

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS ASPECTOS FÍSICOS NATURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Son muchos los factores que hay que considerar para que un proyecto se adecue a las necesidades de la población, en un espacio y momentos dados. Estos no sólo consideran el proyecto sino que lo orientan, pero generalmente suelen seguirse como recetas, sin atender a los aspectos humanos de los futuros pobladores. Por lo tanto en los párrafos siguientes se hace mención a lo más clásicos, pero aclarando que es fundamental agregar otros aspectos que tengan en cuenta el factor humano individual y social. Estos últimos serán incluidos en el momento de hacer el estudio de campo y de sondeo de opinión, para evaluar los casos de estudio de esta investigación.

4.1 LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

El área de estudio para la selección del sitio donde es factible la colocación de aerogeneradores o turbinas eólicas, comprende la parte media y alta de la cuenca del río Chama, abarcando el municipio Sucre del estado Mérida. Figura (4.1).

El municipio Sucre, cuya capital es la ciudad de Lagunillas, se localiza en la parte central del estado Mérida, Venezuela. A 30 Kilómetros de Mérida se encuentra el pueblo de Lagunillas. Para ir a Lagunillas desde Mérida, se toma la carretera Transandina hacia el sur oeste en un recorrido de aproximadamente media hora. El municipio se encuentra reseñado

Un impacto negativo es el ruido producido por el giro del rotor, pero su efecto no es más acusado que el generado por una instalación de tipo industrial de similar entidad, y siempre que estemos muy próximos a los molinos.

También ha de tenerse especial cuidado a la hora de seleccionar un parque si en las inmediaciones habitan aves, por el riesgo mortandad al impactar con las palas, aunque existen soluciones al respecto como pintar en colores llamativos las palas, situar los molinos adecuadamente dejando "pasillos" a las aves, e, incluso en casos extremos hacer un seguimiento de las aves por radar llegando a parar las turbinas para evitar las colisiones. (Villarrubia, 2004).

dentro de la conurbación de la ciudad de Mérida, por lo que sus actividades económicas se ven muy relacionada con dicha ciudad. Además, el turismo es una importante industria en la región.

