



**UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO A.C.**  
**ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD**  
**NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PARA LA PREVENCIÓN DE INVASIÓN DE ARENA EN LA**  
**PRIMERA ETAPA DEL BOULEVARD COSTERO DE LA CIUDAD DE**  
**COATZACOALCOS VERACRUZ.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**JAVIER ALEJANDRO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ**

**ASESOR DE TESIS:**

**ING. RAÚL ORTEGA DANTES**

**COATZACOALCOS, VER.**

**FEBRERO 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes que nada, quiero darle gracias a dios por jamás permitirme perder la esperanza y siempre darme la fortaleza para seguir adelante con mi plan de concluir mi carrera con ingeniero industrial, por darme sabiduría, razonamiento y paciencia para realizar satisfactoriamente mi proyecto de tesis.

También por permitirme vivir la ilusión de tener a la esposa e hija perfectas las cuales me impulsan a culminar mi tesis y siempre a ser una mejor persona, gracias Carolina y a mi bebé Valentina ustedes son mi motor, fortaleza, complemento y razón de ser. Gracias a ustedes por ser parte de mi hermosa familia.

A mis padres por quererme tanto, por siempre confiar y creer en mí, por darme la oportunidad, por darme sus mejores consejos, sus palabras de aliento para seguir adelante con mi meta de tener una carrera universitaria y por consiguiente obtener mi título de ingeniero industrial, por siempre apoyarme y hacerlos sentir orgullosos, sin ustedes esto no hubiera sido posible. Gracias.

Hermano por ser incondicional, por quererme y así demostrarlo, por brindarme tu apoyo en todo y ser valiente. Gracias.

Le agradezco a mi asesor de tesis quien es parte importante de la culminación de mi carrera profesional, por darme su apoyo y compartir sus conocimientos conmigo, quien me inspiro y guio para realizar este trabajo dándome las palabras idóneas y sabios consejos.

Le agradezco al Ing. Juan Antonio Haaz Ortiz en donde quiera que se encuentre que tuve la fortuna de tenerlo de maestro, amigo y primer asesor por hacerme creer en este proyecto. Gracias. A todos mis maestros que fueron partícipes a lo largo de mi carrera, que con sus conocimientos y experiencias ayudaron a mi formación profesional. Gracias.

## **TÍTULO**

Propuesta para la prevención de invasión de arena en la primera etapa del boulevard costero de la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz.

## **HIPÓTESIS**

El establecimiento de un sistema de humidificación para la arena en distintos puntos de la playa ayudará a evitar y combatir la contaminación ambiental, afectación del tránsito vehicular y zona habitacional por invasión de arena en el boulevard costero.

## JUSTIFICACIÓN

Los habitantes de la ciudad de Coatzacoalcos necesitan que se le dé una solución a la problemática que se vive desde hace muchos años en tiempos donde el clima cambia y comienzan a soplar vientos fuertes, causando invasión de arena en una de las zonas más importantes de la ciudad como lo es el Boulevard John Sparks, que comprende el máximo paseo turístico de la ciudad a orillas del Golfo de México, esta avenida cambia de nombre a malecón, Juan Álvarez y paseo del malecón, de acuerdo a su construcción por etapas. Es también donde se ubican la mayoría de los hoteles de esta ciudad y donde se construyen casas residenciales y torres departamentales, así como también distintos centros de entretenimiento y restaurantes.

Es por eso que en la presente propuesta se busca ponerle fin a esta problemática con un sistema que no le permita a la arena pasar el muro que separa el boulevard de la playa, ya que el método que están utilizando no es el más adecuado porque hay gente que se puede pasar barriendo, juntando arena con maquinaria y regresándola algunas veces a su lugar de origen.

Este sistema de humidificación de arena será un beneficio para la sociedad en general ya que además de disfrutar de los establecimientos de diferentes giros que se encuentran a lo largo del malecón, se busca fomentar el turismo ya que con la aplicación de un sistema eficiente se captará la atención de nuevos inversionistas y con esto se crearán nuevos empleos, que esta zona siempre se considere como de ejercicio físico y a muchos habitantes les gusta realizar diferentes tipos de actividades deportivas.

## **OBJETIVO GENERAL**

Combatir la invasión de arena y reducir la contaminación ambiental en la primera etapa del boulevard costero de Coatzacoalcos.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el tipo de equipo existente y determinar cuál sería el más adecuado.
- Investigar la secuencia de los cambios climatológicos que propician la invasión de arena en la primera etapa del boulevard costero de Coatzacoalcos.
- Conocer la velocidad del viento en tiempos de cambios climatológicos.
- Humedecer la arena cuando se presente el mal tiempo mediante un sistema propuesto evitando la invasión de arena en la primera etapa del boulevard costero de Coatzacoalcos.
- Conocer las normas que aplican al sistema propuesto para humidificar la arena.
- Conocer el costo beneficio del sistema propuesto.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
-------------------	---

### CAPÍTULO I ANTECEDENTES

1.1. Datos generales de Coahuila de Zaragoza .....	11
1.2. Tipos de Sistemas de Riego.....	19
1.3. Modelos de aerogeneradores eólicos.....	26

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Problemas de contaminación por la invasión de arena. ....	41
2.2. Ventajas y desventajas de los sistemas... ..	44
2.3. Sistemas e instrumentos a utilizar.....	54

### CAPITULO III DESARROLLO DEL SISTEMA PROPUESTO

3.1. Sistema propuesto para la prevención de arena .....	63
3.2. Planeación del proyecto.....	68
3.3. Construcción del proyecto.....	71
3.4. Sistema de operación. ....	94
3.5. Sistema de riego.....	97
3.6. Estimación del sistema propuesto .....	101

CONCLUSIÓN.....	110
-----------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	111
-------------------	-----

GLOSARIO.....	114
---------------	-----

ANEXOS.....	118
-------------	-----



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación contiene los elementos que se necesitan para aplicar un sistema de prevención de invasión de arena en la playa que se puede definir como el método adecuado aún no utilizado en los tiempos actuales.

El objetivo principal es tener los equipos, sistemas y realizar las operaciones adecuadas para disminuir significativamente la invasión de arena.

Para analizar esta problemática es necesario saber que Coatzacoalcos se encuentra situada a cuatro metros sobre el nivel del mar en la costa del Golfo de México, en la desembocadura del río del mismo nombre que nace en la Sierra Madre. Según algunas teorías la isla se fue formando poco a poco por sedimentos de conchas, arena y cieno.

Los ecosistemas que coexisten en este municipio son el de selva alta perennifolia con palmares, manglares y pastizales, donde se desarrolló una fauna compuesta por poblaciones de mamíferos silvestres. Su riqueza está representada por minerales como el azufre, arena sílice y sales. Además, cuenta con los yacimientos siguientes: petróleo y gas natural.

El interés de aplicar un sistema de humidificación en la playa no solo es para conocer las causas que originan este problema, sino para intervenir en prevención, disminuir y lograr disminuir el aumento de la invasión de arena al boulevard ya que hace muchos años las dunas eran las que recibían los vientos fuertes provenientes del mar, cuando estas se encontraban en lo que hoy es el boulevard costero de esta ciudad.

Hace 30 años antes que existiera la primera etapa del boulevard o malecón del lado de playa el territorio de la playa era muy amplio, esta ha sido una de las consecuencias por las cuales se presentan dichos problemas porque le quitaron espacio y ahora el mar está reclamando su terreno.

La problemática que existe debido a la existencia de la playa, es que cuando se presentan cambios climatológicos, en este caso vientos fuertes que con la velocidad y potencia que traen mueven todo lo que encuentran a su alrededor y

esto ocasiona que las ráfagas de viento también soplen la arena de la playa al Boulevard Costero.

El presente proyecto propone darle una solución a este problema que cada vez está creciendo más, se trata de aprovechar la tecnología que existe hoy en día, de un sistema de humidificación de arena que funciona mediante pozos de succión que se encontraran localizados en la primera etapa del boulevard en distintos puntos de la playa en donde se presente la invasión de arena, los pozos de succión se alimentarán de electricidad por medio de un sistema de energía eólica, se colocaran aerogeneradores de 3Kw arriba de los postes de luz para que puedan obtener un mejor desempeño, mayor cantidad de aire y obtener mayor alimentación de energía para que las bombas centrífugas lleven a cabo la tarea de succión de agua, el agua adquirida se dispersará por medio del método de riego de aspersión con unos aspersores cortos para que el disparo del agua sea más efectivo ya que si se consideraran unos de tamaño mediano existe la posibilidad de que el viento vuele el agua al momento de ser disparada.

Este sistema será lo más económico posible ya que la energía se obtiene del aire, no es contaminante, es sostenible que nunca se agota y la transformación de su energía cinética en energía eléctrica no produce emisiones, los pozos de succión no gastarán energía eléctrica ya que se alimentarán de la energía producida por los aerogeneradores, bombearán agua de la superficie, entonces tampoco gastarán en agua y el sistema de riego es por aspersión ya que el consumo de agua es menor que el requerido para el riego por surcos o por inundación.

El marco teórico metodológico se realizó mediante la consulta de diferentes documentos, libros y páginas de internet donde se recolectó la información necesaria para poder armar esta investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

## **1.1. DATOS GENERALES DE COATZACOALCOS.**

### **1.1.1. Localización Geográfica:**

El municipio de Coatzacoalcos se localiza al sur del estado de Veracruz. Su territorio está formado por una superficie total de 471.16 kilómetros cuadrados. Se encuentra a una altura promedio de 10 metros sobre el nivel del mar, colinda al norte con los municipios de Pajapan, Cosoleacaque, Minatitlán, Ixhuatlán del Sureste, Moloacán y las Choapas, al norte con el Golfo de México y al este con el Estado de Tabasco.

El municipio de Coatzacoalcos se sitúa entre las coordenadas geográficas 18 09'latitud norte respecto al trópico de cáncer y 94 26 longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich.

### **1.1.2. Clima:**

El clima se clasifica como "CW" es decir, templado con lluvias en verano . Presenta temperaturas suaves todo el año y un periodo de sequía invernal constantemente quebrado por frentes fríos provenientes de la masa continental norteamericana localmente conocidos como "Norte" y que ocasionan que los meses más secos se retrasen hasta Marzo y Abril. Las temperaturas medias mensuales tienen una amplitud modesta que va de 10 a 25 en mayo. Los extremos de calor fluctúan entre 26 & 27 °C (alguna tarde de abril a septiembre), aunque en últimas fechas, se han llegado a presentar temperaturas de hasta 30°C, y los extremos de frío son de entre 3°C a 5°C (de diciembre a febrero). La media de precipitaciones es muy elevada y se acerca a los 3,000 mm anuales, con un máximo en septiembre y octubre. En la tabla 1 se muestran los parámetros promedio del clima en Coatzacoalcos, en donde se puede observar que los meses más calurosos del año son de Marzo a Julio donde se alcanzan temperaturas de 40°C como máximo y 35°C como mínimo. También se observa que los meses donde no hace calor son Diciembre y Enero donde se alcanzan temperaturas de 24°C como máximo y 19°C como mínimo.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura diaria máxima (°C)	24	27	40	40	40	40	39	30	29	28	26	24	28
Temperatura diaria mínima (°C)	16	18	35	36	38	36	35	33	33	29	29	19	21
Precipitación total (mm)	125	64	58	28	127	264	254	379	533	475	371	244	2921

**Tabla 1. Parámetros climáticos promedio de Coatzacoalcos.**

### 1.1.3. Hidrología:

El gobierno mexicano ha establecido la categoría de “Región Hidrológica” para todo el sistema y las subcategorías de “Cuenca Hidrológica”, oficialmente se llama región hidrológica Coatzacoalcos. Esta región es la tercera más importante de México de las 37 en que se encuentra dividido el país. El sistema hidrográfico del río Coatzacoalcos es un sistema que está constituido por importantes afluentes, entre los que destacan los ríos Uxpanapa, Jaltepec, Coachapa y Calzadas. Los primeros nacen en las sierras que delimitan el parte aguas del Istmo de Tehuantepec y el último en la Sierra de los Tuxtlas, como se muestra en la figura 1, en donde se muestran los siguientes 5 ríos importantes: el Río Pánuco, Tuxpan Nautla, Papaloapan, Coatzacoalcos y Río Balsas.

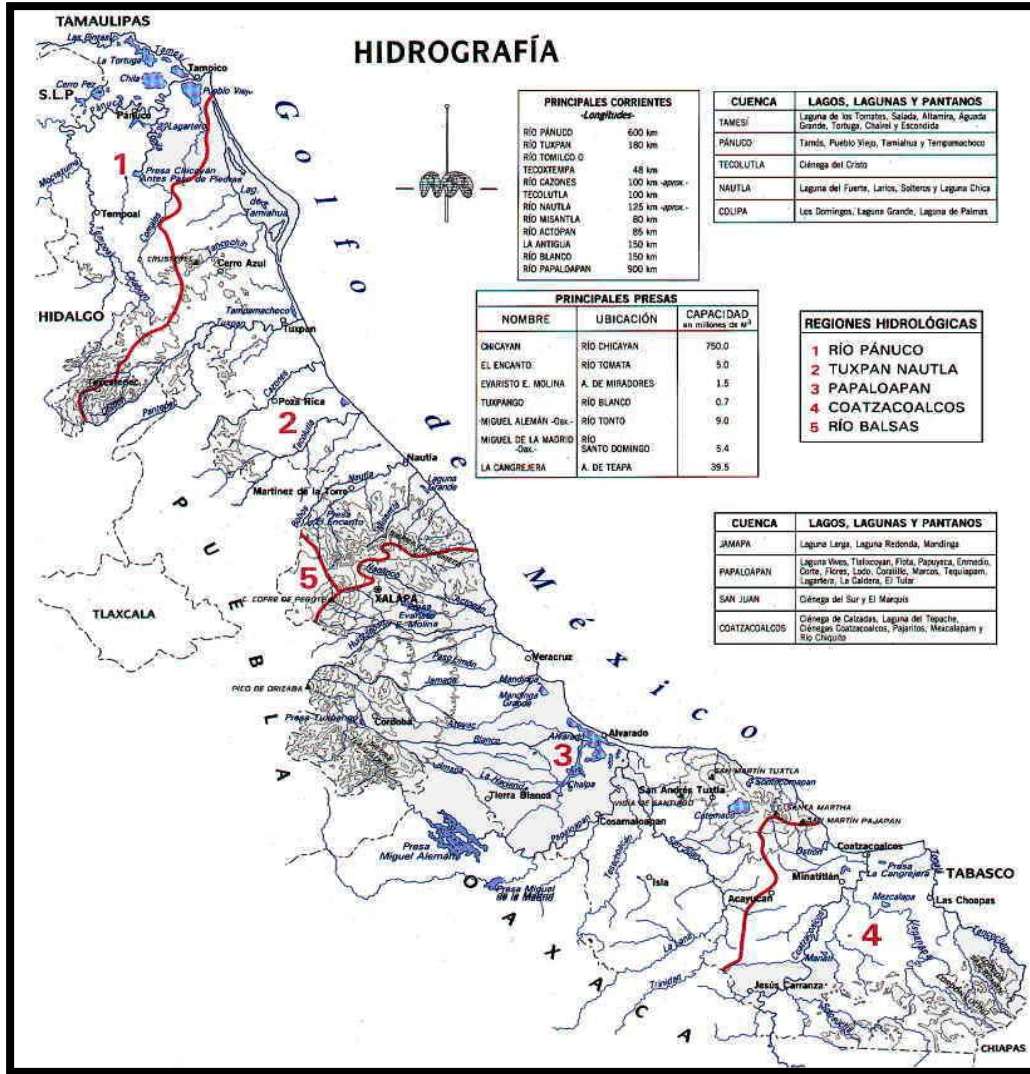


Figura 1. Principales ríos que desembocan en el estado de Veracruz.

#### 1.1.4. Geología:

El estado de Veracruz ha quedado comprendido dentro de siete provincias geológicas, que son: Llanura Costera del Golfo Norte, Sierra Madre Oriental, Eje Neo volcánico, Sierra Madre del Sur, Cordillera Centroamericana y Sierras de Chiapas y Guatemala; cada una de ellas con características litológicas, estructurales y geomorfológicas propias y definidas.

Coatzacoalcos cuenta con suelos arenosos, mismos que se dan en los climas cálidos y tropicales.

#### 1.1.5. Fisiografía:

El municipio de Coatzacoalcos se encuentra en la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Sur en la subprovincia llanura costera veracruzana y el sistema de topo formas de llanura aluvial costera inundable.

#### 1.1.6. Descripción histórica:

Coatzacoalcos se elevó como municipio libre hace 103 años, en los años de la revolución solo existían muy pocos comercios y servicios, la realidad es que era una ciudad que apenas se estaba formando. Con el paso de los años esta ciudad sufrió distintas transformaciones para hacer la vida un poco más fácil y cómoda para sus habitantes, de las cuales se viven algunas problemáticas debido a esos cambios. En la figura 2 se muestra el Coatzacoalcos antiguo cuando eran pocas casas y muchas dunas, apenas se estaban creando y trazando las primeras calles.



**Figura 2. Imagen panorámica del antiguo Puerto México en los años 30.**

En Coatzacoalcos siempre existieron dunas, dichas dunas eran las que recibían los vientos fuertes provenientes del mar, cuando estas se encontraban en donde hoy se tiene situado el boulevard costero de Coatzacoalcos, consecuencia de la



existencia de los problemas que se viven en estos tiempos, como tener arena en las calles, tener que barrer las calles todos los días, por lo tanto, es una lucha interminable.

Hace 30 años antes que se comenzara la construcción de la primera etapa del boulevard o malecón el territorio de la playa era muy amplio, esto es una de las consecuencias más importantes por las cuales se presentan el problema de la arena, porque le quitaron espacio y actualmente el mar está reclamando poco a poco su territorio como se puede observar en una parte del malecón frente a la Casa de Cultura que ya choca el mar contra el muro del boulevard. En la figura 3 se muestra el espacio que existía en la playa, sencillamente más de lo que se tiene en la actualidad.



**Figura 3. Playa de Coatzacoalcos en los años 70.**

No existe la menor duda de que la construcción de un boulevard ha sido un atractivo turístico (Parques, Restaurantes, Hoteles, Centros Nocturnos, Casinos, Plazas, Supermercados, Gasolineras, entre otros), zona de ejercicio físico, zona habitacional, importante vía de transporte en donde anteriormente acortabas distancia porque actualmente se hace presente el tráfico vehicular abundante y se colocan más semáforos.



El boulevard de Coatzacoalcos cuenta con 8 etapas construidas y están realizando la obra para la novena etapa.



Figura 4. Arranque de obra de la primera etapa del malecón.

En la figura 4 se muestra la construcción de la primera etapa del boulevard costero hoy conocido como John Spark, a un costado se encuentra lo que hoy es la Casa de Cultura.

#### 1.1.7. Arena en boulevard de Coatzacoalcos:

En la actualidad, la problemática que existe en el Boulevard costero de la ciudad y puerto de Coatzacoalcos es debido a la desaparición de las dunas en la playa, cuando se presentan cambios climatológicos los vientos fuertes provenientes del mar con la velocidad y potencia que traen mueven todo lo que encuentran a su alrededor.

Esto ocasiona que las ráfagas de viento soplen la arena de la playa al Boulevard Costero ocasionando que algunos tramos de las vialidades se cierren cuando estos cambios climatológicos se hacen presentes y los automovilistas tienen problemas al circular por el boulevard.

Estos eventos climáticos solamente son manifestaciones de la naturaleza por recuperar los espacios de duna que solían estar sobre la playa y que fueron eliminados para la construcción del boulevard.



**Figura 5. Imagen actual del Boulevard Costero.**

En la figura 5 se muestra una vista actual de la primera etapa del boulevard donde ya se encuentran varias plazas a lo largo de esta etapa como la plaza de la bandera y la plaza de la paz.

#### 1.1.8. Aerogenerador Eólico:

Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica). Sus precedentes directos son los molinos de viento que se empleaban para la molienda y obtención de harina. En este caso, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento, proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

Existen diferentes tipos de aerogeneradores, dependiendo de su potencia, la disposición de su eje de rotación y el tipo de generador. Los aerogeneradores pueden trabajar de manera aislada o agrupados en parques eólicos o plantas de generación eólica, distanciados unos de otros, en función del impacto ambiental y de las turbulencias generadas por el movimiento de las palas.

Para aportar energía a la red eléctrica, los aerogeneradores deben estar dotados de un sistema de sincronización para que la frecuencia de la corriente generada se mantenga perfectamente sincronizada con la frecuencia de la red. Ya en la primera mitad del siglo XX, la generación de energía eléctrica con rotores eólicos fue bastante popular en casas aisladas situadas en zonas rurales.

La energía eólica se está volviendo más popular en la actualidad, al haber demostrado la viabilidad industrial, y nació como búsqueda de una diversificación en el abanico de generación eléctrica ante un crecimiento de la demanda.

## 1.2. TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO

a) **Riego con aspersores:** Los aspersores tienen un alcance de hasta 6 mts. de agua, según tengan más o menos presión y el tipo de boquilla. Los aspersores se dividen en:

**Emergentes:** Se levantan del suelo cuando se abre el riego y cuando se para, se retraen.

**Móviles:** Se acoplan al extremo de una manguera y se van colocando y moviendo de un lugar a otro.



Figura 6. Imagen de riego por aspersión.

En la figura 6 se muestra el funcionamiento del sistema de riego mediante aspersores, se ve como riegan de manera uniforme.

b) **Riego con difusores:** Son parecidos a los aspersores, pero más pequeños. Tiran el agua a una distancia de entre 2 y 5 metros, según la presión y la boquilla que se utilice. El alcance se puede modificar abriendo o cerrando un tornillo que llevan muchos modelos en la cabeza del difusor.

Se utilizan para zonas más estrechas. Por tanto, los aspersores para regar superficies mayores de 6 metros y los difusores para superficies pequeñas. Los difusores siempre son emergentes.



Figura 7. Imagen de riego con difusores.

En la figura 7 se muestra el uso de los difusores en los campos donde se necesita un riego con más presión.

**c) Riego por goteo:** Consiste en aportar el agua de manera localizada justo al pie de cada planta. Se encargan de ello los goteros o emisores.

Estos pueden ser: Integrados en la propia tubería de botón, que se entierran en la tubería. Los goteros que se entierran resultan más prácticos para jardineras o zonas donde las plantas estén más desperdigadas y se entierran ahí donde se necesiten.



Figura 8. Imagen de sistema por goteo.

En la figura 8 se aprecia el riego por goteo al pie de las plantas.



**d) Riego subterráneo:** Es uno de los métodos más modernos. Se está usando incluso para césped en lugar de aspersores y difusores en pequeñas superficies enterrando un entramado de tuberías. Se trata de tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad, entre 5 y 50 cm. Según sea la planta a regar (hortalizas menos enterradas que árboles) y si el suelo es más arenoso o arcilloso.



Figura 9. Imagen de tubería de riego subterránea.

En la figura 9 se muestra una tubería de riego antes de ser enterrada en el suelo arenoso y suministrar agua a las plantas.

**e) Cintas de exudación (tuberías porosas):** Las cintas de exudación son tuberías de material poroso que distribuyen el agua de forma continua a través de los poros, lo que da lugar a la formación de una franja continua de humedad, que las hace muy indicadas para el riego de cultivos en línea.

- Humedecen una gran superficie y es especialmente interesante en suelo arenoso.
- Puede utilizarse en el riego de árboles.
- Las presiones de trabajo son menores que las de los goteros. Esto hace necesario el empleo de reguladores de presión especial o micro limitadores de caudal.

- Las cintas de exudación se pueden atascar debido a las algas y a los depósitos de cal (aguas calizas). Por tanto, requieren tratamientos de mantenimiento.



Figura 10. Imagen de cintas de exudación.

En la figura 10 se muestran varias cintas organizadas para suministrar agua en los cultivos que requieran de riego.

- f) **Micro aspersores:** Para textura arenosa son preferibles los micro aspersores que van muy bien porque cubren más superficie que los propios goteros tradicionales, por ejemplo, para regar frutales. Este sistema de riego es idóneo para macizos de flores, rosales, pequeñas zonas, etc.

