

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

Facultad de Arquitectura y Diseño
Departamento de Diseño Gráfico

“Centro de investigación y capacitación de energía renovables”

Rivas De Johannessen, María de los Ángeles

Guatemala, 2006
Campus Central

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

Facultad de Arquitectura y Diseño

Departamento de Diseño Gráfico

“Centro de investigación y capacitación de energía renovables”

Presentada al Consejo de Facultad de Arquitectura y Diseño

Por:

Rivas De Johannessen, María de los Ángeles

Previo a optar el título de:

DISEÑADOR GRÁFICO

En el grado académico de:

LICENCIADO

Guatemala, 2006

Campus Central

Índice

Capítulo	Página
Índice	I
1. Introducción	1
2. Marco Metodológico	2
2.1 Planteamiento del Problema	2
2.2 Justificación de la Investigación	2
2.3 Objetivos de la Investigación	3
2.3.1 Objetivo General	3
2.3.2 Objetivo Específico	3
2.4 Alcances y límites de la Investigación	3
2.5 Tipo de Investigación	3
2.6 Sujetos u Objetos de Estudio	4
2.7 Instrumentos	4
3. Marco Teórico	6
3.1 Metodología del Diseño	6
3.2 Factibilidad del Proyecto	8
3.3 Diseño Bioclimático	8
3.4 Uso de Materiales	8
3.5 Fundamentación Teórica	9
3.6 Casos Análogos	41
4. Marco de Referencia	60
4.1 Descripción Ambiental	61
4.2 Marco Histórico	62

4.3 Marco Legal	63
4.4 Análisis de las Energías Renovables en Guatemala	73
4.5 Análisis geográfico	79
4.6 Anexos	90
4.7 Análisis de Resultados	93
4.8 Conclusiones	94
4.9 Recomendaciones	95
5. Propuesta de Intervención	96
5.1 Grupo objetivo	96
5.2 Objetivos de la propuesta de diseño	100
5.3 Selección del terreno	101
5.4 Filosofía de Diseño	102
5.5 Integración con el entorno	103
5.6 Uso de Energías renovables	103
5.7 Uso de Materiales	103
5.8 Especificaciones	105
5.9 Proceso de Prefiguración	131
5.9.1 Programa de Necesidades	131
5.9.2 Diagrama de Relaciones	132
5.9.2 Matriz de Doble Entrada	133
5.10 Concepto de diseño	134
5.11 Propuesta Arquitectónica	
5.12 Presupuesto	
6. Conclusiones	136
7. Recomendaciones	137
8. Glosario	138
9. Bibliografía	145

1. Introducción:

Actualmente existe una crisis energética mundialmente, lo cual afecta a Guatemala. El petróleo es la fuente de energía que prevalece en la generación de energía eléctrica, pero su vida útil ya se está acabando. Es fundamental buscar nuevas alternativas para la generación de energía.

Para la región de América Central, las tecnologías de energía renovable a pequeña escala representan una alternativa económica y ambiental factible para la provisión de energía a comunidades rurales remotas y para la expansión de la capacidad eléctrica instalada. La región cuenta con suficientes recursos para desarrollar sistemas hidráulicos, solares, eólicos y de biomasa.

Sin embargo, existen barreras que dificultan un mayor desarrollo de este tipo de energía: la falta de conocimiento de las tecnologías y las capacidades institucional y técnica aún incipientes.

Para que estos sistemas se desarrollen en Guatemala, es importante tener la infraestructura necesaria para la investigación y capacitación de energías renovables, para uso de entidades nacionales e internacionales, así como inversionistas interesados en el tema.

Siendo el proceso a seguir Deductivo, se ha iniciado tomando, como fuentes de información, la investigación teórica e investigación de campo, siendo respectivamente, las referencias bibliográficas, las cuales clasifican y determinan conceptos y definiciones, entrevistas a entidades nacionales y representantes de empresas internacionales que tengan que ver con el tema de energías renovables.

2. Marco Metodológico:

2.1 Planteamiento y definición del problema:

Debido al problema energético que atraviesa el mundo entero, ha crecido el interés y la investigación por nuevas formas de captación de energía. Una de las estrategias a seguir, es la ejecución de proyectos de generación de energía con recursos renovables, con el objeto de reducir la dependencia del petróleo y asegurar el uso de tecnologías ambientalmente compatibles.

Actualmente Guatemala no cuenta con un Centro de Investigación y Capacitación, donde se unifiquen la investigación, promoción, capacitación y demostración de energías renovables. Por esta razón se ha decidido realizar una investigación y comprobar si es importante tener un centro como este.

Con esto se busca servir entidades nacionales e internacionales que se interesen en utilizar las energías renovables en Guatemala y puedan tener a su disposición un centro de investigación y capacitación que cuente con todas las necesidades arquitectónicas que lo amerite.

2.2 Justificación:

Guatemala cuenta con un gran potencial para la captación de energía renovable, pero sólo se está aprovechando una mínima parte. Considerando que estas tecnologías todavía están en vías desarrollo en Guatemala, no se cuenta con un espacio en el cual, les sean brindadas las facilidades necesarias en cuanto a infraestructura a investigadores y entidades nacionales e internacionales.

El uso de esta tecnología beneficiaría a comunidades remotas donde el sistema de electricidad normal no tiene alcances, y se reduciría la dependencia al petróleo, en cuanto a la generación eléctrica.

2.3 Objetivos de la Investigación

2.3.1 Objetivo General:

Analizar la necesidad que tienen los investigadores del campo de la energía en cuanto a espacios arquitectónicos, a través de entrevistas, análisis de proyectos realizados en otros países, y la investigación del tema, para evaluar la necesidad de un planteamiento arquitectónico adecuado a las actividades de investigación y capacitación de energías renovables.

2.3.2 Objetivo Específicos:

- Analizar las necesidades de entidades nacionales e internacionales en cuanto a la investigación y capacitación de energías renovables.
- Establecer una serie de procedimientos para el entendimiento de las energías renovables, en lo referente a diseño y aplicación.

2.4 Alcances y límites de la investigación:

Los alcances que se esperan de la investigación son la recopilación de datos teóricos, por medio de entrevistas y bibliografía para determinar las necesidades arquitectónicas para la investigación y capacitación de las energías renovables. Hay varios aspectos que van a delimitar la investigación, los cuales son el tiempo, el espacio y circunstancias específicas. Guatemala no cuenta con la tecnología para la investigación o experimentación de nuevas formas de energía, esto se da en países desarrollados, por lo que es un limitante para la investigación.

La investigación se va a proyectar para un lapso de seis meses para recolectar datos importantes en el tema de las energías renovables.

2.5 Tipo de Investigación:

Es una investigación básica pues tiene como finalidad el mejor conocimiento y comprensión de los conceptos.

Según el alcance temporal es transversal, pues analiza una situación en un período corto, en este caso se va analizar el uso de energías renovables en Guatemala, y su aplicación en un Centro de Investigación y Capacitación.

Según sus fuentes, la investigación es mixta pues es información de fuentes originales y de terceros. Según el lugar, la investigación va ser de campo, visitando lugares donde se maneja la energía renovable.

2.6 Sujetos u objetos de Estudio:

La información se obtiene por medio de entidades como El Centro de Energías Renovables de la Dirección General de Energía y Minas, el Departamento de Recursos Naturales del Ministerio de Energía y Minas, Fundación Solar y otras instituciones, para tener un mejor entendimiento del problema planteado, con lo se obtienen los parámetros para la formulación de la propuesta.

2.7 Instrumentos:

Método:

Flores (1991:24) afirma que el método de investigación científica es la posibilidad efectiva de producir conocimiento, de construir categorías y estructurar el concepto de lo indagado con el mayor número de determinaciones posibles. Luego se debe definir el proceso a seguir, siendo entre Deductivo e Inductivo.

Sujetos:

Siendo el proceso a seguir Deductivo, se ha iniciado tomando, como fuentes de información, la investigación teórica e investigación de campo, siendo respectivamente, las referencias bibliográficas, las cuales clasifican y determinan conceptos y definiciones, entrevistas a entidades nacionales y representantes de empresas internacionales que tengan que ver con el tema de energías renovables.

Se ha elegido como fundamentos para la parte teórica, diversas teorías sobre el tema de energías renovables, las cuales son presentadas en el capítulo **2 (Marco Teórico)**. Respecto a la investigación de campo, se toma como fundamentos el análisis de una visita a una planta geotérmica.

Para obtener datos específicos de las necesidades del Centro de Investigación y Capacitación en Energías Renovables, se visitan varias universidades, como la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Universidad del Valle, ya que ellos imparten cursos de Recursos Naturales y en el caso de la Universidad San Carlos, tienen un generador eólico para experimentos para la facultad de Ingeniería Mecánica.

Asimismo se recolectan datos de las necesidades de los inversionistas y entidades internacionales en cuanto a equipo e infraestructura que necesitan para implementar nueva tecnología en cuanto a captación de energía en Guatemala.

Grupo Objetivo:

El grupo objetivo a quien interesa la investigación es: entidades nacionales como el Ministerio de Energía y Minas, el Departamento de Energías Renovables de la Dirección de Energía y Minas, la Asociación de Energía Solar, el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala, inversionistas, personas del área rural, estudiantes y entidades industriales.

Las entidades son: las cuales necesitan espacios arquitectónicos y tienen interés en hacer estudios e investigaciones sobre el potencial que tiene Guatemala para la captación y uso de energía renovable.

3. Marco Teórico:

3.1 Metodología de Diseño:

La forma como proceso:

Las formas elementales pueden estudiarse por su modo de manifestarse.

La Forma como división y totalidad:

El examen formal analíticamente diferenciador se complementa y se complementa con el examen forma sintéticamente integrador.

La Estructura como matriz de la forma:

Al igual que las leyes clásicas de la proporción y que el Modulor de Le Corbusier, la matriz de la forma o estructura creativa pretende ser un instrumental de aplicación general en la arquitectura y en la técnica, para, con la ayuda, conseguir una medida armónica en el proyecto.

La forma que nace está vinculada a una matriz que permanece invisible, dado que únicamente es utilizada como <herramienta auxiliar> y como medio. El resultado, la forma creada, está sujeto a una exacta regularidad creativa.

La reacción ante determinados factores y la consideración de otros principios creativos evita el peligro de caer en un formalismo estructural.

La matriz de producción de la forma responde a la voluntad de homogeneidad. Con una aplicación consciente de este método de trabajo (metodología de creación) pueden hallarse nuevas formas que van más allá de la oferta que proporciona la matriz (creación asociativa de figuras).

La diferencia entre una forma libre, espontánea e irracional y una forma libre que esté dentro de una matriz, consiste en una voluntad de creación que combina la regularidad estructural con la ocurrencia súbita y la decisión creadora.

Consideraciones sobre el círculo:

“Al examinar las formas elementales pensamos en la aguda observación de Le Corbusier: <Las formas primarias son las formas más bellas, ya que son fáciles de leer.> Las formas primitivas son las formas más sencillas, son además de una regularidad absoluta. Los tres signos del círculo, el cuadrado y el triángulo son tan claros como misteriosos e inagotables. A menudo las obras más ricas de la arquitectura, escultura y pintura se basan en esas tres formas primitivas ensambladas.” (1)

De las formas primarias, el círculo es el que más se asocia a símbolos trascendentales y el que mejor expresa la relación que hay entre la construcción humana y la filosofía.

El círculo como señal y símbolo cósmico. Contrariamente al cuadrado, que es el signo del simbolismo material y terrestre, el círculo ilustra lo infinito, lo que no tiene principio ni fin.

Alteraciones y cortes de la línea circular:

En esta operación formal se acomete contra el perímetro del círculo, es decir, se manipula la línea circular desde fuera o desde dentro de tal manera que surge una forma nueva.

Al suprimir partes de la superficie circular, obtenemos un <torso circular>. La forma de este torso circular depende de las operaciones formales, es decir, de si se secciona la superficie circular por sectores, por radios o según una forma libre.

Se puede continuar con esta operación hasta que surja un caso formal singular, como el semicírculo, o hasta que la línea circular está completamente rota y ya no se reconozca el círculo como tal.

Las operaciones especiales pueden clasificarse en dos grupos:

- a) Las partes del círculo que se suprimen están en relación con el centro
- b) Las partes del círculo que se suprimen no están en relación con el centro

(1) Principios Elementales de la Forma en la Arquitectura, Franco Fonatti (1988) paginas 17-65

3.2 Factibilidad del Proyecto

El medio ambiente es un factor vital para el desarrollo del hombre, por eso se busca poner fin a la contaminación de las fuentes de agua, la polución, la destrucción de bosques, etc. Guatemala tiene una fuente valiosa de recursos renovables, que si se aprovechan bien, pueden ser una buena alternativa a los problemas que se tienen con las energías no renovables.

Por tal importancia, se proponen cuatro posibles vías de financiamiento:

1. Institucional
2. Organizaciones no Gubernamentales
3. Iniciativa Privada
4. Instituciones Internacionales

3.3 Diseño bioclimático

El confort térmico juega un papel muy importante en un diseño bioclimático. El uso de aire acondicionado sería ideal para este clima, pero no para el medio ambiente, ya que se necesita una cantidad grande de energía para su funcionamiento. Aprovechando los vientos que se dan en esta área, se podría crear ventilación cruzada, de tal manera que el edificio esté siempre bien ventilado y fresco.

Es importante la protección de las fachadas, así como la ventanería correcta para evitar el soleamiento intenso.

Para conseguir el confort térmico se deben tomar medidas pasivas como la correcta orientación del edificio con respecto al sol y el uso de vegetación tanto para proteger las fachadas, como para dar sombra. Otro recurso puede ser arquitectónico, como el uso de parteluces.

3.4 Uso de materiales

Entre los materiales compatibles con el medio ambiente están: yeso, cal, piedra, madera (sólo la proveniente de bosques mantenidos), ladrillo cerámico, arcilla, barro cocido y vidrio.

No compatibles: cemento armado (distorsiona el campo eléctrico natural y conduce relativamente bien el calor, da sensación de frío), los plásticos en general (no son reciclables al 100%), las maderas tropicales, uso de metales en grandes cantidades porque modifican el ambiente electromagnético natural. El aluminio es, entre otros materiales, poco aconsejable por su alto costo energético.

El ciclo del agua es muy importante, se debe incluir un sistema de captación de agua de lluvia, así como un sistema de tratamiento de aguas grises.

3.5 Fundamentación teórica:

Para la región de América Central, las tecnologías de energía renovable a pequeña escala representan una alternativa económica y ambiental factible para la provisión de energía a comunidades rurales remotas y para la expansión de la capacidad eléctrica instalada, ya sea por medio de sistemas aislados o por proyectos conectados a la red eléctrica. La región cuenta con suficientes recursos para desarrollar sistemas hidráulicos, solares, eólicos y de biomasa, principalmente.

Adicionalmente, estas tecnologías pueden disminuir la contaminación del medio ambiente, causada por las emisiones de gases de los sistemas convencionales que utilizan combustibles fósiles, como el carbón, y productos derivados del petróleo. Estos gases contribuyen al efecto invernadero y al calentamiento global del planeta.

A continuación se presentará una síntesis a partir de referentes teóricos, conceptuales y contextuales del tema de las energías renovables, así como los condicionantes del entorno que lo determinan.

Energía y potencia:

La energía es parte de todos los ciclos de la vida y es un elemento esencial para prácticamente todas las actividades. Energía es un concepto que se relaciona con varios procesos (como quemar combustibles o propulsar máquinas), así como con las observaciones de dichos procesos. La energía se define científicamente como la capacidad de hacer trabajo.

Fuentes de energía:

Existen diferentes fuentes de energía, las cuales se pueden clasificar en dos grupos:

- **Fuentes renovables:** no se agotan por su uso, como la energía del viento y del sol. El agua y la biomasa también se incluyen en esta categoría, aunque son renovables bajo la condición de que la fuente se maneje en forma apropiada, por ejemplo, las cuencas hidrológicas y plantaciones de árboles.
- **Fuentes no-renovables:** están disponibles en cantidades limitadas y se agotan por su uso, como los combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo, gas natural). Estas tienen la característica de que, una vez utilizadas para la generación de energía, no se pueden volver a usar.

Formas de energía:

La energía tiene diferentes formas, entre las cuales podemos citar las de mayor importancia:

- **Energía cinética:** la de un objeto en movimiento como por ejemplo, el agua de un río. La velocidad y masa de un objeto determinan, en gran parte, la cantidad de su energía cinética. Cuanto más fluye el agua, más energía estará disponible.
- **Energía potencial:** la de la posición de un objeto con respecto relativo a la tierra. Esta forma está almacenada y se convierte en energía cinética cuando el objeto se cae. Por ejemplo, el agua en un embalse tiene potencial de caerse y, cuanto más alta la presa, más energía potencial contiene el agua.
- **Energía térmica (calor):** una forma de energía cinética causada por el movimiento de los átomos o las moléculas en un material, sea sólido, gaseoso o líquido. Su cantidad es determinada por la temperatura del material, entre más alta la temperatura, más energía está disponible. Por ejemplo, en la combustión de madera u otros materiales se genera calor.
- **Energía química:** la almacenada en átomos y moléculas; por ejemplo, en materiales combustibles y baterías (acumuladores).

- **Energía eléctrica:** más conocida como electricidad; es el flujo de los electrones en un material conductor, como un cable eléctrico.
- **Energía electromagnética (radiación):** la que todos los objetos emiten en diferentes cantidades. La luz es una forma visible de radiación.
- **Energía mecánica (o energía rotacional):** la de rotación de un eje girando. Esta se produce, por ejemplo, en una turbina hidráulica impulsada por el agua.
- **Energía nuclear:** se obtiene de las modificaciones de los núcleos de los átomos, muy pesados o muy ligeros. En esta modificación, cierta fracción de su masa se transforma en energía. Produce subproductos nocivos al medio ambiente.

Transformación de energía:

“Utilizar” la energía significa, transformar una forma de ella en otra. Por ejemplo, aprovechando la fuerza del viento, se convierte la energía cinética en mecánica, la cual, luego se puede convertir en eléctrica.

Para obtener iluminación, se convierte la eléctrica en electromagnética o radiación. Igualmente, “generar” energía significa convertir una forma de ella en otra; por ejemplo, la cinética de agua en movimiento a mecánica, en un sistema hidráulico.

Los términos “utilizar” y “generar” energía científicamente no son correctos porque ella no se puede crear ni destruir. Se puede transformar de una forma u otra, pero no se “gasta” y su cantidad total se mantiene igual en cualquier proceso. Lo anterior es la base de la Primera ley de termodinámica.

Sin embargo, en términos prácticos sí se gasta la energía, debido a que se convierte en una forma que ya no se puede aprovechar.

Oferta, demanda y consumo:

En el análisis de la utilización de energía en el nivel nacional o sectorial se pueden distinguir tres conceptos:

- **Oferta de energía:** se requiere de ella para aplicaciones como iluminación, cocción, procesos industriales y transporte. La oferta energética puede ser diferente de un lugar a otro, dependiendo de condiciones locales como el clima y las costumbres, según los diferentes tipos de usuarios (viviendas, industrias, transporte, etc.). Se puede satisfacer una necesidad específica de energía con diferentes fuentes e igualmente, no todas las necesidades se pueden por falta de fuentes o presupuesto.
- **Demanda por energía:** necesidad de fuentes que puedan satisfacer las necesidades de energía. Depende de factores como población, nivel de desarrollo económico, disponibilidad de tecnología, etc. Igual a éstas, no siempre se puede satisfacer la demanda por energía.
- **Consumo de energía:** utilización real de fuentes; también llamada “demanda expresada”.

Eficiencia:

“En todas las transformaciones de energía, se pierde una parte de ella debido a su conversión parcial en una forma que no se puede aprovechar, generalmente en calor. La fracción de la energía utilizable, como resultado de un proceso de conversión, y su insumo se llama la eficiencia del proceso, la cual, generalmente, se representa como un porcentaje. En fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{egreso de energía utilizable}}{\text{insumo de energía}} \times 100\%$$

Cuanto más alta sea la eficiencia, menos energía se pierde.” (2)

Consumo a nivel mundial:

“El consumo total de energía primaria no renovable en el mundo se calcula en 90.000 millones de kWh/año. Esto significa que para los seis mil millones de habitantes en el mundo les tocaría 15000 kW/año a cada uno. Los 15000 kWh/año equivalen a 1.7 kWh por hora por persona. Pero el consumo

promedio por persona varía fuertemente entre diferentes países. En la lista mundial de consumo de energía Los Estados Unidos con 11 kW/persona ocupan el primer lugar. Alemania con 6 kW consume 4 veces más que el promedio. Países en desarrollo como India 300 W o Bangladesh 80 W se quedan claramente debajo del promedio". (3)

Consumo energético en Guatemala:

Guatemala depende en un 80% de la energía eléctrica que le provee el sector público, el Instituto Guatemalteco de Electrificación INDE y la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. EEGSA, que suministra en conjunto alrededor de 653 MW. Por otro lado, el sector privado colabora con el restante 20%, que son 170 MW en este año, totalizando 820 MW de potencia disponible para el país.

En Guatemala la electricidad se genera básicamente por medio de las centrales hidroeléctricas, con un porcentaje de capacidad instalada del 52%, las centrales térmicas con un 40% y los cogeneradores con el restante 8%.

El servicio eléctrico ha alcanzado una cobertura del 42%, siendo una de las más bajas de Latinoamérica. El consumo per cápita es de 205 kilovatios-hora anuales.

Fuentes de energía no renovable:

Son aquellas fuentes energéticas, que la naturaleza ha tardado millones de años en producirla, y cuya utilización total; alcanzaría solo para unos pocos años. Entre los recursos no renovables se encuentra el carbón, petróleo y gas. A medida que se consumen estos recursos, se van agotando y tienen la inconveniencia de la contaminación y destrucción del medio ambiente. Las reservas disponibles están sujetas a la factibilidad técnica y económica de su explotación, al descubrimiento de nuevos yacimientos y al ritmo de extracción y consumo.

(2) Fuente: Manuales sobre energía renovable, Hidráulica a Pequeña Escala, Solar Fotovoltáica, Eólica, Solar Térmica, Biomasa. Fortalecimiento de la Capacidad en Energía Renovable para América Central. (FOCER) Página 43.

(3) Fuente: Energía y Energía Renovable Pro-eco, Programa de Ecología Urbana Swiss-Contact, Fundación Suiza de Cooperación al Desarrollo Técnico, páginas 1-22

Fuentes de energía fósil:

“Se llama energía fósil la que se obtiene de la combustión (oxidación) de ciertas sustancias que, según la geología, se produjeron en el subsuelo a partir de la acumulación de grandes cantidades de vegetales, sometidos a un proceso de transformación natural (cambios climáticos, grandes presiones, etc.) a lo largo de millones de años.” (4)

Petróleo y sus derivados:

El petróleo es una mezcla de una gran variedad de hidrocarburos (compuestos de carbono e hidrogeno) en fase líquida, mezclado con una variedad de impurezas. Por medio de procesos de destilación se obtienen diversos productos como la gasolina, el diesel, etc.

Gas natural:

El gas natural esta compuesto principalmente por metano (CH_4) y corresponde a la fracción más ligera de los hidrocarburos, por lo que se encuentra en los yacimientos de forma gaseosa.

Carbón mineral:

El carbón mineral es principalmente carbono, es de origen fósil, y se encuentra en grandes yacimientos en el subsuelo. A nivel mundial, el carbón mineral es abundante. La contaminación ambiental que causa es aun mayor que los inherentes al petróleo y sus derivados.

Energías renovables:

Las fuentes de energía renovables son aquellas que proceden del flujo de energía que recibe continuamente la Tierra, y que tiene su origen en el Sol, aunque en ciertos casos existe una cierta contribución de los campos gravitatorios terrestre y lunar.

(4) Folleto del Curso de Ingeniería Mecánica y Educación Continuada, OEA-ICETEX-CUAO
Adiestramiento para países en desarrollo. Capítulo 1, conceptos básicos

Arquitectura solar:

El Tercer Mundo ha ido abandonando el barro, el adobe y el ladrillo, materiales termo absorbente, por el vidrio y el hormigón occidentales. Debido a ello, necesitan más energía para calentar y enfriar los edificios.

Arquitectura popular:

La arquitectura bioclimática no es más que una arquitectura popular evolucionada, a la que se incorporan técnicas constructivas contemporáneas, conceptos energéticos avanzados y dispositivos mecánicos modernos. Por ese motivo, resulta imprescindible volver los ojos hacia la arquitectura vernácula para analizar los motivos energéticos, materiales o sistemas constructivos que la justifican, y poder extraer consecuencias aplicables a la arquitectura de nuestros días.

Arquitectura pasiva:

El empleo de sistemas pasivos es el modo más eficaz de aprovechamiento de los recursos naturales. Se estudia la metodología de diseño y las estrategias que se pueden aplicar según cada clima. Se analizan proyectos bioclimáticos actuales, escuchando de sus propios autores los condicionantes de los que partían, los objetivos que pretendían alcanzar y las dificultades que tuvieron a la hora de desarrollar el proyecto o la construcción.

Urbanismo ecológico:

Difícilmente se pueden poner en práctica las propuestas bioclimáticas si la estructura urbana no lo hace posible. Resulta imprescindible desarrollar una estructura urbana adecuada. Por otro lado, todo desarrollo supone consumo de materiales y energía que pueden poner en peligro el desarrollo de generaciones venideras. Es por ello preciso estudiar las posibilidades de un desarrollo sostenible eficaz y los efectos del impacto ambiental de nuestras actuaciones urbanas, proponiendo las más adecuadas.

Iluminación natural:

La iluminación natural no debe entenderse exclusivamente como una fuente de ahorro energético sino, también, como el medio para conseguir ambientes más cálidos, más acogedores, más humanizados, que permitan un mejor desarrollo de actividades humanas, vida familiar o laboral.

Contaminación y tratamiento de residuos:

La sociedad, al tiempo que va alcanzando cotas de mayor desarrollo, va produciendo mayores cantidades de basuras, desperdicios y contaminantes en general. El aire está contaminado con las combustiones de los vehículos, calefacciones o centrales térmicas, los ríos y el mar con las aguas sucias domésticas o industriales no depuradas, y la tierra con los residuos sólidos urbanos. Se debe incorporar en los estudios medioambientales los modernos sistemas de tratamiento de residuos, la depuración de las aguas y el control de la contaminación de las aguas.

Geobiología y bioconstrucción:

La salud del hombre tiene que ver con el entorno en el que vive. Los campos magnéticos naturales de la tierra y las emisiones de los materiales que nos rodean también influyen. La geobiología en el mundo occidental y el feng-shui en el oriental han estudiado sus efectos.

Las alteraciones del campo electromagnético, ya sean naturales (fallas o venas de agua) o artificiales (redes de alta tensión), influyen en la salud. Por otro lado, los materiales que se utilizan para construir los edificios no siempre responden a lo que se les debe pedir, que sean naturales, sanos, reciclados, y que tengan la capacidad de ser reciclables.

Energías renovables:

El ruido y la contaminación acústica se han convertido en una lacra de las ciudades que hacen inviables los espacios exteriores.

El empleo de recursos naturales, la vegetación, soterramientos o pantallas acústicas, se convierten en una auténtica necesidad.

Las dificultades que surgen de compaginar la ventilación, base del diseño en condiciones de verano, con el aislamiento acústico, obliga a un estudio detallado.

Paisajismo:

El edificio bioclimático es un edificio integrado en el medio ambiente. La concepción paisajística de la construcción enriquece las propuestas formales y ayuda a su integración. El análisis cromático y la selección vegetal ayudarán a este cometido y a la creación de microclimas más favorables.

Materiales sostenibles:

En la fase actual de desarrollo de la arquitectura bioclimática la pormenoración de los materiales se convierte en el paso siguiente. El análisis del ciclo de vida energético, contaminante o consumidor de sustancias dará sentido a la selección de los materiales. La elección de materiales sanos, reciclados o, en cualquier caso, reciclables, será un paso básico.

Energía Solar:

Es aquella que proviene del aprovechamiento directo de la radiación del sol, y de la cual se obtiene calor y electricidad. El calor se obtiene mediante colectores térmicos, y la electricidad a través de paneles fotovoltaicos.

La energía solar presenta dos características específicas muy importantes que la diferencian de las fuentes energéticas convencionales: dispersión e intermitencia.

Es una forma de energía que presenta gran dispersión, ya que su densidad, en condiciones muy favorables, difícilmente alcanza 1kW/m². Esto significa que para obtener densidades energéticas elevadas se necesitan, o bien grandes superficies de captación, o sistemas de concentración de los rayos solares.

La otra característica específica de la energía solar es su intermitencia. Es necesario investigar los correspondientes sistemas de almacenamiento de la energía captada.

Los sistemas activos se basan de la captación de la radiación solar por medio de un elemento de unas determinadas características, denominado colector. Según las características del colector, el aprovechamiento de la energía solar se puede acometer bajo dos puntos de vista bien diferenciados: la

conversión térmica, o aprovechamiento del calor contenido en la radiación solar, y la conversión eléctrica, o aprovechamiento de la energía luminosa (fotones) de la radiación solar para generar directamente energía eléctrica (efecto fotovoltaico).

Dada la posición geográfica de Guatemala, se cuenta con radiación solar durante casi todo el año, lo cual lo hace un país ideal para esta forma de generación de energía.

De los datos estudiados, se va a evaluar qué sistemas se pueden adaptar al estudio y aplicación para Guatemala en el Centro de Investigación y Capacitación de Energías Renovables.

Ventajas de la energía solar termoeléctrica:

- Protección ambiental (no emite CO₂ ni genera residuos radiactivos)
- Combustible gratuito, inagotable y abundante
- Crecimiento económico
- Creación de empleo
- Diversificación de fuentes de energía y seguridad de suministro de electricidad
- Rápida construcción y puesta en marcha
- Potencial de transferencia tecnológica e innovación
- Fuente de energía autóctona
- Tecnología disponible
- 1 km² solar termoeléctrico puede generar 100-200 GWh, electricidad equivalente a la generada por una central térmica de carbón de 50 MW
- 1 m² de tecnología solar termoeléctrica evita la emisión de 200 kg de CO₂
- La energía invertida en su construcción se amortiza en 5 meses y tiene una vida útil calculada de 30 años
- La mayor parte de los materiales, acero y vidrio, se pueden reciclar y reutilizar en otras centrales



Planta Seg-kramer Junction, California 2005

Aplicaciones típicas de calentamiento de agua con energía solar:

Instituciones:

- Hospitales
- Gimnasios
- Hoteles
- Conventos
- Centros de recreación
- Clubes
- Colegios
- Internados

Agroindustria:

- Granjas avícolas
- Piscicultura
- Camaroneras

Industrias:

- Aguas de proceso
- Duchas
- Fluidos

Piscinas y Jacuzzis:

- Clubes
- Hoteles
- Gimnasios

Viviendas:

- Penthouses
- Condominios
- Edificios multifamiliares
- Unifamiliares

Restaurantes y cafeterías:

- Aeropuertos
- Comidas rápidas
- Empresas
- Hoteles

Aplicaciones típicas de electricidad generada por paneles fotovoltaicos:

- Comunicaciones: radio, televisión, telefonía rural.
- Garitas y puestos de vigilancia
- Iluminación (interior, exterior)
- Electrodomésticos de baja potencia (tv, equipos de sonido, radios, ventiladores, etc.)

