42	0.00	285.3768	0.0032	0.0577	0.4476	6.1603	0.6715
Villa de México V.	CFE	228.0	1522.24	53.18	150.65	0.00	0.00	820.3078	0.0166	0.3891	1.2959	0.0131	0.0549
Villa de México V.	CFE	228.0	682.06	53.18	150.65	0.00	0.00	435.6983	0.0103	0.10425	3.8630	0.0034	0.4139
Villa de México V.	CFE	228.0	416.16	53.18	150.65	0.00	0.00	100.1250	0.0091	0.0685	0.3992	0.0010	0.0067
B. Juárez (Sinaloaya)	CFE	200.0	439.12	0.00	85.09	0.00	0.00	100.1250	0.0091	0.0685	0.3992	0.0010	0.0067
B. Juárez (Sinaloaya)	CFE	200.0	3953.24	0.00	837.44	0.00	0.00	1158.6298	0.1255	1.0008	9.2251	117.9101	12.0668
Chihuahua II (El Estero)	CFE	429.3	2567.44	0.00	637.44	0.04	0.00	1158.6298	0.1255	1.0008	9.2251	117.9101	12.0668
Huamula	CFE	377.7	854.24	0.00	2567.44	0.00	0.00	468.6714	0.0425	0.4031	1.5693	0.0047	0.0312
Huamula II	CFE	450.2	2806.31	0.00	593.48	0.00	0.00	1060.4817	0.0965	0.9161	3.9525	0.0107	0.0710
Francisco Pérez Ríos (Tula)	CFE	489	2861.27	0.00	769.85	0.00	0.00	1282.8665	0.1167	1.1062	4.3459	0.0130	0.0958
El Sauc	CFE	218	3193.34	0.00	769.85	10.41	0.00	1181.6125	0.1217	0.9871	4.0716	0.1059	0.0772
Los Bocales	CFE	452	2894.97	0.00	769.85	0.00	0.00	1434.2248	0.1355	1.2389	4.8997	0.0145	0.0960
Francisco Carrillo Puerto (Villahahíde)	CFE	218	3193.34	0.00	769.85	0.00	0.00	1434.2248	0.1355	1.2389	4.8997	0.0145	0.0960
Francisco Carrillo Puerto (Villahahíde)	LFC	88.00	3216.41	0.00	814.81	94.32	0.00	1480.9895	0.1342	1.2792	5.0168	0.0154	0.0923
Villa de México	CFE	88.00	3216.41	0.00	814.81	94.32	0.00	1480.9895	0.1342	1.2792	5.0168	0.0154	0.0923
Río Económico	CFE	1200	9327.02	0.00	0.00	28.04	507.05	6654.5009	0.1035	1.4575	10.9383	80.7489	0.0000
Carbón II	C.E.	1400	9327.02	0.00	0.00	28.04	507.05	6654.5009	0.1035	1.4575	10.9383	80.7489	0.0000
A. Obachet (San Carlos)	CFE	104.12	685.59	110.4	0.00	7.50	0.00	354.3381	0.1884	1.6739	6.4111	6.0261	0.8213
Santa Rosalía	CFE	10.60	13.51	0.00	0.00	0.00	0.00	12.1559	0.0072	0.0002	0.0706	0.0095	0.0000
Guerrero Negro	CFE	11.28	46.16	0.00	0.00	3.65	0.00	9.8311	0.0058	0.0000	0.0674	0.0046	0.0000
Huamula	CFE	11.28	46.16	0.00	0.00	3.65	0.00	9.8311	0.0058	0.0000	0.0674	0.0046	0.0000
Huamula	CFE	11.28	535	0.00	0.00	0.53	0.00	1.4215	0.0008	0.0000	0.0683	0.0046	0.0000
Huamula	CFE	11.28	377	0.00	0.00	0.53	0.00	1.4215	0.0008	0.0000	0.0683	0.0046	0.0000
Villa Constitución	CFE	2.57	7.65	0.00	0.00	2.44	0.00	6.2702	0.0039	0.0001	0.0384	0.0223	0.0000
Plutarco E. Calles (Pebacillo)	D.	2100	14275.11	8.91	0.00	7.3	5322.83	7848.8401	0.1468	1.3437	6.2333	85.2231	0.8653
Mexicali	T.G.	62.00	3.68	0.00	0.00	2.12	0.00	5.7089	0.0034	0.0001	0.0333	0.0181	0.0000
Presidente Juárez (Tijuana)	T.G.	210.00	61.60	0.00	23.62	0.00	0.00	42.6909	0.0039	0.0371	0.1454	0.0004	0.0029
Ciprés	T.G.	54.86	1.17	0.00	0.77	0.00	0.00	2.0718	0.0012	0.0000	0.0089	0.0000	0.0000
Punta Prieta I (La Paz)	T.G.	43.00	2.14	0.00	11.81	0.00	0.00	31.6533	0.0190	0.0007	0.1869	0.1097	0.0000
Chihuahua I	T.G.	300.00	61.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.3372	0.0045	0.0016	0.1625	0.0000	0.0000
Las Cabezas	T.G.	42.00	3.04	0.00	0.00	27.62	0.00	74.3372	0.0045	0.0016	0.1625	0.0000	0.0000
Caborca Industrial	T.G.	30.00	4.36	0.00	1.38	0.00	0.00	4.8876	0.0028	0.0001	0.0274	0.0157	0.0000
Cullacán	T.G.	28.00	3.75	0.00	1.74	0.00	0.00	5.0275	0.0030	0.0001	0.0284	0.0168	0.0000
Ciudad Obregón	T.G.	131.89	165.09	0.00	47.45	0.00	0.00	86.2468	0.0078	0.0074	0.2922	0.0009	0.0058
Hermosillo	T.G.	87.00	7.97	0.00	4.31	0.00	0.00	11.6995	0.0009	0.0003	0.0678	0.0389	0.0000
Francisco Juárez	T.G.	28.00	4.16	0.00	2.2	0.00	0.00	5.9201	0.0035	0.0001	0.0343	0.0197	0.0000
Chihuahua I	T.G.	28.00	10.16	0.00	5.00	0.00	0.00	10.1631	0.0014	0.0001	0.0138	0.0076	0.0000
Chihuahua I	T.G.	18.00	1.30	0.00	0.87	0.00	0.00	2.3339	0.0014	0.0001	0.0138	0.0076	0.0000
Parque Juárez (Industrial)	T.G.	48.00	0.77	0.00	0.4	0.00	0.00	0.7874	0.0001	0.0007	0.0027	0.0000	0.0001
Monclova	T.G.	24.00	0.38	0.00	0.23	0.00	0.00	0.4185	0.0000	0.0004	0.0014	0.0000	0.0000
Universidad (Monterrey)	T.G.	24.00	0.23	0.00	0.18	0.00	0.00	0.2824	0.0000	0.0003	0.0010	0.0000	0.0000
Leona (Monterrey)	T.G.	12.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.0451	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
Esperanza	T.G.	12.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Universidad (Monterrey)	T.G.	102.00	87.33	0.00	37.64	0.00	0.00	101.6831	0.0094	0.0022	0.0697	0.0000	0.0000
Las Cabezas	T.G.	85.00	88.38	0.00	33.30	0.00	0.00	89.7853	0.0534	0.0029	0.3007	0.0000	0.0000
Canón	T.G.	102.00	87.33	0.00	37.64	0.00	0.00	101.6831	0.0094	0.0022	0.0697	0.0000	0.0000
Nizco	T.G.	51.50	17.67	0.00	8.27	0.00	0.00	22.2880	0.0133	0.0005	0.1301	0.0746	0.0000
Chamisaab	CFE	14.00	5.02	0.00	2.50	0.00	0.00	6.7282	0.0040	0.0001	0.0393	0.0225	0.0000
Ciudad Del Carmen	CFE	14.00	5.02	0.00	2.50	0.00	0.00	6.7282	0.0040	0.0001	0.0393	0.0225	0.0000
Xuli-Há	T.G.	14.00	0.64	0.00	0.35	0.00	0.00	0.9599	0.0009	0.0000	0.0056	0.0032	0.0000
San Lorenzo	T.G.	268.00	214.03	0.00	70.95	0.00	0.00	128.6498	0.0117	0.1114	0.4598	0.0013	0.0095

CFE: Comisión Federal de Electricidad
 LFC: Luz Federal de Chiapas
 D: Distribuidora Independiente de Electricidad
 T.G.: Turbogenerador
 V: Vapor
 C-D: Ciclo Combinado
 E-E: Ciclo Combinado
 D: Diesel
 C: Convención Interna
 T: Turbogén

ANEXOS DE LECTURA

■ **Anexo # 1.**

COBERTURA ELECTRICA.

INEC, CONELEC.

■ **Anexo # 2.**

PROPUESTA DE ACCIONES POLITICAS EN ENERGIAS RENOVABLES
Y EFICIENCIA ENERGETICA PARA EL ECUADOR.

Estudio realizado por el Ing. Santiago Sánchez M., M.Sc.,M.E.E. Quito,15 de Julio del 2005.

■ **Anexo # 3.**

COSTOS DE LAS EMERGENCIAS ELECTRICAS.

Articulo Diario El Universo, noviembre 13 del 2006.

■ **Anexo # 4.**

FENOMENO DEL NIÑO.

INOCAR, INAMHI, INP, ESPOL.

■ **Anexo # 5.**

ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INICIDEN EN LA RENTABILIDAD
DE LAS INSTALACIONES EOLICAS.

Asociación Empresarial Eólica. Pagina web.

■ **Anexo # 6.**

LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO.

Corporación para la investigación energética, Boletín bimensual # 4. oct 2003.

■ **Anexo # 7.**

ENERGIA EOLICA.

La Recherche, Biblioteca Científica de España.

■ **Anexo # 8.**

DATOS TECNICOS DE ECOTECNIA, AEROGENERADOR DE 80 2.0.

Enotecnia, página web.

■ **Anexo # 9.**

AFC INGENIEROS.

División de instrumentación. Madrid, España.

Cobertura Eléctrica

Según el Censo de Población y Vivienda realizado el año 2001 por el INEC, el porcentaje total de viviendas con energía eléctrica alcanzó el 89,67, en el área Urbana éste fue de 93,30 y en la Rural el 79,08.

Para la distribución de viviendas hemos asumido que cada parroquia está servida por una sola Empresa Distribuidora.

Los datos de las viviendas de las parroquias urbanas de las capitales provinciales, se agrupan en forma total en Urbana

Se consideró Viviendas con personas presentes el día del censo.

RESOLUCION 234-05 DEL 26 Y 28 OCT-2005

PLIEGO TARIFARIO EMPRESAS ELECTRICAS

1. Aspectos Generales

El presente Pliego Tarifario se sujeta a las disposiciones que emanan de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y del Reglamento de Tarifas, de la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor y su correspondiente Reglamento, en los aspectos atinentes a la prestación del servicio de energía eléctrica, directamente en los domicilios de los consumidores.

El Pliego Tarifario contiene: tarifas al consumidor final, tarifas de transmisión, peajes de distribución, tarifas de alumbrado público

2. Definiciones

Para su aplicación se deberán considerar las siguientes definiciones:

Las tarifas al consumidor final estarán destinadas a todos los Consumidores que no hayan suscrito un contrato a plazo con un generador o un Distribuidor. La correcta aplicación de estas tarifas estará a cargo de los Distribuidores en su zona de concesión.

Las tarifas de transmisión y los peajes de distribución serán los pagos que deberán realizarse a favor del Transmisor o del Distribuidor, respectivamente, por quienes utilicen dichas instalaciones. La liquidación de estos pagos estará a cargo del CENACE en coordinación con el Transmisor y los Distribuidores.

3. Categorías y Grupos de Tarifas

De conformidad con el artículo 17 del Reglamento de Tarifas, por las características de consumo se consideran tres categorías de tarifas: residencial, general y alumbrado público; y, por el nivel de tensión, tres grupos: alta tensión, media tensión y baja tensión.

Categoría de Tarifa Residencial: Corresponde al servicio eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico de los Consumidores, es decir, dentro de la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada. También se incluye a los Consumidores de escasos recursos y bajos consumos que tienen integrada a su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal.

Categoría General: Servicio eléctrico destinado a los Consumidores en actividades diferentes a la Categoría Residencial y básicamente comprende el comercio, la prestación de servicios públicos y privados, y la industria.

Se consideran dentro de esta categoría, entre otros, los siguientes:

- Locales y establecimientos públicos o privados comerciales o de carácter fabril o industrial
- Plantas de radio, televisión y en general de servicios de telecomunicaciones.

- Instalaciones para el bombeo de agua potable.
 - Locales públicos o privados destinados a la elaboración, o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial y sus oficinas administrativas.
 - Asociaciones civiles y entidades con o sin fines de lucro.
 - Entidades de Asistencia Social o Beneficio Público (guarderías, asilos, hospitales, centros de salud, escuelas, colegios y universidades del Estado).
 - Clínicas y hospitales Privados.
- Tiendas, almacenes, salas de cine o teatro, restaurantes, hoteles y afines.
- Oficinas y locales de entidades deportivas.
 - Organismos internacionales, embajadas, legaciones y consulados.
 - Cámaras de comercio e industria tanto nacionales como extranjeras.
 - Entidades del sector público, de carácter seccional, regional y nacional.
 - Instituciones Educativas privadas.
 - Y los demás que no estén considerados en la Categoría de Tarifa Residencial.

Categoría Alumbrado Público: Se aplicará a los consumos destinados al alumbrado de calles, avenidas y en general de vías de circulación pública; a la iluminación de plazas, parques, fuentes ornamentales, monumentos de propiedad pública; y, a los sistemas de señalamiento luminoso utilizados para el control del tránsito.

Grupo Nivel de Alta Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega superiores a 40 kV y asociados con la Subtransmisión.

Grupo Nivel de Media Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre 600 V y 40 kV. Dentro de este grupo se incluyen los consumidores que se conectan a la red de Media Tensión a través de Transformadores de Distribución de propiedad de la Empresa de Distribución para su uso exclusivo o de propiedad del consumidor.

Grupo Nivel de Baja Tensión: Para voltajes de suministro en el punto de entrega inferiores a 600 V.

Punto de Entrega:

Se entenderá como Punto de Entrega el lado de la carga del sistema de medición, es decir, los terminales de carga del medidor, en los sistemas de medición directa y el lado secundario de los transformadores de corriente, en los sistemas de medición indirecta o semi-indirecta, independientemente de donde estén ubicados los transformadores de potencial.

Consumidores Comerciales e Industriales

Los Distribuidores tienen la obligación de mantener en sus registros una clasificación adicional para identificar a los Consumidores Comerciales e Industriales, para efectos de recaudación del 10% sobre el valor neto facturado por consumo de energía eléctrica, destinado al FERUM. Para el efecto se considerarán las siguientes definiciones:

Consumidor Comercial: Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para fines de negocio, actividades profesionales o cualquier otra actividad con fines de lucro.

Consumidor Industrial: Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial.

4. Tarifas de Baja Tensión.

4.1 Tarifa Residencial (BTCR).

Se aplica a todos los consumidores sujetos a la Categoría de Tarifa Residencial, independientemente del tamaño de la carga conectada. En el caso de que el consumidor residencial sea atendido a través de un transformador de su propiedad y el registro de lectura sea en baja tensión, la empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación equivalente a un 2% en el monto total de energía consumida.

El consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía.
- b) Cargos crecientes por energía en US\$/kWh, en función de la energía consumida.

4.2 Tarifa Residencial Temporal (BTCRT).

Se aplica a los consumidores residenciales que no tienen su residencia permanente en el área de servicio y que utilizan la energía eléctrica en forma puntual para usos domésticos (fines de semana, períodos de vacaciones, etc.).

El consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo único por energía en US\$/kWh, en función de la energía consumida.

4.3 Tarifa General (BTCG).

4.3.1 Tarifa General sin Demanda (BTCGSD)

Tarifa G1. (Comercial sin demanda y Entidades Oficiales sin demanda)

Se aplica a los consumidores sujetos a la Categoría de Tarifa General en Baja Tensión, cuya potencia contratada o demanda facturable sea de hasta 10 kW.

Tarifa G2. (Industrial Artesanal)

Se aplica a los consumidores sujetos a la Categoría de Tarifa General en Baja Tensión, cuya potencia contratada o demanda facturable sea de hasta 10 kW. En el caso particular de que el consumidor cumpla con estas condiciones y sea propietario del transformador de distribución, la empresa le aplicará esta tarifa.

Tarifa G3. (Asistencia Social y Beneficio Público, sin demanda)

Se aplica a los consumidores sujetos a la Categoría de Tarifa General en Baja Tensión, cuya potencia contratada o demanda facturable sea de hasta 10 kW.

Los consumidores de las tarifas G.1, G.2 y G.3, deberán pagar:

- a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía;
- b) Cargos variables por energía expresados en US\$/kWh, en función de la energía consumida.