En la figura 11 se muestra el riego de un micro aspersor en una zona pequeña de cultivo.



Figura 11. Imagen de micro aspersores regando una zona de cultivo.

**g) Riego por manguera:**

- Regar con manguera supone tenerla en la mano muchas horas. Para el Césped está claro que es el peor sistema. Además no se consigue una buena uniformidad, a unos sitios les cae más agua que a otros. No obstante, a muchas personas les gusta regar con manguera.
- Consejo: compra mangueras hechas con un material que no se dobla, para que no interrumpa el riego.



Figura 12. Imagen de riego por manguera.



En la figura 12 se muestra el riego por manguera, este tipo de riego se utiliza para varias cosas, pero más que nada para el jardín y patio de una casa.

- h) Riego por inundación:** Se adapta para siembras extensas y no propensas a enfermedades que se desarrollan por exceso de humedad. Consiste, en llevar agua de pozos profundos o corrientes superficiales (ríos, lagos, estanques, etc.). Requiere que los campos estén preparados con un desnivel que oscile entre 3% y 6% para que el agua corra lentamente y llegue a la parte más baja de la finca donde se recogerá por canales (drenajes) para eliminarla o volverla a usar.



**Figura 13.** Imagen de riego por inundación.

En la figura 13 se muestra una imagen donde aplican este sistema de riego para una siembra extensa.

- i) Sistema lateral sobre ruedas:** Estos sistemas emplean una tubería lateral con aspersores instalados a intervalos regulares. La tubería lateral es, por lo general, de aluminio, con secciones de 6, 9 o 12 metros, y conexiones especiales de acoplamiento rápido en cada junta del tubo. El aspersor se instala en un elevador del tubo para que funcione sobre el cultivo. En los

huertos, el elevador puede ser corto de manera que los aspersores funcionen por debajo del follaje de los árboles.



**Figura 14. Imagen de un sistema lateral sobre ruedas.**

En la figura 14 se muestra un sistema lateral sobre ruedas regando siembra, este tipo de sistema se utiliza para este tipo de trabajo donde está a campo abierto.

### 1.3. MODELOS DE AEROGENERADORES EÓLICOS

#### 1.3.1. SEGUN EL EJE DEL ROTOR:

##### 1. EJE VERTICAL:

- a) **Aerogenerador con rotor Savonius:** Es el modelo más simple de rotor, consiste en cilindros huecos desplazados respecto su eje, de forma que ofrecen la parte cóncava al empuje del viento, ofreciendo su parte convexa una menor resistencia al giro. Se suele mejorar su diseño dejando un espacio entre ambas caras para evitar la sobre presión en el interior de la parte cóncava. Pueden construirse superponiendo varios elementos sobre el eje de giro.

No son útiles para la generación de electricidad debido a su elevada resistencia al aire. Su bajo costo y fácil construcción les hace útiles para aplicaciones mecánicas.



Figura 15. Imagen de aerogenerador con rotor savonius.

En la figura 15 se muestra una imagen de un modelo de aerogenerador eólico con rotor savonius, este se utiliza para aplicaciones mecánicas.

**b) Aerogenerador con rotor Darrieus:** Patentado por G.J.M. Darrieus en 1931, es el modelo de los aerogeneradores de eje vertical de más éxito comercial. Consiste en un eje vertical asentado sobre el rotor, con dos o más finas palas en curva unidas al eje por los dos extremos, el diseño de las palas es simétrico y similar a las alas de un avión, el modelo de curva utilizado para la unión de las palas entre los extremos del rotor es el de Troposkien, aunque puede utilizarse también catenarias. Evita la necesidad de diseños complejos en las palas como los necesarios en los generadores de eje horizontal, permite mayores velocidades que las del rotor Savonius, aunque sin alcanzar las generadas por los modelos de eje horizontal, pero necesita de un sistema externo de arranque.



**Figura 16.** Imagen de aerogenerador con rotor darrieus.

En la figura 16 se muestra un modelo de aerogenerador eólico con rotor darrieus en una zona despejada, este aerogenerador tiene muy buena demanda, no alcanza velocidades como las de uno que tenga rotor savonius.

c) **Aerogenerador con rotor Giromill:** Este tipo de generadores también fueron patentados por G.J.M. Darrieus. Consisten en palas verticales unidas al eje por unos brazos horizontales, que pueden salir por los extremos del aspa e incluso desde su parte central. Las palas verticales cambian su orientación a medida que se produce el giro del rotor para un mayor aprovechamiento de la fuerza del viento.



Figura 17. Imagen de modelo de aerogenerador con rotor giromill.

En la figura 17 se muestra un modelo de aerogenerador eólico con rotor giromill instalado.

d) **Aerogenerador con rotor Windside:** Es un sistema similar al rotor Savonius, en vez de la estructura cilíndrica para aprovechamiento del viento, consiste en un perfil alabeado con torsión que asciende por el eje vertical. La principal diferencia frente a otros sistemas de eje vertical es el aprovechamiento del concepto aerodinámico, que le acerca a las eficiencias de los aerogeneradores de eje horizontal.



**Figura 18. Imagen de un modelo de aerogenerador con rotor windside.**

En la figura 18 se muestra una imagen de un modelo de aerogenerador eólico con rotor windside instalado, este modelo es el que muestra mayor eficiencia de los modelos verticales.

## 2. EJE HORIZONTAL.

Los modelos de eje horizontal pueden subdividirse a su vez por el número de palas empleado, por la orientación respecto a la dirección dominante del viento y por el tipo de torre utilizada:

- a) **Tripala:** Es el más empleado en la actualidad, consta de 3 palas colocadas formando  $120^\circ$  entre sí. Un mayor número de palas aumenta el peso y coste del aerogenerador, por lo que no se emplean diseños de mayor número de palas para fines generadores de energía de forma comercial, aunque si para fines mecánicos como bombeo de agua etc.



Figura 19. Imagen de modelo de aerogenerador horizontal con tres palas.

En la figura 19 se muestran tres aerogeneradores tripala en una zona abierta, este modelo es el más utilizado en la actualidad en zonas eólicas y por la CFE.

**b) Bipala:** Ahorra el peso y coste de una de las palas respecto a los aerogeneradores tripala, pero necesitan mayores velocidades de giro para producir la misma energía que aquellos. Para evitar el efecto desestabilizador necesitan de un diseño mucho más complejo, con un rotor basculante y amortiguadores que eviten el choque de las palas contra la torre.



Figura 20. Imagen de modelo de aerogenerador horizontal con dos palas.

En la figura 20 se muestra otro modelo de aerogenerador horizontal, pero con dos palas este modelo no es tan eficiente como el tripala.

**c) Monopala:** Tienen, en mayor medida, los mismos inconvenientes que los bipala, necesitan un contrapeso en el lado opuesto de la pala, por lo que el ahorro en peso no es tan significativo.





Figura 21. Imagen de modelo aerogenerador horizontal con una pala.

En la figura 21 se muestra un modelo aerogenerador horizontal con una pala es muy similar al de dos palas.

- d) **Orientadas a barlovento:** Cuando el rotor se encuentra enfocado de frente a la dirección del viento dominante, consigue un mayor aprovechamiento de la fuerza del viento que en la opción contraria o sotavento, pero necesita un mecanismo de orientación hacia el viento. Es el caso inmensamente preferido para el diseño actual de aerogeneradores.
- e) **Orientadas a sotavento:** Cuando el rotor se encuentra enfocado en sentido contrario a la dirección del viento dominante, la estructura de la torre y la góndola disminuye el aprovechamiento del viento por el rotor, en este caso el viento es el que orienta con su propia fuerza a la góndola, por lo que no son necesarios elementos de reorientación automatizada en la teoría, aunque si suelen utilizarse como elemento de seguridad. Las palas y la góndola son construidos con una mayor flexibilidad que en el caso de orientadas a barlovento.

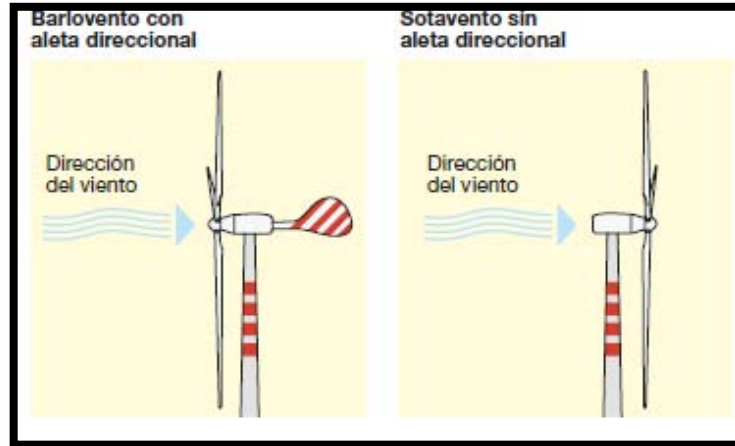


Figura 22. Imagen de diferencias de dirección de viento.

En la figura 22 se muestran las diferentes direcciones del viento y del aerogenerador con aleta y sin aleta direccional.

- f) **Torres de celosía:** Son las construidas mediante perfiles de acero unidos mediante tornillería. Son muy baratas y fáciles de construir, pero necesitan de verificaciones periódicas de la correcta sujeción de los segmentos de acero entre sí. Necesitan un emplazamiento extra para la instalación de los equipos de suelo como sistemas de control o equipos eléctricos, el acceso a la góndola se realiza por escalerillas exteriores de baja protección frente a fuertes vientos y condiciones climáticas adversas. No se utilizan en zonas geográficas septentrionales o para aerogeneradores de gran potencia.

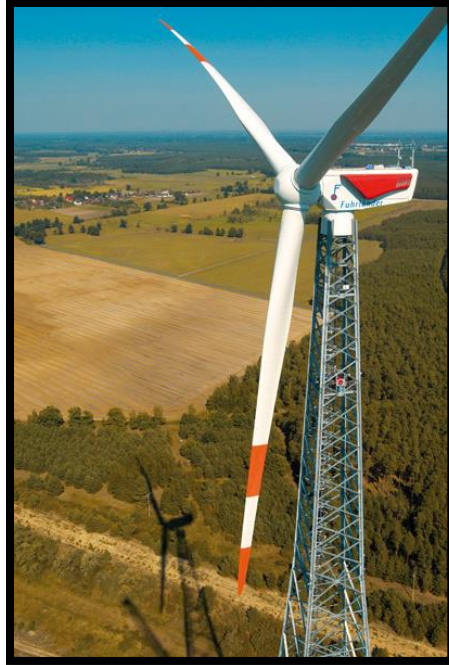


Figura 23. Imagen de torre de celosía en campo.

En la figura 23 se muestra una torre de celosía en campo abierto, no son utilizados para obtener gran potencia.

- g) Torres tubulares:** Consisten en grandes tubos de acero de forma tubular o cónica que ofrecen en su interior espacio para los equipos de suelo y para el acceso a resguardo hacia la góndola. Necesitan de una instalación más laboriosa y cara, pero ofrecen una mayor resistencia y menos mantenimiento necesario que las torres de celosía. Son las más empleadas en equipos de generación de energía.



**Figura 24. Imagen de aerogeneradores tubulares.**

En la figura 24 se muestran varias torres tubulares, estas torres son más eficientes que las de celosía, estos ofrecen menos mantenimiento.

#### 1.3.2. SEGUN POTENCIA SUMINISTRADA:

Equipos de baja potencia: Históricamente son los asociados a utilización mecánica como bombeo del agua, proporcionan potencias alrededor del rango de 50 KW, aunque pueden utilizarse varios equipos adyacentes para aumentar la potencia total suministrada. Hoy en día siguen utilizándose como fuente de energía para sistemas mecánicos o como suministro de energía en equipos aislados.

También se utilizan en grupo y junto con sistemas de respaldo como motores de gasolina para suministro de energía de zonas rurales o edificios, ya sea conectándose a red o con baterías para almacenar la energía producida y garantizar la continuidad de la cobertura energética.

Equipos de media potencia: Son los que se encuentran en el rango de producción de energía de 150 KW. Son utilizados de forma similar a los equipos de baja potencia, pero para mayores requerimientos energéticos. No suelen estar conectados a baterías de almacenamiento, por lo que se utilizan conectados a red o junto con sistemas de respaldo.

Equipos de alta potencia: Son los utilizados para producción de energía de forma comercial, aparecen conectados a red y en grupos conformando centrales eoloelectricas, ya sea en tierra como en entorno marino (offshore). Su producción llega hasta el orden del gigavatio. El diseño elegido mayoritariamente para estos equipos son los aerogeneradores de eje horizontal tripalas, orientados a barlovento y con torre tubular.

### 1.3.3. ESPECIFICACIONES DE ENERGÍA EÓLICA.

El término eólico viene del latín Aeolicus, perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos en la mitología griega. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.

La energía eólica es un tipo de energía que es obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores) capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente las máquinas operativas, como para la producción de energía eléctrica.

#### **1. Ventajas de la Energía Eólica:**

- Es un recurso abundante.
- Es renovable.
- Es limpio.
- Es una de las fuentes más baratas, puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de carbón (considerado tradicionalmente como el combustible más barato), las centrales de combustible e incluso con la energía nuclear, si se consideran los costos de reparar los daños medioambientales.
- Ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles.

- Es considerada energía verde.
- Es libre de condiciones políticas y de relaciones entre países.

## **2. Beneficios de la Energía Eólica:**

Entre sus principales beneficios tenemos los beneficios ambientales:

- No existe minería, es decir, no hay grandes movimientos de terreno, ni arrastre de sedimentos, ni alteración de cauces de agua, ni contaminación por partículas, ni acumulación de residuos radiactivos.
- No hay metalurgia ni transformación del combustible o, lo que es igual, no hay grandes consumos de energía, ni residuos radiactivos, ni problemas de transporte, ni mareas negras, ni contaminación del aire en las refinerías, ni explosiones de gas, ni agentes químicos muy agresivos.
- Tampoco hay combustión ni fisión de combustible, lo que equivale a no accidentes nucleares, no vertidos "controlados" de productos radiactivos, no emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub> ni otros gases invernadero provocadores del cambio climático, contaminantes ácidos, gases tóxicos, polución térmica.
- No se generan residuos, por lo que no hay escombreras, que además pueden arder, ni residuos radiactivos que controlar ahora y por las generaciones que, dentro de cientos y miles de años, tendrán que habitar el planeta que hereden de nosotros.

También están los beneficios económicos que van desde la reducción en el gasto (en energía eléctrica) hasta la generación de empleos (profesionales y técnicos que trabajan en la fabricación, montaje, mantenimiento, por ejemplo, de los parques eólicos).

## **3. Usos de la Energía Eólica:**

En la actualidad, su principal uso es para la generación de electricidad mediante la utilización de máquinas eólicas. Esto puede ser a gran escala (como los parques eólicos), también conocido como centralizado, cuya generación de importantes

cantidades de electricidad es capaz de abastecer a una población de cientos, miles o millones de personas. Y también, puede ser a una escala mucho menor, autónomos, en la que el objetivo es el de abastecer electricidad a una vivienda, brindarle un efecto de molino o bombeo de agua.

## **CAPITULO II**

# **MARCO TEÓRICO**



La demanda de agua y energía en el mundo requiere el desarrollo urgente de nuevos conceptos más eficientes en la generación de energía y en este caso bombeo de agua.

Cuando se trata de bombear agua de pozo, que este se encontrará en la playa y es agua del mar, tenemos que pensar que en ese entorno hay agua y viento, dos elementos de la naturaleza, que están muy ligados al mar. Ambos elementos son renovables y, por lo tanto, inagotables para el uso del hombre en la tierra sin dañar al ecosistema.

El agua, como fluido líquido, tiene excelentes propiedades de transmisión de energía con muy alto rendimiento energético, a través de cilindros hidráulicos. El viento, como fluido gaseoso, ya se está utilizando con éxito como fuente de energía.

El proyecto de humidificación de arena consiste en utilizar racionalmente los elementos viento y agua para obtener energía eléctrica para verter a la red general o para bombeo.

El sector de aerogeneradores a través de los últimos años ha presentado un comportamiento de crecimiento. En México, el desarrollo tecnológico para el uso de este tipo de energía, se inició con un programa de aprovechamiento del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), hace ya muchos años, en febrero de 1977.

El uso de energía eólica en México aún es joven pues existen muchas zonas por explorar en búsqueda de un terreno propicio para la apertura de plantas eólicas. Sin embargo, las mediciones de pequeñas redes anemométricas, realizadas principalmente por el IIE y algunas otras entidades o empresas, han servido para saber de la existencia de vientos aprovechables y económicamente viables como Coatzacoalcos.

## **2.1. PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN POR LA INVASIÓN DE ARENA.**

La problemática que se presenta en la primera etapa del Boulevard de Coatzacoalcos en temporada de frentes fríos es que las ráfagas de viento provenientes del mar son muy fuertes, estas mueven todo lo que se encuentre a su alrededor, por lo tanto la arena se vuela y se coloca en la calle del Boulevard.

En esta etapa se han hecho obras para detener el paso de la arena del lado de la playa como por ejemplo la plantación de almendros que se encuentran al principio de esta etapa frente a casa de cultura, también el desnivel que se realizó con sacos de tonelaje, la colocación de pasto y una sección de lona.

Aún con estas obras la arena continúa invadiendo la avenida de la primera etapa del boulevard de Coatzacoalcos provocando contaminación ambiental, afectación en el tránsito vehicular y zona habitacional por las montañas de arena que se forman en temporada de frentes fríos.

Son alrededor de cien viajes de volteos de 14 metros cúbicos, los que se retiran cada vez que pasa un norte y esto equivale a 1,400 metros cúbicos que se mueven por lo general de la zona del malecón, sus banquetas y carriles de circulación. Se señala que la arena que es levantada se deposita de nuevo en la playa para evitar mayor erosión o es llevada para relleno sanitario.

2.1.1. Gasto del H. ayuntamiento de Coatzacoalcos en recolección de arena en temporada de frentes fríos:

EQUIPO DE TRABAJO	CANTIDAD	COSTO DE RENTA AL MES	COSTO TOTAL	ACLARACIONES
CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	13	\$24,000.00	\$312,000.00	
MOTOCONFORMADORA	3	\$62,000.00	\$186,000.00	
RETROEXCAVADORA	5	\$30,000.00	\$150,000.00	
PAYLOADER	2	\$40,000.00	\$80,000.00	
BOBCAT	4	\$30,000.00	\$120,000.00	
CUADRILLA	10	\$15,000.00	\$150,000.00	COSTO DE 10 CUADRILLAS A LA SEMANA
4 SEMANAS			\$600,000.00	COSTO DE 10 CUADRILLAS AL MES
CAMIONETAS	3	\$15,000.00	\$45,000.00	

<b>TOTAL DE GASTO AL MES</b>	<b>\$1,643,000.00</b>
------------------------------	-----------------------

Tabla 2. Gastos mensuales del H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos en frentes fríos.

En la tabla 2 se expresan los gastos mensuales que realiza el H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos en tiempos de frentes fríos, como se mencionó anteriormente en Coatzacoalcos al año se esperan 50 frentes fríos aproximadamente.

El H. Ayuntamiento no cuenta con maquinaria adecuada para llevar acabo estos trabajos porque la que tienen ya ha sido muy utilizada por varias administraciones por que optan mejor por rentar, los camiones de volteo, la retroexcavadora y el payloader es maquinaria de gran ayuda, pero muy contaminante y en volumen más.

Lo que se busca con este proyecto es que no se contamine al medio ambiente, buscar una solución menos contaminante y más económica en situaciones de cambios climatológicos, o sea los frentes fríos que se hacen presentes año con

año, no se está mencionando que no sea necesaria la incursión de la maquinaria solo que no se utilice mucha.

Con el gasto mensual de renta de equipo de trabajo, imaginen con este monto se podría hacer una inversión para todo el boulevard y hasta considero que no se ocuparía un \$1,643,000.00 pesos. Seguro que se ocuparía mucho menos.

Se considera que utilizando el sistema propuesto el servicio de limpieza que ocupa el H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos solo se utilizará en un 30 %.

## **2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS.**

### **2.2.1. Aerogeneradores:**

Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica). Sus precedentes directos son los molinos de viento que se empleaban para la molienda y obtención de harina. En este caso, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento, proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

Existen diferentes tipos de aerogeneradores, dependiendo de su potencia, la disposición de su eje de rotación, el tipo de generador, etc.

Los aerogeneradores pueden trabajar de manera aislada o agrupados en parques eólicos o plantas de generación eólica, distanciados unos de otros, en función del impacto ambiental y de las turbulencias generadas por el movimiento de las palas.

Para aportar energía a la red eléctrica, los aerogeneradores deben estar dotados de un sistema de sincronización para que la frecuencia de la corriente generada se mantenga perfectamente sincronizada con la frecuencia de la red. Ya en la primera mitad del siglo XX, la generación de energía eléctrica con rotores eólicos fue bastante popular en casas aisladas situadas en zonas rurales.

La energía eólica se está volviendo más popular en la actualidad, al haber demostrado la viabilidad industrial, y nació como búsqueda de una diversificación en el abanico de generación eléctrica ante un crecimiento de la demanda y una situación geopolítica cada vez más complicada en el ámbito de los combustibles tradicionales.

TIPOS DE AEROGENERADORES			
EJE VERTICAL		EJE HORIZONTAL	
Características			
Tipo Savonius	Tipo Darrieus	Barlovento	Sotavento
Lento.	Rápido.	Llamados así porque el viento encentra antes el rotor que la torre.	Acusan los efectos negativos de la interacción torre-rotor.
Poca Eficiencia.	Menor eficiencia que los aerogeneradores de eje horizontal.	Mayor eficiencia que los Sotavento.	Se alinean automáticamente.
Utilizable con los vientos de poca intensidad y en un rango limitado.	Adaptación a los cambios de dirección de viento.	No presentan interferencia aerodinámica con la torre.	Pueden utilizar un rotor flexible para resistir los vientos fuertes.
Necesidad de un control de velocidad adecuado para mantener la eficiencia.	Utilizable con vientos de poca intensidad y en un rango limitado.	Tienen el inconveniente de no alinearse automáticamente con relación al viento.	Existen de tres palas, este modelo es el más generalizado, existen de dos palas, de una pala dotada de contrapeso que ya no se usan en la actualidad y multipala.
Imposibilidad de reducir la superficie aerodinámica en caso de velocidad superior a la nominal debido a sus palas fijas.	Necesidad de un control de velocidad adecuado para mantener la eficiencia.	Necesitan un sistema de orientación.	
Necesidad de un dispositivo mecánico para el paro del aerogenerador.	Imposibilidad de reducir la superficie aerodinámica en caso de velocidad superior por sus palas.		
Necesidad de una estructura robusta que resista vientos extremos.	Necesidad de una estructura no robusta para resistir los vientos extremos (debido a la poca superficie de las palas expuesta al viento en comparación con el Savonius).		
Válido sólo para aplicaciones de poca potencia. Poco ruidoso.	Utilizable para aplicaciones de gran potencia. Poco ruidoso.		

**Tabla 3 : Tabla comparativa de tipos de aerogeneradores.**

En la tabla 3 muestra los tipos de aerogeneradores que existen y menciona las características de los tipos de aerogeneradores de eje vertical y de eje horizontal,

cuales son sus necesidades, su eficiencia, donde se pueden utilizar y colocar, a continuación sus ventajas y desventajas:

### **1. Eje vertical:**

Ventajas:

- Sus principales ventajas son que no necesita un sistema de orientación al ser omnidireccional y que el generador, multiplicador, etc., son instalados en el suelo, lo que facilita su mantenimiento y disminuyen sus costos de montaje.

Desventajas:

- Frente a otro tipo de aerogeneradores sus eficiencias son menores, la necesidad de sistemas exteriores de arranque en algunos modelos, y que el desmontaje del rotor por tareas de mantenimiento hace necesaria que toda la maquinaria del aerogenerador sea desmontada.

### **2. Eje horizontal:**

Ventajas:

- Extremos de pala variable, lo que da a las hojas el ángulo de ataque óptimo. Permitir que el ángulo de ataque sea ajustado proporciona gran control, de modo que la turbina puede recoger la máxima cantidad de energía eólica de cada día y estación.
- Las torres altas permiten acceder a vientos más fuertes en sitios con cizalladura. En algunos lugares, cada 10 metros de altura, la velocidad del viento se incrementa un 20%.