- Sistemas de alarmas; sensores de calor y movimiento
- Estaciones meteorológicas

- Monitores satelitales
- Cercas eléctricas
- Bombeo de agua
- Sistemas de refrigeración para uso doméstico
- Señalización de vías para trenes, iluminación de túneles
- Protección catódica para evitar corrosión
- Ayudas para navegación: boyas, faros y radioayudas aéreas y marítimas

Fuerza del sol:

La fuerza del sol que llega a la tierra equivale 10,000 veces del consumo mundial de energía. La radiación que emite tarda algo más de 8 minutos en alcanzar nuestro planeta, a razón de 300.000 km/s. De la radiación solar, solo llega un 51.6% a la superficie de la tierra. Los restantes 48.4 se pierden como reflexión (31%) y absorción (17.4%) en la capa de aire. La fuerza del sol se mide en kW/m² o MJ/m² (Mega Julios).

Valores para Guatemala:

Guatemala se encuentra en una posición geográfica que corresponde a un área solar tipo 2, lo que lo sitúa entre los niveles recomendables para instalar estos sistemas.

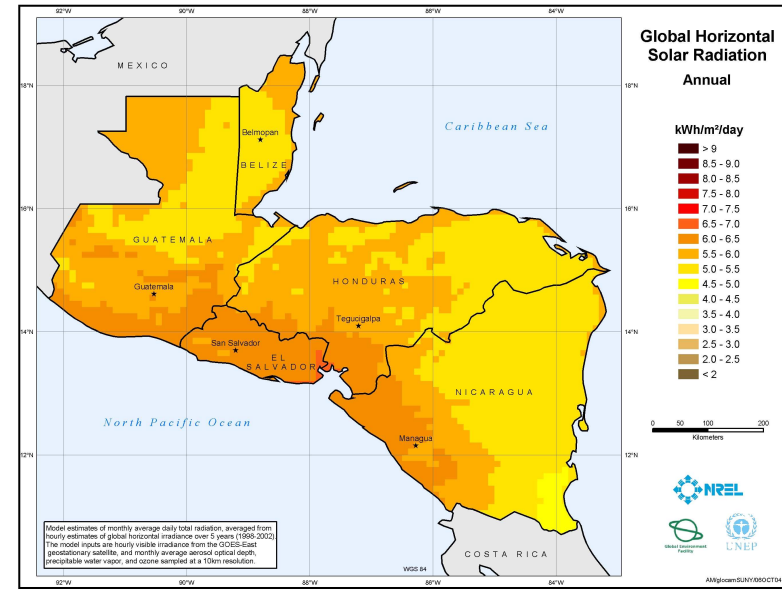
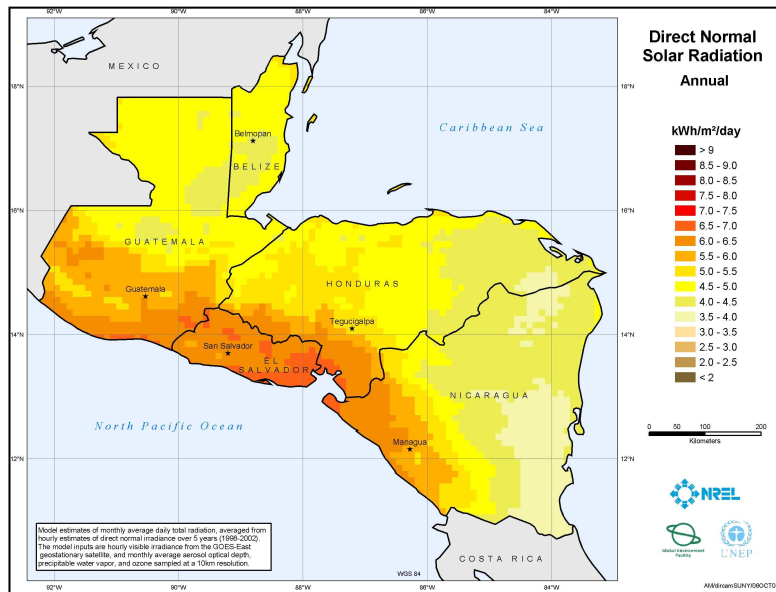
Guatemala recibe en su superficie 5 horas de sol máximo durante la mayor parte del año, que equivalen a una radiación de 1000 W/m².

El mapa a la izquierda nos indica que Guatemala tiene un valor promedio de 5.0-6.0 kWh/m² diarios en los departamentos como Escuintla, Retalhuleu, San Marcos, Santa Rosa, los cuales son óptimos para el uso de la energía solar.



Guatemala, C. A.
Ministerio de Energía y Minas

MAPAS DE POTENCIAL SOLAR



Fuente: Ministerio de Energía y Minas
Año: 2005

Energía Eólica:

La energía eólica se considera una forma indirecta de la energía solar, puesto que el sol, al calentar las masas de aire, produce un incremento de la presión atmosférica, y con ello, el desplazamiento de estas masas a zonas de menor presión.

Así se da origen a los vientos como un resultado de este movimiento, cuya energía cinética puede transformarse en energía útil, tanto mecánica como eléctrica.

La energía eólica ha resurgido en nuestros días. El desarrollo de los molinos de viento, que había alcanzado su máximo esplendor durante los siglos XVI y XVII, se interrumpió con la revolución industrial y el advenimiento del vapor de agua, la electricidad y el petróleo. Los molinos destinados al bombeo de riego persistieron hasta principios de nuestro siglo, especialmente el modelo de rotor multipala, que se extendió rápidamente por Estados Unidos y tomó el nombre de "molino americano". Miles de granjas en todo el mundo poseían este tipo de molino para bombear agua y en algunos casos para generar electricidad que almacenaban mediante baterías de plomo.

En los últimos cincuenta años, las redes de distribución eléctrica se extendieron por todas partes y la generación de potencia eólica decreció notablemente. Sin embargo, ante el nuevo panorama energético, el uso de la energía del viento ha resurgido. Actualmente existen numerosos diseños de molinos de bombeo y aerogeneradores de energía eléctrica. Las mayores unidades poseen rotores de hélices de 60-100 m de diámetro y su potencia instalada alcanza los 1000 Kw. Los primeros parques eólicos que se hicieron en Galicia fueron los de Estaca de Bares y Cabo Vilán. En Cataluña hay generadores eólicos en el Alto Ampurdán.

El viento se utiliza a menudo como una fuente de energía para operar las bombas de agua y suministrar agua al ganado. Debido a la gran cantidad de agua necesaria para los cultivos, la energía eólica se utiliza raramente para regar los cultivos.

A medida que se desarrollen turbinas de viento más grandes y/o más eficientes, se espera que grupos de este tipo de turbinas de viento (o turbinas de viento individuales) sean capaces de generar

suficiente electricidad para ser utilizadas en proyectos de riego. Los generadores de viento también se utilizan para cargar baterías y proveer electricidad a comunidades pequeñas.

Máquinas Eólicas:

Una máquina eólica es cualquier dispositivo accionado por el viento. Si se utiliza directamente la energía mecánica, será un aeromotor, y si se acciona un generador eléctrico, se tratará de un aerogenerador.

Sistemas de captación:

Existen diversos tipos, principalmente se diferencia entre el eje horizontal y el eje vertical. Es muy importante el número de aspas. Se han realizado muchas investigaciones técnicas en el pasado, hoy el rotor más eficiente en el mercado cuenta con tres aspas y un eje horizontal.

La caracterización de una máquina eólica se realiza según los parámetros que se definen a continuación:

Velocidad de arranque: velocidad mínima del viento que hace girar la máquina.

Velocidad de conexión: velocidad mínima del viento a partir de la cual la máquina genera potencia.

Velocidad nominal: velocidad mínima del viento que permite generar la máxima potencia (potencia nominal).

Velocidad de frenado: velocidad máxima del viento que puede soportar la máquina, generando potencia sin dañarse.

Área de captación: superficie del sistema captador de la máquina perpendicular al viento.

Los distintos elementos que consta una máquina eólica son: soporte, sistemas e captación, e orientación, de regulación, de transmisión y de generación.

Un generador eólico está constituido por:

Las Aspas: El aire pasa sobre la parte superior del aspa más rápido que sobre la parte inferior. La velocidad más alta sobre el aspa provoca un ascenso o tirón hacia arriba que la hace girar sobre el eje que conecta al generador. Este principio es el que mantiene las aves y aviones en vuelo.

Un generador de Electricidad: El movimiento rotacional se transfiere directamente a través del eje al generador, de esta forma se induce una corriente eléctrica.

Torre de soporte: Es una estructura en la cual van montadas las aspas y generador de electricidad, su altura debe ser suficiente para evitar que las turbulencias debidas al suelo afecten a la máquina y superar los posibles obstáculos cercanos, que pueden perturbar el viento.

Soportes: Las máquinas eólicas han de estar colocadas sobre un soporte, que debe ser capaz de tolerar todo el empuje del viento que transmita el sistema de captación y las eventuales vibraciones.

Cables de tensión: Son cables que sirven de soporte para sostener la torre y evitar que no sea derribada por el viento.

Mantenimiento: El acceso a la torre debe ser fácil para su buen mantenimiento. En nuestro caso la torre abatible es la que mejores bondades presenta: robustez. La torre deberá resistir las sobrecargas producidas, como: esfuerzos ocasionados por funcionamiento anormal, ráfagas de viento, y turbulencias.

Forma: Preferiblemente no angular, para evitar esfuerzos innecesarios en la misma torre mejorando así el flujo de corrientes de aire.

Dispositivo para el almacenamiento de la energía producida:

La estación eólica deberá disponer de un medio para el almacenamiento de la energía producida, esto con el fin de abastecimiento en períodos de calma atmosférica. En general el medio más accesible para esto

son los acumuladores de plomo. Es importante hacer notar que una parte importante de la inversión esta dirigida a este campo. Aproximadamente de un 20% a 50% del total del costo.

Fuente energética de apoyo:

Según la capacidad del aerogenerador, su utilización y los regímenes de viento, puede ser necesario el uso de fuentes de apoyo. Para garantizar el funcionamiento continuo de la instalación en caso de fallo en el aerogenerador.

Para disminuir el uso de almacenadores:

A este objetivo, se perfilan dos grandes representantes:

- Motores de explosión (combustión interna), diesel o gasolina u otro derivado del petróleo.
- Batería de acumuladores cargada por células fotovoltaicas.

Banco de baterías:

Es el que proporciona la corriente necesaria para que la planta entre en generación en caso de que la alimentación externa se interrumpa cuando aquella no esté generando.

Dispositivo para vigilar el estado de las baterías de acumuladores:

A pesar de ser los acumuladores de plomo el medio más barato y fácil de instalar, necesitan una vigilancia muy severa. Los acumuladores de plomo, son extremadamente sensibles a regímenes de descarga y sobrecarga prolongados. Por lo tanto es indispensable instalar un sistema manual o automático de vigilancia.

Este dispositivo deberá asegurar prioritariamente:

- El corte de la corriente de carga de la batería cuando está completamente cargada.
- La conmutación del circuito de utilización hacia la fuente de apoyo, si existe, cuando la batería esté descargada.
- La protección de los distintos elementos de la instalación mediante fusibles.

-Los medios para medir el buen funcionamiento de la estación (valor de la corriente de carga, de la tensión dada por aerogenerador, etc).

Dispositivo de orientación:

Los aeromotores de eje horizontal necesitan una orientación permanente de la máquina en una dirección paralela a la del viento para disminuir los esfuerzos y las pérdidas de potencia.

Características del aerogenerador proyectado:

Existen muchos dispositivos de orientación, elegidos generalmente de acuerdo con la potencia del aeromotor. Son parte importante del buen rendimiento de la instalación eólica. Los aeromotores de eje horizontal están sometidos a fuertes esfuerzos durante los cambios bruscos de orientación, originados por los cambios de velocidad y dirección del viento. Estos esfuerzos son mayores cuanto mayores sean las aceleraciones que se producen en un cambio de dirección.

La componente perpendicular al eje de rotación de la hélice es proporcional al cuadrado de la velocidad de giro alrededor del eje principal (en rad/s). Los cambios de dirección y las variaciones de frecuencia de rotación provocados por las ráfagas son el origen de vibraciones nefastas para el buen funcionamiento del aeromotor.

Para los aeromotores de pequeña y mediana potencia, cuya hélice está situada hacia el viento, el dispositivo de orientación es una cola, constituida generalmente por una superficie plana (placa metálica o de madera) situada en el extremo de un soporte unido al cuerpo del aeromotor. La condición antes descrita se obtiene por la determinación de la superficie de la cola sobre la cual se ejerce el par de giro.

Dispositivo de orientación para aeromotores de cara al viento:

Aunque las máquinas eólicas de eje vertical no necesitan orientación, prácticamente todas las de eje horizontal precisan de un sistema que oriente el rotor, es decir, que de alguna manera detecte la dirección del viento y sitúe el rotor en su misma dirección lo que disminuye los esfuerzos y las pérdidas de potencia.

Las máquinas eólicas de eje horizontal están sometidas a fuertes esfuerzos durante los cambios de velocidad y dirección del viento.

Por ello, el sistema de orientación deberá cumplir la condición de mantener el rotor cara al viento sin provocar grandes cambios de dirección del rotor cuando se produzcan cambios rápidos en la dirección del viento.

La parte útil de la cola está constituida por una parte fija y una parte móvil articulada a la anterior mediante un material elástico.

En el caso de que se produzcan cambios de dirección del viento, la parte móvil gira, disminuyendo así el par de giro y por consiguiente la velocidad angular de orientación es menor así como los esfuerzos.

Complementos para la utilización de energía eólica

El generador eléctrico y el multiplicador.

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

1. Generador de corriente continua (dínamo).
2. Generador de corriente alterna (alternador).

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

La fórmula de la transformación de energía es:

$$Cu \cdot 2\pi \cdot n$$

Cu: par del aeromotor (N*m)

n : velocidad de rotación (rpm)

i : Corriente proporcionada por el aerogenerador a una tensión U

Ventajas e inconvenientes:

El principal inconveniente de la dínamo es la presencia de escobillas y colectores, que requieren un mantenimiento periódico. Por otra parte, la dínamo es más pesada y de mayor precio que un generador de corriente alterna. Pero no necesita ningún dispositivo complicado para la carga de baterías. Un simple diodo, (válvula de vacío termoiónica formada por dos electrodos; conectada a un circuito permite el paso de la corriente en un solo sentido), que soporte la intensidad nominal de la dínamo, será suficiente para evitar que la batería pueda ser cortocircuitada por el inducido, cuando esté parado.

El alternador, principalmente del tipo de rotor de imanes permanentes, presenta muchas ventajas. Su mantenimiento es nulo debido a la total ausencia de piezas en rozamiento. Para una misma potencia es más ligero y económico. Pero debe girar a una velocidad más elevada y más estable que la dínamo (en general 3000 rpm) y además requiere un rectificador para la carga de baterías.

El multiplicador:

Se comprobó que el empleo de alternadores obliga a utilizar un multiplicador. Efectivamente, los rotores de diámetro superior a los 5 metros, tienen velocidades de rotación demasiado bajas (<200rpm) para poder accionar directamente un alternador clásico. Por tanto, para estas máquinas, es imprescindible intercalar un multiplicador entre el aeromotor y el generador. Hay tres tipos de multiplicador que pueden utilizarse con los aeromotores: El más sencillo es el multiplicador de engranajes, de uno o varios ejes de ruedas dentadas cilíndricas.

Protección contra los rayos:

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

Aunque, por propia constitución el generador está protegido contra las descargas eléctricas, por estar encerrado en una estructura metálica conectada a tierra (caja de Faraday), la instalación a la que

está conectada puede ser destruida por las sobre tensiones que se propagan por el cable eléctrico de alimentación colocado entre el aerogenerador y la utilización. El generador eléctrico puede resultar dañado por contracorriente, en caso de que la utilización quede en cortocircuito.

Por tanto, para emplazamientos expuestos a posibles descargas atmosféricas, es indispensable: conectar la torre soporte a una buena toma de tierra (inferior o a igual a $3 \hat{U}$). Colocar disyuntores de gas en el punto de conexión de la utilización, con los cables eléctricos del aerogenerador.

Las fuentes de emergencia:

Las fuentes de emergencia deben proporcionar energía a la utilización en caso de ausencia de viento o avería en el aerogenerador. En algunos casos, no es posible cortar la alimentación de la utilización aunque la batería está totalmente descargada. Un ejemplo puede ser las estaciones de tele transmisión (teléfono, tele señalización, tele control, etc.)

Entre las estaciones alimentadas por un aerogenerador y que dispongan de fuente de emergencia hay que distinguir aquellas que tengan un consumo medio inferior a 4 A de las que la tengan superior. En el primer caso, una batería de pilas químicas, generalmente alcalinas (potasa) con despolarización por aire, es la solución más adecuada ya que es el tipo de pilas que proporciona la energía eléctrica más económica. Su vida útil, en servicio, es de 3 años. La tensión nominal por elemento es de 1,2 V. La tensión necesaria para el funcionamiento de la instalación se consigue conectando en serie los elementos necesarios.

Utilización de la energía eléctrica de origen eólico.

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

La naturaleza de la tensión de alimentación y su valor:

- continua
- alterna
- indistinta

La potencia necesaria para su funcionamiento:

- en el arranque
- en régimen normal

El factor de utilización: porcentaje de tiempo durante la cual el aparato está en funcionamiento y eventualmente, la frecuencia de utilización. Estos parámetros permiten definir:

- El aerogenerador;
- La batería de acumuladores;
- Los aparatos anexos a la instalación;
- La fuente de emergencia en caso de haberla.

Sistemas Híbridos Eólico-Solar

Los sistemas híbridos son una tecnología emergente y, como tal, se encuentran en proceso de investigación; su arquitectura aún no está bien definida y por lo tanto, ni la filosofía de control ni el equipo correspondiente son tecnologías ya establecidas. El sistema de X-Calak (1992) representa la mayor instalación que se ha realizado en México bajo la concepción híbrida eólico-fotovoltaica y actualmente es objeto de análisis e investigación por parte de diferentes instituciones y empresas. El equipo de acondicionamiento de potencia, tal como los inversores de corriente, algunos convertidores y los controladores de carga, se encuentran apenas en la etapa de prototipos industriales y poco se ha hecho para caracterizar el comportamiento en campo de las unidades disponibles comercialmente.

Potencial eólico

La determinación de la magnitud del recurso energético eólico de un país, en términos de reservas probadas y probables, como capacidad instalable en MW y generación posible en GWh, se realiza siguiendo una metodología semejante a la evaluación del potencial hidroeléctrico de un país. Se requiere de elaborar el inventario de cuencas eólicas y su caracterización, precisando los sitios, su extensión superficial en hectáreas, sus características topográfico eólicas, la rosa de los vientos, vientos energéticos,

rumbos dominantes, etc. lo que permitiría configurar la distribución topográfica de los aerogeneradores, y determinar un índice de capacidad instalable por hectárea, que multiplicado por la superficie total, indicaría la capacidad total instalable en el sitio. La velocidad media del viento en el mismo, sería indicativa del factor de planta posible y por tanto de la generación bruta esperada en GWh/año. Este procedimiento cuantificaría reservas probables, la caracterización detallada, a nivel de estudio de factibilidad, demostraría una reserva probada.

El potencial teórico de energía eólica en Guatemala, para la generación de electricidad es de aproximadamente 7,800 MW.

Utilización de la energía eólica para usos domésticos:

En este caso el número y tipo de aparatos es muy diverso, aunque para usuarios acostumbrados a vivir en sentidos aislados puede establecerse una prioridad de necesidades en el orden que se da a continuación.

Este orden tiene en cuenta criterios de control y no de consumo.

1. Iluminación de locales.
2. Suministro de agua corriente.
3. Refrigeración-congelación.
4. Equipos musicales, receptores de radio y televisión.
5. Pequeñas herramientas de taller y motores eléctricos (circulares de calefacción).
6. Accesorios electrodomésticos.

Hay que resaltar que, excepto en emplazamientos muy favorables (lugares muy ventosos), no se considera la posibilidad de calefacción a partir de aerogeneradores.

Proyectos con potencial Eólico en Guatemala:

1. Proyecto de viento "Huité" Ubicación: municipio de Huité Capacidad: 16-60 MW
Nivel: Prefactibilidad, Desarrollado por NRECA
2. Proyecto de viento "Llano de Piedra" Ubicación: Zacapa Capacidad: 3.2 MW

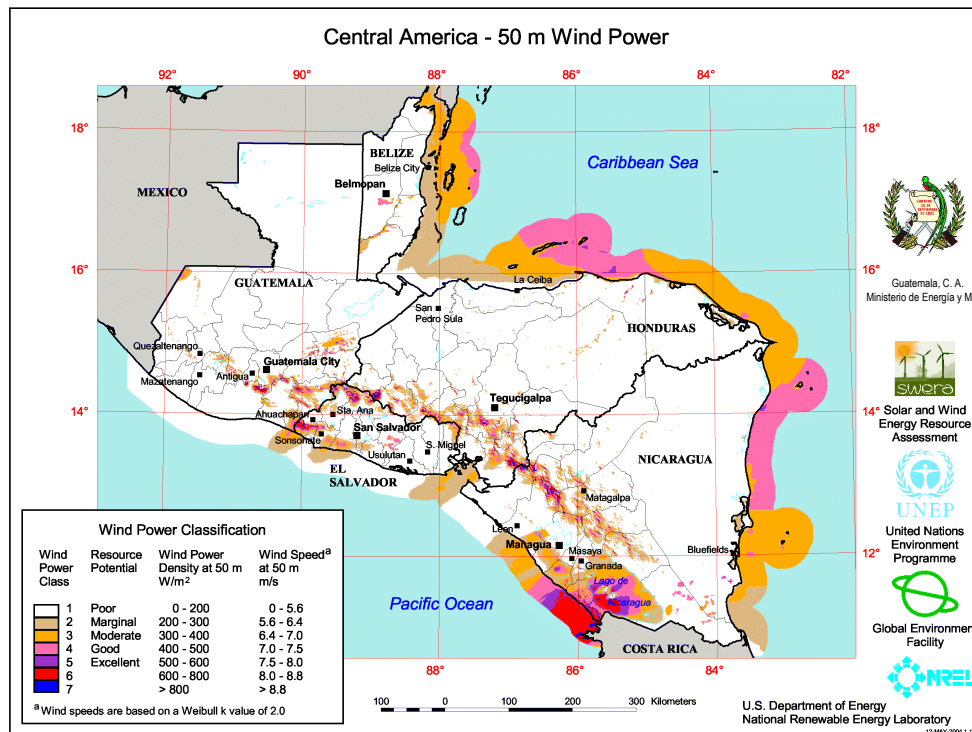
Nivel: Prefactibilidad, desarrollado por NRECA.

3. Proyecto "Parque Eólico El Rodeo" Ubicación: municipio San Marcos.

Capacidad: 3 MW

Nivel: Prefactibilidad, desarrollado por la Empresa Eléctrica Municipal de San Marcos.

Mapa de Potencia del Viento



Fuente: Ministerio de Energía y Minas
Año: 2005

Energía Mini hidráulica:

Descripción

Los sistemas hidroeléctricos relativamente pequeños pueden abastecer de energía a pequeños poblados. La fuente de agua puede ser un arroyo, un canal u otra forma de corriente que pueda suministrar la cantidad y la presión de agua necesarias, a través de la tubería de alimentación, para establecer la operación del sistema hidroeléctrico.

Una vez que el agua de un caudal se confina en la tubería de alimentación, es inyectada sobre las aletas de la turbina en el otro extremo. La turbina, a su vez, impulsa el generador y se produce energía eléctrica. Hay tres tipos principales de turbinas, las Pelton, las Kaplan y las Francis, siendo las del tipo Pelton las más populares debido a su versatilidad para operar en amplios rangos de caudales y presiones.

Típicamente, en hidroenergía, se asume que se producirá mayor potencia cuando la presión dinámica (cuando el agua está siendo usada) es igual a las dos terceras partes de la presión estática (cuando el sistema está cerrado y no hay flujo).

Energía Mini hidráulica:

Los caudales que forman riachuelos y cascadas en las montañas pueden aprovecharse para impulsar turbinas y generar energía eléctrica. La Organización Latinoamericana de Energía clasifica las centrales generadoras, según su tamaño, en: microcentrales hasta un límite de 50 KW, minicentrales de 50 a 500 KW y pequeñas centrales hidroeléctricas de 500 a 5,000 KW. El potencial hidroeléctrico total nacional se estima en 53,000 MW, del cuál se tienen identificados 541 sitios con un potencial de 19,600 MW.

Según los datos proporcionados por la CFE el potencial hidroeléctrico aprovechado actualmente para generación de electricidad asciende a los 9,121 MW en 77 centrales con una generación anual de poco más de 20,000 GWh al año. El potencial estimado para centrales con capacidades instaladas menores a los 10 MW se sitúa en los 3,250 MW. Actualmente se han instalado 34 centrales dentro de este rango de capacidad, en los que se ha instalado una capacidad total de 109 MW, generándose anualmente 479 GWh. Una tarea importante que se deberá cumplir en breve, a fin de promover el aprovechamiento de estos

recursos, es el estudio de la factibilidad técnica y económica de desarrollar proyectos en los distintos sitios identificados.

Energía Biomásica:

Por biomasa se entiende el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. La energía de la biomasa corresponde entonces a toda aquella energía que puede obtenerse de ella, bien sea a través de su quema directa o su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible. A partir de la fotosíntesis puede utilizarse la energía solar para producir sustancias con alto contenido energético (liberable mediante una combustión), como el alcohol y el metano. El alcohol que se extrae de la caña de azúcar se está utilizando como combustible para automóviles. En la actualidad Brasil es el líder mundial en la implementación de combustibles con los desechos de productos biológicos, contando con un 40% del parque automotor equipado con motores a base de alcohol de caña de azúcar.

Energía Geotérmica:

Es la procedente del calor acumulado en la corteza terrestre, y que puede ser utilizada para la producción del calor y de energía eléctrica a partir del vapor natural de la tierra. Dependiendo de su entalpía puede ser utilizada en usos directos y para generación de electricidad.

Actualmente el 3% de la electricidad generada en Guatemala es con energía geotérmica. Se están haciendo estudios en la cadena volcánica que pasa por Chiquimulilla, Santa Rosa; Jalpatagua, Jutiapa, y Tacaná, San Marcos. Con este estudio se determinará el potencial geotérmico que tiene Guatemala.

Proceso: "Las plantas geotérmicas aprovechan el calor del interior de la Tierra. Por medio de pozos extraen el agua y vapor para hacer funcionar turbinas generadoras de electricidad. La energía es llevada a los cables de transmisión, mientras que el agua es retornada al suelo. Es una energía limpia pues no produce emisiones nocivas". (5)

(5) Artículo Prensa Libre, 30 de enero del 2006, por Leonel Sión, sección Departamental.

Actualmente en Guatemala cuentan con información geológica regional y geoquímica los siguientes campos:

1. CAMPO GEOTÉRMICO DE AMATITLÁN

Ubicación: Este Proyecto está localizado a 40 Km de la Ciudad de Guatemala. El área de interés se localiza en las faldas del volcán de Pacaya. Se ha confirmado la existencia de un reservorio de alta entalpía con temperaturas del orden de los 300° C.

Características Técnicas: Actualmente existen dos pozos productores (12 MW) como resultado del Estudio de Factibilidad (16 Km²).

En una primera fase se contempla la instalación de una planta de 30 MW previa perforación de cinco pozos (cuatro productores y uno de reinyección). La ingeniería de reservorios estima que el potencial de toda el área es cercano a los 100 MW.

Estado del Proyecto: Se cuenta con el Estudio de Factibilidad realizado por West Japan Engineering Consultants durante los años 1989-1994.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2005)

2. CAMPO GEOTÉRMICO DE ZUNIL

Ubicación: Este proyecto se localiza a 200 Km al oeste de la Ciudad de Guatemala y a unos cuantos kilómetros del Proyecto Zunil I. Aunque tectónicamente los dos campos se encuentran dentro de la caldera de Quetzaltenango, se trata de un reservorio independiente dividido por una falla.

Características Técnicas: Hasta la fecha se han perforado en el área tres pozos exploratorios que confirmaron la presencia de un reservorio del orden de los 300° C.

Uno de los pozos es productor y permite la instalación de una planta a boca de pozo pues produce 30 Ton/hora de vapor seco. Se han identificado dos zonas de interés para continuar con perforaciones profundas que permitan confirmar el potencial del campo que se estima en 40-50 MW como mínimo.

Estado del Proyecto: El Estudio de pre-factibilidad fue realizado por la West JEC del Japón entre 1989-1995.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Año: 2005

3. CAMPO GEOTÉRMICO TECUAMBURRO

Ubicación: El área geotérmica de Tecuamburro se localiza a 80 Km al sureste de la Ciudad de Guatemala. Las principales manifestaciones geotermales se localizan en la laguna de Ixpaco y en manantiales y fumarolas dispersas en el volcán Tecuamburro.

Características Técnicas: Los estudios efectuados en el área indican la existencia de dos diferentes reservorios geotérmicos, uno de alta temperatura (300° C) ubicado en el área de la Laguna Ixpaco y sus alrededores y otro de temperatura media (165° C) localizado al noreste del anterior, los cuales estarían separados por una falla geológica. En el reservorio de alta entalpía se perforó un pozo exploratorio de 800 m de profundidad con el cual se comprobó la existencia de altas temperaturas, estimándose que puede iniciarse la explotación con un potencial mínimo de 30 MW.