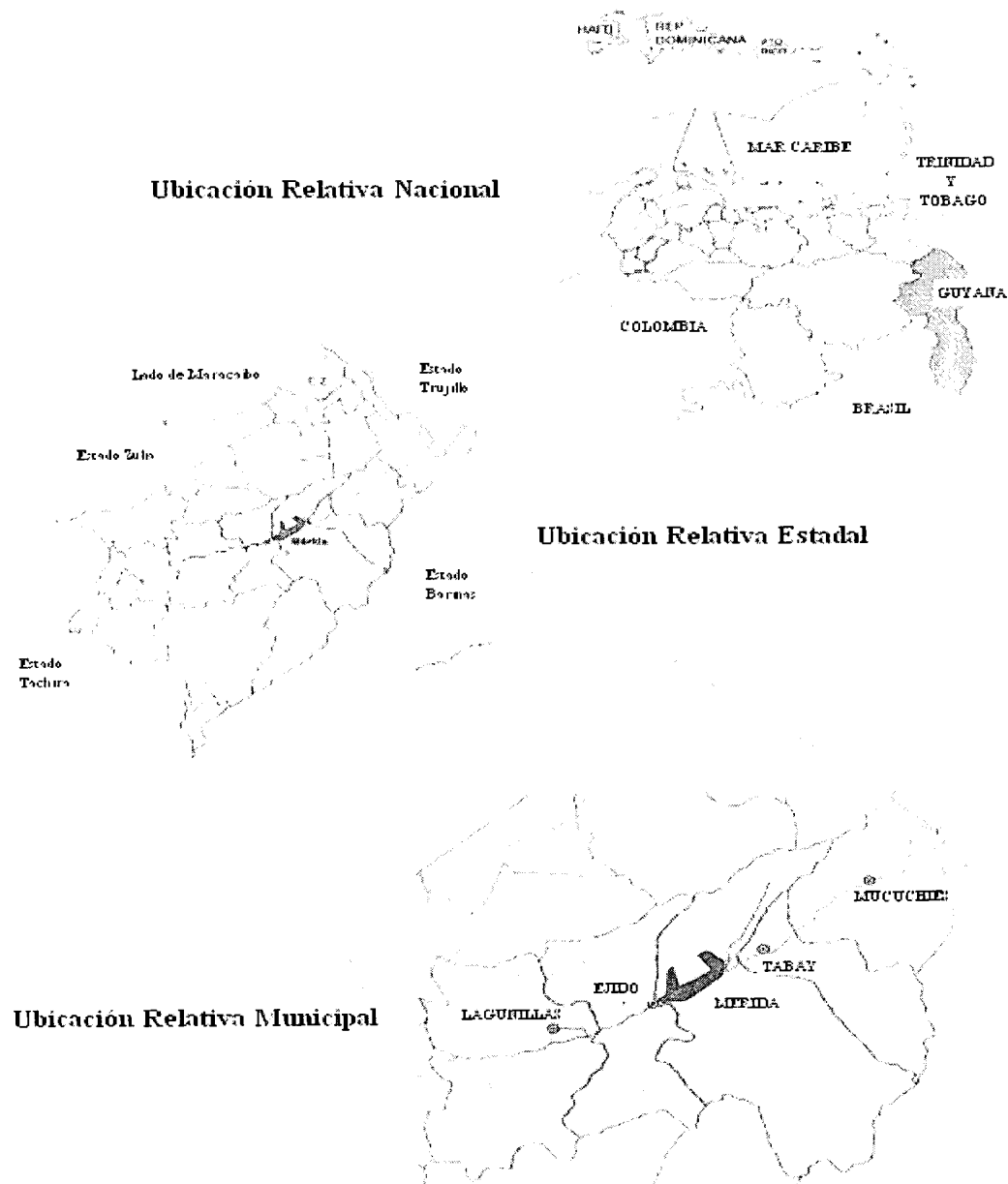


Figura 4.1: Ubicación de la zona en estudio

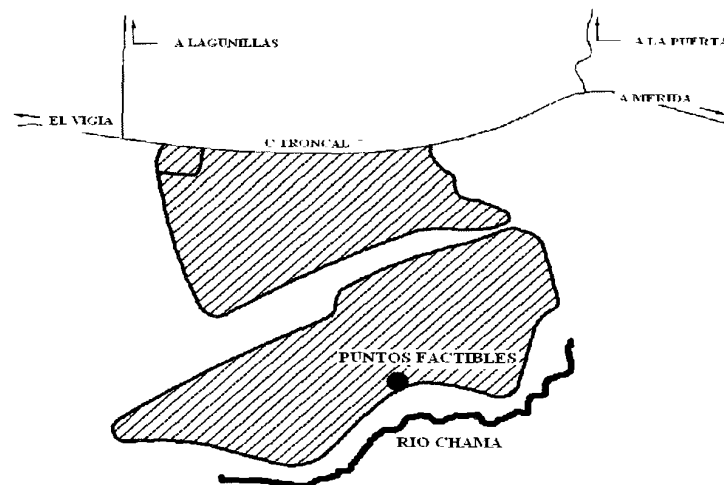


Figura 4.2: Ubicación específica del terreno

4.2 SUELOS

Es fundamental el conocimiento del sustrato rocoso que determina las características geológicas y geomorfológicas del sitio sobre el cual se construirá el proyecto, se busca conocer y clasificar el material constitutivo del terreno, para definir los movimientos de tierra, y determinar el tipo de construcción según la resistencia del mismo.

4.2.1. Fondos de valle: Los suelos de fondo de valle se caracterizan por ser suelos residuales, es decir, suelos que se desarrollan en forma geomorfológicas como: conos, abanicos aluviales y pequeñas terrazas aluviales; esto como consecuencia de la erosión, transporte y posterior sedimentación y acumulación de los sedimentos provenientes de las vertientes se desarrollan en formas geomorfológicas como, abanicos aluviales hacia el fondo del valle, durante el periodo cuaternario hasta la actualidad. Estos suelos tienen un desarrollo superior a los de vertiente, sin embargo no presentan gran desarrollo por lo que sus profundidades no superan el metro. Entre ellos se tienen los Mollisoles. Estos suelos se caracterizan por su alta pedregosidad superficial, y texturas predominante franco-arcillosas (Castillo, 1965).

4.2.2 Vertientes: En las vertientes que se encuentran estos lugares se encuentran suelos de tipo coluvial; son suelos que se caracterizan por originarse por acumulación de sedimentos en ladera y por descomposición de afloramientos rocosos. Debido a esto, son suelos muy jóvenes que comienzan a evolucionar, por lo que son muy superficiales no superando los 50 cm. de profundidad. Entre ellos se tienen los Entisoles y los Inceptisoles. Las texturas predominantes son francos arenosos y francos arcillosos. Los suelos presentan ph ácidos a neutros, siendo la saturación de bases generalmente superior al 50% y el contenido de materia orgánica es bajo. (Castillo, 1965).

4.3 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE

A través del análisis topográfico se determinan las características del micro relieve; representan la localización, forma clase y dimensiones de los accidentes de la superficie, y la clasificación de las pendientes.

El área de estudio se caracteriza por presentar las mayores altitudes del país en consecuencia, la topografía, en su gran extensión, es escarpada y accidentada, por lo que las fuertes pendientes predominan en las vertientes (mayores del 30%). Existen además estrechos y profundos valles intramontañosos longitudinales y transversales cuyas pendientes no superan el 30%.

4.4 GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio de un 80% es montañosa, presentando pendientes fuertes y vertientes escarpadas, las cuales, al igual que el fondo de valle que conforma el 20% restante, han estado sometidas a la acción pretérita y reciente de los agentes externos modeladores por excelencia de la superficie terrestre (Castillo, 1965).

4.5 HIDROGRAFÍA

Con el estudio hidrográfico se determinan: la red hidrográfica del área u otras fuentes de agua, el caudal y la torrencialidad de los ríos o quebradas, y el nivel freático del suelo, a objeto de conocer drenajes naturales y poder proponer drenajes artificiales para sanear el terreno. No tomar en cuenta estos aspectos al momento de diseñar y ejecutar un proyecto, puede traer consecuencias.

El área bajo estudio se ubica exclusivamente en la cuenca media y alta del río Chama, cuya cuenca pertenece a la hoya del lago de Maracaibo. Los ríos y quebradas que llevan sus aguas al Chama son característicos de montaña, con un comportamiento torrencioso debido a que sus cauces tienen recorridos cortos y fuertes desniveles. Presentan un patrón de drenaje dendrítico debido a la dureza de las rocas, en su mayoría son de régimen permanente, pero en la parte semiárida de la cuenca, se observan muchos drenajes intermitentes cuyos caudales aparecen en épocas de lluvia. Los ríos más importantes que drenan sus aguas al Chama son: El Nuestro Señora, La Fría, La vizcaína, La Murachí, entre otras. (Andressen R. y Ponte R. 1973).

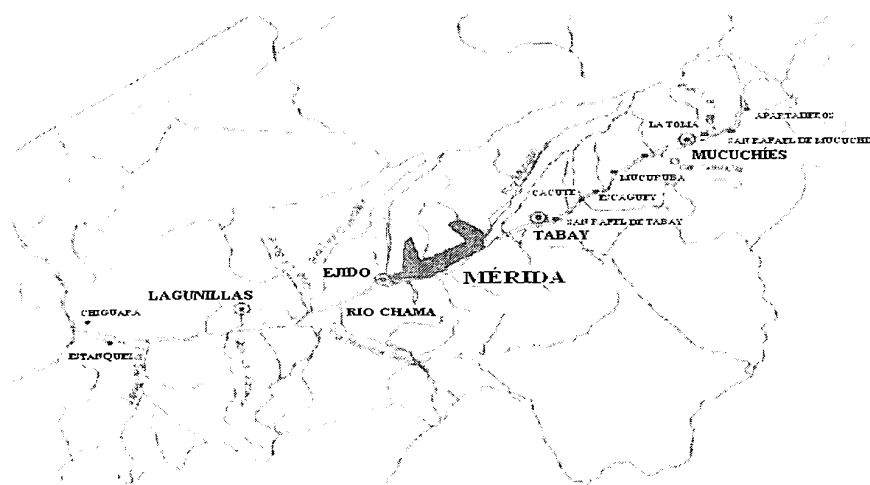


Figura 4.3 Hidrografía del área de estudio río Chama.