Desventajas:

- Las turbinas horizontales tienen problemas para funcionar cerca del suelo, debido a las turbulencias.

- Las torres altas y las palas largas son difíciles de transportar. El transporte puede costar un 20% del costo de equipamiento.
- Las turbinas altas son difíciles de instalar y necesitan grúas poderosas y operadores hábiles.
- Las turbinas altas pueden afectar los radares de los aeropuertos.
- Presentan impacto visual en el entorno, y con frecuencia suscitan reclamaciones por afeamiento del paisaje.
- Exigen un control cuidadoso, de lo contrario, son propensas a la fatiga de material y los daños estructurales.
- Tienen que orientarse hacia el viento.

<b>Aerogeneradores</b>	<b>Aerogenerador ZH 750</b>	<b>Aerogenerador ZH 1500</b>	<b>Aerogenerador ZH 2000</b>	<b>Aerogenerador ZH 3000</b>
Potencia nominal	750 W	1500 W	2000 W	3000 W
Potencia máxima	900 W	1800 W	2500 W	3500 W
Velocidad potencia nominal	9 m/s	9 m/s	9 m/s	10 m/s
Velocidad potencia máxima	12.5 m/s	12.5 m/s	12.5 m/s	12.5 m/s
Voltaje de salida	12V ó 24V	24V	48V	48V
Peso	65 Kg	78 Kg	88 Kg	105 Kg

**Tabla 4 : Tabla de datos de los diferentes aerogeneradores que se contemplan para la propuesta.**

En la tabla 4 se muestran diferentes tipos de aerogeneradores eólicos que se contemplan en la propuesta de prevención de la invasión de arena en el boulevard costero de Coatzacoalcos, estos aerogeneradores son de eje horizontal ya que son los más comunes e instalados hoy en día, en la tabla se muestran los datos técnicos de cada uno, sus diferentes potencias, velocidades, diferente voltaje y peso.



Este tipo de aerogeneradores eólicos son ideales para generar energía donde no hay red pública, como por ejemplo el campo, la playa y distintos lugares remotos. Cada aerogenerador viene con su controlador de carga y disipador de energía.

### 2.2.2. Sistemas de Riego:

<b>TIPOS DE RIEGO</b>			
<b>Características</b>			
<b>Por Goteo</b>	Ahorra agua	El sistema resulta costoso se debe asegurar previamente la rentabilidad.	
<b>Por aspersión</b>	Se puede aplicar en terrenos lisos, ondulados, no se necesita preparación de la tierra.	Es útil para distintas clases de suelos, permite riegos frecuentes y poco abundantes.	El viento afecta notablemente su distribución.
<b>Riego Subterráneo</b>	Menos pérdida de agua	Duran más las tuberías ya que no les pega el sol.	Se necesita checar que tipo de agua se va a manejar en la tubería.
<b>Cintas de Exudación</b>	Las presiones de trabajos son mínimas.	No es recomendable para aguas calizas.	
<b>Con Difusores</b>	Rápida amortización.	Mantenimiento y vigilancia continua.	
<b>Con micro aspersores</b>	Se pueden usar en zonas muy estrechas.	Mayor economía del agua.	Mantenimiento y vigilancia continua.
<b>Por inundación</b>	Se utilizan en áreas pantanosas.	Es muy trabajosa la reconstrucción y mantenimiento de los diques.	
<b>Con manguera</b>	Te permite regar los rincones a donde otros sistemas no llegan.	Requiere tiempo ya que tienes que ir de un lugar a otro arrastrando la manguera para regar todo.	

Tabla 5 : Tabla de comparativa de los distintos sistemas de riego.

En la tabla 5 se muestran los sistemas de riego que existen, menciona los diferentes tipos, sus características más relevantes y donde se pueden utilizar. A continuación, sus ventajas y desventajas.

Ventajas de riego por goteo:

- Ahorra agua.
- Se mantienen un nivel de humedad en el suelo constante, sin encharcamiento.
- Se pueden usar aguas ligeramente salinas, ya que la alta humedad mantiene las sales más diluidas. Si usas agua salina, aporta una cantidad extra de agua para lavar las sales a zonas más profundas por debajo de las raíces.
- Con el riego por goteo se puede aplicar fertilizantes disueltos y goteros de productos fitosanitarios botón directamente a la zona radicular de las plantas.

Desventajas:

- El inconveniente más típico es que los emisores se atascan fácilmente, especialmente por la cal del agua.
- El sistema resulta costoso, por tanto, se debe asegurar previamente la rentabilidad del tipo de cultivos a establecer.
- Complejidad de las instalaciones.

Ventajas de riego por aspersión:

- Adaptación al terreno: Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.
- Ahorro en mano de obra: Solo necesaria en instalación. Puede automatizarse.
- Su eficiencia de riego es de un 80% frente al 50% en los riegos por inundación tradicionales.

- Especialmente útil para distintas clases de suelos ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes.

#### Desventajas:

- Dependencia de equipos mecánicos.
- El viento afecta notablemente la eficiencia (distribución dispareja).
- No es rentable en suelos de baja infiltración (arcillosos).
- Se necesita determinar bien la distancia entre aspersores, para tener un coeficiente de uniformidad superior al 80%.

#### Ventajas de riego subterráneo:

- Menos pérdida de agua por no estar expuesto al aire.
- Menos malas hierbas porque la superficie se mantiene seca.
- Más estética.
- Permite el empleo de aguas residuales depuradas sin la molestia de malos olores.
- Duran más las tuberías por no darles el sol.
- Se evitan problemas de vandalismo

#### Desventajas:

- El principal inconveniente y que hace que haya que estudiar bien antes si ponerlas o no, es que se atascan los puntos de salida del agua. En particular, por la cal. Si tu agua es caliza, no se recomienda el uso de riego subterráneo.

#### Ventajas de utilizar cintas de exudación:

- Las presiones de trabajo son menores que las de los goteros. Esto hace necesario el empleo de reguladores de presión especial o micro limitadores de caudal.

#### Desventajas:

- Las cintas de exudación se pueden atascar debido a las algas y a los depósitos de cal (aguas calizas). Por tanto, requieren tratamientos de mantenimiento.

#### Ventajas de riego con difusores:

- Uniformidad en el reparto de agua (75% a 80%).
- Facilidad de automatización.
- Rápida amortización.

#### Desventajas:

- Se requiere presión mínimo de 3 kg/cm<sup>2</sup>.
- Poca eficiencia (60% a 80%) frente a otros sistemas ya que existen pérdidas por evaporación.
- Mantenimiento y vigilancia continuada

#### Ventajas de micro aspersores:

- Permite su uso en zonas muy estrechas (bandas).
- Sustituye a la presión cuando no hay presión (entre 1 Kg/cm<sup>2</sup> y 2 Kg/cm<sup>2</sup>).
- Sustituye al goteo cuando no hay concentración de sales.
- Al ser un riego localizado tiene una buena eficacia (80% a 90%).
- Uniformidad del regado más o menos buena (75% a 80%)
- Mayor economía del agua.

#### Desventajas:

- Mantenimiento y vigilancia continuada.
- Pérdidas por evaporación (es riego semi-localizado), por lo que su eficiencia es menor que la lograda con goteros.

#### Ventajas de riego por inundación:

- El sistema de riego por inundación se establece de forma permanente en los terrenos destinados para ello, y es de bajo costo en su operación y mantenimiento.
- Se utilizan generalmente áreas pantanosas naturalmente sobre humedecidas que no serían aptas para otros cultivos.

#### Desventajas:

- Se requiere la realización de obras complejas y caras para la construcción de los canales, para la nivelación de las terrazas y la elaboración de los diques.
- Es bastante trabajosa la reconstrucción y mantenimiento de los diques, pues su rotura haría que se perdiera el agua que contienen y se inundaran otros diques a niveles más bajos.

#### Ventajas de riego por manguera:

- Te da la oportunidad de saber cuánta agua le están aportando a la planta y de regarla en muy poco tiempo con gran cantidad de agua.
- Es una de las formas más usadas para jardines con árboles frutales o plantas que necesitan de mucha agua.
- Con la manguera puedes cubrir una gran extensión, aunque conlleva su tiempo llegar a regarlo todo.
- Te permite regar los rincones más escondidos, proporcionando a las plantas toda el agua que necesitan.

#### Desventajas

- Requiere su tiempo, ya que tienes que ir de un sitio a otro tirando de la manguera para regarlo todo. Además, se tiene la manguera en la mano durante muchas horas, lo que finalmente acaba cansando.

- No consigue una buena uniformidad, ya que en unos sitios cae más agua que en otros.
- Se genera un gasto innecesario y descontrolado de agua, ya que con el riego con manguera solo se aprovecha el 40% de cada litro de agua que se utiliza y el resto se pierde.

Sistema de Riego	Eficiencia %
Riego con aspersores	85%
Riego con difusores	60%
Riego por goteo	95%
Riego subterráneo	70%
Cintas de exudación	65%
Riego con Micro aspersores	80%
Riego con manguera	50%
Riego por inundación	60%

**Tabla 6 : Tabla comparativa de eficiencia de los diferentes sistemas de riego.**

En la tabla 6 se muestra el porcentaje de eficiencia que tiene cada sistema de riego dependiendo de sus ventajas y desventajas, en esta tabla se muestra que el sistema con mayor eficiencia de riego es por goteo seguido por el de aspersión y el menos eficiente es el de riego con manguera.

## **2.3. SISTEMAS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR.**

### **1. Riego por Aspersión.**

El riego por aspersión se presta principalmente para terrenos irregulares, con fuertes pendientes hasta el 25 %; suelos livianos (arenosos), superficiales. Este tipo de riego es una modalidad mediante la cual el agua llega a las plantas que en este caso sería a la arena en forma de "lluvia" localizada.

- Instalación para puesta en presión del sistema:
- Por bombeo, cuando se trata de utilizar agua de pozo, o para regar terrenos que se encuentran a una cota superior a la del embalse de regulación.
- Dispositivos móviles.
- Aspersores.

Revisar Anexos 4 y 5. En el Anexo 4 se muestra una tabla de separación de los aspersores de acuerdo al alcance del agua y a la velocidad del viento. En el Anexo 5 se muestra una tabla de aplicación del aspersor de acuerdo a su tipo de suelo, se hace referencia revisar estas tablas porque son de mucha utilidad para obtener un riego por aspersión efectivo.

### **2. Energía Eólica.**

Energía eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transmutada en otras formas útiles para las actividades humanas.

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Su principal inconveniente es la intermitencia del viento. En el Anexo 6 se muestra la tabla de Beaufort, donde se define cada tipo de viento en función de su velocidad, es muy importante conocer cómo se nombran los vientos.



**Figura 25. Energía eólica en zona arenosa.**

En la figura 25 se muestra una zona eólica arenosa estilo la Ventosa.

### **3. Aerogeneradores.**

Los aerogeneradores, son generadores de energía eléctrica gracias a la acción del viento. En primer lugar, se encuentra una pieza llamada buje que une las palas con un eje de baja velocidad que, a su vez, está conectado a un multiplicador.

Esto es lo que permite que, a pesar de que se vea que las palas del aerogenerador no se muevan a gran velocidad, al pasar por el multiplicador, ésta se acelera significativamente en el eje de alta velocidad (puede llegar a girar hasta 50 veces más rápido que el eje de baja velocidad).

De no ser por este aumento de la velocidad, el generador eléctrico (cuya potencia puede alcanzar entre 500 y 1,500 kW) no se pondría en marcha que es, a fin de cuentas, que es el que se encarga de realizar la transformación completa de la fuerza del viento en electricidad. Si el viento cambia de dirección, no se pierde energía, porque para eso existe otro componente, el controlador electrónico, que monitoriza las condiciones del viento y reorienta las palas según sea preciso.



#### 4. Bomba centrífuga horizontal

La disposición del eje de giro horizontal presupone que la bomba y el motor se hallan a la misma altura; éste tipo de bombas se utiliza para funcionamiento en seco, exterior al líquido bombeado que llega a la bomba por medio de una tubería de aspiración. Las bombas centrífugas, sin embargo, no deben rodar en seco, ya que necesitan del líquido bombeado como lubricante entre aros rozantes e impulsor, y entre empaquetadura y eje. Como ventajas específicas se puede decir que las bombas horizontales, (excepto para grandes tamaños), son de construcción más barata que las verticales y, especialmente, su mantenimiento y conservación es mucho más sencillo y económico; el desmontaje de la bomba se suele hacer sin necesidad de mover el motor y al igual que en las de cámara partida, sin tocar siquiera las conexiones de aspiración e impulsión.



Figura 26. Bomba centrífuga horizontal.

En la figura 26 se muestra la imagen de una bomba centrífuga que se utilizará en el proyecto.

En este proyecto, analizando los diferentes tipos de bomba la que más conviene instalar en la playa es el Aerogenerador con transmisión rotativa, el rotor transmite su energía por medios mecánicos su movimiento de rotación a una bomba rotativa, por ejemplo, a una bomba centrífuga o a una bomba de tornillo.

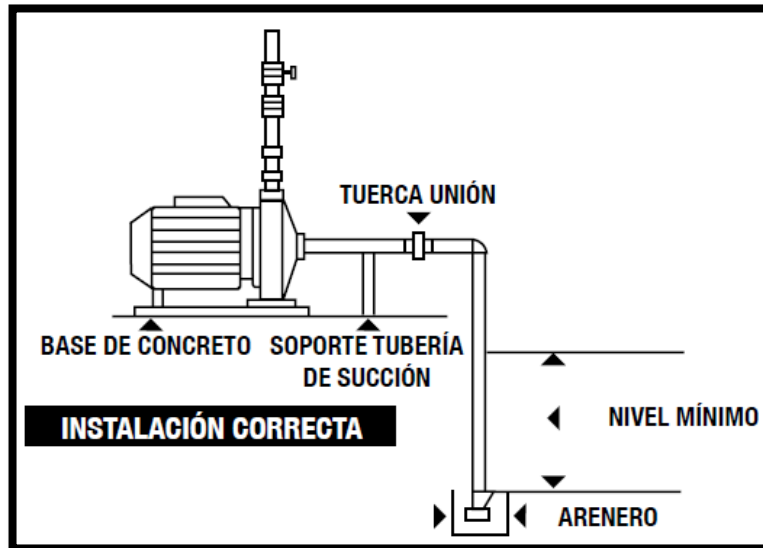


Figura 27. Imagen de instalación correcta de la bomba centrífuga.

En la figura 27 se muestra el funcionamiento de succión de agua con tubería y ayuda de una bomba centrífuga. Ambos casos son utilizados para volúmenes grandes y para desniveles pequeños. Este tipo de transmisión también da libertad para colocar el molino de viento en la mejor posición, independientemente del lugar donde se encuentra el pozo. En la figura 28 se muestra el sistema de bombeo de agua mediante la energía eólica.

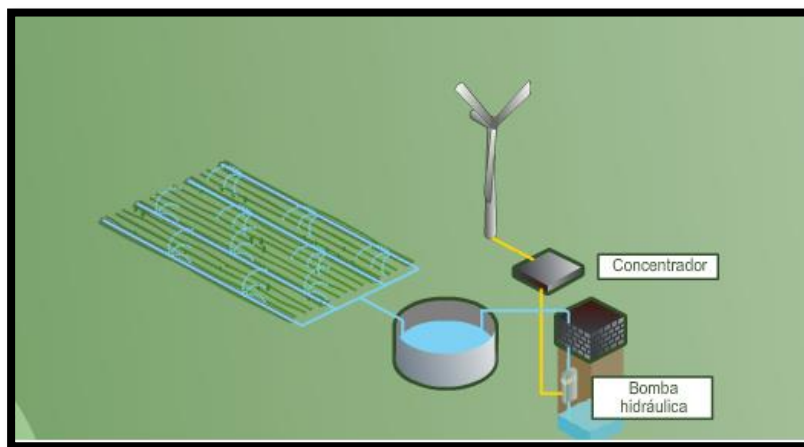


Figura 28. Imagen de utilización de energía eólica para el bombeo de agua.

## 5. Pozo de succión

El agua subterránea

El agua subterránea es un recurso natural renovable, que integra el ciclo hidrológico como un componente fundamental, y constituye el recurso de agua potable, a disposición para el consumo humano, más abundante del planeta.

Si bien las mayores reservas de agua potable se encuentran en los casquetes polares y en los glaciares, estos recursos no están a disposición inmediata, por la distancia que los separa de los asentamientos humanos.

Comparativamente, el agua contenida en lagos, lagunas, ríos y arroyos es una fracción muy pequeña en relación con los enormes volúmenes de agua subterránea contenida en los poros y grietas del subsuelo, a profundidades que varían entre unos pocos centímetros hasta centenares de metros bajo la superficie.

Es entonces en los acuíferos (comúnmente llamados “napas”) donde se acumula la mayor cantidad de agua apta para los diferentes usos, imprescindibles para el desarrollo de la humanidad.

Gran parte de las ciudades del mundo y una proporción mayoritaria de la población rural, especialmente en las zonas áridas y semiáridas, dependen del aprovechamiento del agua subterránea para su subsistencia. A pesar de ello, es poco conocido su origen, su dinámica y las diversas formas en que es aprovechada actualmente para múltiples usos.

El agua de lluvia, o de los ríos y arroyos, que se insume en el suelo y penetra en el subsuelo, desciende por intersticios de las formaciones porosas y permeables, hasta encontrar un estrato impermeable; allí se acumula y llena los poros y fisuras de las rocas, saturándolos. El nivel por debajo del cual todos los poros de las rocas se encuentran saturados se denomina nivel freático.

Un pozo se construye excavando un hueco en un acuífero donde puede entrar el agua y el material rocoso es excluido.

Existen Siete tipos de construcción de pozos:

1. Pozos excavados (anulares).
2. Pozos perforados.
3. Pozos hincados/piloteados.
4. Pozos de disolución.
5. Perforación por percusión.
6. Método de rotación hidráulica.
7. Método de rotación neumática.

Los primeros cuatro métodos son limitados a pocas profundidades y son empleados en la construcción de pozos domésticos. El método de rotación hidráulica es usualmente empleado en la construcción de pozos municipales e industriales en acuíferos de roca consolidada.

1. Pozos Excavados (Anulares).

Los pozos anulares se construyen con palas y picos en zonas rurales. Tienen una efectividad razonable en materiales granulares finos.

Desarrollo de Pozos:

Cuando se termina la fase de construcción es necesario desarrollar el pozo. El desarrollo tiene el objetivo de remover la arcilla, limo y arena fina del área cercana a la rejilla. De esta manera mejora la calidad del agua a extraer. El método es más fácil de desarrollo es el bombeo de agua.

En caso de obstrucciones se puede inyectar agua a grandes presiones, en especial en pozos perforados con circulación hidráulica.

## **6. Características de las tuberías:**

Tuberías para sistemas móviles.

Deben ser materiales ligeros, siendo los más frecuentes el aluminio y acero galvanizado, aunque también se utilizan de PVC y polietileno.

Las tuberías de polietileno son flexibles lo que permite su manejo en rollos con grandes longitudes de tuberías (50 – 200 metros). Están indicadas para pequeños diámetros (16 – 200 mm), siendo las uniones más usadas las de tipo manguito y más adecuada para este proyecto.

Las principales características de las tuberías de polietileno son poseer una gran flexibilidad, facilidad de montaje, bajo número de juntas y gran resistencia a las cargas. Debido a su alto precio, se suelen utilizar sólo en diámetros pequeños y para riegos donde no sea frecuente el movimiento de los ramales de aspersión.

## **7. Elementos de medida y control:**

En toda instalación deben existir diferentes elementos para medir fundamentalmente el caudal de agua que pasa por un lugar determinado, el volumen de agua que ha circulado y la presión. Para ello se emplean respectivamente los caudalímetros, los contadores volumétricos y los manómetros, existiendo en el mercado gran variedad en función del intervalo de medida, material de fabricación, etc.

Asimismo, son muy recomendables determinados elementos de control tanto del caudal como de la presión. Es aconsejable, cuando la topografía lo requiera, instalar reguladores de presión a la entrada de las unidades o subunidades de riego para conseguir presiones homogéneas en toda la instalación, especialmente si el terreno es ondulado y existen diferencias de altura considerables entre distintos puntos.

## **8. Mangueras de uso rudo:**

Las mangueras están diseñadas para trabajar como manguera para fluido de agua, las cuales cumplen los requerimientos de acuerdo al producto que fluye por estas. La cubierta exterior de las mangueras es resistente a la abrasión, corrosión, y al ataque de químicos, rayos ultra violeta y ozono. Las medidas estándar varían y se pueden cortar de acuerdo a los requerimientos del cliente. Las conexiones de las mangueras se pueden fijar con bandas, abrazaderas y se pueden usar conexiones roscadas, conexiones rápidas, universales, bridas fijas o giratorias con reducciones, dependiendo de los requerimientos del consumidor. Se cuenta también con mangueras de caucho con un alambre interno en forma helicoidal para garantizar su conductividad.

**CAPÍTULO III**

**DESARROLLO DEL SISTEMA  
PROPUESTO PARA LA PREVENCIÓN DE  
ARENA**

### **3.1. SISTEMA PROPUESTO PARA LA PREVENCIÓN DE ARENA.**

En este sistema se toman en cuenta varios factores que son de suma importancia como lo son el viento que es la fuente principal para generar energía.

El sistema de humidificación se realiza por los siguientes pasos:

1. Se instalan aerogeneradores aprovechando que la zona es ventosa y permite producir electricidad para bombear agua.
2. La electricidad producida pasa por un concentrador.
3. Se colocan los aspersores en los puntos correspondientes.
4. Se accionan las bombas centrífugas para succionar agua de los pozos.
5. El suministro de agua para humidificar la arena se obtendrá de pozos que estarán ubicados en la playa.
6. El flujo de agua adquirido alimentará las mangueras que están conectadas a los aspersores para ejecutar el riego.
7. Finalmente se humidifica la arena.

Estos son algunos de los principales puntos que se llevan a cabo durante la operación de humidificación de arena de la playa de Coatzacoalcos, para lograr que las calles del boulevard no se vean afectadas por la invasión de arena en tiempos de vientos fuertes.

Esta es una iniciativa en la cual se ahorraría mucho en cuestión de gasolina, rentas de maquinaria y camiones de trabajo, ya que en tiempos de frentes fríos se hacen alrededor de 100 viajes de volteo en un día, no contaminaría el smog de los camiones de volteo los cuales algunos no se encuentran en condiciones óptimas y otros ya están siendo dados de baja.



<b>ESPECIFICACIONES DE AEROGENERADOR DE 3 KW</b>	
	<b>AEROGENERADOR ZH 3000</b>
POTENCIA NOMINAL	3000W
POTENCIA MAXIMA	3500W
DIAMETRO DE LA HELICE (AREA)	4 m (12.6 m <sup>2</sup> )
VELOCIDAD DE ARRANQUE	3.0 m/s
VELOCIDAD POTENCIA NOMINAL	10 m/s
VELOCIDAD POTENCIA MAX.	12.5 m/s
ROTACION @ POTENCIA NOMINAL	350 rpm
CONTROLADOR DE CARGA:	Controlador electrónico externo con tecnología PWM (Pulse Wide Modulation) que mejora la eficiencia de recarga, con disparador de energía.
VOLTAJE DE SALIDA	48 V
TIPO DE RECARGA:	PWM, Híbrido para solar de 900 W, Banca de batería mínima: 2400 Ah
PROTECCION SOBRE VELOCIDAD	Electrónica
PESO	105 Kg.
COSTO DE MANTENIMIENTO CADA AÑO DE LOS 9 AEROGENERADORES	\$117,000.00
PRECIO EN \$ USD	<b>\$2,990.00</b>
PRECIO EN PESOS (X 13.06)	<b>\$39,049.40</b>
POR 9 AEROGENERADORES	<b>\$351,444.60</b>

**Tabla 7. Especificaciones de aerogenerador considerado.**

En la tabla 7 se presentan las especificaciones de diseño, trabajo, funcionamiento, el costo original en dólares, el costo en pesos, el total de la inversión de 9 aerogeneradores para colocarlos en los 9 puntos donde se encontrarán ubicados los pozos y bombas de succión tomando en cuenta la primera etapa (2.0 km) del boulevard costero de Coatzacoalcos.