Estado del Proyecto: El estudio de pre-factibilidad preliminar fue efectuado por el Laboratorio Nacional Los Alamos, Estados Unidos, y El INDE durante 1988 y 1989.

4. CAMPO GEOTÉRMICO DE SAN MARCOS

Ubicación: Localizado en el departamento de San Marcos, al occidente del país a 250 Km de la ciudad capital.

Características Técnicas: Los estudios geocientíficos realizados en el área comprenden vulcanología, geología, neotectónica, geofísica y geoquímica, cuyos resultados muestran un área geotérmica con características estructurales y geoquímicas que indican altas temperaturas. Se considera preliminarmente que existe un alto potencial y que como primera fase fácilmente podría iniciarse con 30 MW.

Estado del Proyecto: Este proyecto cuenta con un Estudio de Prefactibilidad Preliminar realizado por Técnicos de la Unión Europea y del Instituto Nacional de Electrificación -INDE-. El estudio se llevó a cabo en el período 1993-1995.

5. CAMPO GEOTÉRMICO DE MOYUTA

Ubicación: El área geotérmica de Moyuta se localiza a 115 Km al sureste de la Ciudad de Guatemala, en el municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa.

Características Técnicas: En esta área se efectuaron estudios geocientíficos a principios de 1970. Se perforaron 12 pozos de diámetro reducido y dos pozos de diámetro comercial. Los resultados obtenidos indicaron que las temperaturas máximas alcanzadas eran del orden de los 114° C. Posteriormente se hicieron estudios adicionales en donde se definió un modelo geoquímico con dos reservorios que fueron evaluados con temperaturas de 210° C y 170° C, en los cuales podrán realizarse nuevas perforaciones con mejores expectativas.

Estado del Proyecto: El estudio de factibilidad preliminar fue realizado por ELC. Electroconsult, S.P.A. de Milán, Italia en 1977 y del Modelo Geoquímico del área efectuado por el Laboratorio Nacional Los Alamos, Estados Unidos en 1989.

OTRAS ÁREAS DE INTERÉS

Atitlán: En los alrededores del lago de Atitlán, en el departamento de Sololá (186° C).

Palencia: En el municipio del mismo nombre, a 20 Km al noreste de la Ciudad de Guatemala

Motagua: A orillas del río del mismo nombre cuando atraviesa el departamento de Zacapa, esta área no está asociada con volcanismo sino con la falla transcurrente del Motagua (160° C).

Ayarza: En los alrededores de la laguna de Ayarza, en el departamento de Santa Rosa (182° C). Retana: En la laguna de Retana, cerca del volcán Suchitán en el departamento de Jutiapa (155° C).

Ixtepeque-Ipala: Se encuentra en los alrededores del volcán de Ipala en el departamento de Chiquimula (155° C).

Los Achiotes: Al este del área geotérmica del volcán Tecuamburro en el departamento de Santa Rosa (155° C).

Energía Hidráulica:

Hidroeléctricas:

La central hidroeléctrica moderna deriva de las modestas instalaciones a pie de fábrica del s. XIX, en que la energía mecánica del agua de los ríos proporcionaba trabajo mediante ruedas hidráulicas y molinos, primero, y turbinas, dinamos y corriente continua, después. El paso decisivo que se dio a fines de aquel siglo adoptando el alternador y la corriente alterna, hizo que el criterio a la hora de instalar una central ya no fuera el de la proximidad al consumidor directo, sino el de la máxima potencia posible.

Es aquella energía obtenida principalmente de las corrientes de agua de los ríos. La gravedad hace que el agua fluya de un terreno más alto a uno más bajo, creando una fuerza que puede ser usada para accionar generadores de turbina y producir electricidad. Actualmente el sistema de generación nacional produce el 36.4% a través turbinas movidas por la energía potencial del agua.

Diferencia de temperatura oceánica (Otec):

Se ha observado la diferencia de temperatura que existe entre la superficie de las aguas del océano (20°C en zonas tropicales) y la correspondiente a varios metros debajo de la superficie (cercana a 0° C), para proporcionar los flujos de calor e impulsar un ciclo termodinámico y producir otras formas de energía.

Energía de las olas:

Se ha propuesto aprovechar, en ciertos lugares privilegiados, el vaivén de las olas del mar como otra forma de generar energía eléctrica. Las olas son producidas por el efecto del viento sobre el agua. Así mismo es una forma derivada de la energía solar.

Energía de las mareas:

“La acción sobre los océanos de las fuerzas gravitatorias de la Luna, del calor solar y de los vientos origina, respectivamente, tres manifestaciones de la energía del mar: mareas, gradientes térmicas y olas que debido a los fenómenos implicados se pueden considerar a sí mismos energía renovable. En algunas regiones costeras se dan mareas especialmente altas y bajas. En estos lugares se ha propuesto construir grandes represas costeras que permitan generar energía eléctrica con grandes volúmenes de agua aunque con pequeñas diferencias de altura.” (6)

3.6 Descripción de casos análogos:

3.6.1 El Laboratorio de Energías Renovables (LER) de la Universidad Nacional Agraria La Molina-Perú, es una unidad académica, de investigación y servicios del Departamento de Construcciones Rurales, Facultad de Ingeniería Agrícola.

Su creación constituye un esfuerzo de los docentes del Departamento de Construcciones Rurales y ha contado con el apoyo institucional y el de la empresa privada del sector.

Sus acciones están orientadas básicamente a la investigación aplicada de las diferentes energías no convencionales, y a su difusión como una alternativa no contaminante, al servicio esencialmente del sector rural, donde no se dispone eficazmente de otras fuentes.

La alternativa de aprovechamiento energético se enmarca dentro del desarrollo sostenible y la conservación del medio ambiente.

(6) Folleto del Curso de Ingeniería Mecánica y Educación Continuada, OEA-ICETEX-CUAO

Adiestramiento para países en desarrollo. Capítulo 1, conceptos básicos.

Objetivos del Laboratorio de Energías Renovables (LER) de la Universidad Nacional Agraria La Molina- Perú:

- Despertar el interés del estudiante y del poblador rural sobre el aprovechamiento de la energía renovable, dentro del marco de desarrollo sostenible como fuente de energía alternativa.
- Realizar investigaciones orientadas a profundizar el conocimiento de los diferentes tipos de energías renovables, así como a desarrollar tecnologías apropiadas para las condiciones de diferentes zonas del país.
- Difundir conocimientos científicos y tecnológicos especializados, relacionados con el aprovechamiento de las Energías Renovables, Medio Ambiente y afines.

La difusión de las energías renovables se realiza a través de:

- Dictado de cursos de Energías Renovables a nivel Pre y Post-Grado a los alumnos de las Facultades de Ingeniería Agrícola, Ciencias y Especialidad de Ciencias Ambientales.
- Talleres y cursos de extensión a la comunidad rural en general, haciendo énfasis en la gestión y desarrollo de las tecnologías: solar, eólica, biomasa, biocombustibles y micro centrales hidroeléctricas.



Laboratorio Solar, fuente: Internet

Proyectos del Laboratorio de Energías Renovables (LER) de la Universidad Nacional Agraria La Molina- Perú :

1. Producción de biodiesel a pequeña escala a partir de recursos oleaginosos amazónicos.
2. Producción de biodiesel a partir de aceites de cocina usados.
3. Producción y aplicaciones de fuentes de biodiesel de bajo costo.
4. Evaluación del bombeo Fotovoltaico aplicado al riego de baja presión.
5. Determinación de los parámetros que influyen en la optimización del bombeo fotovoltaico en dos sistemas de riego: directo a baja presión y con tanque elevado.
6. Construcción y evaluación de una terma solar con tres tipos de colectores solares de placa plana

7. Evaluación de la eficiencia energética de una terma solar con colectores de placa plana tipo rejilla.



Fuente: Internet

Prueba y Ensayos con Sistemas Energéticos

Laboratorio de Energías Renovables (LER) de la Universidad Nacional Agraria La Molina- Perú

- Caracterización y prueba de sistemas fotovoltaicos en electrificación rural.
- Sistema de Bombeo Solar para almacenamiento y en forma directa al sistema de riego.
- Evaluación de colectores de placa plana y del tanque de almacenamiento, en Termas Solares.
- Caracterización de cocinas, secadores y desalinizador solar.

3.6.2 Centro Nacional de Energías Renovables (Cener), Navarra, España:

El Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) es un centro tecnológico nacional dedicado a la investigación, el desarrollo y el fomento de las energías renovables en España, actuando en cuatro áreas principalmente: biomasa, eólica, solar y arquitectura bioclimática, todo ello complementado con unas modernas instalaciones que convierten al CENER en un centro de referencia a escala europea. CENER es una entidad destinada a:

- Favorecer el nivel de competitividad de las empresas en el sector de las Energías Renovables satisfaciendo sus necesidades de I+D mediante la prestación de servicios y actividades de alto valor añadido, y la transferencia de tecnología.
- Impulsar el desarrollo de las energías renovables mediante la generación, adquisición y difusión de conocimientos científicos y técnicos avanzados, así como ofreciendo el soporte a las instituciones públicas en la creación de las respectivas disposiciones técnicas y legales.

La actividad y oferta de servicios se estructura en torno a las siguientes cuatro áreas:

1. Energía biomasa

Servicios:

Evaluación del potencial utilizable de biomasa en un área geográfica.

- Desarrollo de tecnologías de producción de etanol.
- Desarrollo de lay-out de plantas.
- Estudio de cultivos energéticos alternativos para la producción de biocombustibles.

Casos Análogos

- Investigación en la mejora de los procesos de combustión y gasificación.

Productos:

Balances energéticos de la logística de suministro de biomasa desde el campo a la central.

2. Energía eólica

Servicios:

Medida de aerogeneradores:

- Medida de curva de potencia, calidad de energía y ruido.
- Medida de cargas.

- Ingeniería de parques:
 - Evaluación de potencial eólico.
 - Lay-out de parques.
 - Auditoría de proyectos.
 - Modelización 3D de campo eólico.
 - Caracterización de redes.

Casos Análogos: Centro Nacional de Energías Renovables, Navarra, España:

Ensayo mecánico en laboratorio:

- Palas.
- Componentes.
- Góndola completa.

I+D

Diseño mecánico.

Sistemas aislados y redes débiles:

- Dimensionamiento de sistemas aislados y sistemas híbridos.
- Caracterización de fuentes de energía.
- Caracterización de acumulación de energía.
- Evaluación de sistemas de control.

Productos

Sistemas de predicción de viento y producción de energía en parques o grupos de parques:

- Locales
- Regionales

3. Energía solar

Servicios

- Calificación y homologación de paneles fotovoltaicos.
- Calificación y homologación de captadores térmicos.
- Normalización en fotovoltaica.
- Evaluación del potencial directo y difuso de radiación.
- Ensayo de inversores.

I+D

- Nuevos conceptos de inversores.
- Desarrollo de procedimientos de crecimiento de silicio policristalino.
- Desarrollo de procedimientos de fabricación de células y paneles con material policristalino.

4. Arquitectura bioclimática

Servicios

Asesoría a arquitectos y promotores.
Simulación del comportamiento energético de edificios sobre plano.
Monitorización de edificios construidos.
Ensayo energético de componentes de edificación.

Casos Análogos

I+D

- Desarrollo de manuales de buenas prácticas.
- Desarrollo de software de simulación.
- Desarrollo de nuevos artilugios bioclimáticos.

Otros

Laboratorio de electrónica de potencia y acumulación de energía, que trabaja de manera horizontal para resolver aspectos comunes a los cuatro departamentos. Actividades:

- Acumulación de energía mediante la producción de hidrógeno.
- Electrónica de potencia.
- Protección contra rayos y EMC.
- Análisis de redes eléctricas.
 - Participación en proyectos internacionales.

La sede del CENER, ubicada en la CIUDAD DE LA INNOVACIÓN, está dotado de instalaciones tecnológicas muy avanzadas, como son:

- Laboratorio de Caracterización de Captadores Térmicos (reconocido por el Mº de Economía para efectuar los ensayos de homologación y acreditación de los captadores solares y por ENAC)
- Laboratorio de Ensayo de Módulos Fotovoltaicos (acreditado por ENAC)
- Laboratorio de Caracterización de Células y Materiales Fotovoltaicos
- Laboratorio de Procesos de Producción de Células Fotovoltaicos
- Laboratorio de Certificación de Aerogeneradores
- Laboratorio de Caracterización, pre tratamiento, fermentación y procesos de transformación de biomasa

- Laboratorio de Electrónica y Acumulación de Energía (LEYAC)

Departamento de Arquitectura Bioclimática:

El Departamento de Arquitectura Bioclimática de CENER se crea para impulsar una nueva arquitectura y un urbanismo más sostenibles.

CENER viene a satisfacer la necesidad que existe de investigar en nuevas formas de edificación, para lo cual resulta imprescindible que las soluciones diseñadas puedan ser calculadas con precisión y puedan ser adaptadas al medio en el que se encuentran. Se trata de lograr soluciones adecuadas en cuanto a diseño e instalación que ahorren energía y brinden a sus usuarios mayores grados de confort.

Este Departamento de Arquitectura Bioclimática trabaja con arquitectos, ingenierías y promotores, complementando sus capacidades mediante el asesoramiento en:

- Ahorro energético en la edificación, cálculo horario de necesidades energéticas de los edificios y urbanismo bioclimático
- Sistemas y soluciones constructivas bioclimáticas.
- Materiales energéticamente eficientes.
- Integración de sistemas renovables en la edificación.
- Optimización de equipos y sistemas de climatización e iluminación natural

El Departamento está dividido en grupos de investigación dentro de los cuales se desarrollan actividades y servicios entre los que se encuentran:

A. Grupo de Integración de Renovables en la Edificación

1. Laboratorio de Caracterización de Captadores Solares
2. Laboratorio de Caracterización de Materiales Solares
3. I+D Energía Solar Térmica. Refrigeración Solar
4. Integración de Energías Renovables en la Edificación

B. Grupo de Simulación y Análisis Energético

- Evaluación Energética de Edificios
- Simulación del comportamiento energético de edificios
- Monitorización de edificios construidos
- Diseño de Sistemas y Soluciones Bioclimáticas
- Aplicaciones de Estrategias de Ahorro Energético en la edificación
- Urbanismo Bioclimático
- Optimización de Equipos y Sistemas de Climatización

Las industrias impulsoras de biotecnologías y energías renovables tienen instaladas sus sedes de investigación en un mismo espacio físico para aprovechar las sinergias derivadas del proyecto.

Además de Gamesa Eólica y EHN, se encuentra la biotecnológica Cetia; Aesol, destinada a la utilización de energía solar en distintos ámbitos; Ingeteam, que desarrolla y suministra equipos a las empresas de energías renovables, y Fluitechnik dedicada a crear materiales y montajes para automatismos industriales.

El Dpto. de Arquitectura Bioclimática de CENER está formado por un equipo multidisciplinario:

- 3 arquitectos
- 2 físicos
- 6 ingenieros industriales
- 1 ingeniero de caminos
- 3 técnicos superiores en mantenimiento de instalaciones



Ingreso



Laboratorios, fuente: Internet (2006)



Vistas exteriores, fuente: Internet (www.cener.com)

Año 2006





Vistas exteriores, fuente: Internet
Año 2006

3.6.3 CENTRO DE DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES (CEDER)

Ubicación

El Centro de Desarrollo de Energías Renovables, CEDER, es un centro dependiente del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT, situado en la zona de la provincia de Soria, España.

Objetivos:

Su actividad se centra en el campo del aprovechamiento energético de la biomasa y tiene entre sus objetivos los siguientes:

1. Desarrollo de procesos y tecnologías para el aprovechamiento energético de los recursos biomásicos y principalmente en el campo de la generación de calor y electricidad.
2. Análisis de la biomasa y productos derivados y ensayos específicos en plantas piloto de materiales biomásicos de interés para los industriales y agricultores a fin de determinar la viabilidad de su utilización en procesos de aprovechamiento energético.
3. Estudio de cultivos energéticos y asistencia a los agricultores sobre las opciones de mayor interés a nivel nacional y regional, la viabilidad de su introducción, así como de sus condiciones de cultivo.
4. Coordinación y promoción de proyectos de I+D y D tanto a nivel nacional como de la Unión Europea, con Universidades, Organismos de investigación y empresas que traten sobre el fomento de la producción y uso de la biomasa.
5. Asesoría y apoyo técnico a los promotores de proyectos de utilización de la biomasa.
6. Difusión de las posibilidades de la producción y uso de los recursos de la biomasa entre agricultores, industriales y, en general, profesionales del sector a través de organización de cursos, seminarios, publicaciones especializadas, etc.
7. Colaboración con los Gobiernos Autónomos en la definición de los planes de actuación sobre utilización de los recursos de la biomasa y en particular mediante la elaboración de planes movilizados para promover su utilización en la comunidad.

Líneas de I+D

Las dos líneas básicas de actividad de I+D comprenden los aspectos más relevantes de estudio de la cadena de la biomasa como combustible en procesos de obtención de calor y electricidad.

- La primera de las líneas, producción y evaluación de recursos de biomasa, abarca el estudio de aspectos básicos referidos a la producción, disponibilidad y preparación del combustible biomásico para su uso en los procesos energéticos.
- La segunda, conversión termoquímica de biomasa, comprende el estudio de los citados procesos, entre los que destacan la combustión y gasificación.

Instalaciones Experimentales

Plantas piloto:

- Tamizado-trituración.
- Secado forzado.
- Hidrólisis ácida rápida.
- Combustión en lecho fluidizado atmosférico y burbujeante.

Laboratorios de caracterización de biomasa:

- Química analítica
- Preparación de muestras y secado.
- Conservación de muestras y combustión.

Parcela experimental de cultivos agroenergéticos:

- Zona disponible para cultivos:
 - 10 Ha para regadío.
 - 290 Ha para secano.

- Zona forestal (250 Ha):
 - Bosque repoblado de 200 Ha.
 - Bosque natural de 50 Ha.
- Superficie acuática:
 - 2 Ha.

Zona de compostaje de residuos y secado natural:

- Superficie protegida con cubierta de 1.600 m²



Centro de Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, (CIEMAT), España
Fuente: Internet

CIEMAT, adscrito al Ministerio de Educación y Ciencia, es un Organismo Público de Investigación de excelencia en materias de energía y de medio ambiente, así como en múltiples tecnologías de vanguardia y en diversas áreas de investigación básica.

Desde su creación en 1951, entonces JEN, y desde 1986 como CIEMAT, lleva a cabo proyectos de investigación y desarrollo tecnológicos, sirviendo de referencia para representar técnicamente a España en los foros internacionales y para asesorar a las administraciones públicas en materias de su competencia.

Está diversificado tecnológica y geográficamente, para atender las necesidades de I+D en España en general y en sus Comunidades Autónomas en particular.

La actividad del CIEMAT se organiza en torno a proyectos de investigación que sirvan de puente entre la I+D y el interés social.

El equipo humano del CIEMAT está formado por, aproximadamente, 1.200 personas, de las que el 47% son titulados universitarios.

Misión:

La misión del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas es contribuir al desarrollo sostenible del país y a la calidad de vida de los ciudadanos, mediante la generación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico.

Visión del CIEMAT:

Ser centro de excelencia en las áreas energéticas, medioambientales y tecnológicas, y en sectores de investigación básica, en colaboración con las CCAA y la UE, en cooperación con los países de Iberoamérica y del Mediterráneo, y desempeñando un papel relevante en la relación entre la I+D y el interés social.

Objetivos:

Promover y ejecutar actividades de I+D de acuerdo con las directrices del Ministerio de Educación y Ciencia, en materias energéticas, medioambientales y tecnológicas, incluyendo el enfoque sociotécnico asociado, así como en campos específicos de Investigación Básica.

Ser centro de referencia en los ámbitos de su competencia cooperando con las comunidades autónomas.

Colaborar con otros centros nacionales de I+D, universidades y empresas.

Integrar las actividades en el marco de la Unión Europea y cooperar con organismos intergubernamentales y centros de I+D de otros países con especial atención a los de Iberoamérica y del Mediterráneo.
Fomentar las actividades derivadas de su I+D en los campos de la difusión científico-técnica, la educación y la transferencia de tecnología.
Llevar a cabo la prestación de servicios técnicos en las áreas de su competencia.
Asesorar a las administraciones e instituciones públicas y privadas y representar a España en los foros internacionales en los que proceda.

Empresas Participantes:

- ENRESA (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos)
- ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS, S.A
- Fundación CENER-CIEMAT
- Fundación Parque Científico de Madrid



Sistemas eólico, solar
Fuente: Internet, 2006

Parámetros Arquitectónicos a considerar para la propuesta a realizar:

De acuerdo a los casos análogos ya citados, se puede hacer un análisis de los parámetros en cuanto a arquitectura para tomarlos en cuenta en la propuesta arquitectónica del Centro de Investigación y Capacitación de Energías Renovables.

CENER (España), viene a satisfacer la necesidad que existe de investigar en nuevas formas de edificación, para lo cual resulta imprescindible que las soluciones diseñadas puedan ser calculadas con precisión y puedan ser adaptadas al medio en el que se encuentran. Se trata de lograr soluciones adecuadas en cuanto a diseño e instalación que ahorren energía y brinden a sus usuarios mayores grados de confort.

Factores que se tienen que tomar en cuenta:

- Ahorro energético en la edificación, cálculo horario de necesidades energéticas de los edificios y urbanismo bioclimático
- Sistemas y soluciones constructivas bioclimáticas
- Materiales energéticamente eficientes
- Integración de sistemas renovables en la edificación
- Optimización de equipos y sistemas de climatización e iluminación natural

La arquitectura de este Centro es contemporánea y refleja ser un Centro de Investigaciones. En el Caso del Centro **CIEMAT**, en España y el Laboratorio de Energías Renovables **LER**, en Perú, utilizaron una arquitectura más tradicional, y de poco carácter.

La propuesta arquitectónica debe cumplir con los parámetros antes mencionados, y representar las actividades que se van a llevar a cabo, en este caso, la investigación y capacitación de Energías Renovables, lo cual debe ser una arquitectura representativa de nuevas tecnologías.

4. Marco de Referencia:

4.1 Descripción Ambiental:

La República de Guatemala, situada en América Central, se encuentra delimitada al Norte, Noroeste y Oeste con México, al Noreste con Belice y el Mar Caribe, al Este con Honduras, al Sudeste con el Salvador y al Sur con el Océano Pacífico.

Está dividida en ocho regiones, cada región abarca uno o más departamentos que poseen características geográficas, culturales y económicas parecidas. Cada uno de sus departamentos se divide en municipios y los municipios en aldeas y caseríos. Actualmente existen 22 departamentos y 330 municipios.

Mapa de Guatemala



Mapa 1: Instituto Nacional de Estadística 2006



Mapa 2: Fuente IGN 2006

4.2 Marco Histórico:

Desde tiempos remotos la humanidad ha dependido de diferentes fuentes de energía para subsistir, progresar y mejorar su sistema de vida. La introducción de maquinarias trajo consigo la industrialización del planeta y con esto la demanda por energía incrementó. De las diferentes fuentes de energía con las que se cuenta, la energía fósil contribuye con el 90% de las demandas comerciales y domésticas del planeta. Actualmente 75 millones de barriles de crudo son consumidos diariamente, a este paso dentro de 40 años las reservas de petróleo -la principal fuente de energía- se empezarán a agotar y su producción disminuirá. Afortunadamente la inevitable necesidad y sed energética incuestionablemente llevará a la explotación de nuevas fuentes que permitan la subsistencia y continuar el progreso.

Guatemala es un país que cuenta con una gran cantidad de recursos naturales de tipo renovable, los cuales tienen un gran potencial energético. La fuente energética de mayor demanda en el país es la leña; se estima que la cobertura forestal del país alcanza los 37.000 km², o sea, un 34% de la superficie nacional, con una tasa de deforestación de 2,1% anual.

En Guatemala se utiliza la biomasa en diversas formas, tal es el caso de la leña, cogeneración con bagazo de caña, biodigestión y otras.

El balance energético nacional muestra que en el consumo nacional de energía, la leña constituye el 63% del consumo final de energía. Le sigue en importancia el diesel con el 12%; las gasolinas representan el 8%; seguidamente están el fuel oil y la electricidad con el 4% respectivamente, y finalmente el bagazo de caña y el gas licuado de petróleo (gas propano) con el 3%.

El alto consumo de leña obedece a que la mayor parte de la población vive en el área rural, siendo en su mayoría de escasos recursos económicos, lo que les impide tener acceso y disponibilidad a otras fuentes energéticas. Además, existe una tradición cultural que se refleja en los hábitos alimenticios: la utilización del tipo de estufa denominada "Tres Piedras" para cocinar, las ollas de barro adecuadas para este fuego abierto, el sabor de los alimentos y la relativa disponibilidad del recurso.

La leña como combustible es utilizada en forma ineficiente, por cuanto el 81% de los hogares que la consumen, utilizan la estufa de "Tres Piedras", la cual desaprovecha casi el 90% de la energía consumida. Cabe mencionar en este punto que en los poblados con bajas temperaturas, el calor que desaprovecha

este tipo de estufa, es aprovechado para mantener una temperatura confortable en el interior de las viviendas.

En materia de biodigestión anaeróbica, se han construido alrededor de 800 biodigestores tipo familiar en el área rural, pero éstos no han sido operados correctamente, y se ha aprovechado los beneficios del biocarbono más que los propiamente energéticos. La mayoría de estos biodigestores son de tipo chino.

La única fuente biomásica que se ha utilizado para la producción de energía eléctrica en Guatemala, ha sido el bagazo de caña de azúcar.

4.3 Marco legal e institucional de las fuentes renovables de energía en Guatemala:

Muchos de los recursos naturales que tiene Guatemala han sido aprovechados a través de la historia, pero a principios de la década de 1970 se empezó a tratar de aprovecharlos a un nivel generalizado.

Desde entonces se ha impulsado el aprovechamiento de: energía solar eólica, hidráulica, geotérmica y la biodigestión anaeróbica para la producción de biogás como combustible.

La creciente demanda de energía que rebasa los niveles de la oferta, ha despertado preocupación tanto en el sector público como en el sector privado, lo cual ha obligado al gobierno, y específicamente al Ministerio de Energía y Minas, el que tiene a su cargo la definición de la política energética a nivel nacional a encaminar las acciones a seguir.

La Dirección de Planificación y Desarrollo Energético es la Dependencia del Ministerio que tiene a su cargo el estudio, fomento, control, supervisión y fiscalización de todo lo relacionado con fuentes renovables de energía.

En el año de 1986, debido a la crisis energética que afectaba -y afecta- al país, agudizada por la dependencia de productos petroleros importados, el gobierno de la República se vio en la necesidad de crear una ley que promoviera el uso y aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. Por esto durante este año se publicó el Decreto Ley 20-86, Ley de Fomento al Desarrollo de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía, el cual declara de utilidad y necesidad pública la implantación de políticas

energéticas encaminadas a promover el desarrollo, promoción y uso eficiente de las fuentes nuevas y renovables de energía.

El Decreto Ley 20-86 constituye un instrumento a través del cual se impulsa y coordina la acción de los ejecutores de proyectos de desarrollo y aprovechamiento de los recursos renovables, como son: la radiación solar, el viento, el agua, la biomasa y cualquier otra fuente energética que no sea la nuclear ni la producción por hidrocarburos. Beneficia a los titulares de proyectos a través de incentivos fiscales.

Este Decreto de Ley tiene como objetivos principales, los siguientes:

- La reducción del consumo nacional de hidrocarburos
- El suministro de energía en áreas rurales
- El mejoramiento del nivel de vida de la población
- El aprovechamiento racional de los recursos naturales

Como beneficios adicionales se obtienen: la descentralización del suministro de energía eléctrica, beneficios económicos y además mayor confiabilidad en el sistema eléctrico, ya que gracias a la descentralización geográfica del servicio, disminuyen sensiblemente las posibilidades de una suspensión de este. En general, en Guatemala cuanto mayor sea el número de plantas generadoras y mayor su dispersión geográfica, menores son las posibilidades de una suspensión generalizada del servicio.

Así también, el marco legal de las Fuentes Renovables incluye la Ley de Geotermia, Decreto Ley No. 126-85 y la Ley del Alcohol Carburante, Decreto Ley No. 17-85. De las leyes anteriores, la única que posee reglamento es la Ley del Alcohol Carburante; el Decreto 57-95 de reciente publicación. Por otro lado, ya se elaboró el reglamento del Decreto Ley 20-86, el que se encuentra en proceso de aprobación.

El Reglamento de la Ley de Fomento al Desarrollo de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía preceptúa que las personas individuales o jurídicas interesadas en el desarrollo ejecución y mantenimiento de proyectos, deberán presentar ante la Dirección General de Planificación y Desarrollo Energético, la debida solicitud escrita, conteniendo:

- Datos de identificación de la persona individual o jurídica interesada en ejecutar un proyecto.

- Descripción de los beneficios que solicita y, puntualmente: listado detallado, especificando descripción, cantidad, costo partida arancelaria y destino o utilización dentro del proyecto, de la maquinaria y equipo.
- Estudio de factibilidad técnica y financiera del proyecto.
- Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, para los proyectos comprendidos dentro de los siguientes casos:
 - Centrales hidroeléctricas de más de 1 MW que impliquen la construcción de represa, túneles o recortes de laderas.
 - Proyectos cuyo objetivo sea la combustión de biomasa.
 - Proyectos que utilicen energía eólica para la generación de energía eléctrica con capacidad instalada mayor de 50 MW.
 - Proyectos solares que utilicen sistema de seguimiento automático para orientación de paneles a base de freón-12 u otro fluido similar que pueda contaminar.
 - Proyectos solares a base de gradiente de temperatura cuyo fin sea la obtención de potencia mecánica mayor de 500 kW.
 - Bosques energéticos de una sola especie sobre un área continua mayor de 50 ha o que colinden con otro bosque energético que sumadas sus áreas sea mayor de 50 ha.
 - Proyectos de paneles fototérmicos de más de 5 kW de potencia, ubicados en una misma área.
 - Proyectos de paneles fotovoltaicos de más de 500 kW o el área de paneles de 7.000 m².
 - Proyectos de biodigestión anaeróbica cuyo volumen para fermentación sea mayor a los 500 m³ por unidad de fermentación.

- En proyectos hidráulicos con una potencia de más de 10 MW:
- Descripción geológica realizada por persona especializada en geología, hidrogeología o geotecnia, relacionados con la presa, deslizamiento de tierras y estabilización de taludes.
- Estudio hidrológico por un período de tiempo que permita establecer la viabilidad del proyecto.
- Descripción de las especificaciones de construcción de la presa, vertederos, canales de aducción, tanques de sedimentación, túneles y tubería de presión, según sea el proyecto.