4.6 CLIMA

Debido a las variaciones altitudinales que presenta el área de estudio se puede apreciar una variación climática muy diversa, que va desde los climas semiáridos en las partes más bajas, hasta los climas de páramo y de tundra en las zonas de mayor altitud. Según W. Copen (citado por Andressen y Ponte, 1973,) los tipos principales de clima existentes en el área son:

Clima Seco Semi-Árido Cálido (Arbustal Espinoso, BSha), Clima Seco Semi-Árido Térmicamente Moderado (Shb), Clima Tropical Calido. Selva Estacional Montana / Selva Sub Montana (Awa), Clima Tropical Térmicamente Moderado. Selva Estacional Montana (Awb), Clima Montaña. Selva Nublada Montana (Gw), Clima de Montaña muy Húmedo. Selva Nublada Montana (Gm), Clima de Páramo. Matorral / Bosque Paramero (Hw), Clima de Páramo muy Húmedo. Bosque Paramero (Hm), Clima de Nieves. Perpetuas (EBw).

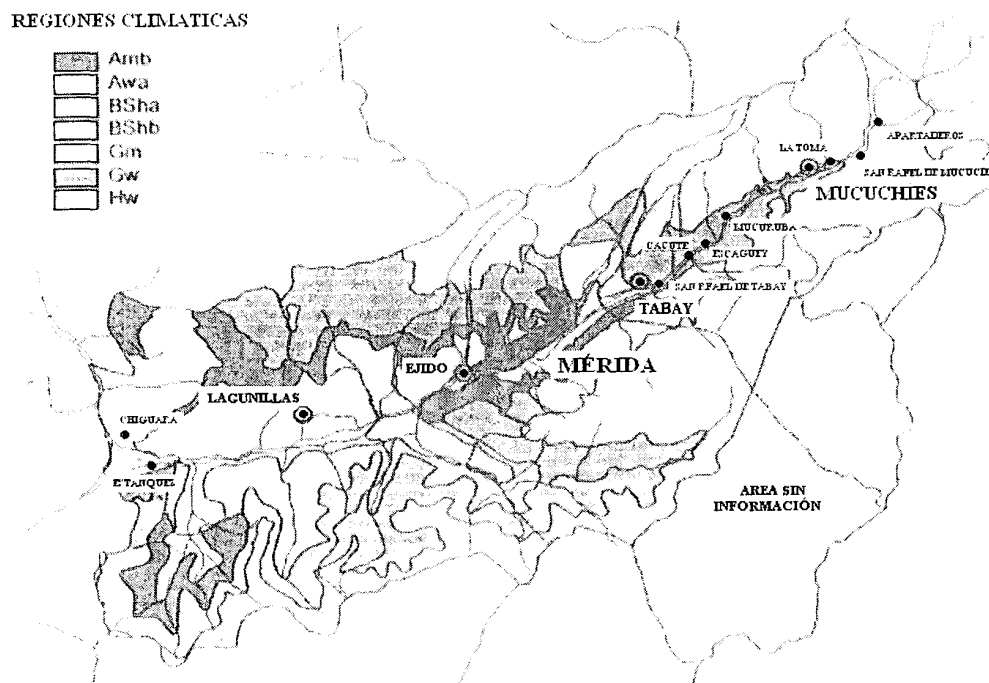


Figura 4.4: Distribución espacial de los climas presentes en el área de estudio.

4.7 VEGETACIÓN

La gran diferencia altitudinal presente en el área de estudio, así como la existencia de fenómenos climáticos que dan origen a zonas secas, dan como resultado la presencia de una variada vegetación que va desde arbustivas espinosas hasta sabana, donde predominan los cactus, cardones y tunas.

4.8 VIENTOS

El viento es el movimiento del aire respecto a la superficie terrestre, también se puede decir, que el viento es el aire en movimiento y es una forma indirecta de la energía solar. Este movimiento es fundamentalmente horizontal. La velocidad y dirección del viento es el resultado de la acción de las fuerzas. Existen tres componentes del viento que determinan su energía disponible, estos son: la velocidad del viento, su variación en el tiempo y, en menor grado, la densidad del aire. Los vientos predominantes se combinan con factores locales, tales como la presencia de colinas, montañas, árboles, edificios y masas de agua.

Para evaluar la viabilidad del uso del viento como fuente de energía, es necesario conocer las características del mismo. Dada su variabilidad y aleatoriedad deben aplicarse técnicas estadísticas para su análisis. (M. Villarrubia, 2004).

4.8.1 Tipos de adquisición de datos:

- Evaluación visual: es sin duda menos precisa pero más económica, el método más simple es hacer analogías con la observación de los efectos sobre la vegetación del sitio, si las ramas crecen en un sólo sentido y coinciden con el viento, si el musgo nace en un solo lado de los árboles. Se utiliza también la instalación de banderas: Si flamea vigorosamente durante larga duración en el día, estamos en un excelente lugar. La observación de otros aerogeneradores en los alrededores. (tabla 4.1)

Un ejemplo es el viento del valle que se origina en las laderas que dan al sur (ó en las que dan al norte en el hemisferio sur). Cuando las laderas y el aire próximo a ellas están calientes la densidad del aire disminuye, y el aire asciende hasta la cima siguiendo la superficie de la ladera. Durante la noche la dirección del viento se invierte, convirtiéndose en un viento que fluye ladera abajo. Si el fondo del valle está inclinado, el aire puede ascender y descender por el valle; este efecto es conocido como viento de cañón (ver figura 4.5).

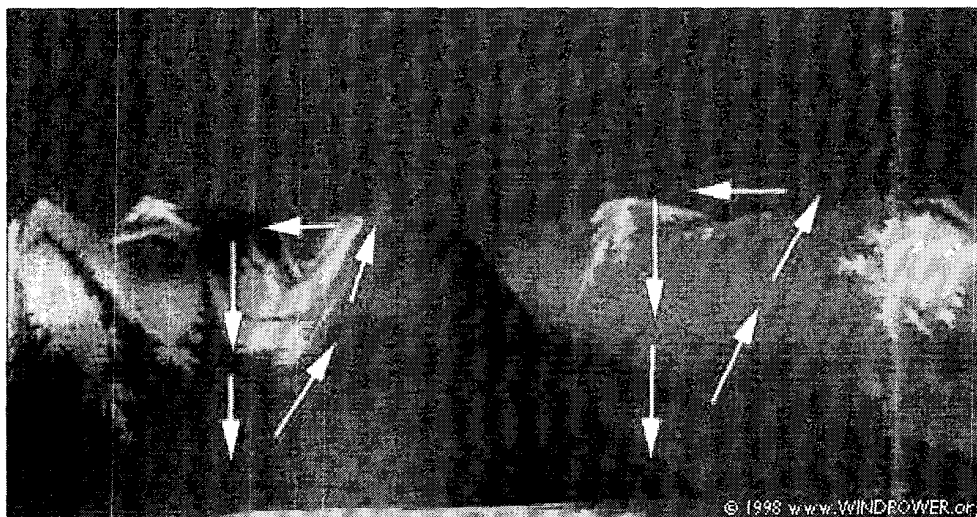


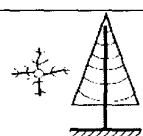
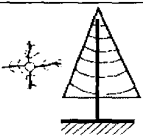
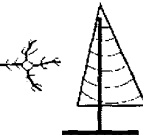
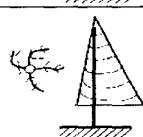