Por otro lado, generaría más fuente de empleo para mantenimiento, operación, buen uso del sistema propuesto y se ahorrarían una buena parte de dinero que bien se podría destinar dicho monto a otras problemáticas que presente la ciudad. Además, se dará un paso adelante en tecnología.

### 3.1.1. SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS:

#### Tipo de aspersor a utilizar

Aspersores de impacto: Son los más utilizados en agricultura. El giro se consigue mediante el impulso del chorro del agua sobre un brazo oscilante que se desplaza y vuelve a su posición inicial gracias a un muelle recuperador.

Cuando el brazo vuelve a su posición original, golpea el cuerpo del aspersor provocando un ligero giro del mismo. La velocidad de giro es relativamente pequeña, por lo que se les considera aspersores de giro lento.

Los aspersores de impacto pueden disponer de una o varias boquillas, una de las cuales, denominada boquilla motriz, producen el chorro que impacta sobre el brazo móvil. El material utilizado en su construcción es latón o bronce, aunque también se fabrican de plástico de alta resistencia al desgaste por rozamiento. En la figura 10 se observan las partes con las que cuenta un aspersor de impacto.

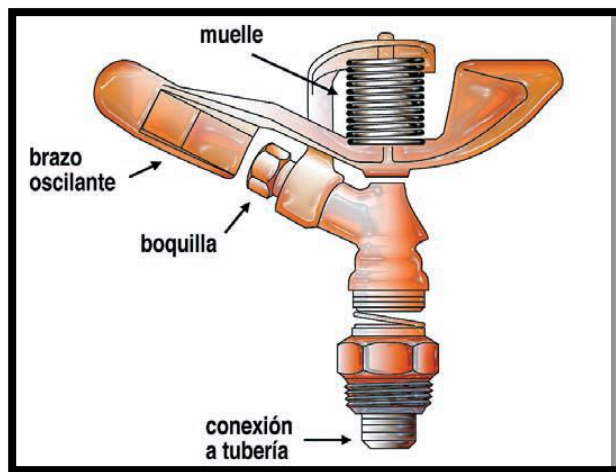


Figura 29. Componentes de un aspersor de impacto típico.

En la figura 29 se muestran las partes que conforman un aspersor de impacto típico.

De media presión: Son aspersores que trabajan a una presión comprendida entre 2.5 y 4 kg/cm<sup>2</sup>. Suelen llevar una o dos boquillas con un diámetro comprendido entre 4 y 7 milímetros, pudiendo suministrar caudales entre 1.000 y 6.000 litros/hora. Suelen utilizarse en marcos desde 12x12 metros a 24x24 metros, lo que indica que el alcance del aspersor puede variar de 12 a 24 metros.

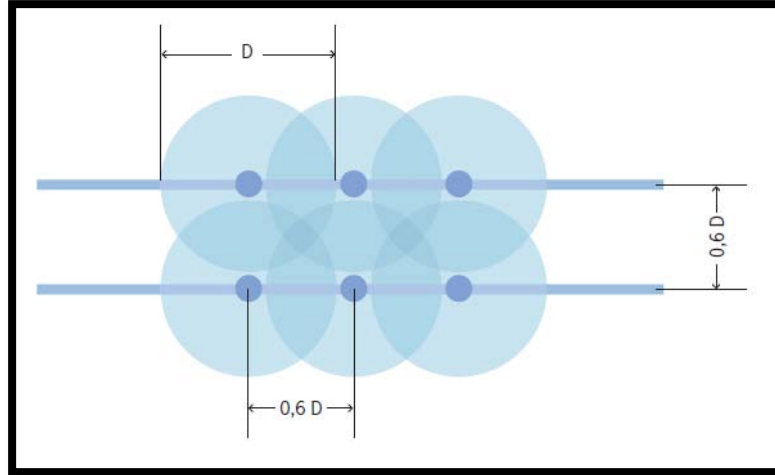
### **Aspersores y distribución del agua**

Los aspersores son los elementos de la instalación de riego por aspersión encargados de distribuir el agua en forma de lluvia sobre la superficie del suelo. Son elementos provistos de una o más boquillas montadas sobre un cuerpo central, por las que sale el agua a presión. El movimiento gira torio del aspersor es provocado por la presión del agua que, al salir, se dispersa en forma de gotas mojando una superficie más o menos circular, cuyo alcance depende de la presión del agua y del tipo de aspersor.

La distribución del agua sobre la superficie regada por un aspersor no es uniforme, por lo que para conseguir la mayor uniformidad posible han de disponerse los aspersores lo suficientemente próximos entre sí de tal forma que se produzca un solape entre ellos.

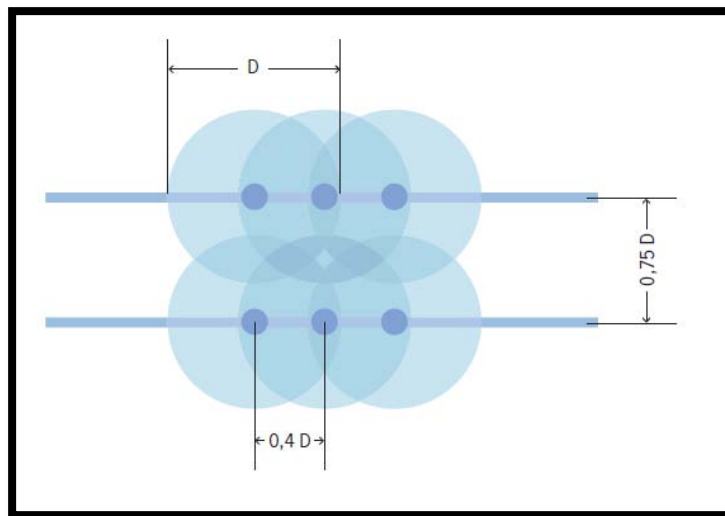
El viento es uno de los principales elementos que distorsiona el perfil de distribución del aspersor, de tal forma que a mayor velocidad del viento mayor distorsión del chorro de agua. Por ello es muy útil conocer los vientos dominantes de la zona a la hora de seleccionar el marco de riego (distancia que existe entre dos aspersores contiguos del mismo ramal de aspersión y entre dos ramales).

Los marcos de riego más habituales son: marco cuadrado o real, en rectángulo y en triángulo o tresbolillo. En el Anexo 4 se muestra la tabla de separación entre aspersores de acuerdo al alcance del agua y velocidad del viento, en el Anexo 5 se muestra la tabla de velocidad de aplicación del aspersor de acuerdo al tipo de suelo y en el Anexo 6 se muestra la tabla de Beufort donde se define el tipo de viento de acuerdo a su velocidad.



**Figura 30. Separación recomendada entre aspersores en marco cuadrado.**

En la figura 30 se muestra los marcos en cuadrado y triangular (tresbolillo), la separación entre los aspersores y ramales de aspersión debe ser el 60% del diámetro mojado.



**Figura 31. Separación recomendada entre aspersores en marco rectangular.**

En la figura 31 se muestra marcos rectangulares donde indica la separación entre ramales debe ser el 75% del diámetro mojado y el 40% del diámetro entre aspersores de un ramal.

### 3.2. PLANEACIÓN DEL PROYECTO.

<b>PLAN DE TRABAJO DE SISTEMA PROPUESTO PARA LA PREVENCIÓN DE LA INVASIÓN DE ARENA EN LA PRIMERA ETAPA DEL BOULEVARD DE LA CIUDAD DE COATZACOALCOS, VERACRUZ.</b>		
<b>No. De Actividad</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DIAS</b>
<b>INGENIERÍA</b>		
1	Ingeniería de detalle.	10
2	Catálogo de conceptos y lista de materiales.	10
<b>OBRA CIVIL</b>		
3	Asignación de pedido y procura de materiales por parte del contratista.	16
4	Acopio de materiales de construcción.	5
5	Trazo y nivelación estableciendo ejes de referencia. Mediante equipo topográfico.	2
6	Excavación para estructura en cepas con herramienta manual, mano de obra: se consideran como excavaciones en cepa para estructuras efectuadas desde las líneas de desplante hasta las líneas de proyecto señaladas en los planos.	2
7	Carga y acarreo en carretilla hasta 300 m de distancia de material producto de excavación, para su posterior reutilización en áreas específicas a nivelar.	2
8	Relleno, compactación y nivelación de arena de banco.	1
9	Habilitado y colocación de cimbra de madera de acabado común en reglas y fronteras, colocación de varillas de 3/8@15 cm en ambos sentidos.	2
10	Colocación de pavimento a base de concreto hidráulico premezclado con un MR=45 kg/cm <sup>2</sup> clase 1.	2
11	Construcción de base de concreto con una sección de 0.60 m x 0.50 m y 10 cm de peralte.	2
<b>OBRA MECÁNICA</b>		
12	Compra de materiales, tubería, codos, válvulas check y accesorios.	15
13	Manejo, habilitado e instalación de tubería, codos y válvula check para sistema de succión del pozo.	15
14	Montaje de bomba centrífuga de 2 Hp en base de concreto.	15
15	Montaje de aerogeneradores de eje horizontal de 3KW marca Zonhan.	30
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>		
16	Compra material eléctrico.	15
17	Habilitado e instalación de tubería conduit y accesorios.	20
18	Cableado por tubería conduit.	15
19	Colocación de interruptores termo magnéticos, banco de baterías, inversores y disipadores de energía.	7
20	Conexión a motor y prueba de rotación.	7
21	Periodo de pruebas.	7

**Tabla 8. Plan de trabajo para construcción de sistema propuesto.**

En la tabla 8 se muestran una serie de actividades de diferentes tipos de obra (Ingeniería, Civil, Mecánica y Eléctrica), los días que se tomará en realizarse cada actividad, tomando en cuenta cualquier tipo de cambio climatológico o contingencia que pueda retrasar alguna de las actividades, estas actividades que se llevarán a cabo para la construcción del proyecto, en total son 200 días.

### 3.2.1. Especificaciones de Planeación del proyecto.

El área considerada para la propuesta del proyecto de prevención de la invasión de arena es la primera etapa del boulevard que cuenta con 2 kilómetros de longitud, que es de la Av. Pase Miguel Alemán a la Av. Independencia, en esta área se propone colocar equipos que disminuyan la situación que se vive cada vez que los cambios climatológicos se hacen presentes y con menos gasto en cuestión de renta de maquinaria pesada.

Para esta propuesta se considera llevar acabo obra civil, mecánica y eléctrica.

Dentro de la obra civil se considera hacer las bases donde se colocarán las bombas centrífugas así como la protección de concreto que llevarán cada uno de estos para protegerse del salitre que existe por la zona, también la caseta donde se guardaran las mangueras con sus aspersores que esta tendrá una puerta de aluminio y hacer los pozos de succión en los puntos donde se colocarán los equipos.

Dentro de la obra mecánica se considera la instalación de los aerogeneradores de 3 KW que irán en los postes de luz indicados en donde estarán bien soportados y reforzados, también el habilitado e instalación de la bomba centrífuga y sus accesorios.

Dentro de la obra eléctrica el habilitado e instalación de tubería conduit para colocar cable que conectara el sistema del aerogenerador con el poste de luz en donde se encontrará instalado aerogenerador, la conexión de los motores de las bombas, también instalar el controlador de carga, banco de baterías, disipador de energía y el inversor.



**Figura 32. Macro localización del Malecón Costero de Coatzacoalcos, Veracruz.**

En la figura 32 se muestra la primera etapa del boulevard costero, de Coatzacoalcos en donde se considera implementar la propuesta de proyecto que abarca de la Av. Venustiano Carranza a la Av. Independencia que en distancia son 2 Kilómetros.

### **3.3. CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.**

#### **3.3.1. NORMAS PARA EL PROYECTO.**

##### **3.3.1.1. ESPECIFICACIÓN PARA SISTEMAS DE RIEGO.**

###### **1. ANTECEDENTES:**

De los sistemas de riego presurizado con mayor demanda el denominado "riego por aspersión" es uno de los más importantes. Por tal motivo, se requiere asegurar su operación eficiente con proyectos de sistemas de riego con diseños que garanticen la correcta selección de los equipos y componentes, así como una instalación confiable.

La presente norma NMX-O-177-SCFI-2011 tiene el objeto de que las empresas cuenten con una guía para integrar de manera adecuada los documentos mínimos que debe conformar un proyecto, de tal manera que faciliten su revisión y se asegure su correcta construcción y operación.

Así, la norma contiene las especificaciones que permiten que un sistema de riego localizado esté acorde con las condiciones del suelo, disponibilidad y calidad del agua, clima, cultivo y características topográficas del terreno y que además tenga una buena distribución del agua y a un costo aceptable.

###### **2. OBJETIVO DEL PROYECTO:**

Esta Norma Mexicana establece los documentos, lineamientos y requisitos mínimos que deben conformar un proyecto ejecutivo de sistema de riego presurizado en cualquiera de sus modalidades, de manera que facilite su revisión y propicie su correcta construcción y operación.

Esta Norma Mexicana aplica a todos los proyectos de riego presurizado que se diseñen para ser instalados en la República Mexicana.

El objetivo del presente documento es establecer las especificaciones mínimas requeridas para la correcta construcción, aplicación de sistemas de riego para el suministro de agua en la arena.



### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. Describir las características relevantes del proyecto como son: nombre del predio, localización, nombre del propietario, cultivos, fuente de abastecimiento de agua, capacidad del equipo de bombeo, filtrado y características de operación.

2. La información necesaria del proyecto debe contener los aspectos siguientes:

- a) General;
- b) Del cultivo;
- c) Del suelo;
- d) Topográfica;
- e) Fuente de abastecimiento y calidad del agua, y
- f) Necesidades de operación.

### 3. Diseño agronómico

#### 3.1. Características de operación

- a) Intensidad de riego o lámina precipitada horaria (mm/h);
- b) Tiempo de operación;
- c) Periodicidad de riego, horas y días disponibles por mes;
- d) Número de secciones;

Gasto por sección;

- e) Disposición de las secciones;
- f) Tiempo de riego por posición, y
- g) Número de emisores por planta.

El tiempo de operación diario considerado en el diseño no debe exceder de 22 h o del 90 % del tiempo disponible de suministro de agua.

4. Los resultados del diseño del proyecto deben presentar las características hidráulicas de lo siguiente:

- a) Tubería de conducción (tramo, longitud, diámetro interno, gasto, velocidad, pérdida de carga).
- b) Laterales y porta laterales (número de salidas, diámetro interno, presión requerida aguas abajo de la válvula de seccionamiento).
- c) Emisores (presión y gasto).
- d) Accesorios y válvulas de seccionamiento.
- e) Componentes del cabezal de riego.
- f) Carga dinámica del sistema de riego y gasto.

5. Los emisores seleccionados deben tener un coeficiente de variación de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana PROY-NMX-E-225-CNCP-2008 la cual establece los requisitos mecánicos y funcionales aplicables a las tuberías, mangueras y cintas de goteo, sus accesorios, métodos de prueba e información necesaria para la correcta instalación y operación en campo de las mismas.

6. Diseño electromecánico.

6.1. Presentar la carga dinámica total desglosada y el gasto utilizado en la selección del equipo de bombeo.

Características del equipo de bombeo:

- a) Tipo de bomba.
- b) Curva de selección.
- c) Caudal y presión de descarga.
- d) Eficiencia de la bomba.
- e) Diámetros de succión y de descarga.
- f) Potencia y velocidad del motor.
- g) Capacidad del transformador, cuando aplica.

6.2. Instalaciones eléctricas y mecánicas.

- Las características eléctricas y mecánicas para la selección e instalación del sistema y equipo de bombeo, con sus cálculos en su caso, deben estar de acuerdo con las normas oficiales mexicanas NOM-001-ENER-2014

(Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba) y NOM-004-ENER-2008 (Eficiencia energética de bombas centrífugas para bombeo de agua para uso doméstico en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW.- Límites, método de prueba y etiquetado).

El proyecto debe incluir de manera detallada todas las cantidades de obra, de materiales y equipos; clasificándolos con número progresivo, clave, concepto, unidad y cantidad, agrupándolos de la manera siguiente:

- Sistema de riego.
- Obra civil.
- Equipo mecánico y eléctrico.

### 3.3.1.2. ESPECIFICACIONES PARA APLICACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA.

#### 1. ANTECEDENTES:

Se aplica a sistemas eléctricos de energía eólica incluyendo circuitos del sistema, unidades de acondicionamiento de potencia y controladores para tales sistemas. Los sistemas eólicos cubiertos por este artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica o autónoma, con o sin almacenamiento de energía eléctrica, como baterías.

#### 2. OBJETIVO DEL PROYECTO:

El objetivo principal es elaborar un proyecto en donde se indiquen los aspectos normativos que deben cumplir las instalaciones eólicas en nuestro país con base en las experiencias de otros países que emplean la energía cinética del viento para la producción de energía eléctrica. En la actualidad estos lineamientos no están considerados en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEDE-2012 (Instalaciones Eléctricas).

#### 3. OBJETIVO DEL DOCUMENTO:

El objetivo del presente documento es establecer las especificaciones mínimas requeridas para la correcta construcción, aplicación de sistemas de energía eólica mediante aerogeneradores para humedecer la arena de la playa cuando se presenten los frentes fríos por medio de pozos de succión de donde se obtendrá el líquido para aplicar el riego por aspersión.

#### 4. REQUERIMIENTOS GENERALES:

1. Cada zona eólica debe verificar estándares mínimos para cinco requisitos técnicos básicos:

FP: Factor de potencia (curva de capacidad) y control de tensión

FRT: Tolerancia ante huecos de tensión

FC: Aptitud para soportar variaciones de frecuencia y realizar RPF

PQ: Emisión de flicker y armónicos.

1.1. La propia instalación de producción y todos sus componentes deberán ser capaces de soportar, sin desconexión, cualquier perturbación en la tensión (en módulo y/o ángulo) en el punto de conexión a la red, producidos por cortocircuitos trifásicos, bifásicos a tierra o monofásicos o ante cualquier causa de otra naturaleza sin presencia de falta, con los perfiles de magnitud y duración.

1.2. El sistema será capaz de permanecer acoplado a la instalación ante sobretensiones, en una o en todas las fases cuya tensión eficaz a tierra en el punto de conexión a la red alcance 1,30 pu (unidad de potencia y tensión) durante 250 m/s (metros sobre segundos) o 1,15 pu (unidad de potencia y tensión) durante un segundo.

2. Alcance. Potencia reactiva y activa

2.1. Tanto durante el periodo de mantenimiento de la falla, como durante el periodo de recuperación de tensión, no podrá existir en el punto de conexión a la red, consumo de potencia reactiva por parte de la instalación.

2.2. No obstante lo anterior, se admiten consumos puntuales de potencia reactiva únicamente durante los primeros 40 m/s inmediatamente posteriores a la aparición de la falla y durante los 80 m/s inmediatamente posteriores al despeje de la misma, y ello, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Durante un periodo de 40 m/s desde que se produce la falla, el consumo neto de potencia reactiva de la instalación, en cada ciclo, no deberá ser superior al 60% de la potencia nominal registrada.
- b) Durante los primeros 80 m/s desde que se despeja la falla, el consumo neto de energía reactiva de la instalación no deberá ser superior a la energía reactiva.

### 3. Fallas desequilibradas (monofásicas y bifásicas)

#### 3.1. Potencia reactiva

Tanto durante el periodo de mantenimiento de la falla, como durante el periodo de recuperación de tensión posterior al despeje de la misma, no podrá existir en el punto de conexión a la red, consumo de potencia reactiva por parte de la instalación. Adicionalmente se permiten consumos transitorios durante el resto de la falta, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) El consumo neto de energía reactiva de la instalación no deberá ser superior a la energía reactiva equivalente al 40% de la potencia nominal registrada de la instalación durante un periodo de 100 ms.
- b) El consumo neto de potencia reactiva de la instalación, en cada ciclo (20 ms), no deberá ser superior al 40% de su potencia nominal registrada.

#### 3.2. Potencia activa

Tanto durante el periodo de mantenimiento de la falla, como durante el periodo de recuperación de tensión posterior al despeje de la misma, no podrá existir en el punto de conexión a la red, consumo de potencia activa por parte de la instalación.

Durante el resto del periodo de mantenimiento de la falla, se admiten consumos de potencia activa, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a) El consumo neto de energía activa no deberá ser superior a la energía activa equivalente al 45% de la potencia nominal registrada de la instalación durante un periodo de 100 m/s.
- b) El consumo de potencia activa, en cada ciclo (20 m/s), no deberá ser superior al 30% de su potencia nominal registrada.

#### 4. Frecuencias

4.1. Los aerogeneradores no pueden contribuir incrementando su producción durante una falla pero sí pueden ayudar a la red manteniendo un determinado nivel de generación.

4.2. A efectos de colaborar con la recuperación de la frecuencia frente a contingencias, los aerogeneradores deben permanecer conectados a la red cuando la tensión o la frecuencia se encuentren fuera del rango normal.

4.3. Frecuencias de Corte: La instalación de generación deberá disponer de los equipos necesarios que le permitan realizar regulación potencia-frecuencia, es decir, estará capacitada para producir incrementos o decrementos de potencia activa proporcionales al desvío de frecuencia en el punto de conexión a la red.

#### 5. Protecciones.

Se debe contar con un sistema de protección para el aerogenerador, grupo de aerogeneradores, transformador principal y auxiliar, líneas de transmisión de enlace, interruptores y de las barras principales.

##### 5.1. Protecciones de Subestación y Punto de Interconexión.

Las protecciones para la subestación, transformador de potencia, líneas de enlace y equipos auxiliares deben estar montados en Tableros de control y Protección que cumplan con los requerimientos establecidos en la especificación V6700-62(CFE Tableros de Protección, Control y Medición para Subestaciones Eléctricas) y los relevadores utilizados deben estar en la listado de relevadores aprobados LAPEM-05L (Listado de Relevadores Aprobados por CFE).

##### 5.2. Protecciones para líneas de transmisión de enlace.

Los esquemas de protección de las líneas de transmisión de enlace deben cumplir con los requerimientos establecidos en la norma de referencia NRF-041-CFE “Esquemas Normalizados de Protección para Líneas de Transmisión”, debiendo

aplicar relevadores que se encuentren aprobados en el “Listado de Relevadores Aprobados” LAPEM-05L.

### 5.3. Protecciones para Aerogeneradores

Para la protección del aerogenerador se deben utilizar relevadores digitales, la alimentación a estos deberá ser redundante y de distintas baterías.

Los Permisarios deberán cumplir con las mejores prácticas de la Industria, para proteger sus aerogeneradores ante fallas internas y externas, evitando que sus fallas internas afecten los equipos y las personas ubicados después del Punto de Interconexión. En el Anexo 1 se muestran las auditorías clave que marca la SENER (Secretaría de Energía), la CRE (Comisión Reguladora de Energía) y la CFE (Comisión Federal de Electricidad) en donde se conduce la política energética para hacer estudios de factibilidad de interconexión a la red, el otorgar permisos, así como la aprobación de términos y condiciones. En el Anexo 2 se muestra los permisos y licencias que se necesitan para llevar a cabo un proyecto eólico. En el Anexo 9 se muestra el formato del H. Ayuntamiento de Coahuila de Zaragoza donde menciona que se necesita llenar para poder llevar a cabo una construcción y el contenido de las instrucciones al reverso. Este formato se necesita llenar y posteriormente hacer el trámite para construir las bases y cajones para protección de las bombas centrífugas que succionarán el agua del suelo.



### 3.3.1.1. ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS.

#### 1. Objetivo:

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos de construcción que se deben cumplir durante la perforación de pozos para la extracción de aguas nacionales y trabajos asociados, con objeto de evitar la contaminación de los acuíferos.

#### 2. Campo de aplicación:

Esta Norma se aplica a la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales destinadas a los usos agrícola, agroindustrial, doméstico, acuacultura, servicios, industrial, pecuario, público urbano y múltiples.

La responsabilidad en la aplicación y cumplimiento de la presente Norma corresponde al concesionario o asignatario que realice la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales.