Dentro del marco del Decreto Ley 20-86 se han aprobado hasta el momento 31 proyectos de fuentes renovables de energía, los que juntos suman alrededor de 280 MW, a realizarse en término de 3 años. De éstos, 11 son de hidroenergía, 15 de biomasa y 5 de energía solar.

La cogeneración en Guatemala

El término Cogeneración significa, en su versión más utilizada, la "Producción de energía eléctrica a través de subproductos obtenidos de un proceso de una planta industrial o manufacturera que dispone de una fuente de energía eléctrica". Los subproductos más comunes pueden ser desechos de madera (aserrín), bagazo de caña de azúcar y otros que permitan ser usados como combustible.

La Cogeneración industrial incluye sistemas de utilización del calor residual de los procesos, además de los sistemas de energía total.

Varios países industrializados y en vías de desarrollo están promoviendo actualmente la participación de la empresa privada en la generación de energía eléctrica, la cual ha sido tradicionalmente administrada por el sector público.

La Cogeneración, a partir de materiales biomásicos, presenta una alternativa de mayor rendimiento energético y económico, que tiene beneficios ambientales, y es de mayor confiabilidad, ya que permite descentralizar las plantas de generación eléctrica. Además, siendo el bagazo un material renovable subproducto de la industria guatemalteca, permite el ahorro de divisas, ya que los principales productos de importación del país son las gasolinas y otros derivados del petróleo.

La cogeneración que en Guatemala se realiza con la combustión del bagazo de caña, como fuente biomásica en los ingenios azucareros, debido a la naturaleza estacional del cultivo de la caña, sólo puede aprovecharse durante los meses de noviembre a mayo en que se realiza la zafra. Y tanto para los ingenios como para el país, es necesaria la generación de energía eléctrica de manera estable.

Actualmente son doce los ingenios calificados por la Dirección de Planificación y Desarrollo Energético, seis de ellos ya celebraron contrato con la Empresa Eléctrica de Guatemala, para la generación de energía eléctrica y montaron totalmente sus plantas, remodelando algunas de ellas. Estos ingenios entrarán en operación en este año y se pretende una generación de 50 MW en este año, para alcanzar aproximadamente 180 MW a finales de 1998.

En la gráfica que se muestra a continuación se puede observar la prospectiva de cogeneración para los años 1995 al 1998.

La dicotomía en la cogeneración

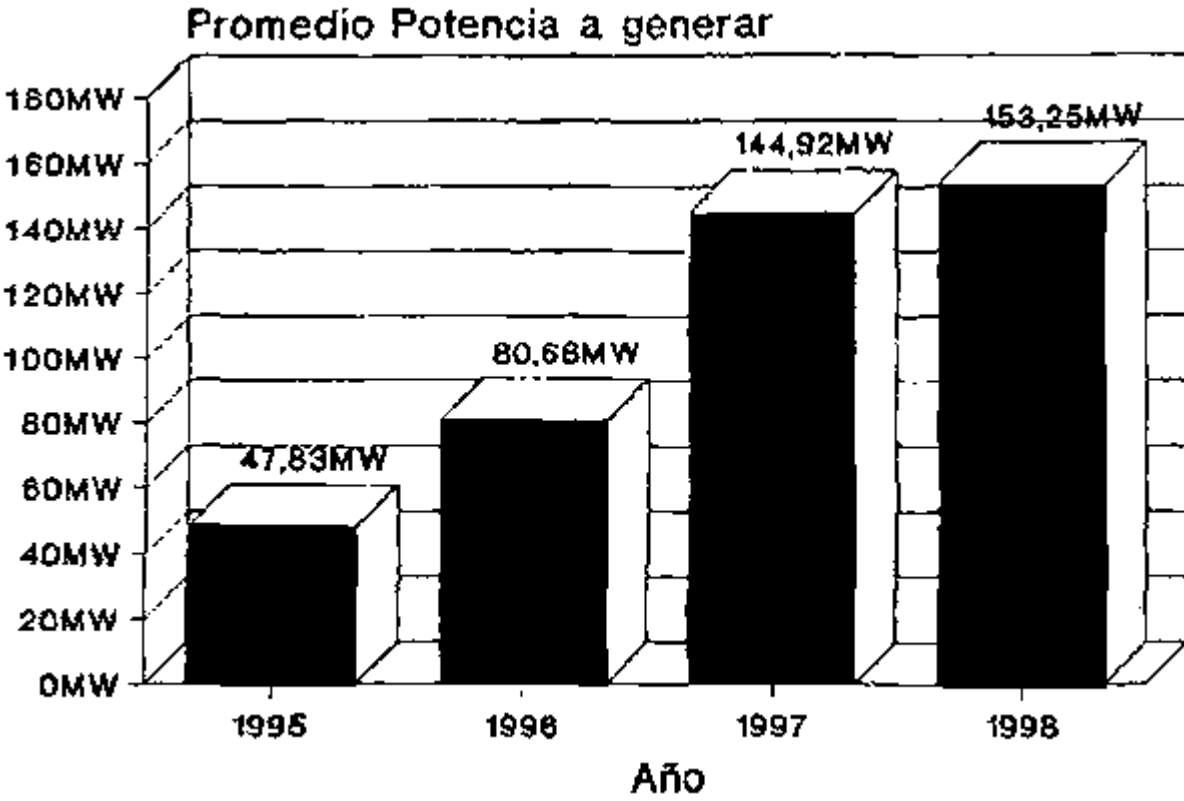
La producción de energía eléctrica a partir de biomasa, se encuentra regulada por el Decreto Ley 20-86 y por el Decreto 57-95 de reciente publicación.

El Congreso de la República aprobó recientemente el Decreto Ley 57-95 que autoriza a las empresas generar energía eléctrica de fuentes energéticas de cualquier naturaleza durante los períodos en los que no haya disponibilidad de la fuente energética renovable; manteniendo los beneficios que esa ley les confiere. Con esta disposición se resuelve el problema de la cogeneración de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del bagazo de caña.

Sin embargo, uno de los objetivos de la Ley de Fomento al Desarrollo de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía es "la reducción del consumo nacional de hidrocarburos", por lo que hay una contradicción con el espíritu de esta ley, por la existencia de otra disposición que autoriza el uso de los hidrocarburos en períodos de escasez de la fuente energética renovable.

Según la ley, lo indicado en este caso sería cumplir con la obligación tributaria en proporción al período que no goza de exención. Esta cláusula está incluida en el Reglamento del Decreto 20-86, el cual establece que en estos casos, la empresa gozará de los beneficios fiscales en una proporción equivalente al 50%. Este Reglamento ya fue emitido por la Dirección y esta por aprobarse en el Organismo Ejecutivo.

PROSPECTIVA DE GENERACION 1995-1998 - PARTICIPACION DE LOS COGENERADORES



Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2005)

DEMANDA DE POTENCIA

La demanda máxima de potencia en el Sistema Nacional Interconectado -SNI- para el año 2004, alcanzó la cifra de 1,255.8 MW, el cual creció 7.4% con respecto al año 2003.

DEMANDA DE ENERGIA

La demanda de energía en el Sistema Nacional Interconectado - SNI- para el 2004, fue de 6,586.0 GWh, esta demanda creció con respecto al 2003 en 6.8%

OFERTA DE POTENCIA

La capacidad instalada operable del sistema al final del año 2004, fue de 1,785.4 MW. La oferta privada de potencia en el 2003, alcanzó el 71.6%, siendo básicamente del tipo termoeléctrico.

Los cogeneradores son ingenieros azucareros, que durante el periodo de zafra utilizan principalmente el bagazo de caña de azúcar, como combustible para la producción de energía eléctrica.

OFERTA DE ENERGIA

La oferta interna total de energía a diciembre 2004 fue de 7,050.15 GWh, conformado por una producción del parque generador nacional de 7,009.25 GWh y una importación de 40.90 GWh.

La producción nacional por tipo de planta fue: Hidroeléctricas 36.3%, Geotérmicas 2.8%, Cogeneradores 8.4% y las termoeléctricas con el 52.5%.

IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE ENERGIA

Guatemala resultó exportador neto al Mercado Eléctrico Regional – MER- con 423.29 GWh, resultado de exportaciones por 464.19 GWh e importaciones por 40.90 GWh.

Sistema eléctrico de Guatemala:

El Sistema Eléctrico de Guatemala, está conformado por el Sistema de Generación, el Sistema de Transporte y el Sistema de Distribución final de electricidad.

Este sistema está conformado por centrales: Hidroeléctricas, Termoeléctricas (Turbinas de Vapor, Turbinas de Gas y Motores de Combustión Interna), Geotérmicas y por centrales Cogeneradoras. Las centrales utilizadoras de recursos renovables de energía en el 2004 representaron el 48.4% de la potencia firme. De 1996 a 2004 la potencia firme incrementó en 764.5 MW, con una tasa de crecimiento promedio anual de 7.2%, siendo principalmente del tipo termoeléctrico.

Sistema de transporte:

El sistema de transporte está conformado por el sistema principal y el sistema secundario. El sistema principal es compartido por los generadores e incluye la interconexión Guatemala—El Salvador .

El sistema secundario está conformado por la infraestructura eléctrica utilizada por los generadores para el suministro de energía al sistema principal; está dividido geográficamente en tres áreas: Central, Occidental y Oriental. La red de transporte opera básicamente en tres niveles de voltaje: 230, 138 y 69 kV.

El Sistema de Transporte para el futuro estará interconectado con Centroamérica, México y Belice, a través de:

- a. Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central, SIEPAC.
- b. Interconexión Guatemala-México.
- c. Interconexión Guatemala-Belice.

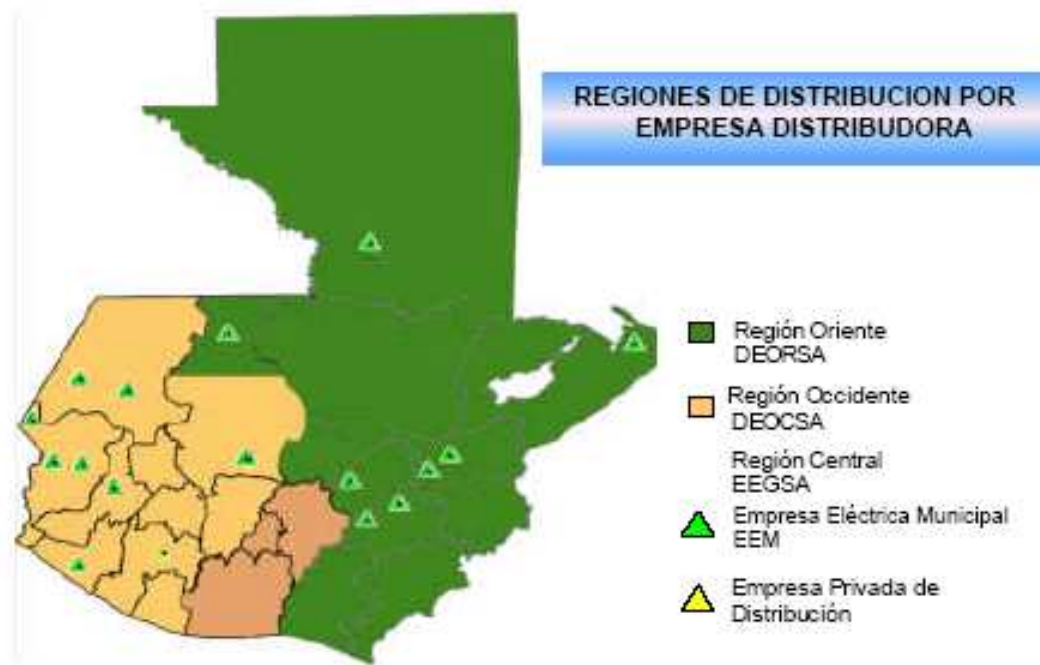
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN:

El Sistema de Distribución final de electricidad está conformado por las siguientes empresas privadas:

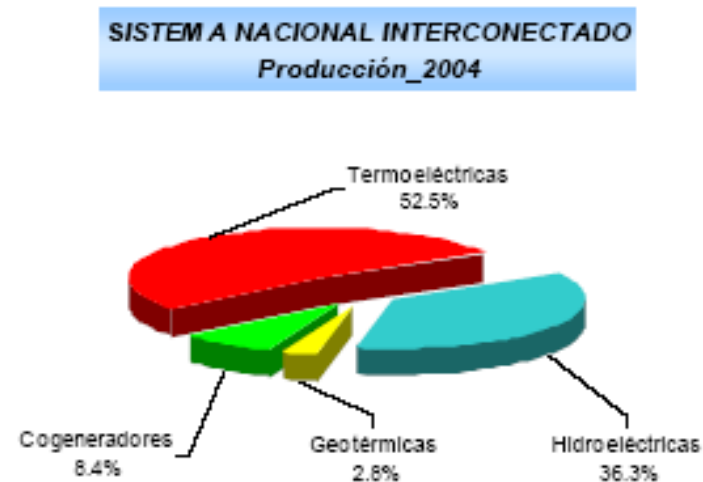
- a. Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A. -EEGSA-, quien presta el servicio eléctrico en el área central del país.
- b. La Distribuidora de Electricidad de Occidente, S. A., -DEOCSA-, quien presta el servicio eléctrico en los departamentos del occidente del país.
- c. La Distribuidora de Electricidad de Oriente, S. A., -DEORSA-, quien presta el servicio eléctrico en los departamentos del oriente.
- d. Otras empresas privadas que prestan servicio de distribución final.
- e. Las Empresas Eléctricas Municipales -EMM- (Empresas Públicas)

Mapa 3: Distribución de Energía Eléctrica

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2005)



Energías Renovables aplicadas a Guatemala



Fuente: Ministerio de Energía y Minas
2005

4.4 Análisis de las Energías Renovables en Guatemala

Para que las energías renovables se desarrollen a su plenitud, es necesario que las entidades interesadas cuenten con suficiente infraestructura para la investigación y capacitación de estas nuevas tecnologías. Se analizaron varios lugares en donde se puede realizar este centro, entre los cuales se encuentra la zona 12 de la Ciudad de Guatemala y Palín, Escuintla, por los vientos predominantes que se pueden aprovechar para sistemas eólicos.

Las entidades interesadas en tener la infraestructura necesaria para la investigación y capacitación de las energías renovables son: entidades internacionales como Eurovento, GE Wind, Idom, Aesol, Ingeteam, Fluitechnik, Nasura, Noi, Sotavento, AENA , entidades del Ministerio de Energía y Minas, La Universidad del Valle de Guatemala, La Universidad San Carlos de Guatemala, inversionistas, personal técnico y personas del área rural.

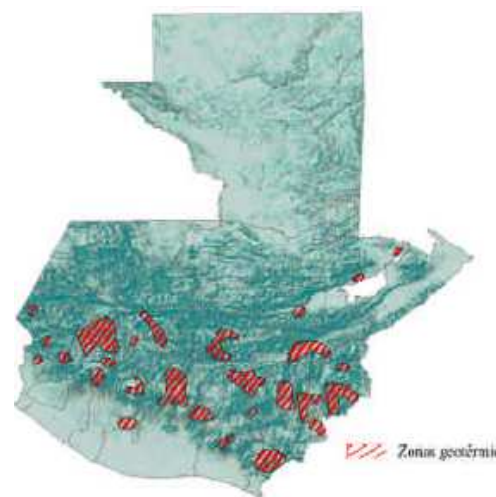
Aesol, se dedica a la utilización de energía solar en distintos ámbitos; Ingeteam, que desarrolla y suministra equipos a las empresas de energías renovables, y Fluitechnik se dedicada a crear materiales y montajes para automatismos industriales.

4.4.3 Energía geotérmica:

En Guatemala el potencial geotérmico se valora en cerca de 1,000 Mw. El Instituto Nacional de Electrificación ha realizado estudios en las cinco principales áreas geotérmicas del país. Además de ellas, existen otras regiones que muestran características atractivas para la exploración a detalle.

Mapa 4: Zonas Geotérmicas en Guatemala

Fuente: Ministerio de Energía y Minas 2005



Lugares de Potencial Geotérmico en Guatemala

MANIFESTACIONES GEOTÉRMICAS DE GUATEMALA			
	<i>Área Geotérmica</i>	<i>Temperatura Superficial °C</i>	<i>Temperatura Deducida °C</i>
1	Tajumulco		
2	San Marcos	87	185(284)
3	Zunil	87	208
4	La Memoria	80	180
5	Totonicapán	49	199
6	Momostenango	95	180 (234)
7	Quiché		
8	Sacapulas-Zacualpa	45	180
9	Atilán	47	150(195)
10	Chimaltenango	48	185
11	Amatitlán	90	240 (237)
12	Ixpaco	95	205 (195)
13	Sanarate	93	185
14	Ayarza		
15	Moyuta	88	185(193)
16	Monjas	49	180
17	Ipala	64	180
18	Zacapa	86	180
19	Camotán	49	150
20	Granados	87	200
21	Esquipulas	50	221
22	Asunción Mita	94	200
23	Polochic-Agua Caliente		
24	San Marcos-Tacaná		
25	San Marcos-Malacatán		
26	Polochic-Cantún		
27	Polochic-Livingston		

Fuente: Ministerio de Energía y Minas 2005

4.4.4 Energía Hidroeléctrica:

En Guatemala se ha estimado que el potencial teórico bruto de los ríos del país alcanza los 10,900 MW, y el potencial técnicamente aprovechable es cercano a los 5,000 MW.

El Instituto Nacional de Electrificación –INDE- ha detectado 240 sitios en los cuales es factible la instalación de centrales hidroeléctricas.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas 2005

PROYECTOS HIDROELECTRICOS, Mayores de 100 MW <i>Con estudios de Factibilidad</i>						
No.	NOMBRE	RIO	CAPACIDAD MW	PRODUCCION GWh/año	INVERSION Millones US\$	ESTUDIOS
1	Chulac	Cahabón				
		Opción 1	440.0	1,714.0	660.00	Factibilidad 1980, Lhmeyer-Salzgitter- Fichtner (LSF) e INDE.
		Opción 2	340.0	1,459.0	510.00	
2	Xalalá	Chixoy	330.0	1,474.0	495.00	Factibilidad 1997, Lhmeyer-Salzgitter- Fichtner (LSF)
3	Serchil	Chixoy	135.0	286.0	202.50	Factibilidad 90-92, TAMS/EBASCO/ICCA
TOTAL OPCION 1			905.0	3,474.0	1,357.5	
TOTAL OPCION 2			805.0	3,219.0	1,207.5	

PROYECTOS HIDROELECTRICOS, Entre 50 y 75 MW <i>Con estudios de Prefactibilidad y Factibilidad</i>						
No.	NOMBRE	RIO	CAPACIDAD MW	PRODUCCION GWh/año	INVERSION Millones US\$	ESTUDIOS
1	Camotán	Grande de Zacapa	59.0	230.0	88.50	Factibilidad, 90-92 ELC-Electroconsult
2	Champey	Cahabón				
		Opción 1	60.2	313.0	90.30	prefactibilidad, 1992,
		Opción 2	54.8	285.0	82.20	INDE
3	Orégano	Grande de Zacapa	69.0	300.0	103.50	Factibilidad, 90-92 ELC-Electroconsult
4	El Guayabo	Motagua	74.0	256.0	111.00	prefactibilidad, 1983, INDE
TOTAL OPCION 1			262.2	1,099.0	393.3	
TOTAL OPCION 2			256.8	1,071.0	385.2	

Fuente: Ministerio de Energía y Minas 2005

Cualquier persona individual o jurídica podrá solicitar la autorización para la instalación de centrales de generación hidroeléctrica o geotérmica, cuando estas centrales sean mayores de 5 MW. Para obtener la autorización, los interesados deberán presentar en plica su solicitud ante el Ministerio de Energía y Minas, con toda la información requerida en el Reglamento de la Ley General de Electricidad. A la plica se adjuntará documento conteniendo las generalidades de la solicitud.

Si las centrales generadoras son menores de 5 MW, deberán presentar su solicitud de registro, ante el Ministerio de Energía y Minas, cumpliendo con los requisitos contenidos en el formulario preparado para el efecto.

4.4.5 Energía Biomásica:

En Guatemala se utiliza la biomasa en diversas formas, tal es el caso de la leña, cogeneración con bagazo de caña, biodigestión y otras.

La única fuente biomásica que se ha utilizado para la producción de energía eléctrica en Guatemala, ha sido el bagazo de caña de azúcar.

La Cogeneración, a partir de materiales biomásicos, presenta una alternativa de mayor rendimiento energético y económico, que tiene beneficios ambientales, y es de mayor confiabilidad, ya que permite descentralizar las plantas de generación eléctrica. Además, siendo el bagazo de caña de azúcar un material renovable, subproducto de la industria guatemalteca, permite el ahorro de divisas, ya que los principales productos de importación del país son las gasolinas y otros derivados del petróleo.

Se estima que los recursos naturales del país para la generación de energía eléctrica son los siguientes:

Recurso	Disponible	Aprovechado
Hidroeléctrico	10.890 MW	424,6 MW
Geotérmico	700 MW	0 MW
Bagazo de caña	3×10^6 t	7×10^5 t
Alcohol carburante	12×10^6 gal	0 gal

En Guatemala la electricidad se genera básicamente por medio de las centrales hidroeléctricas, con un porcentaje de capacidad instalada del 52%, las centrales térmicas con un 40% y los cogeneradores con el restante 8%.

4.5 Análisis Geográfico:

Escuintla:

Extensión territorial: 4,384 mk2

Cabecera departamental: Escuintla

Temperatura: 20.20° C a 30.8° C

Elevación: 346.91 MSNM

Precipitación pluvial: 3,157.10 mm anuales

Humedad:

Absoluta máxima: 84%

Absoluta mínima: 63%

Relativa (promedio anual): 73%

Viento: Moderado a fuerte con corrientes de norte a sur y velocidad promedio de 12.5 km./Hr. La temporada de corrientes más fuertes es de Noviembre a Febrero.

Clima: Cálido

Zonas de Vida: Bosque húmedo subtropical (templado).

Atmósfera: a. Calidad del aire: buena

b. Visibilidad: despejada

c. Malos olores: Área ventilada por el cañón de Palín

Descripción del paisaje natural circundante:

Todo el municipio está rodeado de cerros (hasta ahora aún cubiertos de vegetación situados paralelamente a la carretera ruta CA-9). Estos cerros son los de Panquín, Piendo, Candelaria, Naranjita, Las Trojes, San Pedro y la Montaña El Chilar.

Vías de Comunicación

Este departamento cuenta con magnificas carreteras asfaltadas de doble vía que lo comunican con otros departamentos y con sus municipios, entre las principales está la Interamericana CA-1, la Centroamericana CA-2 y la Interoceánica CA-9; y la mayoría de sus municipios se encuentran conectados por rutas departamentales y nacionales.

Zonas de Vida Vegetal

Se le llama zona de vida a la unidad climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad.

Asociación: Se define para esta terminología como una comunidad de especies más o menos homogéneas caracterizadas por dos especies o más, dominantes.

Clasificación de las Zonas de Vida de Guatemala: Se basa en el sistema de clasificación de HOLDRIDGE, que considera fundamentalmente tres aspectos del ambiente:

a. La biotemperatura: (puede calcularse sumando las temperaturas sobre cero grados hasta 30 grados centígrados de cada mes y se divide entre 12). Estas temperaturas se toman ya que se considera que debajo de cero grados centígrados y sobre treinta grados centígrados no existe vida vegetativa activa.

b. Precipitación Pluvial: Se refiere al total promedio anual de agua expresada en milímetros que cae de la

atmósfera, ya sea como lluvia, nieve o granizo.

c. Humedad: Esta determinada por la relación entre temperatura y precipitación.

Partiendo de estos conceptos HOLDRIDGE identifico para Guatemala Once Zonas de Vida, identificándose cada una de ellas por medio de una simbología específica, por ejemplo monte espinoso subtropical se representa por me-S, bosque seco subtropical por bs-S bosque húmedo subtropical (cálido) por bh-S(c).

En Escuintla se pueden apreciar claramente dos zona de vida vegetal: la zona bh-S(c) que es bosque húmedo sub-tropical cálido y la zona bmh-S(c) que es bosque muy húmedo sub-tropical cálido.

Palín, Escuintla

Palín se encuentra situado en una zona volcánica, dentro del área del llamado Cañón de Palín, paso estrecho entre los volcanes de Pacaya y Agua, y los cerros circundantes; donde sopla constantemente una fuerte corriente de aire predominante de norte a sur, de 20-40 nudos o 35-50 kms/hora, el 80% del tiempo y varia unos 50-60 nudos en noviembre y diciembre. Por las tardes, la región del Cañón tiene baja nubosidad con lloviznas, poca visibilidad y viento frío.

El cañón de Palín constituye una gran ventaja para la Ciudad de Guatemala, pues la intensidad y permanencia de sus vientos norte-sur, funcionan como el tiro de una chimenea o una aspiradora gigante, que hala el aire contaminado de la Ciudad, y lo conduce hacia la costa sur, en donde se dispersa. Si no fuera por esta situación, la Ciudad de Guatemala tendría una constante capa de contaminación suspendida en la atmósfera, producida por el humo negro vehicular.

Ubicación geográfica:

Latitud 14 ° 24 ` 14 ``

Longitud 90 ° 41 ` 55 ``

Límites territoriales: Norte: Amatitlán, Santa María de Jesús Y Alotenango.

Sur: San Vicente Pacaya.

Este: San Vicente Pacaya.

Oeste: Escuintla.

Alcalde(sa): José Enrique López

Fiesta titular: 25 Julio al 3 de Agosto

Idioma: Español, pocoman

Teléfonos: (502) 78389181/78388707

Clima: Cálido

Población: 36,756 habitantes

Dirección: Avenida Central 1-31 Zona 1

Extensión territorial: 88 Kilómetros cuadrados

Altitud: 1147 Metros sobre del nivel del mar

División político administrativa.

El municipio de Palín posee una extensión de 88 kilómetros cuadrados con las siguientes comunidades:
(62)

Aldeas: La Periquera y San Pedro El Cerro.

Caseríos: San Raymundo y Monte Cristo

Colonias: Las Marías, San Francisco, Balcones II, San Martín, El Cortijo, Balcones I, Las Victorias, San Benito, Los Sauces, El Cielito, Villas de Palín, Palinché, Anexo Palinché, Modelo, Valparaíso, Villa Estelita, La Estación, El Mirador,

Barrios: San Pedro (Zona 1), San Lucas (Zona 2), San Antonio (Zona 3) y San José (Zona 4).

Granjas: Gravileas, Bugambilias, Pascuas, Chiriviscal, Bella Vista, María Isabel.

Fincas: San Fernando, San Francisco, El Rosario, Medio Monte, Carmela, La Positiva, La Piedad, La Canoa, Beford, Raguay, San José Bella Vista, Villa Laura, Majulé, El Llano, El Farol, El Barretal, El Sacramento, Santa Rita, María Matos,

Otros: Retiro Emaús, Quintas Belhorizontes, Fundación SION, Reino Naturaleza, Paseo Quetzal, Retiro elim., Residenciales Las Victorias, Asentamiento La Fé, Asentamiento Línea Férrea (María Matos), Planta Hidroeléctrica Jurún Marinalá, Asentamiento Línea Férrea (Barrio San Pedro),

En la Carretera CA-9 su límite al norte se encuentra en el kilómetro 33.5 a la altura del balneario de Las Hamacas. Y al Oeste a la altura de San Luis.

Datos Generales:

Base cultural de la población:

Origen étnico: Descendencia Maya.

Idiomas: Castellano y Pocomám.

Religiones: Católicos, Mormones, Testigos de Jehová, Sabáticos, Evangélicos.

Días festivos: Feria Patronal de San Cristóbal se celebra 30 de julio.

Calendario ritual: Calendario Maya.

La feria patronal del municipio de Palín se celebra el 30 de julio en honor a San Cristóbal, a la vez en cada barrio se tiene un patrón al cual se le celebra en fechas específicas.

Barrio San José 19 de marzo (En honor a San José)

Barrio San Antonio 13 de junio (En honor a San Antonio)

Barrio San Pedro 29 de junio (En honor a San Pedro)

Barrio San Lucas 18 de octubre (En honor a San Lucas)

Colonia San Martín 3 de noviembre (En honor a San Martín de Porres)

Colonia Palinché 26 de diciembre (En honor a San Esteban)

Población por sexo:

- Hombres 18,184.

- Mujeres 18,572.

Población urbana y rural:

Urbana: 24,680

Rural: 12,076

Promedio de miembros por familia: 5 miembros

Densidad poblacional: 136 habitantes por Há. En el área urbana.

Estructura de Población urbana: Concentrada

Estructura de Población rural: Dispersa

Dinámica poblacional:

Inmigración: Existe muy poca hacia los Estados Unidos de Norteamérica.

Emigración: Existe hacia los países vecinos y dentro de los departamentos de Guatemala.

Salud:

Tasa de Natalidad: 25 %

Tasa de Mortalidad: 10-15 %

Esperanza de vida: 63 Años

Tasa de crecimiento poblacional: 2.5 %

Morbilidad Infantil: La mayor causa es la diarrea.

Salud

Los servicios que presta salud pública a todos los pobladores es a través de un centro de salud de tipo "B" un sanatorio y/o casa de salud, 7 clínicas privadas, 15 centros comunitarios y también un puesto de IGSS.

El centro de salud se encuentra ubicado en el centro de Palín a un costado del mercado municipal No. 2 y la Escuela de Párvulos.

Las clínicas privadas están ubicadas la mayoría en el centro del municipio y la mayoría atiende enfermedades comunes. Los 15 centros comunitarios están ubicados en cada una de las colonias y aldeas a través del programa SIAS del Ministerio de Salud. El puesto de IGSS atiende a personas inscritas en el.

En el centro de salud existen 3 doctores, 1 enferma graduada, 4 enfermeras auxiliares, 2 técnicos en laboratorio, 1 asistente de farmacia, 1 oficinista, 1 piloto, 1 guardián y 1 conserje.