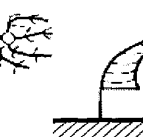

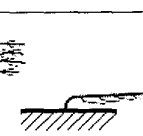
Figura 4.5: Vientos de cañón



Figura 4.6. Vientos en el área de estudio

En la foto de la figura 4.6, se puede apreciar como se mueve la vegetación de la zona donde se está haciendo el estudio, según la tabla de 4.1, el viento está ubicado en el III a IV, su velocidad esta entre (5m/s a 6m/s) y (6m/s a 7m/s) en este tipo de terreno. (Small wind guide spanish PDF).

Tabla 4.1: Evaluación visual de los vientos y sus velocidades

Vientos		Deformación	Índice de deformación	
Escala	Descripción		Viento (mph)	Velocidad (m/s)
0	Sin deformidad		0-6	0-2
1	Pulimento y Un ligero viento		7-9	3-4
2	Viento ligero		9-11	4-5
3	Viento moderado		11-13	5-6
4	Viento completo		13-16	6-7
5	Parcialmente proyectado		15-18	7-8
6	Totalmente proyectado		16-21	8-9
7	En el piso		22 +	10

- Usando data existente: datos tomados de aeropuertos o estaciones meteorológicas. Universidades, estaciones de radio, instituciones que por diversas razones miden esta variable. Fuentes gubernamentales: MTC, armada, etc.

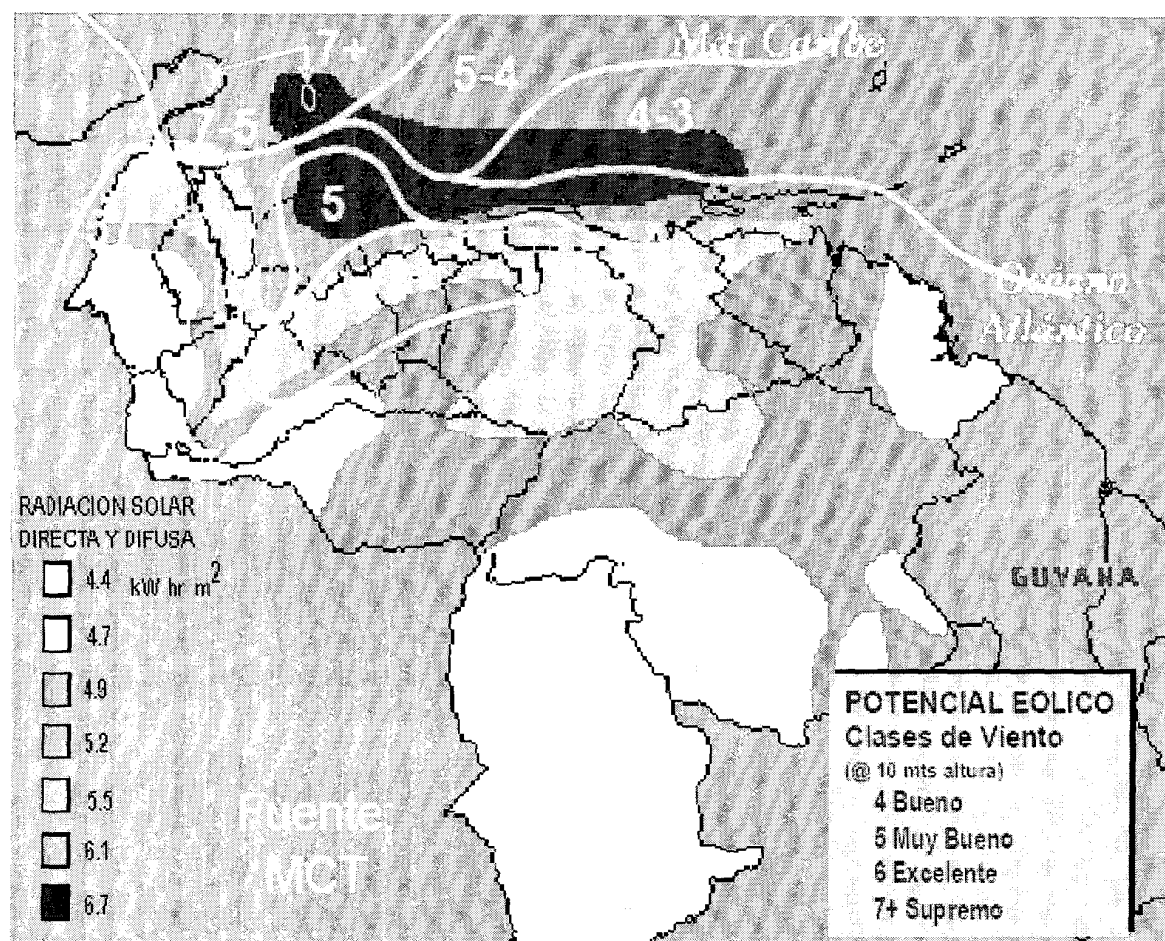


Figura 4.7: Mapa de potencial eólico

El servicio de meteorología de la ciudad de Mérida no tiene ningún tipo de información o comportamientos del viento en la zona de Lagunillas. Entre las datas existentes las únicas que se pudieron encontrar en Mérida son las suministradas por el aeropuerto Alberto Carnevali, que son los registros diarios que toman. El viento en la ciudad de Mérida, tiene un comportamiento de la siguiente forma: presenta una dirección predominante del oeste-suroeste (WSW) durante todo el año con valores promedios que van entre los 3 A 25 KMH, las ráfagas máximas pueden alcanzar hasta los 35 KMH y pueden presentarse en cualquier época del año,

más sin embargo, es para los meses de enero, febrero y marzo donde estas son más frecuentes. Como los vientos de la ciudad de Mérida no son iguales que los del Municipio Sucre, no los tomamos en cuenta ya que el comportamiento con respecto al municipio no tienen ningún parecido. Por lo tanto este método no funciona para nuestro estudio.