4.3.2 Tarifa General Con Demanda (BTCGCD)

Se aplica a los consumidores de la Categoría de Tarifa General en Baja Tensión, cuya potencia contratada o demanda facturable sea superior a 10 kW

El consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía;
- b) Un cargo por potencia, expresado en US\$/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, establecido en el pliego para la Tarifa de Media Tensión (MTD).
- c) Un cargo por energía, expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida, correspondiente al cargo superior de las tarifas G1 y G2 disminuido en un 20 %.

En el caso de los abonados de asistencia social y beneficio público que cumplan con la condición de una potencia contratada o una demanda superior a 10 kW, se aplicará los mismos cargos tarifarios definidos para estos abonados en el numeral 5.3 de este pliego tarifario

4.4 Tarifa de Alumbrado Público (BTAP)

Por el consumo de energía eléctrica para Alumbrado Público, se pagará los siguientes cargos:

- a) Un cargo por potencia, expresado en US\$/kW, por cada kW de demanda facturable como mínimo de pago sin derecho a consumo.
- b) Un cargo por energía, expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida.

5. Tarifas de Media Tensión.

Las tarifas de media tensión se aplicarán a los consumidores comerciales, entidades oficiales, industriales, bombeo de agua, etc, servidos por la empresa en los niveles de voltaje entre 40 kV y 600V. Si un consumidor de este nivel de tensión, está siendo medido en baja tensión, la

empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación equivalente al 2 % del monto total consumido en unidades de potencia y energía.

5.1 Tarifa de Media Tensión con Demanda (MTD)

Esta tarifa se aplicará a los consumidores que disponen de un registrador de demanda máxima o para aquellos que no disponen de registrador de demanda, pero tienen potencia contratada o calculada.

El consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por potencia, expresado en US\$/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo.
- c) Un cargo por energía, expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida.

5.2 Tarifa de Media Tensión con Registrador de Demanda Horaria (MTDH)

Esta tarifa se aplicará a los consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los periodos horarios de punta, demanda media y de base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de la noche (22H00 hasta las 07H00).

El consumidor deberá pagar los mismos cargos señalados para la tarifa del numeral 5.1, bajo la siguiente estructura:

- a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda, expresado en US\$/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, afectado por un factor de corrección.
- c) Un cargo por energía expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda media y de punta (07H00 hasta las 22H00), que corresponde al cargo por energía de la tarifa del numeral anterior.
- d) Un cargo por energía expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida, en el período de base (22H00 hasta las 07H00), que corresponde al cargo por energía del literal anterior disminuido en el 20%..

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18H00 – 22H00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores deberá ser ajustado mediante un factor de corrección (FC), que se obtiene de la relación:

$$FC = DP/DM, \text{ donde:}$$

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas de pico de la empresa eléctrica (18H00 – 22H00).

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes.

En ningún caso este factor de corrección (FC), deberá ser menor que 0.60.

La demanda mensual facturable, es la demanda máxima mensual registrada por el consumidor, la que no podrá ser menor al 60 % de la potencia contratada o de la demanda facturable del consumidor, definida en el numeral 8.

5.3 Tarifa de Media Tensión para Asistencia Social y Beneficio Público

Se aplica para todos los consumidores que estén catalogados como de la Categoría de Tarifa General Asistencia Social y Beneficio Público servidos en media tensión.

El tratamiento tarifario es igual al descrito en los numerales 5.1 y 5.2, aplicando los cargos tarifarios señalados en el cuadro de cargos tarifarios para asistencia social y beneficio público en media tensión.

6. Tarifas de Alta Tensión.

Las tarifas de alta tensión se aplicarán a los consumidores servidos por la empresa en los niveles de voltaje superiores a 40 kV y que deben disponer de un registrador de demanda horaria.

El consumidor deberá pagar los siguientes cargos:

a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía.

a) Un cargo por demanda, expresado en US\$/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, afectado por un factor de corrección.

b) Un cargo por energía expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda media y de punta (07H00 hasta las 22H00), disminuido en un 10 %.

c) Un cargo por energía expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida, en el período de base (22H00 hasta las 07H00), que corresponde al cargo por energía del literal anterior disminuido en el 20 %.

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18H00 – 22H00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores deberá ser ajustado mediante un factor de corrección (FC), que se obtiene de la relación:

$FC = DP/DM$, donde:

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas de pico de la empresa eléctrica (18H00 – 22H00).

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes.

En ningún caso este factor de corrección (FC), deberá ser menor que 0.60.

La demanda mensual facturable, es la demanda máxima mensual registrada por el consumidor, la que no podrá ser menor al 60 % de la potencia contratada o de la demanda facturable del consumidor, definida en el numeral 8.

7. Consumos Estacionales Y Ocasionales

a) Consumos Estacionales: Los consumidores de la Categoría de Tarifa General ubicados en media y alta tensión, con regímenes de consumo estacional, pueden definir hasta dos períodos estacionales. Los cargos por energía y el de comercialización serán los mismos que se utilizan para los clientes estables. Los cargos por demanda en la estación baja serán los correspondientes a las tarifas relacionados con la demanda del cliente en ese período, el cargo por potencia en la estacionalidad alta estará afectado por un factor de recargo del 100% del cargo correspondiente a la demanda.

Si la estacionalidad alta supera los seis meses, el cargo por potencia de esta estacionalidad estará afectado por un factor de recargo resultante de la relación: $12/n$, donde n es el número de meses de la estacionalidad alta.

b) Consumos Ocasionales: Los consumidores de tipo ocasional, tales como circos, ferias, espectáculos públicos al aire libre y otros similares, con demanda en alta, media o baja tensión, se les ubica en la Categoría de Tarifa General y se acogerán a esta tarifa. Los cargos por energía y comercialización serán los mismos que se utilizan para los clientes estables, el cargo por potencia estará afectado por un factor de recargo del 100% del cargo correspondiente a la demanda.

8. Demanda Facturable

a) En el caso de disponer de un Registrador de Demanda Máxima:

La demanda mensual facturable corresponde a la máxima demanda registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda, y no podrá ser inferior al 60 % del valor de la máxima demanda de los doce últimos meses incluyendo el mes de facturación.

Para el caso de los consumidores que utilizan la energía para bombeo de agua de usos agrícola y piscícola, la demanda mensual facturable, será igual a la demanda mensual registrada en el respectivo medidor.

b) En el caso de no disponer de un Registrador de Demanda:

La demanda facturable se computará de la siguiente manera:

El 90 % de los primeros 10 kW de carga conectada;

El 80 % de los siguientes 20 kW de carga conectada;

El 70 % de los siguientes 50 kW de carga conectada;

El 50 % del exceso de carga conectada.

c) Demanda de aparatos de uso instantáneo:

Los procedimientos para la determinación de la demanda facturable señalados en a) y en b), no se aplicarán en el caso de cargas correspondientes a aparatos de uso instantáneo como son por ejemplo: soldadoras eléctricas, equipos de rayos X, turbinas de uso odontológico, etc. En estos casos la demanda facturable considerará adicionalmente la potencia de placa tomando en cuenta el punto de regulación donde trabajan estos aparatos o la medición de la potencia instantánea de tales equipos. La demanda total facturable corresponderá a la suma de la demanda registrada o calculada según lo establecido en a) y b), más la potencia de placa o potencia instantánea medida de dichos aparatos, afectada por un factor de coincidencia o de simultaneidad para el caso de varios equipos.

9. Cargos por Bajo Factor de Potencia

Para aquellos consumidores con medición de energía reactiva, que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0,92, el Distribuidor aplicará los cargos establecidos en el Reglamento de Tarifas, en concepto de Cargos por bajo factor de potencia.

10. Tarifa de Transmisión.

Los distribuidores y grandes consumidores deberán pagar por el uso del sistema nacional de transmisión, una tarifa que tendrá un cargo en US\$/kW, por cada kW de demanda máxima mensual no coincidente, que incluye el transporte de energía y el derecho de conexión.

11. Peajes de Distribución a Grandes Consumidores.

Para el caso de los Grandes Consumidores que efectúen contratos directamente con los Generadores, el Distribuidor percibirá en concepto de peaje, como máximo, la totalidad del Valor Agregado de Distribución, en función del nivel de tensión en el punto de entrega.

12. Facturación.

La facturación a los consumidores se efectuará con una periodicidad mensual, y no podrá ser inferior a 28 días ni exceder los 33 días calendarios. No deberá haber más de doce facturaciones anuales; salvo motivos de fuerza mayor que deberán ser debidamente justificados y puestos a consideración de CONELEC. Sin embargo, el distribuidor y el consumidor, de así convenir a sus intereses, podrán acordar períodos de facturación distintos. Las facturas deberán entregarse al consumidor con 10 días de anticipación a la fecha de pago prevista.

En caso de que un medidor de un abonado no haya sido leído por alguna causa justificada, la factura mensual se calculará sobre la base del consumo promedio de los seis últimos meses facturados. Si en dos meses consecutivos no es posible efectuar la medición por causas atribuibles al usuario, la empresa notificará de esta circunstancia, pidiéndole dar facilidades para tal medición. En todo caso, la facturación que se realice hasta que se regularice esta situación, seguirá efectuándose siempre con el promedio de consumo de los seis últimos meses facturados.

13. Vigencia

El presente pliego tarifario rige a partir del 1º. de Noviembre de 2005 y tendrá vigencia de un año calendario, hasta el 31 de octubre de 2006.

PROPUESTA DE ACCIONES Y POLÍTICAS EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL ECUADOR

ANTECEDENTES

El Gobierno Constitucional de la República del Ecuador ha convocado a los ciudadanos del país para que presenten propuestas para la estructuración de un nuevo país, basado en el aprovechamiento de nuestros recursos naturales y el potencial humano dentro de un marco de un desarrollo sustentable. El sector energético es prioritario pues contribuye con más de la mitad de los ingresos para el presupuesto del país y la falta de acción efectiva de los gobiernos pasados ha llevado al sector a una grave crisis.

Los subsidios del Estado en combustibles para generación eléctrica y en el gas licuado de petróleo (LPG) para procesos de calor en los sectores industrial, comercial y residencial representan un alto egreso que limita seriamente la disponibilidad de recursos para otros sectores, en especial el social.

El uso de la energía en el Ecuador se ha caracterizado por una alta ineficiencia. Los aparatos eléctricos y equipos importados en su mayoría son usados sin un criterio de eficiencia energética; lo que se suma al hecho de que los usuarios no tienen una educación sobre el ahorro energético.

Las iniciativas del Estado, principalmente a través del CONELEC, para incorporar en la matriz energética del país el aprovechamiento de las fuentes renovables como son la solar, la eólica, la geotermia, la hidroelectricidad y la biomasa han sido muy débiles y hasta el momento no se ha podido emprender en estos proyectos a pesar de ciertos esfuerzos aislados. La estructura legal del sector energético creada en la década de los 1990 divorcia el sector de hidrocarburos del eléctrico, lo que ha impedido que se tome acciones y se lleve a cabo una verdadera política energética integral del país. No sabemos cuál es el camino que debemos seguir para asegurar la disponibilidad de energía en el corto plazo; las soluciones a los problemas del sector eléctrico se dilatan cada vez más y son tratadas desde el aspecto político. El déficit de generación eléctrica, tanto de

potencia como de energía obliga a la toma de acciones inmediatas para poder asegurar una confiabilidad mínima en el suministro.

No ha habido una renovación de las personas que manejan el sector energético desde hace más de treinta años. Las universidades carecen de programas y formación en energías renovables y eficiencia energética.

Quienes hacemos, trabajamos y vivimos del sector energético, y en especial del sector eléctrico, como concededores de la realidad presentamos esta propuesta, seguros de que nuestro aporte servirá de base para la toma de decisiones por parte del Gobierno, antes de que el problema se vuelva inmanejable.

EL SECTOR ENERGÉTICO EN EL ECUADOR

El desarrollo del sector eléctrico tuvo su auge en la décadas de los 1980 y 1990 mediante la construcción de las grandes centrales de generación hidroeléctrica y termoeléctrica y del sistema nacional de transmisión. Esta responsabilidad la asumió el Estado a través del INECEL. La introducción de la política de privatización en 1996, con la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, apoyada por las tendencias desreguladoras mundiales eliminó el INECEL, escindiéndolo en varias empresas de generación y la de transmisión. Desde ese año a la fecha ninguna nueva planta de generación ha entrado en servicio, evidenciando el total fracaso de la política neoliberal, por lo que hubo que recurrir a la interconexión con Colombia en condiciones no muy ventajosas para el país. Las medidas de promoción para las energías renovables propuestas en esta Ley no han servido para motivar la participación de inversionistas interesados. En la Ley no se menciona en lo absoluto el tema de eficiencia y ahorro energético.

El principal problema por el que pasa el sector eléctrico es la falta de decisión de los gobernantes de turno de enfrentar y

resolver los problemas, en especial el originado por la distribución eléctrica de la ciudad de Guayaquil, debido al temor de que estas medidas pudieran desestabilizar su permanencia en el poder. La aplicación de tarifas políticas que no reflejan los costos reales está llevando al sector a la bancarrota. A esto se suma el hecho de que las empresas eléctricas han venido siendo un botín político de los gobiernos de turno, a pesar de que varias veces se intentó entregar la administración a empresas privadas; la fuerza de los sindicatos eléctricos se opuso, en desmedro de la calidad del servicio. El déficit de las empresas eléctricas, sumado a sus altas pérdidas, obliga a tomar acciones inmediatas.

ENERGÍAS RENOVABLES:

HACIA UNA SOCIEDAD SOSTENIBLE

La producción de energía eléctrica en el Ecuador proviene en un 46% de plantas hidroeléctricas, un 46% de centrales termoeléctricas que queman diesel, bunker y recientemente gas natural y se importa un 8% de Colombia. El uso de combustibles fósiles tiene un serio impacto en el ambiente y es uno de las principales causas del calentamiento global. Si bien este es un tema de importancia mundial, en el Ecuador el uso de combustibles fósiles tiene un impacto mucho mayor por los subsidios del Estado. El año 2004 el Estado destinó USD 114 millones para el subsidio del combustible para las centrales térmicas; y no se ve acciones para revertir esta situación en el corto y mediano plazos.

Los países desarrollados han asumido el compromiso de disminuir sus emisiones de gases efecto invernadero mediante la introducción de energías renovables y medidas de eficiencia energética, en sustitución del uso de combustibles fósiles.

El crecimiento de la energía solar fotovoltaica supera el 30% anual. Solamente en el año 2004 se instalaron en el mundo, principalmente en los países industrializados (Japón, Alemania, España, Estados Unidos, y otros) 927 MW de generación fotovoltaica, mayormente conectados a la red que representó un mercado de USD 6.500 millones. La

capacidad instalada mundial a ese año llegó a 3.400 MW.

El desarrollo de la energía eólica en la última década ha sido igualmente impresionante. Solamente en el año 2003 se instalaron 8.133 MW en plantas eólicas en el mundo, con una inversión superior a los USD 9.000 millones. La capacidad instalada de energía eólica al año 2003 llegó a 40.300 MW, lo que muestra el gran desarrollo comercial de esta tecnología que tendría aplicación en el Ecuador.

Es muy común en el mundo el empleo de colectores solares para el calentamiento de agua en residencias y en el sector hotelero y turístico, y cada vez es mayor el aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía, tanto para la producción de calor como de electricidad.

El uso de las fuentes de energía limpia para sustituir a los combustibles fósiles en el transporte es una medida viable para nuestro país. Mediante la producción de biocombustibles como el etanol, el biodiesel o el aceite vegetal provenientes de plantaciones agrícolas se puede disminuir la dependencia en las gasolinas y el diesel, y mejorar las condiciones de trabajo en el agro. Existe un proyecto de etanol en proceso en el Ministerio de Energía que debería apoyarse para su pronta ejecución.

Es preocupante que de seguir con el comportamiento histórico en el consumo de energía la situación se volverá insostenible y el impacto en el planeta será irreversible.

La introducción de energías renovables y eficiencia energética a todo nivel permitirá reducir la dependencia en el uso de los combustibles fósiles y liberar así divisas que pueden aprovecharse para el desarrollo del país.

EFICIENCIA ENERGÉTICA:

UN COMPROMISO CIUDADANO

El sector industrial en el Ecuador se ha mostrado preocupado por el alto costo de las tarifas de energía eléctrica; sin embargo, estas mismas empresas hacen muy poco para mejorar la eficiencia de sus procesos energéticos, tanto de electricidad como de calor. La

infraestructura de la mayoría de las industrias es obsoleta, y no hay incentivos para modernizarla, pues su situación económica les impide hacer inversiones para mejorar la eficiencia de los procesos. El uso no eficiente de iluminación en edificios, áreas y vías públicas, representa un alto componente del gasto energético del país y tiene su impacto en el costo final de la energía.

Algunas empresas eléctricas han visto la necesidad de optimizar el alumbrado público mediante el uso de luminarias eficientes, pero se ha hecho muy poco para controlar la cargabilidad de los transformadores de las redes y las pérdidas en las redes de distribución.