Marco histórico:

Fundación: El municipio de Palín fue conformado en base al Decreto Legislativo 2081 del 29 de abril 1935, con el publíquese y cúmplase del ejecutivo del 2 de mayo de ese año. “considerando” que es conveniente para los intereses del país la supresión del departamento de Amatitlán, por tanto, decreta: artículo 1 ° . Se suprime el departamento de Amatitlán. 2 ° . Los municipios de Amatitlán, Villa Nueva, San Miguel Petapa y Villa Canales quedan incorporados al departamento de Guatemala, y los de PALIN Y SAN VICENTE PACAYA al departamento de Escuintla.

El municipio de PALIN fue fundado el 2 de mayo de 1935.

SANEAMIENTO BASICO

	URBANO	RURAL	TOTAL
Total de viviendas	3200	2715	5915
No. de viviendas con acceso de Agua	3111	1683	4794
No. de viviendas con letrinas y/o inodoro	2200	1675	3875
No. de acueductos en el área /municipio	1	2	3

Fuente: Internet

Sistemas de Producción Artesanal y/o Microempresarial

En Palín la producción artesanal se caracteriza en :

Carpintería

Tejido (güipiles, fajas, paños)

Adornos con Nylon

Máscaras de madera utilizadas para los bailes folklóricos del municipio

En el municipio también existen empresas que ayudan en cierta forma a la economía de las familias palinecas, como lo son las Maquilas que están en el perímetro del municipio y se encuentran las siguientes: Shin Wong, Kwang Lim, Dae Jong, Tex Wel, Shon Wong.

Recursos Turísticos:

Los balnearios que existen en el municipio de Palín son San Pedro Mártir, La Ceiba, Automariscos, La Red, Aguas Salvajes, los cuales representan una fuente de trabajo.

COMUNICACIONES

Existe servicios de telefonía fija de Telgua y móvil de Comcel, telefónica, Bell South, Pcs.

Los medios de comunicación que existen en el municipio son:

Televisión: Red Cable Galaxivisión y Telepalín

Radio Emisoras: Radio Qawinaqel y Radio Unción

Prensa Escrita: El Chiltepe

ASPECTOS ORGANIZATIVO-INSTITUCIONALES

En las formas de organización existen cooperativas, comités, asociaciones, juntas, Cocodes, algunos con personería jurídica.

Cooperativas: Que tienen carácter productivo agrícola

Codepa R.L., La Ceiba, San Cristóbal, Comunidad el Chilar

Comités:

Comité Religioso de Indígenas y Ladinos

Coeduca María Matos, Coeduca Colonia el Cortijo, Coeduca Balcones de Palín I, Coeduca Balcones II, Coeduca Los Sauces, Coeduca Anexo los Sauces.

Asociaciones:

Asociación ACDI, Asociación Radios comunitarias, Asociación ACIDESPAL, Asociación de Transportistas, Asociación Colonias Unidas de Palín, Asociación ACDC, Asociación ABC, Asociación Desarrollo Palinché, Asociación AIDEMMPE. Asociación Jawal Tinimit, Asociación Cultural Qawinaqel,

Juntas Escolares:

Escuela Arturo Paiz, Escuela Rural La Periquera, Escuela Domingo Lima jornada matutina y vespertina, Escuela Colonia Palinché jornada matutina y vespertina, Escuela Monte Cristo, Escuela San Pedro el Cerro, Escuela José Domingo Guzmán jornada Matutina y vespertina, Escuela Barrio San Antonio

COCODES:

Aldea La Periquera, Balcones I, Aldea Monte Cristo, Barrio San Pedro, Colonia el Cortijo, Colonia Palinché, Anexo Colonia Palinché, Comunidad los Sauces, Aldea Bella Vista, Colonia Sacramento I y II, Colonia María Matos, Barrio San Lucas, Colonia San Martín, Barrio San Antonio y Balcones II.

Materiales utilizados en la Construcción:

En la región se utiliza variedad de materiales, por estar situado Palín cerca de la ciudad, no es difícil el transporte de los mismos, además que existen algunas fábricas en el municipio.

Entre los materiales utilizados se encuentran:

Material utilizado en los muros:

- Cañas de carrizo
- Cañas de bambú
- Venas de hoja de palma
- Hojas de palma
- Palos verticales y horizontales
- Tablas verticales y horizontales
- Block de piedra pómez

Material utilizado en las cubiertas:

- Palma
- Lámina galvanizada
- Tejamanil

Análisis Morfológico:

Palín está registrado dentro de la categoría de Pueblo según lo establecido en el Acuerdo Gubernativo del 7 de abril de 1938.

La nomenclatura del centro urbano registra cinco avenidas y nueve calles con topografía irregular y viviendas construidas de adobe, madera, block y ladrillo. En el área suburbana los materiales utilizados son madera, paja, lámina de zinc y adobe.

El perímetro urbano lo conforman cuatro barrios: San Lucas, San José, San Antonio y San Pedro. Recientemente se reformó el sistema de direcciones y surgieron las zonas 1,2,3 y 4.

Tras aprovechamiento de luz solar: Recurso inagotable

Los paneles solares no sólo proporcionan iluminación en viviendas. En la actualidad, son utilizados en el área rural, en escuelas de telesecundaria, en clínicas, para refrigeración de medicinas, y para el bombeo de agua.

POR LESLIE PÉREZ

En la actualidad, unas 18 mil familias tienen en sus viviendas un panel solar, según el censo de población de 2002, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Pero las cifras podrían ser mayores, pues el uso de este sistema alternativo de energía ya comienza a tener otros usos, además de iluminar.

Técnicamente, se les conoce como sistemas fotovoltaicos. Tienen un valor de entre Q4 mil y Q5 mil, y generan una potencia de 40 a 60 watts (vatios). Con esa energía pueden proporcionar luz continua de tres lámparas, una de 20 watts y dos de 10, durante cuatro horas.

El ministro de Energía y Minas, Luis Ortiz, destaca que aunque la tecnología ha avanzado mucho, aún no existe un amplio mercado para la venta e instalación de estos sistemas, por lo que actualmente su uso es todavía muy básico.

Aún así, el coordinador del Eje de Energía de la Fundación Solar, Mario Hernández, comenta que si el Estado guatemalteco iniciara el uso masivo de paneles solares, el país podría ahorrar considerablemente.

De esa forma, agrega, se podría reducir la dependencia del país al petróleo.

El director general de Energía, Jorge Luis Galindo, manifiesta que otro de los beneficios sería la protección del ambiente,

taicos desde 1994 hasta el 2003, y quedaron instalados tres mil 435 paneles solares.

Estos sistemas fueron instalados en 80 comunidades ubicadas en los departamentos de Quiché, Chiquimula, Alta y Baja Verapaz, Zacapa, Petén, Huchuetenango, Izabal, Jutiapa, Retalhuleu y Escuintla.

El costo del programa fue de Q22.2 millones.

No obstante que el censo de población de 2002, del INE, destaca que unas 18 mil familias se proveen de energía a través de la luz solar, el citado ministerio no tiene un registro estadístico de cuánta población hace uso del sistema.

Una de las razones, señala Galindo, es que ellos han dejado de ser ejecutores de este tipo de proyectos y han pasado a ser coordinadores.

La instalación de los paneles ha estado a cargo de entidades privadas, organizaciones no gubernamentales o fondos sociales, como el de la Paz (Fomagaz) y el de Inversión Social (FIS).

Avance tecnológico

Pero además de los paneles solares tradicionales, la tecnología también ha avanzado en este campo.

Lo más reciente en el mercado es el panel portátil, que se dobla como si fuera una billetera y puede llevarse de viaje.

Este sistema genera cinco vatios de energía, suficientes para alimentar un teléfono celular, una cámara de vídeo y un lector de MP3, entre otros. Tiene un costo de unos US\$90.

Componentes del sistema

Algunas de las ventajas de los paneles solares es que son de fácil instalación y mantenimiento, ya que estos sistemas tienen una vida útil de 20 años y están conformados de los siguientes componentes:

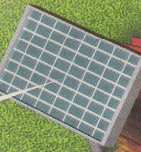
Mantenimiento:



Limpiar el panel y la lámpara una vez por semana con un trapo húmedo.



Revisar la batería cada 15 días para verificar que el agua destilada esté en el nivel apropiado.



Panel solar: convierte los rayos del sol en corriente eléctrica; vienen en unidades de 12 voltios.

Controlador de carga: es un dispositivo electrónico o manual que regula la carga de la batería y del panel. Conecta y desconecta el paso de corriente para que no haya sobrecargas.

Convertidor de voltaje: es un dispositivo electrónico que convierte el voltaje directo al que se requiera utilizar.

Baterías: almacena la energía captada por el panel y puede proporcionar carga entre tres y cuatro horas de manera continua.

Panel portátil: tiene forma de una billetera, con un peso de una libra. Puede fijarse en una mochila de viaje y con sus cinco voltios puede recargar GPS, teléfono celular, video grabadora y lector de MP3.

Carga: se calcula como la energía total que podrían consumir por día varios aparatos conectados (lámpara, televisores, radio).

Fotografía Prensa Libre: VICTOR MANSILLA

Fuente: Dirección General de Energía, Ministerio de Energía y Minas y sitio de Coleman en la Internet.

Fuente: Prensa Libre, Nov. 2005

Banco Mundial insta a uso de las energías renovables

MÉXICO ▶ El Banco Mundial exhortó ayer a los países ricos y en desarrollo a utilizar más las energías renovables, porque pueden mitigar los efectos del cambio climático y los riesgos en el suministro de energía.

La vicepresidenta de Infraestructura del Banco Mundial (BM), Katherine Sierra, indicó que la energía renovable es la que "ha experimentado el crecimiento más rápido en el mundo" y pidió a los países en desarrollo y desarrollados "poner más atención" a las opciones de energía eficientes y renovables.

Durante la inauguración del "Foro Internacional de Políticas para Energías Renovables en conexión con la Red", que se celebra desde ayer en la capital mexicana y reúne a expertos de distintos países, Sierra señaló que las naciones en desarrollo no aprovechan los recursos renovables.

Según el BM, por ejemplo, en la actualidad se utiliza tan sólo un 20 por ciento de los recursos hidroeléctricos que tienen los países pobres, frente al 80 por ciento de los países del primer mundo, y existe un amplio po-

Los países ricos deben transferir tecnología y ofrecer financiamientos que permitan explotar el potencial de los recursos renovables".

Katherine Sierra, vicepresidenta de infraestructura del BM



Foto Prensa Libre: ARCHIVO

Varios expertos afirman que existe potencial para el desarrollo de energía eólica (viento) y solar en los países desarrollados.

tencial para el desarrollo de energías eólica y solar, actualmente desperdiciadas.

La experta manifestó que los gobiernos deben adoptar políticas que permitan al sector privado convertirse en asociado, para mejorar las condiciones de la inversión en estos proyectos.

Sin embargo, señaló que en los países en vía de desarrollo, la expansión de la electricidad se

lleva a cabo con "demasiada lentitud" y que tardará "más de 40 años electrificar Asia meridional y casi el doble, al África subsahariana".

La contaminación continúa

Sierra lamentó que las emisiones de bióxido de carbono (CO2) sigan en aumento y que los países desarrollados emitan 10 veces más que los demás.

Finalmente, la funcionaria enfatizó que los países ricos deben

"transferir tecnología y ofrecer financiamientos que permitan explotar el potencial de los recursos renovables en los países pobres, algo que puede resultar un buen negocio".

Por su parte, el presidente del Consejo Mundial de Energía Eólica, Arthouros Zervos, señaló que los procesos administrativos complejos son el primer factor que impide que los proyectos de energía renovable se desarrollen en el mundo.

Invertirán US\$800 millones

El secretario (ministro) de Energía de México, Fernando Canales, afirmó ayer que el Gobierno aumentará la utilización de energía atómica, para lo cual invertirá US\$800 millones en la única central nuclear con que cuenta el país.

La planta de Laguna Verde, ubicada en el estado de Veracruz, en el Golfo de México, produce cerca del 2 por ciento de la energía eléctrica de México. La planta cuenta con dos reactores de agua hervida, con capacidad de 695 megavatios cada uno.

El secretario dijo que la central nuclear de Laguna Verde lleva 25 años en operación y que sus costos variables "son los más baratos, en comparación con todas las demás fuentes de energía del país".

También indicó que la inversión de US\$800 millones se utilizará para "incrementar la capacidad de la planta y para construir un depósito" desde el cual manejar los desechos nucleares.

El proyecto estará listo entre los años 2009 y 2010, y aumentará la capacidad de generación de la central en un 20 por ciento.



Foto Prensa Libre: ARCHIVO

La intención es aumentar la capacidad generadora.

DEPARTAMENTAL

Editor: Miguel González • Coeditor: Hugo Chacón • Redactor: Leonel Sión • Edición Gráfica: Rodolfo Fabián Alfaro • Tel.: 2230-1384/Fax: 2220-5128 • E-mail: nacional@prensalibre.com.gt

Geotermia El calor generado en el interior de la tierra puede reducir la dependencia del petróleo

El vapor, la energía del futuro

PROVINCIA

POR LEONEL SIÓN

La última crisis del petróleo que disparó el precio del carburante marcó el momento en el que el mundo se ha volcado en busca de alternativas en la producción de energías renovables. De éstas, la geotermia es una de las más atractivas, tanto por ser menos contaminante como por lo práctico de su extracción.

Hasta hace unas décadas, en Guatemala la energía térmica había sido utilizada únicamente como medicina o atractivo turístico en los baños de vapor y sauna.

Sin embargo, en la década de los 90 fueron instaladas dos plantas generadoras en el país. La primera, en Zunil, Quetzaltenango, por parte de la empresa israelí Ormat International; la segunda, en la laguna de San José Calderas, Amatitlán, por la Comisión Federal de Electricidad de México y el Instituto Nacional de Electrificación (INDE).

Estas plantas contribuyen con 24 mil de los mil 300 megavatios de energía eléctrica que puede producir el país. El resto es aportado en 60 por ciento por



Foto Prensa Libre: CARLOS LOARCA

La planta en Zunil es operada por la empresa Orzunil.

el petróleo, y el complemento con plantas de carbón mineral e hidroeléctricas, expuso Luis Ortiz, ministro de Energía y Minas.

En ese sentido, esto constituye un aporte de la geotermia a la producción de energía nacional a incrementarse en el futuro, ya que en las próximas semanas serán iniciados estudios en la cadena volcánica que pasa por Chiquimulilla, Santa Rosa; Jalpatagua, Jutiapa, y Tacaná, San Marcos.

Se busca determinar el potencial geotérmico de esas zonas, para lo que se cuenta con el apoyo financiero del Banco Internacional de Desarrollo (BID), reveló Ortiz.

El proceso

Las plantas geotérmicas aprovechan el calor del interior de la

Tierra. Por medio de pozos extraen el agua y vapor para hacer funcionar turbinas generadoras de electricidad.

La energía es llevada a los cables de transmisión, mientras que el agua es retornada al suelo.

"Aprovecha el vapor y es limpia, ya que no produce emisiones nocivas", cito Ortiz.

Política energética

La implementación de políticas energéticas renovables fue iniciada en la década de los 70 por el INDE, con la ayuda internacional.

El marco jurídico empezó a plasmarse en 1985, con la Ley de Geotermia, Decreto Ley 126-85, y el año siguiente, con el Decreto Ley 20-86.

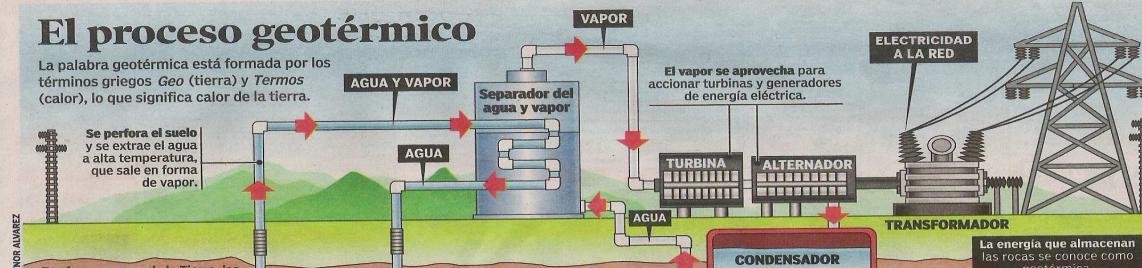


Foto Prensa Libre: ARTURO ECHEVERRÍA

En San José Calderas, Amatitlán, esta planta es utilizada por el INDE para producir energía y hacer pruebas geotérmicas.

El proceso geotérmico

La palabra geotérmica está formada por los términos griegos *Geo* (tierra) y *Termos* (calor), lo que significa calor de la tierra.



4.7 Análisis de Resultados:

Según la investigación, se llegó a varios resultados en cuanto al uso de energías renovables en Guatemala.

El abastecimiento de la energía eléctrica no es eficiente, hay comunidades remotas donde no llega la distribución eléctrica, es allí donde se puede implementar el uso de energías renovables como la energía solar o eólica.

Guatemala se encuentra en una posición geográfica que corresponde a un área solar tipo 2, lo que lo sitúa entre los parámetros recomendables para instalar en su territorio sistemas solares. En promedio, el país recibe en su superficie durante la mayor parte del año 5 horas de sol máximo, que equivalen a una irradiación de 1000 W/m² en el área considerada durante cinco horas.

En la actualidad, unas 18 mil familias tienen en sus viviendas un panel solar, según el censo de población de 2002, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Para que esta tecnología se siga desarrollando, se necesita la investigación y capacitación de estos nuevos sistemas, tanto para los investigadores, como para las comunidades.

El potencial de energía eólica para la generación de electricidad es de aproximadamente 7,800 MW, siendo los proyectos con prefactibilidad: el de "Huité", en Huité con una capacidad de 16-60 MW, el de "Llano de Piedra", Zacapa con una capacidad de 3.2 MW, y el "Parque Eólico El Rodeo", en San Marcos con una capacidad de 3 MW.

En Guatemala el potencial geotérmico se valora en cerca de 1,000 MW, siendo los principales lugares de interés: Atitlán, Sololá (160°C), Palencia, Palencia Motagua, Avarza, Santa Rosa (182°C), Retana, Jutiapa (155°C), IXtepeque-Ipala, Chiquimula (155°C), Los Achiotres, Santa Rosa (155°C).

En Guatemala la electricidad se genera básicamente por medio de las centrales hidroeléctricas, con un porcentaje de capacidad instalada del 52%, las centrales térmicas con un 40% y los cogeneradores (bagazo de caña de azúcar) con el restante 8%.

Por los datos antes expuestos, se puede concluir que Guatemala tiene un alto potencial para la captación y uso de energías renovables como son la energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y de la biomasa. Para que esta nueva tecnología se desarrolle a su plenitud, es necesario contar con la infraestructura necesaria para la capacitación, investigación y promoción de las energías renovables.

Actualmente no se cuenta con un Centro, en donde se unifiquen todas las funciones que requiere esta nueva tecnología, en cuanto a necesidades arquitectónicas, por lo que es imprescindible tomarlo en consideración.

4.8 Conclusiones de la Investigación

Se comprobó que la distribución de energía eléctrica en Guatemala no es eficiente, hay comunidades remotas donde llevar la electricidad a través de cables resulta problemático. Es aquí donde las energías renovables como la energía solar o eólica se pueden desarrollar y beneficiar a muchas comunidades.

Guatemala tiene un potencial grande para el aprovechamiento de las energías renovables, como lo son la energía solar, la energía eólica, hidráulica y de biomasa.

Se evaluó que las entidades nacionales como el Ministerio de Energía y Minas, el laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad San Carlos de Guatemala, así como entidades internacionales como Eurovento, GE Wind, Idom, Nasura, Noi, Sotavento, AENA o Aprecam, inversionistas, personal técnico y personas del área rural, no cuentan con la suficiente infraestructura para que se lleve a cabo la investigación y capacitación necesaria para que se desarrolle esta nueva tecnología en Guatemala.

Este Centro estará ubicado en Palín, Escuintla. Se eligió este lugar por las características climáticas que se necesitan para los experimentos y para generar energía eléctrica por medio de generadores eólicos y paneles solares.

4.9 Recomendaciones

Guatemala cuenta con un alto potencial para la captación de energías renovables como lo son la energía solar, eólica, geotérmica, hidroeléctrica y de biomasa.

La distribución eléctrica no cubre todo el país, hay comunidades remotas que no cuentan con energía eléctrica. Aquí es donde las energías renovables como la energía solar o eólica se pueden aplicar. Es necesario contar con un Centro de Investigación y Capacitación para que esta tecnología se desarrolle tanto en el área rural como en la ciudad.

Con el debido uso de esta tecnología Guatemala logrará un avance tecnológico grande y le traerá beneficios a corto y largo plazo.

Es fundamental que las entidades nacionales e internacionales cuenten con la infraestructura necesaria para que se lleven a cabo las actividades de investigación y capacitación.

Es vital que en este Centro se capacite a arquitectos e ingenieros en la construcción de arquitectura bioclimática, ya que ellos forman parte en el tema del medio ambiente.

5. Propuesta de Intervención

Tras haber realizado la investigación, se llegó a la conclusión de crear un Centro de Investigación y Capacitación de Energías Renovables, dotado de suficiente infraestructura para todas las necesidades de las personas que lo van a utilizar siendo ellas, el personal docente, estudiantes, empresarios, etc. El contexto próximo tiene que cumplir con las necesidades climáticas y de espacio que un proyecto como estos necesita, por tal razón se escogió El Cañón de Palín, por sus vientos predominantes y radiación solar, elementos clave para investigaciones y experimentos.

El grupo objetivo lo comprende las instituciones que trabajan en la conservación del medio ambiente, como lo es la Comisión Nacional del Medio Ambiente –CONAMA-, el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Energía y Minas, ONG´s, así como empresas particulares, personas del área rural que no tienen acceso a la electricidad, etc.

La metodología de diseño es básica para el proyecto, de las necesidades arquitectónicas y de espacio se irán determinando las áreas y edificaciones necesarias para la comodidad física y psicológica de las personas que estarán haciendo uso del edificio.

5.1 Grupo Objetivo:

Las instituciones que trabajan en la conservación y mejoramiento del medio ambiente son:

Ministerio de Energía y Minas

Uno de los objetivos de la política del Gobierno, a través del Ministerio de Energía y Minas, es fomentar el desarrollo de los recursos renovables en Guatemala, amparado en la constitución Política de la república que preceptúa que es obligación fundamental del Estado orientar la economía nacional para lograr la utilización de los recursos naturales, adoptando las medidas necesarias para su aprovechamiento, en forma eficiente, y que el desarrollo de los recursos energéticos renovables es de interés público.

El Ministerio de Energía y Minas dentro del contexto de desarrollo del país, es el órgano del Estado, responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico y de los recursos renovables. Para cumplir con sus responsabilidades, ha creado el Centro de Información y Promoción de las Energías Renovables, con el objetivo principal de establecer un servicio sostenible de captación, mantenimiento, actualización y suministro de información sistemática, consistente y confiable, que coadyuve a que los inversionistas puedan realizar estudios de factibilidad de proyectos de energías renovables en el país.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Localizar, evaluar e inventariar el potencial energético renovable del país (hidroeléctrico, eólico, solar, geotérmico y biomásico).
2. Establecer una cartera de proyectos de energías renovables para la generación de energía eléctrica.
3. Fomentar el aprovechamiento de las energías renovables.
4. Contribuir a la reducción en el mediano y largo plazo el costo de producción de la energía eléctrica.
5. Contribuir a preservar el medio ambiente a nivel nacional.
6. Coadyuvar al suministro de energía eléctrica a comunidades alejadas del sistema nacional interconectado, a través de la instalación de sistemas fotovoltaicos, parques eólicos; y pequeñas centrales hidroeléctricas.

-Asociación Nacional de Organizaciones no Gubernamentales de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente –ASOREMA-

Tipo de Organización: Nacional

Actividad que realiza: Representación formal del movimiento ambientalista organizado

Misión: Constituye a través de sus asociados el interlocutor reconocido y la mayor capacidad instalada nacional en: gestión, comanejo de áreas de vida silvestre protegidas, educación ambiental, etc.

Asociación de Azucareros de Guatemala –FUNDASELVA-

Tipo de organización: Internacional

Actividad que realiza: Ambientalista

Misión: Implementación de planes de mitigación ambiental en la industria azucarera.

Asociación Audubon de Guatemala –Fundaselva-

-Tipo de organización: Internacional

-Actividad que realiza: Ambientalista

-Misión: Conservación del medio ambiente dentro de un marco de desarrollo sostenido, basándose en la utilización racional de los recursos naturales.

Asociación Guatemalteca para el estudio y desarrollo de los Recursos Acuáticos –IDROS-

Tipo de organización: Nacional, Regional

Actividad que realiza: Ambientalista, población, desarrollo.

Misión: Encargada del estudio de los recursos acuáticos del país y de la región Caribe y Centroamericana, con base del estudio y conocimiento crear mecanismos que permitan la protección y el desarrollo de los recursos acuáticos dentro del marco de uso racional sostenido.

Asociación Guatemalteca Pro Defensa del Medio Ambiente –APRODEMA-

Tipo de organización: Nacional

Actividad que realiza: Ambientalista

Misión: luchar por la defensa, conservación, restauración y restitución del medio ambiente en Guatemala. Crear conciencia en la población de la amenaza existente sobre el deterioro del medio ambiente, mediante educación y concientización.

Comisión Nacional del Medio Ambiente –CONAMA-

Tipo de organización: Regional

Actividad que realiza: Ambientalista

Misión: coordinar las políticas regionales en materia de medio ambiente y desarrollo, valorizar y proteger el patrimonio natural de la región centroamericana, establecer la colaboración entre países centroamericanos en la búsqueda y adopción de estilos de desarrollo sostenible.

Compañeros de las Américas

Tipo de organización: Region subnacional

Actividad que realiza: Ambientalista, población, desarrollo

Misión: formar líderes y voluntarios al servicio de las más diversas necesidades del país

Realizar actividades en salud, medio ambiente, intercambios estudiantiles y profesionales, educación para emergencia, formación y capacitación de agricultores.

Fundación Solar –FSOLAR-

Tipo de organización: Regional

Actividad que realiza: Ambiental, agrícola, artesanal, pecuaria y educación ambiental.

Misión: Promover y facilitar el desarrollo de grupos rurales centroamericanos mediante el impulso de proyectos sociales y/o productivos que maximicen la generación de empleos minimizando el impacto negativo sobre el medio ambiente

El Centro de Investigación y Capacitación de Energías Renovables busca unificar las entidades antes mencionadas, para una mejor coordinación de proyectos de energías renovables y su grupo objetivo particular.

5.2 Objetivos de la propuesta de diseño:

Los objetivos de la propuesta de diseño son:

- Lograr satisfacer las necesidades de espacio a los usuarios del Centro de Investigación y Capacitación de energías Renovables.
- Fomentar el uso de las energías renovables a través del edificio en sí, ya que éste se va abastecer de energía a través de generadores eólicos y solares.
- Fomentar la arquitectura bioclimática y autosostenible a través de la arquitectura del edificio, para demostrar el ahorro energético y fomentar la creación de una arquitectura más conciente del medio ambiente, con el uso de materiales y la orientación de las fachadas en cuanto a la radiación solar.
- Aplicar componentes y técnicas en la edificación respecto a la caracterización térmica de los componentes de la envolvente de los edificios (pasivos y solares activos), para poder determinar los parámetros termofísicos: Uvalue, Gsolar, tiempo de respuesta e índices de iluminación. Con esto se buscará la optimización de los materiales.
- Se busca que sea un diseño que rompa la barrera de lo tradicional e impulse la arquitectura High-Tech en Guatemala.
- En cuanto a instalaciones, se planea instalar tres plantas para tratamiento de aguas negras, y un sistema eléctrico alimentado por medio de generadores eólicos y solares.
- En el aspecto funcional y formal, se pretende que la forma siga a la función ya que ésta es la que determina al proyecto, siguiendo una filosofía clara y simple, pero que a la vez se vuelve interesante.

5.3 Selección del Terreno



Se buscó un área que estuviera cercana a los convenios azucareros, por la investigación de la biomasa, a través del bagazo de la caña de azúcar. Asimismo se buscó un lugar que cumpliera con los requisitos que se necesitan para el aprovechamiento del viento y de la radiación solar para su debida investigación y uso. El Cañón de Palín cumple con todos los requisitos porque además de ser un área

donde corren vientos fuertes en todo el año, representa un contorno ambiental único al estar rodeado de volcanes y montañas.

Se tomaron en cuenta factores de iluminación, clima, contacto con la naturaleza, paisaje visual, sonoro y olfativo. El terreno es completamente plano, con ingreso desde la carretera C-9. Su área es de 26,000 metros cuadrados.

La infraestructura se alimentará hacia los servicios de Palín-Escuintla, pero tendrá su propio sistema de tratamiento de aguas grises, electricidad, cisterna y tanque elevado.

5.4 Filosofía de diseño:

La adaptación mutua persona-trabajo entendida en sentido amplio incluye no solo la forma y fisiología, sino también la mente y la emoción. Los edificios que albergan actividades empresariales tienen que ser, ante todo, accesibles a personas con deficiencias motoras, sensoriales o de otro tipo. La arquitectura de este Centro ha de ser, funcional, bien pensada en la tarea que realiza. Toda edificación ha de ser sana: no debe dañar la salud de las personas. Asimismo debe ser agradable a la vista.

Los usuarios del Centro necesitan de un espacio vital dentro del mismo, y se ha de fomentar el encuentro distendido entre las personas, ya sea estudiantes o trabajadores, a través de los espacios comunes.

La forma y color de los espacios son cuestiones importantes, por lo que hay que hacer un estudio de cada uno para determinar su efecto.

La analogía del diseño arquitectónico es a un generador eólico, cuyo eje representa el eje principal del proyecto, de donde salen todos los elementos importantes. En elevación se puede observar la disminución de cada elemento, conforme a su importancia visual y espacial.

Se busca crear una arquitectura que resalte de lo normal y que represente la tecnología y estructura del High-Tech, tanto en su estructura, como en sus sistemas de instalaciones.

5.5 Integración de la edificación con el entorno

El Centro de Investigación y Capacitación está localizado en el Cañón de Palín, es un lugar de gran belleza natural por estar entre los volcanes Agua y Fuego, lo que lo hace un proyecto único, en donde la naturaleza debe reflejarse en el interior del edificio.

Una arquitectura que respeta el medio natural debe tener estas características:

- Uso de materiales renovables y compatibles
- Aplicación de una arquitectura autosostenible
- Eficiencia energética
- Uso de recursos locales
- Eficiencia y control del flujo de recursos naturales como el agua y los desechos
- Facilidad de mantenimiento

5.6 Uso de Energías Renovables

El Centro de Energías Renovables producirá su propia energía por medio de generadores eólicos, los cuales están instalados en todo el terreno y se accionan con los vientos predominantes de Palín.