- Uso del anemómetro: es la manera más precisa para determinar la velocidad del viento. Puede tomar largo tiempo, varios años y costosos equipos para coleccionar y analizar datos precisos. Para este estudio se tomaron los datos con un anemómetro manual marca kestrel, modelo 2500. El anemómetro utilizado permite hacer lecturas instantáneas y precisas de las condiciones medioambientales, en cualquier momento y cualquier lugar. Con solo pulsar un botón, se muestra claramente la información meteorológica importante en formato digital. (<http://www.kestrelweather.com>). El anemómetro es el siguiente:

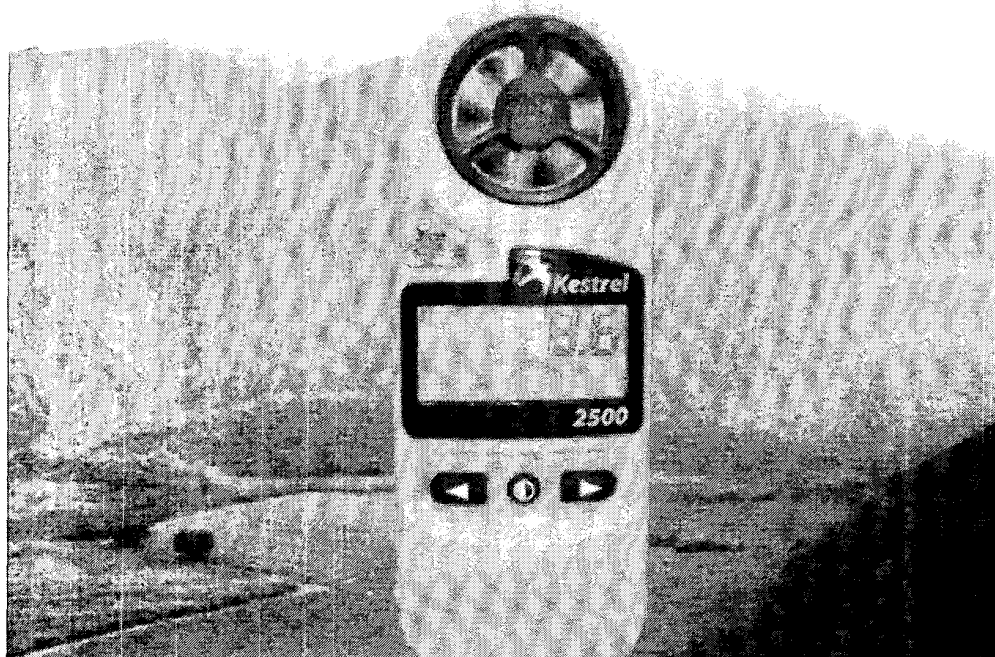


Figura 4.8: Anemómetro digital de mano

Para este estudio se utiliza la tabla 4.2: Escala Beaufort que es la referencia internacional que clasifica y define cada tipo de viento en función de su velocidad. (M. Villarrubia, 2004).

Tabla 4.2 Escala Beaufort

Fuerza	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km./h)	Descripción
0	0 – 0.5	0 – 1	Calma
1	0.6 – 1.7	2 – 6	Ventolina
2	1.8 – 3.3	7 – 12	Suave
3	3.4 – 5.2	13 – 18	Leve
4	5.3 – 7.4	19 – 26	Moderado
5	7.5 – 9.8	27 – 35	Regular
6	9.9 – 10.4	36 – 44	Fuerte
7	10.5 – 15.2	45 – 54	Muy fuerte
8	15.3 – 18.2	55 – 65	Temporal
9	18.3 – 21.5	66 – 77	Temporal fuerte
10	21.6 – 25.1	78 – 90	Temporal muy fuerte
11	25.2 – 29	91 – 104	Tempestad
12	Mas de 29	Mas de 104	Huracán

4.8.2 Mediciones del viento, Hacienda Santa Ana, La Variante, Lagunillas: Las mediciones del viento se realizaron en siete (7) sitios diferentes de la hacienda Santa Ana ubicada en la variante de Lagunillas, el instrumento utilizado es el anemómetro, y puntos de medición son los siguientes:

- Portón de la hacienda Santa Bárbara(punto 1)
- División donde esta el tanque (punto 2)
- División de la carretera interna de la hacienda (punto 3)
- Árbol de mango (punto 4)
- Captus 1 (punto 5)
- Piedra blanca - zona 1(punto 6)
- Loma piedra - zona 2 (punto 7).

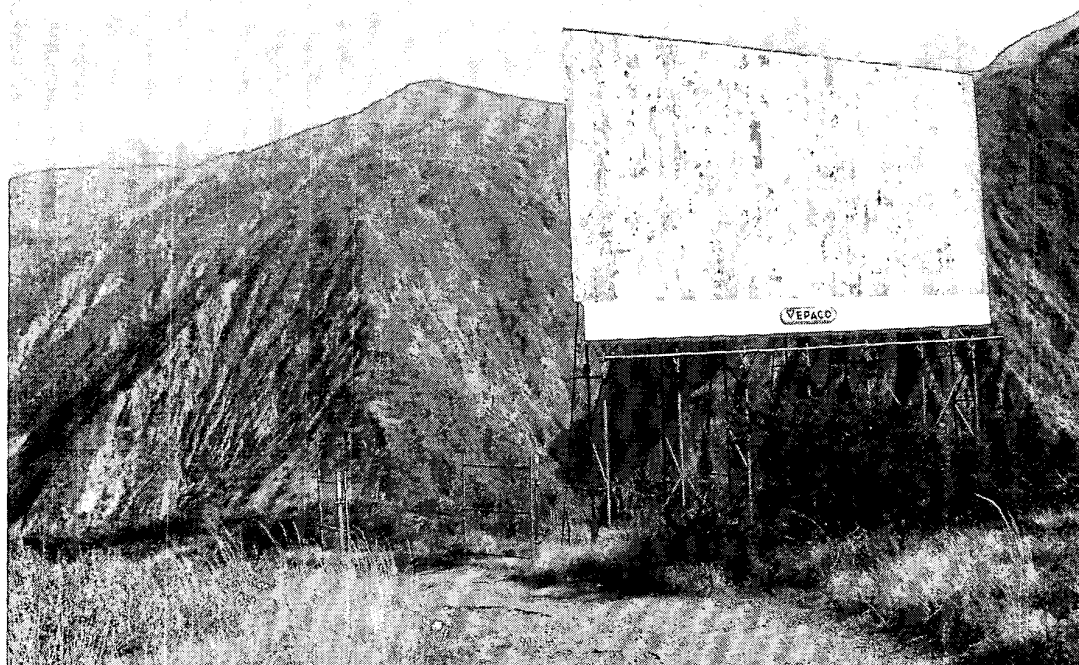


Figura 4.9: Portón de la hacienda (punto 1)