Los aparatos eléctricos que se importan al país no cumplen con las más mínimas normas de eficiencia energética pues estas normas no existen, o si las hay no se aplican. No es de sorprenderse el uso de secadoras de ropa en lugares con altos niveles de radiación solar, tener el aire acondicionado encendido en áreas abiertas a la intemperie, o refrigeradoras que no cierran o que no operan en ciclo. Una de las mayores cargas en el consumo eléctrico lo constituyen las duchas eléctricas y los tanques de agua eléctricos, lo que puede remediarse mediante el uso de calentadores solares aprovechando la alta radiación solar del Ecuador.

Los desechos industriales y municipales crean un grave problema de contaminación, y no se los aprovecha para la producción energética. El uso de residuos agrícolas como medio energético es una posibilidad válida en nuestro país, aprovechando tecnologías como pellets, biodigestores, bioreactores y gasificadores, o la quema directa en calderos eficientes. Nuevamente el uso de la radiación solar podría aprovecharse para el secado de alimentos o residuos.

BENEFICIOS DE LAS ER Y EE

Las energías renovables tienen un amplio espectro de utilización, tanto como un medio de sustitución como para nuevas soluciones a la energía convencional. Un sistema de generación fotovoltaico puede entregar electricidad en zonas alejadas a costos menores que con la extensión de la red convencional. También pueden

instalarse estos sistemas en las zonas urbanas para mejorar las condiciones del servicio al disponer de una generación próxima a la carga, lo que se conoce como generación descentralizada. Un proyecto ambicioso en energía fotovoltaica permitiría diferir las inversiones en generación y transmisión, trayendo beneficios directos a las empresas eléctricas, asunto que es ampliamente empleado en todo el mundo.

En el Ecuador se ha identificado un alto potencial de la energía del viento o energía eólica. La especial geografía del país con zonas bajas calientes en la costa y en el oriente que producen corrientes térmicas al chocar con los aires fríos de la cordillera de los Andes favorecen la formación de vientos continuos con posibilidad de uso comercial. Esta tecnología puede ser aprovechada tanto en zonas rurales como en ciudades y pequeños poblados.

Es sorprendente también constatar el gran potencial hidroeléctrico del Ecuador. El enfoque tradicional hacia centrales de gran tamaño, centralizadas, con su alto costo, debe ser redefinido hacia pequeñas centrales, próximas a los centros de consumo. Cualquier central por más pequeña que sea significa un aporte para cubrir el déficit de generación que afecta al país. Se ha emitido por el CONELEC la regulación 002/05 que permite que con fondos FERUM se puedan financiar proyectos de fuentes renovables, incluyendo a las pequeñas centrales hidroeléctricas.

Las tecnologías de fuentes renovables usadas en otros países pueden perfectamente emplearse también en nuestro país, debiéndose para ello definir políticas y acciones concretas.

REDUCCIÓN DE SUBSIDIOS POR SUSTITUCIÓN CON ER

La introducción de las energías renovables y la eficiencia energética como una política del Estado tienen un impacto directo e inmediato en la reducción de los subsidios. En la pro forma presupuestaria del 2005, se prevé una asignación de USD 638,8 millones para cubrir los subsidios, distribuidos así: Gas (LPG) USD 281,40 millones; diesel USD 357,40 millones; y

sector eléctrico USD 80 millones. Según las estimaciones que hemos efectuado, la sustitución de LPG para calentamiento de agua en aproximadamente 1 millón de hogares en el país significaría un ahorro de USD 50 millones por año, o cerca de 13 millones de tanques de LPG de 15 kg, con una inversión aproximada de USD 500 millones. Es decir que si el Estado aporta con la mitad de la inversión de los sistemas de calentamiento solar, en CINCO años se podría pagar la inversión.

De igual forma, la sustitución de duchas y tanques eléctricos para calentamiento de agua por colectores solares permitiría, de acuerdo con nuestros cálculos, un ahorro de USD 46 millones por año en el subsidio eléctrico, equivalente a 366 GWh. Esto considera tanto el subsidio en la tarifa como el subsidio del diesel usado en las plantas de generación termoeléctricas.

Tomando en cuenta los aspectos ambientales, la sustitución de estos combustibles (LPG y diesel) en el calentamiento de agua representaría una disminución de cerca de 820 mil toneladas de CO₂ por año.

ACCIONES CONCRETAS

A continuación se describe algunas acciones prioritarias para la introducción de las energías renovables y la eficiencia energética en nuestro país.

1) Incorporación de las ER en la matriz energética del Ecuador

Una de las primeras acciones que debe emprender el Gobierno ecuatoriano en el sector energético es fomentar y crear los mecanismos para facilitar la producción de energía con fuentes renovables y su incorporación en la matriz energética del Ecuador. El Estado debe ofrecer las facilidades para que inversionistas locales y extranjeros instalen centrales de generación con energías renovables. El pago de la energía proveniente de estas fuentes deberá tener una prioridad en la prelación de pago del Mercado Eléctrico Mayorista y el despacho deberá ser también preferencial. Los fondos para la construcción de estas centrales provendrían de la sustitución de la componente de generación térmica, así como de fondos de cooperación

internacional obtenidos sea mediante conversión de deuda, mecanismos de desarrollo limpio (CDM, créditos de carbono, emisiones de carbono, etc.), tarifas verdes, o créditos de organismos multilaterales en condiciones preferenciales.

A nivel del usuario, se deberá promover la instalación de generación localizada o cautiva mediante tecnologías renovables. El usuario que decida instalar esta generación recibiría una bonificación del Estado para este fin que permita cubrir si no la totalidad de la inversión al menos una parte significativa, equivalente al beneficio que representaría la sustitución energética por el uso de combustible o gas y el diferimiento de inversiones en distribución, transmisión y generación.

Se deberá favorecer el aprovechamiento de fuentes renovables para sustituir el consumo de combustibles y gas.

2) Subsidio del Estado para cubrir la inversión inicial en ER y EE. Tarifas preferenciales.

El ahorro que significaría para el Estado la reducción del subsidio debido a la sustitución del consumo de diesel y de LPG por sistemas con energías renovables debe revertirse en beneficio de estas tecnologías. Una parte de este ahorro debe destinarse para cubrir los costos de las inversiones iniciales en la instalación de sistemas fotovoltaicos, eólicos, calentamiento solar, biomasa e hidroeléctricos pequeños para uso residencial, comercial e industrial. Si un usuario decide instalar un sistema fotovoltaico en su hogar, debe recibir un subsidio del Estado para la compra. Igualmente, se aplicaría lo estipulado en la Regulación 004/04 del CONELEC que fija un precio para la tarifa por venta de energía de fuentes renovables y entrega a la red. Si es un usuario aislado debe también beneficiarse de este subsidio, como lo establece esta regulación y la Regulación 002/05. Para la aplicación de estas medidas se debe elaborar las normas apropiadas y hacerlas viables en las instituciones del sector eléctrico.

3) Conformación de un Fondo para el Desarrollo de las Energías Limpias (FODEL) y del Instituto de Energías Limpias (INEL)

Se debe conformar el Fondo para el Desarrollo de las Energías Limpias (FODEL) con aportes de al menos un 10% del FERUM, mas contribuciones del 25% del impuesto a la renta de empresas y personas particulares, mas contribuciones particulares y fondos de cooperación y crédito multilaterales o bilaterales. Parte de este fondo sería destinado a la investigación y desarrollo de las energías renovables y eficiencia energética. Otra parte se entregaría como aportes del FERUM para zonas rurales y urbano marginales en calidad de subsidio y otra podría ser ofrecida en calidad de préstamo en condiciones preferenciales y a largo plazo a inversionistas o desarrolladores energéticos serios, con las debidas garantías y para proyectos de interés nacional.

Podrán acudir también a este fondo las empresas privadas e industrias para financiar los proyectos de reconversión y eficiencia energética, tanto en su fase de estudios como de ejecución.

El FODEL deberá ser administrado y su gestión estar a cargo de una entidad idónea. Se recomienda la conformación de una entidad autónoma, dependiente de la Presidencia de la República similar al que en su momento fue el Instituto Nacional de Energía que podría denominarse Instituto de Energías Limpias (INEL) con las responsabilidades de manejar el sector energético, el FODEL y las energías renovables y la eficiencia energética. Un solo punto de referencia y de enlace para el tema energético, transparente, alejado de ingerencias políticas con objetivos claros, factibles y medibles.

4) Concienciación de las autoridades del sector en la aplicación de las ER y EE

Cualquier política que no se base en la participación de la ciudadanía no tendrá los resultados que se espera. El usuario del sector energético deberá ser parte importante de este nuevo esquema. Para ello, la propuesta y la nueva política energética deberán llegar a los usuarios, quienes deberán ser informados y educados en el uso eficiente de la energía y en el aporte que como usuarios y ciudadanos podrán dar para mejorar sus condiciones de vida. Esta acción deberá

ser también acogida por las autoridades del sector, quienes deberán ser capacitados en las nuevas tecnologías.

Las experiencias pasadas de proyectos en energías renovables deberán ser evaluadas en su éxito o fracaso y de allí partir para tomar las acciones a seguir. Los prejuicios existentes en la aplicación de ciertas tecnologías deben ser revertidos, aplicando los correctivos necesarios que se justifiquen contemplando los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.

5) Formación y Educación en ER y EE

El ser humano es el gestor y el fin del desarrollo y del cambio. Un profesional debidamente formado en el tema energético asegurará los mejores resultados de este cambio. En el Ecuador no se ofrece ningún curso formal de energías renovables, y son solamente dos universidades que ofrecen esta como materia optativa en los últimos años. Un tema tan importante como este aún no es visto como de interés en la currícula de las universidades y centros de formación que no cuentan con los profesores preparados para impartir estas materias.

Si esta falla es evidente a nivel universitario, lo es mucho más en el campo profesional y muy especialmente en las instituciones que rigen el sector, como son el Ministerio de Energía y Minas, las empresas eléctricas, el Fondo de Solidaridad, el CONELEC. En estos organismos las personas a cargo de las tareas en el tema de energías renovables y eficiencia energética son profesionales que se han visto involucrados en estas áreas, pero carecen de la formación necesaria, y hacen su mejor esfuerzo para cumplir con sus funciones.

Si no existe este recurso humano, mal se puede pensar en que las energías renovables y la eficiencia energética puedan introducirse en el contexto energético nacional. Debería ofrecerse becas para que estudiantes y profesionales puedan especializarse en estas tecnologías del futuro. Una formación y educación desde los primeros años de escolaridad permitirán ir creando la base de profesionales para efectivamente hacer el cambio hacia las energías limpias.

6) Investigación y desarrollo. Proyectos piloto

Toda tecnología por más desarrollada a nivel comercial que esté en otras latitudes debe ser adaptada a nuestra realidad. Se debe por lo tanto emprender en la ejecución de proyectos piloto que permitan ir introduciendo y familiarizando a la gente y a los usuarios con estas nuevas tecnologías. De forma paralela, los proyectos piloto deben viabilizar el camino para solventar la falta de regulaciones y procedimientos legales en la aplicación de estas nuevas soluciones. La implantación de la solución tecnológica viene a la par con la elaboración de esquemas de sostenibilidad a nivel comunitario.

El Instituto de Energías Limpias asumiría la responsabilidad de la investigación y desarrollo de las tecnologías y la ejecución de los proyectos piloto, en los que deben participar las universidades y escuelas politécnicas, las empresas eléctricas, las empresas privadas y la industria. La investigación no debe abarcar solamente los aspectos técnicos sino también los relacionados con la elaboración de los mecanismos legales y de los temas financiero, social y ambiental como resultado de la introducción de estas nuevas soluciones energéticas.

Se debe emprender en estudios de investigación del aprovechamiento de cultivos agrícolas con fines energéticos, especialmente para el transporte, entre los que se incluye el uso de biocombustibles como el etanol, el biodiesel y el aceite vegetal.

7) Evaluación de los recursos renovables: solar, eólico, geotérmico, biomasa, hidroelectricidad, mar (olas, mareas).

Si no conocemos cuál es el potencial de nuestro país en materia de fuentes renovables de energía, mal se puede emprender en la realización de proyectos que aprovechen estas fuentes. El potencial de los recursos renovables es diferente en cada una de las geografías. Uno de los inconvenientes que ha habido en el país es la falta de un portafolio de proyectos a nivel de prefactibilidad o factibilidad para presentar a inversionistas interesados en estas tecnologías modernas. Es indispensable disponer de

un mapa eólico, de un mapa solar y de un inventario actualizado de recursos hidroeléctricos y de biomasa en el Ecuador. Corresponde por Ley al CONELEC hacer el levantamiento de esta información, pero no se lo ha hecho. Se debe por lo tanto ejecutar estos estudios de evaluación de los recursos renovables, para lo cual se podría contar con fondos del FODEL.

8) Promulgación de la Ley de Energías Renovables y Eficiencia Energética

La actual Ley de Régimen del Sector Eléctrico trata en el Capítulo IX sobre las energías renovables. Sus dos breves artículos mencionan la responsabilidad del Estado para fomentar estas energías. Sin embargo lo expresado en la ley no ha servido para la promoción de las energías renovables, y menos aún luego de la promulgación de la Ley Fundamental para la Transformación Económica (o Ley Trole) que supuestamente eliminó las exoneraciones arancelarias de los equipos y materiales para energías renovables. De otra parte, la LRSE no hace mención a la eficiencia energética.

Existe una diversidad de organismos e instituciones públicas o privadas que ejecutan proyectos de energías renovables en el Ecuador. Los fondos de cooperación internacional se canalizan a través del Instituto Ecuatoriano de Cooperación Internacional INECI; hay también iniciativas privadas de fundaciones para la ejecución de proyectos de este tipo. El FERUM igualmente aporta para la construcción de sistemas de generación con energías renovables. El Ministerio de Energía ejecuta por su parte estos proyectos, con fondos del Estado. El PNUD y el CONAM (Proyecto PROMEC con fondos del Banco Mundial) están ejecutando proyectos de energías renovables y eficiencia energética.

Esta variedad de frentes de ejecución ha impedido que un organismo único tome a su cargo el sector, norme las instalaciones y se disponga de una instancia donde se registre los proyectos que están en ejecución y que se pueda controlar y aprobar las tecnologías a instalar. Esta es una de las causas por las que muchas instalaciones se ejecuten sin las bases de sostenibilidad y en poco tiempo los sistemas se vuelven no operativos.

Se necesita elaborar y aprobar una Ley de Energías Renovables y Eficiencia Energética en la que se aclaren todos los temas relacionados con la ejecución de estos proyectos en el país, tanto a nivel público como privado. El Ministerio de Energía y Minas tiene un borrador de esta Ley que podría ser presentada al Congreso Nacional para su aprobación, luego de una consulta a las instancias pertinentes. Esta Ley permitirá establecer las reglas de juego para los inversionistas y canalizar recursos de cooperación internacional, así como delegar las responsabilidades a aquella institución única que maneje este sector.

9) Separación de funciones del Ministerio de Energía y Minas en un Ministerio de Energía y un Ministerio de Hidrocarburos y Minas.

Una política energética debe ser enfocada hacia el usuario, que es el verdadero beneficiario y la razón de la producción y del servicio que la energía proporciona. Esta visión discrepa de la tradicional en el sector hidrocarburífero donde la mayor atención se da a las empresas petroleras y a la producción del crudo, por los ingresos que esto trae el Estado. Es entonces evidente que no es posible en el Ecuador unir los dos conceptos de hidrocarburos y de energía dentro de un marco de función social y de desarrollo. En tal sentido proponemos separar las funciones del Ministerio de Energía y Minas en dos ministerios: el Ministerio de Hidrocarburos y Minas, con la responsabilidad en el sector hidrocarburífero y de minas, y el Ministerio de Energía con las responsabilidades en los sectores energético y eléctrico. El nuevo Ministerio de Hidrocarburos y Minas incorporaría a PETROECUADOR y todas sus filiales y a las subsecretarías de Hidrocarburos, de Minas y de Protección Ambiental del actual Ministerio de Energía y Minas; mientras que el nuevo Ministerio de Energía abarcaría las funciones del CONELEC, la parte del Fondo de Solidaridad que maneja la electricidad, y la Subsecretaría de Electrificación. Podría darse al CONELEC la categoría de este Ministerio de Energía. La Subsecretaría de Electrificación tendría a su cargo los temas relacionados con el sector eléctrico convencional y la electricidad, y se crearía una Subsecretaría de Energías Renovables

y Eficiencia Energética que tendría a su cargo las funciones del fomento, promoción, implementación, ejecución y control de los proyectos en estas áreas.

Los proyectos de biocombustibles (etanol, biodiesel, aceite vegetal) los manejaría el Ministerio de Energía.

Se ha descrito la situación del sector energético del Ecuador en general y del eléctrico en particular, de lo cual se concluye la urgente necesidad de estructurar una política energética de largo plazo que incorpore los beneficios de las energías renovables y la eficiencia energética.

OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

En el texto de esta propuesta se ha presentado algunos de los mecanismos para viabilizar la introducción de las energías renovables y la eficiencia energética en el Ecuador. Se lista a continuación Los objetivos y resultados que se esperaría obtener de la aplicación de esta nueva política.