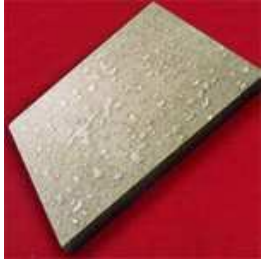
Este Centro cuenta además con colectores solares instalados en los techos de los edificios principales con la inclinación y orientación correctas para aprovechar de mejor manera la radiación solar.

5.7 Uso de Materiales

Para las fachadas se eligió láminas de fibrocemento Plycem por su fácil instalación y mantenimiento. Además le da una apariencia moderna al edificio.

LAMINAS PLYCEM DE FIBROCEMENTO

Láminas totalmente libres de asbesto elaboradas a base de cemento y fibras naturales mineralizadas, su presentación es en forma de láminas planas de 4' x 8', 4' x 10', en espesores de 6, 8, 11, 14, 17, 20, 22 y 30 mm.



Las propiedades más sobresalientes de las láminas Plycem son las siguientes:

Son incombustibles: No produce llamas ni contribuye a la generación de humo y gases tóxicos, cumple con las normas ASTM E-84.

Son térmicas: Tienen propiedades aislantes al calor y el frío.

Son acústicas: Aislan el paso del ruido.

Por ser un producto elaborado a base de cemento, es duradero, resistente a la humedad, no se apolilla, no se oxida, no se quema y no se pudre; se puede pintar, atornillar, serruchar, clavar, enchapar, lijar, cepillar, tapizar.

Son duraderas: por su gran resistencia se adaptan a cualquier clima.

Se utilizan principalmente en la elaboración de muros interiores y exteriores, cielos falsos, suspendidos o artesonados, bases de techo, muros fachada, entrepisos, cubiertas, molduras, etc.

Para la cubierta se eligió una lámina de Aluzinc de calibre 28 mm, esmaltado en blanco.



Lámina Rooftec

Láminas de Aluzinc calibre 24, 26 y 28 mm con acabado natural y esmaltado en blanco y rojo, disponible desde 3' hasta 27' de largo y un ancho de 1.05 m., con un perfil troquelado muy efectivo.

Presenta varias ventajas:

- Mayor resistencia,
- Practicidad de instalación,
- Mejor rendimiento,
- Hermetismo.

5.8 Especificaciones en materiales

Instalaciones Hidráulicas

Abastecimiento de agua potable.

Fuentes de abastecimiento

a. De red pública.- Si la localidad cuenta con red de distribución de agua potable y esta es capaz de satisfacer la demanda, se debe abastecer de ella por medio de una Toma domiciliaria.

b. Si no existe red pública.- Si la localidad no cuenta con red de distribución de agua potable, se debe estudiar y proponer una opción que garantice el abastecimiento oportuno y suficiente para el inmueble, al costo más económico y cumpliendo con las normas de calidad del agua potable.

En el caso de el Centro de Energías Renovables, va a contar con la red pública de Palín, Escuintla, pero asimismo va tener su propia cisterna para proveerse de agua suficiente.

Consumo diario probable (dotación de agua)

Es importante hacer el calculo del consumo diario para cada persona en el Centro de Energías Renovables , así se podrá hacer una mejor cuantificación de los materiales y elegir el diámetro más apropiado.

a. Las dotaciones de agua que se deben considerar son las mostradas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, capítulo III "Recursos", transitorios, inciso C.

Tabla 2.1. Dotaciones según diferentes tipos de edificios.

Tipo de Inmueble	Dotación
Habitación tipo popular	150 lts/persona/día
Residencias	250-500 lts/persona/día
Oficinas (edificios)	70 lts/empleado/día (1)
Hoteles cinco estrellas	500 lts/huesped/día (2)
Cines	2 lts/espectador/función
Fábricas (sin industria)	30 lts/obrero/turno (3)
Baños públicos	300 lts/bañista/día
Centros deportivos	500 lts/bañista/día (4)
Restaurantes	10 lts/comida/día
Lavanderías	40 lts/kg ropa
Riego jardines	5 lts/m²/cesped
Estacionamiento público	5000 lts/edificio ó 2 lts/ m ² /día (5)
Centros comerciales	10 lts/ m ² /área útil/día
Protección contra incendio	5 lts/ m²/área construida pero no menor de 20000 l.

Escuelas

Tipo de usuario	Dotación
Alumnos externos	40 lts/alumno/día
Alumnos medio interno	70 lts/alumno/día
Alumnos internos	100 lts/alumno/día
Personal no residente	50 lts/persona/día
Personal residente	200 lts/persona/día

NOTAS:

- (1) Puede estimarse, también, a razón de 20 lts/m²/área rentable.
- (2) Hoteles (cuatro o menos estrellas), casas de huéspedes, y moteles, 300 lts/huésped/día
- (3) Industrias donde se manejan materiales que ocasionan desaseo 100 lts/obrero/día
- (4) En los clubs se adicionan las dotaciones por concepto de restaurante, riego de jardines, auditorios, etc.
- (5) Almacenamiento mínimo más 5 lts/m² de superficie/piso para servicio contra incendio exclusivamente.

Toma domiciliaria

a. El tramo entre la red municipal de distribución y el medidor, incluyendo éste, constituye la toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable al inmueble y la instala el municipio.

b. Cálculo de la toma domiciliaria. Para determinar los diámetros se debe tomar en cuenta, lo siguiente:

- Presión mínima disponible de la red municipal en el punto de conexión.
- Gasto a obtener de la red municipal
- Diferencia de nivel entre el punto de conexión a la red municipal y el punto donde descargará la toma.
- Pérdidas por fricción y locales.

Línea de llenado a cisterna o tinacos

a. El tramo entre el medidor y la válvula de control para el llenado de la cisterna, incluyendo la válvula de flotador, constituye la línea de llenado.

b. Cálculo de la línea de llenado.- Para determinar los diámetros se debe tomar en cuenta, lo siguiente:

- Presión mínima disponible en la red municipal en el punto de conexión con la línea de "toma".

- Gasto de la "toma"; se debe considerar igual al consumo diario probable dividido entre los dos tercios del tiempo de horas de servicio de la red municipal, por lo que en cada caso se deben verificar las horas de suministro.
- Diferencia de nivel entre la red municipal y el punto de salida de la línea de llenado, en la cisterna.
- Pérdidas de carga por fricción en las tuberías, en el medidor y en la válvula de flotador.
- Una vez determinado el diámetro de la tubería, y a fin de obtener el mayor gasto posible, se debe considerar la instalación de una tubería de dos diámetros inmediatos superiores.

Almacenamiento de Agua Potable

Cisternas

a. Cisterna de agua potable.- Se deben considerar los siguientes factores :

- Si la fuente de abastecimiento de agua potable tiene una presión inferior a diez metros de columna de agua, las edificaciones deben contar con cisternas, calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable, más un volumen para protección contra incendio igual a 5 litros por metro cuadrado de área construida, pero no inferior a 20,000 litros. Equipada con sistema de bombeo.
- Si la fuente de abastecimiento es completamente confiable en cuanto a su capacidad de abastecimiento y horas de servicio, la capacidad útil de la cisterna debe ser igual a la del consumo de un día, más un volumen para protección contra incendio igual a 5 litros por metro cuadrado de área construida, pero no inferior a 20000 litros. Equipada con sistema de bombeo.

b. Cisterna de agua cruda.-Depósito que almacena el agua sin requerir ningún proceso de potabilización.

c. Cisterna de agua tratada.-Depósito que almacena el agua que necesita un proceso de potabilización para el consumo humano ó de recuperación. La selección del método y del equipo adecuado para

proporcionar el acondicionamiento requerido en cada caso, será determinado por las necesidades del usuario.

d. Localización.-Deben ubicarse lo más cerca al equipo de bombeo, pero evitando, en todo caso, el contacto con las aguas freáticas y cercanía con cualquier otra fuente de contaminación, como fosas sépticas y albañales. Si la cisterna está enterrada o semienterrada, se debe mantener una distancia no menor a 3 metros entre los albañales y la cisterna. La cisterna podrá estar enterrada o semienterrada o superficial, dependiendo del tipo de suministro de agua en la red pública de distribución.

e. Diseño.-Conocido el consumo diario y de acuerdo al tipo de unidad y volumen a almacenar, se desarrolla el diseño; en caso de requerirse sistema de protección contra incendio, se debe agregar una reserva exclusiva para este servicio. El diseño debe ser desarrollado, considerando los siguientes factores:

f. Profundidad total.- Debe tomarse en cuenta el tirante útil, más un tirante inferior que no se bombea, más un espacio para alojar la válvula de flotador (colchón de aire), no deben ser muy profundas. Debe considerarse un colchón de aire de 0.40 m., así como un cárcamo de succión para el máximo aprovechamiento de la capacidad de la cisterna.

- El piso de la cisterna debe tener una pendiente del 1% contraria a la succión para evitar acumulación de arenas en el cárcamo.
- Las cisternas deben ser completamente impermeables, contar con registro de cierre hermético, sanitario y contar con un recolector de sedimentos.
- Debe evitarse que la succión del equipo de bombeo y la descarga de la línea de llenado de la cisterna estén en un mismo lado, para eliminar posibles turbulencias en el equipo de bombeo y recircular el agua interna de la cisterna.

g. Ventilación.- Para permitir la entrada del aire exterior y la salida del vapor y gases desprendidos del agua se deben proyectar tubos de ventilación (un diseño adecuado). Como ventilador se colocará un tubo con diámetro de 100mm. por cada 200 m² ó fracción de área, protegido para evitar la entrada de insectos, roedores y basura. En el caso de existir trabes o celdas internas en la cisterna, se deben dejar, en ellas,

“pasos de aire” de 76 mm de diámetro y continuos a la losa superior (en la parte superior del colchón de aire) para evitar poner una ventilación por cada celda.

h. Acceso para inspección y limpieza.- En el lugar más cercano a la válvula de flotador, a las tuberías de succión y de los electrodos para los controles de los niveles alto y bajo, deben proyectarse registros de acceso y una escalera marina adosada al muro

Instalaciones internas de distribución de agua fría

Gastos de diseño

Para determinar el gasto, se debe emplear el método de probabilidades desarrollado por el Dr. Roí B. Untar (método que se ha modificado de acuerdo con el uso y frecuencia de los muebles).

El procedimiento de este método, consiste en sumar las unidades muebles de cada uno de los tramos de tubería de la instalación. La “unidad mueble” supone un consumo de 25 lts/min.

Para la utilización y selección de los valores de unidades mueble se recomienda emplear la tabla N° 2.2, elaborada por el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Cuando la red es para muebles con fluxómetro, al sumar las unidades se debe considerar 10 UM al inodoro del último tramo, independientemente al valor asignado en la Tabla 2.2..Para el resto de los inodoros se asignará las UM de la Tabla 2.2.

Método de Hunter
Gasto máximo probable

Tabla 2.2. Equivalencia de los muebles en unidades mueble.

Mueble	Servicio	Control	U.m
Inodoro	Publico	Valvula	10
Inodoro	Publico	Tanque	5
Fregadero	Hotel, rest.	Llave	4
Lavabo	Publico	Llave	2
Mingitorio pedestal	Publico	Valvula	10
Mingitorio pared	Publico	Valvula	5
Mingitorio pared	Publico	Tanque	3
Regadera	Publico	Mezcladora	4
Tina	Publico	Llave	4
Vertedero	Oficina, etc.	Llave	3
Inodoro	Privado	Valvula	6
Inodoro	Privado	Tanque	3
Fregadero	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	Inodoro valvula	8
Grupo baño	Privado	Inodoro tanque	6
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina	Privado	Mezcladora	2

Tabla No. 2.3 Gastos probables en litros por segundo.

Velocidades de diseño

Para el cálculo de diámetros de las tuberías, es factor primordial la velocidad del flujo, y los valores recomendados para no tener ruido ni demasiadas pérdidas, además de evitar daños en los accesorios como válvulas; son de: 0.7 a 3 m/seg. ; En ramales principales se recomienda una velocidad máxima de flujo de 2.5 m/seg. Y para ramales secundarios se toma en cuenta el diámetro nominal como a continuación se detalla:

Tabla No. 2.4 Velocidades de Diseño

Diámetro normal comercial (mm)	Velocidad (m/s)
13	0.90
19	1.30
25	1.60
32	2.15
38	2.25
50	2.50

Tabla No. 2.7 Equivalente a Tubería para Conexiones y Válvulas (Metros).

Conexiones Diam. (mm)	Codo de 90°	Codo de 45°	□T□	Lat. □T□	Válvula comp.	Válvula Globo	Válvula ángulo
10	0.3	0.18	0.46	0.09	0.06	2.4	1.2
13	0.6	0.37	0.91	0.18	0.12	4.6	2.4
19	0.75	0.46	1.2	0.25	0.15	6.1	3.65
25	0.9	0.55	1.5	0.27	0.18	7.6	4.6
32	1.2	0.75	1.8	0.37	0.24	10.7	5.5
38	1.5	0.9	2.15	0.46	0.3	13.7	6.7
50	2.15	1.2	3	0.6	0.4	16.8	8.55
64	2.45	1.5	3.65	0.75	0.5	19.8	10.4
75	3	1.85	4.6	0.9	0.6	24.4	12.2
90	3.65	2.15	5.5	1.1	0.72	30.5	15.25
100	4.3	2.45	6.4	1.2	0.83	38.1	16.8
125	5.2	3	7.6	1.5	1	42.7	21.35
150	6.1	3.65	9.15	1.85	1.2	50.3	24.4

Selección de diámetros

Es importante determinar el sistema de distribución de agua en un edificio con el fin de que los muebles sanitarios funcionen adecuadamente.

Tabla No. 2.8 Carga de Trabajo y Diámetro de Alimentación.

Mueble	Carga (m de columna de agua)	Diámetro (mm)
Inodoro fluxómetro	10	32(*)
Inodoro tanque	3	13
Mingitorio fluxómetro	5	19
Mingitorio llave resorte	3	13
Lavabo	2	13
Lavadero	3	13
Vertedero de aseo	3	13
Vertedero mesa trabajo	3	13
Unidad dental	5	13
Destilador de agua	3	13
Lavadora guantes	3	13
Mesa autopsias	3	13
Regadera	3	13
Revelador automático	13	25
Revelador manual	13	3
Cocina		
Cafetera	13	3
Fabricador hielo	13	3
Fregadero (con mezcladora)	13	3
Fuente de agua	13	3

(*) El diámetro varía entre 25mm y 32mm de acuerdo al diámetro del spud de descarga.

Cámaras de aire

En las instalaciones hidráulicas, se debe prever y buscar minimizar el efecto del golpe de ariete que se presenta al cierre brusco de las llaves de los muebles sanitarios, mediante la colocación de cámaras de

aire en cada alimentador, las cuales consisten en prolongar éstos con su mismo diámetro en forma vertical, con una longitud mínima de 0.60 m, dejando tapado el extremo superior. En esta forma existirá una pequeña cámara de aire que se comprime con la presión del agua, lo que amortigua el golpe de ariete.

De no amortiguarse, el golpe de ariete produce fuertes golpes que repercuten en ruido intenso, o bien en ocasiones, en la ruptura de las tuberías.

Jarros de aire y válvulas eliminadoras de aire

Es indispensable que el aire contenido en las tuberías principales de las instalaciones, salga para que el agua pueda circular por ella libremente, por lo que habrá de instalarse, lo siguiente:

a. En instalaciones a gravedad, deben instalarse "Jarros de aire"; que son tuberías abiertas al exterior y que tienen que subir hasta una altura mayor del nivel máximo del agua en los tinacos, debe colocarse en las columnas de alimentación.

b. En instalaciones a presión, deben instalarse válvulas eliminadoras de aire en las plantas más altas de las columnas verticales

Tratamiento de aguas residuales

Es importante tomar en cuenta el uso de las aguas residuales, pues en Guatemala, es uno de los principales contaminantes de los ríos. En la mayoría de los casos los desechos van directo al agua sin ningún tipo de filtro.

El Centro de Energías Renovables busca no contaminar o alterar el entorno natural existente, por eso se propone el uso de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Este sistema permite reutilizar el agua para el riego y de esta manera el agua que es absorbida por la tierra estará menos contaminada. Este sistema no ocupa mucho espacio, no produce ruido ni olores.

Las bondades del producto son posibles por la inyección de oxígeno a las aguas residuales. El mantenimiento se resume a un control cada tres años de los niveles de lodo (sedimento), el cual se succiona por medio de un orificio que tiene el cisterna. El cisterna de tratamiento de aguas residuales Fast

es un aparato de ingeniería modular diseñado para tratar aguas residuales de aplicaciones residenciales, comerciales y pequeñas comunidades.

Descripción de la Planta

Las plantas de tratamiento de Aguas Residuales se componen básicamente de

- A) Un compartimento con dos cámaras, una de aereación y otra de sedimentación.
- B) Un sistema electromecánico formado por motores, sopladores y panel de control eléctrico.
- C) Un sistema de impulsión de aire compuesto por tubería de hierro galvanizado o PVC. válvulas de unión y difusores de aire JET
- D) Equipamiento adicional.

El Proceso de Tratamiento

Las Plantas de Tratamiento Compacta de Aguas Residuales JET funcionan bajo el principio conocido como "Aereación Extendida", tratando las Aguas Residuales mediante el proceso biológico denominado "Digestión aeróbica", en este proceso los microorganismos utilizan oxígeno para digerir las aguas residuales y transformarlas en un líquido claro e inodoro.

Descripción del Proceso

- Entre el último registro domiciliario y la planta de tratamiento generalmente se construye un registro de pretatamiento donde la materia no degradable tal como el plástico, arena, metales, etc., es retenida.
- Luego las Aguas Residuales entran a la cámara de ventilación donde son mezcladas y ventiladas con grandes volúmenes de aire los cuales son bombeados al interior de la cámara bajo presión. Los difusores, en el fondo de la cámara de ventilación producen grandes cantidades de burbujas de aire con dos propósitos: uno, satisfacer la demanda de oxígeno en el proceso de digestión aeróbica y, el otro, mezclar el contenido de la cámara de ventilación asegurándose así un completo tratamiento.

En la medida que el aire sube a la superficie en forma de burbujas, transfiere oxígeno, a los líquidos en la cámara de tal manera que, las bacterias aeróbicas presentes en el lodo activado usan este oxígeno para degradar la materia orgánica.

- En la cámara, las aguas pre-tratadas son retenidas 24 horas mientras se produce la transformación de estas en un líquido claro, inodoro y sin gases.

- Desde la cámara de ventilación las aguas pasan a la cámara de sedimentación, donde el líquido se mantiene en completa calma. Las partículas en suspensión se sedimentan y son devueltas nuevamente a la cámara de ventilación mediante la línea de retorno de lodos, para completar su tratamiento. De esta manera, solamente el líquido altamente tratado e inodoro sale por el vertedero hacia la disposición final.

- La capacidad de diseño de la cámara de sedimentación provee un mínimo de retención de 4 horas. En la mayor parte de los casos, a la salida de la cámara de sedimentación se construye una cámara de cloración de contacto, la cual en su línea de ingreso contiene un clorinador que funcione con pastillas de cloro. A la salida de esta cámara se coloca igualmente un declorador JET que contiene pastillas con una concentración de un mínimo de 75% de sulfito de sodio que remueve el cloro en proporción al flujo tratado. De esta manera el efluente convertido en un líquido claro y sin olores y debidamente purificado sale de la planta y es devuelto al medio ambiente.

EQUIPAMIENTO BASICO DE UNA PLANTA COMPACTA JET

Reloj control: Permite el ciclo automático de los motores y sopladores. El ciclo de reloj es preestablecido en la fábrica para operar cada 15 minutos, cada media hora. El reloj se puede ajustar de manera que otros ciclos puedan ser seleccionados.

Sopladores (Blowers): Los sopladores son del tipo de rotación positivo. Los sopladores son energizados por un motor eléctrico y un sistema de transmisión de bandas en V.

Motores: Cada soplador es equipado con un motor de 60Hz 220 Volts montado sobre una base metálica ajustable

Desnatadores (Skimmers): Los "Skimmers" de superficie son utilizados para remover cualquier partícula o material flotante de la superficie de la cámara de sedimentación final. Después que el material es removido es devuelto a la cámara de aereación para tratamiento posterior.

Retorno de lodos: El aire se inyecta en el dispositivo de retorno lodos, cerca del fondo de la tolva, provocando que el lodo activado sea succionado hacia arriba de la tubería desde la cual es devuelto hacia la cámara de aereación. Una pequeña válvula instalada en la línea de aire de retorno de lodos es utilizada para ajustar el flujo de retorno. El retorno de lodos es capaz de bombear con exceso el flujo total diario de la planta pero normalmente este se ajusta para bombear menos

Controles eléctricos: Todo el equipamiento y controles eléctricos es precableado en EE.UU. Un diagrama del cableado permite identificar claramente el sistema. Igualmente, todos los componentes eléctricos y metálicos vienen ya con los test de prueba de la fábrica

Difusores: Todas las plantas compactas de tratamiento de aguas son equipadas con difusor sellado de aire JET. El difusor de aire esta diseñado especialmente para usar una burbuja atrapada de aire la cual protege las aberturas y la tubería de aire en contacto con las aguas negras aún durante los periodos en que la planta no esta en funcionamiento Los difusores JET no se obstruyen y normalmente no requieren limpieza

Características:

- Estas plantas son fáciles de operar, no requieren de personal especializado y son de bajo costo de inversión y operación.
- Entregan un fluente cristalino, inodoro y apto para ser descargado en cualquier curso natural de agua.
 - Pueden ser construidas con estanques de poliéster con fibra de vidrio reforzada, de acero o de hormigón armado, dependiendo de las condiciones del terreno y de la presencia de napa freática.



Planta de Tratamientos:
Fuente Internet

Agua tratada

Aguas negras y de desecho.

En los sitios en los cuales no exista drenaje municipal en la zona del inmueble, en todos los casos debe considerarse un tratamiento de aguas negras y de desecho.

Tipos de tratamiento de aguas negras y de desecho.

a. Plantas de tratamiento.

Deben considerarse plantas de tratamiento de aguas negras y de desecho para todos los inmuebles en que las aguas negras se tengan que verter a un cuerpo receptor como río, lago, laguna, mar, etc., en cada caso las autoridades correspondientes indicarán la calidad del agua que debe tener el afluente.

Las plantas de tratamiento de aguas negras deben estar conformadas por:

- Alimentación.
- Pre-tratamiento.
- Sedimentación gruesa.
- Sedimentación fina.
- Tratamiento biológico primario.

- Tratamiento biológico secundario.
- Estanque.
- Digestores.
- Sistema de riego.

Fosas sépticas

Deben construirse o instalarse fosas sépticas como una forma de tratamiento primario y su uso es solamente para pequeñas unidades.

Condiciones para instalar o construir fosas sépticas:

- En aquellos lugares en que se disponga de terreno suficiente y permeable para alojar un campo de infiltración o pozos de absorción.
- Topografía adecuada, y que los niveles freáticos estén a más de 1.50 metros de profundidad y no puedan ser contaminados por el efluente de la fosa séptica
- La fosa séptica debe ser adecuada para 50 personas o su equivalente, en caso necesario se utilizarán las necesarias de la capacidad apropiada.

c. Tipo de fosas sépticas.

- Construidas en el lugar.
Se construirán fosas sépticas en los sitios que por necesidades del proyecto y por su capacidad sea la indicada.
- Fosas sépticas preconstruidas.

d. Gastos de aguas negras.

Tabla 8.1 Cantidad de aguas negras a tratar por persona y día

Tipo de edificio	Litros por persona	Factor de conversión
Edificio de viviendas	150	1
Casas de campo	120	4/5
Escuelas (con comedores)	90	3/5
Escuelas (sin comedores)	45	3/10
Fábricas (sin comedores)	45	3/10
Colegios, cuarteles	300	2
Hospitales	600	4

Dimensiones de la fosas sépticas

Tabla 8.2 Dimensiones de fosas sépticas construidas en el lugar

U. de depuración	Fosa séptica					Tanque sifónico			Sifón	
	Cap.	Longitud	Ancho	Altura	Altura	Longitud	Ancho	Altura	Diám.	Altura
	Litros	metros	metros	Líquido metros	Aire metros	metros	metro	metro	Plg.	Descarga metros
1 a 4	1230	1.50	0.76	1.07	0.30					
5 a 9	1700	1.83	0.76	1.22	0.30	0.90	0.76	0.91	3"	0.46
10 a 14	2720	2.13	1.07	1.22	0.30	1.07	1.07	0.91	3"	0.46
15 a 20	3780	2.44	1.22	1.22	0.30	1.22	1.22	0.91	4"	0.51
21 a 25	4725	2.74	1.37	1.30	0.30	1.37	1.37	0.91	4"	0.51
26 a 30	5590	2.90	1.42	1.37	0.38	1.42	1.42	1.00	4"	0.66
31 a 35	6500	3.05	1.52	1.42	0.38	1.52	1.52	1.07	4"	0.66
36 a 40	7370	3.20	1.60	1.45	0.38	1.60	1.60	1.07	4"	0.66
41 a 45	8220	3.35	1.67	1.47	0.38	1.67	1.67	1.07	5"	0.66
46 a 50	9070	3.50	1.75	1.52	0.38	1.75	1.75	1.07	5"	0.66

Nota: Dimensiones de fosas sépticas preconstruidas. Se deben instalar fosas sépticas preconstruidas de la capacidad y características técnicas, autorizadas por la Dirección de Proyectos de DGOSG-UNAM.

Sistemas de tratamiento final de depuración

Las aguas que han sido tratadas en fosa séptica deben ser sometidas a un tratamiento de depuración final por oxidación. Para lo cual existen tres sistemas:

- Pozos filtrantes.

En este sistema los pozos deben excavarse en el terreno.

El terreno debe ser apropiado para poder absorber el volumen de agua tratada.

- Tuberías de drenaje

En este sistema las tuberías deben instalarse a una profundidad promedio de 0.60 m, y con las juntas abiertas (La separación entre los tubos debe ser de 6 0 7mm)

Las tuberías debe colocarse con una pendiente mínima del 0.3 %

Las zanjas en que se instalen las tuberías debe ser de las siguientes dimensiones: ancho mínimo de 0.30m por 0.60m de profundidad.

El tubo debe ser colocado en una cama de arena gruesa y ser cubierto, hasta el nivel de terreno natural, por arena más fina.

Las juntas de los tubos deben ser cubiertas, en su parte superior, para evitar que la tierra entre en el tubo.

- Filtros de arena.

Este sistema debe ser utilizado exclusivamente para terrenos clasificados como impermeables.

De acuerdo a las características del terreno se debe utilizar los sistemas cerrado y abierto.

En los dos sistemas las tuberías deben colocarse sobre, o en una zanja de 0.60m de ancho y de 1.20m a 1.50m de profundidad.

La tubería debe descansar en una cama de gravilla y ser cubierta por arena hasta el nivel de terreno natural.

Tabla 8.3 Clasificación de terrenos

Minutos que tarda en bajar 3cm	Absorción relativa	Método de desalojo de aguas residuales.
0 a 5	Rápida	Pozo de absorción
6-a 10	Mediana	Pozo de absorción
11 a 15	Lenta	Pozo de absorción
16 a 29	Semi-impermeable	Drenes de absorción
30 y más	Impermeable	Filtros de arena

Tabla 8.4 Número y dimensiones de los pozos.

Número total de unidades de depuración	Clase del terreno en cuanto a la absorción								
	Rápido, arena gruesa o gravilla			Medio, arena fina o arcilla arenosa			Lento, Arcilla con poca arena		
	Número de pozos	Diámetro metros	Prof. metros	Número de pozos	Diámetro metros	Prof. metros	Número de pozos	Diámetro metros	Prof. metros
1 a 4	1	1.50	1.50	1	1.80	1.80	2	1.50	1.50
5 a 9	1	1.80	1.80	2	1.80	1.80	2	2.45	2.15
10 a 14	1	2.45	1.80	2	2.45	1.80	2	3.05	2.45
15 a 20	2	1.80	1.80	2	2.75	2.15	3	3.05	2.45
21 a 25	2	2.15	1.80	2	3.05	2.45	4	2.75	2.45
26 a 30	2	2.45	1.80	3	2.75	2.15	4	3.05	2.45
31 a 35	2	2.75	2.15	3	3.05	2.15	5	3.05	2.45
36 a 40	2	2.75	2.45	4	2.75	2.15	4	3.65	3.05
41 a 45	3	2.45	1.80	4	2.75	2.45	5	3.65	3.05
46 a 50	2	3.05	2.45	4	3.05	2.45	5	3.65	

Tabla 8.5 Longitud de tuberías de drenaje

Tabla 8.6 Área necesaria de los filtros de arena

Unidades totales de depuración	Tipo cerrado (área en m2)	Tipo abierto (área en m2)
1 a 4	18	9
5 a 9	80	40
10 a 14	126	63
15 a 20	180	90
21 a 25	224	112
26 a 30	270	135
31 a 35	316	158
36 a 40	360	180
41 a 45	404	202
46 a 50	450	225

Tanque de doble acción

Cuando se traten aguas negras que requieran un tratamiento secundario, debe utilizarse un tanque de doble acción, comúnmente llamado Tanque de Imhoff.

Este tanque debe cumplir con las siguientes características:

- a. Compartimiento de sedimentación.
- b. Cámara de digestión o de lodos.
- c. Respiradero o cama de natas.
- d. Ventilación no menor al 20% de la superficie total del tanque.

Sistemas de bombeo

El equipo de bombeo de agua potable (Hidroneumático), debe ser controlado en arranque o paro por medio de un sistema de electro niveles, que manden la señal al tablero de protección y control.

Los tanques para el equipo Hidroneumático, deben ser de preferencia verticales.

Los equipos de bombeo, se deben instalar sobre bases de concreto perfectamente niveladas de 0.10 m de altura.

La conexión e instalación de los equipos Hidroneumáticos, Motobombas para Riego y Contra Incendio, se debe hacer de acuerdo a lo indicado por el fabricante en cada caso.

Se debe colocar una válvula eliminadora en el punto más alto de la instalación.

En la instalación del equipo Hidroneumático, se debe instalar una válvula de seguridad o alivio de 13 mm de diámetro, calibrada a un 10% menor a la presión de operación.