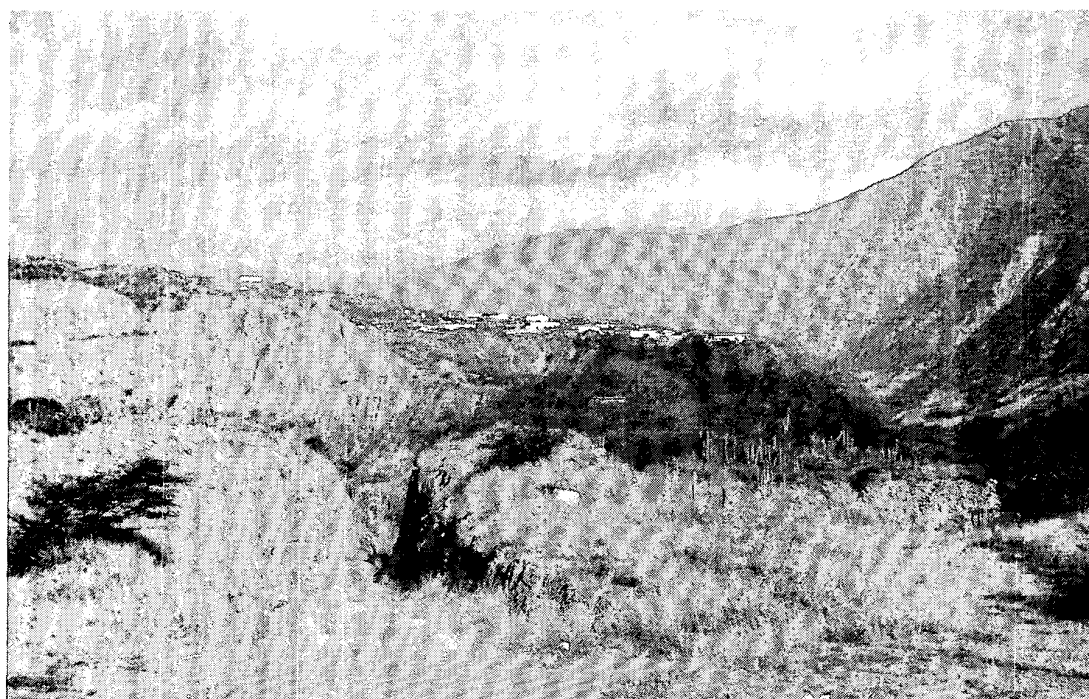


Figura 4.10: División de la carretera (punto 2)

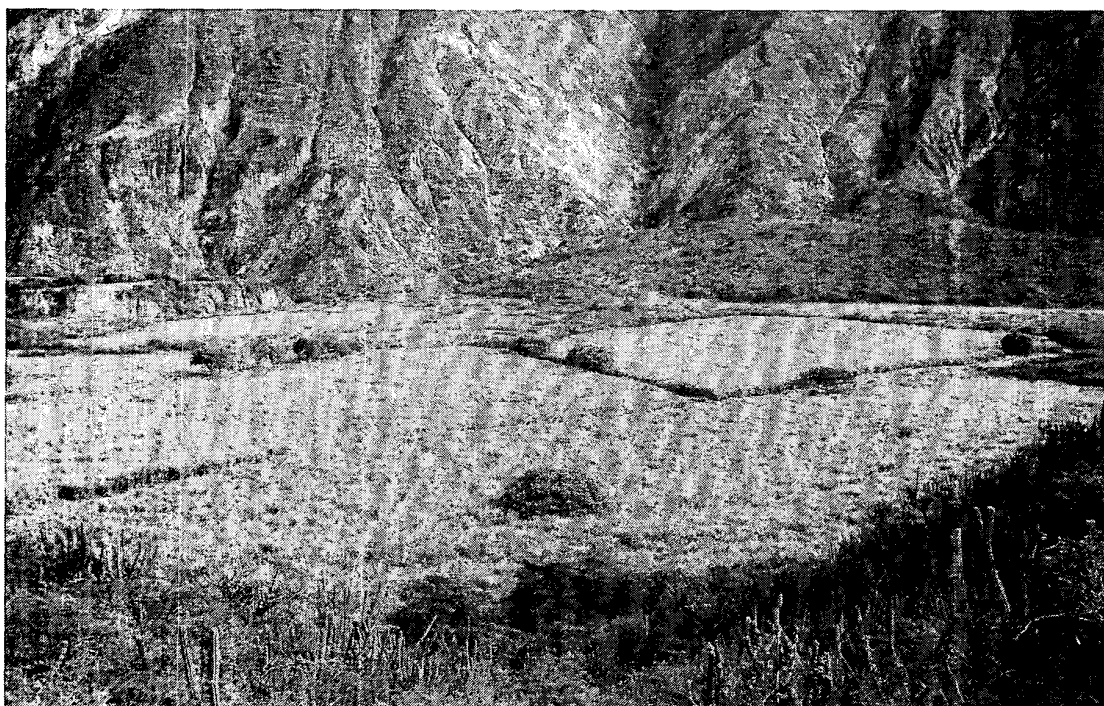


Figura 4.11: División de la carretera interna (Punto 3)



Figura 4.12: Árbol de mango (Punto 4)



Figura 4.13: Loma (Punto 5,6 y 7)

Los resultados son tabulados y graficados para una mejor observación de los mismos. Los resultados obtenidos de las mediciones están en los anexos A y B. Se muestra una tabla y dos gráficas obtenidas con las medidas realizadas para una pequeña explicación de cómo seleccionar el punto más factible, para la colocación de los generadores eléctricos para la zona estudiada.