#### 4. Definiciones:

Para propósitos de esta Norma, las siguientes definiciones y unidades son aplicables:

##### 4.1 Acreditamiento:

Acto mediante el cual la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial reconoce organismos nacionales de normalización, organismos de certificación, laboratorios de pruebas y de calibración y unidades de verificación, para que lleven a cabo las actividades a que se refiere la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

##### 4.2 Acuífero:

Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

#### 4.3 Ademe:

Tubo generalmente metálico o de policloruro de vinilo (PVC), de diámetro y espesor definidos, liso o ranurado, cuya función es evitar el derrumbe o el colapso de las paredes del pozo que afecten la estructura integral del mismo; en su porción ranurada, permite el flujo del agua hacia los elementos mecánicos de impulsión de la bomba.

#### 4.4 Asignatario:

Dependencia u organismo descentralizado de la administración pública federal, estatal o municipal que explota, usa o aprovecha aguas nacionales mediante asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua.

#### 4.5 Campo de percolación:

Área preparada para verter agua que se empleará para la recarga artificial de acuíferos, ya sea por inundación directa o en forma de riego.

#### 4.6 Concesionario:

Persona física o moral que explote, use o aproveche aguas nacionales mediante concesión otorgada por la Comisión Nacional del Agua.

#### 4.7 Desarrollo del pozo:

Conjunto de actividades tendentes a restituir e incrementar la porosidad y permeabilidad del filtro granular y la formación acuífera adyacente al pozo.

#### 4.8 Desinfectante:

Substancia o proceso que destruye o impide la reproducción de microorganismos infecciosos, tales como las bacterias y los enterovirus.

#### 4.9 Filtro granular:

Material redondeado de origen natural, exento de materia orgánica o cualquier substancia que altere o modifique sus propiedades físicas y químicas naturales, cuyo tamaño se selecciona en función de las características del acuífero; se

coloca entre el ademe y el contra ademe o pared de la unidad geológica horadada y su función principal es la de evitar la entrada de material fino al interior del pozo.

#### 4.10 Fluido de perforación:

Agua, agua con bentonita, aire, aire con espumantes, o lodos orgánicos, empleados en las labores de perforación rotatoria de pozos, para remover el recorte del fondo, enfriar y limpiar la barrena, mantener estables

#### 4.11 La Comisión: Comisión Nacional del Agua:

Órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

#### 4.12 Nivel freático:

Nivel superior de la zona saturada, en el cual el agua, contenida en los poros, se encuentra sometida a la presión atmosférica.

#### 4.13 Pozo:

Obra de ingeniería, en la que se utilizan maquinarias y herramientas mecánicas para su construcción, para permitir extraer agua del subsuelo.

#### 4.14 Uso agrícola:

La utilización de agua nacional, destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

### 5. Clasificación:

Para propósitos de esta Norma, los pozos se pueden clasificar, en cuanto a su uso, en agrícola, agroindustrial, doméstico, en acuicultura, en servicios, industrial, pecuario, público urbano y múltiples.

### 6. Especificaciones:

#### 6.1 Materiales usados en la construcción de pozos:

Las piezas y sustancias utilizadas en la construcción de pozos deben ser de calidad comercial.

## 6.2 Documentos requeridos para la aprobación de operación del pozo:

Para aprobar la operación del pozo por parte de la Comisión, es necesario que el concesionario o asignatario entregue los siguientes documentos:

- a) Croquis de localización del pozo, indicando las posibles fuentes de contaminación
- b) Registro eléctrico del pozo, integrado por:
  - Curvas de resistividad (normal corta, normal larga y lateral)
  - Curva de potencial espontáneo (S.P.)
- c) Registro estratigráfico (corte litológico)
- d) Diseño final del pozo
- e) Requisitos y memoria de cálculo y resultado del aforo
- f) Análisis físico-químico del agua que incluya determinación del pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio y sólidos disueltos totales.

Para la elaboración de los pozos que se encontrarán ubicados en la primera etapa del Boulevard costero se cumplirá con los requisitos, permisos y formatos que se necesiten para hacerlo de la mejor manera respetando las especificaciones de calidad para no generar contaminación, como lo es el formato de Anexo del Solicitante y el de Solicitud de Servicios CNA-01-005 Concesión para la Extracción de Materiales. En el Anexo 8 se muestra los formatos de la CONAGUA antes mencionados, en estos se menciona que se necesita llenar como solicitante y para poder extraer agua del suelo.

### 3.3.2. CÁLCULOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

#### 1. Cálculo de aspersores y secciones.

El cálculo realizado para este proyecto se tomó en cuenta solo la primera etapa del boulevard (2.0 km) y la distancia del mar al muro del boulevard. Lo primero que se realizó fue el cálculo de los aspersores, saber cuantos aspersores se van a necesitar y en cuantas secciones se puede dividir los 2.0 km para cubrir esta área.

Se determinó que la utilización de un marco cuadrado es la opción más adecuada, la separación entre los aspersores debe ser el 60% del diámetro mojado por lo que la presión de aspersión es más uniforme.

Datos:

$$D = 24 \text{ mts}$$

$$D_{\text{Blvd}} = 2000 \text{ mts}$$

$$D_{\text{Mar al muro}} = 30 \text{ mts}$$

$$2000 \times 30 = 60000 \text{ mts}$$

$$D_{\text{fila de aspersores}} = 84 \text{ mts}$$

$$44 + 40 = 84$$

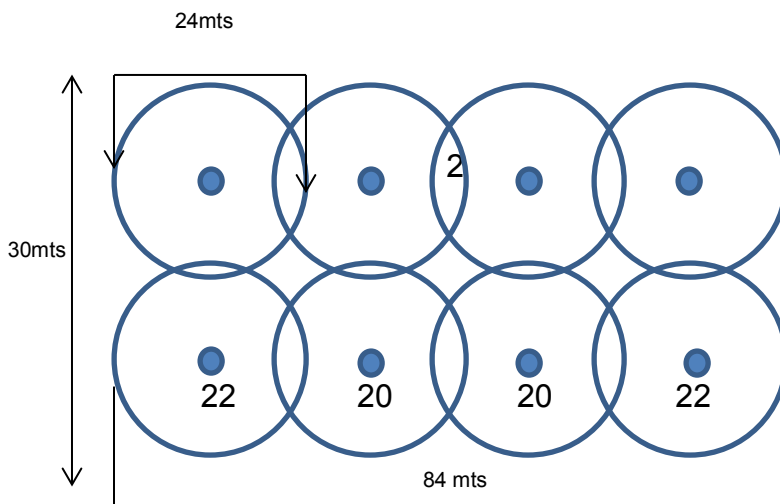
$$84 \times 84 = 7056$$

$60000 / 7056 = 8.50 = 9$  secciones a lo largo de la primera etapa del malecón con 8 aspersores cada una, 72 aspersores en total.

La presión comprendida de los aspersores es de 4 kg/cm<sup>2</sup>.

El caudal de cada aspersor es de 1000 litros/hora esto es igual a 4.40 gpm (galones por minuto) y 17 litros/minuto, esto por 8 aspersores da como resultado 136 litros/minuto de agua en una sección.

$$8 \text{ aspersores} = 8000 \text{ litros/hora} = 35.92 \text{ gpm}$$



## 2. Cálculo de la potencia para el motor de la bomba.

La bomba a utilizar es denominada “bomba centrífuga”, su función es subir el agua a la altura total, pero antes de calcular la bomba se debe conocer el valor de la cabeza de bomba para poder obtener el resultado del cálculo de la bomba.

La característica de un sistema está dada por la curva de cabeza-caudal, la cual está dada por dos componentes; la cabeza estática total, TSH, (Fija. Independiente del caudal manejado) y la Cabeza Dinámica, CD, (Variable. Dependiente del caudal manejado).

Esta Cabeza Estática Total (TSH) se determina físicamente sobre el sistema, la bomba se encuentra por encima del nivel de succión.

La cabeza estática total o cabeza de bomba su valor es:

$$H = \frac{p * 2.31}{sg}$$

$$H = \frac{4(14.22) * 2.31}{1}$$

$$H = 131.39 \text{ pies}$$

La potencia efectiva del motor de la bomba se calcula de acuerdo con la fórmula:

$$bHP = \frac{Q \cdot H \cdot Sg}{3960 \cdot \eta_m}$$

Dónde:

Q: Gasto (G.P.M.)

H: Cabeza de bomba (H<sub>2</sub>O)

$\eta_m$ : Eficacia mecánica de la bomba (Dato de fabricación)

bHp: Potencia (al freno) (H.P.)

sg: Densidad relativa del líquido al agua

Teniendo que:

$$bHP = \frac{(35.92) * (131.39) * (1)}{3960 * (0.9)}$$

$$bHP = 1.3242 = 2 HP$$

#### a. Cálculo NPSH

La cabeza de succión neta positiva (Net Positive Suction Head, por sus siglas en inglés) es un parámetro de suma importancia en el funcionamiento de una bomba.

En la entrada a una bomba la presión del fluido debe disminuir (succión) para poder mantener el flujo del fluido, pero se debe tener cuidado de que en todo momento se mantenga por encima de la presión de vapor del mismo. Si se permite que la presión del líquido descienda por debajo de la Presión de vapor se forman burbujas en la corriente del fluido que posteriormente colapsan al alcanzar las zonas de mayor presión de la bomba causando vibración y picaduras (pitting) en el rodete o impulsor. Este es el fenómeno de la cavitación.

El NPSH disponible es un parámetro del sistema y debe calcularse. Nos dice que tanta succión se puede tolerar antes que la presión alcance Presión de vapor.

El NPSH disponible se calcula de acuerdo con la fórmula:

$$NSPHd = S + (Pa - Pvp) * \left(\frac{2.31}{sg}\right) - hsl$$

Dónde:

S: Cabeza estática

Pa: Presión atmosférica

Pvp: Presión de vapor del agua

Sg: Gravedad específica

hsl: Línea de succión

Teniendo que:

Datos:

S=2m=6.561 ft, Pa=14.7 psia, Pvp=0.6 psi, Sg=1, Hsl=1.1 ft

$$NPSHd = -6.561 + (14.7 - 0.6) * (2.31/1) - 1.1$$

$$NPSHd = -6.561 + 32.54 - 1.1$$

$$NPSHd = -6.561 + 31.445 = 24.879 \text{ ft}$$



### 3.3.3. CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

#### 3.3.3.1. Equipos, sistemas y operaciones que se utilizaran para la construcción del proyecto:

Para la construcción de este proyecto se necesita de algunos elementos para que este puede funcionar y tener un tiempo de vida óptimo, entre estos elementos se encuentran:

- 1.- Sistema de Energía Eólica.
- 2.- Aerogeneradores.
- 3.- Bombas de Agua Eólicas.
- 4.- Pozos de succión.
- 5.- Aspersores.
- 6.- Sistema de Humidificación de arena.

#### 3.3.3.2. Sistema de Energía Eólica:

Energía eólica se obtendrá del viento que pasará por las aspas de los aerogeneradores. El costo inicial o inversión inicial, el costo del aerogenerador incide en aproximadamente el 60 a 70%. El costo medio de una central eólica es hoy de unos 1.200 Euros, en pesos aproximadamente \$ 21,072.00 por kW de potencia instalada y variable según la tecnología y la marca que se vayan a instalar ("direct drive", "síncronas", "asíncronas", "generadores de imanes permanentes").

**Direct Drive:** Es el mecanismo que toma el poder viniendo de un motor sin ninguna reducción.

**Síncronas:** Es una maquina eléctrica rotativa de corriente alterna que convierte energía eléctrica en energía mecánica, siendo en este caso utilizada como motor

síncrono, o bien convierte energía mecánica en energía eléctrica, siendo este el caso utilizada como generador síncrono.

**Asíncronas:** Hace referencia al suceso que no tiene lugar en total correspondencia temporal con otro suceso.

Por ejemplo: Un motor asíncrono es aquel cuya velocidad de rotación no corresponde con la frecuencia de corriente alterna que lo hace funcionar.

**Generadores de imanes permanentes:** Un generador de imanes permanentes es un generador síncrono en el que se ha sustituido el bobinado de excitación, normalmente en el rotor, por un sistema formado por imanes permanentes que suministran un campo de excitación constante.

- Debe considerarse la vida útil de la instalación (aproximadamente 20 años) y la amortización de este costo.
- Los costos financieros.
- Los costos de operación y mantenimiento (variables entre el 1 y el 3% de la inversión).

### **Ventajas para instalar este sistema en el Boulevard Costero.**

Es un tipo de energía renovable ya que tiene su origen en procesos atmosféricos debidos a la energía que llega a la Tierra procedente del Sol. Es una energía limpia ya que no produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes.

No requiere una combustión que produzca dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), por lo que no contribuye al incremento del efecto invernadero ni al cambio climático.

Puede instalarse en espacios no aptos para otros fines, por ejemplo en zonas desérticas, próximas a la costa, en laderas áridas y muy empinadas para ser cultivables. Su instalación es rápida, entre 4 meses y 9 meses. En el Anexo 1 se muestran las auditorías clave que marca la SENER (Secretaría de Energía), la CRE (Comisión Reguladora de Energía) y la CFE (Comisión Federal de

Electricidad) en donde se conduce la política energética para hacer estudios de factibilidad de interconexión a la red, el otorgar permisos, así como la aprobación de términos y condiciones. En la figura 33 se muestra el sistema de generación eólica que se conforma de un aerogenerador, controlador de carga, banco de baterías, un inversor y un disipador de energía.

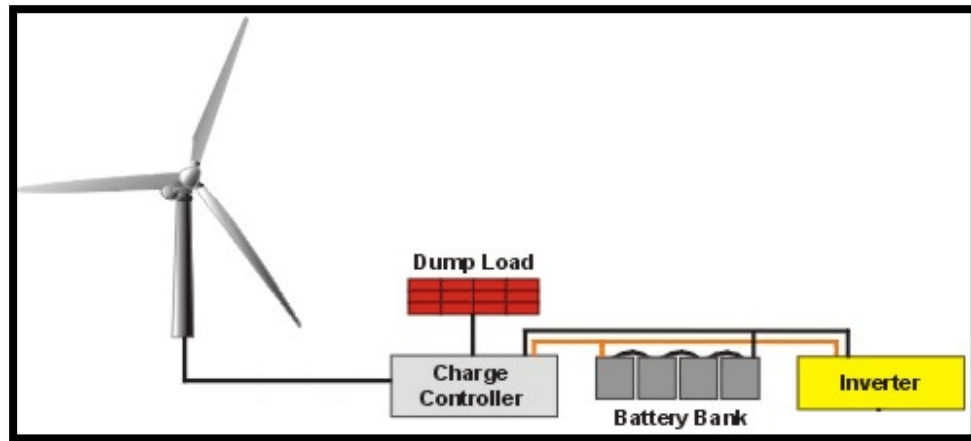


Figura 33. Sistema de generación eólica.

#### 3.3.3.3. Aerogeneradores:

Los aerogeneradores, verdaderos "colosos" que cada día son más familiares en los paisajes que nuestro país, son generadores de energía eléctrica gracias a la acción del viento.

El proyecto requiere tener este mismo paisaje en Coatzacoalcos, es un sistema innovador el cual no le va a generar una elevación de costo al gobierno, es pieza clave para evitar la contaminación de arena en las calles de la ciudad y en la avenida del boulevard, va a generar nuevos empleos para darle mantenimiento y servicio a este sistema para que funcione y dure los próximos 30 años, dándole su respectivo mantenimiento cada 6 meses.

Las partes visibles de un aerogenerador son la góndola (carcasa que protege su mecanismo interno) y las palas del rotor (que pueden tener hasta 20 metros de longitud), además del largo mástil que sostiene el Aerogenerador. Pero después

encontramos varios elementos que entran en juego y que ya no pueden percibirse a simple vista. Como se muestra en la figura 34.

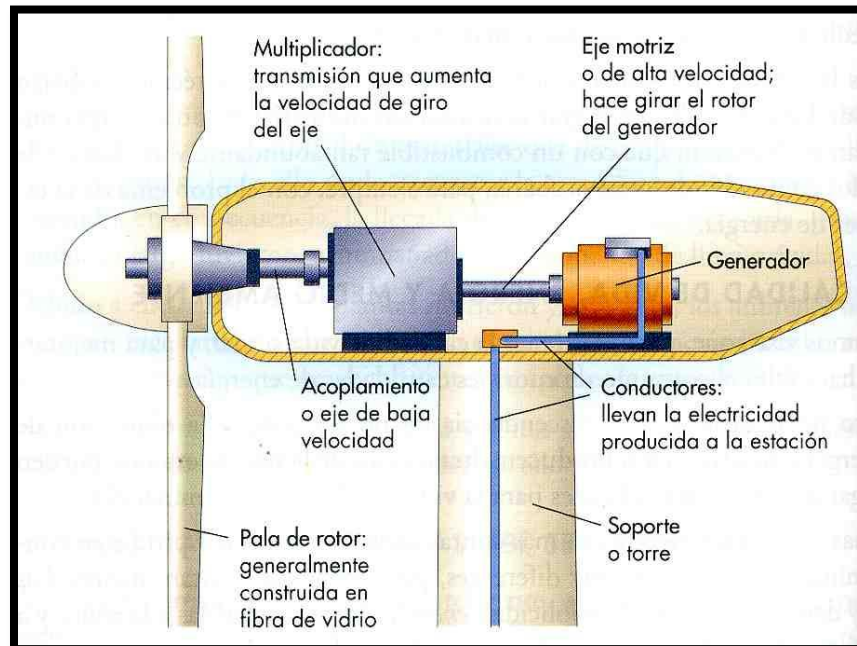


Figura 34. Partes que conforman y hacen que funcione un aerogenerador.

### Funcionamiento general.

Las grandes palas (aspas) de la hélice convierten la energía del viento en energía rotativa. Un generador con imanes permanentes conectado al eje principal convierte esta energía en electricidad trifásica con un voltaje que varía según los modelos entre 12VAC hasta 480VAC.

La energía trifásica se rectifica en un controlador de carga (Charge Controller) que viene conjunto con el aerogenerador. La energía de corriente continua ahora es apta para recargar un banco de baterías de ciclo profundo. El método de la recarga es de voltaje continuo con adaptación de la corriente, lo que es la forma recomendada para baterías de plomo ácido. La capacidad del banco de baterías depende de la potencia del equipo y puede alcanzar hasta 80 baterías de 200 Ah (Amperio-Hora) cada uno.

Cuando la banca de batería está cargada y ya no puede acumular más energía el controlador de carga automáticamente envía la energía eléctrica a un disipador de energía (Dump Load), que es principalmente una resistencia que se calienta. Esto es importante para “frenar” el aerogenerador pues es un sistema de freno eléctrico. El disipador de energía igual viene conjunto con el aerogenerador.

Opcionalmente existe en algunos controladores la posibilidad de ingresar la energía de un sistema fotovoltaico. Así en forma muy sencilla se puede realizar su proyecto híbrido de generación solar/eólico.

Cuando haya vientos muy fuertes el aerogenerador vira su hélice afuera del viento (side furling). Esto debido a su diseño especial no simétrico de la colocación de la cola del aerogenerador. En la figura 14 se muestra como se conforma el sistema eólico. En el Anexo 3 se muestra como darle mantenimiento a un aerogenerador y cada cuanto tiempo hay de dárselo, en el Anexo 6 muestra la Tabla de Beufort donde nos muestra los tipos de viento de acuerdo a su velocidad.

#### 3.3.3.4. Aerogenerador elegido para el proyecto:

Aerogenerador de 3kw marca Zonhan.

Diseño:

El diseño de los aerogeneradores es muy robusto: tienen tres aspas largas de fibra de vidrio montados en un buje de hierro fundido. Que se monta al eje principal que es cónico.

Los aerogeneradores ZH de ZONHAN disponen de imanes cromatizados y cambiables. Cada imán está fijado por un perno al eje central.

La carcasa de los aerogeneradores está fabricada totalmente en aluminio para disminuir el peso y garantizar la mejor protección contra la corrosión. La cola está fijada a un lado. Este diseño hace que con vientos muy fuertes el aerogenerador se vira evitando el choque directo del viento (Side Furling). El aerogenerador viene con un acople para un tubo de 3” exterior para poder montarlo en una torre.

Parte del sistema es el controlador de carga que eléctricamente está diseñado para cada modelo de aerogenerador. El controlador es de la última tecnología PWM (recarga de modificación de ancho de pulsos) para garantizar un uso eficiente de energía para la recarga de la batería.

Todos los controladores tienen indicadores grandes análogos o digitales (depende del modelo) para el voltaje y amperaje del sistema. Cada controlador de carga viene conjuntamente con su disipador de energía.

Este disipador es parte del sistema de seguridad de freno: El aerogenerador frena normalmente utilizando la energía eléctrica. Como “freno de mano” cada controlador dispone de un interruptor que se titula “Manual Brake”. A través de este interruptor se cortocircuitan los polos del aerogenerador. En el Anexo 1 se muestran las auditorías clave que marca la SENER (Secretaría de Energía), la CRE (Comisión Reguladora de Energía) y la CFE (Comisión Federal de Electricidad) en donde se conduce la política energética para hacer estudios de factibilidad de interconexión a la red, el otorgar permisos, así como la aprobación de términos y condiciones. En el Anexo 2 se muestra los permisos y licencias que se necesitan para llevar a cabo un proyecto eólico.

### **3.4. SISTEMA DE OPERACIÓN**

#### **3.4.1. BOMBA CENTRÍFUGA DE 2 HP**

Las bombas que se van a utilizar en el proyecto son bombas centrífugas horizontales de 2 HP que se encontrarán ubicadas en 9 puntos de la primera etapa del boulevard donde se aplicara el sistema de humidificación de la arena esto para disminuir su invasión al boulevard.

Estas bombas van a realizar el trabajo de succión de agua de los pozos que se van a escarbar en los 11 puntos indicados, el agua que succionen se transportara por las mangueras que se le conectaran para que los aspersores de impacto realicen su función, dispersar el agua a la arena para humedecerla.

La bomba recibirá energía mediante un aerogenerador de 3000W (3KW) que se encontrará colocado en la parte superior de un poste de luz del boulevard, las bombas se colocaran pegadas al muro del boulevard que son lugares secos y donde obtendrán una buena ventilación que no excederá los 40 grados centígrados.

Tendrá su protección de cemento para protegerse del viento y el salitre como se muestra en la figura 35. En el Anexo 3 se observa el mantenimiento a los equipos y en este se habla acerca de cómo darle mantenimiento a una bomba centrífuga.

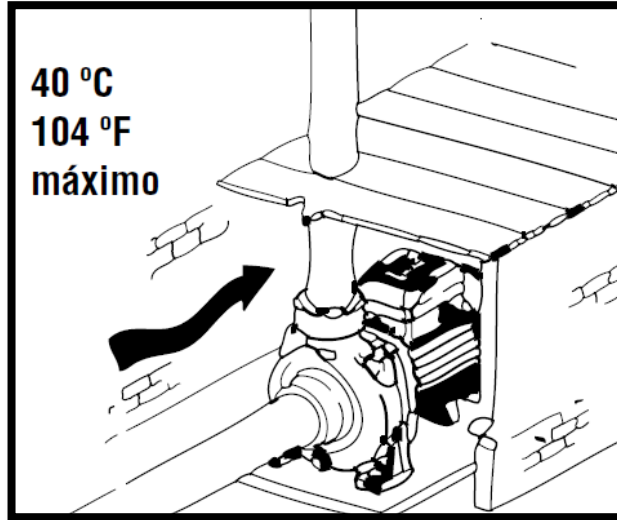


Figura 35. Bomba centrífuga con protección de cemento

### 3.4.2. POZOS DE SUCCIÓN

Este tipo de obra es indicada especialmente para el aprovechamiento de acuíferos libres de bajo rendimiento, donde el pozo funciona como captación, pero al mismo tiempo como reserva para el almacenamiento de un volumen de agua que permita su extracción en forma manual o con algún sistema de impulsión.

Asimismo en acuíferos constituidos por rodados de gran diámetro o rocas que dificulten o encarezcan la construcción de pozos mediante máquinas de perforar, la excavación de pozos en forma manual es una alternativa para hacer viable el acceso al agua.