- Fijar una penetración de generación con fuentes renovables del 10% hasta el año 2010 y del 20% hasta el año 2020.
- Substitución del consumo de GLP para calentamiento de agua por calentamiento solar progresivo durante 5 años.
- Reducción del subsidio a los combustibles fósiles con medidas de eficiencia energética en plantas de generación termoeléctrica.
- Disminución de pérdidas de las empresas eléctricas.
- Aprovechamiento de residuos orgánicos y municipales para generación eléctrica.
- Introducción de biocombustibles para transporte.
- Sustitución de la nafta por etanol como aditivo para gasolinas.
- Creación del Fondo para el Desarrollo de las Energías Limpias (FODEL).

- Mapa solar y eólico del Ecuador.
- Inventario de proyectos hidroeléctricos, mini y micro.
- Inventario del potencial de biomasa.
- Establecer la materia de energías renovables y eficiencia energética en universidades y escuelas politécnicas con programas de ingeniería.
- Creación del Instituto de Energías Limpias INEL.
- Ferias de ciencias de investigación en ER y EE en colegios.
- Normas y etiquetado de electrodomésticos.
- Promulgación de la Ley de ER y EE.
- Bono para la inversión inicial de sistemas con energías renovables.
- Incentivos fiscales para actividades en ER y EE.
- Arancel cero para equipos y materiales destinados a proyectos de energías renovables.
- Trato preferencial para maquinaria de alta eficiencia energética destinada a sustituir maquinaria obsoleta, como calderos, motores, equipos eléctricos, generadores, grupos electrógenos y otros.
- Multas para electrodomésticos ineficientes o de alto consumo como secadoras de ropa, tanques de agua eléctricos, duchas eléctricas, motores eléctricos, refrigeradoras, focos, motores de combustión interna de bajo rendimiento y altas emisiones.
- Uso del 25% del impuesto a la renta para proyectos e inversiones en ER y EE.
- Tarifas verdes. Contribución de los usuarios para generación con ER.
- Disminución de las emisiones de gases efecto invernadero.

CONCLUSIONES

La presente propuesta se ha realizado con el único afán de contribuir de manera profesional y seria en la solución de los problemas que aquejan a nuestro país, y en especial al sector energético.

Corresponde al Gobierno continuar con el perfeccionamiento de esta propuesta mediante la estructuración de un proyecto marco, definir los proyectos a ejecutar, los plazos, la contratación de profesionales idóneos para su ejecución y cubrir los costos que esto demande.

El contenido de esta propuesta se ha elaborado en base de la experiencia en el sector, del conocimiento de la realidad nacional y de tendencia de desarrollo del sector energético en el mundo, en especial del desarrollo de las energías renovables.

Tenemos una oportunidad para revertir las situaciones del pasado y ofrecer a las nuevas generaciones un Ecuador más justo y equitativo, donde la energía sea usada de manera racional.

Esperamos que el Gobierno sea receptivo y la acoja, y nos ponemos a su entera disposición para aclarar o profundizar los temas sin otro interés que el beneficio de nuestro país.

RESPONSABLE

El Ing. Santiago Sánchez Miño, M.Sc., M.E.E., profesional ingeniero eléctrico ecuatoriano con más de 25 años de experiencia, es el responsable de la elaboración de este documento. Se adjunta su currículum vitae para referencia.

Quito, 15 de julio de 2005

<p>Ing. Santiago Sánchez M., M.Sc., M.E.E. Consultor en Energías Renovables y Eficiencia Energética Dirección: Juan L. Mera 375 y Robles, Piso 6., Quito, Ecuador Telefax: 2906797 / 099 23 80 25 email: ssanchez@enerpro.com.ec enerpro_ec@yahoo.com</p>

Compatibilidad ambiental

- Elevada potencia unitaria por aerogenerador (2 MW)
- Mejor aprovechamiento del recurso eólico, al estar el diseño del aerogenerador optimizado para los emplazamientos de clase II.
- Menores requerimientos de infraestructura civil, tanto para los caminos de acceso, como para los modelos de grúas necesarios para su instalación.
- Nivel de ruido excepcionalmente bajo, constituido en su mayoría por ruido aerodinámico. El especial diseño de la punta de la pala y del borde de fuga en la parte externa de la misma minimiza la emisión de ruido. La operación a velocidad variable reduce la intensidad de ruido generada a bajas velocidades de viento.

Tabla de Características Técnicas

Descripción General

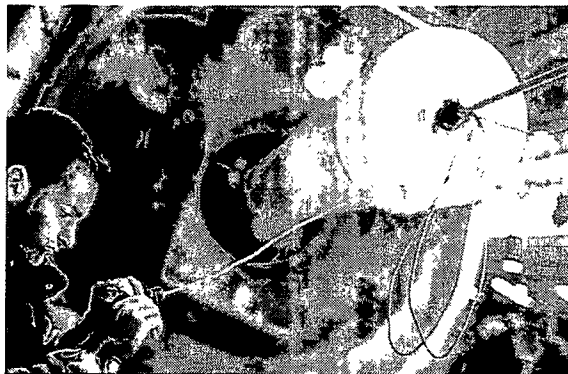
Características Generales

Clase aerogenerador según IEC-61400-1	II
Potencia nominal	2 MW
Diámetro del rotor	80,5 m
Orientación del rotor	Barlovento
Número de palas	3
Alturas estándar del buje	70 m
Sistema de control de potencia	Velocidad variable con cambio de paso independiente en cada pala
Rango de velocidades	9,44 r.p.m. - 17,9 r.p.m.
Velocidad del viento de conexión y parada (media 10')	3 m/s y 25 m/s
Rango de temperaturas de operación	-10 °C - 40 °C

Especificaciones de Diseño

Especificaciones de Diseño

Clase aerogenerador según IEC-61400-1	II
Velocidad media anual de viento para la que es apta	8,5 m/s
Velocidad máx. (media 10')	42,5 m/s
Velocidad de ráfaga extrema (IEC)	59,5 m/s
Velocidad de conexión	3 m/s
Velocidad de parada	25 m/s
Velocidad de parada instantánea	32 m/s
Intensidad turbulencia	A
Velocidad vertical del viento durante toda la vida operativa del aerogenerador	8°



Inicio - eluniverso.com Noticias del Ecuador y del mundo

Ediciones Anteriores

eluniverso.com Suplementos Especiales Servicios Clasificados

Publicid

[Portada](#)

[Política](#)

[Economía](#)

[Sucesos](#)

[Migración](#)

[El País](#)

[Internacionales](#)

[Deportes](#)

[El Gran Guayaquil](#)

[Vida](#)

[En escena](#)

[Religiosa y](#)

[Obituarios](#)

[Opiniones](#)

[Editorial](#)

[Columnistas](#)

[Vladdomanía](#)

[Cartas al Director](#)

[Temas](#)

[Fotogalerías](#)

[El Alquimista](#)

[Agropecuario](#)

[Domingo](#)

[Educativas](#)

[Cuéntamelo todo](#)

[Un día como hoy](#)

[The New York](#)

[Times](#)

[Eloisa dice](#)

[Suplementos](#)

[La Revista](#)

[Servicios](#)

[Cartelera de cines](#)

[Portadas Impresas](#)

[Todos los titulares](#)

[RSS](#)

[Clasificados](#)

[Agenda](#)

[Teléfonos útiles](#)

[Línea caliente](#)

[Clima](#)

[Puertos](#)

[Tabla de Mareas](#)

[Foros de Discusión](#)

[Voz de los](#)

eluniverso.com

Economía

<mailto:economia@eluniverso.com?>

[cc=webmaster@eluniverso.com&subject=Desde eluniverso.com - Economía](mailto:webmaster@eluniverso.com&subject=Desde%20eluniverso.com%20-%20Economía)

\$ 494 millones le han costado al país las emergencias eléctricas

Noviembre 13, 2006

QUITO

El Estado desperdicia más de un dólar por cada galón de diésel importado, porque subsidia en esa cantidad el combustible que las térmicas usan para generar energía.

Más de dos docenas de decretos de emergencia eléctrica emitidos en seis años le han costado al Estado unos \$ 500 millones, pues Petrocomercial ha tenido que entregar a crédito combustible para que las generadoras operen, sin que hasta hoy lleguen esos pagos.

La estatal estima que buena parte de esa cartera se transformó en incobrable, porque una gran cantidad del monto se quemó como diésel subsidiado en las termoeléctricas.

Todas las generadoras morosas consumen diésel importado (Ecuador es deficitario) y, en lo que va del año, por cada galón el país ha gastado un promedio de \$ 2. Este se vende a \$ 0,91 y la diferencia (\$ 1,09) la asume el Estado.

El saldo de los decretos, sin embargo, es menor a las pérdidas que se hubieran generado si se daban racionamientos, dicen autoridades del sector.

Impedir que el país viva en tinieblas en los últimos seis años le ha costado al Estado casi \$ 500 millones, cantidad suficiente para construir, en ese mismo periodo, dos centrales hidroeléctricas similares a San Francisco o Mazar.

Desde diciembre del 2000 hasta octubre pasado, las deudas en Petrocomercial, filial de la petrolera estatal, sumaban los \$ 494'473.965,26. El 63% de esa mora pertenecía a las empresas del sector público y el 37% a las del privado.

[ampliar imagen](#)



Producto de los decretos de emergencia eléctrica, Petroecuador entrega combustible a crédito a las termoeléctricas. En la foto, la central Gonzalo Zevallos de Electroguayas.

Imprimir esta noticia

[Recursos](#)

GRAFICOS [GRAFICOS](#)

[Agenda](#)

[Guayaquil](#)

[FASINARM.](#)

Hasta el 16 de noviembre se efectuará en Fasinarm (Cdl: Kennedy Norte) un curso taller sobre 'Autismo'. Será conducido por Norbert Groot, profesional holandés con amplia experiencia en el manejo de niños con autismo. El taller será de 14h00 a 19h00. Para mayor información llamar a los teléfonos 268-0651, 268-062 268-0637 o al correo electrónico [web](#). El cupo es limitado.

[Más Actividades](#)

[migrantes](#)
[horóscopo](#)
[u página de inicio](#)

La petrolera considera, incluso, que buena parte de esa cartera ya se transformó en incobrable, porque han transcurrido más de cinco años sin opciones de pago.

El saldo de los decretos, sin embargo, es menor a las pérdidas que se hubieran generado si el país entraba en racionamientos, según las autoridades del sector.

Solo en este año se han evitado afectaciones económicas por \$ 600 millones (sumado todo lo que dejaría de producir el ciclo económico), dijo Alejandro Ribadeneira, presidente del Consejo Nacional de Electricidad (Conelec).

En 1995, recordó Gabriel Argüello, director ejecutivo del Centro Nacional de Control de Energía (Cenace), los seis meses de apagones dejaron igual daño.

Reconocen que el peso en Petrocomercial es "importante", pero la única manera de ayudar es construyendo centrales eléctricas baratas, como las hidroeléctricas, pero debido a la ausencia de garantía de pago, por parte de las distribuidoras (100% estatales), esa tarea se torna difícil.

La reciente reforma a la Ley del Sector Eléctrico no ayuda mucho y año tras año el sector empeora, al punto de depender de combustibles subsidiados para poder operar.

Todas las generadoras morosas consumen diésel importado (el país es deficitario, a pesar de ser petrolero) y, en lo que va del año, cada galón le ha costado al país un promedio de dos dólares.

Por disposición ejecutiva, ese galón se vende a \$ 0,91 y la diferencia (\$ 1,09) la asume el Estado como ayuda económica. Es decir que más de un dólar, por cada galón de diésel que se quema, es subsidiado.

Un técnico del Conelec refirió como ejemplo que en este mes se consumirán alrededor de 23 millones de galones de diésel, equivalentes a \$ 23 millones quemados.

Y en un cálculo estimado de enero a diciembre, el país habrá hecho humo 177 millones de galones de diésel, que en número gruesos representa un subsidio de \$ 200 millones. Por eso, dijo Ribadeneira, el próximo gobierno debe tomar medidas draconianas si aspira a mejorar el sector que ha sobrevivido con "tapahuecos".

PROCESOS

Estudios

El Conelec busca empresas interesadas en hacer estudios de prefactibilidad de tres proyectos: Parambas, Pilatón-Santa Ana y Pamplona. Los interesados deben inscribirse y retirar las bases del concurso. Las ofertas se presentarán hasta el 27 de noviembre.

Reconversión

Técnicos cubanos actualizarán el estudio de factibilidad del proyecto de reconversión de las centrales térmicas que consumen diésel por unas a vapor. La inversión prevista es de 5,62 millones de dólares.

Involucradas

Las centrales sujetas a reconversión son: Trinitaria, Esmeraldas, Gonzalo Cevallos (Electroguayas) y Aníbal Santos (de la generadora Categ).

Secciones : [Política](#) | [Economía](#) | [Sucesos](#) | [El País](#) | [Internacionales](#) | [Deportes](#) | [El Gran Guayaquil](#) | [En escena](#) | [V eluniverso.com](#) | [Suplementos](#) | [Especiales](#) | [Servicios](#)

eluniverso.com Noticias del Ecuador y del mundo
Diario El Universo - Av. Domingo Comín y Calle 11 - Guayaquil, Ecuador
Telf.: 593 4 2490000 Fax: 593 4 2492925 P.O. Box: 09 01 0531
Este diario es miembro de AEDEP, SIP, WAN

© Derechos Reservados 2005 Compañía Anónima EL UNIVERSO. Todos los Derechos Reservados

x



ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO (ERFEN) COMITÉ NACIONAL

INFORME TÉCNICO No. 3

EVENTO EL NIÑO 2001-2002 Y SUS PERSPECTIVAS DE OCURRENCIA

OCTUBRE-15-2001

RESUMEN EJECUTIVO

El Comité Nacional ERFEN después de analizar los diferentes parámetros océano-atmosféricos e indicadores biológicos específicos para esta región del océano Pacífico Ecuatorial, prevé que, en las costas ecuatorianas, durante las próximas semanas, continuarán disminuyendo en forma paulatina las condiciones frías, producto del cambio de estación. Los vientos continuarán fortalecidos, en tanto que la probabilidad de lluvia será mínima. Estas condiciones irán cambiando en forma más acentuada a medida que entremos a diciembre.

Las condiciones globales indican que los siguientes tres meses estarán dentro de las condiciones normales.

Los cálculos actualizados de los más relevantes modelos de predicción a escala mundial, permiten inferir a nivel global la evolución del calentamiento en el Pacífico central y las probabilidades de ocurrencia de un evento El Niño de intensidad débil en los primeros meses del 2002, que de ninguna manera sería como el evento de 1997/1998, que para la costa ecuatoriana significaría un invierno con un exceso de lluvia entre 20% y 50% respecto al promedio y con un incremento en la temperatura del mar de +1,0°C por encima de lo normal.

El Comité Nacional ERFEN se reunirá en noviembre, para oficialmente emitir un nuevo diagnóstico de las condiciones climáticas.

1. ANTECEDENTES

Las instituciones técnicas nacionales ¹(INOCAR, INAMHI, INP, ESPOL, Defensa Civil, Universidad Estatal de Guayaquil y Universidad Católica de Guayaquil) que conforman el Comité Nacional ERFEN se reunieron el 15 de octubre de 2001 con el propósito de analizar

¹ Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR)

¹ Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

¹ Instituto Nacional de Pesca (INP)

¹ Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

las condiciones océano-atmosféricas en el Pacífico ecuatoriano y establecer las perspectivas de evolución de tales condiciones frente al Ecuador para el último trimestre de 2001 y primero de 2002.

2. INTRODUCCIÓN

Durante el primer semestre de 2001 se ha venido observando, en la región del Pacífico ecuatorial central, la formación de un núcleo subsuperficial con anomalías positivas de temperatura, que se localizan entre 150 m y 250 m de profundidad; este núcleo cálido subsuperficial últimamente ha presentado anomalías de hasta +4°C mostrando un lento desplazamiento hacia las costas de Sudamérica. Este núcleo cálido subsuperficial en eventos anteriores ha sido considerado como el embrión de El Niño.

Sin embargo al momento en la margen oriental del Pacífico las condiciones oceánicas aún se mantienen influenciada por la acción del anticiclón del Pacífico sur, observándose en la región costera del Ecuador al nivel del mar por debajo de su normal, ubicación de aguas frías en niveles superficiales, aguas superficiales con temperatura por debajo de su valor normal (entre -0.5°C y -1.5°C), corriente de Humboldt bastante intensa y vientos del sur relativamente fuertes.

3. ANÁLISIS

Los sistemas de altura y sus circulaciones desempeñan un papel importante en el tiempo tropical en sus cambios diurnos. Estos rasgos son muy variables y relativamente sistemáticos en sus cambios temporales..