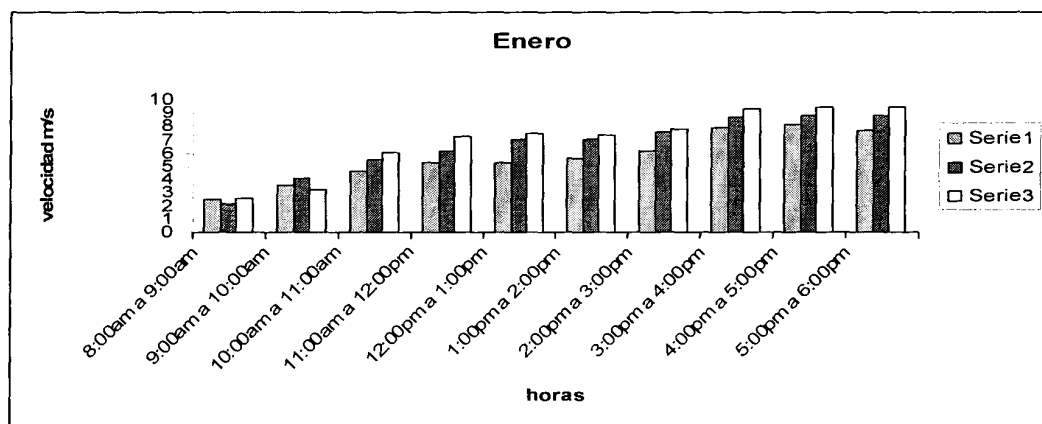


Figura 4.14: Vientos medidos en el mes de enero

En la gráfica 4.14, sólo se tomaron las mejores opciones de las mediciones de viento las cuales son el punto 1, 6 y 7, puede observarse que entre estos puntos, los vientos tomados son los más ideales para operar este tipo de energía, estos son los mejores sitios para la colocación de los aerogeneradores, el más factible de los tres (3) puntos, es el punto siete (7).

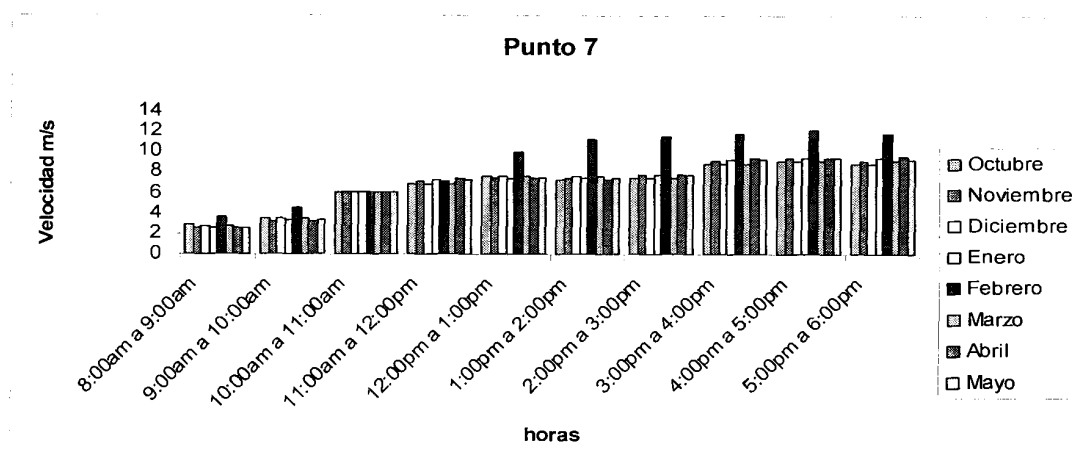


Figura 4.15: Vientos medidos del punto 7

En la gráfica 4.15, se tomó como muestra el punto siete (7) para observar la diferencia y la variabilidad de los vientos durante todo el transcurso del estudio, se puede ver que no hay mucha diferencia de las medidas de los vientos entre los meses, estos son casi constante, sólo existe una diferencia en las medidas de los vientos en el mes de febrero. Según el mapa eólico de Venezuela y la información suministrada, este es. el periodo donde el viento es más abundante. Según estas medidas, hay factibilidad para la colocación de un aerogenerador.

Las evaluaciones exactas de la velocidad del viento son críticas al momento de calcular el potencial de la energía eólica en cualquier zona. Los recursos eólicos son caracterizados por una escala de clases de viento según su velocidad, que se extiende de la clase uno (1) la más baja, a la clase siete (7) la más alta. En la tabla de la Escala Beaufort

La mayoría de las zonas estudiadas están ubicadas en localizaciones lejos de edificios, de árboles y de otros obstáculos (Textos científicos.com, 2007).

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO SOBRE LA RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN EN EL TIEMPO

El aspecto económico sobre la recuperación de inversión en el tiempo, se refiere es, a conocer su costo unitario de producción, para su comparación con los sistemas convencionales., y analizar la viabilidad económica de la producción eólica. El estudio a realizar, debe analizar su rentabilidad para el usuario, teniendo presente las diferentes inversiones y ahorros en la factura energética para el usuario. Estos sistemas autónomos, se instalan para satisfacer las necesidades, un ejemplo sería, las fuentes de energía que sustituyen o complementan a la red. (M. Villarrubia, 2004).

Los pequeños sistemas eólicos que comprenden un estudio económico en este caso son:

- Aerobombas: conversión directa de energía eólica en mecánica para el accionamiento de una bomba de agua.
- Minigeneradores eólicos: destinados a la producción autónoma de electricidad

5.1 Análisis económicos del sistema eólico aislado

El análisis económico, se realiza de forma similar a la de un estudio de rentabilidad de ahorro energético, en un proyecto de renovación entre distintas tecnologías con diferentes

consumos energéticos. Antes de proceder, a la implantación de un sistema eólico se debe llevar a cabo un estudio de económico.

El análisis económico comprende:

- El estudio de desplazamiento.
- El análisis de los vientos.
- La selección del número y tipo de aerogeneradores.
- La evaluación de la energía que puede obtenerse.
- Otros aspectos (mantenimiento, fiabilidad, disponibilidad, etc.).

5.1.1. Costo de inversión: Los costos de inversión, para pequeños aerogeneradores presentan una dispersión mayor que en grandes maquinas. Cuando se plantea, el estudio de una planta autónoma, debe estimar, no solo los costos de las maquinas eólicas, sino también los equipos auxiliares que serian: sistema de ratificación, cargador de baterías, ondulador, transformador, etc. (M. Villarrubia, 2004).