Agua tratada

Las plantas para tratamiento de agua potable y residual, prefabricadas o construidas en sitio, deben instalarse o construirse, de acuerdo al diseñador de esta especialidad. Para los plantes residuales ver

Especificaciones Generales de Construcción, Libro 4 Instalaciones.

Instalaciones contra incendio

El diámetro de la tubería de la red secundaria debe ser de 51 mm (2") como mínimo y las salidas a hidrante deben ser de 38 mm (1 ½") de diámetro con válvula de globo, cople para manguera de 38 mm (1 ½") de diámetro y reductor de presión, para evitar que en cualquier toma de salida para manguera de 38 mm se exceda la presión de 4.2 Kg/cm².

En redes exteriores la tubería debe ser encofrada con concreto $f'c=150$ K/cm² cubriendo los tubos y con un espesor mínimo de 5 cm.

En instalaciones visibles, la tubería debe fijarse adecuadamente con abrazaderas de acero de ¼" de espesor a los elementos estructurales del edificio.

Las tomas siamesas se deben instalar en lugares previamente definidos, instalándose por lo menos una toma en cada fachada o a cada 90 metros, siendo empotradas en muros o ahogadas en bases de concreto.

Los hidrantes de gabinete se deben instalar en lugares previamente definidos, siendo la separación máxima entre dos gabinetes de 60 metros, colocándose un gabinete lo más cercano posible a los cubos de las escaleras.

Los hidrantes de gabinete se deben sujetar a la estructura por medio de taquetes de expansión y tornillos hexagonales de fierro galvanizado, cuidando que su colocación quede perfectamente y a plomo.

Se debe instalar en la tubería principal cargada, un manómetro, para medir la presión y mantenerla constante.

Tuberías para bajadas de aguas pluviales:

- Se instalará tubería de hierro fundido, y para casos especiales tubería de hierro galvanizado o hierro negro.
- Las tuberías deben instalarse a plomo, y evitar cambios de dirección innecesarios.
- En las bajadas aparentes, los soportes de las tuberías de los elementos estructurales o muros deben fijarse mediante abrazaderas de acero de ¼" espesor tornillería y taquetes de expansión u otros elementos que garanticen la perfecta unión, de manera que ésta sea soportada uniformemente.
- La conexión de las bajadas de agua pluvial al registro de la red sanitaria se debe realizar a través de dos codos a 45º para facilitar el mantenimiento y reducir el desgaste por cambios de dirección en la descarga.

1. Cortarse en forma perpendicular a su eje longitudinal realizando posteriormente un bisel a 45º para aplicación de la soldadura.

2. Previo a su colocación, se debe proteger con una mano de pintura anticorrosiva.
 3. La tubería visible se debe fijar a la estructura por medio de abrazaderas de acero de ¼ de espesor, taquetes de expansión y tornillería con una separación máxima de 1.5 m.
 4. La conexión de la bajada al registro de la red de drenaje, se debe hacer por medio de dos codos de 45° para facilitar el mantenimiento.
- Las tuberías de fierro galvanizado para bajadas de agua pluvial, deben cumplir con lo siguiente:
 1. La tubería visible se debe fijar a la estructura por medio de abrazaderas de acero de ¼ de espesor, taquetes de expansión y tornillería u otros elementos que garanticen la perfecta unión de manera que ésta sea soportada uniformemente.
 2. La conexión de la bajada al registro de la red de drenaje, se debe hacer por medio de dos codos de 45° para facilitar el mantenimiento y reducir el desgaste por cambios de dirección en la descarga..

Redes exteriores

- a. Los Métodos de Instalación de redes de drenaje exterior, se indican en las Normas de Diseño correspondientes y en el libro tres de las Especificaciones generales de Construcción.

Redes exteriores

Para redes exteriores de distribución de agua, se deben usar tuberías de fibrocemento o de polietileno de alta densidad.

a. Tuberías de fibrocemento:

- La tubería debe instalarse en zanja, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9.3 excavación en zanja

Diámetro del tubo		Ancho de la zanja	Profundidad de la zanja
Pulgadas	Centímetros	Centímetros	Centímetros
3	75	60	100
4	100	60	100
6	150	70	110
8	200	75	115
10	250	80	120
12	300	85	125
14	350	90	130
16	400	100	140
18	450	115	145
20	500	120	150
24	600	130	165
30	750	150	185
36	900	170	220

* Tuberías de diámetro comúnmente utilizados en la UNAM.

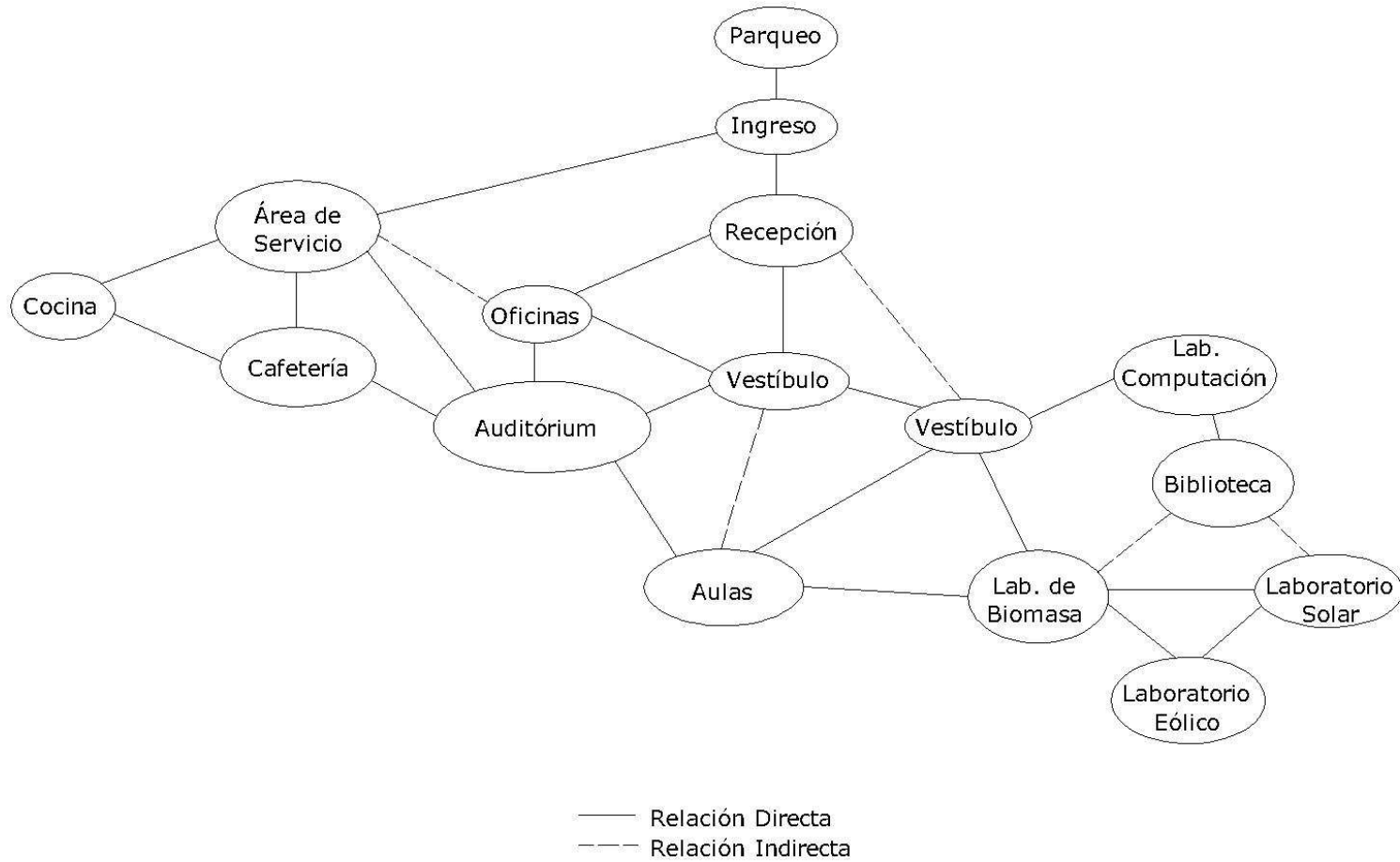
- En todos los casos la tubería se debe alojar al centro de la zanja, cuyo fondo debe estar libre de piedras, colocándose una cama de arena o tepetate de 15 cm de espesor.
- En los cruceros se deben instalar piezas especiales de Fo. Fo., utilizando empaque de plomo o hule entre las bridas.

5.9 Proceso de Prefiguración

5.9.1 Programa de Requerimientos

Ambiente	Área	Altura	No. Ocupantes
Parqueo	2,815mts ²		142 vehículos
Auditórium	711mts ²	18 mts	300 personas
Cafetería	584mts ²	13 mts	300
Aulas	522mts ²	10 mts	200 personas
Laboratorios	337mts ²	4 mts	30 personas
Biblioteca	709mts ²	7 mts	50 personas
Laboratorios de Computación	327mts ²	3 mts	50 personas
Oficinas	278mts ²	7.5mts	32 personas
Edificio principal	825mts ²	15 mts	300 o mas
Área de mesas ext.	310mts ²		230 personas

5.9.2 Diagrama de Relaciones



5.9.3 Matriz de Doble Entrada

	Ingr.	Serv.	Recep.	Vestib.	Oficinas	Audit.	Cafe	Cocina	Aulas	Biblio.	Labs.
Ingreso		1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
Área de servicio			0	0	0	1	2	1	2	2	2
Recepción				1	1	1	2	0	2	2	2
Vestíbulo					1	1	1	0	1	1	1
Oficinas						1	1	0	0	0	0
Auditórium							1	1	1	1	1
Cafetería								1	1	1	1
Cocina									0	0	0
Aulas										1	1
Biblioteca											1
Laboratorios											

1: Esencial
 2: Deseable
 0: No deseable

5.9.4 Concepto de Diseño:

Iluminación:

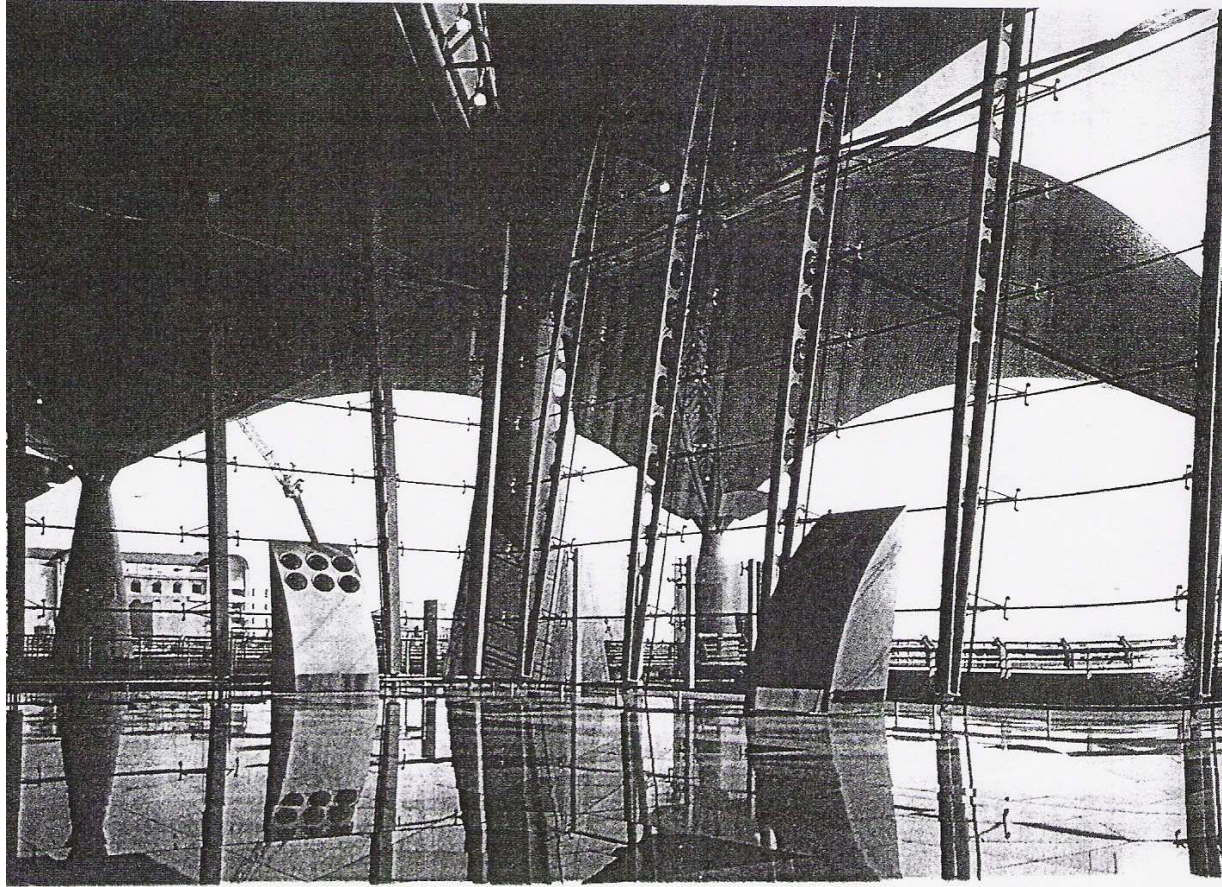
El volumen principal totalmente vidriado y transparente emerge del piso creando un ámbito de comunicación entre la plaza y el ingreso y funciona a su vez como captador de la luz natural para el espacio que compone dicho volumen.

La iluminación general fue una combinación de luces que permitieran el pasaje del espacio abierto "volumen vidriado". De noche, la iluminación resalta la enorme vidriera y se pueden apreciar claramente los espacios internos que constituyen el volumen de vidrio.



Centro Cultural Franconville, Francia
Fuente: Internet 2006

Sistema de Estructural en Fachadas



Fuente: Revista Architectural Digest
Aeropuertos

6. Conclusiones:

Siendo Guatemala un país donde las energías renovables son ilimitadas, existe un potencial enorme para aprovecharlas. Actualmente Guatemala no dispone de un Centro donde se investigue y capacite a las personas sobre las energías renovables, y donde se encuentren los principales representantes en temas ambientales.

La investigación y el diseño del Centro de Investigación y Capacitación en Energías Renovables tiene como fin planear una nueva arquitectura, donde se mezclen materiales nuevos y de alta tecnología, donde se aplique la filosofía de la arquitectura bioclimática, y sea un ejemplo de cómo se pueden aprovechar los recursos renovables.

7. Recomendaciones:

Es importante tener en cuenta que los recursos naturales no son infinitos, algún día se van a escasear, por lo que hay que actuar desde ahora. En el campo de la arquitectura se puede construir con materiales que no contaminen el ambiente, así como evitar el efecto invernadero en las fachadas.

Una arquitectura que respeta el medio natural debe tener estas características:

- Uso de materiales renovables y compatibles
- Aplicación de una arquitectura auto-sostenible
- Eficiencia energética
- Uso de recursos locales
- Eficiencia y control del flujo de recursos naturales como el agua y los desechos
- Facilidad de mantenimiento

8. Glosario

Aceites minerales. Aceites naturales como los que se encuentran en el petróleo, o los obtenidos por procesos industriales de destilación de rocas carbonosas.

Aerogenerador. Máquina que utiliza la energía cinética del viento para mover las palas de un rotor y producir energía eléctrica.

Bagazo de caña. Residuo orgánico resultante del prensado de la caña de azúcar. Puede usarse como combustible y causar contaminación atmosférica por emisión de humos.

Biodiesel. Combustible obtenido de la biomasa adecuado para la utilización por motores de combustión interna tipo Diesel.

Biomasa. Masa de organismos en cualquier nivel trófico, área o volumen de un ecosistema. La biomasa se mide en cantidad de materia por unidad de superficie o de volumen. Los valores de biomasa y sus variaciones son magnitudes muy importantes en ecología. La biomasa vegetal es susceptible de utilización industrial para la producción de energía por combustión o para la producción de otras sustancias de interés mediante procesos de fermentación.

Biotransformación de la energía. Utilización de procesos biológicos para obtener productos de interés energético, por ejemplo biogas a partir de la fermentación.

Calor. Energía en tránsito desde un foco caliente a otro frío. Parte de la energía puede usarse para realizar trabajo útil, pero no toda, el resto ha de cederse al foco frío. Por tanto, la transferencia calorífica implica una pérdida en la capacidad de producir trabajo. El calor se mide en unidades energéticas, habitualmente en calorías, cuyo equivalente mecánico es 0.24 julios.

Carbón. Roca sedimentaria de origen orgánico, formada en épocas cálidas y húmedas a partir de restos vegetales enterrados en una cuenca sedimentaria y que sufren una fermentación anaerobia con enriquecimiento en carbono. Los tipos principales de carbón, de menor a mayor edad geológica, contenido en carbono y poder calorífico son la turba, el lignito, la hulla y la antracita. La extracción del carbón de sus yacimientos es el objeto de un tipo de minería, la minería del carbón, que suministra este combustible fósil como materia prima a las centrales térmicas.

Carbono orgánico total. Cantidad de carbono contenido en aguas residuales determinado por oxidación catalítica de los compuestos del carbono presentes.

Carga orgánica biodegradable. Cantidad de materia orgánica contenida en un agua residual que puede ser degradada por acción biológica.

Central térmica. Centro de producción de energía eléctrica a partir de combustibles convencionales como el carbón o los derivados del petróleo o combustible nuclear. En este último caso se denominan centrales nucleares.

celdas fotovoltaicas: Sistemas fotovoltaicos que convierten directamente parte de la luz solar en electricidad. Algunos materiales presentan una propiedad conocida como efecto fotoeléctrico que hace que absorban fotones de luz y emitan electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad. Las celdas fotovoltaicas se fabrican principalmente de silicio (el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre). Actualmente, existen celdas fotovoltaicas, por ejemplo, en nuestras calculadoras solares así como en los cohetes espaciales.

células fotovoltaicas: Dispositivo que se basa en el efecto fotoeléctrico y que convierte la radiación solar directamente en electricidad. En su forma más simple, se compone de un ánodo y un cátodo recubierto de un material fotosensible. La luz que incide sobre el cátodo libera electrones que son atraídos hacia el ánodo, de carga positiva, originando un flujo de corriente proporcional a la intensidad de la radiación.

Cogeneración. Producción conjunta en una misma planta de energía eléctrica y térmica aprovechable.

Combustibles fósiles. Carbón, petróleo y gas natural. Son materiales de origen orgánico, producidos a partir de restos de seres vivos en épocas geológicas anteriores. Constituyen la mayor parte de las fuentes de energía consumidas en los países industriales. Son recursos no renovables y su utilización es la principal responsable de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

Compostaje. Transformación de la basura en abono. Para ello la fracción orgánica de los residuos sólidos se somete a una fermentación microbiana controlada para obtener un humus artificial o compost utilizable como abono agrícola

Compuestos inorgánicos. Compuestos químicos o combinaciones de los elementos de la tabla periódica excepto los compuestos del carbono.

Compuestos orgánicos. Compuestos químicos o combinaciones del carbono con los demás elementos de la tabla periódica, excepto el dióxido de carbono (CO_2), el ácido carbónico (H_2CO_3), los bicarbonatos (HCO_3^-) y carbonatos (CO_3^{2-}), que se consideran inorgánicos.

Conductividad eléctrica. Inversa de la resistividad específica. Se mide en $\text{ohm}^{-1} \text{m}^{-1}$ o Siemens/m. La conductividad depende de la migración de cargas eléctricas (electrones o iones). El agua pura no es buena conductora, pero sí lo es el agua con sustancias iónicas disueltas, por lo que la medida de la conductividad del agua sirve para medir la salinidad.

Contaminación atmosférica. Se suele definir como la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas, la fauna, la flora o bienes de cualquier naturaleza.

Coque de petróleo. Combustible obtenido a partir de los residuos del refino de petróleo mediante pirólisis

Depuración de aguas residuales. Eliminación de contaminantes de las aguas residuales. Los materiales sólidos y las partículas en suspensión pueden separarse por medios mecánicos y sedimentación. La materia orgánica es metabolizada por microorganismos en un tratamiento biológico, y otras sustancias pueden eliminarse por tratamientos físico-químicos.

Electricidad solar fotovoltaica. Energía eléctrica producida a partir de la energía solar mediante células fotovoltaicas que responden a la energía luminosa liberando electrones.

Eliminación de residuos sólidos urbanos. Todos aquellos procedimientos dirigidos, bien al almacenamiento o vertido controlado de los residuos, o bien a su destrucción, total o parcial, por incineración u otro sistema que no implique recuperación de energía.

Eliminación de residuos tóxicos y peligrosos. Todo procedimiento que como el vertido controlado, la incineración sin recuperación de energía, la inyección en el subsuelo y el vertido al mar, no implique aprovechamiento alguno de los recursos.

Embalse. Infraestructura de regulación de la red hídrica, basada en una presa de contención

Emisiones. Liberación de contaminantes (partículas sólidas, líquidas o gases) al medio, procedentes de una fuente productora. El nivel de emisión de una fuente se mide por las cantidades emitidas por unidad de tiempo (aquí en toneladas/año). En el caso de las emisiones acústicas se miden características del ruido como la intensidad.

Energía de la biomasa. La que puede obtenerse de compuestos orgánicos combustibles obtenidos a partir de materia vegetal.

Energía eólica. Energía cinética del viento, que puede utilizarse para mover las palas de un aerogenerador y producir energía eléctrica.

Energía fotovoltaica. Energía eléctrica obtenida de la luz mediante células fotoeléctricas que responden a la energía luminosa liberando electrones.

Energía geotérmica. Energía calorífica que puede obtenerse a partir de materiales terrestres (agua, rocas) anormalmente calientes. En general, la temperatura de los materiales terrestres aumenta con la profundidad de forma regular (gradiente geotérmico), pero pueden existir anomalías locales, dependientes de la geología del terreno, que resultan en aguas subterráneas o manantiales calientes.

Energía hidráulica. Energía potencial gravitatoria de una masa de agua que puede ser aprovechada para mover una turbina y generar electricidad.

Energía primaria. Energía primaria que no ha sufrido aún ninguna transformación, como la energía cinética del viento o la energía radiante solar.

Energía solar. Energía radiante del Sol, que puede ser aprovechada para la producción de electricidad en virtud del efecto fotoeléctrico, es decir, de la capacidad de la radiación electromagnética para extraer electrones de algunos materiales, como metales o semiconductores.

Energía. Es la capacidad de producir trabajo. En un sistema cerrado no existen pérdidas ni ganancias energéticas, tan sólo transformaciones. La materia se considera una forma condensada de energía. La equivalencia masa-energía sigue la ecuación Einsteiniana ($E=mc^2$, donde E es la energía, m es la masa y c la velocidad de la luz en el vacío).

Energías alternativas. Energías obtenidas de fuentes distintas a las clásicas como carbón, petróleo y gas natural. Son energías alternativas la solar, eólica, geotérmica, mareomotriz y de la biomasa, que, además, son energías renovables. Si el concepto de energías clásicas o convencionales se reduce a las energías fósiles, la energía nuclear y la hidroeléctrica han de considerarse energías alternativas.

Energías renovables. Energías procedentes de fuentes renovables por formar parte de ciclos naturales y en oposición a aquellas que proceden de reservas. Son energías renovables la solar, eólica, del agua, mareomotriz y de la biomasa.

Entalpía. Magnitud termodinámica de un cuerpo, igual a la suma de su energía interna más el producto de su volumen por la presión exterior.

Gas natural. Mezcla gaseosa de hidrocarburos en la que predomina el metano (CH_4). Se forma en el interior de la Tierra, en cuencas sedimentarias donde puede presentarse asociado al petróleo. Es combustible y tiene aplicaciones industriales y domésticas. Se puede transportar desde las regiones productoras por tuberías (gasoductos).

Gas. Sustancia en estado gaseoso. El estado gaseoso es uno de los estados de la materia, caracterizado por el movimiento libre, al azar, de las partículas (átomos, iones o moléculas). El paso masivo de una sustancia al estado gaseoso (ebullición) ocurre cuando su presión de vapor iguala a la presión externa. En el agua, a presión de 1 atmósfera, el paso del estado líquido al gaseoso (vapor de agua) ocurre a una temperatura de 100 °C.

Gasolina. Mezcla de hidrocarburos ligeros. Volátil, inflamable, de olor característico, se utiliza como combustible en motores de explosión y tiene aplicaciones industriales como desengrasante, disolvente y materia prima de síntesis. Se obtiene por destilación del petróleo, por hidrogenación de carbón o dióxido de carbono, por cracking o rotura de compuestos hidrocarbonados de cadena larga y por polimerización e hidrogenación de hidrocarburos de cadena corta.

Gigavatio. Unidad de potencia que equivale a 109 w. Abreviatura Gw.

Gigavatio-hora. Unidad de energía que equivale a 109 wh. Abreviatura Gwh.

Grado centígrado. Centésima parte de la escala entre los puntos fijos 0 y 100, en la que el cero corresponde a la temperatura de fusión del agua saturada de aire a presión de 760 mm Hg y 100 a la temperatura de ebullición del agua en las mismas condiciones. Abreviatura °C.

Hidrocarburos. Compuestos orgánicos formados por carbono e hidrógeno. Pueden estar formados por cadenas hidrocarbonadas abiertas (hidrocarburos alifáticos, por ejemplo el propano), o cerradas formando ciclos o anillos (hidrocarburos cíclicos, por el ejemplo el ciclohexano). Los hidrocarburos cuyos anillos contienen dobles enlaces conjugados son los hidrocarburos aromáticos, por ejemplo, el benceno. Existen numerosos derivados de los hidrocarburos, por ejemplo los clorados y fluorados. Tanto entre los hidrocarburos como entre sus derivados existen numerosas sustancias de importancia industrial, agrícola, médica y ambiental (combustibles, pesticidas, tóxicos, etc.).

Impacto ambiental. Alteración del medio ambiente debida a la intervención humana. En la actualidad determinadas actuaciones requieren la elaboración previa de un estudio sobre su impacto ambiental.

Incineradora de residuos. Instalación en la que los residuos son tratados por combustión, convirtiéndose en gases, cenizas, escorias y calor, que incluye los hornos de incineración y sus sistemas de alimentación y control. Los residuos obtenidos de la incineración son susceptibles de tratamiento como los gases o de depósito en vertederos controlados como las escorias y cenizas, y el calor puede utilizarse para calentar agua o producir electricidad.

Inmisión. Recepción de contaminantes en el medio ambiente (aire, suelo, agua) procedentes de una fuente emisora. Frecuentemente el término se utiliza como sinónimo de niveles de inmisión, que es la concentración de sustancias contaminantes en un medio determinado.

I + D. Investigación y desarrollo.

Kilotep. Unidad energética equivalente a 1000 tep. Abreviatura ktep.

Kilovatio. Unidad de potencia eléctrica equivalente a 1000 vatios. Abreviatura kw.

Latitud geográfica. La latitud de un punto de la superficie terrestre es el ángulo entre la vertical del punto y el ecuador. Se mide en grados sexagesimales y varía de 0° en el Ecuador a 90° en los Polos. Las latitudes de los puntos de cada hemisferio se distinguen con la notación N o S (por ejemplo, 45°N, 15°S). La latitud y la longitud son las coordenadas geográficas.

Longitud geográfica. La longitud de un punto de la superficie terrestre es el ángulo entre la vertical del punto y el meridiano origen de longitudes. Como tal se toma el meridiano de Greenwich. Se mide en grados sexagesimales y varía de 0° a 180°. Las

latitudes orientales se designan con la notación E (por ejemplo 5°E) y las occidentales con W (por ejemplo 125°W). Como a 180° de longitud corresponden 12 horas, a cada grado de longitud corresponde una diferencia horaria 4 minutos.

Megavatio. Unidad de potencia eléctrica equivalente a 1 millón de vatios. Abreviatura Mw.

Metro cuadrado. Unidad de superficie equivalente a la superficie de un cuadrado de 1 metro de lado. Abreviatura m².

Metro cúbico. Unidad de volumen equivalente al volumen de un cubo de 1 metro de arista. Abreviatura m³.

Metro. Unidad de longitud equivalente a 1,650,763.76 veces la longitud de onda de la línea anaranjada del isótopo del kriptón Kr 86 en el vacío. Se corresponde aproximadamente con la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre que pasa por París. Abreviatura m.

Oleoducto. Infraestructura de transporte de productos petrolíferos líquidos.

Panel solar fotovoltaico. Células fotoeléctricas que transforman la energía luminosa de origen solar liberando electrones.

Parque eólico. Instalación para producir energía eléctrica utilizando la energía del viento por medio de aerogeneradores conectados a la red de distribución eléctrica.

Petróleo. Mezcla líquida de hidrocarburos de origen natural que se encuentra en yacimientos limitados por rocas impermeables

Pila. Dispositivo que produce energía eléctrica a partir de energía química.

Planta de compostaje. Instalación en la que se obtiene compost a partir de basura. Para ello se tratan los residuos separando primero los sólidos (metales y cristal), y con la fracción orgánica restante se obtiene un material que se altera bioquímicamente por microorganismos para obtener un producto orgánico (compost) utilizable como abono agrícola.

Planta de incineración. Instalación en la que los residuos urbanos o industriales son tratados por combustión. El proceso produce gases, cenizas y escorias que deben ser tratados porque pueden contener sustancias tóxicas.

Planta de reciclaje. Instalación de transformación de residuos de forma que puedan volver a ser reintroducidos en el ciclo de producción.

Potencia. Trabajo por unidad de tiempo. La unidad básica de potencia es el vatio.

Radiación ionizante. Radiación capaz de producir ionización, directamente como en el caso de la radiación de partículas con carga (rayos alfa, rayos beta), o, indirectamente, como en el caso de radiación electromagnética muy energética (rayos gamma).

Radiación solar. Energía que se propaga en el espacio procedente del sol.

Radiación. Propagación de la energía en el espacio. Ver energía radiante.

Recursos renovables. Recursos que se regeneran por procesos naturales, por lo que su utilización no implica una disminución irreversible si la tasa de consumo no supera a la tasa de formación. Son recursos renovables el oxígeno, los productos agrícolas y forestales y los recursos hídricos.

Vatio. Unidad de potencia eléctrica equivalente a un julio por segundo. Abreviatura w.