Se identifica una área de estudio comprendida entre 80°W y 110°W y 10°N y 10°S, en esta malla se analizan el desplazamiento, intensidad y persistencia de los diferentes sistemas meteorológicos que predominan en la región.

a. Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ)

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) es una región de baja presión atmosférica en la región tropical de la baja tropósfera caracterizada por presentar discontinuidad del viento con convergencia de velocidad horizontal y movimiento vertical; en el Pacífico oriental y Atlántico se ubica al norte del Ecuador, posee oscilación norte-sur y a nivel superficial busca las regiones con temperaturas más altas.

Durante el tercer trimestre de 2001 la ZCIT se ubicó en el Pacífico oriental sobre los 7° y 9° de latitud Norte, con actividad convectiva entre ligera y moderada.

Durante este período sistemas frontales del Norte ocasionalmente interactuaron con la ZCIT, presentándose en forma de una banda ancha y su eje central se ubicó en posiciones más al norte de lo normal para la época.

En la primera quincena de octubre la ZCIT se presentó como una banda discontinua, con actividad moderada frente a las costas de Centro América, presentando una clara tendencia a desplazarse hacia el sur, de acuerdo al comportamiento típico para este mes.

b. El Anticiclón Semipermanente del Pacífico Sur. ASPS

Durante el tercer trimestre del 2001 este sistema se presentó intensificado en el Pacífico Sur, cuyo centro se ubicó sobre los 30°S y 100°W, ejerciendo acción sobre la costa Norte y Centro de Chile, Perú y con algún grado de influencia importante sobre las costas del Ecuador. Acción que ha permanecido durante octubre fortaleciendo los vientos alisios sobre la región del litoral ecuatoriano así como el transporte de aguas frías de la corriente de Humboldt hacia regiones ecuatoriales.

Para noviembre, de acuerdo con el comportamiento del ciclo estacional, este anticiclón debe reducir su actividad, dando paso al debilitamiento de los vientos de superficie del sur, facilitando que las cálidas aguas tropicales del norte se desplacen hacia el sur, frente a la costa ecuatoriana.

c. Índice de Oscilación Sur (IOS).

El IOS, caracterizado con la diferencia estandarizada de la presión atmosférica entre los centros de alta y baja del Pacífico, identifica bastante bien la ocurrencia de los eventos ENOS (El Niño y la Oscilación Sur), siendo este índice negativo durante la fase cálida del ENOS (El Niño) y positivo durante la fase fría (La Niña).

Posterior a El Niño 1997-98 el IOS a mediados de 1998 inició su ascenso hacia la fase positiva, manteniéndose dentro de valores positivos hasta marzo de 2001; al siguiente mes el IOS desciende ligeramente hacia valores negativos, siendo estos mayores en mayo y agosto, cuando presenta valores de -0.8 y -1.0 respectivamente, luego se incrementa ligeramente sobre la media siendo de $+0.2$ para septiembre de 2001. Esta ligera intensificación del IOS, indica un fortalecimiento de los vientos zonales que se han mantenido durante buena parte del periodo 1999-2001. (Figura 1)

d. Temperatura Superficial del mar (TSM)

En octubre de 2001, mientras en el Pacífico ecuatorial central se observa un ligero incremento de la TSM, a lo largo de todo el Pacífico Oriental, entre 1°S y 20°S incluidas las costas de Chile, Perú y Ecuador, registraban valores entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $-1,5^{\circ}\text{C}$ por debajo de los valores normales. En la región del Pacífico ecuatorial oriental (región NIÑO1+2), la temperatura del mar fue inferior en -1.5°C a los promedios históricos para el mes, evidenciando, hacia fines de mes, una tendencia a la normalización de estas anomalías. Desde mayo de 2001 en la región NIÑO 4 se ha venido observando anomalías positivas, las cuales actualmente alcanzan un valor de $+0.6^{\circ}\text{C}$ sobre su media climatológica. (Figura 2)

La TSM en la estación costera ubicada de La Libertad, después del incremento observado para los primeros meses del presente año, a partir de abril inicia un rápido descenso de sus valores, hasta alcanzar anomalías negativas de -3.0°C en junio, posteriormente inicia una

lenta recuperación hacia sus valores normales, para en septiembre fluctuar alrededor de su media normal. De igual manera la estación ubicada a 10 mn costa afuera, frente a La Libertad, posterior al calentamiento reportado para marzo y abril, presenta valores de TSM ligeramente inferior a la normal. (Figura 3)

e. Temperatura Subsuperficial del mar

A nivel subsuperficial en el Pacífico ecuatorial central, se mantuvo la expansión de las anomalías térmicas hacia el este, reportadas en marzo alcanzando hasta $+4,0^{\circ}\text{C}$ entre los 150 m y 200 m, ubicándose próxima al meridiano 120°W . En el lado oriental del Pacífico persisten núcleos aislados con anomalías negativas de -1°C , entre 0 m y 100 m de profundidad. (Figuras 4a y 4b)

La estructura térmica subsuperficial frente a los puertos de La Libertad y Manta muestran a partir de 1998 el ascenso de las isotermas, como característica de La Niña y tres pulsos fríos (15°C) que ocurrieron durante el periodo de octubre/98 – febrero/99, octubre/99 – febrero/2000 y septiembre/2000 – febrero/2001. En agosto de 2001 se observa un nuevo pulso frío, pero de menor intensidad que los anteriores. (Figura 5)

f. Nivel medio del mar (NMM)

En el Pacífico Occidental, ha disminuido considerablemente el área con anomalías positivas del NMM reportada para inicios de año en la región al noreste de Australia, se mantiene la presencia de un incremento del nivel del mar, con una anomalía de $+20$ cm. Al momento la región ecuatorial presenta la tendencia hacia la normalización de las anomalías del NMM. (Figura 6)

Frente a las costas del Ecuador, durante el tercer trimestre de 2001, se han presentado anomalías negativas del NMM de -9.0 cm a -5.0 cm, con tendencia hacia la normalización de este parámetro. (Figura 2)

i. Condiciones biológico-pesqueras

En el primer trimestre de 2001 se presentaron cuatro especies de gasterópodos planctónicos, de las cuales 3 especies se relacionan con condiciones inestables y cálidas o de transición, estas especies son *Atlanta peroni*, *A. Gaudichaudi* y *A. lesueuri*, mientras que *Creseis virgula* indica la intensidad de la influencia de aguas oceánicas cerca de la costa. Entre marzo y abril, se mantienen las condiciones de transición, pero a partir de mayo, se notó una influencia de la corriente “fría” de Humboldt, que ha continuado aumentando su intensidad durante junio, julio y agosto/2001, donde se observaron especies “raras”, que se presentan en períodos de transición relacionadas con aguas oceánicas como *Desmopterus papilio* que es muy común en el indopacífico.

En el tercer trimestre continúan incrementándose las condiciones frías, aunque en Julio/2001, se observaron *Creseis acícula* y *Atlanta peroni*, que se relacionan con condiciones cálidas o en períodos de transición. En Agosto se mantienen las especies que se relacionan con condiciones cálidas, pero son menos abundantes.

Enviado el: Jueves, 14 de Junio de 2007 13:29:17

Para: lilia.crespo@codetranecuador.com, liliacv@hotmail.com Ernesto
Manuel Muñoz Mejía <comandoneto@hotmail.com

ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DE DE LAS INSTALACIONES EOLICAS.

www.AsociaciónEmpresarialEólica.com

La Tasa Interna de Retorno de un parque eólico tipo es de un 8,64%

Un estudio elaborado por APPA analiza a fondo todos los factores que inciden en la rentabilidad de las instalaciones eólicas

La Asociación de Productores de Energías Renovables-APPA presentó hace unos meses al Ministerio de Economía y la Comisión Nacional de la Energía y remitido a otras instituciones y entidades, el Estudio económico sobre la rentabilidad de las instalaciones eólicas acogidas al Régimen Especial, que ha elaborado su Departamento de Estudios bajo la dirección de Enrique Albiol, presidente de la Sección Eólica, y con la colaboración de Carmen Burguera. Este estudio formaba parte de la argumentación de APPA ante la revisión del Real Decreto 2818/98. El objetivo de este informe era y es facilitar un análisis de rentabilidad de inversiones en parques eólicos, a realizar en los próximos años, dentro del territorio español y ateniéndose al marco legislativo que rige en él.

El estudio de rentabilidad económica y viabilidad financiera de un parque eólico estándar para el periodo 2003-2006 se ha realizado basándose en datos históricos aportados por diecinueve empresas asociadas a APPA que respondieron a una petición de información, y que representaban, a septiembre de 2002, 1.582 MW instalados y en funcionamiento.

El Real Decreto 2818/1998 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, en su artículo 32 expone: " Cada cuatro años se revisarán las primas fijadas ... así como los valores establecidos para las instalaciones acogidas al Real Decreto 2366/1994,... atendiendo a la evolución del precio de la energía eléctrica en el mercado, la participación de estas instalaciones en la cobertura de la demanda y su incidencia sobre la gestión técnica del sistema .."

Nos detenemos en estos tres factores en función de los cuales se revisan las primas de las energías renovables, centrándonos en la eólica:

- El precio total de la energía eléctrica en el mercado (precio medio final publicado por la CNE) ha evolucionado de 6,68c€ en 1999, a 6,70c€ en 2000 y a 6,69c€ en 2001. La prima actualizada anualmente se ha movido de 3,16c€ en 1999 a 2,88c€ en 2000 y 2001, atendiendo a las variaciones del mercado. Así, el precio del KWh renovable ha permanecido estable en estos años.
- La participación de las instalaciones eólicas en la cobertura de la demanda, en 2001, sólo asciende a un 0,5% del total de la energía primaria demandada o consumida. Por otro lado, el peso del consumo de energías renovables sobre el consumo energético total es de un 6,5%, si incluimos la hidráulica. Lejos de estas cifras, está el compromiso de Kyoto en línea con el cual está el "Plan de Fomento de Energías Renovables en España" (diciembre 1999) que plantea llegar a que el 12% de la energía primaria consumida en 2010 provenga de fuentes renovables. El incremento de potencia

eólica entre los años 2000 y 2001 (alrededor de 1.070 MW instalados en 2001) ha supuesto un incremento del peso de las energías renovables sobre el consumo total de tan sólo un 0,1%.

- La incidencia de las instalaciones eólicas sobre la gestión técnica del sistema no es relevante en la actualidad, debido a que la potencia eólica instalada ascendía a 3.295 MW en 2001, y a 4.079 MW a septiembre de 2002 (fecha de la redacción del estudio y que a diciembre de 2002 era de 4.830 MW). Ahora bien, a medida que el parque eólico español vaya creciendo será necesaria más coordinación sobre la gestión técnica del sistema eléctrico español.

Este documento destaca que el desarrollo de la energía eólica en el periodo 2003-2006 va a estar influenciado, previsiblemente, por los siguientes factores:

- La disminución progresiva del recurso eólico en los emplazamientos libres en los que puedan instalarse nuevos. Se ha analizado una banda entre 2.500 y 2.200 horas equivalentes (netas). Los datos presentados en el informe coinciden con la previsión que el Gobierno hace en el documento de 13 de septiembre de 2002 "Planificación de los sectores de electricidad y Gas" y que apunta a una potencia eólica instalada de 13.000 MW en el año 2011 cuya producción ascenderá a 28.600.000 MWh, es decir, una media de 2.200 horas de viento en los emplazamientos ocupados por parques eólicos. A diciembre de 2001, la potencia instalada en España ascendía a 3.295 MW en aproximadamente 440 parques en funcionamiento. Esto es, en 440 emplazamientos distintos situados por toda la geografía nacional y ocupando aquellas zonas donde el viento es más intenso y constante. La disminución del recurso eólico en los emplazamientos que actualmente están libres dentro del territorio español es un hecho real.

- A medida que disminuye el viento en las zonas libres para construir nuevas instalaciones, los aerogeneradores a utilizar en dichos lugares (con el fin de rentabilizar la inversión) van incrementando sus prestaciones y por lo tanto su precio. Esto supone que en un parque eólico con menor intensidad de viento, no sólo se producirán menos KWh al año, sino que las máquinas a utilizar son más caras y por lo tanto la inversión inicial a realizar es mayor.

- La política iniciada con el PEREA y seguida por otras autonomías de repercusión de costes de infraestructuras eléctricas a los promotores eólicos (además de los costes directos de conexión) que implicará un incremento importante de los costes de inversión.

- El incremento en los costes y en los plazos de promoción y tramitación administrativa.

- La finalización, en muchos de los parques ya instalados, del primer quinquenio de funcionamiento (con mantenimiento a cargo del fabricante) pondrá de relieve el encarecimiento de los costes de mantenimiento para años sucesivos y la incertidumbre aparejada a dichos costes, puesto que los fabricantes no garantizan el mantenimiento de los generadores a partir del 6º año a un precio cerrado.

- Existencia de una revisión anual de las primas y de dos métodos tarifarios: remuneración variable de KWh entregado y sistema de retribución fijo. Se contempla que la tarifa variable está en estrecha relación con la tendencia del precio de la electricidad en el mercado y que este precio de mercado evolucionará de acuerdo con el incremento de precios pactado entre las eléctricas y el Gobierno en una subida media anual del 1,4%. De acuerdo con esto se considera que la tarifa variable, así como la tarifa fija, evolucionarán en el mismo sentido.

Tal y como hemos señalado, en el estudio se realizan cálculos sobre la rentabilidad que arroja un parque eólico estándar y un análisis de sensibilidad sobre determinadas variables que puedan afectar en dicho cálculo.

A continuación pasamos a detallar los datos reales, hipótesis y argumentos que se han tenido en cuenta para la realización del análisis económico financiero, así como los resultados obtenidos.

VARIABLES tenidas en cuenta en la realización de los cálculos y valores que les hemos dado a las mismas:

Inversión

La cantidad a invertir en la construcción y puesta en funcionamiento de un parque eólico, cuya media histórica asciende a 955€/KW instalado, se compone de las siguientes partidas:

- Gastos de promoción
- Proyectos de ingeniería
- Trabajos de obra civil
- Coste de los aerogeneradores
- Coste de subestación interna del parque y conexión de las máquinas a dicha subestación.
- Conexión de la subestación del parque al punto de evacuación autorizado.

Destacamos como costes de inversión esenciales, por su magnitud dentro del coste total, el coste de los aerogeneradores y, por su importancia creciente en la realidad actual en España, los de conexión a la red eléctrica.

Los aerogeneradores representan alrededor de un 76% del coste total de la inversión en un parque eólico. Actualmente en España, los fabricantes de aerogeneradores venden sus productos con márgenes bastante reducidos, por lo que creemos que el precio de compra de dichas máquinas (para el promotor) no es susceptible de grandes reducciones. Si comparamos la situación de España con Alemania, observamos que en Alemania, el precio de un aerogenerador es aproximadamente un 21% superior al que otro de similares características tiene en España.

Por otro lado cabe destacar el incremento de potencia instalada en la actualidad, que no sólo exige trabajo de conexión a la red, sino también trabajo de mejora de infraestructuras y de construcción de nuevas líneas. Parece razonable pensar que estas nuevas infraestructuras deben ser costeadas por las compañías de transporte y distribución de electricidad, pero la realidad es que estos costes están siendo repercutidos a los promotores, quienes no tienen más remedio que invertir en estas infraestructuras para poder conectar sus instalaciones y que de este modo empiecen a generar KWh. Adicionalmente, y en ocasiones, a los promotores también se les solicita la construcción de subestaciones especiales, de ampliaciones de otras ya existentes e incluso la realización de conexiones entre subestaciones de manera que puedan, con ello, conectar sus parques a la red. Esto incrementa significativamente los costes de conexión de un parque a la red eléctrica de evacuación y en ocasiones limita la construcción de otros nuevos.

Ingresos

Los ingresos en una empresa de este sector se concretan en la venta de los KWh entregados a la red, por el precio de dicho KWh.

CANTIDAD PRODUCIDA: Los KWh producidos y entregados a la red dependen, exclusivamente, de la potencia instalada y del número de horas de viento (en función de la curva de potencia de cada máquina) que haya en un emplazamiento durante el periodo de tiempo contemplado.

PRECIO: Las compañías acogidas al Régimen Especial de Energía pueden optar por vender los KWh que produzcan a un precio fijo (fijado por las autoridades y revisado anualmente, que en el año 2001 fue de 6,26 c€/kwh) o a un precio variable (precio de mercado más una prima (también fijada por las autoridades), cuya media de 1999 a 2001 asciende a 6,70 c€/kwh).

Gastos de explotación del parque

Se incluyen en estos gastos de explotación varios tipos: cánones de terreno, operación y mantenimiento, pólizas de seguros, energía consumida, personal de explotación, administración, auditorías...

Debido a varios factores, pero fundamentalmente, a la evolución tecnológica de los aerogeneradores

(el paso de máquinas de clases inferiores a máquinas de clases superiores) los costes de inversión por MW eólico instalado se han comportado de forma cíclica en el tiempo.