El costo total de inversión, está formado fundamentalmente por los siguientes elementos:

- Costos de los estudios de viabilidad: análisis del desplazamiento y régimen de vientos, diseño preliminar, análisis de impacto ambiental, estimación de costos, estudio de rentabilidad, preparación de informes, gestión de proyectos, etc.
- Costos de aspectos jurídico-económicos asociados a la puesta en marcha del proyecto: negociación de la venta de electricidad, permisos legales, derechos de utilización del terreno, financiación del proyecto, etc
- Costos de ingeniería: ingeniería eólica, mecánica, estructural, eléctrica y civil. Incluyendo la dirección y supervisión de obra.
- Costos de equipamiento eólico: aerogeneradores, equipos auxiliares, transporte e instalación de los mismos.

- Costos de otros equipos e infraestructuras varias: cimentaciones y obra civil, subestación transformadora y línea de de interconexión con red eléctrica, infraestructuras auxiliares, etc.
- Costos varios.

Los aerogeneradores, constituyen el componente que tiene una mayor contribución a los costos totales de la inversión entre un 60 un 80%. Uno de los problemas que se encuentran en el primer análisis de viabilidad económico, es poder disponer de datos sobre costos de inversión, aunque tengan únicamente un carácter aproximado. . (M. Villarrubia, 2004).

5.1.1 Vida útil: Los aerogeneradores se diseñan para una vida útil de 20 a 25 años, aunque su vida real depende en gran medida de las condiciones de trabajo. El aerogenerador debe someterse a una profunda revisión y sustituir alguna de sus piezas más desgastadas, con lo que se aumenta su vida operativa. Esta operación representa un incremento entre un 15 y 20% del coste inicial de la inversión

5.2 TRÁMITES PARA INSTALAR

Los trámites para realizar una micro-instalación eólica son muy diferentes para las instalaciones de potencia inferior a 20kW. En este caso se hablara solo del trámite modelo que hay que seguir para la construcción de una instalación de potencia inferior a 20 kW, considerando que las centrales de una instalación superior interesan a personas con propósitos industriales y que por lo tanto se apoyan en estructuras especializadas.

Aunque se considere que quien desea instalar un sistema eólico de potencia inferior a 20 kW. Esta movido por un propósito más medioambiental o de ahorro energético, que intereses comerciales, se aconseja controlar la viabilidad del proyecto siguiendo los siguientes pasos:

- Elección del lugar. Disponibilidad del terreno, control de la propiedad, autorizaciones, etc.

- Estudio de la velocidad del viento: hacer medidas con un anemómetro para saber la factibilidad que hay en el área.
- Análisis de las licencias: información a los constructores o a los profesionales del lugar que conocen la realidad local.
- Mantenimiento de la instalación.

5.2.1 Presupuesto:

EQUIPOS Y MANO DE OBRA	BOLÍVARES FUERTES	EUROS
Bomba de agua	3.730,00	
Aerogenerador con regulador	33.303,34	9.995,00
Tanque	10.000,00	
Construcción civil	10.000,00	
Torre (Celosía)	4.608,16	1.386,00
Tubería	5.000,00	
Puntera torre para acople	773,03	232,00
Cableado	5.000,00	
TOTAL	72.414,53	11.613,00

Nota:

Un sistema de energía eólica, requiere de una capital inicial muy alto y variable.

Las diferentes alternativas para la compra de estos equipos, imposibilitan dar un precio exacto a las instalaciones, por la variabilidad de precios en el país y transporte que requieren hoy en día.

La tubería y el cableado es un estimado, aun no se sabe la colocación exacta de algunos equipos, solo se sabe la ubicación exacta del aerogenerador.

CONCLUSIONES

- Los aerogeneradores de baja escala son una alternativa rápida y de fácil instalación para sitios específicos. Venezuela cuenta con muchas zonas de vientos especiales aun no explotados, como es la zona del municipio Sucre del estado Mérida, el cual es un lugar donde el viento es sumamente abundante para este tipo de estudio de factibilidad de energía eólica presentado. Es necesario generar una cultura energética de autogeneración ecológica. Es vital contar con fuentes de información (Velocidad y dirección del viento) de libre y rápido acceso.
- En función de los análisis y al tipo de estudio, es muy factible en esta zona del Municipio Sucre (Hacienda Santa Ana) por la cantidad de vientos que existen en el lugar, la colocación de aéreo generadores seria de gran ayuda para la implementación de un sistema de bombeo de agua, debido a la escases que existe en la zona.

RECOMENDACIONES

- Hacer un estudio de los suelos en la zona para determinar la existencia o no de depósitos de agua subterránea en el Municipio Sucre, además de la profundidad a la que se encontrarían en caso de su existencia. De no contarse con dicho recurso acuífero, plantear la construcción de una planta de tratamiento de agua que beneficiaría al sector.
- Adicionalmente al estudio de energía eólica, se puede también plantear la realización de un sistema híbrido, es decir, unir a la red de distribución eléctrica, o bien a cualquier otro sistema de energía alternativa, para poder tener un sistema de contingencia en caso de presentarse cualquier dificultad con los equipos.

REFERENCIAS

- Andressen R. y Ponte R. (1973). “Estudio Integral de las Cuencas de los ríos Chama y Capazón. Climatología y Hidrología”, Instituto de Geografía y Conservación de los Recursos naturales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Ataroff, M. & Sarmiento, L. (2003). “Diversidad en los Andes de Venezuela. Mapa de Unidades Del Estado Mérida”. CD-ROM, Ediciones Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela
- Castillo, J. (1965). “Estudio de los suelos de las partes altas de las cuencas altas de los ríos Chama y Santo Domingo”. Instituto de Geografía y Conservación de los Recursos naturales. Mérida, Venezuela.
- Centrales de energías alternativas, Renovables.pdf. José Manuel Arroyo Sánchez. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automática y Comunicación. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Energía Alternativa “Energía Eólica”. Consultado en Noviembre 2007.
Disponible: <http://www.textoscientificos.com/energia/eolica>.
- Kestrel 2500 Pocket Weather Meter “. Consultado en Agosto, 2007
Disponible: <http://www.kestrelweather.com>
- Sistemas eólicos pequeños para generación de electricidad, Una Guía para Consumidores en los EE.UU. Departamento de Energía, EE.UU. Energía Eficiencia y Energía Renovable. “Small wind guide Spanish PDF”. Consultado en Diciembre, 2007.
- Villarrubia, Miguel. (2004). “Energía Eólica” Energías Alternativas y Medio Ambiente. Facultad de Física. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.