La profundización de un pozo en suelos, sedimentos y rocas poco consolidadas requiere, para seguridad de los operarios, que las paredes sean revestidas con una pared de hormigón, a medida que se avanza con la obra en profundidad.

Para el proyecto se construirán 9 pozos a lo largo de la primera etapa del boulevard de donde se extraerá el líquido requerido para humedecer la arena, los pozos tendrán una profundidad de 2 m de altura ya que su nivel freático es muy bajo y no requiere mayor profundidad.



### 3.4.3. SISTEMA DE HUMIDIFICACIÓN DE ARENA

La humidificación es una operación unitaria en la que tiene lugar una transferencia simultánea de materia y calor sin la presencia de una fuente de calor externa. De hecho siempre que existe una transferencia de materia se transfiere también calor. Pero para operaciones como extracción, adsorción, absorción o lixiviación, la transferencia de calor es de menor importancia como mecanismo controlante de velocidad frente a la transferencia de materia.

Por otro lado, en operaciones como ebullición, condensación, evaporación o cristalización, las transferencias simultáneas de materia y calor pueden determinarse considerando únicamente la transferencia de calor procedente de una fuente externa.

En el proyecto se planea aplicar este tipo de operación aprovechando el agua que succionará de los pozos para que cuando se presenten los cambios climatológicos se activen al momento que se activen las bombas centrífugas, mismas que se encontraran en los distintos puntos donde se planean instalar los pozos de succión.

Este sistema contará con mangueras de uso rudo las cuales se colocarán con los aspersores cuando se presente el cambio de clima para que soporte las condiciones de salinidad y corrosividad y que tenga mayor durabilidad.

Esta operación unitaria se llevará a cabo por medio de un sistema de riego de aspersión que ayudará y será de vital importancia para que no vuele la arena a las calles de la ciudad.

### 3.5. SISTEMA DE RIEGO

El objetivo de los sistemas de riego es poner a disposición de los cultivos el agua necesaria para que cubra sus necesidades, complementando la recibida en forma de precipitaciones.

La eficiencia de aplicación es una característica propia de cada instalación. En la eficiencia se incluye el diseño de la instalación, su mantenimiento, su manejo, siendo más fácil conseguir altas eficiencias de aplicación con unos sistemas de riego. En la tabla 9 se observa la eficiencia de distintos tipos de sistemas de riego, en esta tabla se muestra que el sistema que se ocupará tiene un porcentaje de eficiencia del 65%-90%.

Sistema de Riego	Eficiencia
Goteo	85-95%
Pívot	80-90%
Aspersión	65-90%
A pie	30-70%

**Tabla 9. Eficiencia de distintos sistemas de riego**

En este proyecto la opción es por aspersión, este se presta principalmente para terrenos irregulares, con fuertes pendientes hasta el 25 %; suelos livianos (arenosos), superficiales. Lo que se realizará en la arena es simular una lluvia con presión, los aspersores serán cortos para que disparen el agua con potencia y el aire no la vuele como sería el caso si los aspersores se consideraran medianos o largos. Como se muestra en la figura 36.

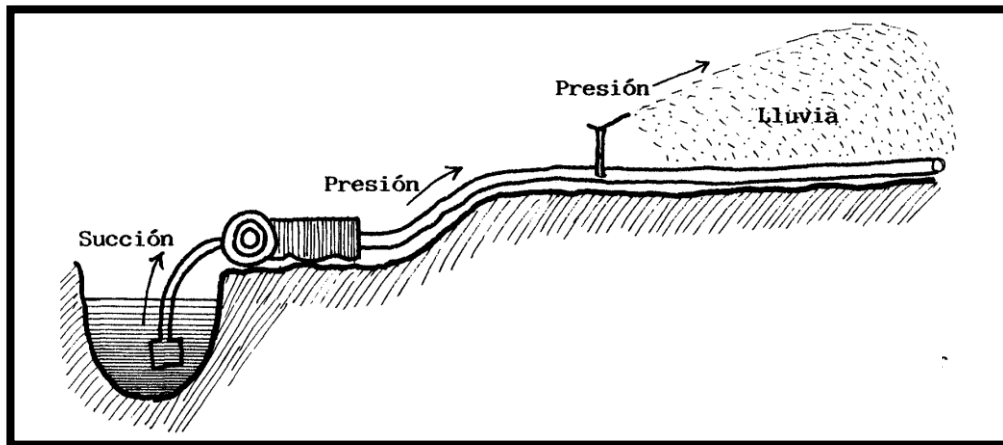


Figura 36. Esquema básico del método de riego por aspersión (simulador de lluvia).

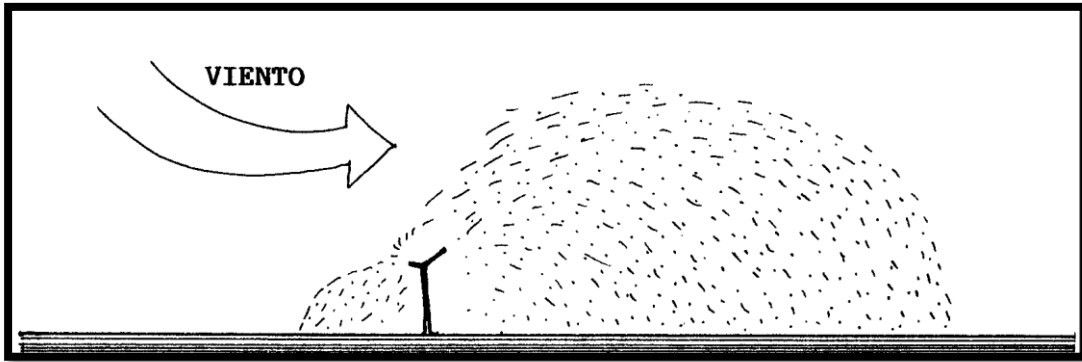
Factores a considerar.

Velocidad del viento:

El viento es uno de los factores más condicionantes del riego por aspersión. En el boulevard en tiempos de nortes se alcanzan grandes ráfagas de aire y las gotas de lluvia que simulan los aspersores pueden ser arrastradas fácilmente por el viento, es por eso que se colocarán aspersores cortos para evitar tener este problema.

Velocidad de aplicación:

La velocidad con la cual los aspersores se distribuyen el agua, debe estar de acuerdo con el tipo de suelo que se esta regando, es así que en suelos arenosos la velocidad de aplicación debe ser mayor. Como se muestra en la figura 37.



**Figura 37. El viento no permite un mojamiento parejo del suelo regado por aspersión.**

Para el proyecto se consideraron los aspersores de impacto ya que son los más utilizados en cuestión de agricultura. El giro se consigue mediante el impulso del chorro del agua sobre un brazo oscilante que se desplaza y vuelve a su posición inicial gracias a un muelle recuperador.

El material es galvanizado, aunque también se fabrican de plástico de alta resistencia al desgaste por rozamiento. Estos aspersores por su funcionamiento son la mejor elección para humedecer la arena de la playa.

En este sistema se tendrán 9 secciones tomando en cuenta la primer etapa del boulevard (2.0 km) y la distancia entre el mar y el muro de la playa son de 30 m, en las secciones también se encontrarán aspersores de impacto, en cada sección se ocuparan 8 aspersores de media presión.

Las secciones serán de marcos cuadrados la separación entre los aspersores debe ser el 60% del diámetro mojado, se contará con 8 aspersores en cada sección, los cuáles trabajan a una presión de 4 kg/cm<sup>2</sup>, donde cada uno suministrará 1000 litros/hora (16.66 litros/min.) con una distancia de 12 m entre cada aspersor. En total serán 72 aspersores en 9 secciones de la primera etapa del boulevard.

Mantenición:

La vida útil de los aspersores varía entre 10-20 años, además los costos de inversión son altos, si se opera y mantiene adecuadamente, se asegura una mayor vida útil del equipo y se protege la inversión inicial.

Al operar:

- El operador debe ser una persona responsable.
- Se requiere revisar los aspersores, mangueras, conexiones y unidad de bombeo antes de echar a andar el equipo.
- Durante el riego se necesita revisar boquillas y succionador (que no se produzcan taponamientos).
- Cerciorarse que la bomba no aspire aire, así como revisar su motor.

Terminando actividades:

- Se requieren limpiar aspersores antes de guardarlos con aire a presión para eliminar residuos en las boquillas).
- Guardar el equipo (mangueras y aspersores) en caseta ya que es un lugar seguro, seco y bajo techo.

En el Anexo 5 se muestra la tabla de velocidad de aplicación de un aspersor de acuerdo al tipo de suelo donde se coloque y en el Anexo 6 se muestra la Tabla de Beaufort donde define el tipo de viento en función de su velocidad.

### 3.6. ESTIMACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.

<b>PRESUPUESTO DE 1 SECCIÓN</b>		
<b>EQUIPO</b>		
BOMBA CENTRIFUGA DE 2HP	\$2,720.00	
<b>LISTA DE MATERIALES</b>		
CABLE 10 AWG 35 M	\$325.15	
INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO	\$120.00	
TUBO CONDUIT 1" TRAMOS DE 6 M	\$270.00	C/TRAMO
ASPERSORES DE IMPACTO CON CARCASA GALVANIZADA (8 POR SECCIÓN)	\$1,432.00	
VÁLVULA CHECK DE PPL DE 1"	\$45.00	
BULTO DE CEMENTO 50 KG (20 BULTOS, 2 POR CASETA)	\$232.00	
GRAVILLA (12 Kg)	\$40.00	C/ LATA
VARILLA (3.356 Kg)	\$87.00	C/UNA
ALAMBRE RECOCIDO	\$17.00	KILO
BLOCKS (90 pzas., 10 X BASE)	\$76.50	
MANGUERA REFORZADA 60 M 5/8" USO RUDO	\$1,078.00	
SUBTOTAL:	\$3,722.65	
<b>MANO DE OBRA</b>		
	<b>SALARIO DIARIO</b>	<b>X 5 DIAS</b>
ALBAÑIL	\$98.00	\$490.00
ELECTRICISTA	\$95.00	\$475.00
AYUDANTES (2)	\$50.00	\$500.00
SUBTOTAL:		\$1,465.00
<b>POZO DE SUCCIÓN</b>		
POZO DE SUCCIÓN	\$2,000.00	
SUBTOTAL:	\$2,000.00	
<b>TOTAL, DE 1 SECCIÓN</b>	<b>\$9,907.65</b>	
<b>TOTAL, DE 9 SECCIONES</b>	<b>\$89,168.85</b>	

Tabla 10. Presupuesto, especificaciones e inversión para el proyecto.

En la tabla 10 se tomó en consideración cuánto costaría una sección y que se necesita para construirla, la tabla está dividida en 4 secciones en equipo, lista de materiales, mano de obra y pozo de succión.

En cada sección el único equipo con el que se cuenta es con una bomba centrífuga de 2 HP con sus accesorios la cual va a succionar agua del pozo de 2 mts de profundidad, se buscó una bomba de calidad a precio accesible que cubriera las necesidades que requiere cada sección.

En lista de materiales se incluyeron los necesarios para hacer funcionar cada sección, se consideró cable de 10 AWG de 35 mts. Ya que es un calibre adecuado para hacer la conexión entre el aerogenerador que se encontrará ubicado en la parte superior del poste de luz y la bomba centrífuga de 2 HP, válvula check de 1 pulgada de polipropileno ya que es más resistente a la corrosión, así como la tubería conduit de 1”.

Continuando con la lista de materiales, como anteriormente se ha mencionado se utilizarán 8 aspersores en cada sección, estos serán con carcasa galvanizada, son adecuados para este ambiente, también se consideró utilizar manguera de uso rudo de 5/8” medio por donde fluirá el agua a los aspersores, estos serán movibles, solo se colocaran en cambios climáticos.

Se utilizará en cada sección para construir la protección de cada bomba dos costales de cemento de 50 kg, 10 blocks de 15x20x40 cm, 4 metros de varilla de 3/8@15 cm (así es como se expresa en planos, quiere decir 4 metros de varilla de 3/8 a 15 cm) en ambos sentidos, 4 latas de gravilla de 12kg, para esto se necesitará de mano de obra un albañil con su ayudante para construir el cajón de cemento, así como un electricista con su ayudante para realizar las conexiones requeridas.

Llevando a cabo la construcción de estas 9 secciones a lo largo de la primera etapa del boulevard que son 2.0 km, 2000 mts, se obtendrá un resultado favorable ya que la inversión en realidad no es muy alta, perfectamente el gobierno local podría invertir en esta opción que no es contaminante ni costosa.

Trabajando con el sistema propuesto además de no contaminar sería de gran ayuda cuando se presenten los cambios climatológicos en Coatzacoalcos, como se ha visto recientemente como queda el boulevard cubierto de una gran invasión

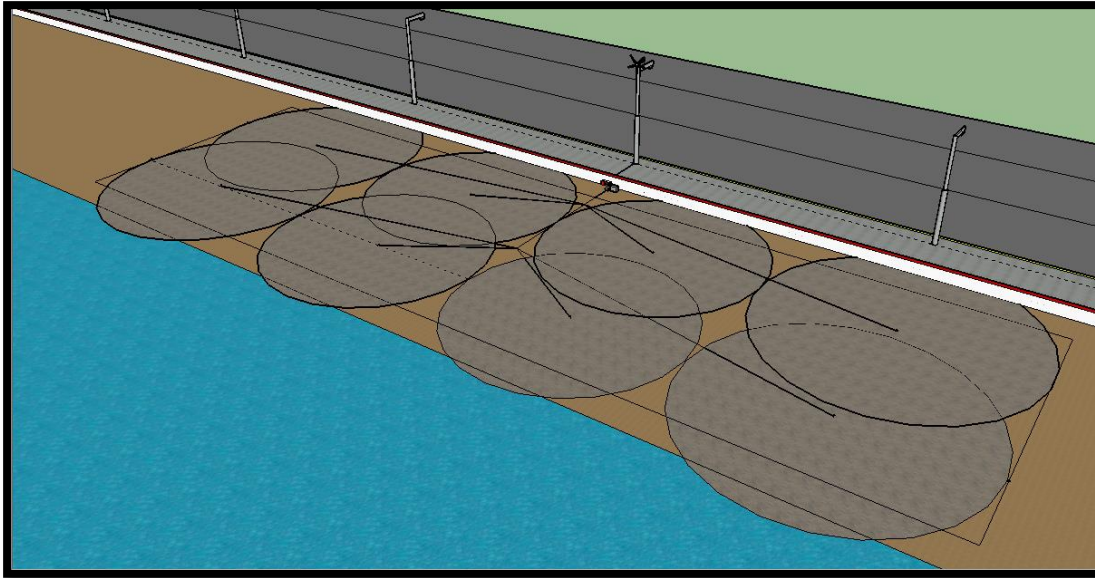
de arena después de un frente frío, aparte se considera que este sistema puede obtener un 80 % de eficiencia.

En la tabla 1 se muestran los gastos que realiza el H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos en recolectar arena, en la maquinaria, la gente que necesitan para moverla y posteriormente depositarla de nuevo en la playa, esto es cada vez que se presenta un frente frío, en Coatzacoalcos al año se esperan aproximadamente 50 frentes fríos.

Cabe mencionar que para poder llevar a cabo la construcción e implementación de este sistema se requiere la solicitud, llenado de formatos y autorización de permisos que expiden el H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos en el caso de la construcción, la CONAGUA en el caso de quien lo solicita y de la extracción del agua de suelo nacional, de la CFE para compra y venta de generación de energía renovable.

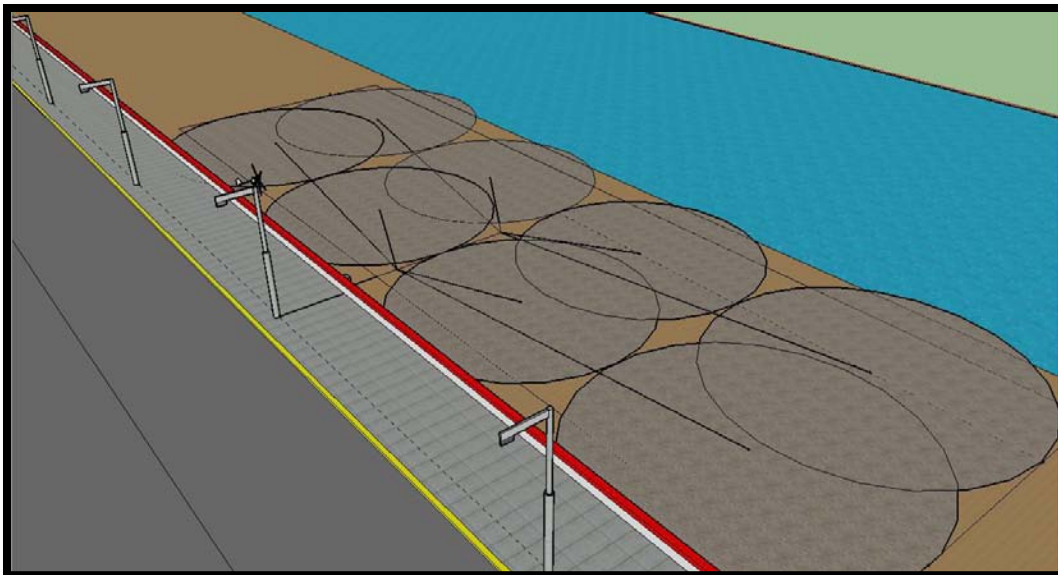


### 3.6.1. Dibujos de propuesta de proyecto.



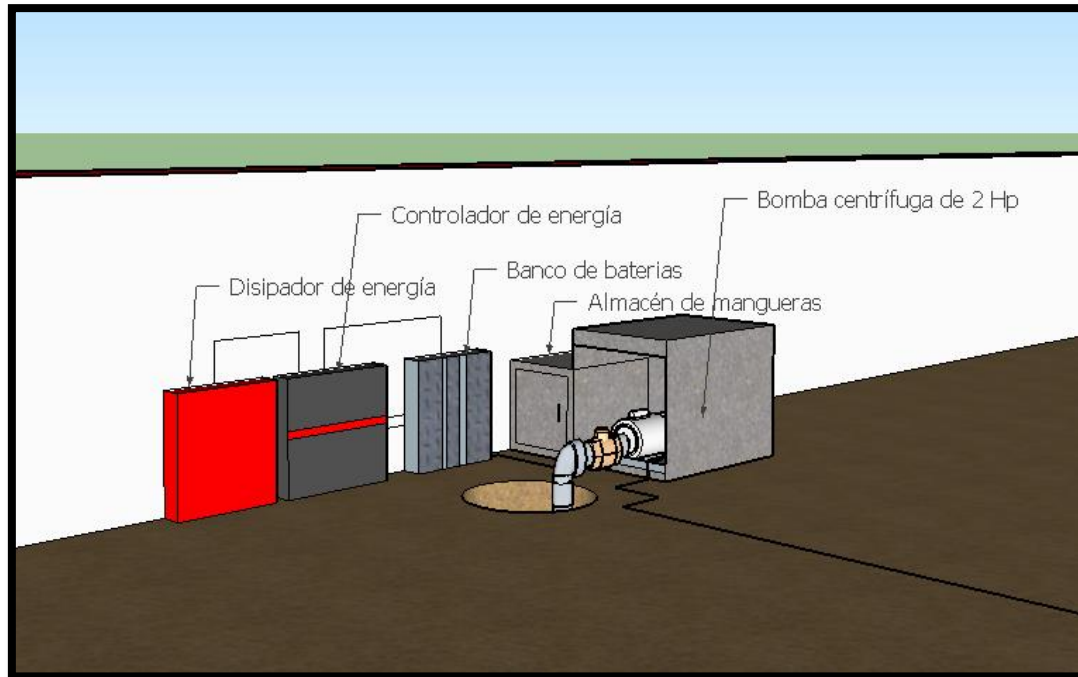
**Figura 38. Vista Frontal del Sistema Propuesto.**

En la figura 38 es la vista frontal del sistema propuesto, en esta vista se muestra una de las 9 secciones que se encontrarán ubicadas en la primera etapa del boulevard donde se observa la distribución y el área que abarcará el agua que provenga de cada uno de los 8 aspersores, como estarán alimentados, la posición de la manguera y a lo lejos se observan los postes y como estarán colocados los aerogeneradores, así como los accesorios que complementan.



**Figura 39. Vista Trasera del Sistema Propuesto.**

En la figura 39 es otra vista del sistema propuesto, en esta vista se observan desde otro ángulo los aspersores, la distribución de agua que sale de ellos y uno de los aerogeneradores montado en uno de los postes de luz.



**Figura 40. Equipos de manejo de energía, banco de baterías y bomba centrífuga.**

En la figura 40. Se observa los equipos que manejan energía (dissipador y controlador de energía), banco de baterías que trabajan en conjunto con el aerogenerador, también se observa el almacén de mangueras que suministrará agua a los aspersores, la bomba centrífuga de 2 Hp y su base de concreto, la válvula check y tubería de succión de 1 " .

## **COSTO BENEFICIO DE ESTE SISTEMA.**

El costo beneficio de este sistema se verá reflejado en los gastos del H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos, ya que dejará de gastar altas cantidades de dinero para recolectar la arena que se genere en temporadas de frentes fríos, gracias a la ayuda que le proporcionará la aplicación de este sistema.

Se estima que solo se ocupará un 30% de los servicios que actualmente se utilizan para recolectar la arena en la primera etapa del boulevard costero de Coatzacoalcos, Veracruz, por ejemplo algunos camiones de volteo para acarreo de arena, algunas camionetas para transportar a la cuadrilla y los bobcats.

Si el gasto mensual que hace el H. Ayuntamiento es de \$ 1,643,000.00 pesos, el 30% de ese monto es de \$ 492,900.00 pesos, cantidad que gastaría mensualmente el ayuntamiento implementando el sistema propuesto en temporadas de frentes fríos .

El costo de inversión del proyecto es de \$ 440,613.45 pesos considerando las 9 secciones, utilizando el sistema el proyecto nos dará una eficiencia del 70% y nos generará un ahorro considerable de renta de servicios de \$ 1,150,100.00 pesos por mes.

En el tema de potencia nominal del aerogenerador de 3 Kw que se utilizará para el proyecto, en un emplazamiento con una media de viento anual de 5 m/s que es igual a 18 Km/h, se considera como brisa moderada se obtendría una producción de energía anual de 4955 Kwh que es igual a 13.57 Kwh al día. Convertidos en dinero con una cuota energética de \$/Kwh de \$ 0.54 pesos sería \$2,675.70 pesos anuales cada aerogenerador. De 9 aerogeneradores sería \$ 24,081.30 pesos.

En un emplazamiento con una media anual de 10 m/s que es igual a 36 km/h, se considera brisa fuerte, se obtendría una producción anual de 10,950 Kwh que es igual a 30 Kwh al día. Convertidos en dinero con una cuota energética de \$/Kwh de \$ 0.54 pesos sería \$5,913.00 pesos anuales cada aerogenerador. De 9 aerogeneradores la cuota energética sería de \$53,217.00 pesos.

Se esta considerando la tarifa agrícola 9 CU (\$ 0.54 pesos, costo de Kwh) esta energía eléctrica se utiliza en la operación de quipos de bombeo y rebombeo para riego agrícola. A continuación tabla de tarifa 9CU.

Tarifa 9CU													
CARGO POR ENERGÍA (\$/KWH)													
Rango	Dic./2014	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Cuota Energética	0.52	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54

Tabla 11. Tarifa de estímulo para bombeo de agua para riego agrícola con cargo único.

En la tabla 11 de la tarifa 9 CU se observa el cargo por energía el cual se conforma por rango y cuota energética. En donde el rango son los meses del año y la cuota energética es el costo de kilowatt hora la cual no cambia.

AHORRO DE ENERGÍA Kw/hr										
Capacidad del Aerogenerador (Kw)	Kw/hr generados en un día	Aerogeneradores	Kw/hr	Días	Día/hr x mes	Meses	Hrs x meses	Kw/hr generados	\$ Kw/hr	Gasto \$ de Kw/hr generados en meses
3	13.57	9	122.13	180	720	6	4320	527,601.60	\$ 0.54	\$284,904.86
				45	720	1.5	1080	131,900.40	\$ 0.54	\$71,226.22
				135	720	4.5	3240	395,701.20	\$ 0.54	\$213,678.65
<b>TOTAL DE Kw/ hr GENERADOS EN EL TRANSCURSO DE 1 AÑO.</b>								1,055,203.20	\$ 0.54	\$ 569,809.73

Tabla 12. Gasto y ahorro de energía en Kw/hr.