Esta evolución cíclica es debida a una relación entre la aparición de nuevas máquinas con mayores prestaciones y por ello más caras, y la obtención paulatina de economías de escala por parte de los proveedores a medida que dichas máquinas nuevas van entrando en el mercado. Es decir, a medida que un generador nuevo va siendo más demandado por los promotores, y los fabricantes pueden construir las máquinas obteniendo economías de escala, el precio se reducirá; en cambio el precio de un aerogenerador nuevo y de mayor clase será mayor mientras que los promotores desconozcan dicha máquina y hasta que comiencen a querer instalarla en sus parques.

Partiendo de los datos proporcionados por los asociados de APPA, para los años en los que sus parques llevan funcionando, y de un estudio sobre el comportamiento de estos gastos de explotación elaborado por la Agencia Internacional de Energía de Dinamarca, establecemos una tabla de crecimiento de dichos costes que es la que utilizamos como hipótesis en nuestros cálculos. Se considera que el coste de mantenimiento de un parque eólico es un elemento esencial a la hora de calibrar una inversión de este tipo. Se estima que la vida útil de un parque eólico se sitúa en 20 años, ahora bien, no conocemos ninguna instalación eólica cuya vida en funcionamiento ascienda a más de diez años (el primer parque industrial construido en España comenzó a producir en 1992). Tanto los primeros parques de I+D, construidos en 1989, como los parques industriales más antiguos, están teniendo serios problemas de mantenimiento y de reparaciones. Esto nos lleva a realizarnos la siguiente pregunta: ¿Son 20 años la vida útil de un parque eólico?

Durante los dos primeros años, las máquinas están en garantía y el coste de mantenimiento para el promotor es muy bajo. A partir del tercer año, y para los siguientes tres años (hasta el quinto de vida de los aerogeneradores) el fabricante sigue realizando el mantenimiento pero su cuota anual por estos servicios aumenta considerablemente, pues las máquinas han terminado su periodo de garantía. Los fabricantes no se comprometen a fijar de antemano un precio por el mantenimiento de las máquinas después de cinco años desde su puesta en funcionamiento. Y es a partir de ese quinto año cuando los costes de mantenimiento se disparan.

Financiación

Por otra parte queda claro que la capacidad de obtención de financiación ajena para los parques se verá limitada por los siguientes factores:

1. Por la existencia de unos volúmenes elevados de riesgo en el sector que pueden provocar en los bancos líderes una situación de saturación. La consecuencia será, por lo menos, una gran selectividad en la concesión de fondos.
2. Por el encarecimiento de las condiciones de mercado derivadas de lo anterior y de las tensiones inflacionistas que, al no poder reflejarse en el Euribor, se compensan con un incremento del tipo diferencial.
3. Por el riesgo que significa la falta de regulación de las primas a largo plazo en unos proyectos con una vida prevista de 20 años. En este sentido la pérdida de confianza que provocaría entre los bancos un tratamiento de la prima menos favorable que el que recibe la tarifa eléctrica tendría un efecto negativo que podría ser determinante.

Actualmente un proyecto eólico es posible financiarlo con un 75% de recursos ajenos a un coste de un 5,9% anual (Euribor +1,50%) y con un plazo de devolución de 12 años. Además, las entidades financieras exigen el desembolso de una serie de comisiones (de apertura, agencia) y el cumplimiento de ciertos ratios de solvencia.

Resultados obtenidos con el análisis realizado

Todos los datos reales recopilados y las hipótesis consideradas han sido integradas dentro de un modelo de cuenta de resultados típica de una instalación eólica y a través de este proceso se han obtenido las rentabilidades de proyecto y de Fondos propios para cada uno de los escenarios previstos.

Las tasas internas de rentabilidad (TIR) tanto de los proyectos como de los flujos de caja son moderadamente positivas (si se mantienen los tipos de interés actuales) para parques de 2.500 - 2.400 horas (aunque la TIR del accionista sea preocupantemente baja) pero llegan, para parques de 2.200 horas, a tasas que escasamente compensan los riesgos inherentes a proyectos a largo plazo (vida útil de las máquinas, posibles variaciones futuras de la tarifa, incrementos de inversión derivados de costes de conexión que no corresponden al parque, etc.).

A modo de ejemplo, se ha tomado el caso estándar medio, es decir, un parque eólico de 25 MW con un coste de inversión medio de 955.000 euros por MW instalado, con un escenario de viento de 2.400 horas al año, una vida estimada de 20 años, y vendiendo los KWh generados de acuerdo con el precio variable permitido por el R.D. 2818/98, y obtenemos una tasa interna de retorno del proyecto de 8,64%.

Si dicho proyecto es financiado mediante un préstamo bancario que asciende a un 75% de la inversión cuyo tipo de interés se sitúa en un 5,90% (Euribor + 1,50%), la tasa interna de retorno sobre flujos de caja aumentará a 14,55%. En este caso, es en el año 8 cuando se recupera la inversión realizada vía cash flow, y en el año 5 cuando el accionista empieza a cobrar dividendos, pues recordemos que existen ciertas limitaciones al reparto de cash flow impuestas por la Ley de Sociedades Anónimas y por las entidades de crédito prestamistas. La tasa de retorno calculada sobre los dividendos cobrados por el accionista apunta un 7,60% durante los 20 años de vida de la instalación y hay que esperar hasta el año 13 para recuperar la inversión realizada por el accionista (pay-back de los fondos propios desembolsados). Existe la convicción de que en este sector se genera mucha liquidez y que por ello es un negocio redondo; y es cierto que dicha liquidez se genera, pero no es una liquidez de la que el inversor pueda disponer, ya que el reparto de dividendos al accionista está, como hemos dicho, limitado por condiciones legales y por otras que imponen los bancos; por tanto, la rentabilidad financiera del accionista debe calcularse en función de los dividendos que reciban a lo largo de la vida de la inversión.

Conclusiones

En conclusión, el cumplimiento de los objetivos del Plan de Fomento de Renovables y el Plan de Infraestructuras, imprescindible para cumplir los compromisos medioambientales del Estado Español para el año 2010 (y única forma de reducir la dependencia energética de España) requerirá un esfuerzo conjunto por parte de todos los implicados en el sector eólico: Promotores .

Los promotores del sector deben analizar, desarrollar y ejecutar cuidadosamente sus proyectos de manera que se logre una optimización del binomio rentabilidad-riesgo de cada inversión. No queremos construir parques ineficientes con un alto grado de riesgo, sino producir energía eólica, limpia, de la manera más rentable y con un riesgo acotado.

Administración Central . Las decisiones tomadas por las autoridades competentes en materia energética deben estar encaminadas a mantener la confianza del sector y de los agentes que participan en él (promotores, fabricantes, entidades financieras,...). No debemos olvidar que el objetivo del desarrollo de las Energías Renovables, entre ellas la eólica, es producir energía limpia, no contaminante, y a la vez reducir la dependencia energética que España tiene del exterior. Si los agentes del sector no confían en los planes de la Administración central y en los medios que ponen para fomentar el desarrollo de esta energía, no se podrán conseguir los objetivos inicialmente planteados.

Autoridades autonómicas y locales .

Las autoridades regionales y municipales deben agilizar la tramitación administrativa de los expedientes de proyectos y de las líneas de conexión eléctrica con el fin de conseguir más eficiencia y evitar que los expedientes se prolonguen en el tiempo excesivamente.

En general. No gravando a las promotores de nuevos parques con costes que no les corresponden y que no van a poder asumir sin entrar en tasas de rentabilidad inaceptables.

Las consecuencias macroeconómicas de un apoyo explícito a la energía eólica son insignificantes.

Un aumento del 1,4% de la prima, paralela al incremento de la tarifa, significaría un incremento anual de costes, para el sistema, de 4,1 millones de euros equivalentes al 0,03% de la facturación total del sector. Si se llevan a cabo todos estos esfuerzos, creemos que es posible la consecución de los compromisos internacionales que el Estado Español ha adquirido, y a su vez la consecución de una menor dependencia energética del exterior.



Puntos de interés especial:

- El Sector Eléctrico Ecuatoriano en MDE
- Recursos Eólicos en el Ecuador para Generación Eléctrica
- Participación del Sector Privado en las FENR
- Energía del mar como Recurso Renovable en Ecuador

Boletín Bimensual No. 4

Septiembre—Octubre 2003

Quito-Ecuador

EDITORIAL

CIE

LEY DE RÉGIMEN DEL SECTOR ELÉCTRICO - ES OPORTUNO REALIZAR CAMBIOS ?

Existe el interés por parte del Ministerio de Energía y Minas de modificar la Ley de Régimen del Sector Eléctrico que fue promulgado en agosto de 1996. Parecería mucho tiempo que esta ley está en vigencia y que es necesario mejorarla, bajo esta consideración, nacen las siguientes inquietudes: es necesario realizar estos cambios?, es oportuno?, se ha aplicado en toda su extensión este modelo? Como muestra se puede preguntar: están escindidas las empresas estatales de generación y distribución?.

El Art. 69 de la Ley de régimen del Sector Eléctrico estipula que el Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas. Pregunta: están participando de esto los involucrados (universidades, sector privado, banca de desarrollo, etc.)?

Cuál es la imagen de nuestro país hacia fuera?, somos un país con inseguridad jurídica?, cambiamos a cada momento las reglas?, será conveniente realizar las modificaciones a la ley en este momento o queremos de una vez sepultar a un sector tan manipulado como ha sido?.

No será más conveniente que el actual gobierno señale sus políticas, estrategias y metas para este sector? Se escucha a cada momento por voz del Señor Presidente el impulso que se va a dar para desarrollar la pequeña hidrogenación, lo cual nos parece una buena intención, aunque las intenciones no podrán incrementar los kW. Lo que nos interesa, es el cómo se van a impulsar las acciones tendientes a cumplir este tan importante objetivo nacional, para lo cual todos los involucrados, es decir, sectores privado, financiero, universidad, organismos de desarrollo, debemos aunar esfuerzos y no dejar solos al Gobierno.

La CIE, podría ser el interlocutor y catalizador de estas ideas para lo cual será necesario que los directivos del sector eléctrico, pertenecientes al actual gobierno, den la apertura necesaria, faciliten y auspicien el trabajo que se viene desarrollando.

Si bien es cierto se puede mejorar la Ley, pero creemos que por el momento no es oportuno. Más bien desarrollar y mejorar los reglamentos que permitan aplicar la ley en toda su extensión.

En este sentido, es importante que cada institución u organismos relacionados con el sector destinen sus esfuerzos a cumplir con las funciones para las cuales han sido creadas, es decir, el Gobierno a través de sus instituciones deben ser los que dicten las políticas y normas, sean facilitadores de los procesos y de su modernización. El sector financiero debe ser el encargado de buscar y concretar las opciones idóneas de financiamiento. La investigación y desarrollo tecnológico debe estar a cargo de entes privados que han sido creados con este propósito, con opciones que sean adaptadas a las condiciones socioeconómicas y ambientales del país. El sector privado debe ser el ente que ejecute, implemente y opere los proyectos junto con los organismos de desarrollo local, parroquial, regional, municipal y provincial donde estos últimos puedan contar con fondos propios que permitan financiar sus programas de desarrollo local.

Este esquema permitirá aprovechar de mejor forma los recursos escasos del país y de aquellos recursos provenientes de cooperación internacional que podrían no utilizarse de forma adecuada.

Hacia Adentro.

Recursos Eólicos en el Ecuador para Generación Eléctrica	2
El Sector Eléctrico Ecuatoriano en MDE	2
Participación del sector	3
Actividades en Ejecución	3
Energía del mar como Recurso Renovable en Ecuador	4
¿Desea ser Socio de la CIE?	4
Links	4

Contactos y mayor información:

Avenida Amazonas
N26-179 y Orellana.
Edificio Torrealba, Piso 7,
Oficina 705

Teléfono / Fax:
(5932) 255 37 16

E-mail:
civarr@michelsna@energia.orc.ec

WEB:
www.energia.orc.ec

INFO - CIE

ENERGÍAS ALTERNATIVAS: Recursos eólicos en el Ecuador para generación eléctrica

La cobertura de la generación eléctrica en el Ecuador ha venido en constante crecimiento. Este índice en la zona urbana es del 98% y para en zona rural del 73%, lo que da a entender que las redes de distribución están llegando cada vez a sitios más alejados. A pesar de que este índice es alto, existen zonas sobre todo en el sector rural que aun no han sido electrificadas, siendo sus razones el alto costo de inversión, la alta dispersión y el poco retorno financiero. Sin embargo, estas comunidades aisladas, se encuentran en sitios con especiales características susceptibles de ser aprovechadas con fines energéticos.

Estos recursos locales, sol, viento, desechos orgánicos, pequeños ríos, se encuentran en capacidad dependiendo de las zonas, de producir energía suficiente para cubrir la demanda de comunidades que aun no se encuentran electrificadas. Lamentablemente, no todas esas alternativas pueden ser aprovechadas de una forma específica y única, pues estas se encuentran en función de aspectos exógenos y fuera del control humano que permita disponerlas de una forma constante.

Este es el caso de la energía eólica, cuyas características de generación están muy asociadas a situaciones meteorológicas y de ubicación de los sitios, para lo cual es necesaria e imperante desarrollar estudios previos, en donde se determinen la factibilidad y la rentabilidad de utilizar un proyecto de este tipo.

Estos estudios constituyen, como en todo proyecto, el eje fundamental para su desarrollo posterior. Sin embargo, la continuación y el posible éxito se encuentra en la factibilidad del sitio escogido, es decir, que exista el suficiente recurso eólico para la generación esperada.

En el Ecuador, el recurso eólico monitoreado está más orientado a fines exclusivamente agrometeorológicos.

El contar con estas mediciones como referencia, se hace necesario medir el verdadero potencial eólico si lo queremos aprovechar con fines energéticos a través de la implementación de estaciones de medida especialmente diseñadas para este fin con periodos mínimos de medición de 6 meses.

Provincia	Localidad	Velocidad (m/s)
Carchi	El Ángel	6.6
Imbabura	Salinas	6.7
Pichincha	Machachi	7.1
Azuay	Huascachaca	7.9
Loja	Sarasuro	5.2
Nanabi	Boyacá	5.5
Guayas	Guayaquil	4.7
Galápagos	San Juanquén	7.6

La información que se requiere está relacionada con la velocidad del viento, el patrón, frecuencias y dirección.

En varios de los sitios potenciales presentados, se está evaluando el recurso eólico. Las iniciativas de estas mediciones y de proyectos que se encuentran en etapas más avanzadas han sido llevadas a cabo por instituciones privadas. Se puede mencionar, el proyecto Huascachaca a través de un convenio entre el Consejo Provincial del Azuay y la CIE, proyecto eólico de Loja ejecutado por el Consejo Provincial de Loja, proyecto Salinas de Imbabura con estudio de factibilidad (Marketec - Sol Viento), proyecto Puente de las Junas ejecutado por la CIE, proyecto Galápagos llevado a cabo por el Programa de las Naciones Unidas PNUD.

Todos estos proyectos son una muestra de los esfuerzos por utilizar energías alternativas, especialmente eólica, en la generación eléctrica y contribuir a diversificar la generación, reducir sus costos y proteger el ambiente.

Econ. Álvaro Michelena - CIE

Cuando salgamos de una habitación, apaguemos la luz. Olvidarse las luces encendidas cuesta muy caro.

MEDIO AMBIENTE: El Sector Eléctrico Ecuatoriano frente al MDL: Oferta

En el Sector Eléctrico Ecuatoriano se han analizado las posibilidades de participación en el MDL, a través de proyectos que sirvan para mitigar el efecto invernadero y que sean factibles tanto desde el punto de vista económico, como ambiental.

Estos proyectos se orientan ya sea al sector de la oferta de energía o al de la demanda de la misma, esta vez trataremos sobre la oferta de la energía.

1. Generación de energía mediante PCH's
La generación hidroeléctrica a pequeña escala (< 1 MW) constituye una alternativa de desarrollo económico, productivo y social especialmente para el sector rural, contribuyendo a más del mejoramiento de las condiciones y la calidad de vida de los pobladores al incremento de la productividad y las posibilidades de desarrollo agroindustrial de los pueblos beneficiarios y a reducir los impactos ambientales asociados a la generación térmica.

El país cuenta con un gran potencial hidroeléctrico que aún no ha sido explotado, recursos que se encuentran en su gran mayoría cercanos a comunidades rurales aisladas. Las energías renovables se presentan como una alternativa para la dotación de energía al sector rural, siendo una de ellas la microhidrogeneración.

Esta alternativa se presenta viable, más aún cuando no ha sido posible cubrir el déficit de electricidad de este sector únicamente a través de la extensión de las redes, lo que se atribuye a factores tales como la dispersión de las viviendas rurales, las grandes distancias de la población rural con respecto al cruce de las líneas del Sistema Nacional Interconectado (SNI), los altos costos de operación con sistemas tradicionales, entre otros.

La existencia del marco legal regulatorio que contempla la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, potencia y favorece la ejecución de este tipo de proyectos a través de la participación activa del sector privado y fomenta el uso de recursos renovables y limpios como es el recurso hídrico para generación eléctrica, contribuyendo con ello además a la preservación del medio ambiente y particularmente a la reducción de emisiones gaseosas de efecto invernadero.