9. Bibliografía:

1. Textos:

- Energía y energía renovable Pro-eco, Programa de Ecología Urbana Swiss-contact, Fundación Suiza de Cooperación al Desarrollo Técnico. (Paginas 1-22)
- Fundamentos sobre el aprovechamiento solar en Guatemala, Ministerio de Energía y Minas.
- Manuales sobre Energía Renovable, Hidráulica a Pequeña Escala, Solar Fotovoltaica, Eólica, Solar Térmica, Biomasa. Fortalecimiento de la Capacidad en Energía Renovable para América Central. (FOCER)
- Manual del Curso de Ingeniería Mecánica y Educación Continuada OEA-ICETEX-CUAO, adiestramiento para países en desarrollo. (Paginas 4-13)
- Manual del Curso de Energía Solar, OEA-ICETEX-CUAO, Evaluación Económica de Proyectos Solares.
- Las Energías Renovables, Philippe, Beutin, Ingeniero en Minas, Agencia del Medio Ambiente y de la Energía (ADEME), República de Francia.
- Alvar Aalto, obra completa: Arquitectura, Arte y Diseño. Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Tesis: Centro de Coordinación Ambiental, Propuesta para las Entidades Ambientalistas, Juan García Archiva, Junio del 2001, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Arquitectura y Diseño.
- Tesis: Escuela Nacional de Arte Dramático para Niños, Marta Elvira Negreros Pratdesaba, Junio 2002, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Arquitectura y Diseño.
- Principios Elementales de la Forma en la Arquitectura, Franco Fonatti (1988) Paginas 17-65

2. Diccionarios:

- OCEANO UNO. Diccionario Enciclopédico Ilustrado.

3. Internet:

- Sitios de Internet:

www.cener.com

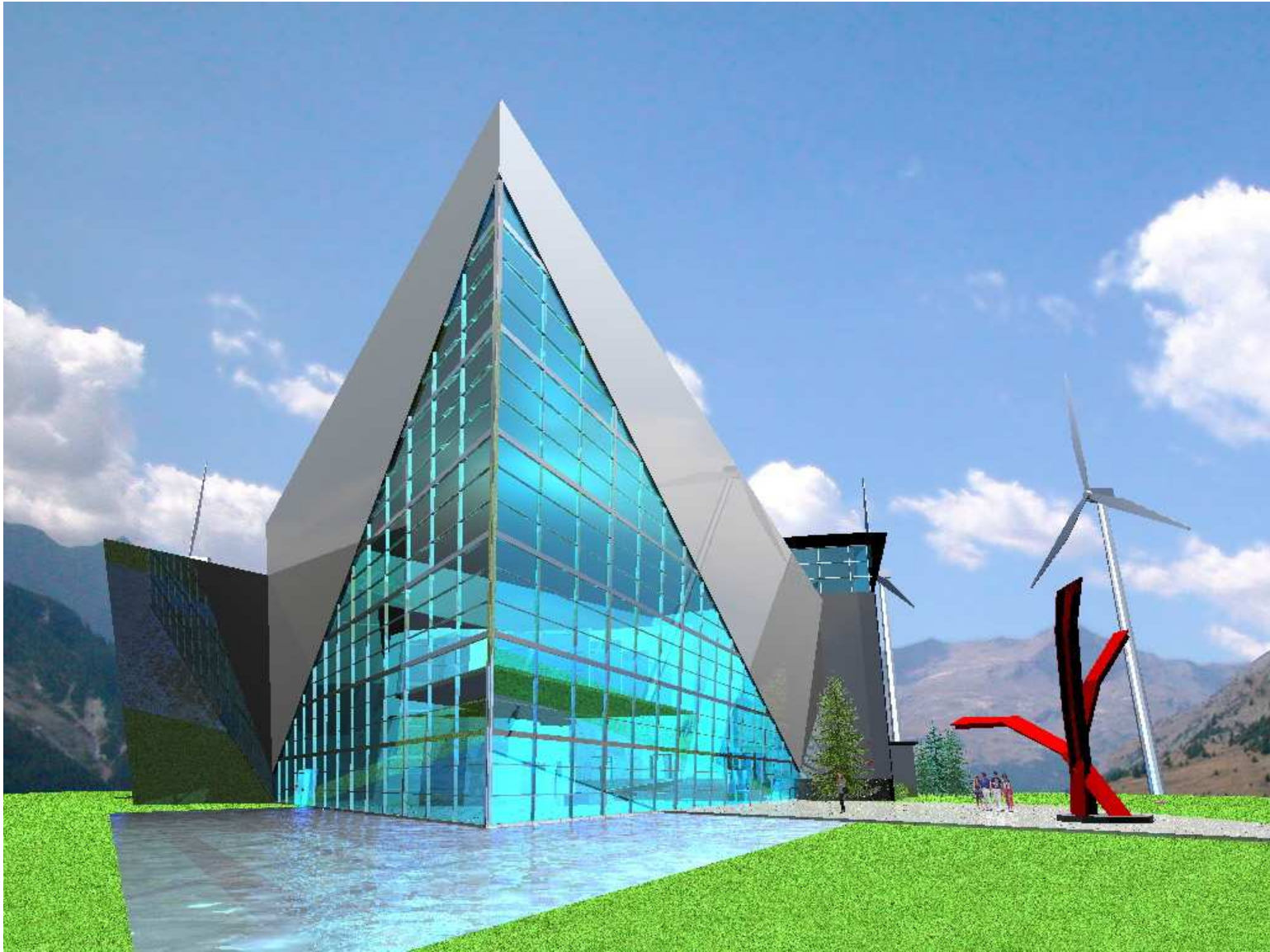
www.ceremat.com

www.jmarcano.com

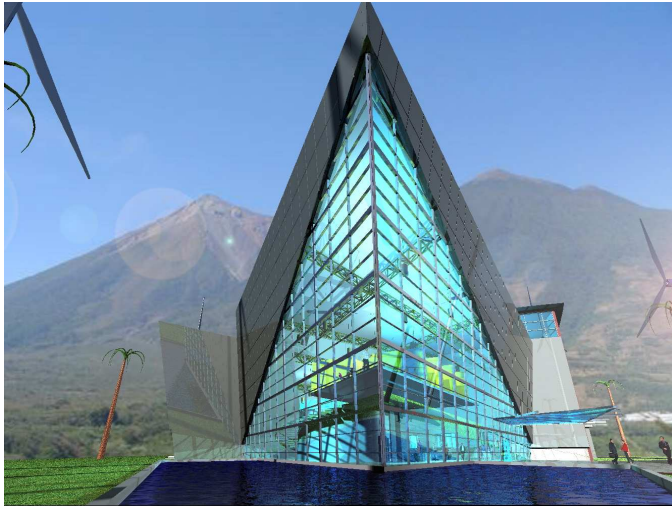
www.nuevatecnologías.com.mx

www.arquitectura.com

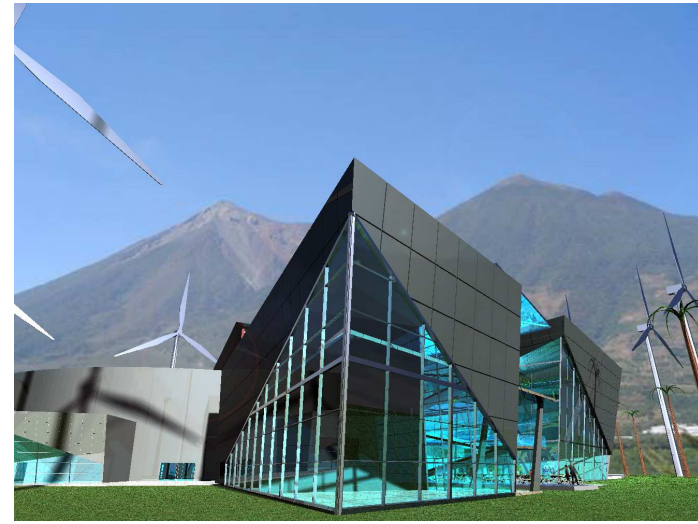
www.energiasrenovables.com



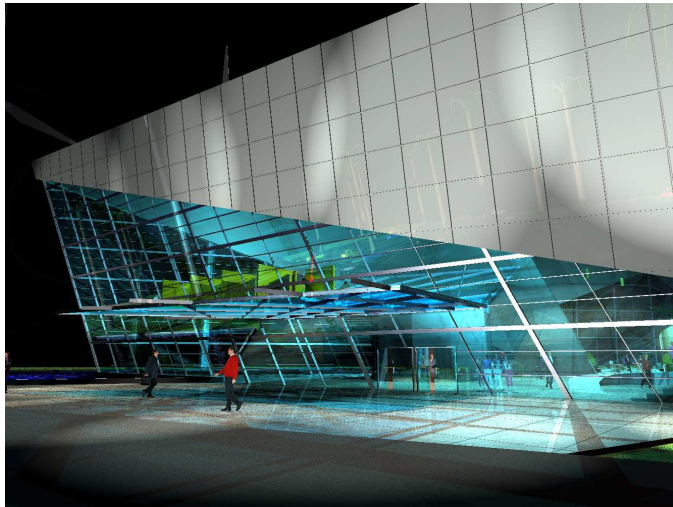
Vista Frontal



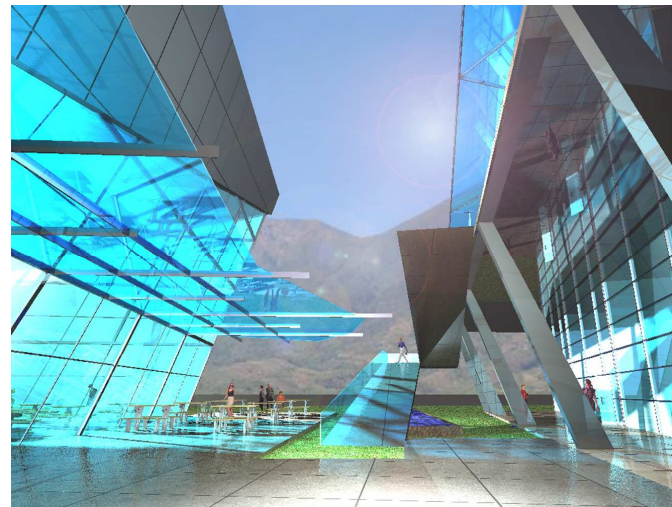
Elevación Este



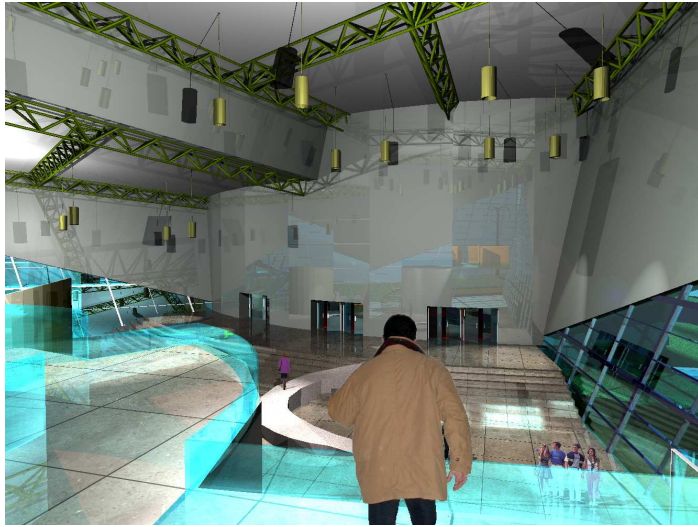
Elevación Oeste



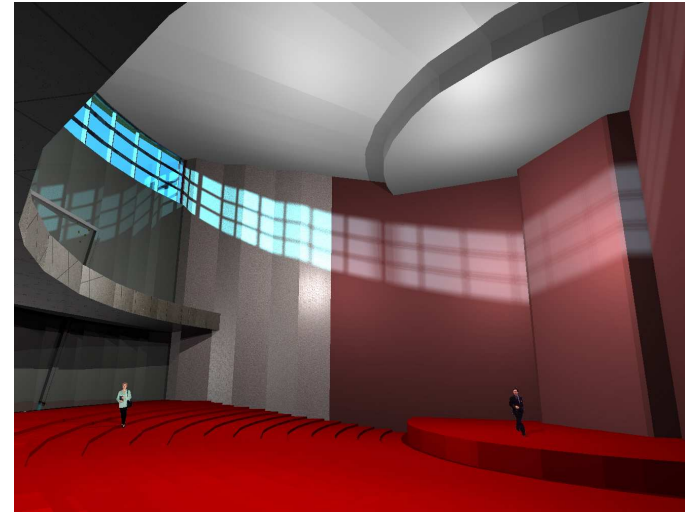
Elevación Sur



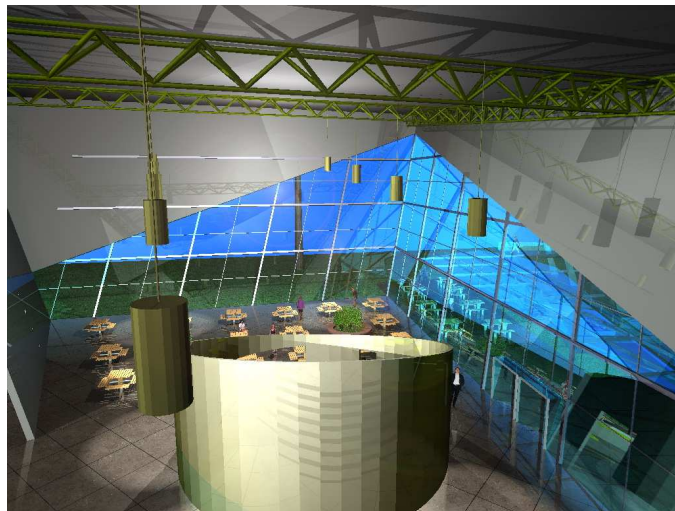
Elevación Norte



Vista desde entropiso oficinas

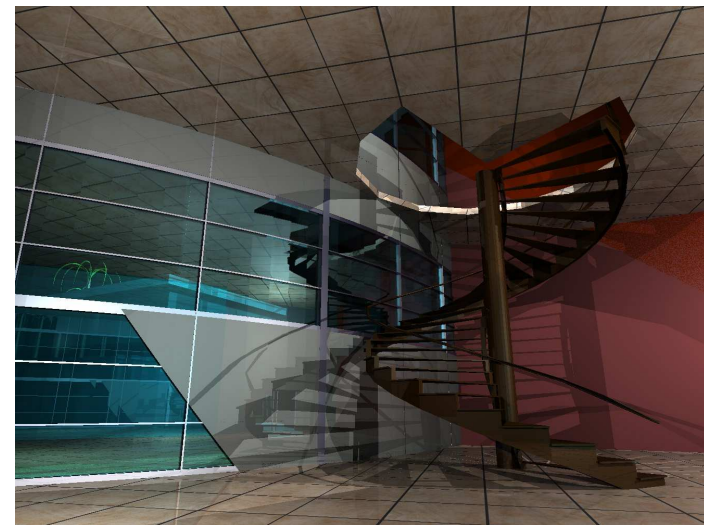


Auditórium

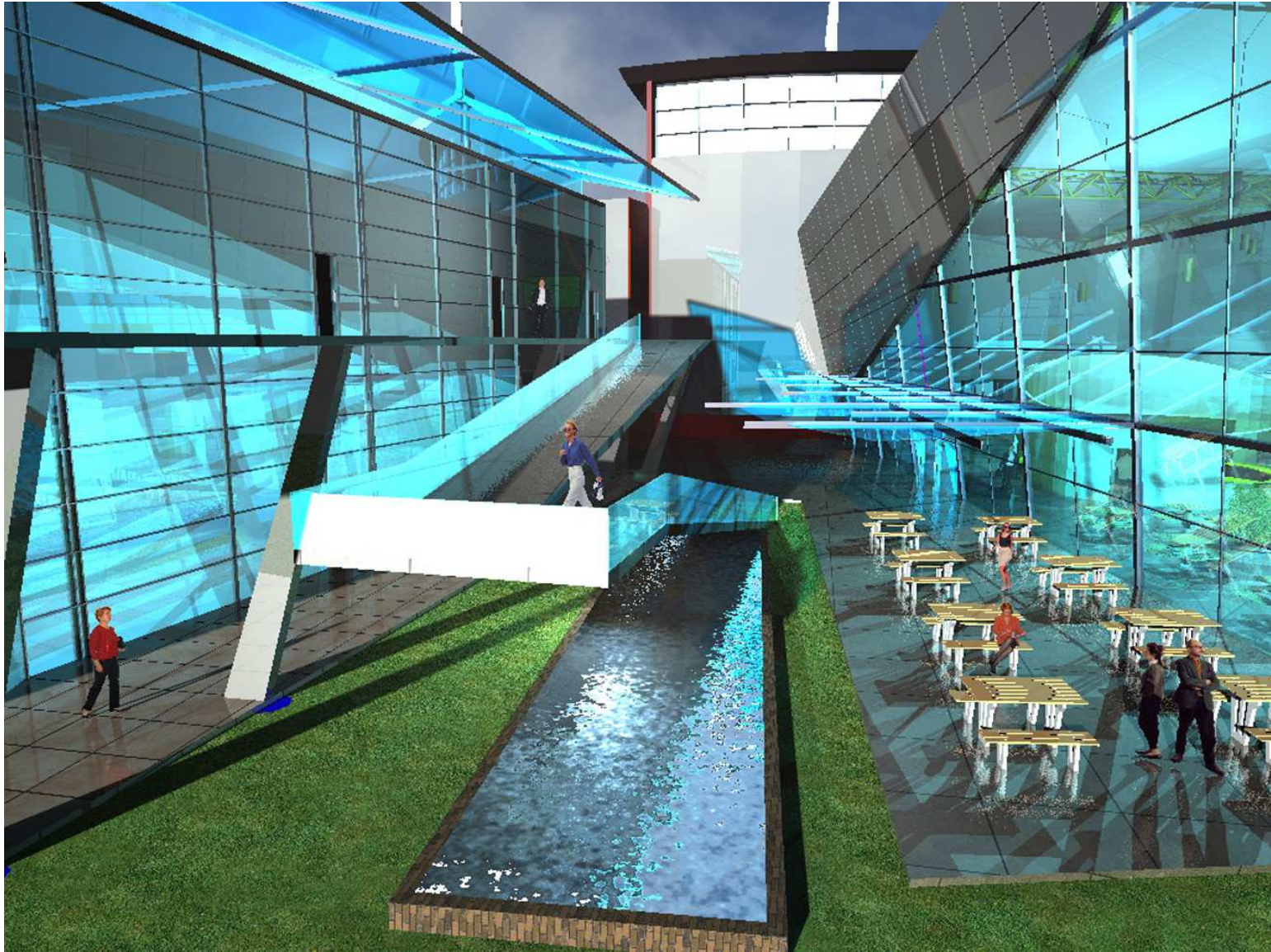


Cafetería, Cocina

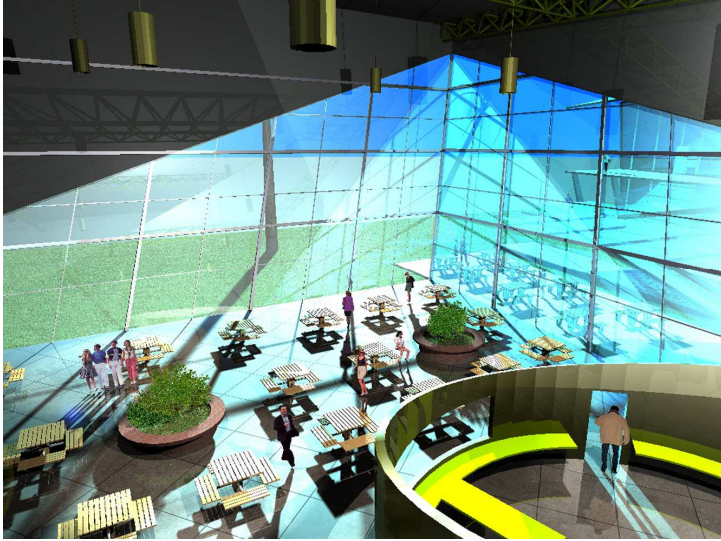
Vistas Interiores: Centro de Investigación y Capacitación de Energías Renovables



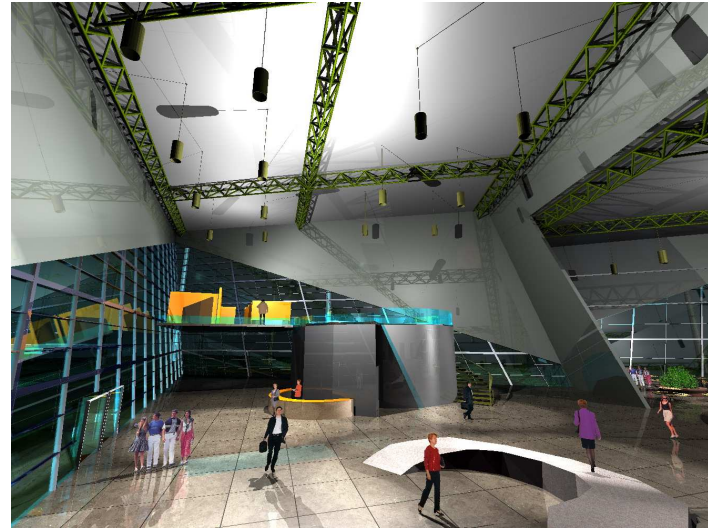
Biblioteca



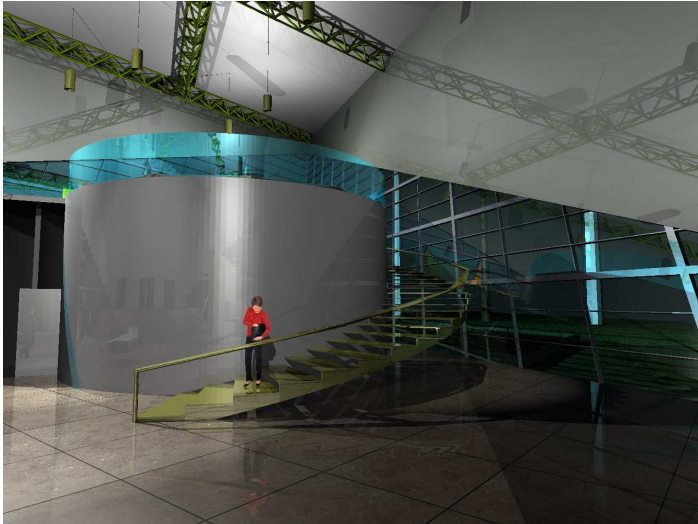
Vista: Aulas, Cafetería



Cafetería



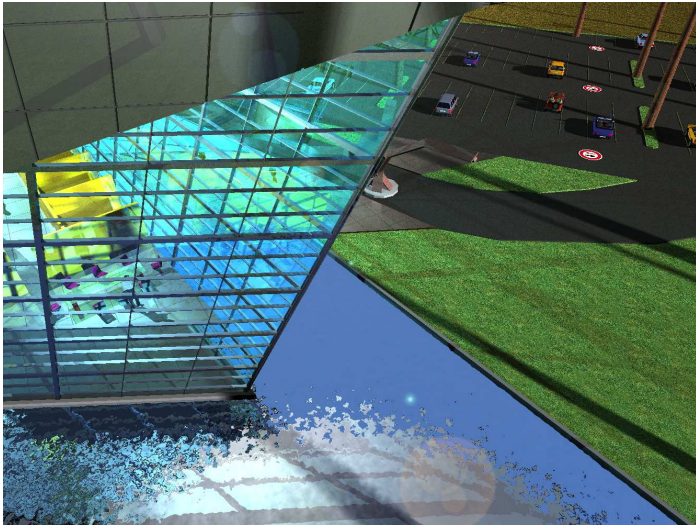
Ingreso



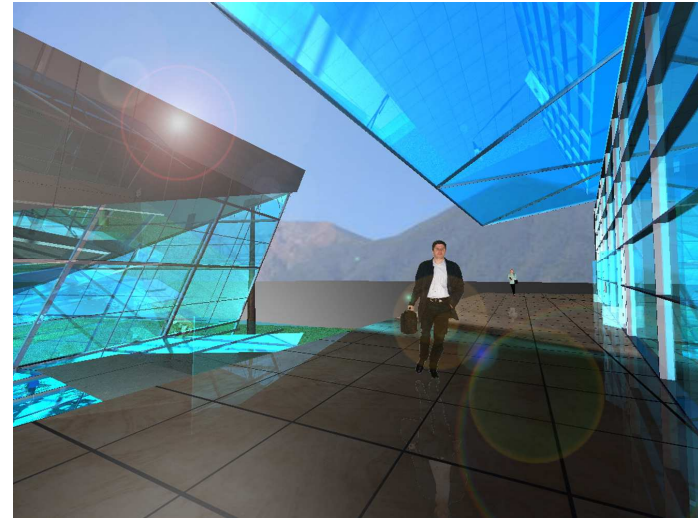
Ingreso Oficinas



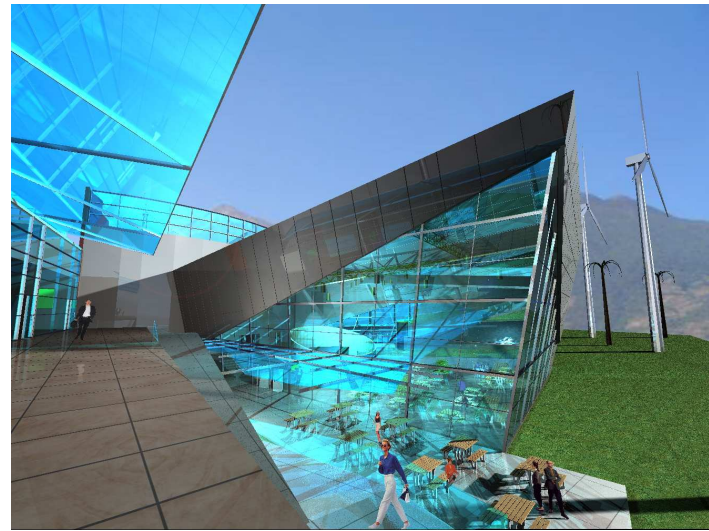
Cafetería



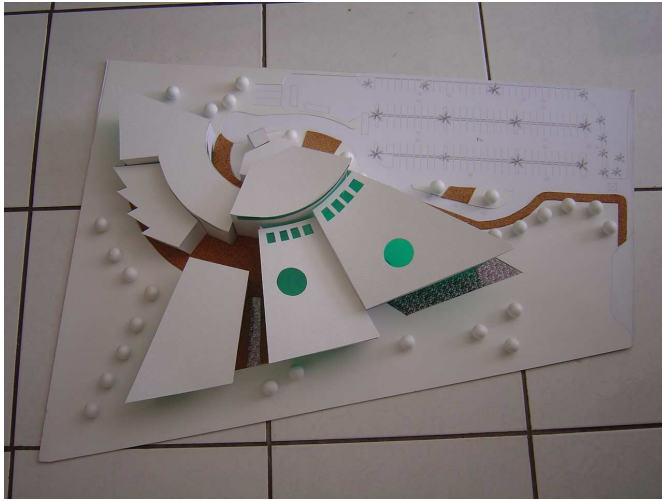
Edificio Principal



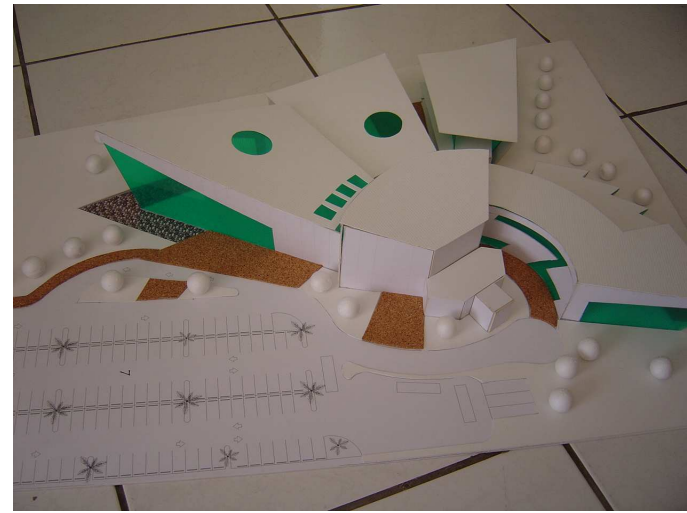
Aulas



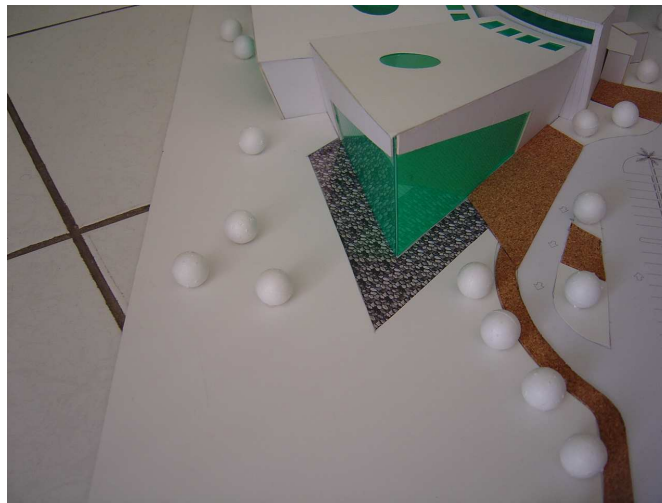
Vistas Exteriores, Centro de Investigación y Capacitación de Energías Renovables



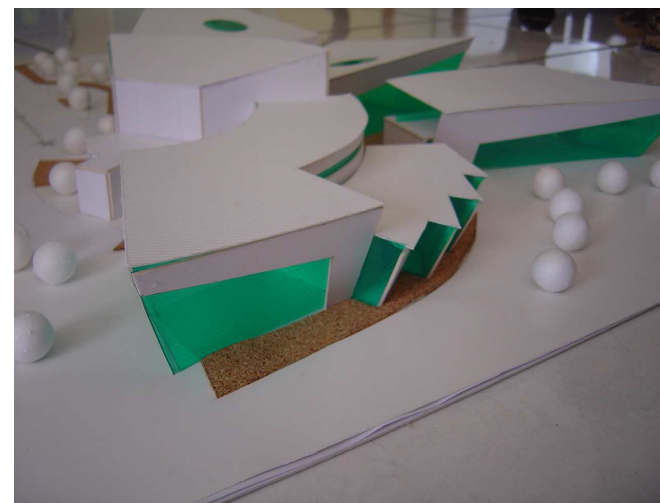
Vista aérea



Vista Sur



Vista Oeste Edificio Principal



Laboratorios

Maqueta