En la tabla 12 se muestra el cálculo del gasto y el ahorro de kw/ hr con el sistema propuesto, el primer valor de costo de Kw/hr es el costo que se obtiene de 527,601.60 Kw/hr generados en 6 meses en donde no se presentan frentes fríos con el sistema trabajando que es igual a \$ 284,904.86 pesos.

El segundo valor de costo de Kw/hr es el costo que se obtiene de 131,900.40 Kw/hr generados en 45 días en donde se calcula se presentarán frentes fríos de los siguientes meses Enero= 10 días, Febrero= 5 días, Marzo= 10 días, Septiembre= 5 días, Octubre= 10 días, Noviembre= 5 días, de 180 días que conforman 6 meses que es igual a \$ 71,226.22 pesos.

El tercer valor de costo de Kw/hr es el costo que se obtiene de 395,701.2 Kw/ hr generados en los 135 días restantes de los 180 días que conforman los 6 meses del segundo valor que es igual a \$ 213,678.648 pesos.

Sumando los tres valores se obtiene 1,055,203.20 Kw/hr generados en el transcurso de 1 año que es igual a \$ 569,809.73 pesos que bien se pueden utilizar para implementar el sistema en otras etapas del boulevard o en la iluminación de todo el boulevard costero.

Potencia de bomba centrífuga (Hp)	Kw/ hr generados en un día	Cantidad de bombas	Días	Día/hr x mes	Meses	Kw/hr generados	\$ Kw/hr	Gasto \$ de Kw/hr
2	322.272	9	180	720	6	9,668.16	0.54	\$ 5,220.81
			45	720	1.5	1,611.36	0.54	\$ 870.13
			135	720	4.5	4,834.08	0.54	\$ 2,610.40

Tabla 13. Kw/hr que generan las bombas de 2 Hp.

En la tabla 13 se muestran los kw/ hr que generan 9 bombas centrífugas de 2 hp de potencia considerando que trabajen 180, 45 ó 135 días, lo equivalente a 6, 1.5 y 4.5 meses. También muestra el gasto de los kw/ hr generados.

EQUIPO	Cantidad	Kw/hr generados	\$ Kw/hr	Gasto \$ de Kw/hr
Consumo total de Kw/hr y costo de 1 año de Aerogeneradores de 3Kw.	9	1,055,203.20	\$ 0.54	\$569,809.73
Consumo total de Kw/hr y costo de 45 días de uso de bombas de 2 Hp.		1,611.36	\$ 0.54	\$870.13
<b>Resta de consumo de Kw/hr de 45 días de uso de bombas en frentes fríos.</b>		1,053,591.84	\$ 0.54	\$568,939.59

Tabla 14. Utilidad total del sistema de Kw/hr generados y su costo.

En la tabla 14 se muestra la utilidad total obtenida con el consumo total de generación de Kw/hr y su costo de 1 año de uso de los aerogeneradores de 3 Kw restándole el consumo total de Kw/hr y su costo de 45 días de uso de las bombas de 2 hp durante la presencia de los frentes fríos, donde da como resultado la generación de 1,053,591.84 Kw/hr en 1 año con un gasto de \$568,939.59 pesos.

Esto quiere decir que el proyecto es totalmente viable ya que en menos de un año se paga y se sigue utilizando sin ningún problema dándole su correspondiente mantenimiento cada año para incrementar su tiempo de vida.

## CONCLUSIÓN

Debido a la situación que se vive desde hace varios años y los recientes estragos que deja la invasión de arena en cada frente frío que se hace presente en Coatzacoalcos y a la fuerte contaminación de la misma, en la actualidad, es necesario recurrir a emplear métodos o proyectos realizables que permitan la sana solución sustentable de la invasión de arena y a la menor contribución de la contaminación.

A lo largo de la investigación se expresó con datos el beneficio que se obtendrá si se lleva a cabo el sistema propuesto, el gasto de construcción del proyecto será de \$ 89,168.85 pesos, el gasto de renta de servicios al mes por frente frío como lo hace actualmente el H. Ayuntamiento será de \$ 447,900.00 pesos, el gasto anual de \$/Kwh en el caso de una brisa moderada es de \$ 24,081.30 pesos y en el caso de una brisa fuerte es de \$ 53,217.00 pesos por los 9 aerogeneradores.

Se demostró que los gastos serán mucho menores de lo que gasta actualmente el H. Ayuntamiento en cada frente frío.

Por ende la propuesta de un sistema de Prevención de la invasión de arena al Boulevard Costero de Coatzacoalcos es una opción muy atractiva y favorable para los habitantes de esta ciudad, creando un método de humidificación se disminuye la invasión de arena a las calles, aportando el beneficio de reducir la contaminación ambiental, obteniendo tránsito vehicular favorable, zona habitacional y de acondicionamiento físico en buen estado.

Además esta propuesta representa un costo razonablemente aceptable que bien vale la pena la inversión financiera, tomando en cuenta a los habitantes de esta ciudad y la prioridad que va adquiriendo la problemática de la invasión de arena en nuestra ciudad. Además, que es una etapa, si se contemplara para más etapas, la utilidad será mayor.

## BIBLIOGRAFÍA

### ***Energía Eólica***

Manual de la Energía Eólica. José María Escudero López, Ediciones Mundi-Prensa 2003.

Ingeniería Ambiental. J.Glynn Henry y Gary W. Heinke, Segunda edición PRENTICE HALL, México, 1999.

Ingeniería de la energía eólica. Miguel Villarubia López, Editorial Marcombo, Primera edición 2012.

### ***Estación de bombeo***

Maquinaria general en obras y movimientos de tierra, Volumen 1. Paul Galabré, Editorial Reverté, Reimpresión 2002.

Tuberías a presión en los sistemas de abastecimiento de agua. Manuel Vicente Méndez, Editorial Texto 2007.

### ***Para selección de la bomba***

Bombas: teoría, diseño y aplicaciones. Manuel Viejo Zubicaray, Editorial Limusa 2004.

Fundamentos Sobre Ahorro de Energía, Capítulo 3. Juan José Soto Cruz.

### ***Bombas de agua eólicas***

Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad. Xavier Elías Castells, Santiago Borlas Ansina, Editorial Díaz de Santos, 2011.

### ***Cálculo de Bombas centrífugas***

APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS, Volumen 1, Tercera Edición. Ernest E. Ludwig.



### ***NPSH y Bombeo de succión.***

APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS, Volumen 1, Tercera Edición, Página 190, No. de formula (3-10). Ernest E. Ludwig.

### ***Técnicas de riego.***

#### **Riego por aspersión**

El Riego por Aspersión y su Tecnología. Capítulo 2. Sistemas de riego por aspersión. José María Tarjuelo Martín-Benito. Ediciones Mundi-Prensa. 2005. 581 pp.

Manual de Riego para Agricultores, Módulo 3: Riego por Aspersión, Signatura Ediciones de Andalucía, S.L., 2010. Rafael Fernández Gómez.

Anexo 4: Tabla de separación de aspersores.

El Riego por Aspersión y su Tecnología. José María Tarjuelo Martín-Benito. Ediciones Mundi-Prensa. 2005.

#### ***Aerogeneradores***

Ingeniería de la energía eólica. Miguel Villarubia López, Editorial Marcombo, Primera edición 2012.

Gestión del mantenimiento de instalaciones de energía eólica. Antonio Aguilera Nieves, Editorial Vértice.

#### ***Pozos***

Construcción de pozos excavados y calzados para captación de agua subterránea, CTCAC - Coordinación de Transferencia de Conocimientos de Apropiación Colectiva, 2011. Guillermo A. Baudino.

Principios de Ingeniería de Cimentaciones. 4<sup>a</sup>. Edición, Ed. Thomson. México, 2001. DAS, B.M.

### ***Normatividad***

Las normas oficiales mexicanas: su constitucionalidad, impacto en la modernización del derecho mexicano y estrecha vinculación con el derecho internacional. María del Carmen Eugenia Quintanilla Madero, Editorial Porrúa 2006.

[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx) › Leyes y Normas.

## GLOSARIO

**Aerogenerador:** Es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento, proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

**Asíncronas:** Hace referencia al suceso que no tiene lugar en total correspondencia temporal con otro suceso. Por ejemplo: Un motor asíncrono a aquel cuya velocidad de rotación no corresponde con la frecuencia de corriente alterna que lo hace funcionar.

**Amperio-hora:** Es una unidad de carga eléctrica y se abrevia como Ah. Indica la cantidad de carga eléctrica que pasa por los terminales de una batería. Se emplea para evaluar la capacidad de una batería, es decir la cantidad de electricidad que puede almacenar durante la carga y devolver durante la descarga.

**Boulevard:** Es una vía de comunicación basada en antiguas defensas, puesto que la palabra procede del holandés bolwerk. Permitiría pues rodear una ciudad por el exterior como un cinturón periférico. Es una vía por lo general importante (cuatro vías de circulación o más) con amplias avenidas peatonales en sus laterales.

**Cavitación:** Fenómeno que tiene lugar en los líquidos sujetos a altas velocidades dentro de un conducto; consiste en la formación de cavidades o burbujas en depresión en los puntos del circuito donde la presión desciende a valores muy bajos (iguales a los de la tensión de vapor del líquido).

**Direct Drive:** Es el mecanismo que toma el poder viniendo de un motor sin ninguna reducción.

**Distribución Weibull:** Es lo que determina la probabilidad que hay a lo largo de un año, en un área concreta, de que un viento sople a una velocidad u otra.

**Eolo eléctrica:** Es energía de viento que se capta mediante varios aerogeneradores y está interconectada eléctricamente para proporcionar energía eléctrica.

**Escala de Beaufort:** La Escala de Beaufort es una medida empírica para la intensidad del viento, basada principalmente en el estado del mar, de sus olas y la fuerza del viento. Su nombre completo es Escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos.

**Estrato impermeable:** Que no dejan pasar al líquido (agua, sobre todo).

**Fisión:** Rotura o división de un núcleo atómico pesado en dos o más fragmentos de tamaño aproximadamente igual, acompañados de algunos neutrones y de gran cantidad de energía.

**Frente Frío:** Es una franja de inestabilidad que ocurre cuando una masa de aire frío se acerca a una masa de aire caliente. Son fuertes y pueden causar perturbaciones atmosféricas como tormentas de truenos, chubascos, tornados, vientos fuertes y cortas tempestades de nieve antes del paso del frente frío.

**Golpe de ariete:** Se origina debido a que el fluido es ligeramente elástico (aunque en diversas situaciones se puede considerar como un fluido no compresible). En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento.

**Generadores de imanes permanentes:** Un generador de imanes permanentes es un generador síncrono en el que se ha sustituido el bobinado de excitación, normalmente en el rotor, por un sistema formado por imanes permanentes que suministran un campo de excitación constante.

**Huaycos:** Es una violenta inundación de aluvión donde gran cantidad de material del terreno de las laderas es desprendido y arrastrado por el agua vertiente abajo hasta el fondo de los valles, causando enormes sepultamientos a su paso.

**Lixiviación:** Es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido.

**Megger:** El término megóhmetro hace referencia a un instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión. Se conoce también como "Megger", aunque este término corresponde a la marca comercial del primer instrumento portátil medidor de aislamiento introducido en la industria eléctrica en 1889.

**Payloader:** Es una máquina de uso frecuente en construcción de edificios, minería, obras públicas como pueden ser carreteras, autopistas, túneles, presas hidráulicas y otras actividades que implican el movimiento de tierra o roca en grandes volúmenes y superficies.

**Ráfaga:** En meteorología se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. Los aumentos repentinos de la velocidad del viento durante un tiempo corto reciben el nombre de ráfagas.

**Reservorio:** Una acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce.

**Rotor:** El rotor es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico. Junto con su contraparte fija, el estátor, forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general.

**Síncronas:** Es una máquina eléctrica rotativa de corriente alterna que convierte energía eléctrica en energía mecánica, siendo en este caso utilizada como motor síncrono, o bien convierte energía mecánica en energía eléctrica, siendo este el caso utilizada como generador síncrono.

# ANEXOS

## **ANEXO 1. LAS AUDITORIAS CLAVE**

**La Secretaría de Energía (SENER).** Está encargada de conducir la política energética, la cual se desarrolla e implementa por medio de programas como son: el Programa Sectorial de Energía y el Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables, así como a través de las estrategias elaboradas. Recientemente, la SENER elaboró dos estrategias: la Estrategia Nacional de Energía 2010 y la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (2011). La primera tiene como base la Visión al año 2024 y está conformada por tres Ejes Rectores: La Seguridad Energética, La Eficiencia Económica y Productiva, y La Sustentabilidad Ambiental, teniendo como objetivos la diversificación de las fuentes de energía y el aumento en la utilización de las energías renovables. La segunda está orientada a impulsar programas y acciones para fomentar el uso de las energías renovables y reducir la dependencia de México en los hidrocarburos.

**La Comisión Reguladora de Energía CRE.** Como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía, con autonomía técnica y operativa, está encargada de la regulación de las industrias del gas natural y la energía eléctrica en México. Para ejercer su función reguladora en el sector eléctrico 56 cuenta con atribuciones establecidas en su Ley (Ley de la Comisión Reguladora de Energía). Las facultades incluyen, por un lado, el otorgamiento y la revocación de permisos para las actividades de generadores privados, y por el otro, la aprobación de los instrumentos de regulación y metodologías que rigen la relación entre los permisionarios y el suministrador. Eso comprende, entre otros, la aprobación de las metodologías para el cálculo de las contraprestaciones por los servicios que se preste el suministrador a los permisionarios, además de los modelos de convenios y contratos a celebrar con la CFE.

La Comisión Federal de Electricidad CFE. Empresa del gobierno mexicano, está a cargo de prestar el servicio público de energía eléctrica. Como Suministrador, la CFE genera, transmite, distribuye y comercializa la energía eléctrica. El Centro

Nacional de Control de Energía (CENACE), organismo de la CFE es el encargado de administrar la operación y el control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Para interconectarse al SEN, los permisionarios o desarrolladores de parques eólicos tienen que celebrar un contrato de interconexión con la CFE. En este sentido, la CRE es la autoridad responsable para el trámite de permisos, mientras que la CFE es la encargada de la verificación de los aspectos técnicos para la interconexión.



**Figura 41. Atribuciones de las principales dependencias gubernamentales del sector de energía eléctrica.**



## **ANEXO 2. PERMISOS Y LICENCIAS**

Una vez que se ha decidido el desarrollar e invertir en un parque eólico en México es necesario cumplir una serie de permisos y licencias.

Aquí se explican los permisos y licencias que se deben gestionar en diversas entidades de gobierno para poder llevar a cabo un proyecto eólico.

Trámites para generar electricidad:

1. Estudio de factibilidad de interconexión.
2. Estudio de porteo.

Los siguientes cuatro permisos es la forma en la que puede tener participación la iniciativa privada en parques eólicos, ya sea empresa o persona física, en la generación de energía eléctrica y solo se deberá realizar un trámite de los cuatro.

3. Solicitud de permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica.
4. Solicitud de permiso de producción independiente de energía eléctrica.
5. Solicitud de permiso de pequeña producción de energía eléctrica.
6. Solicitud de permiso de exportación de energía eléctrica.

**Trámites para obtener el Servicio de Respaldo:**

7. Contrato de interconexión.
8. Convenio de compraventa de excedentes de energía.
9. Convenio de transmisión.
10. Contrato de respaldo.

**Trámites Ambientales y para Aprovechamiento del Recurso Natural:**

11. Manifestación de Impacto Ambiental Particular.

12. Informe Preventivo.
13. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
14. Informe de aprovechamiento de Vida Silvestre.
15. Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica.
16. Concesión de aprovechamiento de aguas superficiales.
17. Aviso para variar total o parcialmente el uso del agua.
18. Licencia Ambiental Única.
19. Licencia de Funcionamiento.
20. Cedula de Operación Anual.

**Trámites para la instalación local:**

21. Licencia de Funcionamiento.
22. Licencia de uso de Suelo.
23. Factibilidad del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y tratamiento de Aguas residuales.
24. Factibilidad del servicio de energía eléctrica.
25. Visto bueno de la unidad de Protección Civil.
26. Factibilidad de giro.
27. Licencia de construcción.
28. Registro Público de la propiedad y del comercio.
29. Manifestación de terminación de obra.
30. Autorización de ocupación.
31. Autorización para ampliación o modificación de una edificación.

32. Balizamiento (señalización de navegación aérea en aerogeneradores).

### **Trámites para el reporte de Actividades**

33. Informe estadístico de operación eléctrica.

La lista de trámites por dependencia se describe a continuación:

Comisión Federal de Electricidad (CFE). Ubicación: Comisión Federal de Electricidad,

Subdirección de Programación, Av. Paseo de la Reforma 164, interior Piso 10, Col. Juárez, CP

06600, México, D.F.

- Estudio de factibilidad de interconexión.
- Estudio de porteo.
- Contrato de interconexión.
- Convenio de compra venta de excedentes de energía.
- Convenio de transmisión.
- Contrato de respaldo.

Comisión Nacional del Agua (CNA). Ubicación: OFICINAS CENTRALES D.F. Av. Insurgentes

Sur 2416, Col. Copilco El Bajo, Código postal: 04340, México, D.F.

- Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica.
- Concesión de Aprovechamiento de Aguas Superficiales.
- Aviso para Variar Total o Parcialmente el Uso del Agua.

Comisión Reguladora de Energía (CRE). Ubicación: Comisión Reguladora de Energía, ventanilla de Oficialía de Partes, Horacio 1750, Col. Los Morales Polanco, C.P. 11510, México, D.F.

- Solicitud de permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica.

- Solicitud de permiso de cogeneración de energía eléctrica.
- Solicitud de permiso de producción independiente de energía eléctrica.
- Solicitud de permiso de pequeña producción de energía eléctrica.

Es importante señalar que hay que considerar en este proceso de tramites al Instituto Nacional de

Antropología e Historia (INAH) en donde se revisan que los sitios de los proyectos no se encuentren en los polígonos de interés de esta institución, puesto que en caso de estarlo de acuerdo al artículo 42 del reglamento de la ley federal de monumentos y zonas arqueológicas, artísticos e históricos se requiere que los proyectos ubicados en un lugar protegido tendrán que ser evaluado y autorizado por el INAH, para su realización.

Aquí se explican el porqué de los principales trámites y permisos:

### **1. Estudio de factibilidad de interconexión.**

La interconexión a las redes de transmisión y distribución del Sistema Eléctrico Nacional, permite contemplar la instalación de plantas de generación de electricidad en los sitios donde abundan los recursos renovables, como son los sitios con buen viento o insolación, los pequeños recursos hidráulicos, los rellenos sanitarios de basura, sitios donde se acumulan residuos agropecuarios o del bosque, etc., y "portear" la electricidad generada para satisfacer la demanda de los copropietarios en sus instalaciones.

A fin de poder interconectarse al Sistema Eléctrico Nacional, es necesario en primer lugar, evaluar la factibilidad de dicha interconexión en función del impacto de la nueva instalación sobre el sistema y de la capacidad de este último para otorgar los servicios de transmisión y de respaldo necesarios para el correcto funcionamiento del permisionario, además de los servicios conexos requeridos.

Se trata de un trámite no obligatorio pero que es muy recomendable realizar antes de llevar a cabo cualquier otro estudio o gestión y en paralelo con el estudio de porteo.

## **2. Estudio de porteo.**

Para todo proyecto que requiera portear energía eléctrica, es decir, que necesite conducir electricidad a través de la red de transmisión de la CFE, a fin de satisfacer sus requerimientos de energía en puntos diferentes al de su generación, es necesario conocer en primer lugar, el costo del transporte de la energía eléctrica que se va a pagar al suministrador (\$/KWh) por el porteo de ésta, desde la planta del permisionario, hasta el punto de consumo.

## **3. Solicitud de permiso para generar electricidad.**

La solicitud de permiso para generar electricidad para una capacidad mayor a 0.5 MW se lleva a cabo para una de las cuatro modalidades que se describen a continuación:

Solicitud de permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica: De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, se entiende por autoabastecimiento a la utilización de energía eléctrica para fines de autoconsumo, siempre y cuando dicha energía provenga de plantas destinadas a la satisfacción del conjunto de los copropietarios o socios del proyecto.

Solicitud de permiso de producción independiente de energía eléctrica: Se considera producción independiente, la generación de energía eléctrica proveniente de una planta con capacidad mayor de 30 MW, destinada exclusivamente a su venta a la Comisión o a la exportación.

Solicitud de permiso de pequeña producción de energía eléctrica: Se entiende por pequeña producción, la generación de energía eléctrica destinada a:

I. La venta a la Comisión Federal de Electricidad de la totalidad de la electricidad generada, en cuyo caso los proyectos no podrán tener una capacidad total mayor de 30 MW en un área determinada por la Secretaría de Energía;

II. El autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan del servicio de energía eléctrica, en cuyo caso los proyectos no podrán exceder de 1 MW;

III. La exportación, dentro del límite máximo de 30 MW.

Solicitud de permiso de exportación de energía eléctrica: De acuerdo al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la Secretaría de Energía, podrá otorgar permisos de generación de energía eléctrica para destinarse a la exportación, a través de proyectos de cogeneración, producción independiente y pequeña producción, que cumplan las disposiciones legales y reglamentarias aplicables según los casos.

Gestiones para obtener el servicio de respaldo. Convenios y contratos con el suministrador.

Una vez obtenidos los permisos correspondientes para cualquiera de las modalidades de generación de energía eléctrica previstas en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento, es necesario celebrar convenios de interconexión, compraventa de excedentes, transmisión y energía de respaldo con el suministrador.

#### **4. Contrato de interconexión.**

El objeto de este Contrato es realizar y mantener durante la vigencia del mismo, la interconexión entre el Sistema Eléctrico y la Fuente de Energía y, en su caso, el o los Centros de Consumo; así como establecer las condiciones generales para los actos jurídicos que celebren las partes relacionadas con la generación y con la transmisión de energía eléctrica.

#### **5. Convenio de compra-venta de excedentes de energía.**

Si el Permisionario desea poner a disposición del Suministrador excedentes de energía por 20 MW o menos, por los que pretenda pago de capacidad y energía,

presentará su oferta de venta de excedentes al suministrador, de acuerdo con el procedimiento establecido en el Acuerdo de

Excedentes.

El Suministrador analizará la propuesta y si ésta cumple con la condición estipulada en el párrafo 3.4 de dicho Acuerdo de Excedentes, las Partes celebrarán un Convenio de compraventa el cual se sujetará a los lineamientos establecidos en el mismo Acuerdo de Excedentes.

## **6. Convenio de transmisión.**

Si el Permisionario requiere usar el Sistema para llevar energía eléctrica desde su Fuente de Energía hasta sus Centros de Consumo, solicitará el Servicio de Transmisión al Suministrador quien llevará a cabo los estudios de factibilidad correspondientes, basándose en la ubicación y características de los Centros de Consumo y la Fuente de Energía que para tal efecto, ha proporcionado el

Permisionario.

En caso de resultar factible el servicio, las Partes celebrarán un Convenio, para lo cual se estará a lo establecido por la Comisión Reguladora de Energía en la Metodología de Transmisión por la que se autorizan los cargos correspondientes a los Servicios de Transmisión.

## **7. Contrato de respaldo.**

Para cubrir una posible disminución de capacidad de su Fuente de Energía, programada o forzada, el permisionario podrá celebrar un contrato con el suministrador de la energía, para lo cual se estará a lo estipulado en la parte conducente del Acuerdo de Tarifas.

Gestiones ambientales y para aprovechamiento del recurso natural.

A fin de evitar que el proyecto que desea desarrollar impacte negativamente al medio ambiente, es necesario solicitar un dictamen de impacto ambiental para lo cual es necesario evaluar los posibles impactos del proyecto desde su construcción hasta su operación, con base en estudios científicos y técnicos, y prever las medidas para evitar o mitigar sus efectos.