2. Reducción de pérdidas eléctricas
Uno de los indicadores de eficiencia de los sectores eléctricos se relaciona con el nivel de pérdidas de energía en el sistema. Se espera que el incremento de los costos de producción tiene que obligar a las empresas a disminuir los niveles de pérdidas, o por lo menos a frenar su tasa de crecimiento.

El mayor porcentaje de pérdidas se presenta en los sistemas de distribución de las empresas eléctricas (> 20%), se supera ampliamente los niveles considerados adecuados a nivel internacional (5-8%). El mayor porcentaje de pérdidas corresponde a las no técnicas (13 %), cuya reducción incide fundamentalmente en el incremento de las recaudaciones de las empresas eléctricas de distribución, pero no contribuye a disminuir la demanda de energía, mientras que la reducción de pérdidas técnicas sí se reflejarían en un menor requerimiento de producción de energía, lo que implica la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la generación en las termoeléctricas.

Las acciones a tomar deberían ser implementadas en todas las empresas eléctricas de distribución del país para ofertar un mejor servicio, eficiente, de calidad y sobre todo rentable.

Econ. Álvaro Michelena - CIE

ACTUALIDAD ENERGÉTICA: Participación del sector privado en las FENR(*)

En el marco de un escenario de conservación y diversificación energética y de protección del medio ambiente, las FENR cobran importancia y se constituyen en una alternativa para el abastecimiento futuro de los requerimientos energéticos del país. Dentro de las políticas ambientales consideradas en los planes nacionales, se debe privilegiar a aquellas tecnologías energéticas de menor impacto ambiental, como es el caso de las FENR.

El éxito del esquema de fomento al aprovechamiento de las FENR, que no debe tener una duración indefinida, sino sólo hasta ubicar a estas tecnologías en un nivel competitivo, requiere de la combinación y la concertación de esfuerzos intersectoriales y de la participación de los diferentes actores sociales e institucionales y de esta forma estas fuentes puedan convertirse pacíficamente en un verdadero complemento de las energías convencionales.

Es fundamental la integración a este esquema de los sectores productivos, tanto por su apoyo en la etapa de desarrollo, cuanto por ser parte integral de los procesos de ejecución de los proyectos. El sector privado debe estar en posibilidad de evaluar los proyectos de su interés e implementarlos cuando su rentabilidad sea conveniente. Para viabilizar las inversiones privadas, especialmente en el campo de la generación de electricidad en mayor escala, el Estado debe legislar sobre concesiones o derechos que den garantía a los inversionistas.

Aquellos proyectos de energías no convencionales cuya rentabilidad económica no esté garantizada, pero que presenten suficientes rentabilidad social y ambiental, deben ser financiados a través de fondos especiales, como por ejemplo los mecanismos de desarrollo limpio, MDL. Es decir, en este tipo de análisis se deben dejar a un lado los mecanismos prevalentes de evaluar a un proyecto por preceptos económicos tradicionales pues en la inclusión de los demás factores puede estar la justificación para subvencionar o incentivar determinado proyecto o tecnología. En este sentido, resulta claro que estos fondos especiales de financiamiento para las FENR deben provenir de los beneficios actuales de la explotación de los recursos energéticos no renovables.

En resumen, las acciones específicas que deben ser desarrolladas para dar un verdadero impulso al aprovechamiento de las fuentes de energía no convencionales se refieren a:

* Lograr la asignación de recursos para financiar el desarrollo de las FENR, a través de la creación de fuentes de financiamiento que

surjan de los energéticos convencionales actuales y mediante la priorización de los aportes de la cooperación internacional hacia proyectos y acciones en este campo.

* Fomentar la creación de sistemas de información, difusión y promoción permanente en torno a las energías alternativas.

* Promover los programas de investigación y desarrollo tecnológico. Este objetivo puede conseguirse, por un lado, a través de la participación de un centro técnico especializado, que además de ser un centro activo de difusión, cumpla con las siguientes tareas:

* Determinar el potencial energético de cada una de las FENR's.

* Determinar la demanda potencial de las distintas formas de aprovechamiento de las FENR's.

* Mantener un centro de información actualizado sobre la disponibilidad de los recursos y las tecnologías disponibles.

* Definir programas específicos para las tecnologías seleccionadas.

* Evaluar la rentabilidad financiera y social de los proyectos de interés, determinando las repercusiones sociales, culturales y medio ambientales, a fin de acotar las posibilidades de éxito de los mismos.

* Brindar asesoramiento técnico y cooperar en la instalación y seguimiento de los proyectos.

* Implementar una política completa de normas de calidad para la fabricación e instalación de equipos, a fin de garantizar un buen funcionamiento de los sistemas y sus componentes y, por tanto, la calidad y fiabilidad del servicio a los usuarios.

Por otro lado, es fundamental fomentar la participación de universidades, empresas consultoras, organizaciones no gubernamentales, instituciones descentralizadas y promotores rurales, a fin de consolidar el esquema de desarrollo tecnológico de las FENR.

Reestablecer la Ley de Fomento de las Energías No Convencionales, adaptada a las condiciones actuales del país y en la que se establezcan los mecanismos normativos de regulación, de financiamiento y de incentivo para la participación de cualquier agente económico, nacional o extranjero, en el aprovechamiento de las FENR. En este aspecto, es indispensable buscar los mecanismos de fomento al desarrollo de empresas nacionales capaces de producir y ofertar productos y servicios de las características tecnológicas demandadas por el mercado local para el aprovechamiento de las nuevas fuentes de energía.

(*) Fuentes Energéticas Nuevas y Renovables

Si usted hace las cosas a tiempo, ahorra energía

ACTIVIDADES DE LA CIE: Proyectos en Ejecución

Base de Datos Energética del Ecuador

Con la asistencia financiera del FNUD, la CIE realiza a través de la asistencia técnica de la compañía sueca SWECO ENVERGUIDE, la implementación de una base de datos energética del Ecuador, con el objetivo de proveer información de calidad y confiable sobre aspectos energéticos, económicos y sociales del país y facilitar de esta forma la toma de decisiones de potenciales inversionistas de proyectos. La base se alimentará de la información prevista por instituciones como CONELEC, PETROECUADOR, CENACE, SIISE. Al momento, el proyecto se encuentra en la segunda etapa, de implementación para luego realizar las pruebas correspondientes. Se espera que la base esté funcionando a finales de noviembre de este año.

Identificación de sitios para generación eléctrica

La CIE, dentro de sus actividades, ha mantenido contactos con PREDESUR y con UDEENOR, con el objetivo de identificar y evaluar posibles sitios que por sus características sean susceptibles de aprovechamiento hidroeléctrico.

Con PREDESUR, es posible aprovechar los canales de riego implementados en los diferentes proyectos en el sur del país, y proveer de energía eléctrica para diferentes actividades, entre ellas, bombeo de agua.

Con UDEENOR, se ha realizado la visita a la Sierra norte del país y se planifica la visita a comunidades de la Amazonía, con el objetivo de identificar sitios junto con la comunidad y de una manera participativa proponer proyectos de energización que ayude a los beneficiarios a desarrollar actividades productivas y promover la implementación de industrias campesinas.

Mejoramiento de la competitividad de la industria campesina

La CIE trabaja de una forma directa con la Asociación de Juntas Parroquiales de la provincia de Bolívar, con el objetivo de realizar acciones tendientes a mejorar la productividad y la

competitividad de las industrias campesinas localizadas en la provincia a través del aprovechamiento de los recursos locales, preferentemente con energías renovables a través de la inserción del componente energético que permita reducir los costos de producción. En su primera etapa, el proyecto contempla la identificación de los recursos energéticos locales, así como los usos finales de energía para la formulación de diferentes subprogramas a implementarse en la segunda etapa.

Proyecto piloto CIE—MAG

La CIE mantiene un convenio interinstitucional con el Ministerio de Agricultura y Ganadería para la promoción de actividades agroproductivas y agroindustriales con la inserción del componente energético para comunidades rurales. En su primera etapa, las comunidades han sido identificadas de acuerdo a diferentes características tales como capacidad organizativa, nivel industrial y recursos disponibles. Se ha trabajado junto con la Dirección Nacional de Desarrollo Campesino y las Direcciones Provinciales y se tienen listos los perfiles de proyectos que se implementarán como pilotos en seis provincias del país y que servirán como demostrativos para en lo posterior implementar este tipo de tecnologías en el resto del país y apoyar a la mejora de competitividad de productos rurales en el mercado nacional e internacional.

Programas de Desarrollo Humano en la Región Amazónica

Una de las actividades que desarrolla la CIE, es el entrenamiento en temas referentes a energización rural ambiental, para lo cual como parte del convenio suscrito con el CODENPE, se realizará un entrenamiento al personal directivo, técnico y administrativo de la sede central, así como al personal de las oficinas regionales ubicadas en la Amazonía.

En base a talleres participativos, se determinarán los proyectos a ser implementados en la segunda fase del programa.

Econ. Álvaro Michelena—CIE

NOTICIAS DEL SECTOR ENERGÉTICO: Energía del Mar: Recurso Energético Renovable en Ecuador.

La CIE se encuentra en el desarrollo de un proyecto para el aprovechamiento de las olas del mar para generación eléctrica, en las Islas Galápagos.

Las olas se originan lejos de las costas y pueden viajar largas distancias durante mucho tiempo, sin una pérdida de energía muy significativa y se considera que la potencia producida por ellas es firme y predecible día a día y temporada por temporada.

La energía de "una ola" contiene 1.000 veces la energía cinética producida por el viento, al mismo tiempo que permite que los equipos utilizados en este tipo de aprovechamiento sean de tamaño reducidos y menos contaminantes para producir la misma cantidad de energía.

Entre las características de la producción de energía con el aprovechamiento de las olas del mar, es que esta es más constante y más consistente que la producción energética proveniente del aprovechamiento eólico o solar, lo que provoca que los factores de capacidad sean más altos.

Si se considera que el recurso potencial de este tipo de energía es mucho más fácil de obtener que la proveniente del recurso eólico, esta se transforma en un factor muy importante y atractivo desde el punto de vista financiero, para un proyecto de estas características.

El proyecto piloto propuesto para Galápagos está basado en recientes desarrollos y comercialización de la tecnología de las olas del mar, proyecto ayudar a proveer de acceso eléctrico a precios competitivos para las islas.

En un primer estudio realizado por la CIE, se definieron diferentes

parámetros técnicos y financieros para desarrollar la generación en las islas tomando en cuenta que allí viven alrededor de 17.000 habitantes, con una afluencia turística que bordea las 70.000 personas cada año, por lo cual se consideró factible la realización del proyecto piloto en Puerto Ayora de la Isla Santa Cruz y en Puerto Baquerizo Moreno de la Isla San Cristóbal. La Isla Santa Cruz ha sido el centro de un rápido crecimiento de la industria turística y el crecimiento demográfico ha creado una presión sobre el suministro de servicios básicos, lo que representa impactos tanto en el contexto ambiental de la Isla.

Para el propósito de análisis económico, se asume que la planta piloto se puede ubicar a un kilómetro al sur de Puerto Baquerizo Moreno, puesto que este sitio es considerado el más cercano al usuario final lo que minimiza diferentes costos agregados a la generación energética.

Técnicamente es posible interconectar a las diferentes islas con cables submarinos, aunque habrá que considerar las posibles implicaciones ambientales de esta alternativa, que a priori, no serían significativas.

Las aplicaciones que se puede dar a la energía producida por las olas, pueden ser: energía eléctrica, producción de hidrógeno a través de electrolisis, energía hidráulica, desalinización del agua, agua potable a través de la compresión de vapor, refrigeración y aire acondicionado, ayudas en la navegación entre otras.

Ing. Thomas McKay—Universidad de Edimburgo—CIE

Desea ser Socio de la CIE?**Invitación a Nuevos Socios**

Se invita a todos los profesionales y estudiantes relacionados con el sector energético, empresas eléctricas de generación, distribución, gobiernos seccionales, municipales empeñados en promover sistemas descentralizados de suministro energético y empresas privadas a formar parte de la Corporación para la Investigación Energética - CIE como socios individuales y corporativos para que de esta manera puedan acceder a los beneficios que ofrece la CIE como es la base de datos económica energética, la biblioteca en temas especializados en energía y medio ambiente y el acceso a precios preferenciales en los seminarios y talleres que se dictan frecuentemente.

También queremos invitar a nuestros lectores, para que participen con nosotros a través de sus comentarios sobre los artículos del boletín, así como con el aporte de temas relacionados con el sector energético y que crean deban ser publicados en el INFO CIE.

Para mayor información, recurrir a las siguientes direcciones y teléfonos:

te y el acceso a precios preferenciales en los seminarios y talleres que se dictan frecuentemente.

También queremos invitar a nuestros lectores, para que participen con nosotros a través de sus comentarios sobre los artículos del boletín, así como con el aporte de temas relacionados con el sector energético y que crean deban ser publicados en el INFO CIE.

Para mayor información, recurrir a las siguientes direcciones y teléfonos:

WEB: www.energia.org.ec
E-MAIL: alvaro.michelenaf@energia.org.ec
TELÉFONO: 255 37 16

Quito—Ecuador

LINKS DE INTERÉS**Páginas WEB Nacionales**

www.preadesur.org.ec: Página web de la Subcomisión Ecuatoriana para el Desarrollo del Sur del Ecuador, encargada de promover el desarrollo integral de todos los sectores de la economía que puedan incorporarse en la Región.

www.hcpl.gov.ec: Página web del Honorable Consejo Provincial de Loja que genera y lidera políticas de desarrollo Provincial con participación comunitaria para satisfacer las necesidades básicas de la población.

www.cvdempa.gov.ec: Página web del Consejo Nacional de Desarrollo de los Pueblos del Ecuador que agrupa a todas las nacionalidades y pueblos indígenas del Ecuador y es la encargada de promover acciones para mejorar su calidad de vida.

Páginas WEB Internacionales

www.idae.es: Página web del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía de España, dedicada a dar soluciones para alcanzar la eficiencia energética y que agrupa a diferentes empresas españolas que prestan servicios de eficiencia y ahorro energético.

www.ife.org.mx: Página del Instituto de Investigaciones Eléctricas de México que lleva a cabo proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico para el sector eléctrico y pueblos indígenas del Ecuador y es la encargada de promover acciones para mejorar su calidad de vida.

Páginas WEB Internacionales

www.idae.es: Página web del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía de España, dedicada a dar soluciones para alcanzar la eficiencia energética y que agrupa a diferentes empresas españolas que prestan servicios de eficiencia y ahorro energético.

www.ife.org.mx: Página del Instituto de Investigaciones Eléctricas de México que lleva a cabo proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico para el sector eléctrico y colabora con instituciones y empresas eléctricas de otros países.

www.cienergy.org: Página web del instituto canadiense de energía, dedicada proveer de tecnología, promover la investigación, educación y otros tópicos relacionados con energía.

ENERGÍA EÓLICA

Todas las fuentes de energía renovables (excepto la maremotriz y la geotérmica), e incluso la energía de los combustibles fósiles, provienen, en último término, del sol.

El sol irradia 174.423.000.000.000 kWh de energía por hora hacia la Tierra. La Tierra recibe $1,74 \times 10^{17}$ W de potencia.

1) Alrededor de un 1-2 % de la energía proveniente del sol es convertida en energía eólica. Esto supone una energía alrededor de 50 a 100 veces superior a la convertida en biomasa por todas las plantas de la tierra.

2) Las diferencias de temperatura conllevan la circulación de aire. Las regiones alrededor del ecuador, a 0° de latitud, son calentadas por el sol más que las zonas del resto del globo.

El aire caliente es más ligero que el aire frío, por lo que subirá hasta alcanzar una altura aproximada de 10 km y se extenderá hacia el norte y hacia el sur. Si el globo no rotase, el aire simplemente llegaría al Polo Norte y al Polo Sur, para posteriormente descender y volver al ecuador.

Las aplicaciones de la energía eólica pueden ser centralizadas, caracterizadas por la producción de energía eléctrica en cantidades relativamente importantes, vertidas directamente a la red de distribución, o autónomas, como ser su uso directo energía mecánica o su conversión en energía térmica o eléctrica.

En el marco de las aplicaciones centralizadas, se destacan dos grandes tipos de instalaciones eólicas:

- Aerogeneradores de gran potencia
- Parques eólicos: se trata de centrales eólicas formadas por agrupaciones de aerogeneradores de mediana potencia (alrededor de 100 kW)

Aplicaciones autónomas de máquinas eólicas de pequeña potencia. Las posibilidades de éstas máquinas son:

- Energía mecánica: aplicación inmediata en el bombeo de agua por medio de bombas de pistón, de tornillo helicoidal o centrífugas
- Energía térmica: obtenible a partir de la energía mecánica bien por calentamiento de agua por rozamiento mecánico, o bien por compresión del fluido refrigerante de una bomba de calor
- Energía eléctrica: aplicación más frecuente, pero que obliga a su almacenamiento o a la interconexión del sistema de generación autónomo con la red de distribución eléctrica

Las aplicaciones de la energía eólica de forma autónoma pueden sintetizarse en:

- Bombeo de agua y riego
- Acondicionamiento y refrigeración de almacenes
- Refrigeración de productos agrarios
- Secado de cosechas
- Calentamiento de agua
- Acondicionamiento de naves de cría de ganado
- Alumbrado y usos eléctricos diversos
- repetidores de radio y televisión
- estaciones meteorológicas

Costo de aerogeneradores de 600 kW (aprox.)