#### **8. Manifestación de impacto ambiental particular, regional o informe preventivo.**

Manifestación de Impacto Ambiental Particular: El trámite se resuelve de acuerdo a su tamaño e impacto, dependiendo de si las obras y actividades derivadas del proyecto, puedan causar desequilibrio ecológico, por la modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) particular o regional, o por la modalidad de Informe Preventivo (IP).

Este trámite se debe realizar en las oficinas de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el Distrito Federal y a las Delegaciones Federales para el resto del país.

Manifestación de Impacto Ambiental Regional: El objetivo de la manifestación de impacto ambiental es determinar la viabilidad del proyecto del permisionario, en función del impacto ambiental en el sitio y su entorno, desde su construcción hasta su operación vía informe preventivo (IP).

Informe Preventivo: El Informe Preventivo se presenta en el caso de que existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades o cuando las obras o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que cuente con previa autorización en materia de impacto ambiental.

#### **9. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.**



Cuando se pretende desarrollar un proyecto de biomasa que utilice recursos forestales maderables, se debe tramitar esta autorización en las oficinas de la Dirección General de Federalización de

Servicios Forestales y de Suelo, de la SEMARNAT.

#### **10. Informe de aprovechamiento de Vida Silvestre**

Para realizar el aprovechamiento de flora y fauna silvestre es necesario contar con los permisos necesarios, requeridos para el proyecto del permisionario en el caso de que tener la operación de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre para realizar trabajos de manejo, conservación, restauración, y aprovechamiento sustentable de especies silvestres; así como aquéllas que realizaron aprovechamiento extractivo al amparo de una Autorización de Aprovechamiento Extractivo.

## **ANEXO 3. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS**

### **MANTENIMIENTO DE UN AEROGENERADOR**

Tras su instalación

Transcurrido 1 mes desde la instalación del aerogenerador, se recomienda, reapretar toda la tornillería del aerogenerador.

Permanente

Para asegurar la vida de su aerogenerador, se aconseja seguir los siguientes consejos de mantenimiento:

Cada 6 meses, y a ser posible en los cambios de estación, se recomienda realizar una inspección de mantenimiento en la cual se deben de revisar los siguientes puntos:

- Revisar y reapretar todos los tornillos.
- Comprobar el estado de los cables.
- Inspección visual de las hélices.
- Revisión del sistema de frenado automático, accionando este manualmente.

Las partes principales del aerogenerador a la hora de realizar las inspecciones de mantenimiento son:

Rodamientos

El aerogenerador está equipado con rodamientos blindados de gran calidad que no necesitan mantenimiento.

Tornillería

Toda la tornillería es de acero inoxidable. Ante la falta de cualquier tornillo en una revisión de mantenimiento, reemplazarlo inmediatamente antes de que pueda producir daños mayores.

## Cableado

Comprobar el estado de las uniones y empalmes, así como regletas de conexiones que haya, para evitar que pueda desconectarse y dejar el aerogenerador funcionando libremente.

## Hélices

Las hélices de fibra de vidrio / carbono, llevan en el borde de ataque una cinta protectora de Poliuretano abrasivo.

Esta cinta con el paso del tiempo puede verse afectada por las condiciones climatológicas.

En caso de falta total o parcial de la cinta, acuda a su instalador y reemplace la cinta. En caso contrario, la erosión y cambios climáticos incidirán directamente sobre la hélice, reduciendo su vida útil.

## Amortiguador

El aerogenerador lleva instalados 2 amortiguadores hidráulicos que permiten el frenado rápido, y su vuelta a la posición normal lenta, evitando golpes bruscos.

El amortiguador tiene una pequeña holgura al principio de su retroceso que es normal, si su holgura fuera mayor de la mitad del recorrido y se observan pérdidas de aceite, habría que sustituir los amortiguadores por unos nuevos.

## Engrase

El aerogenerador consta de 3 partes móviles:

El eje delantero (hélice-alternador), provisto de rodamientos blindados y recubiertos totalmente con una grasa de por vida. No precisan engrase.

El eje de orientación (aerogenerador-torre), provisto con rodamientos blindados. No precisan engrase.

El eje de inclinación (alternador-giratoria), es un casquillo de acero inoxidable / bronce engrasado de por vida.

El costo del mantenimiento gira entorno a los \$ 13,000.00 pesos.

## **MANTENIMIENTO DE UNA BOMBA**

Si se siguen unas cuantas instrucciones al armar y desarmar la bomba se pueden economizar tiempo, trabajo y problemas. Estas instrucciones son aplicables a toda clase de bombas.

Al desarmar la bomba

- No es necesario desconectar la tubería de succión o de descarga ni cambiar la posición de la bomba.
- La tubería auxiliar debe desconectarse sólo en los puntos en que sea necesario para quitar una parte, excepto cuando hay que quitar la bomba de la base.
- Después de haber desconectado la tubería, debe amarrarse un trapo limpio en los extremos o aberturas del tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños.
- Emplear siempre un extractor para quitar un acople del eje.
- Las camisas del eje tienen roscas para apretarle en sentido contrario a la rotación del eje.

Después de desarmar la bomba

Antes de hacer la inspección y el chequeo, limpie las partes cuidadosamente. Los residuos gomosos y espesos pueden quitarse a vapor. El lodo, el coque o depósitos de sustancias extrañas similares a las anteriores pueden quitarse por medio de un chorro de arena, trabajo que se hace cuidadosamente para que no forme huecos ni dañe las superficies labradas de la máquina.

## Re ensamblaje

La bomba hidráulica es una máquina construida con precisión. Las tolerancias entre las partes giratorias y las estacionarias son muy pequeñas y debe ejercerse el mayor cuidado para ensamblar adecuadamente sus partes con el objeto de conservar estas tolerancias. El eje debe estar completamente recto y todas las partes deben estar absolutamente limpias. Un eje torcido, mugre o lodo en la cara del eje impulsor, o sobre la camisa de un eje puede ser causa de fallas o daños en el futuro.

Los impulsores, las camisas del espaciador y las del eje constituyen un ensamblaje resbaladizo bastante ajustado al eje. Debe usarse una pasta delgada de aceite al ensamblar estas partes en el eje.

## Acople de bomba hidráulica

Los acoples de bomba, excepto los de tipo roscado, constituyen un ajuste que se encogerá ligeramente sobre el eje; con el objeto de ensamblar el acople con facilidad y precisión, el acople debe expandirse calentándolo a 300°F, en un baño de aceite y ensamblarse con el eje mientras está caliente.

## **ALGUNAS REGLAS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE BOMBAS HIDRÁULICAS**

Selección    Instalación    Operación    Reparación

Las siguientes reglas, evidentemente fundamentales, ayudarán a obtener el servicio más seguro, el mantenimiento más económico, y la mayor vida posible para las bombas hidráulicas. El mantenimiento adecuado no comienza con la reparación o la reposición de las piezas dañadas, sino con una buena selección e instalación, es decir, evitando que haya que reponer o reparar. Estas reglas estarán basadas en cuatro temas diferentes: Selección, instalación, operación y mantenimiento.

## Selección

- Indicar al proveedor de bombas la naturaleza exacta del líquido a manejar.
- Especificar los gastos o caudales máximos y mínimos que pueden llegar a necesitarse, y la capacidad normal de trabajo.
- Dar información semejante relativa a la presión de descarga o planos, y datos para calcularla.
- Proporcionar al proveedor un plano detallado del sistema de succión existente o deseada.
- El proveedor necesita saber si el servicio es continuo o intermitente.
- Indicar de que tipo o tipos de energía se dispone para el accionamiento.
- Especificar las limitaciones del espacio disponible.
- Asegurarse de que se consiguen las partes de repuesto.

## Instalación

- Las bases de las bombas deben ser rígidas.
- Debe cimentarse la placa de asiento de la bomba.
- Comprobar el alineamiento entre la bomba y su sistema de accionamiento.
- Las tuberías no deben ejercer esfuerzos sobre la bomba.
- Usar tuberías de diámetro amplio, especialmente en la succión.
- Colocar válvulas de purga en los puntos elevados de la bomba y de las tuberías.
- Instalar conexiones para altas temperaturas (según el uso).
- Disponer de un abastecimiento adecuado de agua fría.
- Instalar medidores de flujo y manómetros adecuados.

## Operación

- No debe mermarse nunca la succión de la bomba para disminuir el gasto o caudal.
- La bomba no debe trabajar en seco.
- No debe trabajarse una bomba con caudales excesivamente pequeños.
- Efectuar observaciones frecuentes.
- No debe pretenderse impedir totalmente el goteo de las cajas de empaque.
- No debe usarse agua demasiado fría en los rodamientos enfriados por agua.
- No debe utilizarse demasiado lubricante en los rodamientos.
- Inspeccionar el sistema (según su uso).

## Mantenimiento y reparación

- No debe desmontarse totalmente la bomba para su reparación.
- Tener mucho cuidado en el desmontaje.
- Es necesario un cuidado especial al examinar y reacondicionar los ajustes.
- Limpiar completamente los conductos de agua de la carcasa y repintarlos.
- Al iniciar una revisión total deben tenerse disponibles juntas nuevas.
- Estudiar la erosión la corrosión y los efectos de cavitación en los impulsores.
- Verificar la concentricidad de los nuevos anillos de desgaste antes de montarlos en los impulsores.
- Revisar todas las partes montadas en el rotor.
- Llevar un registro completo de las inspecciones y reparaciones.

## **PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

El mantenimiento programado se puede dividir en dos partes:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.

Ambos sistemas están basados en revisiones periódicas programadas a los equipos pero se diferencian fundamentalmente en los medios que se utilizan para las revisiones y en las frecuencias de éstas. Mientras el mantenimiento preventivo elabora una orden de trabajo para que una bomba hidráulica se saque de servicio, se desacople, se desarme, se examinen rodamientos, el eje, el impulsor, los anillos de desgaste, la carcasa, el acople, etc., como una revisión anual; el mantenimiento predictivo saca una orden bimestral ordenando observar la bomba en operaciones normales, comprobar la temperatura de los rodamientos, tanto en la bomba como en el motor, hacer un análisis de vibraciones en cada apoyo de los elementos en rotación ( de este análisis se obtiene el estado de los rodamientos, el alineamiento del eje, el posible desbalanceo del impulsor debido a desgastes internos, posibles torceduras en el eje de la bomba ), observar el desempeño de la bomba con respecto a la curva de rendimiento y caballaje, y observar si existen posibles fugas, para ello se saca la bomba de servicio media hora, se drena y se hace la medición con un equipo ultrasonido, pudiéndose reanudar la operación inmediatamente.

Del análisis de las revisiones efectuadas se toma la decisión, si es el caso, de programar una reparación del equipo, la cual incluiría el posible cambio de las partes que el análisis haya mostrado como defectuosas. En el mantenimiento preventivo es frecuente que en la misma revisión se tome la decisión de cambiar estos elementos y no sea necesario programar una posterior reparación. Los dos métodos tienen sus ventajas y desventajas, veamos



### **Mantenimiento preventivo**

- Frecuentemente no necesita programación.
- No necesita equipos especiales de inspección.
- Necesita personal menos calificado.
- Menos costoso de implementar.
- Da menos continuidad en la operación.
- Menos confiabilidad (aunque es alta).
- Más costoso por mayor mano de obra.
- Más costoso por uso de repuestos.

### **Mantenimiento predictivo**

- Siempre que hay un daño necesita programación.
- Necesita equipos especiales y costosos.
- Necesita personal más calificado.
- Costosa su implementación.
- Da más continuidad en la operación.
- Más confiabilidad.
- Requiere menos personal.
- Los repuestos duran más.

### **MANTENIMIENTO DE LA RED DE UN AEROGENERADOR**

- Que los cables no se vayan a tierra.
- Que las conexiones no se sulfaten, estas se limpian y se pueden cubrir de grasa esto para evitar que se sulfaten.
- Las conexiones deben estar bien apretadas para evitar falsos contactos.
- La resistencia de aislamiento de los cables se mide con un megger.

Hay dos cosas que se le checan a la red eléctrica:

1. La Continuidad
2. Resistencia de aislamiento (que no haya sufrido un daño el aislamiento y se vaya a tierra).

**3. ANEXO 4. TABLA DE SEPARACIÓN ENTRE ASPERSORES DE ACUERDO AL ALCANCE DE AGUA Y A LA VELOCIDAD DEL VIENTO.**

<b>Separación entre aspersores (m)</b>				
<b>Velocidad del viento (km/hr)</b>				
<b>Alcance del Aspersor (radio m)</b>	<b>Sin viento a 2 km/hr</b>	<b>De 2 a 8 km/hr</b>	<b>De 8 a 16 km/hr</b>	<b>Sobre 16 km/hr</b>
12	8.45	7.8	6.5	3.9
15	9.75	9	7.5	4.5
20	13	12	10	6
25	16.25	15	12.5	7.5
30	19.5	18	15	9
35	22.75	21	17.5	10.5
40	16	24	20	12
45	29.25	27	22.5	13.5
50	32.5	30	25	15

**ANEXO 5. TABLA DE VELOCIDAD DE APLICACIÓN DEL ASPERSOR DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO.**

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Textura</b>	<b>Velocidad de Aplicación (mm/hr)</b>
<b>Arenoso</b>	Arena Gruesa	27-63
	Arena Media	18-27
	Arena Fina	14-18
<b>Medio</b>	Franco arenoso-fino	7-18
	Franco limoso	5-9
	Franco arcilloso	2.5-5
<b>Arcilloso</b>	Arcilla densa	bajo 2.5


**ANEXO 6. LA TABLA BEAUFORT ES LA REFERENCIA INTERNACIONAL QUE CLASIFICA Y DEFINE CADA TIPO DE VIENTO EN FUNCIÓN DE SU VELOCIDAD.**

<b>Fuerza</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Velocidad (km/h)</b>	<b>Denominación</b>
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	5.7-9.8	27-35	Regular
6	9.9-10.4	36-44	Fuerte
7	12.5-15.2	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	Más de 29	Más de 104	Huracán

**ANEXO 7. DIMENSIONADO DEL CABLE DE BAJADA DEL AEROGENERADOR HASTA EL CUADRO DE REGULACIÓN.**

Amperios máximos por fase	Amperios máximos 3 fases	Medidas mínimas recomendadas (mm)		
		Hasta 30 m	hasta 60 m	Hasta 90 m
42	126	3 x 16	3 x 16	3 x 25
21	63	3 x 10	3 x 10	3 x 16
16	48	3 x 10	3 x 10	3 x 10
11	33	3 x 6	3 x 6	3 x 6
5	15	3 x 4	3 x 4	3 x 6

## ANEXO 8. FORMATOS DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.

 <b>COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA</b> <b>SOLICITUD DE SERVICIOS</b> <b>ANEXO: DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE</b>		
<input checked="" type="radio"/> Persona Física ( )	<input type="radio"/> Persona Moral ( )	
<b>A. Nombre o razón social:</b> _____ _____		
<b>B. Registro Federal de Contribuyentes (RFC si es causante), o Clave Única de Registro de Población (CURP) [Personas Físicas]:</b> _____		
<b>C. Domicilio:</b> Calle, número(s) o nombre del predio: _____ Colonia: _____ C.P. _____ Localidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____ Tel. _____ Nacionalidad: _____ <small>Únicamente para trámites CNA-01-005 y CNA-01-006</small>		
<b>D. Nombre del (o los) representante(s) legal(es) (en su caso):</b> _____ _____		
<b>E. Domicilio para oír y recibir toda clase de notificaciones:</b> Calle, número(s) o nombre del predio: _____ Colonia: _____ C.P. _____ Localidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____ Tel. _____		
<b>F. Acepto se me notifique cualquier información de mi trámite incluso la resolución por medio electrónico (Con fundamento en los artículos 35 fracción II y 69-C de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo).</b> Si ( ) No ( )		
Dirección de Correo Electrónico: _____		
<b>G. Desea que la información proporcionada para su trámite sea pública:</b> Si ( ) No ( )		
Nota: La información y documentación presentada se entenderán bajo protesta de decir verdad.		
<b>PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONAGUA</b>  N° de Expediente: _____ _____ _____	Para cualquier aclaración, orientación o duda, usted puede llamar sin costo desde cualquier lugar del país, al teléfono:  <b>01800 1119303</b>  De la Comisión Nacional del Agua	<b>PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONAGUA</b> Selo <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div>
Cuenca Hidrológica o Acuífero: _____ Región Hidrológica: _____		
La información requerida se fundamenta en lo dispuesto en los artículos 21, 21 bis, 24, 25, 30, 33, 42, 43, 88, 113, 113 Bis y 118 de la Ley de Aguas Nacionales; 29, 32, 44, 138, 141, 174, 175 y 176 de su Reglamento; 3, 15, 35 y 69-C de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.		



**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA**  
**SOLICITUD DE SERVICIOS**  
**CNA-01-005 CONCESIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES**

**DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA OBTENER SU CONCESIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES**

	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
I	SOLICITUD	Presentar debidamente llenados, los formatos denominados "Solicitud Única de Servicios Hídricos, Datos Generales" y "CNA-01-005 Concesión para la extracción de materiales" en original y sus anexos en copia simple. También se puede presentar un escrito libre que contenga la información señalada en ellos, o bien por medios electrónicos cuando aplique.
II	ACREDITACIÓN DE LA PERSONALIDAD JURÍDICA	Acreditar la personalidad jurídica de la persona física o moral interesada y en su caso, del representante legal autorizado.
III	CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE EXTRACCIÓN	Dibujo sin escala con los puntos de referencia que permitan su localización, y que incluya la ubicación de la zona donde se encontrará la extracción de materiales.
IV	PLANOS DE LAS OBRAS PARA LA EXTRACCIÓN Y MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS MISMAS	Planos de la obra con la descripción y características de las obras realizadas o por realizar, así como sus programas de construcción.
V	MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL O EXENCIÓN DE LA MISMA	El usuario deberá anexar el resolutivo de la manifestación de impacto ambiental o la exención de la misma, emitido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
VI	PROYECTO DE LAS OBRAS A REALIZAR PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES	En su caso, se deberá anexar el proyecto de las obras a realizar para la extracción de materiales, con la descripción del procedimiento para la extracción y características, y los plazos para la ejecución de las mismas.
VII	EN CASO DE MODIFICACIÓN	En su caso, deberá anexar la documentación que soporte la modificación que solicita, así como el título original a modificar.
VIII	COMPROBANTE DEL PAGO DE DERECHOS	Al momento de solicitar el trámite, el interesado deberá presentar ante la Autoridad del Agua, el comprobante de pago de derechos, original para cotejo y copia simple (Art. 3 de la Ley Federal de Derechos).

**Nota:**

Los documentos que acrediten la personalidad deben ser vigentes al momento de presentar la solicitud.

La extracción de materiales pétreos solo se podrá concesionar en los cauces y vasos, siempre y cuando no se afecten las zonas de protección o seguridad de los mismos. "La Autoridad del Agua" no expedirá concesiones para la explotación de materiales pétreos de las riberas o zonas federales de los cauces y vasos de propiedad nacional.

Los estudios y proyectos a que se refiere el artículo 21 BIS de la Ley de Aguas Nacionales, se sujetarán a las normas y especificaciones técnicas que en su caso emita "la Comisión".

Será responsabilidad del Usuario obtener las Autorizaciones para acceder al predio donde se encuentra la extracción.

Para mayor información consulte al personal del Centro Integral de Servicios o Ventanilla de Servicios.

El presente trámite y la información requerida en él, se fundamenta en lo dispuesto en los artículos 21, 21 BIS, 22, 113 BIS segundo párrafo y 118 de la Ley de Aguas Nacionales; 30 último párrafo, 174, 175 y 176 de su Reglamento; 3ª y 192-A fracciones I y V de la Ley Federal de Derechos; 3ª, 15 y 15-A Fracción III de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5ª del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

**IMPORTANTE:** En vez de entregar copia de los permisos, registros, licencias y, en general, de cualquier documento expedido por la propia SEMARNAT o sus órganos administrativos desconcentrados, los interesados podrán señalar los datos de identificación de dichos documentos, excepto cuando se trate de trámites de sustitución del titular de dichos documentos, caso en el que se deberá entregar el original para su cancelación.

Todo documento original puede presentarse en copia certificada y éstos podrán acompañarse de copia simple, para cotejo, caso en el que se regresará al interesado el documento cotejado.

La resolución del trámite CNA-01-005 debe emitirse y ponerse a disposición del solicitante dentro del siguiente plazo, contado a partir de la presentación de la solicitud y estando debidamente integrado el expediente: 60 días hábiles.

## ANEXO 9. FORMATO DE SOLICITUD DE CONSTRUCCIÓN DEL H. AYUNTAMIENTO DE COATZACOALCOS.



DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO URBANO  
Y MEDIO AMBIENTE

Por Un Mejor  
Coatzacoalcos

SOLICITUD DE LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

FORMATO D.G.D.U-01

### DATOS DEL PROPIETARIO

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
(Apellido paterno) (Apellido materno) (Nombres)

DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
(Calle) (N° Interior) (C.P.)

COLONIA / FRACCIONAMIENTO: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

### DATOS DEL PREDIO

UBICACIÓN: \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_ Manz: \_\_\_\_\_  
(Calle) (N° ext.)

ENTRE LAS CALLES: \_\_\_\_\_

SUPERFICIE: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> Colonia: \_\_\_\_\_ CTA. CATASTRAL: \_\_\_\_\_

### TIPO DE LICENCIA SOLICITADA

CASA HABITACION	<input type="checkbox"/>	CONJUNTO HABITACIONAL	<input type="checkbox"/>	OFINAS	<input type="checkbox"/>	ANUNCIOS	<input type="checkbox"/>	DEMOLICION	<input type="checkbox"/>
LOCAL COMERCIAL	<input type="checkbox"/>	FRACCIONAMIENTOS	<input type="checkbox"/>	PRORROGA	<input type="checkbox"/>	OBRA NUEVA	<input type="checkbox"/>	REGULARIZACION	<input type="checkbox"/>
BODEGA	<input type="checkbox"/>	INTRODUCCION DE DUCTOS.	<input type="checkbox"/>	USO DE VIA PUBLICA.	<input type="checkbox"/>	AMPLIACION	<input type="checkbox"/>	REMODELACION	<input type="checkbox"/>
TERMINACION DE OBRA	<input type="checkbox"/>	REGISTROS / REFRENDOS	<input type="checkbox"/>	BARDA	<input type="checkbox"/>	OTROS	_____		

SUPERFICIE DE CONSTRUCCION: \_\_\_\_\_

### DATOS DEL DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CEDULA PROFESIONAL: \_\_\_\_\_ REGISTRO MUNICIPAL No. \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

TELEFONO: \_\_\_\_\_

BAJO PROTESTA, DE DECIR LA VERDAD, MANIFESTAMOS QUE NO HE DADO INICIO A LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION, DEL TRAMITE SOLICITADO.

FIRMA DEL PROPIETARIO

DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

#### REQUISITOS GENERALES:

- Formato de Solicitud D.D.U-01 firmada por el Propietario del predio o por el Representante acreditado con carta de poder notarial.
- Copia de la Escritura
- Copia del pago de Impuesto predial 2014.
- Copia del último pago del recibo de agua.
- Copia de la constancia de alineamiento vigente.
- Copia de la constancia de número oficial.
- Copia de la constancia de uso de suelo.
- Copia de credencial de elector del propietario.
- Reporte fotográfico.

\*En la parte del reverso encontrarse la lista de requisitos adicionales de acuerdo al tipo de licencia solicitada.

### VENTANILLA UNICA

(LLENADO EXCLUSIVO DE LA DEPENDENCIA)

No. EXP. LIC. DE CONST.: \_\_\_\_\_

FECHA INGRESO: \_\_\_\_\_

No. EXP. ALINEAMIENTO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

RECEPCIONO: \_\_\_\_\_

NOTA: EL FALSEAR DATOS LE HARIA ACREEDOR A LAS SANCIONES ESTABLECIDAS EN EL CODIGO PENAL VIGENTE EN EL ESTADO DE VERACRUZ.