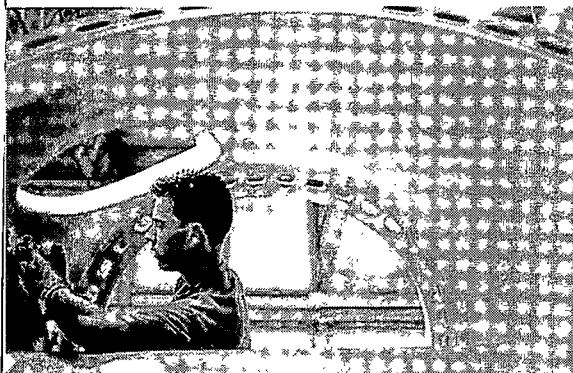
Un aerogenerador de 750 kW puede generar menos electricidad que otro de 450 kW, si está en una zona de vientos suaves. A modo de ejemplo comparativo, el caballo de carga es como un aerogenerador con una fuerza de 600 kW con una altura de torre de 40 a 50 metros y un diámetro de rotor de alrededor de 43 metros.

En el ejemplo de abajo utilizamos una típica turbina danesa de 600 kW (cantidades aproximadas en dólares americanos, los precios pueden variar con la altura de la torre, el diámetro del rotor y las especificaciones locales):

Aerogenerador 600 kW	400.000 a 500.000
Costes de instalación	100.000 a 150.000
Total	U\$S 500.000 a 650.000

El precio medio para los grandes parques eólicos modernos está alrededor de 1.000 dólares por kilovatio de potencia eléctrica instalada.

• Componentes y Sistemas principales



Rotor

Orientación	Barlovento
Diámetro del rotor	80,5 m
Potencia nominal	2 MW
Número de palas	3
Superficie barrida	5.090 m ²
Densidad de potencia	2,54 m ² /kW
Rango de velocidades de giro potencia	9,44 r.p.m. - 17,9 r.p.m. a nominal
Velocidad de punta de pala	80 m/s
Fabricante de las palas	LM Glassfiber
Tipo de palas	LM 37.3 II + alargador de 2,21m

Buje, Eje y Rodamientos

Material del buje	Fundición nodular EN-GJS400-18U-LT
Tipo de rodamientos principales	2 rodamientos de rodillos cónicos (delantero y trasero), alojados en el interior del buje
Fabricante rodamientos	FAG o SKF
Material del eje de transmisión	F-1252 UNE 36-012-75
Longitud del eje cilíndrico	4,17 m
Sistema de acoplamiento Buje - Eje	Anillo de contracción y acoplamiento elástico

Multiplicador

Tipo	Planetario + Ejes paralelos
Fabricante	Winergy o equivalente
Relación de multiplicación	100.6
Potencia mecánica	2225 kW
Par nominal	1190 kNm
Sistema de refrigeración	Activa por medio de radiador con ventilación forzada
Sistema de lubricación	Aceite mediante lubricación activa
Acoplamiento multiplicador - generador	Anillo de contracción y acoplamiento elástico
Temperatura de operación	75°C con temperatura ambiente de 45°C

Generador

Tipo	Generador de rotor devanado con convertidor, basado en tecnología IGBT, conectado en el rotor
Fabricante	ABB, SIEMENS o equivalente
Potencia nominal	2.050 kW
Tensión nominal	690V ±10%
Velocidad de giro	1000/1800 r.p.m.
Ondulador de potencia	Bidireccional tecnología IGBT
Clase de protección	IP54
Rango cos fi a potencia nominal	0.95 inductivo / capacitivo
Sistema de refrigeración	Aire/Aire

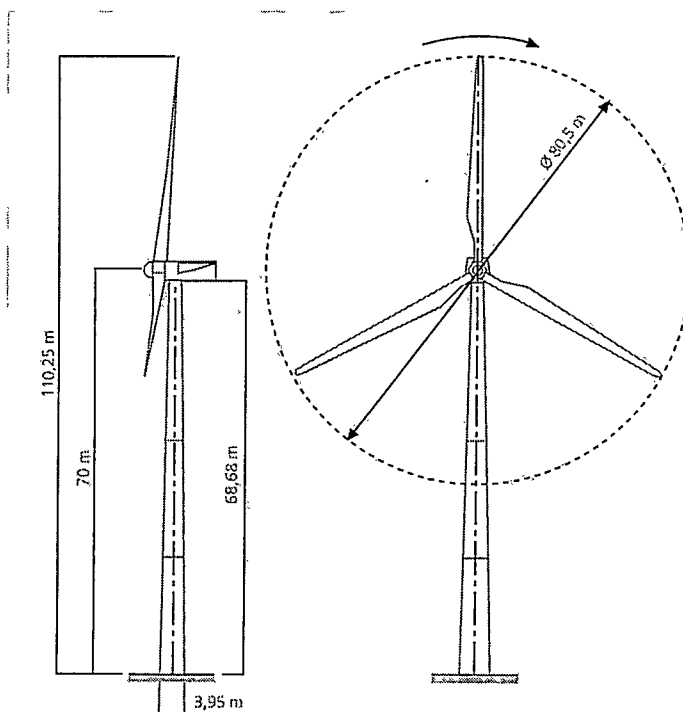
Torre	
Tipo	Tubular tronco-cónica de acero
Altura	70 m
Diámetro superior	2,13 m
Diámetro inferior (torre de 70 m.)	3,95 m
Color	RAL 7035
Protección contra corrosión	Clase 4 (norma ISO 9332 9224)

Sistema de Control	
Tipo	Control de par y ángulo de paso
Control de par	DSP y electrónica de potencia
Control del ángulo de paso de la pala (pitch control)	Tres sistemas independientes para cada una de las palas controladas por micro-procesador. (Cambio de paso eléctrico)
Protocolos de interconexión y comunicación	Bus Device Net y TCP-IP
Monitorización	Sistema ARGOS

Sistema de Orientación	
Tipo	Activo
Velocidad de orientación	0.47 °/s
Sistema de orientación	3 patines de polímero
Motor de orientación	4 motores eléctricos y engranajes tipo planetarios
Actuación	A frecuencia variable y control de par
Fabricante	Bonfiglioli o similar
Freno de orientación	2 zapatas de guiado actuando como pinzas, mediante sistema hidráulico de seguridad

Sistema de Frenado	
Freno principal	Aerodinámico, mediante giro de las palas
Freno de parada (parking)	Freno de disco ubicado en el eje de alta velocidad

Dimensiones y Pesos	
Góndola (incluyendo buje)	64.000 Kg
Torre de 70 m.	126.000 Kg
Palas (unidad) (sin alargadores)	6.035 Kg



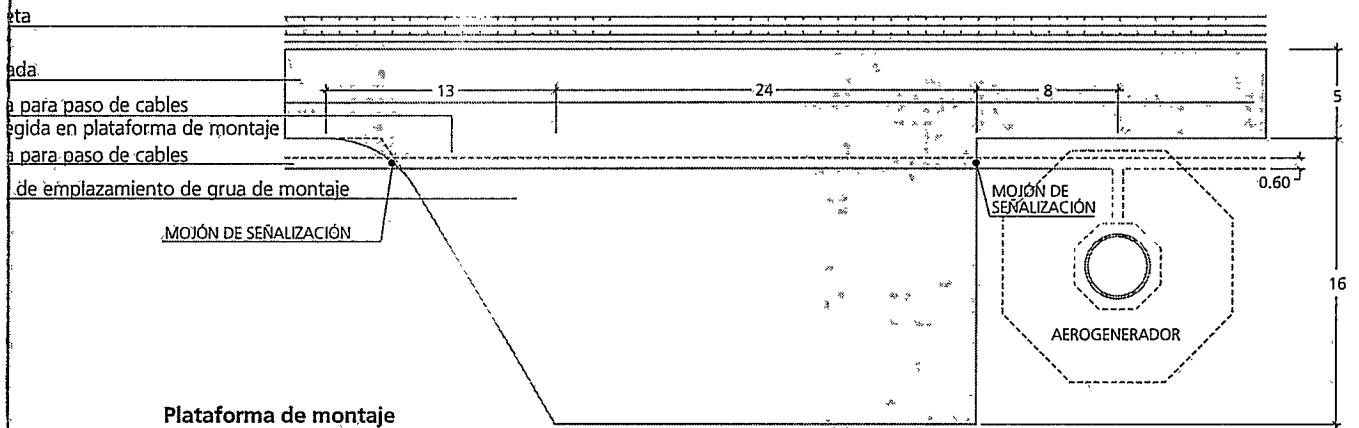
• Transporte e instalación

Requerimientos de Transporte

Tipo de camión	Portatubos y plataforma extensible	
Altura de buje 70 m	Torre Góndola Palas	Góndola extensible, plataforma standard Plataforma extensible

Caminos de Acceso

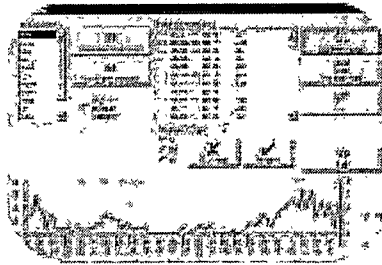
Radio mínimo sin sobreebanco	52 m
Sobreebanco necesarios para radios inferiores	Radio 35m → Sobreebanco 1,5 m Radio 30m → Sobreebanco 4 m
Pendiente máxima con pavimento de zahorra	12%
Pendiente máxima absoluta	15%
Pendiente máxima en zona de plataforma de montaje	2%
Parámetro de acuerdo	mínimo_ Kv > 250
Plataforma de montaje	24 m x 16 m



Att. Ing. Ernesto Munoz
emunoz@ejercito.mil.ec

Software

Gracias a la experiencia de AFC-Ingenieros en materia medioambiental, ha permitido a su departamento de I+D desarrollar uno de los mejores software para la adquisición y el tratamiento de datos de contaminación atmosférica.

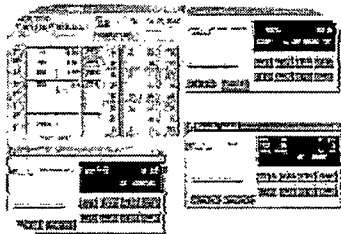


Las aplicaciones son altamente configurables y abarcan un amplio espectro de funcionalidades diseñadas de acuerdo a los requerimientos funcionales de cada cliente

Las aplicaciones realizadas por AFC-Ingenieros son:

- Adquisición de datos
- Explotación de datos
- Históricos de datos

Sistema de Adquisición de Datos



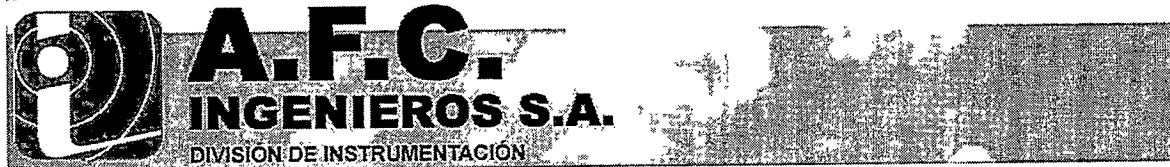
GESDATA Es el software basado en PC desarrollado por AFC -Ingenieros para la adquisición de datos provenientes de diversos analizadores, calculo de promedios y estadísticas con los datos y su posterior envío al centro de proceso de datos

Precio estimado

El precio estimado para el proyecto del parque eólico con cinco turbinas al que hizo mención, con un centro de control central, que incluye licencia de software y hardware tanto para la adquisición de datos como para su explotación bordearía los 120.000 USD.

Teléfono: 91-365-44-05
Fax: 91-365-44-04

Por Correo Electrónico: afc@afc-ingenieros.com
En Persona: Paseo Imperial nº 6, 2º D-1 28005 Madrid



El software incluye:

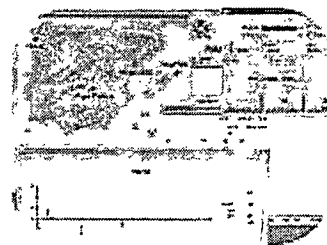
- Tratamiento de entradas analógicas (Voltaje, Corriente, Resistencia)
- Tratamiento de entradas digitales (RS-232, Ethernet)
- Almacenamiento de promedios configurables
- Almacenamiento de estadísticas (máximo, mínimo, desviación)
- Validación de datos en origen
- Representación grafica de los datos
- Representación en listado de los datos
- En las versiones en las que la comunicación con el equipo es digital, se permite además
- Almacenamiento del estado del equipo
- Almacenamiento de alarmas
- Manejo remoto del equipo
- Reubicación de estaciones

Software de Explotación de Datos

Si para la obtención de datos en cada estación utilizamos el programa GESDATA, para la concentración y explotación de varias estaciones utilizaremos, además, el programa GESLIN.

El programa GESLIN esta ideado para explotar los datos procedentes de varias estaciones desde un control central C.P.D. (centro de proceso de datos).

El programa consta de varios módulos, uno esencial y los restantes de funciones avanzadas



Estos módulos son:

- PRINCIPAL: programa básico para la explotación de datos.
- LISTADOS: permite la creación de listados personalizados.
- ESTADÍSTICOS: permite el calculo estadístico y representación de los mismos a través de listados y graficas de correlación
- GRÁFICOS: permite la creación de gráficos avanzados.
- GRÁFICOS ESTADÍSTICOS: creación de graficas de correlación
- VALIDACIÓN: permite corregir el estado de operación de los datos desde el C.P.D
- CONFIGURACIÓN: realiza la configuración de las estaciones y los sensores.

Teléfono: 91-365-44-05

Fax: 91-365-44-04

Por Correo Electrónico: afc@afc-ingenieros.com

En Persona: Paseo Imperial nº 6, 2º D-1 28005 Madrid



¿ Quienes somos?

Hace ya mas de veintidos (22) años que A.F.C. INGENIEROS comenzó sus actividades con objeto de sacar el máximo provecho de nuestra experiencia en el mantenimiento y calibración de equipos, después de haber trabajado en este campo durante mas de diecinueve (19) años, vinculados entre otras compañías a Hispano Electrónica, desde donde decidimos con ilusión que merecía la pena ofrecer nuestra formación específica a las empresas españolas, ya que nuestra larga andadura podía ser valiosísima por dos razones fundamentales:

a) La formación de **mantenimiento, calibración e instalaciones** exige muchos años de EXPERIENCIA.

b) La gestión de stocks de repuestos para una gama variada de equipos de rápida evolución es imposible y un mantenimiento rápido y eficaz exige disponer de una compañía en el mercado americano que agilice al máximo el suministro de las piezas de repuesto. Este punto ha sido resuelto favorablemente ya que disponemos de esta compañía que nos da su apoyo en exclusividad.

Areas de Actividad.

A.F.C. INGENIEROS es una Sociedad Anónima independiente con los siguientes objetivos:

- Ofrecer un servicio de **mantenimiento** a todo el amplio espectro de instrumentación de medida existente en el mercado nacional e internacional.
- Ofrecer un servicio de **calibración** a todos los equipos que han recibido mantenimiento en nuestros laboratorios y a todos los equipos para los que sea solicitado, ya sea en nuestros laboratorios o en los laboratorios nacionales (ENAC), así como el laboratorios internacionales tales como el NIST (National Institute of Standards and Technology) en USA, NPL (National Physical Laboratory) en UK y European Reference Laboratory of Air Pollution en Ispra (Italia).
- Ofrecer un servicio integral en el campo de **Radio-Comunicaciones**, añadiendo al suministro, **instalación y mantenimiento** de equipos, la ingeniería necesaria para poderles suministrar el sistema radio mas adecuado a sus necesidades, sin olvidar el asesoramiento legal para que su sistema cumpla las normas de la Dirección General de Telecomunicaciones.
- Ofrecer mantenimiento y calibración a sistemas de **medio ambiente**.
- Ofrecer soluciones de **software, estudios e informes medioambientales**.
- Ofrecerle la posibilidad de utilizar nuestra experiencia, para conseguir todo tipo de **repuestos de componentes electrónicos** disponibles en el mercado internacional.
- Ofrecerle la posibilidad de adquirir la instrumentación que necesita su empresa utilizando nuestros servicios. Para ello ponemos a su disposición todo el catálogo de distribución de equipos fabricados por **TEKTRONIX**, compañía de la que somos distribuidores oficiales. Asimismo suministramos diverso material de firmas americanas y europeas especializadas en Instrumentación, componentes de Radio Frecuencia y Microondas, Software, componentes de Vacío, etc.
- Ofrecerle la realización de informes, estudios y control técnico de instalaciones de instrumentación electrónica y medio ambiente.